



**Yayına Hazırlayan**

A. Semih İŞEVI  
Melek ORHON



**Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.**  
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı  
(Hizmete Özel)

## Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı  
(Hizmete Özel)

Copyright © 2011 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) "2011" (063)=943.5=20 CAMİ 2011  
**Eser Adı** : 26. Cam Sempozyumu Bildiriler Kitabı  
**Yazar(lar) Adı** : ed. A. Semih İşevi / Melek Orhon  
**Kapak Fotoğrafı**: Water bubbles /  
[http://www.ewallpapers.eu/w\\_show/water-bubbles-1440-900-1215.jpg](http://www.ewallpapers.eu/w_show/water-bubbles-1440-900-1215.jpg)  
**Yayın Tarihi** : Aralık 2011  
**Yayınlayan** : T.Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı  
**Cilt/Sayfa** : 271 s., 21x29.7 cm  
**Dizi** : Cam Araştırma Merkezi Kütüphane - Dokümantasyon Bölümü Yayınları  
Sempozyumlar Dizisi: 26  
**Konu** : 1. Glass Problems 2. Glass Technology 3. Congresses

### Baskı Bilgisi

---

**1. Baskı** : Aralık 2011 (400 adet)  
**Yapım/ Dizgi** : Zerrin KELEBEK Proje Yönetimi Organizasyon ve Danışmanlık Ltd.Şti.  
**Adres** : Kozyatagı Mh. Sarıkaya Sk. Ufuk Apt.8-8 Kadıköy-İSTANBUL  
**Telefon** : (0216) 380 61 34  
**Faks** : (0216) 380 61 06  
**E-posta** : info@zerrinkelebek.com

**Baskı** : Atölye Matbacılık ve Ambalaj San. / Nejat KABBANİ  
**Adres** : Cihangir Mah. Oyacı Sokak No: 22 Avcılar / İSTANBUL  
**Telefon** : (0212) 422 11 92 - (0531) 628 78 30  
**E-posta** : nejatkabbani@hotmail.com

---

### Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Cam Araştırma Merkezi

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

## Sunuş

---

Şişecam'ın teknik mükemmelleşme çabalarının göstergeleri arasında Cam Problemleri Sempozyumu (2008 yılından itibaren Cam Sempozyumu adını almıştır) önemli bir yer tutar. Cam üretiminde karşılaşılan sorunlar ve bulunan çözüm yolları ile, yeniliklerin üretim süreçlerine ve ürünlere kazandırılması bu toplantılarda sunulan çalışmaların ana konularıdır. Cam Problemleri Sempozyumu teknik iletişimin sağlanması, yani geliştirme çabalarının başka birimlere anlatılması yanında çok önemli bir misyonu daha gerçekleştirmiş, teknoloji odaklı bir şirketin tüm yönetim ve teknik kadrolarının buluşma platformu halinde gelmiştir. Ele alınan konular zaman zaman makro ve mikro ekonomik gelişmelere, toplumsal değişmelere, pazarlama, yönetim biçimleri ve benzeri alanlara genişlemiştir. 1985 yılında ilki düzenlenen Cam Sempozyumlarında sunulan bildiriler incelendiğinde teknoloji eğilimleri, üretim sürecinin sorunlu bölümleri, farklı üretim gruplarının odaklandığı alanlar, vb. ilginç bilgilere ulaşmak mümkün olmaktadır.

Üretim birimlerinin teknoloji ve müşteri karakteri, olgun bir sanayi içinde daralan iyileştirme olanaklarının ne şekilde değerlendirilebileceğini de belirlemektedir. Rekabetçiliğin farklı, anca birlikte koşulması gereken kulvarları olan yenilik yaratma, maliyet düşürme ve kalite artırma konularında bir teknoloji kuruluşu olan Şişecam'ın ne büyüklükte ve çeşitlikte bir çaba içine girmiş olduğu, buradakine benzer kurumsal irdelemeler ortaya konabilmektedir.

"Cam Sempozyumu" nun 26.sı 27 Mayıs 2011 tarihinde İş Sanat Kültür Merkezinde 320 katılımcı, 4 oturumda toplam 16 bildiri ile gerçekleştirilmiştir.

Sempozyumda sunulan bildirileri 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 Kırman ve Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcımız Doç. Dr. Yıldırım Teoman olmak üzere, tüm katılımcılara ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

### **Editörler**

A.Semih İşevi  
sisevi@sisecam.com.tr

Melek Orhon  
meorhon@sisecam.com.tr



**Şişecam ve Ar-Ge Geleceğe Bakış**

Doç.Dr. Yıldırım Teoman

11

**Innovation and Technology Management in the New World**

Prof. Dr. Dündar F. Kocaoğlu

17

**Foresight as an Effective Method to Initiate Innovation**

Dr. Anette Kübler

43

**Innovations Made by Glass**

Dr.Klaus Bange

53

**Cam Ambalajda Geleceğe Bakış**

Ekrem Barlas

83

**Otomotiv Camları Perspektifinden Teknik İnovasyon**

Dr. Reha Akçakaya

93

**Cam Ev Eşyasında Geliştirme Çalışmaları ve Geleceğe Bakış**

Tuğrul Misoğlu - Zeki Alimoğlu - Haluk Erdem-Dr. Yüksel Soykut

111

**Towards Stronger Silicate Glasses: A review of research into the mechanical properties of glasses**

Dr. Russell J. Hand

125

**Kırpma Üretiminde Yeni Bir Teknoloji Kullanılması**

Özlem Şentürk

147

**Cam Üretiminde Deterjanlı Suların Arıtılması**

Dr. Yüksel Soykut - Tuğrul Misoğlu - Kaan Say - Dr.Turgay Tekinay

155

**UFA Renksiz Cam Üretiminde Harmandan CeO<sub>2</sub> 'in Çıkarılması**

Ali Cengiz - Kerim Mirzoev - Fehiman Akmaz

177

**Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası'nda (TF) Renk Geçiş Sürelerinin Kısaltılması**

Güral Savaşürk - Dr. Arca İyiel - Alper Can

189

**Float Fırınlarında Model Tabanlı Fırın Kontrol Sistemi Uygulamaları**

Tarık Okyar - Ahmet Bay – Dr. Mustafa Oran

191

**Enerji Tasarrufunda Özgün Projeler – Hibrit Pompa ve Mina Kontrol Sistemleri**

Ufuk Göncü - Ege Artun - Hüseyin Söğütünü

201

**Improving Fining with New Fining Agents and Optimized Furnace Design**

Dr. Eric Muijsenberg

237

**The SORG BATCH<sub>3</sub> concept and General Aspects of Refining and Glass Furnace Design**

Dr. Mathias Lindig

239

**Anahtar Sözcükler Dizini**

271



# 26.

## CAM SEMPOZYUMU 27 Mayıs 2011

09:00 - 10:35 AÇILIŞ OTURUMU/Oturum Başkanı: Doç. Dr. Yıldırım Teoman

09:00 - 09:20 Şişecam ve Ar-Ge Geleceğe Bakış

**Doç. Dr. Yıldırım Teoman**  
Araştırma ve Teknoloji  
Genel Müdür Yardımcılığı

09:20 - 09:35 Açılış Konuşması

**Prof. Dr. Ahmet Kıрман**  
Yönetim Kurulu Başkan Vekili  
ve Genel Müdür

09:35 - 10:05 Innovation and Technology Management in the New World

**Prof. Dr. Dündar Kocaoğlu**  
Engineering and Technology Management Dept.  
Portland State University

10:05 - 10:35 Foresight as Effective Methodology Set to Stimulate Innovation

**Dr. Anette Kübler**  
Competence Center Innovation and Technology Management  
and Foresight, Fraunhofer ISI

10:35 - 11:00 KAHVE ARASI

11:00 - 12:30 2. OTURUM/Oturum Başkanı: Hande Sesigür

11:00 - 11:30 Innovations Made by Glass

**Dr. Klaus Bange**  
Schott AG

11:30 - 11:50 Cam Ambalaj Geleceğe Bakış

**Ekrem Barlas**  
Cam Ambalaj Grubu Başkanlığı

11:50 - 12:10 Otomotiv Camları Perspektifinden Teknik İnovasyon

**Dr. Reha Akçakaya**  
Düzcem Grubu Otomotiv Camları  
Başkan Yardımcılığı

12:10 - 12:30 Cam Ev Eşyasında Geliştirme Çalışmaları ve Geleceğe Bakış

**Tuğrul Misoğlu-Zeki Alimoğlu  
Haluk Erdem-Dr. Yüksel Soykut**  
CEE Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

12:30 - 13:40 ÖĞLEN YEMEĞİ  
(İş Kule-3 Yemekhanesi)

13:40 - 15:30 3. OTURUM/Oturum Başkanı: Melek Orhon

13:40 - 14:10 Towards Stronger Silicate Glasses: A Review of Research into the Mechanical Properties of Glasses

**Dr. Russel Hand**  
University of Sheffield

14:10 - 14:30 Kırpma Üretiminde Yeni Bir Teknoloji Kullanılması

**Özlem Şentürk**  
Cam Elyaf Sanayi A.Ş.

14:30 - 14:50 Cam Üretiminde Deterjanlı Suların Arıtılması

**Dr. Yüksel Soykut - Tuğrul Misoğlu**  
CEE Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü  
**Kaan Say**  
Paşabahçe Cam Sanayi A.Ş. Kırklareli Fabrikası  
**Dr. Turgay Tekinay**  
Ulusal Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü  
(UNAM) / Bilkent Üniversitesi

14:50 - 15:10 UFA Rensiz Cam Üretiminde Harmandan CeO<sub>2</sub>'in Çıkarılması

**Ali Cengiz - Kerim Mirzoev**  
Ruscama UFA  
**Fehiman Akmaz**  
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

15:10 - 15:30 Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikasında (TF) Renk Geçiş Sürelerinin Kısaltılması

**Güral Savaş Türk - Alper Can**  
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası  
**Dr. Arca İyiel**  
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

15:30 - 16:00 KAHVE ARASI

16:00 - 17:45 4. OTURUM/Oturum Başkanı: Dr. Mustafa Oran

16:00 - 16:20 Float Fırınlarında Model Tabanlı Fırın Kontrol Sistemi Uygulamaları

**Tarık Okyar - Ahmet Bay**  
Trakya Cam Sanayi A.Ş. Mersin Fabrikası  
**Dr. Mustafa Oran**  
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

16:20 - 16:45 Enerji Tasarrufunda Özgün Projeler - Hibrit Pompa...

**Ufuk Göncü,**  
**Ege Artun, Hüseyin Söğütönu**  
Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş.

16:45 - 17:15 Improving Fining with New Fining Agents and Optimized Furnace Design

**Dr. Erik Muijsenberg**  
Glass Service

17:15 - 17:45 The SORG BATCH3 Concept, General Aspects of Refining and Glass Furnace Design

**Dr. Matthias Lindig**  
NIKOLAUS SORG

17:45 - 18:15 Değerlendirme, içki servisi ve sahenin hazırlanması

18:15 - 19:00 Anjelika Akbar Konseri

19:00 - 20:00 KOKTEYL



## Açılış Konuşması



**Prof. Dr. Ahmet Kırman**

Yönetim Kurulu Başkan Vekili ve Genel Müdür

Değerli konuklar, sevgili çalışma arkadaşlarım,

Geçtiğimiz yıl Şirketimizin kuruluşunun 75. yılını kutlarken, Şirket için bilgi paylaşımını ve çalışanlar arası iletişimi artırma amacıyla 25 yıldır ara vermeden organize etmeyi sürdürdüğümüz Cam Sempozyumunu, alışageldiğimizden farklı bir şekilde hazırlanarak Topluluk dışından çeşitli uzman fikirlerin alındığı, tüm cam dünyasının Ar-Ge vizyonunun paylaşıldığı bir platforma dönüşmesini izlemiştik. Üzerinden bir yıl geçen bu etkinliği yine farklı konularla zenginleştirerek sürdürmekten, bugün 26.Cam Sempozyumunun açılışını yapıyor olmaktan büyük memnuniyet duyuyorum.

Geçtiğimiz yılın sonunda Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi'nde (1) de belirtildiği üzere, Türkiye Sanayi Stratejisi'nin uzun dönemli vizyonu, "**Orta ve yüksek teknoloji ürünlerde Avrasya'nın üretim üssü olmak**" şeklinde belirlenmiştir.

Orta ve uzun vadede küreselleşmenin ortaya çıkardığı değişimler ve baskıyla beraber, ülke sanayinin gelişebilme performansı, kendi becerilerini sürekli geliştirebilen şirketlerin ağırlığı ile doğru orantılı olacaktır. Dolayısıyla, Türkiye'de yatırım ve iş yapma ortamının, becerilerini sürekli geliştirebilen, mevcut rekabet ortamında ayakta kalabilen ve büyüyebilen şirketlerin gelişimine imkân vermesi birinci önceliktedir.

Bu yönde yapılan en önemli hamle olarak 5746 sayılı "Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi" hakkında kanun çıkarılmış, Ar-Ge teşvikleri arttırılmıştır. Bu bağlamda Şirketlere de düşen görevler ülke beklentileri yönünde araştırma geliştirme faaliyetlerinin arttırılması, üniversitelerle işbirlikleri yaratılmasıdır.

Bilindiği gibi, ülke ekonomisinde önemli yer tutan ve gelişimine yön verecek şirketlerden olan Şişecam'ın Ar-Ge üssü olan Cam Araştırma Merkezimiz, 14 Temmuz 2009 tarihi itibari ile söz konusu kanun kapsamında "Ar-Ge Merkezi" olarak tescil edilmiş olup, belgesi 26 Şubat 2010 tarihinde düzenlenen törende Başbakan Recep Tayyip Erdoğan tarafından verilmiştir.

Şirketimiz, hepimizin de yakından takip ettiği gibi, 2008 yılında tüm dünyayı etkisi altına alan ekonomik kriz sonrasında 2009 yılını oldukça iyi ama 2010 yılını çok daha iyi üretim ve satış değerleri ile tamamlamıştır. Artan üretim ve satış kapasitesiyle Türkiye'de ve dünyada büyük şirketler arasında yer alan Şişecam'ı karlılıkta ve büyümede daha üst seviyelere

taşımak ortak hedefimizdir. Bu bağlamda izlenecek yol katma değeri yüksek ürünler yaratılması, ürün yelpazesinin çeşitlenmesi ve maliyetlerin düşürülmesinden geçmektedir.

Şirketimizin gerek ülke beklentileri, gerekse de artan rekabet ortamıyla bağıntılı büyüme hedefleri doğrultusunda, bu yıl Ar-Ge faaliyetlerine de yeni bir yol haritası çizilmiş, yaklaşımın ve işleyişin daha etkin hale getirilmesi yönünde yola çıkılmıştır. Bu yönde İnsan Kaynakları Yönetimi bağlamında da, gerek yeterli kadro istihdamı, gerekse de çalışanların bu yönde motivasyonu ile ilgili alt yapının oluşturulması çalışmaları 2011 yılı sonuna kadar tamamlanmış olacaktır.

Bu noktada Topluluk olarak Ar-Ge'ye bakışımıza da bazı değişiklikler getirmiş bulunuyoruz. Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı yeni dönemde misyonunda;

- araştırma faaliyetlerinin ağırlık kazanması,
- ürün çeşitliliğinin artırılması ve
- katma değer kazandırılmış ürünler

yönündeki faaliyetlere ağırlık verecektir. Bu yönelme, görevin sadece ATGMY çalışanlarına ait olduğu anlamında algılanmamalıdır. Ürünlerde ve süreçlerde yenilikçilik ve katma değer yaratma hepimizin müşterek sorumluluğudur.

Enerji, çevre ve iklim değişikliği önümüzdeki dönemde bize en çok meydan okuyacak konular arasında karşımıza çıkacaktır. Enerjinin her anlamda etkin kullanımı büyüme ve karlılığımızın sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşımaktadır. Öyle ki bu alandaki süregelen gayretlere faaliyetlerimizin her alanında yaratıcılığımızı zorlarcasına yeni bir anlam kazandırmak ve hedef büyütme için bir seferberlik dönemini harekete geçirmeliyiz.

Ar-Ge nosyonu, yetkinliği geliştirme, yenilik, buluş, ürün geliştirme ve süreç iyileştirme de dahil olmak üzere var olan işi yenileme veya genişletme, ya da yeni işler yaratma potansiyeline sahip ve teknolojiyle ilgili her türlü faaliyeti kapsamaktadır. Bu bağlamda ATGMY'nin bu beklentiler doğrultusunda faaliyetlere ağırlık verirken doğal olarak uzman kadroları ile üretim birimlerimize destek olmaya devam edecek, ancak mevcut mesaisinin daha büyük bir bölümünü Ar-Ge faaliyetlerine ayıracaktır. Bu bakımdan üretim birimlerimizin de günlük faaliyetlerini sürdürürken bu birimden beklentilerini yenilik, buluş, ürün geliştirme yönünde artırmaları, bilgi aktarımı teknoloji transferi yapılmış konularla ilgili günlük sorunları kendi çözüm üretme becerisini daha geliştirmeleri, yeni nesillerin bu yönde daha donanımlı olmalarını sağlamaları gerekmektedir. Üretim birimlerimizden beklentilerimiz bununla da kalmayıp, yeni ürün ve süreç geliştirme konusunda fikir üretme ve geliştirme süreçlerine katkı sağlamaları, sinerji yaratmalarıdır. Satış ve pazarlama da bu süreçte kendine düşen farklı rolü bu faaliyetlerle bütünleştirmeli ve sürecin önünü açmalıdır. Sonuç olarak, Ar-Ge faaliyeti yenilikçi fikirlerin oluşturulmasından ürünün pazarda tutundurulmasına kadar, çalışmanın ilgili birimlerin uzman katılımları ile proje disiplini içinde yürütülmesidir.

Önümüzdeki birkaç yıllık dönemde yaratıcı sermayemizin bu tariflenen yönde odaklanması, bir kültürel dönüşümün hayata geçirilerek Şirketimizin daha da büyüyerek fark yaratan şirket konumuna gelmesi için her bir çalışanın üzerine düşeni yapacağına inancım tamdır.





Tüm Şişecam çalışanlarının ve burada bulunan herkesin Şişecam'da değişim başlatma şansı vardır. Yaratıcı fikirlerinizle, bilgi birikiminizle etkin çalışarak Şişecam'ı en iyi olma yolundaki hedefine ulaştırmada en büyük desteğimiz sizlersiniz.

Aslında bu sürecin bütünü, fikir ve bilgiyi üretmek ve onu paraya çevirmek olarak tanımlayabileceğimiz inovasyon'dur

Bu doğrultuda, 26. Cam Sempozyumumuzun bu yılki içeriği, geçen yıl olduğu gibi tematik bir yaklaşımla hazırlanmıştır. İlk oturumda "inovasyon ve teknoloji yönetimi" üzerine, Portland State Üniversitesi (ABD)'den Prof. Dr. Dündar Kocaoğlu ve Fraunhofer Institute (Almanya)'dan Dr. Anette Kübler bu süreçlerle ilgili deneyimlerini aktaracak, geçen yıl Uluslar arası Cam Komisyonu (ICG) faaliyetleri kapsamında cam dünyası için hazırlanan yol haritasını bizlerle paylaşan Shott firmasında (Almanya) uzun yıllar Ar-Ge yönetiminde yer almış Dr. Klaus Bange ise, bu yıl "camla inovasyon" konusunda bir sunuşla ufkumuzu açacaklardır. Daha sonra konuyla yakından ilgili olduğunu düşündüğümüz, Şirketimizin sektörler bazında geleceğe bakışı kıymetli yöneticilerimiz tarafından değerlendirilecek, grupların önümüzdeki dönem hedefleri aktarılacaktır.

Sonraki oturumlarda ise, az önce Yıldırım Bey'in de dikkatleri çektiği cam dünyasının en önemli hedeflerinden olan "camın mukavemetinin arttırılması" konusunu daha derin irdelemek üzere Sheffield Üniversitesi (İngiltere)'nden Dr. Russel Hand ile yine yol haritasında yer alan temel hedeflerden "fırın tasarımlarında yenilikler" konusu ile Sorg Mühendislik firmasından (Almanya) Dr. Matthias Lindig ve Glass Service (Çekya)'ten Erik Muijsenberg sunuşlarını dinleyeceğiz.

Oturumların sonunda tüm katılımcılarımızın heyecanlarını doruğa çıkaracak kapanış etkinliğimizle sanatçımız Angelika Akbar'ın sesi ve piyanosu ile 26. Cam Sempozyumumuzun tüm katılımcılarımıza yenilikçi fikirler üretmek için ilham kaynağı olmasını diliyor ve Sempozyumu açarken, bu geleneksel organizasyonu her yıl olduğu gibi başarıyla organize etmede emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

#### Kaynaklar:

- (1) *Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı;*  
[http://www.sanayi.gov.tr/Files/Documents/sanayi\\_stratejisi\\_belgesi\\_2011\\_2014.pdf](http://www.sanayi.gov.tr/Files/Documents/sanayi_stratejisi_belgesi_2011_2014.pdf).
- (2) *Matheson,D., Matheson,J. (1999) "Akıllı Örgüt", Çev: Meral Tüzel, İstanbul, Boyner Holding Yay.*





## Şişecam ve Ar-Ge Geleceğe Bakış

### Doç. Dr. Yıldırım Teoman

[yteoman@sisecam.com](mailto:yteoman@sisecam.com)

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcısı



*İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde lisans, Birmingham Üniversitesi'nde doktora eğitimini tamamlayan Teoman, 1979 yılında Birmingham Üniversitesinde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. İTÜ Temel İşlemler ve Termodinamik Ana Bilim dalında doçent ünvanını alan Teoman, 1983 yılında Şişecam Topluluğu'na katılmış, çeşitli yönetim kademelerinde görev almıştır. 1999 yılından bu yana Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı görevini sürdürmektedir.*

Sayın Yönetim Kurulu Başkanımız, Sayın Genel Müdürümüz, yabancı konuklarımız ve değerli Şişecam Ailesi, 26. Cam Sempozyumumuza hoş geldiniz.

Bugünün sürekli değişen ve gelişen dünyasında şirketler için inovasyon vizyonu oluşturma öncelikli şekilde önem kazanmakta, yatırım yapılan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu yıl sempozyumumuzda inovasyon konusuna yer verdik ve bu konuda değerli çalışmaları olan misafirleri ağırlamaktayız. Ayrıca, cam sanayinin geleceğini şekillendirmede ön plana çıkacak, dolayısı ile de Topluluğumuz ArGe vizyonunun parçası olan bazı konularda görüşlerini alacağımız değerli misafirlerimiz de var.

Bunları tamamlamak üzere, bu konulara bir ölçüde Topluluk gözü ile bakmak ve her zaman olduğu gibi Şirketimizin çeşitli üretim gruplarında arkadaşlarımızın başarılı çalışmalarını paylaşmanın da yer aldığı bu sempozyumda tüm katılımcılara şimdiden teşekkür ediyor ve bildirimlerin ve tartışmaların geleceği şekillendirmede hepimiz için yeni ufuklar açmasını diliyorum.

En basit anlamda inovasyonu, farklı, değişik, yeni fikirler geliştirmek ve bunları uygulamak olarak tarif edebiliriz. Bu fikirler, daha önce çözülmemiş sorunları çözmek veya daha önce karşılanmayan ihtiyaçlara cevap vermek amacıyla geliştirilebilir. Ya da zaten var olan pek çok ürün ve hizmeti daha etkin, daha kullanışlı ve daha çok insanın işine yarayacak hale getirmeyi amaçlayabilir. Bu fikirler hayata geçirilerek ortaya çıkan ürün ve hizmetlerin satılmaya veya iş yapış yöntemlerinin uygulanmaya başlanmasıyla, bir bakıma paraya dönüşmesi ile inovasyon yapılmış olmaktadır.

Dünyanın küresel bir pazara dönüştüğü, ekonomi başta olmak üzere birçok alanda ülkeler arası sınırların kalktığı ve bilginin gücü tayin ettiği günümüz dünyasında, bilgiyi üreten ve ürettiği bilgiyi ekonomik ve toplumsal faydaya dönüştürenler diğer deyişle inovasyonu kurum kültürlerinin bir parçası haline getirebilenler gelişmekte ve ilerleyebilmektedir. Bu nedenle inovasyon süreci teknik, ekonomik ve sosyal süreçlerin oluşturduğu bir bütün olarak ele alınmaktadır.

Küreselleşmenin ortaya çıkardığı değişimler ile baş edebilmek, sanayinin küresel rekabet gücünü artırmak için yenilikçilik ve teknolojik altyapının iyileştirilmesi yönünde ileri teknoloji sektörlerin ağırlığının ve geleneksel sektörlerin katma değerinin artırılmasını sağlayacak inovasyon ve Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi amacıyla, ülkemizde TÜBİTAK tarafından hazırlanan Vizyon 2023 Projesinde Cumhuriyetimizin 100. Yılında Türkiye'nin vizyonu;

- Bilim ve teknolojiye hâkim,
- Teknolojiyi bilinçli kullanan ve yeni teknolojiler üretebilen,
- Teknolojik gelişmeleri toplumsal ve ekonomik faydaya dönüştürme yeteneği kazanmış,

bir "refah toplumu" yaratmak olarak belirlenmiştir. Bu vizyona göre;

- Özel sektörün Ar-Ge faaliyetlerine katılımı,
- Ar-Ge Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkındaki Kanun'un uygulanması,
- Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) faaliyetlerinin geliştirilmesi,
- Bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkin kullanımı,
- Fikri ve sınai mülkiyet haklarının korunması

amaçlanmaktadır.

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan 2011-2014 Sanayi Strateji Belgesi Dünya Ekonomik Forumu'nun 2009 yılı verilerinde ülkemizin 133 ülke içerisinde rekabetçilik endeksi değerine göre yapılan değerlendirmede 61. sırada yer aldığı ve Çin ve Hindistan'ın küresel ekonomiye entegrasyonu ile birlikte Türkiye'nin rekabet gücünü ucuz işgücüne dayandırmasının mümkün görülmediği belirtilmektedir. Bu nedenle Türkiye için uygulanacak stratejinin uzun dönemli vizyonu "Orta ve Yüksek Teknolojili ürünlerde Avrasya'nın üretim üssü olmak olarak belirlenmiştir.

Bu vizyon kapsamında Türkiye Sanayi Stratejisi "Türk Sanayisi'nin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknoloji ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümü hızlandırmak" olarak belirlenmiştir.

Dünyada AR-GE harcamalarının katma değer ve üretime oranının yüksek olduğu sektörler "İleri teknoloji" sektörleri olarak tanımlanmaktadır;

- Eczacılık Ürünleri
- Hava Taşıtları
- Uzay Araçları
- Aksam ve Parçalar
- Tıbbi Aletler
- Ölçüm ayar ve kontrol cihazları
- Radyo, TV ve iletişim cihazları
- Ofis, Muhasebe ve İletişim Makineleri

Camın bu sektörlerin çoğunda girdi malzemesi olarak kullanılması nedeniyle, ileri teknolojinin gereksinimini karşılayacak özelliklerde camların geliştirilmesi için de Ar-Ge'ye ihtiyaç duyulmaktadır.

Belge rekabet gücü analizlerine göre Programda öncelik Türkiye Sektörel Sanayi Politikası Alanları olarak tanımlanan 7 alana verilmiştir. Bu alanlar;

- Otomotiv
- Makine
- Beyaz Eşya
- Elektronik
- Tekstil ve Hazır Giyim



- Gıda
- Demir Çelik

olarak belirlenmiştir.

- Tüm bu sektörlerde öncelikle rekabet gücünü artırmak için ürün kalitelerinin daha da artırılması benimsenmiş ve Ar-Ge teknikleri ile yeni ürünler hedeflenmiştir.
- Üretim maliyetlerini azaltmak amacıyla finansman maliyetlerini düşürücü modeller geliştirilmesi hedeflenmektedir.
- Türkiye'nin ihracatını 2023'te 500 milyar dolara çıkarmak hedefine ulaşmak için pazar araştırmalarının geliştirilmesi, ürünlerin tanıtımının yapılması ve pazarlamada yeni (innovative) tekniklerin kullanılarak, marka üzerine yatırımlar yapılması planlanmaktadır.
- Yeni yatırımlar yaparak Ar-Ge çalışmaları ile geliştirilen teknolojileri uygulayacak yöntemlerin takip edilmesi ve enerji sarfiyatı düşük ürünler ve prosesler geliştirilmesi hedeflenmektedir.

**Bu endüstrilerden birçoğunda da camın girdi olarak kullanıyor olması süphesiz Topluluğumuza yeni fırsatlar getirmekte, sektörlerin ihtiyaç duyduğu camların geliştirilmesi ve pazarlanması konusunda geri kalınması durumunda ise tehdit oluşturmaktadır. Bu da Topluluk kültürümüzde inovasyona her zamankinden daha fazla ağırlık verilme gereğini ortaya koymaktadır.**

Bilindiği üzere Ar-Ge nitelikli insan gücü, teknolojik altyapı ve zaman gerektirmektedir. İlk aşamada maliyet artırıcı görünse de, yeni ürün ve teknolojilerin getireceği yeni pazarlar ciro ve kârlılıkların artmasını beraberinde getirmektedir.

Burada saymayacağım, ama tam bu noktada maliyetlerin aşağı çakılması, daha fazla kaynak aktarılması amacı ile Türkiye'de Ar-Ge konusunda bir dizi teşvik mekanizmasını devreye sokmuş durumdadır.

**Dolayısıyla Ar-Ge, şirketler için maliyet unsuru olmamaktan da, uzun vadede kazanım sağlamaktadır.**

En yeni teknolojilerin uygulayıcısı olup gelişmeleri yakından takip eden, Ar-Ge'yi bundan 35 yıl önce 1976 yılında kurumsallaştıran Şişecam, kurucusu Atatürk'ün Türkiye için hedeflediklerini yerine getirmenin ve Cumhuriyetimizin 100. Yılına yaklaşırken Türk Sanayisi için öngörülen planları zaten başlatmış olmakla bu hedeflerin önünde gitme sorumluluğunu da taşımaktadır.

**Bu doğrultuda Ar-Ge çalışmaları için kaynak tahsisinde hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan Yönetimimizin hedefleri doğrultusunda faaliyetlerimizin her alanında geliştirme fikirlerini açığa çıkartmak, geliştirmek ve yeni ve katma değeri yüksek ürünler, yeni sürdürülebilir üretim teknikleri, iş yapma yöntemleri ortaya koymak durumundayız.**

*İleri teknoloji alanları ve ülkemiz için öncelikli sektörlerin ihtiyaçlarına baktığımızda Road Map çalışmalarında da aynı şekilde kendini gösteren;*

- Cam üretimi sırasında tüketilen enerjinin düşürülmesi için yeni ergitme ve afinyasyon teknikleri,
- Ticari fırınlarda hem enerji tasarrufu hem de düşük emisyon sağlamak amaçlı fırın tasarımları, atık ısıdan daha yüksek oranda yararlanmak üzere harman ve cam kırığı ön ısıtma sistemleri,
- Dokunmatik iletişim cihazları, LCD televizyon gibi düz ekran paneller için ince ve büyük ebatlarda cam üretim metotları,

- *Cam mukavemet teorisinin incelenmesi,*
- *Mukavemetlendirme tekniklerinin geliştirilmesi, özellikle incelen camlarda etkin olan kimyasal temperleme sürelerinin kısaltılarak hat üstü uygulanabilmesi,*
- *Özellikle şişeler için mukavemet artırıcı kaplama malzemelerinin geliştirilmesi,*
- *Yenilenebilir enerji için güneş pilleri, kolektörlere uygun özellik ve performanslarda kaplamalı ve/veya kaplamasız düz camlar,*
- *Binalarda ısıtma ve/ya soğutma sistemlerinde sağladığı enerji tasarrufu ve buna bağlı CO<sub>2</sub> yayılımını azaltmaları nedeniyle kullanımı artan Low-e ve Solar Low-e gibi kaplamalı camlar,*
- *Çok fonksiyonlu kaplamalar,*
- *Rüzgar gülleri sistemlerinde kullanılacak yüksek mukavemetli cam elyafları,*
- *Deniz suyundan temiz su eldesi için güneş reaktörlerinde ve fosil yakıt alternatif yakıt hücrelerinde aksam olarak kullanılacak özelliklerde camlar,*
- *İnsan vücudunda implant olarak kullanılacak özelliklerde cam ve cam seramikler,*
- *Tanı ve tedavi cihazlarında kullanılacak optik özelliklerde cam parçalar,*
- *Tarımda zaman içinde çözünen gübre ve yemlerde kullanılacak biocamlar*

gelecek 10 yılın cam üreticilerinin ürünleri olarak ArGe ve uzun vadeli Stratejik planlarımızda yer alması gereken ürünler ve teknikler olarak karşımıza çıkıyor.

Tüm bu konular incelendiğinde, cam endüstrisinde çözüm bulunduğu takdirde atılım yapacak başlıklar;

- *Ticari boyutlarda düşük enerji harcayan ve kaliteli cam üretimi yapabilecek modüler ergitme ve afinasyon metotları,*
  - *Cam mukavemetini teorik değerinden çok daha aşağıya düşüren yüzey hatalarının şekillendirme sonraki işlemler aşamasında engellenebilmesi,*
  - *Cam ambalaj için etkin ısı temperleme yöntemlerinin geliştirilmesi,*
  - *Hat üstünde kısa sürelerde kimyasal temperleme uygulanabilmesi,*
  - *Plastik akış oluşturmak için cam yapısında modifikasyonlar*
  - *Mevcut kaplama teknolojilerinin kolaylaştırılması/ucuzlatılması,*
  - *Kaplama teknolojileri ile cama ilave nitelik kazandırma*
- şeklinde sıralanmaktadır.*



Buradan yola çıkarak, Şişecam'ın üretim alanları ve ürün gamı göz önüne alındığında Ar-Ge faaliyetlerinin yoğunlaşacağı ana başlıklar olarak;

- ✓ Cam Ergitme ve Afinasyon
  - Yakıt Tasarrufu Sağlayan Fırınlar
    - Yeni ergitme teknikleri
    - Harman kimyası
  - Afinasyon Metotları
    - Habbe gazları ile ergimiş cam arasındaki değişim mekanizması, modellenmesi
    - Helyum enjeksiyonu, ses dalgaları gibi metotlarla afinasyon
- ✓ Cam Mukavemeti ve Yüzeyi
  - Ürünlerin Kullanım Mukavemeti ile Cam Yüzeyi İlişkisi
    - Cam yüzey karakterizasyonu
    - Farklı üretim ürünlerin yüzey kimyası ve yüzey şartlarının mukavemet etkisi
  - Mukavemetlendirme Teknikleri
    - Kimyasal Temperleme
    - kırılma dayanımını artıran kaplamalar
- ✓ Kaplamalar
  - Solar Teknoloji
    - Yansıtma/ kolay - kendi kendini temizleyen kaplamalar
    - CIGS İnce Film Fotovoltaik modüller için Molibden kaplamalar
  - Enerji Tasarrufu
    - Farklı teknik özelliklerde low-e ve solar low- e kaplamalar
    - Temperlenebilir Low-E, solar low-E kaplamalar
  - Çeşitli Fonksiyonlara sahip camlar
    - Hidrofobik kaplamalar
    - Mat ve renkli sol-jel kaplamalar
    - Fotoaktif, antibakteriyel kaplamalar,
  - Yeni Hat üstü Kaplama Teknikleri
    - CVD kaplama, Sprey Piroliz

çalışma programımıza aldığımız ArGe konularının temelini oluşturmaktadır.

Geçtiğimiz Aralık ayında TÜBİTAK, TTGV ve TÜSİAD tarafından dokuzuncusu verilen Teknoloji Ödülleri'nde kompozisyonu için patentini de aldığımız "f&d" camı araştırma ve geliştirme çalışmalarımız ile "Büyük Şirket Süreç" kategorisinde aldığımız ödül ArGe aşamasından ürünün pazara sunumuna kadar takım çalışmasının sonucu olarak yolumuza ışık tutmaktadır.







## Innovation and Technology Management in the New World

Prof. Dr. Dündar F. Kocaoğlu

kocaoglu@etm.pdx.edu

Engineering and Technology Management Department at Portland State University



*Prof. Dr. Dundar F. Kocaoglu is Professor and Chairman of the Engineering and Technology Management Department at Portland State University, and President and CEO of PICMET (Portland International Center for Management of Engineering and Technology). His research areas include technology management, project management, R&D management, decision theory, conflict resolution, and resource optimization.*

*Dr. Kocaoglu received his B.S. in Civil Engineering from Robert College in 1960, M.S. in Structural Engineering from Lehigh University in 1962, M.S. in Industrial Engineering from the University of Pittsburgh in 1972, and Ph.D. in Operations Research and Systems Management, also from the University of Pittsburgh in 1976. He joined Portland State University to start the Engineering Management Program in 1987. The program has become the Engineering and Technology Management Department. It now has more than 250 graduate students, including 50 pursuing their PhD degrees. Prior to 1987, Dr. Kocaoglu was the director of a similar program at the University of Pittsburgh. He has supervised more than 25 PhD dissertations in the two universities.*

*Dr. Kocaoglu has worked in industry as an engineer and project manager from 1962 to 1971. He has been a consultant on engineering and technology management since 1973. His clients include Westinghouse, Brown Boveri, IBM, Intel Corporation, Tektronix, Il-Morrow, Cascade Microtech, several other small-to-medium sized technology-based companies, more than 10 universities, R&D Centers and the United Nations. He has served in National Research Council committees for the evaluation of the NIST (National Institute of Science and Technology) manufacturing centers, and for the improvement of U.S. Department of Energy decision making processes for nuclear waste disposal and decommissioning. He has also been an NSF (National Science Foundation) reviewer for research proposals, and served on NSF panels for the evaluation of research centers.*

*Dr. Kocaoglu has published over fifty articles, delivered keynote speeches and presented more than 100 papers on engineering and technology management in international conferences. He is the author, editor or co-editor of six books. He was the Editor-in-chief of IEEE Transactions on Engineering Management from 1986 to 2003, and the Series Editor of John Wiley Book Series in Engineering & Technology Management from 1985 through 1998. Dr. Kocaoglu is the recipient of the IEEE Fellow Award, IEEE Centennial Medal, and IEEE Millennium Medal, all of which were awarded for "leadership in the development of the Engineering Management discipline". He is listed in Who Is Who In The World, Who Is Who In America, Who Is Who In Education, Who Is Who in Engineering, American Men and Women in Science and more than a dozen other reference publications.*

Knowledge is the dominant force and technological innovations are the prerequisites for economic success in the world today. This presentation gives a historical perspective on the changes that have led to the knowledge age and describes the challenges, myths and realities of managing technology and innovation in this new world driven by technological leadership.

**Keywords:** *innovation, technology management*



# Innovation and Technology Management in the New World

Dundar F. Kocaoglu, Ph.D.

Professor and Chairman, ETM Department Portland  
State Univ.

Pasabağce Siseecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

1

## Dominant Forces in Society

- Through the first part of the 19<sup>th</sup> Century: Feudal and Imperialist Era driven by religion, literature, arts, basic sciences and regional power struggles
- Late 19<sup>th</sup> and part of the 20<sup>th</sup> Centuries: Agricultural Era driven by food production
- Most of 20<sup>th</sup> Century: Industrial Era driven by manufacturing

Pasabağce Siseecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

2



## Dominant Forces in Society

- Late 20<sup>th</sup> and early 21<sup>st</sup> Centuries:  
Post-Industrial Era ???  
[We are still building an industrialized world]  
Service Era ???  
[We did not become retailers or fast-food workers]  
So, what era is this?

## Dominant Forces in Society

- Late 20<sup>th</sup> and early 21<sup>st</sup> Centuries:  
Technology Era driven by knowledge



## Characteristics of the Technology Era

- Research and Development
- Creativity
- Out-of-the-box thinking
- Coping with uncertainties
- Discontinuous innovations
- Disruptive technologies
- Commercialization of creative ideas

## Going from Industrial Era and Technology Era

- Move from “Imitation” to “Innovation”
- Move from “Incremental Innovation” to “Radical Innovation”
- Move from “product improvements”  
to  
“process improvements”  
to  
“changing the way we do business”



## How is “*the way we do business*” changing?

- Organizations: From co-located groups of workers to “virtual” entities spanning multiple continents
- Employees: From “9 to 5” workers at a fixed location to distance-professionals
- Supply Chain: From suppliers within a geographic boundary to suppliers throughout the world

## How is “*the way we do business*” changing?

- Purchasing: From retail stores to the Web
- Publications: From printed media to electronic media
- Communications: From “paper/pencil” mode to e-mail mode
- Document storage: From filing cabinets to computer disks

## How is “*the way we do business*” changing?

- Education: From classroom lectures to computer-assisted delivery
- Employment: From lifetime security to skill-based competition
- Compensation: From seniority basis to meritocracy basis
- War: From superiority of brute force in ground engagements to technological superiority of intelligence

## How is “*the way we do business*” changing?

- “G.E.” meant General Electric before. Now it also means “Genetically Engineered” plants and tissues
- “G.M.” meant General Motors before. Now it also means “Genetically Modified” foods
- “G.D.” meant General Dynamics before. Now it also means “Genetically Designed” human beings



## Alignment of World Economic Powers in Knowledge Economy

Summary of the findings of Robert Huggins Associates, a U.K. private think tank studying world regions on the basis of the “KCI” (Knowledge Competitiveness Index), measured by

1. Ability to create new ideas
2. Exploit economic value of new ideas
3. R&D expenditures by businesses
4. Spending on education
5. Information Technology infrastructure
6. Levels of employment in knowledge-intensive industries
7. Number of patents registered

## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies



## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies

## Managing Technology in Technology-Dominant Society

- Develop/expand technology forecasting capability
- Monitor emerging technologies
- Identify *appropriate* technologies
- Develop and update technology audits
- Determine technology acquisition needs and channels
- Develop a global technology plan





## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies

## Managing Radical Innovations

- Learn to manage “risky experimentation for discovery”, rather than “exploitation for refinement”
- Learn to manage the “out-of-the-box” thinkers
- Learn to manage the “fuzzy front end”
- Prepare the organization to accept uncertainty and ambiguity



## Managing Radical Innovations (2)

- Develop a high level of organizational and managerial information processing capability
- Emphasize R&D efforts for new products and services for new markets, rather than improvements in current products and services for existing markets

## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies



## Managing R&D in The Information Age

- Utilize “Virtual Teams” linked together with instant communication capability
- Establish global strategic alliances
- Learn from other R&D efforts, worldwide
- Align technology with other, related technologies, worldwide

## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies



## Managing R&D Professionals

- Encourage and support informal networks of people
- Identify and support champions and visionaries for every R&D project
- Develop an organizational culture that encourages communicating, sharing and retaining innovative ideas

## Managing R&D Professionals (2)

- Use cross-functional teams for R&D
- Align researchers' personal objectives with organizational objectives
- Empower R&D managers and teams
- Protect intellectual freedom of the R&D organization
- Maintain balance between freedom and control



## Innovation and Technology Management Environment in the New World

- Increasingly dominant role of technology in society
- Increased rate of radical innovations
- Increased communication capabilities
- Increased importance of people in R&D
- Increased role of R&D in technology strategies

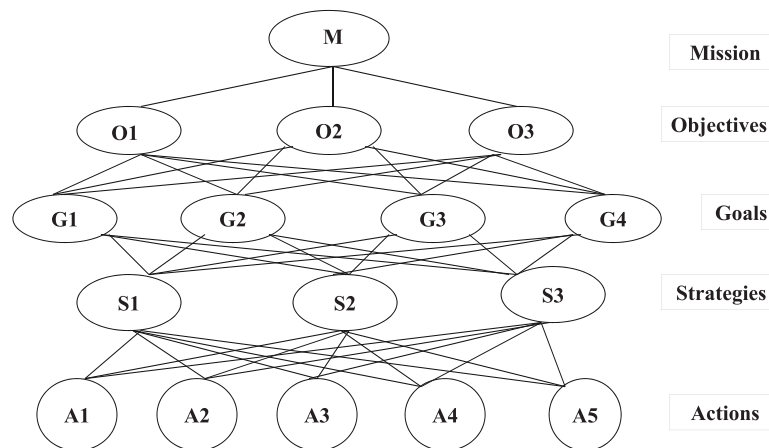
## Managing R&D Strategically

- Integrate technology into business strategy
- Determine R&D needs to support technology strategy
- Integrate R&D into technology strategy
- Evaluate the impacts of R&D on organization's mission and objectives

## Managing R&D Strategically (2)

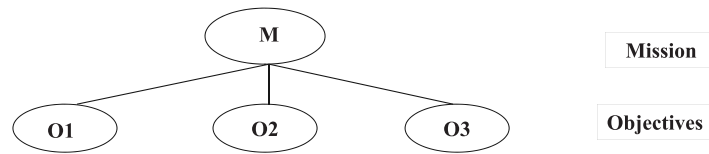
- Quantify R&D decisions whenever possible
- Agree on measurable goals for R&D
- Develop metrics for measurement of R&D progress and results
- Develop R&D portfolio in alignment with the strategic pathway of the organization

## MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development





## MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (2)



## MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (3)

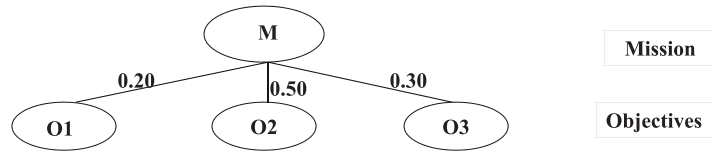
Compare Objectives in pairs. Distribute a total of 100 points between the two elements of each pair to indicate your judgment of the ratio between the relative contribution of each element of the pair to the Mission. For example, if O1 makes 3 times the contribution to Mission as O3, give 75 points to O1, 25 points to O3.

O1: 29, O2:71

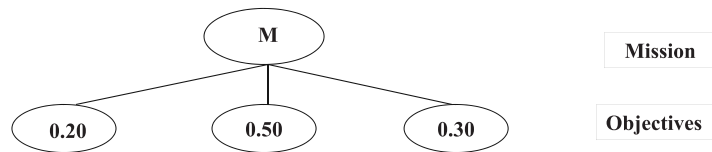
O1:40, O3:60

O2:63, O3:37

### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (4)



### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (5)

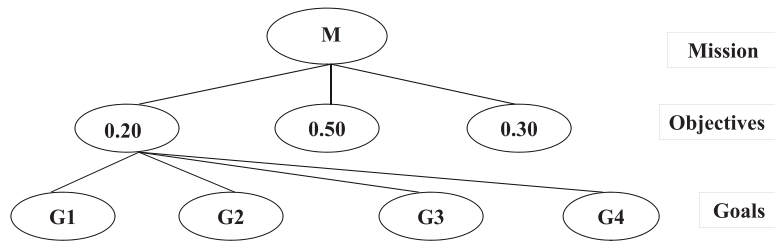


**Relative Value (Priority) of each Objective**

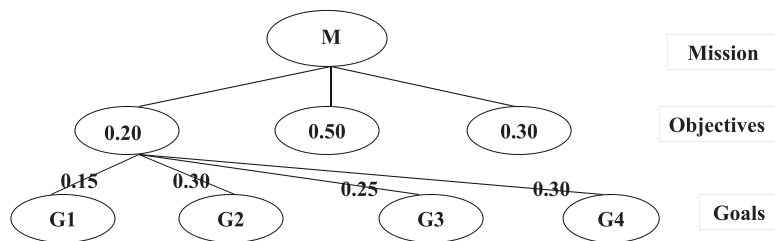




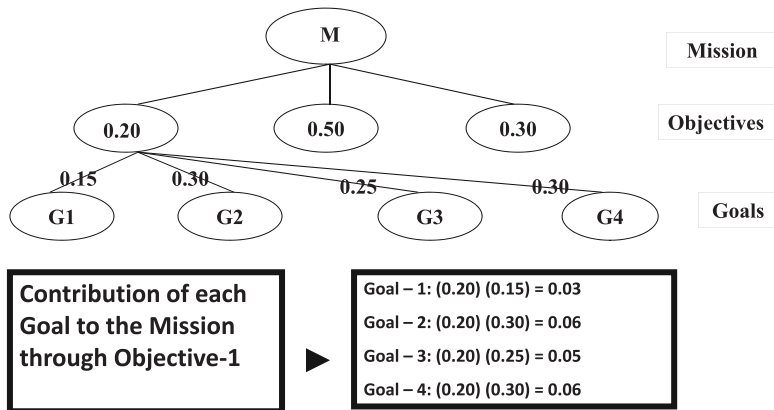
### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (6)



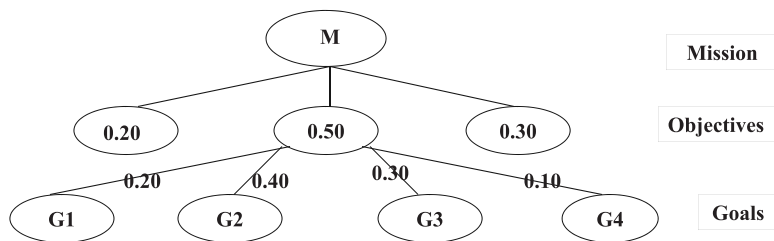
### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (7)



### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (8)

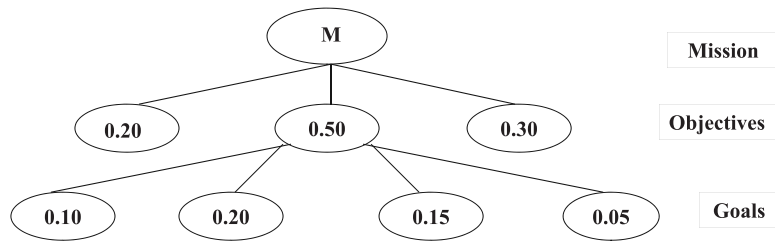


### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (9)



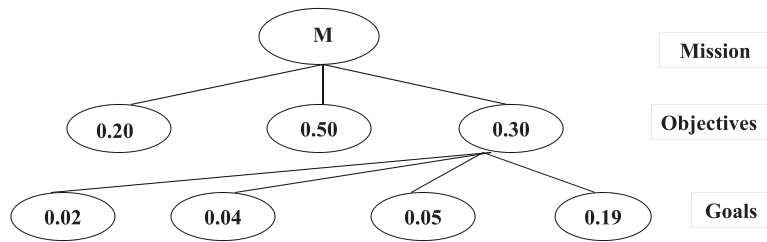


### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (10)



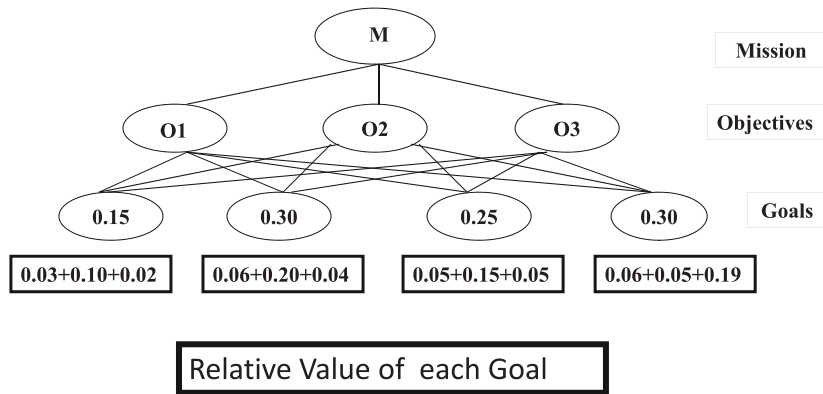
**Contribution of each Goal to the Mission through Objective-2**

### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (11)

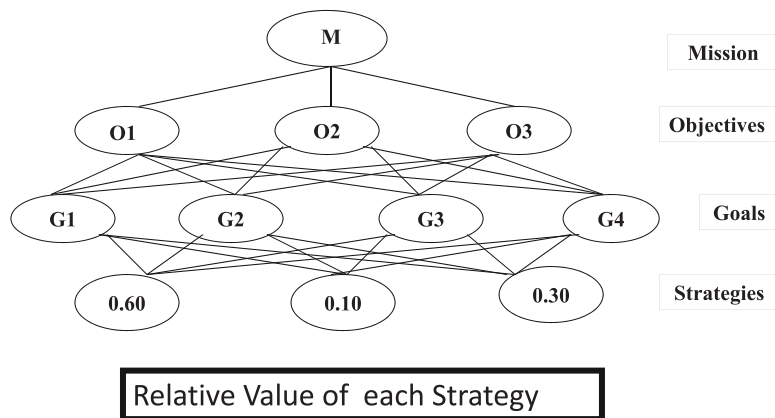


**Contribution of each Goal to the Mission through Objective-3**

### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (12)

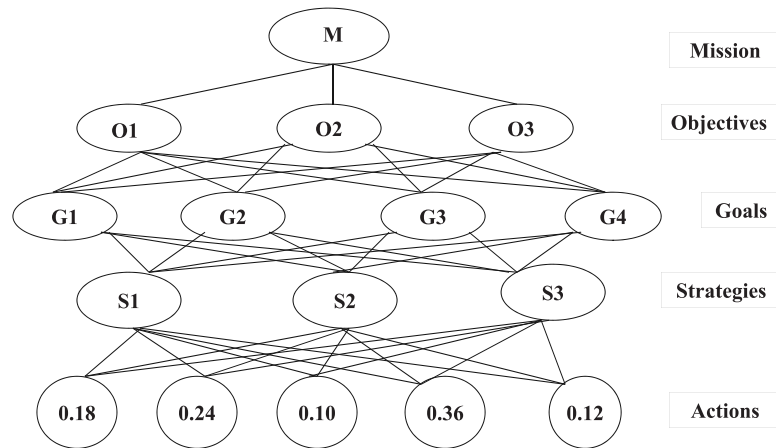


### MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (13)





## MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (14)



Pasabahce Sisecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

39

## MOGSA Hierarchy for R&D Portfolio Development (15)

**Action – 4 is the Best Action**

It is

⌘ 3.6 times as good as Action –3  
 ⌘ 3.0 times as good as Action –5  
 ⌘ 2.0 times as good as Action –1  
 ⌘ 1.5 times as good as Action –2

Pasabahce Sisecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

40



# Leadership in Managing Innovation and Technology

Pasabahce Sisecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

41

## MANAGERIAL FUNCTIONS

- **PLANNING**
- **ORGANIZING**
- **STAFFING**
- **MOTIVATING**
- **COMMUNICATING**
- **MEASURING**
- **CORRECTING**

Pasabahce Sisecam 05-27-11

Innovation & TM in the New World ©  
DFK 2011

42



## PEOPLE LEADERSHIP

- Manager's Relationship With Subordinates, Including his/her Influence on Their Behavior Through Motivation and Guidance.
- When a Manager Encourages, Reprimands, Suggests or Demands, Leadership is Being Exercised

## TECHNOLOGICAL LEADERSHIP

- Manager's Ability to Develop a Technological Vision, and to Guide the Organization toward that Mission through Mission, Objectives, Goals, Strategies and Actions



## TECHNOLOGICAL LEADERSHIP

- When a Manager Defines the Technological Future to the Organization's Liking, and Moves to Create that Future, Leadership is Being Exercised.

### Managing vs. Leading

Whoever heard of a world manager?

World leader, yes.

Educational leader,

Political leader,

Religious leader,

Scout leader,

Labor leader,

Business leader.

They lead..... They don't just manage.

The carrot always wins over the stick.

Ask your horse.

You can *lead* your horse to water, but you can't *manage* him to drink.

If you want to manage somebody, manage yourself.

Do that well and you will be ready to stop managing....

And start leading





## Summary

1. Technology is the dominant force in the world of the 21<sup>st</sup> century
2. Rapid technological changes are leading to rapid societal changes
3. If we manage technology we can harness its energy for the betterment of humankind
4. If we cannot manage technology we will be slaves to it

## Conclusion

Those who can manage  
technology will be the winners

Those who are managed by  
technology will cease to exist





## Foresight As An Effective Method To Initiate Innovation

Dr. Anette Kübler

[Anette.Kuebler@isi.fraunhofer.de](mailto:Anette.Kuebler@isi.fraunhofer.de)

Competence Center Innovation and Technology Management and Foresight  
Fraunhofer ISI



*After receiving her Masters in Physics (University of Stuttgart) and completing her PhD thesis in Materials Sciences (Leibniz Institute for Solid State and Materials Research e.V., Dresden), Dr. Anette Kuebler worked in a German high-tech corporate group. She was responsible for mobile phone technical sales in Germany, among other things, as well as managing technologies and innovations in different departments. In the company's main research department, she developed future scenarios using the "Picture of the Future" process and was in charge of trend projects in fields such as demographic change, energy and sustainability as well as critical infrastructures. In 2007, Dr. Kuebler founded her own company (ChanceNavigator), which she directed until January 2011, offering the following services: studies of trends and strategies, development of new business opportunities, accompanying change processes, and mediation.*

*Privately, Dr. Anette Kuebler further trained as a personal coach and psychological consultant and qualified as a business mediator (Wirtschaftsmediatorin BMWA®).*

*Dr. Anette Kuebler was appointed head of the Competence Center Innovation and Technology Management and Foresight at the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI in Karlsruhe in February 2011.*

Materials are enablers of innovations in many cases. Nevertheless, the design of materials with dedicated characteristics such as optimized mechanical properties or new functional qualities is the end of an innovation process which does not only require a sound technological understanding, but also the openness to deal with several aspects and influencing factors. Foresight facilitates the structured look into a long-term future. It offers a tool set to deal with complexity, enables the holistic view on certain topics and facilitates the process of analyzing relevant factors in the complex environment of future business:

- economy – market requirements, time-to-market for new products, return-on-invest for companies
- society – pragmatic needs vs. lifestyle and self-realization
- science and technology – innovative materials, new application fields and usage scenarios, material's maturity
- ecology – green production processes and recycling of materials
- legal/politics – guidelines and regulations, such as REACH

Scenario-based roadmapping combines two powerful foresight methodologies: scenario technique to describe consistent future images based on recognized trends; and roadmapping which helps to visualize a future path towards (new) products, services and technologies. The inclusion of maturity of relevant technologies in a roadmap helps to recognize an appropriate time window for product launch. To add the relevant competences of staff to realize those products can help in workforce planning as well as in timely development of human resources.

Hence, the major benefit of such a proceeding besides the use as a strategic planning instrument is to get several perspectives from diverse stakeholders and start an interdisciplinary communication process. A common understanding about planned measures allows for an easy implementation within the organization.

**Keywords:** innovation methodology




---

## FORESIGHT AS AN EFFECTIVE METHOD TO INITIATE INNOVATION

SISECAM, Istanbul  
Dr. Anette Kübler, May 27th, 2011



© Fraunhofer ISI

 Fraunhofer  
ISI

---

### Agenda

---

---

- **Innovations in a complex and dynamic environment**
- Foresight - a systematic approach to working with complexity
- Two examples: Scenario technique, roadmapping
- The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI
- Summary

© Fraunhofer ISI  
Seite 3

 Fraunhofer  
ISI





---

## Agenda

---

- Innovations in a complex and dynamic environment
- Foresight - a systematic approach to working with complexity
- Two examples: Scenario technique, roadmapping
- The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI
- Summary

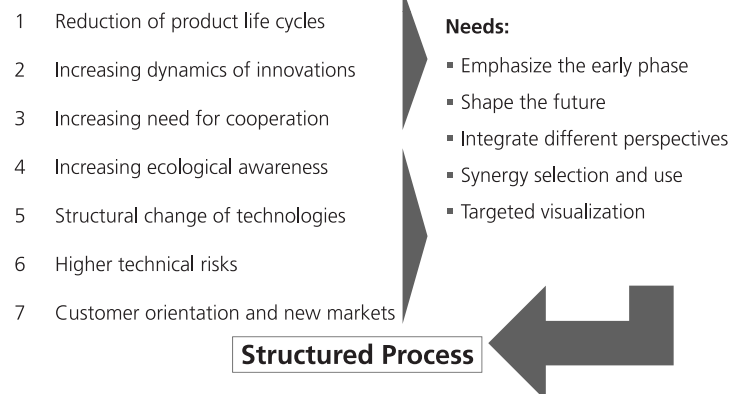
© Fraunhofer ISI  
Seite 2

 Fraunhofer  
ISI

---

## What makes business complex?

---



© Fraunhofer ISI  
Seite 4

 Fraunhofer  
ISI



---

## Agenda

---

---

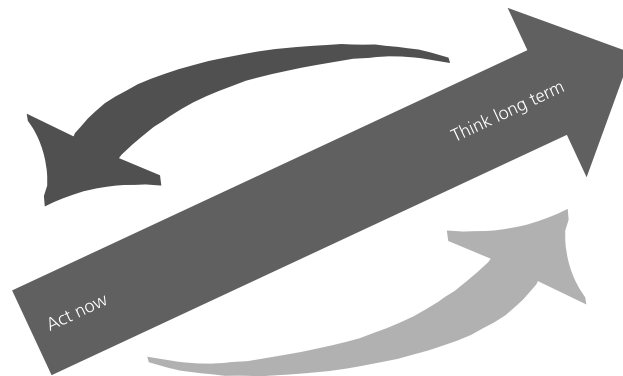
- Innovations in a complex and dynamic environment
- **Foresight - a systematic approach to working with complexity**
- Two examples: Scenario technique, roadmapping
- The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI
- Summary

---

Foresight is the structured debate about complex futures.

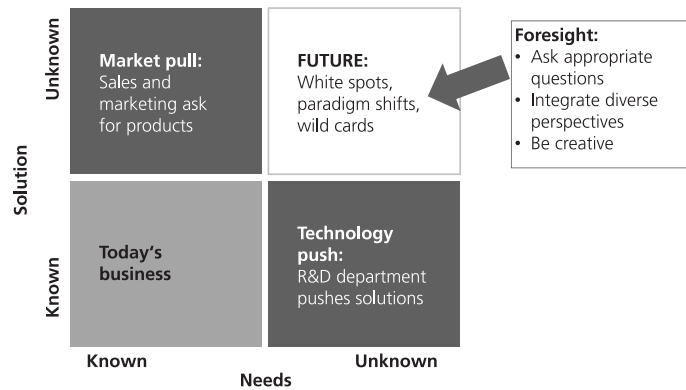
---

---





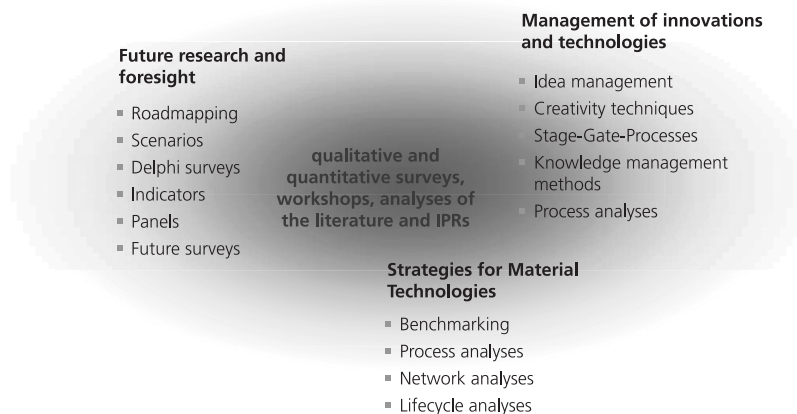
Foresight processes address unknown needs with not yet known solutions.



© Fraunhofer ISI  
Seite 6



Foresight methods – learning from the future



© Fraunhofer ISI  
Seite 8





---

## Agenda

---

---

- Innovations in a complex and dynamic environment
- Foresight - a systematic approach to working with complexity
- **Two examples: Scenario technique, roadmapping**
- The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI
- Summary

---

© Fraunhofer ISI  
Seite 9

 Fraunhofer  
ISI

---

## Scenarios based on expert workshops

---

---



---

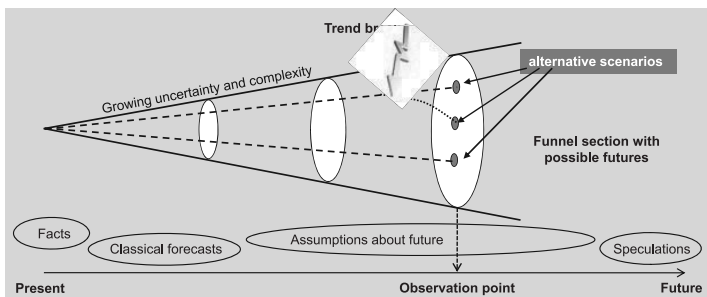
© Fraunhofer ISI  
Seite 11

 Fraunhofer  
ISI





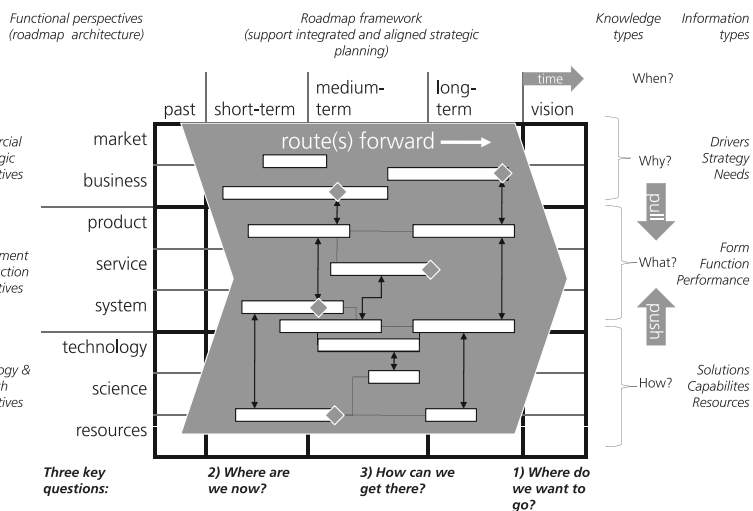
Scenarios are a tried and tested means to “leap” into the future



Source: adapted from Chesbrough, Rindler-Schjerve, p. 129

- ➔ A **scenario** describes a self-consistent future situation. It is based primarily on assumptions and less on forecasts.
- ➔ A **scenario** in connection with other scenarios indicates a scope of possible future developments of the area examined.

© Fraunhofer ISI  
Seite 10



© Fraunhofer ISI  
Seite 12



---

## Agenda

---

---

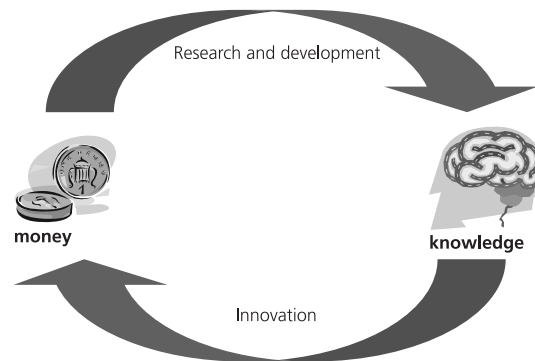
- Innovations in a complex and dynamic environment
- Foresight - a systematic approach to working with complexity
- Two examples: Scenario technique, roadmapping
- **The Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI**
- Summary

---

## Innovations transform knowledge into money

---

---





## Competence Centers of Fraunhofer ISI

Energy Policy and Energy Systems	Industrial and Service Innovations	Innovation and Technology Management and Foresight
<b>Business Units</b>	<b>Business Units</b>	<b>Business Units</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy and Climate Policy</li> <li>• Energy Efficiency</li> <li>• Renewable Energies</li> <li>• Energy Economy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technical and Organizational Process Innovations</li> <li>• Industrial Services</li> <li>• Sustainable Production Systems and Location Management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Futures Research and Foresight</li> <li>• Management of Innovations and Technologies</li> <li>• Strategies for Material Technologies</li> </ul>
<b>Fraunhofer ISI</b>		
Sustainability and Infrastructure Systems	Emerging Technologies	Policy and Regions
<b>Business Units</b>	<b>Business Units</b>	<b>Business Units</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Resources Management</li> <li>• Transportation Systems</li> <li>- Systemic Risks</li> <li>• Sustainability Innovations and Policy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotechnology and Life Sciences</li> <li>• Innovations in the Health System</li> <li>• Information and Communication Technologies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Policy and Evaluation</li> <li>• Regions and Clusters</li> <li>• Innovation Indicators</li> </ul>

## Summary

### **Foresight is an effective methodology set to initiate innovation.**

The results of foresight processes can make an important contribution to the advancement of innovation systems.

Foresight enables a structured debate about complex futures.

Scenario technique sets the frame for a consistent environment.

Roadmapping allows for breaking down ideas into products, technologies, and competences.

**The future remains exciting!**





## Innovation Made by Glass

Dr. Klaus Bange  
[klaus.bange@live.de](mailto:klaus.bange@live.de)  
 Schott AG



*Dr. Klaus Bange (60) attained his diploma in physics in 1980 and his Ph.D. in 1982 at the Technical University in Berlin. Afterwards he was employed by the Fritz-Haber-Institute of the Max-Planck-Society in Berlin and by the National Bureau of Standards in Washington D.C. (USA). His special interests were surface science, electrochemistry, semiconductors, and thin films.*

*In 1984, he changed to the SIEMENS AG in Berlin, where he was responsible for the process development of thin films. In 1987 he became employed by Schott Glas in Mainz and took over various tasks related with the characterization and development of thin films for "Electrochromic Devices". He headed the departments "Electron Microscopy and Thin Films Analysis" and "Solid State Analysis". From 1997 he succeeded in building up the profit center "Analysis Measurement Services", which marketed the scientific services of 90 employees within the Schott group as well as externally. From 2001 he was heading "Luminescence Technology", which was an independent unit of SCHOTT Spezialglas GmbH. In the time from 2005-2010 he has been "Senior Principal Scientist" for SCHOTT AG.*

*His scientific achievements have been published in over 130 articles and books. For the "International Commission on Glass" (ICG) he was chairman of the TC 19 (Glass Surface Diagnostics), vice-chairman of the "Coordinating Technical Committee" (CTC) and from 2004-2009 he was Chair of the CTC. For the „Deutsche Glastechnische Gesellschaft" (DGG) he was organizing the „DGG Glas Forum" from 2004-2009.*

Based on the unique properties of the superior material glass various areas of applications had been developed in the past and research and development (R&D) played always a key role in the expansion of the application fields but also in the penetration in new markets. To anticipate the challenges that the glass community will face in the future, in particular in R&D, the International Commission on Glass (ICG), with the mission of promoting research and development (R&D) on glass, started at the ICG2007 congress a roadmap process. Key players in the ICG roadmap process have been the various TCs with their numerous experts organized by the ICG. Over 160 experts participated up to now on numerous ICG workshops which cover the most relevant aspects. The main results had been published recently in a small booklet (MAKING GLASS BETTER: An ICG roadmap with a 25 year Glass R&D horizon; K. Bange and M. Weissenberger-Eibl (Eds.)).

The methodology adopted will be presented briefly and the "ICG process" is described which involve a systematic attempt for looking into the long-term future of science and technology (and economy, the environment and society), with the aim of identifying the emerging generic technologies and the underpinning areas of strategic research. The approach will be exemplified with different roadmaps for the material glass but also on current and future innovations based on glass and the key learning's for future glass research will be summarized.

**Keywords:** *glass research, future technologies*



## ***Innovations made by Glass***

*Klaus Bange*

### **Outline**

- **What is unique at glass?**
- **The glass value chain**
- **What to do with the trends?**
- **What says the experts?**
- **Results of ICG road mapping**
- **Innovations with glass**
- **Summary**



Innovation 2011 Klaus Bange  
©

### **Outline**

- **What is unique with glass?**
- **The glass value chain**
- **What to do with the trends?**
- **What says the experts?**
- **Results of ICG road mapping**
- **Innovations with glass**
- **Summary**



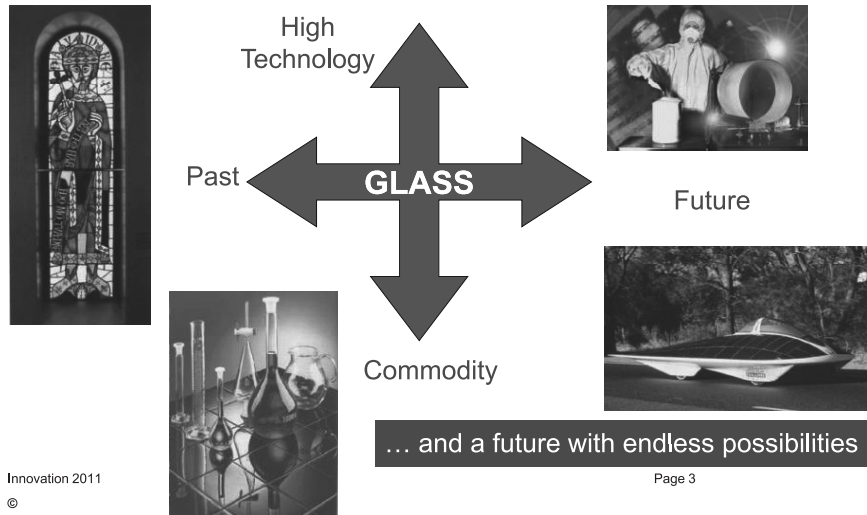
ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©

Page 2



## What is unique glass?

...a fascinating material with great tradition and many applications



## What is unique with glass?

... a superior material with exciting characteristics

composition freedom: possibility for a wide variety of compositions; almost all elements having various functionalities can be molten, thus enabling the wide variety of the characteristics

formability: possibility of various forms

durability: superior strength, hardness, and chemical durability

functionality addition: application of various functionalities by surface processing

optical properties: uniform and good light transmittance



## What is unique with glass?

... a material with unique properties



### Optical

- transmission
- brilliance
- refraction

### Chemical

- water
- acids
- alkaline



### Electrical

- resistivity
- dielectric



### Mechanical & Thermal

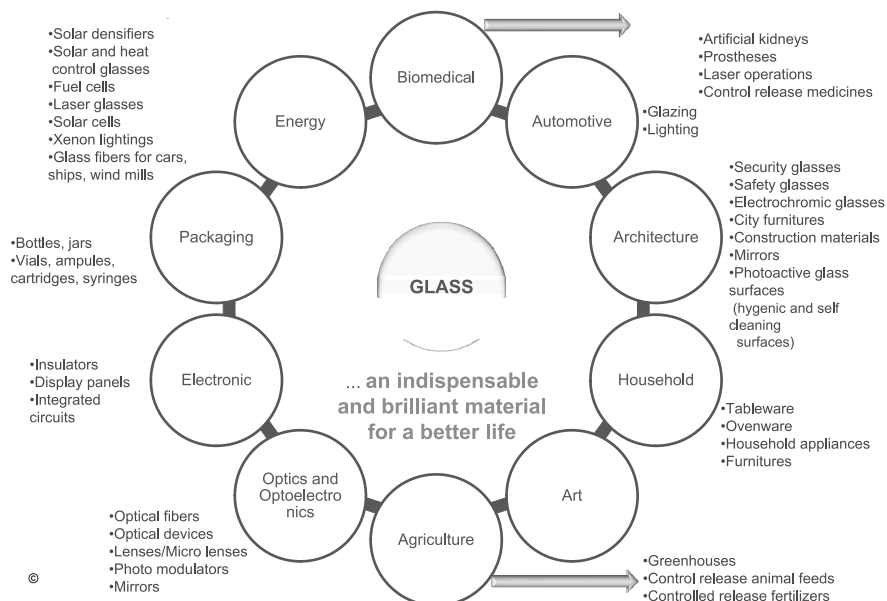
- strength
- elasticity

Future of Glass, Dr. Klaus Bange

©

Page 5

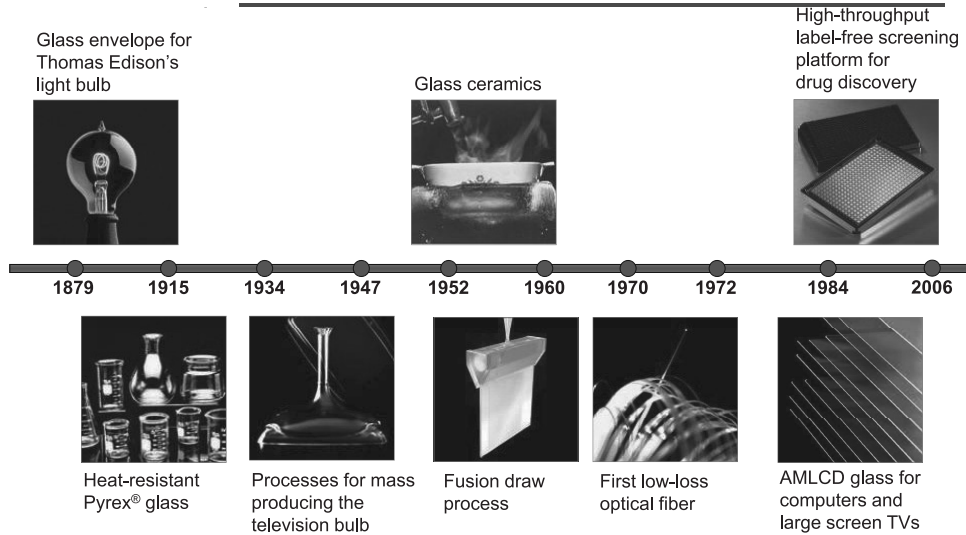
## Application areas based on uniqueness







## Corning's Track Record of Innovation



©

## Outline

- What is unique at glass?
- The glass value chain
- What to do with the trends?
- What says the experts?  
Results of ICG road mapping
- Innovations with glass
- Summary



ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 8

©



## Glass Value Chain & Innovation

### Production process



### Products



system

component

glass

raw material



Innovation 2011 Klaus Bange  
©

## Data base for innovation projects

...key data of the following categories have to be accumulated in a questionnaire

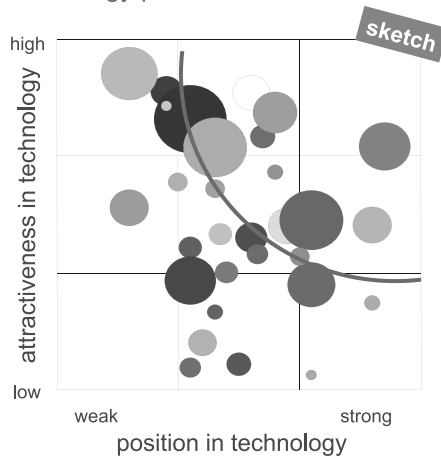


©



## Technology Portfolio

...projects should be attractive in technology and should have a strong technology position



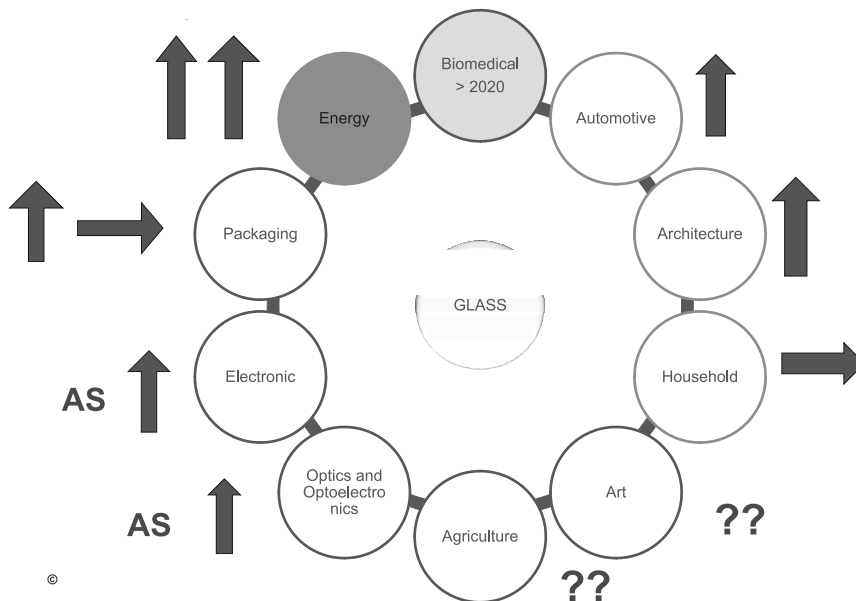
### Technology position

- Classification of technology position
- Production potential
- R&D potential
- IP - Position

### Technology attractiveness:

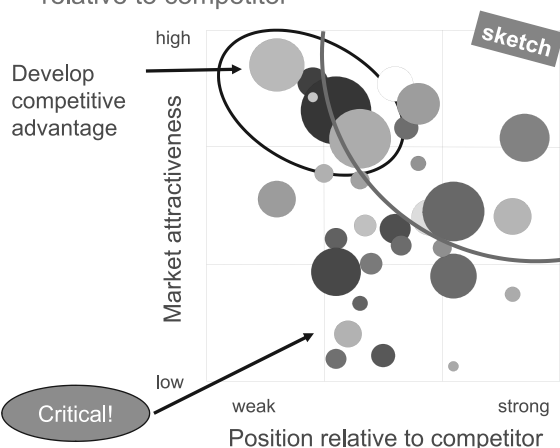
- Development potential
- Area of application
- Risk of substitution
- Product life cycle

## Markets for Glass&Innovations



## Market Portfolio

... projects should address attractive markets and develop strong position relative to competitor



### Market attractiveness

- Market volume
- Market growth
- Market quality
- supply situation
- environment situation

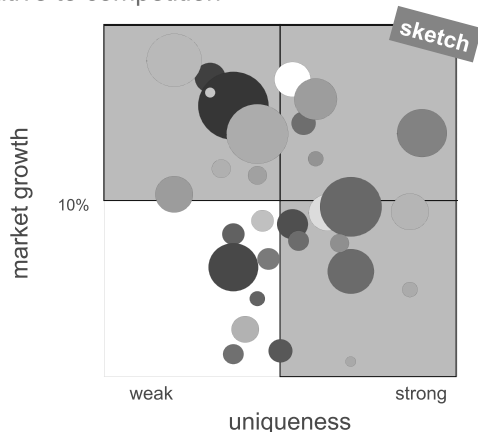
### Competitive advantage

- Production potential
- R&D - potential
- HR qualification
- Market knowledge
- Know-how for market

©

## Uniqueness Portfolio

...projects should address growing markets and develop a unique position relative to competition



### Uniqueness:

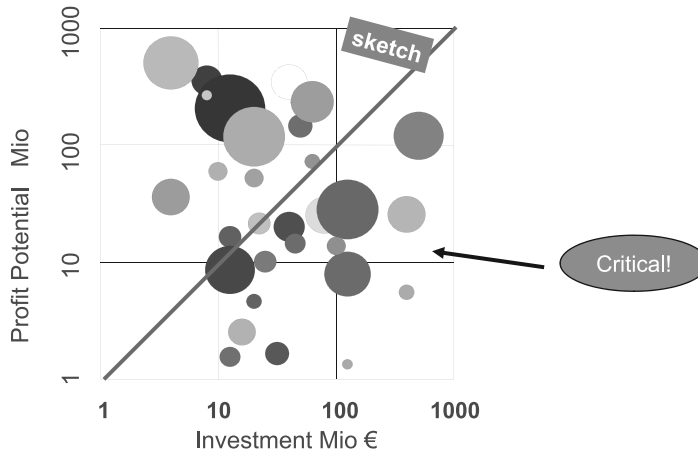
- Product differentiation
- Cost leadership
- Technological competence
- Market position
- Customer relation
- Growth potential
- Time to market
- Capacities
- Financial power
- Market quality
- "Me too" or "Unique"

©



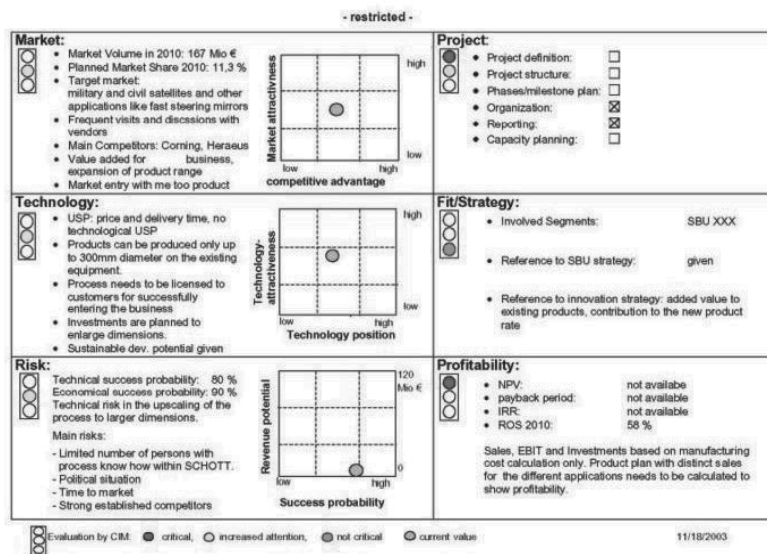
## Profit Potential Portfolio

.....potential Yield to Investment ratio should be larger than 1



©

## 'Scorecards' for innovation project overview



©



## Outline

- **What is unique at glass?**
- **The glass value chain**
  
- **What to do with the trends?**
  
- **What says the experts?**  
**Results of ICG road mapping**
- **Innovations with glass**
- **Summary**

ICG roadmap 2011 Klaus Bange

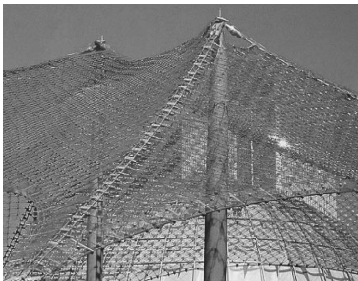
©



Page 17

## Mega-trends look into the future

... describing longtime and comprehensive transformation processes



ICG roadmap 2011 Klaus Bange

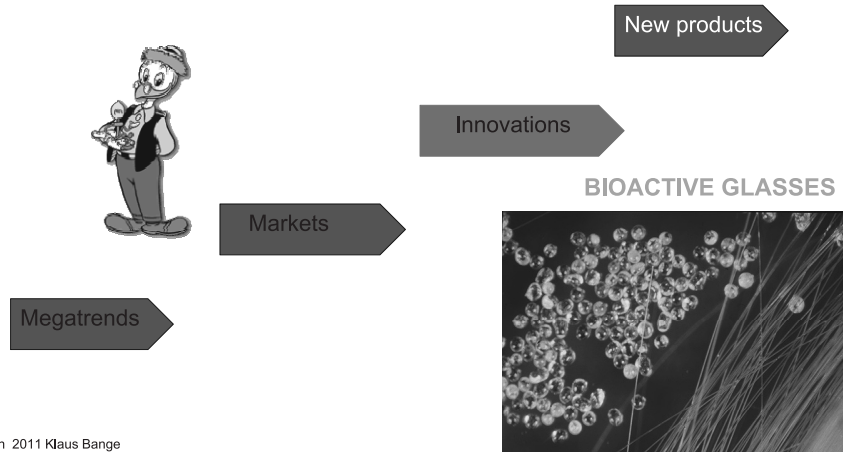
©

- 01: Demographic Change
- 02: New Level of Individualization
- 03: Booming Health
- 04: Women on the Rise
- 05: Cultural Diversity
- 06: New Mobility Patterns
- 07: Digital Lifestyles
- 08: Learning from Nature
- 09: Ubiquitous Intelligence
- 10: Convergence of Technologies
- 11: Globalization 2.0
- 12: Knowledge-based Economy
- 13: Business Ecosystems
- 14: Changes in the Business World
- 15: New Consumption Patterns
- 16: Rerouting of Energy and Resources
- 17: Climate Change and Pollution of the Environment
- 18: Urbanization
- 19: New Political World Order
- 20: Growing Global Security Threats



## From megatrends to new products

.....trends may be first step only for new products



## Outline

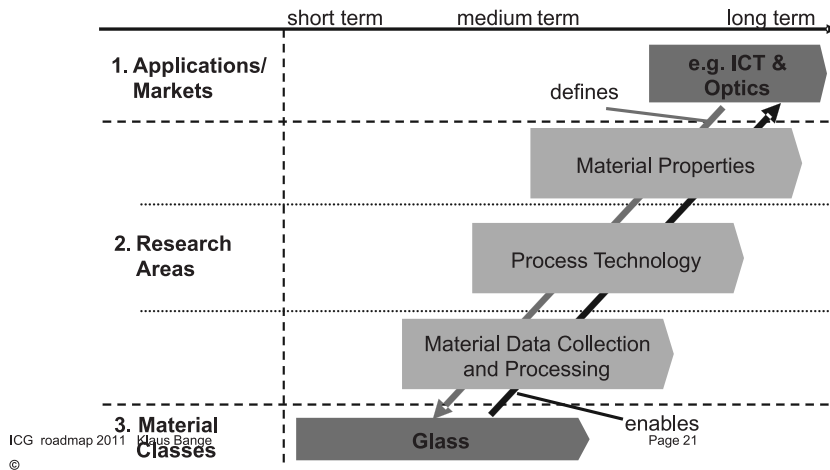
- What is unique at glass?
  - The glass value chain
  - What to do with the trends?
  
  - What says the experts?  
Results of ICG road mapping
  
  - Innovations with glass
  - Summary
- ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©



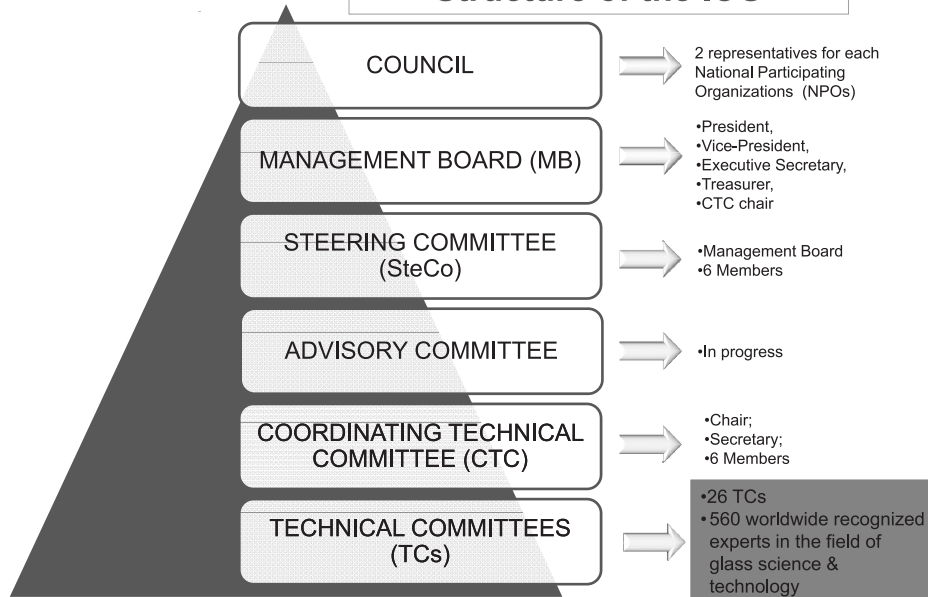
Page 20

## The ICG roadmap process

.... a roadmap structure should consist of different levels linked by certain requirements, e.g. defined from a market perspective



## The ICG roadmap process: Structure of the ICG







## The ICG roadmap process: R&D activity fields

... the Technical Committees (TC) are the backbone for international cooperation

... the work of the Technical Committees is organized in the following clusters



©

## R&D activity fields & TCs

Basics & Properties	Glass Melting
<p><b>Basic Glass Science (TC03)</b> J. Zwanziger, Dalhousie University, Canada</p> <p><b>Glass Transition (TC08)</b> L. Wondraczek, Universität Erlangen-Nürnberg, Germany</p> <p><b>Nucleation, Crystallisation &amp; Glass Ceramics (TC07)</b> E. Zanotto, University of Sao Carlos, Brazil</p> <p><b>Nanomechanics (TC09)</b> M. Ciccotti, CNRS – Université Montpellier 2, France</p> <p><b>Mechanical Properties of Glass (TC06)</b> R. Hand, Sheffield University, UK</p> <p><b>Optical Properties of Glass (TC10)</b> C. Anderson, Saint-Gobain, France</p> <p><b>Chemical Durability &amp; Analysis (TC02)</b> S. Jamieson, Pilkington European Technical Centre, UK</p> <p><b>Structure – Property Relations (TC22)</b> G. Calas, Université de Paris, France</p> <p><b>Structure and Vibrations (TC 26)</b> B. Hehlen, Université Montpellier 2, France</p> <p><b>Atomistic Simulation (TC 27)</b> J. Mauro, Corning, USA</p>	<p><b>Properties of Glass-forming Melts (TC18)</b> R. Beerkens, TNO, The Netherlands</p> <p><b>Modelling of Glass Melting Processes (TC21)</b> E. Muijsenberg, Glass Service B.V., The Netherlands</p> <p><b>Modelling of Glass Forming Processes (TC25)</b> C. Berndhäuser, Schott AG, Germany</p> <p><b>Materials for Glass Manufacturing (TC11)</b> M. Dunkl, Dunkl Consulting, Germany</p> <p><b>Sensors &amp; Advanced Control (TC15)</b> W. Linz, Schott AG, Germany</p> <p><b>Gases in Glass (TC14)</b> D. Köpsel, Schott AG, Germany</p> <p><b>Environment (TC13)</b> G. Van Marcke, Glaverbel, Belgium</p>

©

## R&D activity fields & TCs

### Surfaces & Interfaces

#### **Nanostructured Glasses (TC16)**

R. Almeida, Instituto Superior Technico, Lisboa, Portugal

#### **Coatings on Glass (TC24)**

K. Sanderson, Pilkington European Technical Centre, UK

#### **Glass Surface Diagnostics (TC19)**

V. Rupertus, Schott AG, Germany

### New Applications

#### **Glasses for Medicine & Biotechnology (TC04)**

J. Jones, Imperial College, UK

#### **Nuclear & Hazardous Waste Vitrification (TC05)**

J. Marra, Savannah River Nat. Lab., USA

#### **Glasses for Optoelectronics (TC20)**

S. Tanabe, Kyoto University, Japan

### Information, Communication, Education, History

#### **Information & Communication (TC01)**

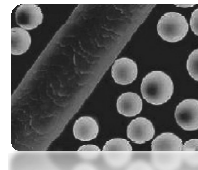
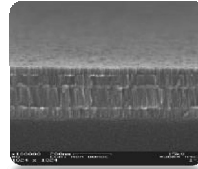
J.M. Parker, Sheffield University, UK

#### **Education & Training in Glass Science and Engineering (TC 23)**

R. Conradt, RWTH Aachen, Germany

#### **Archaeometry of Glass (TC17)**

S.P. Koob, Corning Museum, USA



## The ICG roadmap process

... is an ongoing activity

2006: prepared in several CTC meetings

2007: the kick-off event Strasbourg at ICG2007 congress

2008: **Advanced Materials and Innovative Glass Melting Technologies**  
in Brig, Switzerland



2008: - follow up for melting technology in Trencin, Slovakia

- first workshop on "**Glass and Entropy**" in Trencin, Slovakia

ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 26

©



## The ICG roadmap process

... is an ongoing activity

- 2009: -“**Glass Surface and Stress Corrosion Mechanism on Nanoscale**” in Montpellier, France,  
 -„Materials (Bio), Brig II” in Schaan, Liechtenstein  
 - “Glass and Entropy II” in Aberystwyth, UK  
 -“**Basic Glass Science**” in Montpellier, France with  
 -satellites on Atomistic Simulation,  
 Melting Technology  
 Bioglass.



ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
 ©

## The ICG roadmap process

.....steps for preparing of the roadmap workshops

### CTC

- 1. definition of most relevant R&D topics: field of interests for the ICG  
 ..... e.g. melting technology, material glass, thin films, surfaces
- 2. installation of an advisory board (AB) for each R&D field  
 ..... world leading experts in the R&D field and chairs of TCs

## The ICG roadmap process

.....steps for preparing of the roadmap workshops (II)

### AB

- 3. discussion of the most important R&D sub-topics in each field and preparation of the program
- 4. selection of the experts and invitation of the participants
- 5. preparation of the speakers; definition of the titles of the talks; abstracts
- 6. distribution of abstracts to all participants and questions which have to be answered during each talk
- 7. organization of moderator, rooms, equipment,...for the workshop

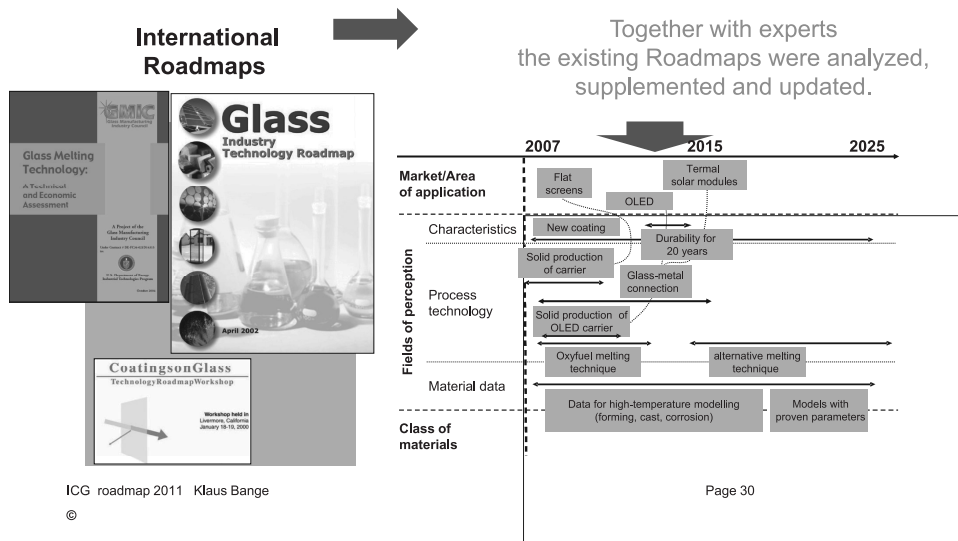
ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 29

©

## The ICG roadmap process

....preparation of the experts for the workshops.....



ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 30

©



## The ICG roadmap process

---

.....steps for preparing of the roadmap workshops (III)

### **Experts**

- 10. deliver abstracts before the meeting
- 11. presentation (30 min) & discussion (30 min)
- 12. answers of questions on the future of the R&D field
- 13. extended abstract for documentation after the meeting

### **AB**

- 14. documentation: Section for the booklet

## The ICG roadmap process

---

..typical questions on the future.....answered by the experts...

- What will be a topic stating an **exceptional success** to be published in a well-known high-ranked research journal in 2025 concerning your R&D field?
- Please name future **key challenges** (till 2025) regarding your field of expertise and your presentation and indicate the specific year when you expect the topic to become a real **bottleneck** for the future developments.
- What would be
  - the **key breakthrough** and when is it likely to occur
  - what must happen concerning the research field if this **topic will never be successful?**



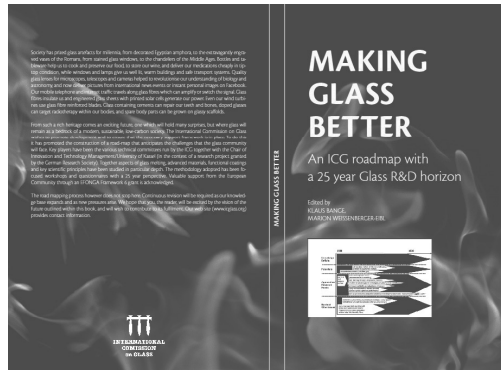
## The ICG roadmap process

- **3. RESULTS OF THE ROADMAPPING WORKSHOPS**
- **3.1 Glass melting technology**
- **3.2 Materials for technical and medical application**
- **3.3 Basic Glass Science**
- **3.4 Glass Surfaces & Stress Corrosion Mechanism**
- **3.5 Application related topics**

...results are published in Aug. 2010

>>> [www.hvg-dgg.de](http://www.hvg-dgg.de)

ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©



## The ICG roadmap process

.....ICG roadmap activities in 2010&2011

- **Atomistic Simulation**  
May 2010 at Corning
- **Surfaces & Thin Films**  
August 2010 in Paris
- **Sensors for Melting**  
Nov 2010 in Eindhoven
- **Structure&Vibration**  
March 2011 in Montpellier
- **Advanced Fining**  
April 2011 in Eindhoven



ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©

Page 34



## Main results of the ICG roadmapping

..... following needs of societies are prioritized high:  
1. health <<< 2. environment & energy <<<< 3. ....

....ICG roadmaps for:

- Energy
- Biomed
- Strength



ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©

Page 35

## Outline

- What is unique at glass?
- The glass value chain
- What to do with the trends?
- What says the experts?  
Results of ICG road  
mapping
- Innovations with glass

▪Summary  
ICG roadmap 2011 Klaus Bange  
©



Page 36



## ICG roadmapping: Energy

.....many different applications for glass in the sector “energy”  
Concentrated Solar Power (CSP)

- Energy generation
- Energy changing
- Energy storage
- Energy saving

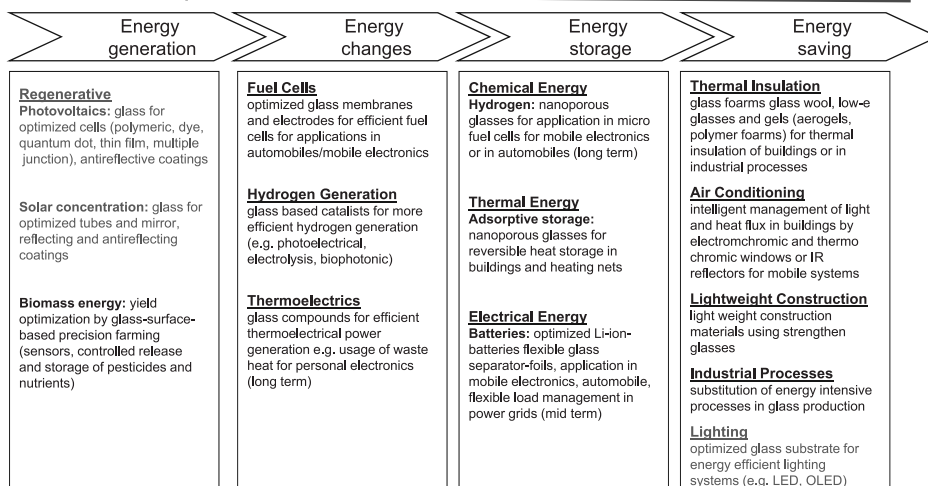


ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 37

©

## ICG roadmapping: Energy



>>>>various applications for glass are possible in the sector energy

ICG roadmap 2011 Klaus Bange

Page 38

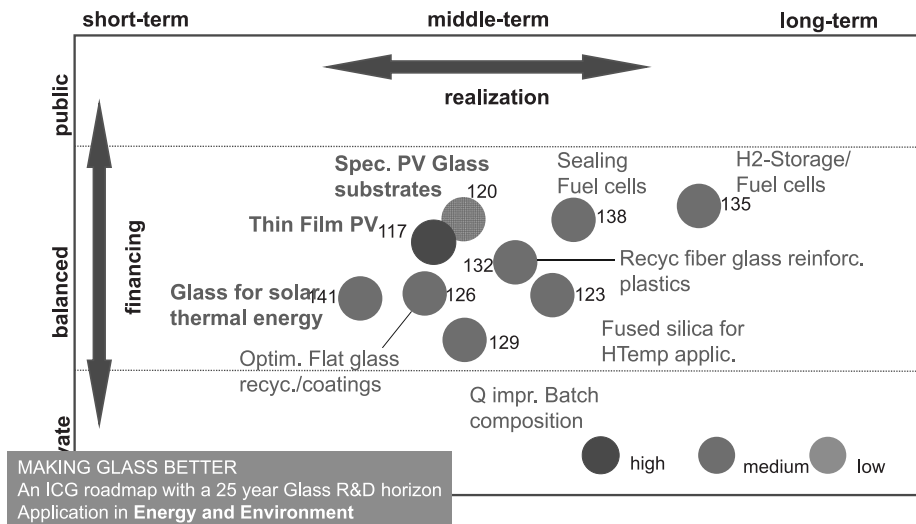
©





### Round table at ICG2010: “Glass: Energy and Environment”

...the potential for glass has been described ICG experts...



### 21 Innovation fields for “Cool Earth 50”. (METI, 2008)

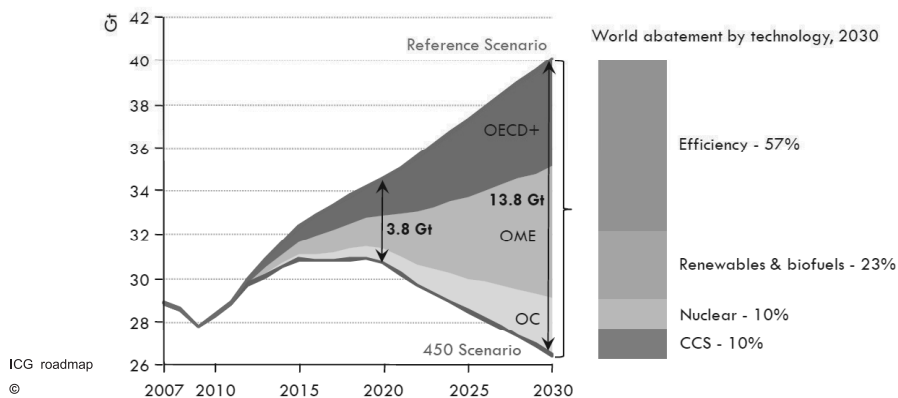


\* EMS: Energy Management System, HEMS: House Energy Management System, BEMS: Building Energy Management System

## Round table at ICG2010: “Glass: Energy and Environment”

### „Glass - A Key Material for renewable Energy“

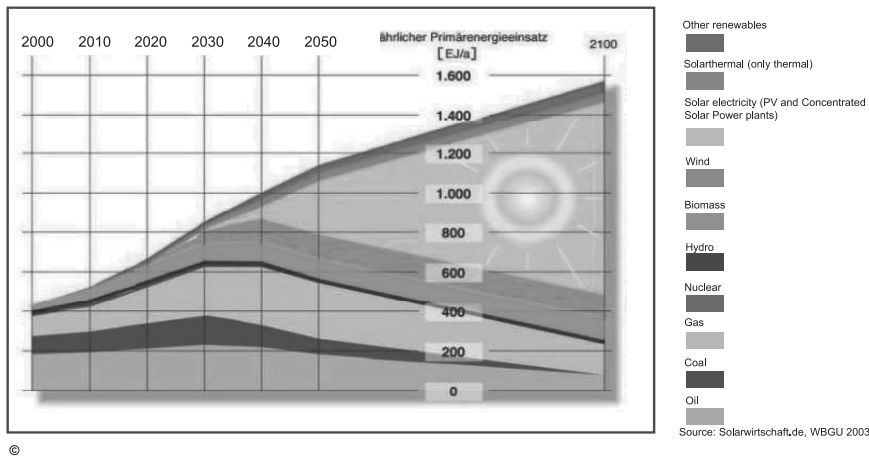
.....significant changes have to be made to stabilize the world climate in a 450 ppm scenario!



## Round table at ICG2010: “Glass: Energy and Environment”

.....solar power has the biggest potential in renewable energies

Changes in the worldwide energy mix through 2100

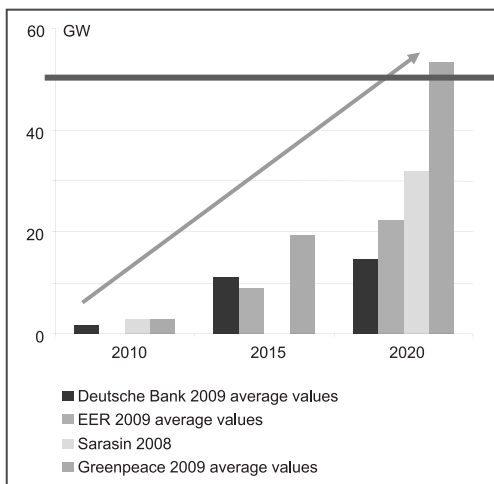




Example 1: CSP concentrated solar power

Round table at ICG2010:  
**“Glass: Energy and Environment”**

Market outlook 2010 – 2020: A bright future for Concentrated Solar Power technology (CSP)



Market opportunities

**50 GW equal approx.**  
 550 mio sqm mirrors  
 and  
 90 000 km Receivertubes

•increasing number of projected power plants

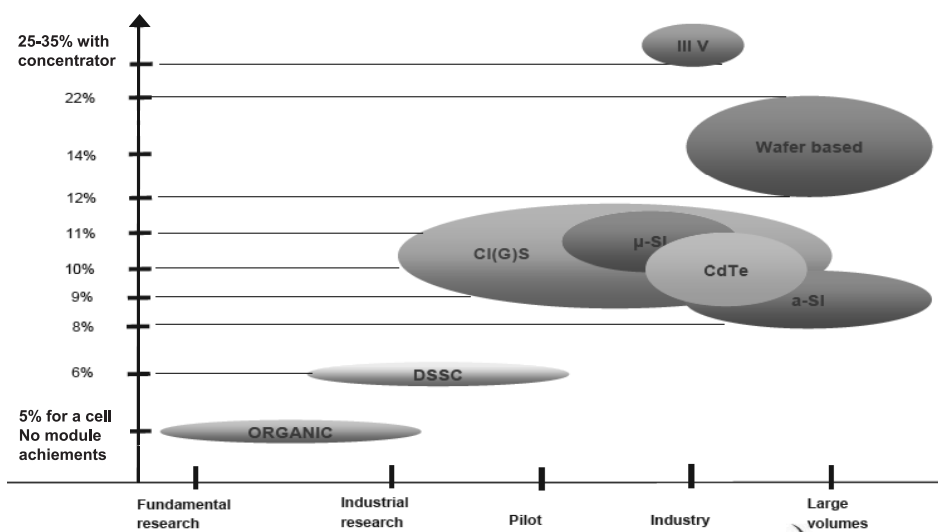
•CSP plants as the cornerstone of the renewable energy mix

Page 33

Example 2: Improved glass substrate for PV

Round table at ICG2010:  
**“Glass: Energy and Environment”**

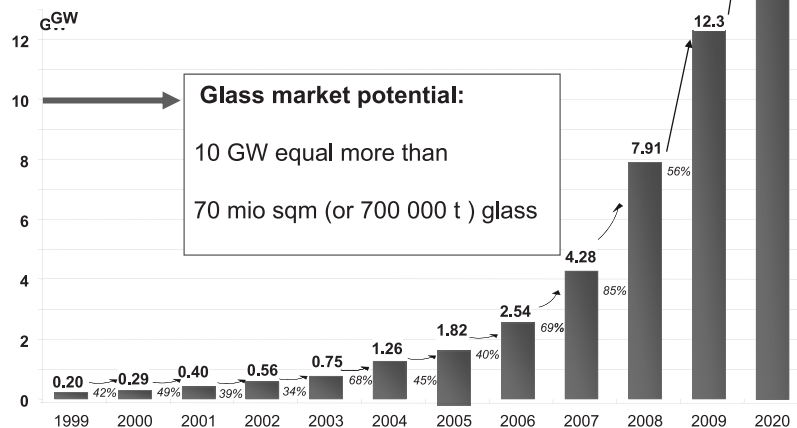
Status PV-Technologies: Comparison along efficiency / development state





Example 2: Improved glass substrate for PV

Round table at ICG2010:  
 “Glass: Energy and Environment”



.... the worldwide cell production is increasing drastically.....

ICG rc  
 ©

### ICG roadmapping: Summary for Energy

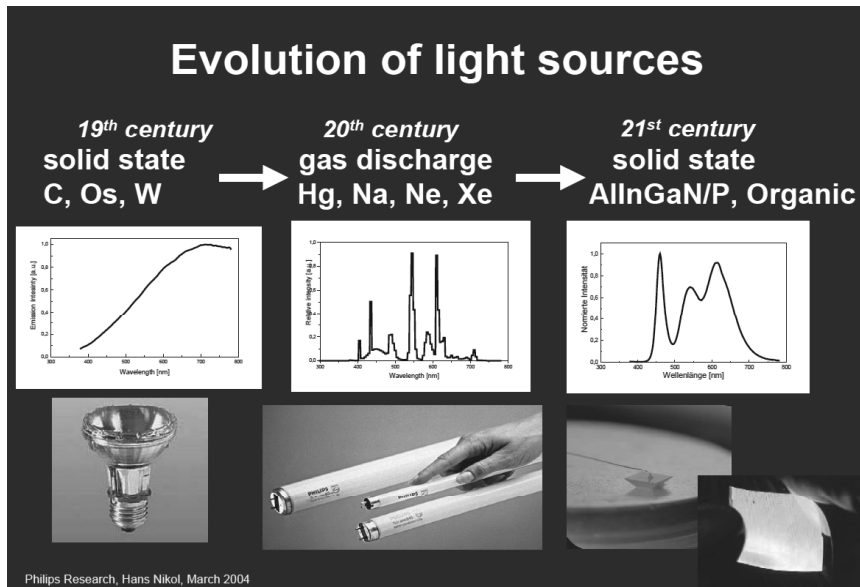
.....glass can play an important role in combating the effects of climate change

glass application	energy issue	effects on climate
> glasses for photovoltaics	▪ environment-friendly energy generation	no pollution
> glass mirrors & glass tubes for solar power plants	▪ environment-friendly energy generation	no pollution
> fiber glass	▪ reduction of heat loss ▪ replacement of heavier materials in transportable devices (cars, air plane, ...)	> 400 million mt CO <sub>2</sub> /y in EU ???
> low-E glazing	▪ replace simple & double glazed units	> 140 million mt CO <sub>2</sub> /y in EU
> low-energy glass light bubbles	▪ four times better energy efficiency	???
> container glass	▪ recyclable post consumer waste ▪ reduction of weight	▪ 25% energy reduction ▪ 315 kg of CO <sub>2</sub> per tonne glass

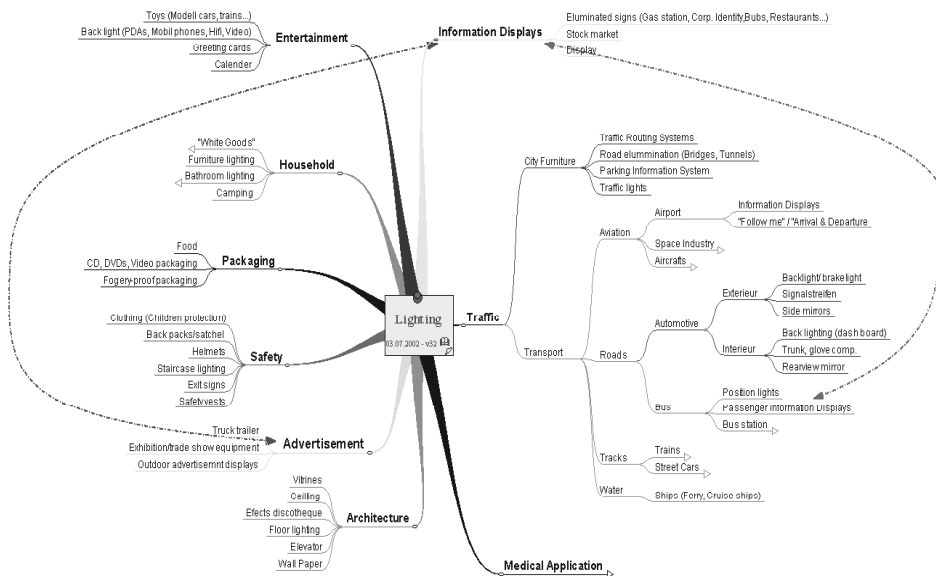
>> the potential benefits of glass have not yet been recognized up to now



## Energy saving: Lighting

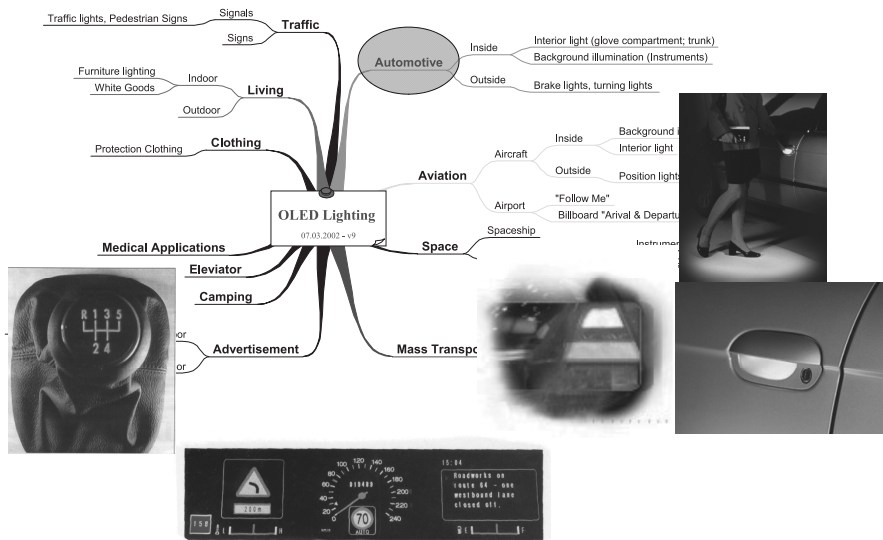


## Lighting mind map



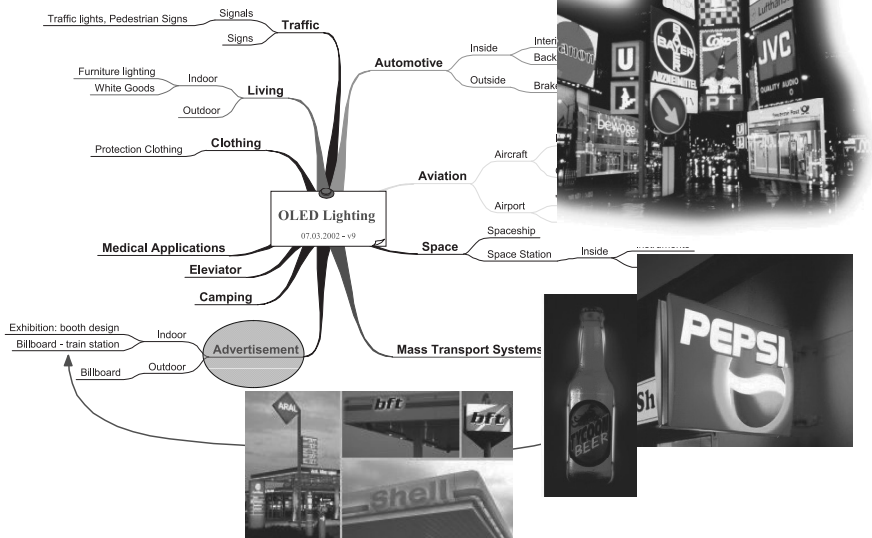
## Lighting application: automotive

... light is everywhere



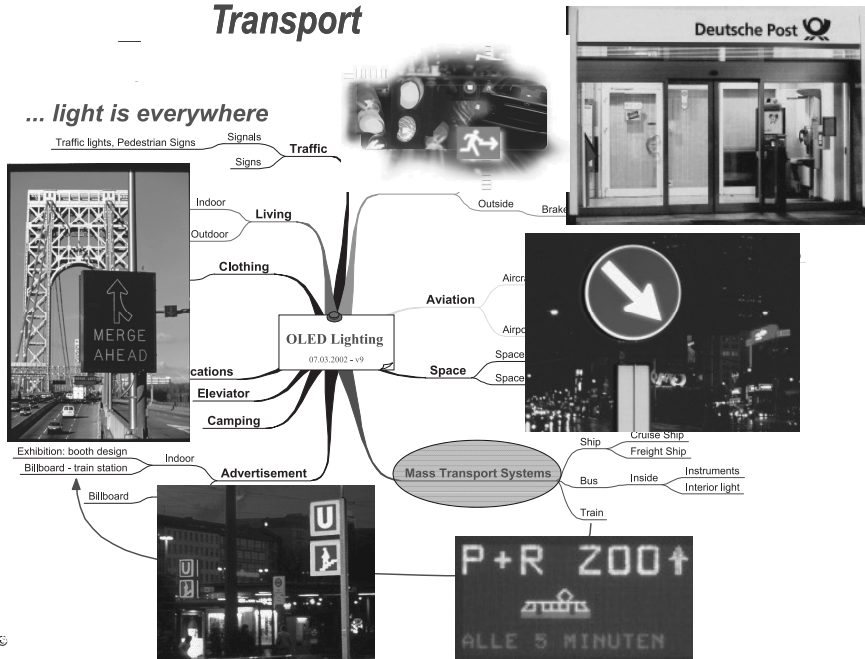
## Advertisement

... light is everywhere

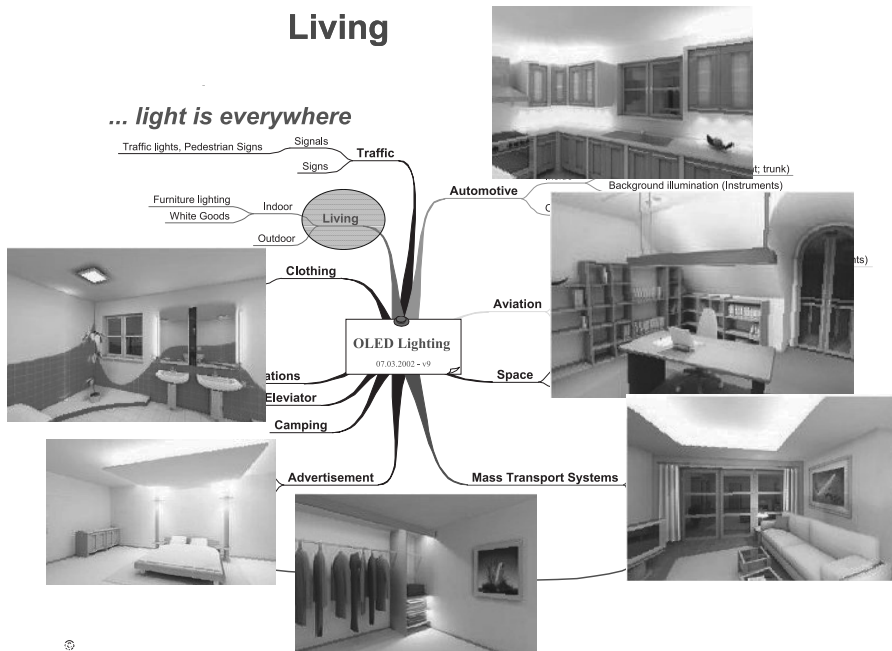




## Transport



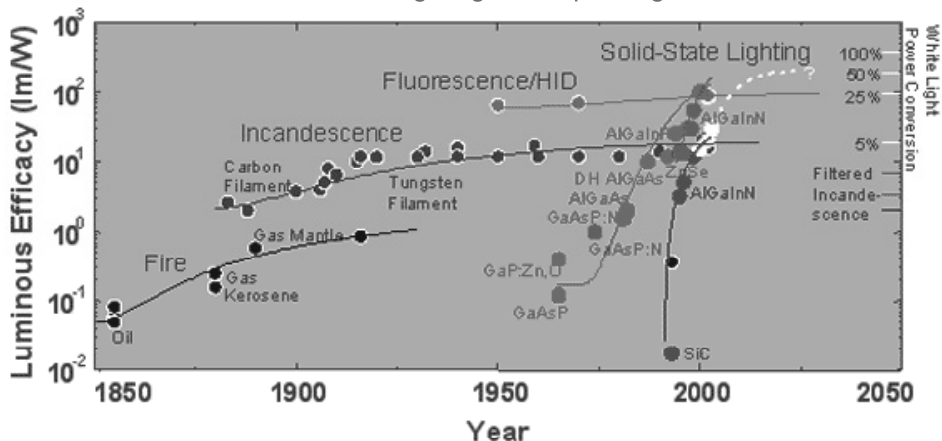
## Living





**New materials are available and the efficiencies increase rapidly**

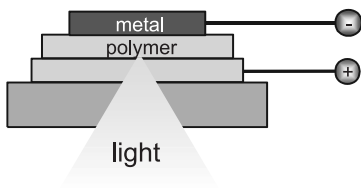
.....also solid state lighting need special glasses



©

**A new area light source: OLED**

....the technology offers attractive features for lighting products



©

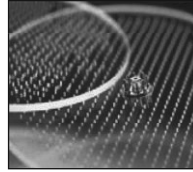
- ▣ flat and large area
- ▣ high brightness
- ▣ low weight
- ▣ flexible / robust
- ▣ high efficiency
- ▣ low power consumption
- ▣ wide viewing angle
- ▣ low manufacturing cost





## Summary

- The **superior material** glass with unique characteristics is indispensable for improving the quality of life
- Various **instruments** are available to manage innovations
- Many innovations and **new applications** can be based on **established** glass types
- Different **added value processes** make new applications possible
- **Technology roadmaps and foresights** are important tools for different actors.....



ICG roadmap 2011 Klaus Bange

©

Page 55

## Acknowledgement

- SCHOTT AG & many colleagues
- International Commission on Glass (ICG)
  - CTC
  - TC chairs and TC members
- Deutsche Glastechnische Gesellschaft (DGG)
- Society of Glass Technology (SGT)
- New Glass Forum (NGF)
- Institute on New Functionality of Glass (IMI)
- and, and,.....
- ...
- ...

ICG roadmap 2011 Klaus Bange

©

Page 56





## Cam Ambalajda Geleceğe Bakış

Ekrem Barlas

[ebarlas@sisecam.com](mailto:ebarlas@sisecam.com)

Cam Ambalaj Grup Başkanı / Cam Ambalaj



1953 yılında Ankara'da doğan Ekrem Barlas, lise eğitimini TED Ankara Koleji'nde tamamladıktan sonra, Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nde 1974 yılında İşletme Bölümü'nde lisans, 1976 yılında aynı dalda yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Şişecam Topluluğu'na 1979 yılında, Paşabahçe Ltd. Şti. Pazar Araştırmaları Raportörü olarak katılmış olan Barlas, çeşitli yönetim kademelerinde görev yapmıştır. 1995 yılında Cam Ambalaj Grubu Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcısı olan Barlas, 15.02.2011 tarihinde Cam Ambalaj Grup Başkanlığı'na atanmıştır.

Geleceğin yaşamlarımıza neler getireceği belirsiz olsa da birçok beklenti ve tahmin var. Bugünkü yaşamımızdan çok farklı olacağı kuşkusuz olan gelecek için şimdiden hazırlanmaya çalışıyoruz. Çünkü gelecek bugünden başlıyor.

Bilinen anlamıyla inovasyon, yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet veya üretim yöntemi geliştirmek ve bunu ticari gelir elde edecek hale getirmek için yürütülen tüm süreçleri kapsar.

Şirketler için geleceğe hazırlanmak, inovasyonun stratejik öncelik olarak görülmesi ile mümkün. Inovasyon kurum kültürü haline dönüşmeli ve onu besleyecek bir ortam oluşturulmalıdır.

Genelde atık konusu ile ilişkilendirilen ambalaj, aslında modern yaşam biçimimizi destekleyen sağlık, hijyen, enerji, ulaşım kadar önemli bir altyapıdır. Eğer ambalaj konusunda yenilikler ve modern formlar oluşturulamazsa 2030 yılına gelindiğinde 5 milyara ulaşacağı tahmin edilen şehirli nüfusun ihtiyaçları için yeterli olunamayacaktır.

Ambalaj konusunda yenilikler ve modern formlar oluşturma ihtiyacı nereden doğmaktadır öyleyse?

Çevre ile ilgili kaygılar artıkça artık doğaya daha az atık bırakan çevre dostu ürünlerin kullanımı önemli hale gelmektedir. Hatta bitkilerden üretilerek doğada yok olan ambalajlar söz konusudur.

Ulusal ve uluslararası yasalar ambalajların geri dönüşümü ve kullanılabilen kısımlarının geri kazanımı konularını ön plana çıkarmaktadır.

Geleneksel aile yapısının değişimi, yoğun iş temposu, kadınların çalışma hayatında daha fazla yer almaları gıda tüketimi alışkanlıklarını doğrudan etkilemekte; daha bireysel olunmaktadır. Yaşamın hızlı ve yoğun temposu içindeki tüketici daha rahat taşıyabileceği, portatif ve fonksiyonel ambalajlar istemektedir. Bir başka deyişle tüketicinin rahatlığına odaklı bir döneme girilmektedir. Rahatlığına önem veren tüketici aynı zamanda uzun raf ömürlü, sıcağa ya da soğuğa dayanıklı, orijinal ve estetik tasarımlı, akıllı ambalajlar görme beklentisi içindedir.

Firmalar için artık sınırlar ortadan kalkmaktadır. Uluslararası yatırımlar ve dış ticaret sayesinde aynı tür ürünleri talep eden, aynı tür tüketici davranışlarını gösteren çok büyük pazarlar firmaların karşısında yer almaktadır. Ayrıca elektronik ticaret de daha fazla kendine özgü ve standart ebatları firmaların gündemine getirmektedir.

Tüm bu açıklamalar geleceğin ambalajını tarif ederken sadece "doğada yok olan ambalajlar"ın varlığı bile cam ambalaj açısından inovasyona ne ölçüde önem vermesi gerektiğini göstermektedir. Sonsuz kere ve %100 geri dönüştürülebilir bir malzeme olan cam, avantajlarına avantaj katmak için daha yaratıcı, daha yenilikçi

(inovatif) ve daha hızlı olmak durumundadır. Yeni tasarım, yeni teknoloji ve yeni pazar fırsatlarını bulmalı ve değerlendirmelidir.

Cam, en doğru ambalaj olarak tanımlanan ve diğer ambalaj çeşitlerinin artık onun şeklinde, neredeyse onunla aynı özellikte ya da onun kadar, belki de daha çok çevre dostu olma iddiasıyla geldiği bir ambalaj malzemesidir. Diğer malzemelerdeki teknolojik ilerlemeler cam ambalajın kalesi görülen sektörlerin gelecekte bu durumunu koruyamayacağını şimdiden işaret etmektedir. Burada 1990'ların başında gazlı alkolsüz içeceklerde PET ambalaja hızlı dönüşümün cam ambalaj endüstrisinin tüm dinamiklerini değiştirdiği hatırlanmalıdır.

Cam ambalaj için inovasyon faaliyetleri ürün ve üretim süreci olmak üzere iki kısımda düşünülmelidir. Cam ambalajın malzemesine bağlı bir değişiklik yapmak tamamen mümkün değilse de daha dayanıklı, daha hafif üretimi için yapılmakta olan çalışmalar bulunmaktadır. Hatta esnek hale getirmek bile söz konusu olabilecektir. Fosil yakıt kullanan bir endüstri olarak daha az enerji tüketimi için ise yapılacaklar çoktur.

Artık şirketlerin her şeyi kendi başlarına yapamayacakları bir dünyada yaşıyoruz. Sadece kendi AR-GE faaliyetlerine bağlı kalmayanlar, dış kaynaklara yani üniversitelere, birlikte çalıştıkları tedarikçilerine, tüketicilerine yöneliyorlar. Böylelikle ürün üretim sürecinin ötesinde her türlü iş alanında inovasyon faaliyetleri dış dünya ile işbirliğine açılmış oluyor.

Cam ambalaj endüstrisi de hem bugün hem de gelecek için küresel bir sinerji oluşturma, maliyet avantajları sağlama, kendini geliştirme ve rekabet avantajlarını çoğaltabilmek adına inovasyonu yarar sağlayabileceği bir stratejik öncelik haline getirmelidir.

Inovasyon yapanın yaşadığının farkında olmak zorundayız. Rekabetin çok yaygın ve kıyasıya olduğu bir ortamda inovasyon vazgeçilmezimiz olmalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Cam Ambalaj, inovasyon, gelecek, tüketici, pazar

## Giriş

Çevre ile ilgili kaygılar artıkcça artık doğaya daha az atık bırakan çevre dostu ürünlerin kullanımı önemli hale gelmektedir. Hatta bitkilerden üretilerek doğada yokolan ambalajlar sözkonusudur.

Geleceğin ambalajını tarif ederken sadece "doğada yokolan ambalajlar"ın varlığı bile cam ambalaj açısından inovasyona ne ölçüde önem verilmesi gerektiğini göstermektedir. Sonsuz kere ve %100 geri dönüştürülebilen bir malzeme olan cam, avantajlarına avantaj katmak için daha yaratıcı, daha yenilikçi (inovatif) ve daha hızlı olmak durumundadır. Yeni tasarım, yeni teknoloji ve yeni pazar fırsatlarını bulmalı ve değerlendirmelidir.

## Bugünün Dünyasında Cam Ambalajın Yeri

Avrupa Cam Ambalaj Federasyonu'nun (FEVE) 2010 yılında Türkiye'nin de içinde bulunduğu 17 ülkede gerçekleştirdiği 'Ambalaj Malzemeleri ile Cam Ambalajın Tüketicilerin Yaşam Kalitesine Katkıları' başlıklı araştırma cam konusunda tüketici algısını ölçmüştür.

Tüketicilerin cam ambalajı tercih etmesindeki temel unsurları araştırma şöyle özetlemektedir:

- Avrupalı tüketicilerinin % 65'i cam ambalajı, içindekinin ürün ya da malzemenin tadını en iyi şekilde koruduğu için seçtiğini ifade etmektedir.
- Tüketici, cam ambalajlı ürünleri prestijli ürün kategorisinde değerlendirmekte ve daha kıymetli bir değerle ilişkilendirmektedir.
- Bakterilere karşı doğal bir koruma oluşturan cam ambalaj, araştırma sonuçlarına göre tüketici tarafından sağlıklı bulunmaktadır.
- Avrupalı tüketicilerin % 50'si camı çevre dostu bir ambalaj olarak ilk sıraya koymaktadır. 9000 tüketicinin %80'i camın kalitesinden hiçbir şey kaybetmeden tamamen geri dönüşebileceğini bilmektedir.



Avrupa çapında gerçekleştirilen araştırma, cam ambalajın sağlıklı ve kaliteli yaşam sürme eğiliminin bir göstergesi olduğuna işaret etmekte; tüketicilerin camı tercih nedenlerinin başında tadı koruması, sağlıklı olması ve çevre etkisinin en az olması geldiğini göstermektedir.

Camın artısının çok olduğu bir gerçek. Ancak şuna da dikkat edilmelidir ki, söz konusu araştırmanın da bir kere daha işaret ettiği tüketicinin cam ambalaj konusundaki bu pozitif algısı dün ve bugünkü bilgi ve deneyimleriyle oluşturduğu bir algı ve tutumdur. Geleceğin, farklı, belirsiz ve değişik bir sahne sunacağını gözönünde bulunduracak olursak cam ambalaja yönelik bu pozitif algı ve tutumun sürdürülmesi için mevcut artılara artı değerler katmanın şart olduğu görülmektedir.

### **Gelecek: Farklı, Belirsiz, Değişik Bir Sahne**

Değişimin hızı, yönleri ve büyüklükleri geleceğin belirsiz ve karmaşık ortamını derinleştirecek gibi gözükmektedir. Nedenleri ise çok çeşitli:

Dünya nüfusu hızla artıyor. Su ve gıda ihtiyacının şu anda da yüksek olduğu az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde nüfus artış hızı diğer gelişmiş ülkelere göre daha yüksek olacaktır. Her yıl beslenmesi gereken 70 milyon insan dünya nüfusuna eklenmektedir. 2050 yılına gelindiğinde 9 milyara ulaşacağı tahmin edilen dünya nüfusu için beslenme tipleri ve alışkanlıklarının değişmesi kaçınılmaz olacaktır.

Fosil esaslı enerji kaynaklarının rezervi gün geçtikçe azalıyor olmakla birlikte bu kaynakların çevreye etkisi de büyüktür. Dünya alternatif, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelirken, cam endüstrisi giderek kaynağı azalan, pahalılaşan, çevreye zarar veren bir enerji çeşidine bağımlı kalmamalıdır. Cam üretiminin 'enerji yoğun' endüstri kategorisinde yer aldığı unutulmamalıdır. Keza kullandığı enerjinin %80'i fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Cam ambalaj üretiminin de bağımlı olduğu bu kaynaklar sorun haline gelmeden belli şekillerde ele alınmalı ve belki de değişik enerji kaynaklarını kullanarak üretim yapabiliyor olmanın yolları aranmalıdır. Doğayı kirletmeyen bir ambalaj malzemesinin üreticisi olarak, bunu üretirken kullanıldığında yerine gelmeyecek enerji kaynaklarını kullanıyor olmamalıyız. Yenilenebilir enerji kullanımı gelecekte şart olacaktır. Endüstrilerde yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımı için yapılan yatırımlar giderek artmaktadır.

Sağlık bilincinin artması, kalabalıklaşan nüfus, değişen tüketici beklentileri, yaşam tarzlarının çeşitlenmesi gıda ve içecek sektörlerinde de ürün sayısının artmasına neden olmaktadır. Özellikle gıda ve içecek pazarında her ay dünyada binlerle ifade edilen yeni ürün çeşidi pazara sunulmaktadır. Bu, ambalaj açısından yeni ürünlerin kavramdan rafa geçiş zamanını çok kısalttığı gibi ambalajda da standartlıktan özele bir geçiş olduğunu göstermektedir. Tüketicinin sürekli değişen ve gelişen beklentilerine cevap verebilmek ambalajlı gıda ve içecek ürünlerinin pazarda var olabilmesi için şarttır. Bu nedenle hızlı olmak ve özele hitap eden bir üretim anlayışı cam ambalaj endüstrisi için giderek bir şart haline gelmektedir. Çünkü ancak bu şekilde var olmak için hızlı olmak durumunda olan müşterilerimize ayak uydurulabilecektir.

Her şeyde daha azı kullanma, ihtiyaçları hep her şeyin daha azını kullanarak karşılayabilmek önemli hale gelmektedir. Buna göre tüketiciler giderek daha az ambalaj kullanılarak sunulan ürünlere yönelmekte ve geri dönüştürülebilir ambalajları tercih etmekte. 'Daha az' olgusu çevre etkisi ve iklim değişikliği ile kural koyucuda ve tüketicide giderek bir inanç halini almaya başlamıştır. Yani ambalaj malzemelerinde öncelikle azaltmayı, yeniden kullanmayı ve geri dönüştürmeyi öne alan bir dizi daha da zorlaştırılmış kurallar silsilesi ile önümüzdeki dönemlerde daha çok karşılaşacağımız ortadadır.

Gelecekteki karmaşıklığın nedeni olacak olan aslında tüketicinin kendisi olacakmış gibi görünmektedir. Yani yarının en önemli unsuru tüketici olacaktır. Çünkü internetin büyük etkisi altında olan, her yönden veri bombardımanına tutulmuş tüketiciler giderek daha fazla teknoloji kullanmakta, daha fazla bilmekte ve giderek bilinemez, kestirilemez şekilde davranmaya başlamaktadır.

Özetle gerek nüfus artışı, gerekse çevresel koşulların değişimi ile gıda ve içeceklerin temini, işlenmesi ve ambalajlanmasında önemli değişiklikler olacağını beklememiz gerekmektedir. Bu yapı içinde düşük maliyetli, yüksek performanslı, sürdürülebilir bir yaratıcılıkla yeni çözümler bulan bir endüstri haline gelmemiz gerekmektedir.

Cam endüstrisinin ve pazarlamanın görevi sürprizlerle dolu rekabet ortamında geleceğe hazır olmak, enerji ve hammaddeden tasarruf edip atıkları azaltma yönünde yaratıcılığını kullanmaktır.

### **İnovasyon=Yaratıcı Yenilikçilik**

Türk Dil Kurumu (TDK) inovasyon için 'yenileşim' karşılığını vermiş; inovasyonu değişen koşullara uyabilmek için toplumsal, kültürel ve yönetsel ortamlarda yeni yöntemlerin kullanılmaya başlanması olarak tanımlamıştır.

İnovasyon değer yaratmak için fikirleri eyleme dönüştürmektir. Yaratıcılık ise yeni fikirlerle ortaya çıkar. Dolayısıyla inovasyon için 'yaratıcı yenilik' demek belki daha uygun düşüyor diyebiliriz.

Karmaşık ve belirsiz olan bir gelecekte ya her şeye hazırlıklı olacağız ya da geleceği kendimiz belirleyeceğiz. Bunun birincisi oldukça zor. İkincisi ile ilgili en azından kendimiz bazı şeyler yapabiliriz diye düşünmeliyiz. Bu da yaratıcı yenilikçiliğin, inovasyonun bir süreç haline getirilmesi ile mümkün olacaktır.

İnovasyon, yeni veya iyileştirilmiş ürün, hizmet veya üretim yöntemi geliştirmek ve bunu ticari gelir elde edecek hale getirmek için yürütülen tüm süreçleri kapsar.

İnovasyon yönetimi, firmanın teknolojiyi, iş süreçlerini ve insan ilişkilerini inovasyonu destekleyecek ve teşvik edecek şekilde yönetmesidir.

Bir araştırmaya göre 2011'in en inovatif 50 firması içinde bir cam ambalaj veya bir ambalaj üreticisinin olmadığı görülmekte. İlk 10'un ise hemen hepsi yeni teknolojiler kullanılan bilgi bazlı firmalardan oluşuyor. Burada önemli bir husus da bu 50 firmanın 36'sının bir önceki yıl bu listede olmadığı. Bu da inovasyonun ne kadar hızlı, yaygın ve bütün endüstrilerde geçerli bir yol olduğunu bize göstermektedir.



## 2011'in İnovatif Şirketleri

Sıra	Firma	Geçen Yıllık Sıra
1	Apple İş dünyasını şekillendiren ürün ve hizmetleri için	3
2	Twitter Beş yıldır iletişimi yeniden tanımlayan devasa büyümesi için	50
3	Facebook 600 milyon kullanıcısı için	1
4	Nissan İlk kez büyük pazarlara ulaşan elektrikli arabayı ürettiği için	-
5	Groupon Perakendeyi canlandırdığı için	-
6	Google Arama deneyimini sürekli yükselttiği için	4
7	Dawning Dünyanın en hızlı bilgisayarını yaptığı için	-
8	Netflix PC, telefon, TV'de internet üzerinden yayın yapmada başarısı için	12
9	Zynga 500 milyon dolarlık sosyal oyun ağı için	-
10	Epocrates Doktor ve hemşirelere ilaçlar hakkında online bilgi sağladığı için	-

*Kaynak: Fast Company*

Peki böyle bir listeye girmek için acaba ne yapılmalı? Şu farazi örneği ortaya atalım: Aynı yumurta ikizi olan kardeşleri düşünelim ve bu ikizlere bir hafta içinde yaratıcı bir proje fikri geliştirme görevi verilmiş olsun. Bunlardan biri odasından çıkmadan proje geliştirmeye çalışsın. İkincisi ise bu süre içinde 10 kişi ile konuşsun, 3 tane inovasyoncu girişimi ziyaret etsin ve neler yaptıklarını öğrenmeye çalışsın, pazara yeni sunulmuş 5 ürünü incelesin, kendi hazırladığı prototipleri çeşitli kişilere gönderip fikirlerini alsın, ağlar kursun, değişik perspektifleri biraraya getirmeye çalışsın, bütün bunları yaparken defalarca her gün 'bunu böyle yapmasaydım, başka şekilde yapsaydım nasıl olurdu' veya 'bunu niye böyle yapıyorum' diye sürekli kendi kendine sorsun.

Yaratıcı fikri kimin bulabileceğini düşünecek olursak herhalde ikinci ikizin daha şanslı olduğunu söyleyebiliriz.

### İnovasyonun DNA'sını Oluşturan Keşfetme Yöntemleri

İnovasyonun temel yapıtaşlarını oluşturan yöntemler esasında keşfetme yöntemleridir diyebiliriz. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Sorgulama
- Gözlem
- Deneyler yapma
- Ağlar kurma
- İlişkilendirme

Bu yöntemler uygulandığında mevcut düzenin yani statükonun dışına çıkabilmek mümkün.

Sürekli olarak sorgulamak; yeni iş yapma biçimlerini, ipuçlarını yakalamak için gözlem ve provalar yapmak; değişik perspektifleri aynı sorunun üzerinde toplamak için ağlar kurmak ve bu farklı aktiviteleri ilişkilendirerek anlamlı sonuçlara ulaşmaya çalışmak... İşte inovasyonun temel yapıtaşları bunlardır.

Burada dikkat çekilmesi gereken bir husus yaratıcı yeniliğin/inovasyonun icattan daha çok keşfe dayandığıdır.

**Sorgulama** sayesinde inovasyoncular, mevcut statükoyu yıkıp yeni olasılıkları dikkate alır. Peter Drucker 50 yıldan uzun bir süre önce kışkırtıcı soruların gücünü şöyle açıklıyordu: 'İşin en çetrefilli ve önemli tarafı, doğru cevapları bulmak değil doğru soruları bulmaktır.' İnovasyoncu girişimciler, etkili soruları sorabilmek için aşağıdaki sıralamayı izlemelidir:

- Neden?
- Neden olmasın?
- Olursa ne olur?

**Gözlem yapmak** suretiyle inovasyoncular, müşterilerin, tedarikçilerin ve diğer şirketlerin faaliyetlerinde yeni iş yapma yöntemleri sunan ufacık davranışsal ayrıntılar yakalar. Keşfetme güdüsüyle hareket eden yöneticiler gayet sıradan olayları özellikle de potansiyel müşterilerin davranışlarını dikkatle inceleyerek sıradışı sonuçlar çıkartır.

**Deneyler yaparak**, hiç bıkmadan yeni deneyimlerin provasını yaparlar ve dünyayı keşfederler. İnovasyoncular her şeyin merkezine deney yapmayı yerleştirir.

**Ağlar kurarak**, farklı özgeçmişlere sahip bireylerle ilişkiye geçerek kökten farklı perspektifler edinirler. İnovasyoncu girişimciler, kendi bilgi dağarcıklarını geliştirmek için farklı türden fikirlere ve perspektiflere sahip bireylerle yollarını çakıştırır.

**İlişkilendirme** veya başka bir ifadeyle farklı alanlardaki ilişkisiz soruları, sorunları ya da fikirleri başarılı bir şekilde pürüzsüzce bağdaştırabilme yeteneği, inovasyoncuların DNA'sında merkezi bir rol oynar.

İşte bu yöntemler ışığında gerçekleştirilmiş birçok inovasyon örneği görmekteyiz. Bunların ortaya çıkışını tetikleyen nedenler, inovatif sonuçları doğuran etkenler çok çeşitli olabilmektedir. Kimisi devrimsel olabilmekte, kimisi neden olmasın sorusunun cevabı olarak ortaya çıkmakta, kimisi de ihtiyaçlardan doğabilmektedir. Bazı inovatif örnekleri burada sıralamakta yarar var:

**Devrimsel inovasyon yapabilmeyi başarmak:** AB'nin Sürdürülebilir Kalkınma Programı kapsamında, 'geleceğin ambalajı' olarak destek verdiği bio-ayrışımli ambalajların, gelecek beş yıl içinde resin teknolojisindeki gelişmelerle geleneksel petrol bazlı ambalajları pazardan sileceği tahmin edilmektedir.

Pepsi, Mart 2011'de tamamen bitkisel malzemelerden üretilmiş yeni bir şişe geliştirdiğini duyurmuştur. Coca Cola ise şu an %30'u bitkisel malzemelerden oluşan plastik şişeleri kullanmaya başlamıştır.





**Daha Başkayı Sorgulamak:** Teneke ambalajın tüketici algısında geleneksel bazı zayıflıkları vardır. Bunlardan biri metalik tattır, diğeri de açılıp kapanma sorunudur. Teneke kutu üreticileri bu iki sorunu başarı ile çözecek yenilikçi tasarımlar ortaya koymaya çalışıyorlar: Metalik tadı ortadan kaldıran bir kaplama malzemesi geliştirmek ya da açılıp kapanmayı mümkün kılan bir kapak düzeneği oluşturmak gibi.

**Neden Olmasın Demek:** Interpack 2011'de Scaldopack adı verilen bir poşet ambalaj, bebek mamasından askeri alana kadar geniş bir kullanım sahası sunmaktadır. Bu ambalajın kendi kendini ısıtabilen veya kendi kendini soğutabilen iki farklı türü bulunmaktadır.

**Kimsenin yapmadığını yapmak:** Anadolu Cam Sanayii'nde üzerinde çalıştığımız bazı inovatif projelerimizden örnek verecek olursak:

Yemeklere veya salatalara zeytinyağı dökerken etrafı kirletmemek ya da gerektiği ölçüde yağ kullanabilmek için müşterimizle beraber geliştirdiğimiz, patentli bir aerosol kafaya sahip şişe ürettik.

Gençler arasında trend yaratmak için yine müşterimizle beraber geliştirmeye çalıştığımız ve içecek sektörü için bir ilk olan komik kafa (funny finish) şişeleri portföyümüze kattık.

Bir müşterimizin piyasaya sunacağı su şişesine kör alfabesi ile Türkçe ve İngilizce 'su' sözcüğünü kabartmalı olarak yerleştirdik. Markanın diğer faaliyet alanlarındaki lüks ve premium algısı, çevreye ve sosyal projelere duyarlılığı gözönünde bulundurularak bu uygulama ile farklı bir boyuta taşınmıştır.

**Teknolojiyi Kullanmak:** Kör alfabesinin ve kör alfabeli aygıtların dezavantajını ortadan kaldıran, günlük hayatta her an karşılaşılabileceğimiz basılı malzemeleri okuyarak sese çeviren dolayısıyla görme engellilere, yaşlılara, okuma-yazma bilmeyenlere önemli şekilde ufuk açan bir yenilik olarak Voicestick aygıtı teknolojik imkanların en iyi şekilde kullanıldığı ürünlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

**İhtiyaçları Bir Üründe Karşılama:** Yakınsamanın yani "convergence"ın artı değer yaratma, artı değer katma imkanlarını iyi gösteren bir ambalaj olarak Anti-Bottle adı verilmiş bir poşet ambalajla aynı üründe birçok ihtiyaç karşılanabilmektedir. Ürün hem çevreci, hem pratik, hem sağlıklı özelliklerine sahip bir su ambalajı olarak lanse edilmektedir.

**İlgisiz Konuları İlişkilendirmek:** İnovasyonun önemli niteliklerinden biri de belki ilgisiz konuları ilişkilendirmektir. Nokia için geliştirilmiş olan bir tasarım telefonu buna örnek teşkil etmekte. Bu telefon aslında bilinen bir gerçekten yani karbonhidratların elektrik enerjisine çevrilebilmesinden hareket etmektedir. Telefon, pil kısmındaki hazneye doldurulan kola sayesinde şarj edilebilmektedir. Burada tasarımcının ortaya koyduğu asıl konu esasında günlük olarak rastlayabileceğimiz şeylerin alternatif bambaşka şekillerde kullanılabileceğidir.

**Topyekün Çözümler Sunabilmek:** Osaifu-Keitai denilen Japonca'dan çevirisi 'cep telefonu cüzdan' olan bir ürün Japonya'da çok yaygın olarak kullanılmakta olup, bir cep telefonunun hem cüzdan, hem kimlik kartı, hem kredi kartı için kullanılabilesine olanak tanımaktadır. Yakınsamanın yani convergence'ın çok iyi bir örneği olan bu aygıt sayesinde biletinizi alabilmekte, check-in yapabilmekte, otel ücretinizi, vs ödeyebilmektesiniz.

**Deneyelim Olur Demek:** Cam ve plastiğin birleşiminden elde edilmiş olan LibreTea Glass Kanada'da satışa sunulmuş olan içi cam, dışı plastik kaplı bir bardak+demlik sıcak içecek kabı. İçi tat ve sağlık açısından cam, dışı sağlamlık açısından plastik kaplı, demliğini ise kapak kısmında bulundurmaktadır. İç-dış mekanlarda rahatlıkla kullanılabilen bir üründür.

**Yarar Sağlamak, Değer Katmak:** Pepsi Cola'nın sosyal paylaşımcı içecek otomatı dokunmatik ekranı sayesinde girdiğiniz konuları ve mesajları bir mobil telefon vasıtasıyla arkadaşınıza yollayarak ona bir meşrubat ısmarlamanızı bile mümkün kılmaktadır.

**Çözüm Belki Gözümüzün Önünde:** İlk bebek küvezine civciv kuluçka makineleri ilham vermişti. Az gelişmiş ülkelerde bu çok modern, pahalı ve karmaşık cihazların hem satınması zor hem de başılsansa da kullanımı, bozulduğunda tamiri neredeyse imkansızdır. Endonezya'da bir hastaneye başılsanmış küvezlerin bir kenara atıldığını gören bir MIT profesörü bir doktor soruna bir çözüm buldu: Ülkedeki araba tamircileri her model ve yaşta arabaların bakımını yapıyor, arızasını giderebiliyor olmaları sonucu bol miktarda bulunan araba parçalarından bakımı ve çalıştırılması son derece kolay Neo Nuture küvezinin yapılmasını sağladı.

Bu son örnekte olduğu gibi iyi fikirler Neo Nuture cihazı gibidir. Kaçınılmaz biçimde etrafta bulunan parçalar ve becerilerle sınırlıdır. Fark yaratan inovasyonları biz hep, eski fikirleri ve etraftakileri dikkate almayan, aniden doğmuş yeni fikirler olarak hayal ederiz. Oysa fikirler BRİKOLAJ eseridir: Mevcut ıvrı zıvrıkların, parçaların üzerine inşa edilir.

### Cam Ambalajda İnovasyon Yaratmak için Ne Yapılmalı?

Genel olarak cam ve cam ambalaj endüstrisi de aslında içe dönük ve birinci önceliği her zaman stabilite, kararlılık olan bir endüstridir.

Önümüzdeki dönem daha kararsız, değişken ve belirsiz olan bir dönem olacaktır. Dolayısıyla naturası kararlılık üzerine kurulu olan böyle bir endüstrinin daha kararsız, değişken ve belirsiz olacak bir gelecekte fonksiyonlarını sürdürmesi gerekmektedir.

Bunu gerçekleştirebilmek için endüstri olarak bazı soruları kendimize tekrar tekrar sormamız gerekmektedir. Çünkü gelecekte rekabet fiyat, kalite gibi alışılmış konular dışında olacak. Başka alanlardan inovatif destek alabilmek için ise sorular sorarak işe başlamalıyız:

- İnovasyonu sadece cam ambalajda gerçekleştirmek yetecek mi?
- İnovasyonu sağlayacak artı değer başka alanlarda gizli olamaz mı?
- Cam ambalaj için ağırlık ve kırılabilirlik en önemli iki sorun. Ancak sadece buna odaklanılması doğru mu?
- Cam ambalaj hibrid bir ambalaj olabilir mi?
- Diğer cam endüstrilerinden teknoloji transferi yapılamaz mı?
- Kapağından, etiketine ya da dış yüzey kaplamasına, nakliyesinden, nakliye aracına, paletinden, dış ambalajına ve daha önce hiç düşünülmemiş cam ambalajla ilgili tüm konularda topyekün çözümler getiriyor olmak gerekmeyecek mi?

Doğal olarak bunlar ve bunlar gibi sorular üzerinde çok tartışılacak noktalar olabilirler, ancak burada önemli nokta camın artık koalisyon fikrine alışması gerektiğidir. Cam endüstrisi kendi içinde ve dışında takımlar içinde yer almalıdır. Her şeyden önce de tüketicileri ile beraber hareket ediyor olmalıdır.

Cam ambalajın, odağına kurumları, kuruluşları, endüstrileri, rakiplerini de alarak bazı çözümlere beraber varmaya çalışması gerekmektedir. Kendi içinde yaratıcılığı destekleyen, besleyen yapılarla gitmesi, açıklığı stratejisi haline getirmesi gelecekte var olabilmesi için bir şart haline gelmiş durumda.



Aslında cam endüstrisi böyle davranması gerektiğinin farkında. Örneğin Owens-Illinois 2009 yılı başlarında bir esin laboratuvarı (Ideation Center) kurmuştur. Burada müşterileri ile beraber ortak çalışmalar sürdürerek devrimsel cam ambalajla ilgili yenilikleri yapmaya çalışmaktadır.

Diğer bir örnek de bizden: Anadolu Cam olarak 2006 yılında artık her şeyi kendimizin yapamayacağımızı düşünerek, örgütümüzü müşteri ve diğer endüstrilerle, eğitim kurumları ile koalisyon içinde hızlı yenilikçi çözümler üretir hale getirmek için Tasarım Merkezimizi kurmuş bulunmaktayız.

## **Sonuç**

Geleceğin dünyasında cam ambalaja en sağlıklı ambalaj malzemesi olmak tek başına yetmeyecektir.

Cam ambalaj endüstrisi yaratıcı yenilikçiliği ortaya çıkaran, yani inovasyonu destekleyen bir yönetim anlayışı içinde geleceğe hazırlanmalıdır.

Yapılması gereken açık olmak ve sinerji yaratmaktır.

Artık şirketlerin her şeyi kendi başlarına yapamayacakları bir dünyada yaşıyor olduğumuz gerçeğinden yola çıkarak sadece kendi AR-GE faaliyetlerimize bağlı kalmayan, dış kaynaklara yani üniversitelere, birlikte çalıştığımız tedarikçilere, tüketicilere yönelmemiz gerekmektedir. Böylelikle ürün üretim sürecinin ötesinde her türlü iş alanında inovasyon faaliyetlerimizi dış dünya ile işbirliğine açmış olacağız. Farklı bakışa, görüşe, teknolojilere sahip olduğumu bildiğimiz her alandaki kişilerle buluşmayı yöntem yapmak durumundayız.

Geleceği bilmiyoruz. Ancak gelecek şimdi başlıyor.





## Otomotiv Camları Perspektifinden Teknik Inovasyon

Dr. Reha Akçakaya

[rakcak@sisecam.com](mailto:rakcak@sisecam.com)

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otomotiv Camları Başkan Yardımcılığı | Düzcamlar



*Dr. Reha Akçakaya makine mühendisliği lisans ve yüksek lisans çalışmasını Boğaziçi Üniversitesi'nde tamamladıktan sonra 1988 yılında Cam Araştırma Merkezi'ne katıldı. 1991 yılında Şişecam Bursu ile devam ettiği New York State College of Ceramics'ten cam bilimi dalında yüksek lisans derecesi aldı. Şişecam'da Yeni Ufuklar yeniden yapılanma projesinde Ar-Ge başlığı altında görev aldı. 2001 yılında Marmara Üniversitesi'nde endüstriyel kurumlarda Ar-Ge etkinliğinin ölçülmesi konulu tezini tamamlayarak mühendislik yönetimi dalında doktora ünvanı aldı. 2001 yılından itibaren Trakya Otocamlar bünyesinde Kalite, Mühendislik ve Ürün Geliştirme ve Fabrika Müdürlüğü görevlerini üstlendi. 2009 yılından bu yana Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otomotiv Camları Başkan Yardımcılığı görevini yürüten Akçakaya Uluslararası Cam Komisyonu'nda çeşitli görevler de üstlendi. Özellikle camlarda stres oluşumu ve kırılma konusunda çeşitli yayınları bulunmaktadır.*

Günümüz otomobiline yüz bin patent ve zincirleme inovasyonlar sonucunda ulaşılmıştır. Modern araçlarda görmeye başladığımız hidrojen, hibrid, elektrik teknolojisi, dört tekerlekten çekiş, çok valften besleme gibi yeniliklerin aslında uzun yıllar öncesinin buluşları olması, inovasyonun buluşlarla değil toplumun kabullenmesiyle ilgili olduğunu göstermektedir.

Yeniliklerin ekonomik değere dönüşebilmesi için yaratıcılıktan çok uygulamaya odaklanması zorunludur. Otomotiv camları, otomotiv sanayinin at arabasından evrilerek ortaya çıktığı 1770'lerden bu yana ihtiyaçlara uyum göstererek çeşitli şekillerde hızla değişime uğramıştır. Bu inovasyonların itici gücünü toplumun ve dolayısıyla devletin koyduğu emniyet ve çevre zorunlulukları yanında kullanıcı talebi olan maliyet, konfor, performans, estetik gibi unsurlar oluşturmaktadır. Bildiride, hızlı değişim süreci içindeki otomotiv camı imalatçısının karşı karşıya olduğu zorluklar ve geliştirdiği çözümler anlatılmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** inovasyon, otomotiv camları

## Otomotiv Camları Perspektifinden Teknik İnovasyon



**Dr. Reha Akçakaya**  
**Trakya Cam Sanayii A.Ş.**

## Sayılarla otomotiv sanayii

- Dünyada 74 milyon adet /yıl üretim
- 600 milyon araç parkı
- 2 trilyon € yıllık satış cirosu
- 100,000 patent
- İlk 5 şirket 30 milyar \$ Ar-Ge harcaması yapıyor
- 100 otomotiv inovasyonundan sadece 17 tanesi satın alınıyor.
- Türkiye'nin en büyük ihracatçı sektörü
- Türkiye dünyada 16. , Avrupa'da 5. sırada
- 11 ana sanayii, 16 yan sanayii Ar-ge Merkezi

3	4,367,584	18,264,667
2	1,318,558	9,625,940
5	5,030,338	7,761,443
9	353,576	5,905,985
6	405,735	4,271,941
3	820,085	3,648,358
4	722,199	3,536,783
3	474,387	2,387,900
3	954,961	2,345,124
9	305,403	2,227,742
0	1,102,166	2,071,026
7	1,090,126	1,644,513
4	232,440	1,599,454
2	194,882	1,403,244
4	123,019	1,393,463
4	491,163	1,094,557
8	6,867	1,076,385
0	84,376	869,376
9	284,190	857,359



## Atlı araba → Atsız araba



cabriolet



wagon(ette)



Coupe



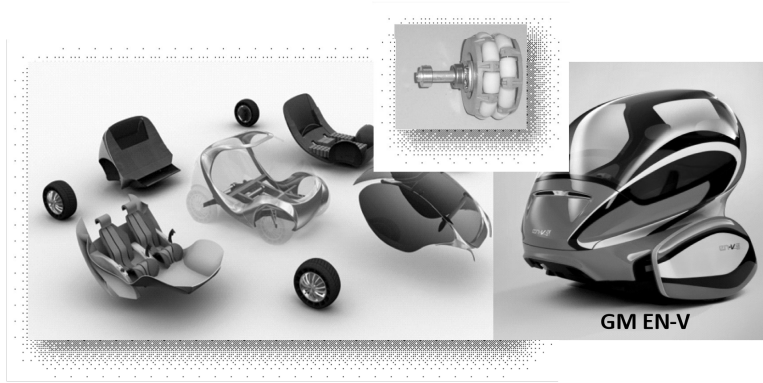
## Otomotiv nereye gidiyor?



Tasarım, güç, mobilite

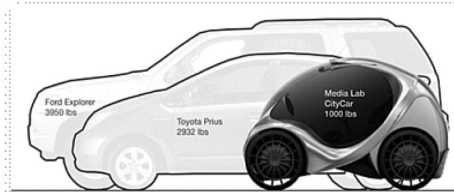
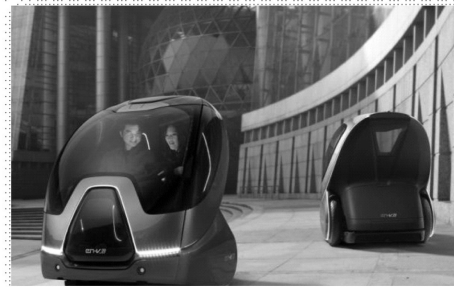
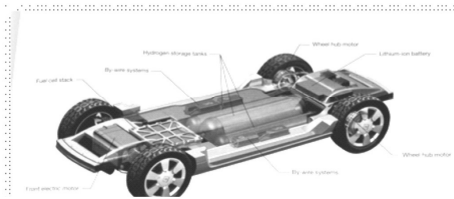
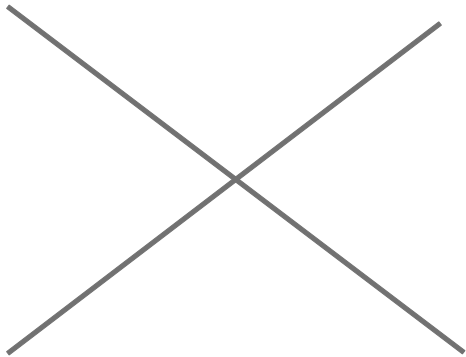
## Tasarım

- Motorlu robot tekerlekler
- Önden kapı
- Dengede iki tekerlekli
- Park için katlanma



## Elektrik gücü

- Modüler, hafif, küçük
- Hibrid, hidrojen yakıt hücresi, *plug-in*

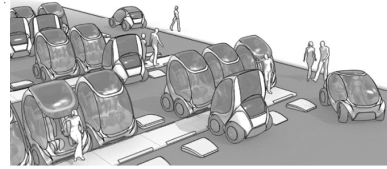
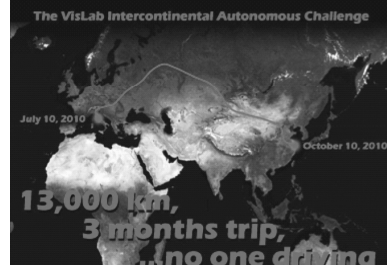






## Kent içi trafik

- Akıllı sistemler
  - Sürücüsüz (eller serbest) araçlar
  - Çarpışma önleyici sistemler
  - Topluluk halinde seyir
- Park sistemleri
- Şarj istasyonları
- Araç havuzları



Geleceği doğru öngörüyor muyuz?



*Günümüz otomobili ... son noktaya kadar mükemmelleşmiştir.  
Bunun en inandırıcı kanıtı, bu yılki iki oto şovda sunulan araçların  
geçen yılliklere göre hiçbir yenilik sunmamış olmalarıdır.*

Scientific American, Ocak 1910



*Yüksek maliyet ve yetenekli şoför bulunmaması nedeniyle dünyada  
en fazla bir milyon araca çıkılır.*

Wilhelm Gottlieb Daimler



*"Nasıl yani, güvertenin altında bir ateş yakıp rüzgara ve akıntıya  
karşı gidecek bir gemi mi ? .....benim bu saçmalıkları dinleyecek  
zamanım yok!*

Napoleon Bonaparte, 1800'ler



*(Telefon) büyük bir buluş, ama kim kullanmak ister ki?*

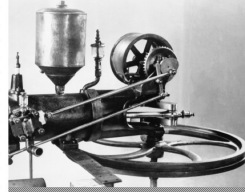
Rutherford B. Hayes, ABD Başkanı, 1872

inovasyon = buluş





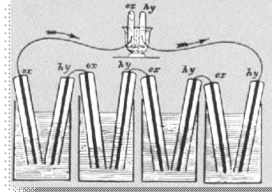
Verbiest  
1672



Christian Huygens  
1680



Francois de Rivaz  
1813



William Grove  
1838



Thomas Davenport  
1834



F. Porsche  
1900



Frederick Lanchester  
1901

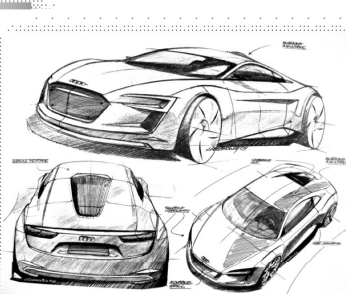
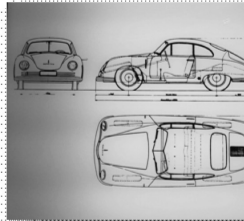


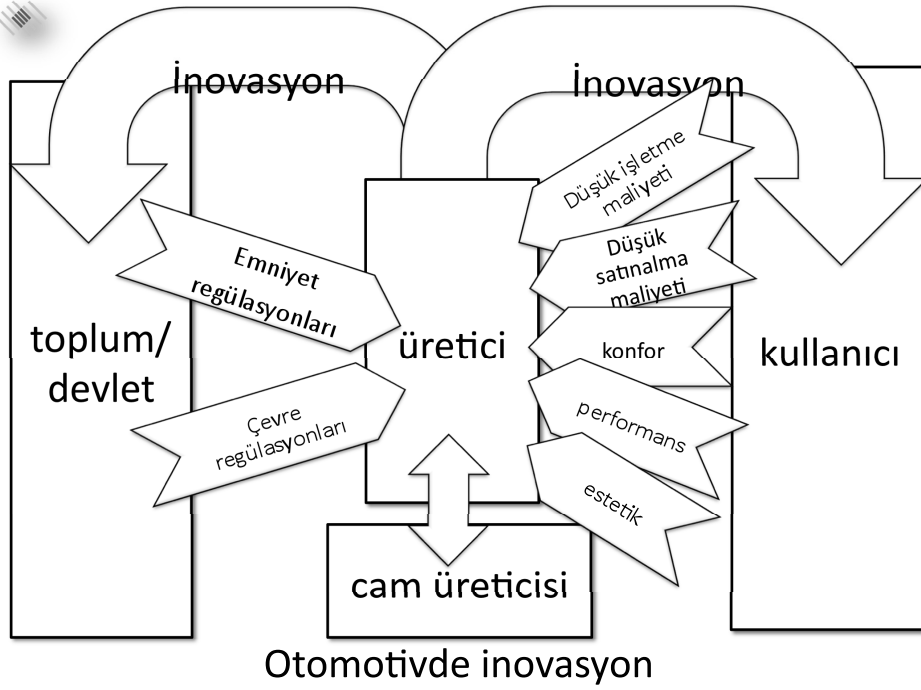
Jakobus Spijker  
1902

İnovasyonun gerçekleşmesi için iyi bir fikirden çok bu fikre ekonomik anlam katacak ısrarlı çaba gereklidir.



## Otomotiv camlarında inovasyonun itici unsurları

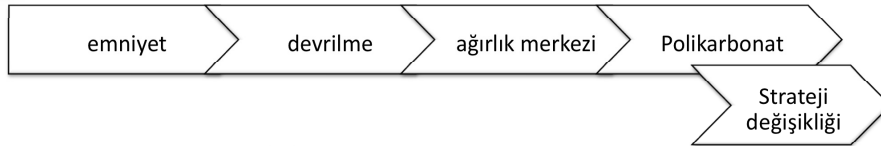
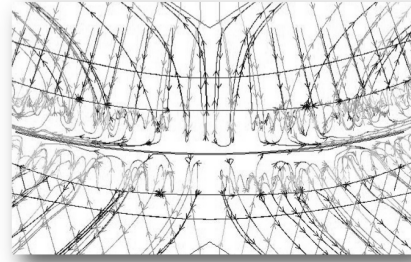
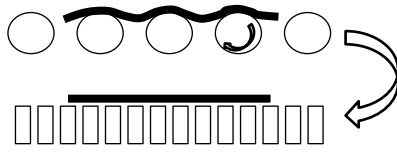
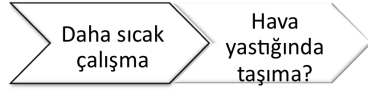




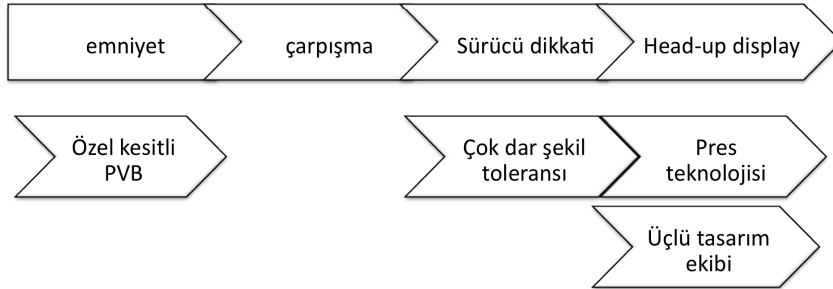
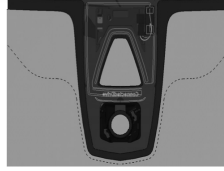
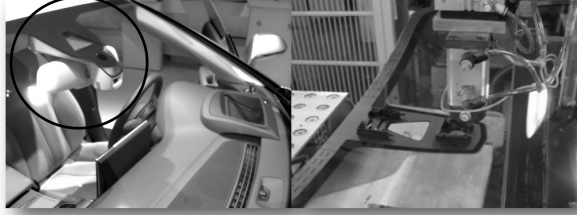
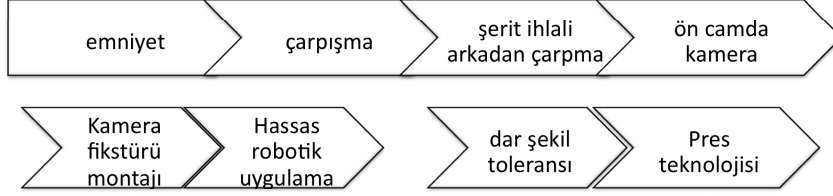
## Emniyet

Bilanço: 32 milyon ölüm  
50 saniyede bir ölüm

- Devrilmeler
- Çarpışmalar



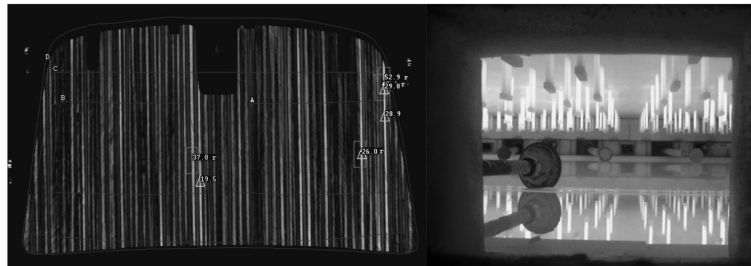
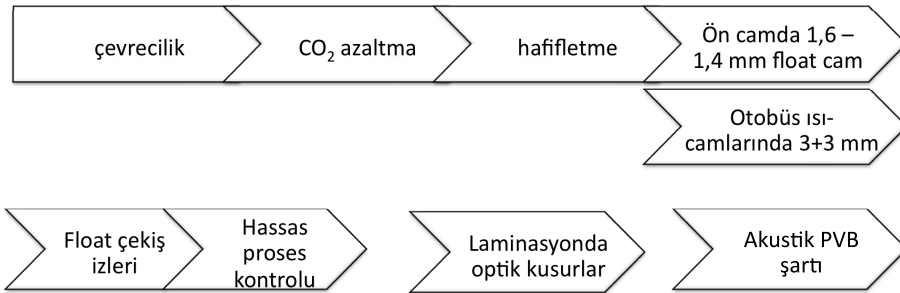
- Hafif
- Kırılmaz
- Karmaşık şekil
- Entegrasyon
- Esnek
- Kötü akustik
- Çizilir
- Pahalı

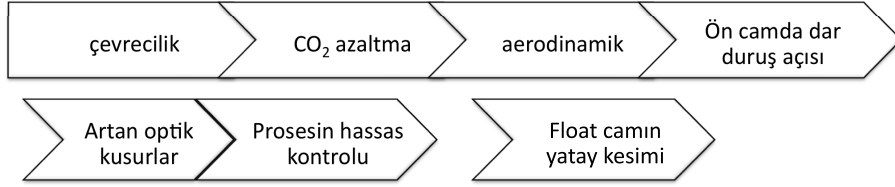




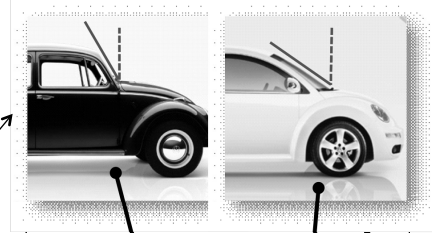
## Çevre koruma

- Küresel ısınma
  - CO<sub>2</sub> ve fosil yakıtlar
- Tehlikeli maddeler



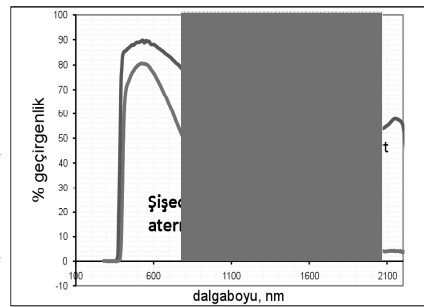
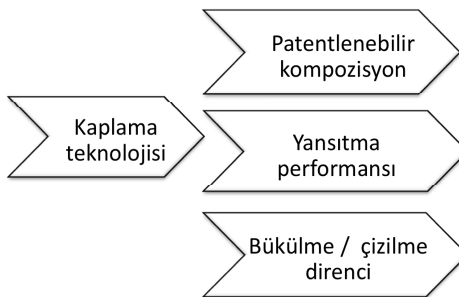


$$\text{Güç} \sim \text{Ön alan} \times \text{sürükleme katsayısı} \times \text{Hız}^3$$

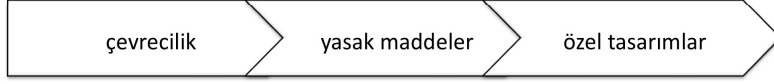


Optik etki

Duruş açısı 45 70



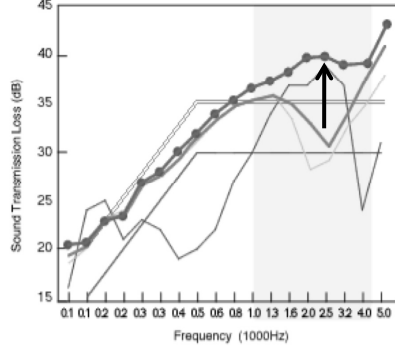




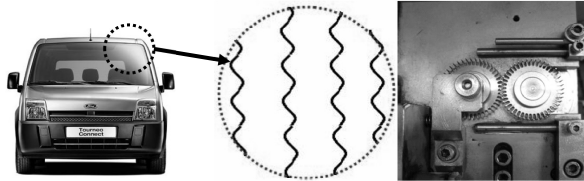
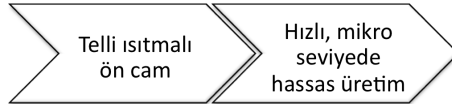
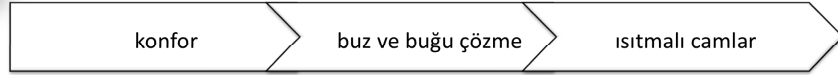
## Konfor

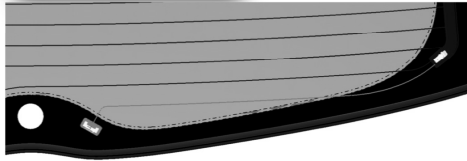
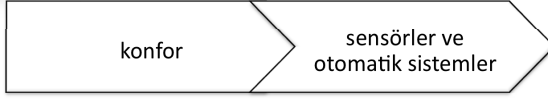
- Akustik
- Otomatik sistemler





—●— 3mm FL / 0.76mm SAF / 3mm FL (S-LEC Acoustic Film)  
 —●— 3mm FL / 0.76mm PVB / 3mm FL (S-LEC Film)





## Tasarım

- Estetik
- İşlevler

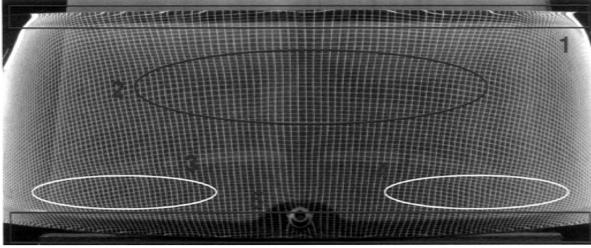




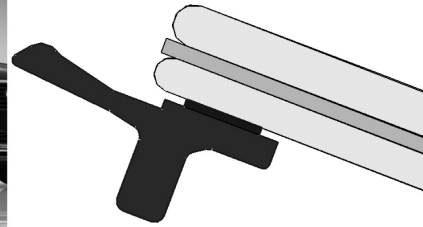
VOLKSWAGEN AG  
Werk Emden  
QS Labor

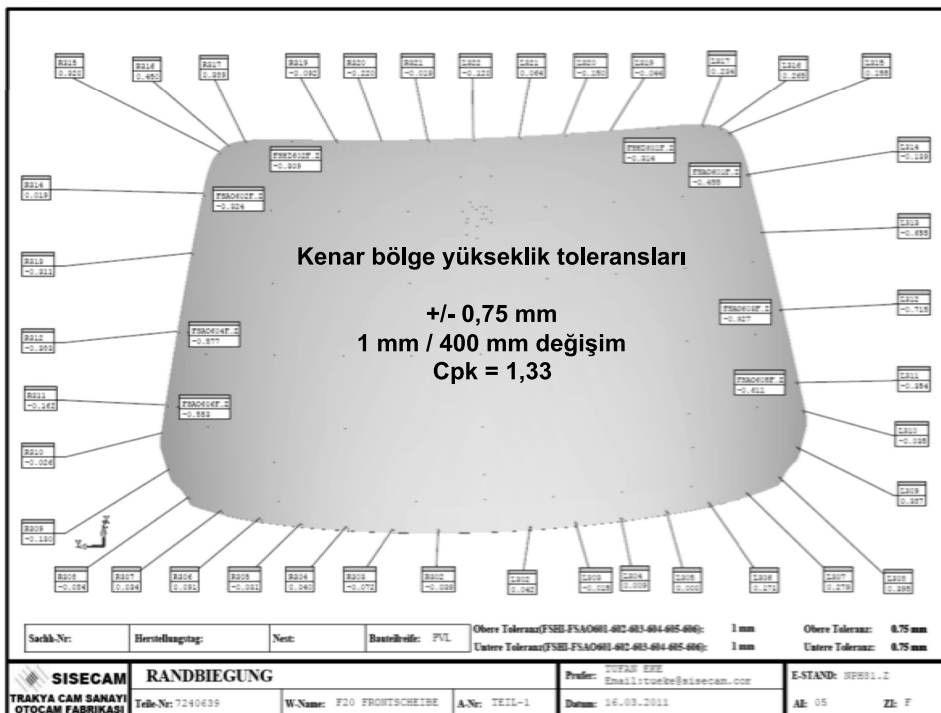
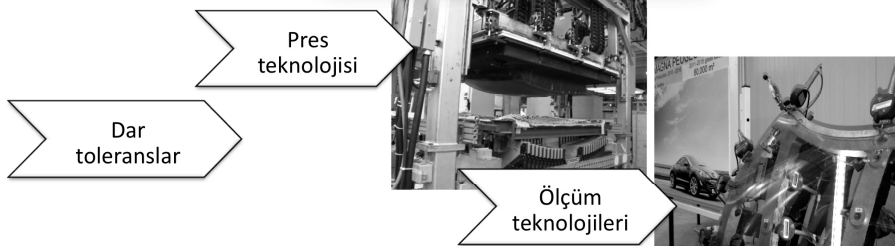
Makroskopie  
Anlage zu LB Nr. 15-L-11-00178

Seite 1 / 2

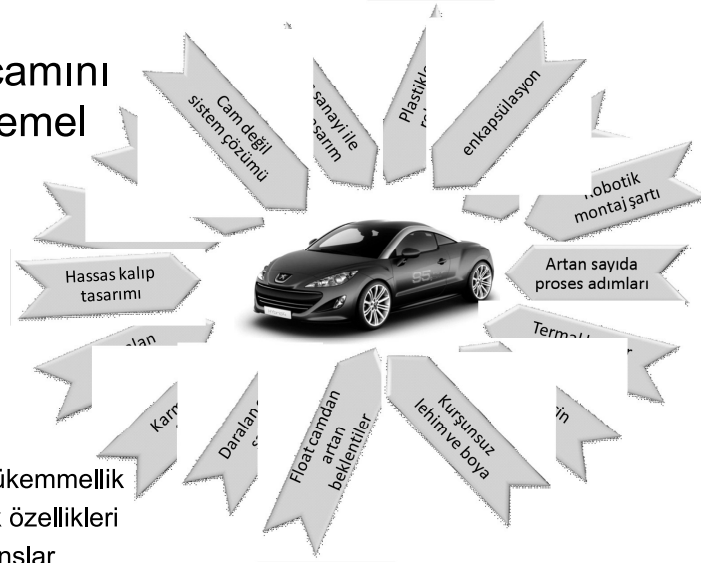


Bewertung der Reflexionsoptik nach TL 957  
Bauteil: Heckscheibe Passat B7 Variant  
Lieferant: Fa. Duracam  
Beanstandungen: horizontale Keramikränder (1) - (5): n.I.O.  
Flachstelle in der Fläche (2): n.I.O.  
Welligkeiten im unteren Scheibenbereich (3) + (4): n.I.O.





## Otomotiv camını bekleyen temel teknik görevler



- Yansıtma mükemmellik
- Float cam optik özellikleri
- Boyutsal toleranslar
- İnceltme
- Sistem entegrasyonu

## Özet

- En uzman olanlar en çok yanılıyor olabilir.
- İnovasyonun gerçekleşmesi için iyi bir fikirden çok bu fikre ekonomik anlam katacak ısrarlı çaba gereklidir.
- Kent içi ulaşımda elektrikli modüler tasarımlar ve sistemler egemen olabilir.
- Otomotiv camlarındaki inovasyonu emniyet, çevre, konfor ve tasarım tetikliyor.
- Otomotiv camlarını bekleyen görevler: yansıtma kusursuzluk, float cam optik özellikleri, daralan boyutsal toleranslar, inceltme ve sistem entegrasyonu



## Cam Ev Eşyasında Geliştirme Çalışmaları ve Geleceğe Bakış

Tuğrul Misoğlu - Zeki Alimoğlu - Haluk Erdem-Dr. Yüksel Soykut

[tmisoglu@sisecam.com](mailto:tmisoglu@sisecam.com) – [zalimoglu@sisecam.com](mailto:zalimoglu@sisecam.com) - [herdem@sisecam.com](mailto:herdem@sisecam.com) - [ysoykut@sisecam.com](mailto:ysoykut@sisecam.com)

İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası



*Tuğrul Misoğlu: Makina Mühendisliği Lisans ve Yüksek Lisans eğitimlerini 1982 ve 1985 yıllarında Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde tamamladı. Üniversitede 2 yıl süren Araştırma Görevliliği ve sonrasında yine 2 yıl süresince T&B Partners mühendislik şirketinde Kontrol Mühendisliği görevlerini takiben 1988 yılında Şişecam Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü'nde Cam Ev Eşyası Proje Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 1996 yılında Cam Ev Eşyası Grubu İş Geliştirme Müdürlüğü görevine atandı. 1997–2002 yılları arasında Beykoz fabrikası Geliştirme Müdürlüğü görevini de yürüttü. Halen İş Geliştirme Müdürlüğü görevini sürdürmektedir.*

Cam Ev Eşyası grubu, Paşabahçe, bugün itibarıyla toplam 68 hatta, günde 1700 ton cam işleyerek yılda yaklaşık 450,000 ton net cam üretiyor. Daha başka bir ifadeyle 1.5 milyardan fazla cam ürün, her yıl dünya pazarına sunuluyor. Bu rakamlar Paşabahçe'nin dünyanın en büyük ilk 3 cam ev eşyası tedarikçisinden biri olduğunu ortaya koyuyor.

Başarının arkasında son 20 yılda yaşanan teknolojik gelişmeler önemli bir yer tutmaktadır. Ancak rekabetin ve müşteri taleplerinin hızla arttığı bu sektörde gelişmelerin sürekli kılınması ve geleceğe yansıtılması önemli bir strateji oluşturmaktadır.

Sektörün kritik teknolojik başlıkları;

- Cam Teknolojisi
- Ergitme Teknolojileri
- Şekillendirme Teknolojileri / Elektronik
- Yakma Teknolojileri
- Yeni Nesil Cam Temas Malzemeleri
- Robotik
- Sanal Görme / Inspection
- Boya ve Dekor Teknolojileri
- Lazer
- Enerji Yönetiminde,

bugün bulunduğumuz nokta ve yakın gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan gelişmeler, kullanılan teknolojilerde beklenen değişimler sunuş içerisinde ele alınmaktadır. Pazarın eğilimleri çerçevesinde oluşturulan geliştirme hedefleri ana hatlarıyla açıklanmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** geliştirme, inovasyon, züccaciye



# CEE GRUBU GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI ve GELECEĞE BAKIŞ ...

Tuğrul MİSOĞLU  
Zeki ALİMOĞLU  
Haluk ERDEM  
Yüksel SOYKUT

İş Geliştirme Müdürlüğü  
Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş.

## *Paşabahçe Bugün*



- ▶ **13** fırın
- ▶ **soda, borosilikat, kristal camları**
- ▶ **1700** ton/gün **ergitme**
- ▶ **68** üretim hattı
- ▶ **450** bin ton/yıl - **1.7** milyar ad/yıl  
**net üretim**







## *CEE Dünya Pazarı Bugün*

---



*... tamamen globalleşen pazar,*

- **daha rekabetçi şartlar ,**
- **pazar kesimine**  
**ülkeye**  
**müşteriye**

**bağlı olarak özelleşerek ,**  
**çeşitlenmiş müşteri talepleri ...**



## *CEE Sektörünün Ana Teknolojileri*

---



1. Cam Teknolojisi
2. Ergitme
3. Şekillendirme Teknolojileri
4. Cam Temas Malzemeleri
5. Enerji Verimliliği
6. Sanal Görme
7. Dekor Teknolojileri
8. Robotik
9. Lazer

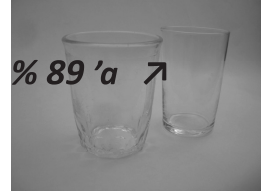


## 1. Cam Teknolojisi



### • Renk ve Işık Geçirgenliği

- son 20 yılda;  
soda camı Fe oranı % 0.027 'den % 0.022 'ye ↘  
f<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 0.009 'ultra clear'  
soda camı parlaklık % 87 'den % 89 'a ↗  
f<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≥ % 91



- yakın gelecekte soda camı için;  
Fe oranı % 0.020 , parlaklık % 90 hedefleniyor

- hammadde ve kompozisyon çalışmaları
- cam kırığı kirliliğinin azaltılması

Pasabahçe

## 1. Cam Teknolojisi



### • Bulaşık Makinasına Yüksek Dayanım

- f<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en az 2000 çevrime dayanıklı, 3.kategori kristal



- dayanım;  
deterjana, makinaya, suya, yıkama şartlarına, ve  
camı bağlı karmaşık bir sorun ...

- kompozisyon değişiklikleri; Al - Zn oranları
- alevle ikincil işlemlerde önlemler; alev şiddeti, O<sub>2</sub> dengesi
- yeni cam temas malzemeleri,
- şekillendirmede hassas basınç ve sıcaklık kontrolü

Pasabahçe



## 1. Cam Teknolojisi



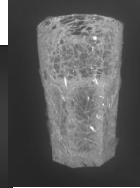
### • Yüksek Mukavemet ve Parça Dağılımı

➤ ısı temperleme kullanılan yöntem

- 4 farklı tip
- kendi tasarımımız 15hat
- kırılma enerjisi 4 kat ↗
- $\Delta T$  130 °C

➤ barlardaki şiddet küçük parça dağılımı talebini yarattı;

- Küçük parça**
- geometri değişiklikleri; *cidar*  $\geq 1.8mm$
  - yeni şoklama yöntemleri; *hareketli şoklama*
  - sol-jel kaplamalar; *yüzeysel kaplama*
- Dağılmama**
- polimer kaplı bardaklar; *bio-reçine kaplama*
  - lamine bardaklar ; ?



*Pasabahçe*

## 1. Cam Teknolojisi



### • Fonksiyonel Kaplamalar

➤ organik moleküllerin, inorganik cam yüzeyinde hibrit polimerizasyonu *sol-jel* kaplamalarla çizilme ve aşınma direnci artırılması

➤ nano boyutlu ( $1/10^{-9}m$ ) kaplamalarla;

- su ve yağ itici  
(kolay temizlenen)
- ruj/parmak izi bırakmayan, hijyenik



- İki temel kriter;
- insan sağlığına zararı olmamalı
  - uzun süre kalıcı olmalı



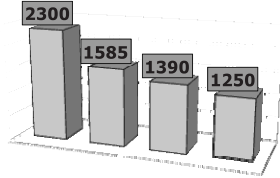
*Pasabahçe*

## 2. Ergitme Teknolojisi



### • Fırın Tasarımı ve İşletimi

- kapasiteleri 75 – 215 ton/gün arasında 13 fırın
- performans son 20 yılda 1.6 'dan 2.1 ton/gün/m<sup>2</sup> 'ye ↗
- fırın ömürleri son 20 yılda 5 yıldan 8 yıla uzadı
- enerji tüketimleri son 25 yılda %45 oranında azaldı



Pasabahçe

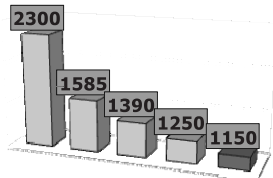
## 2. Ergitme Teknolojisi



- ancak,  
Enerji Fiyat Artışları,  
Çevre Kısıtları  
yeni önlemleri zorunlu kılıyor

- Yeni fırın izolasyon malzeme ve teknikleri
- İleri afinasyon teknikleri
- Oxy-fuel yakma
- Elektrikli ve elektrik takviyeli eritme
- Low NOx bek kullanımı
- Cam kırığı ve harman ön ısıtma sistemi

- yakın gelecek için hedef;



- 1150 kcal /kgcam tüketim
- CO<sub>2</sub> ve No<sub>x</sub> emisyonlarında %10 ↘

Pasabahçe



### 3. Şekillendirme Teknoloji



#### • PRES prosesi

toplam 27 pres,  
20 yılda net üretim  
performansında  
%23 net artış,

1,2,3,4 Damla  
Elektronik Kontrol  
Servo Hidrolik Pres  
Torque Motorlu Tahrik



- tüm makinalarda servo hidrolik presleme,
- aşamalı olarak 'torque' motorlu tahrik uygulaması,
- 'linear' motorlar presler için yeni bir ufuk açıyor;  
'take-out', 'feeder' mekanizmaları değişebilir,  
elektrikli presleme her zamankinden daha mümkün,

Pasabahçe

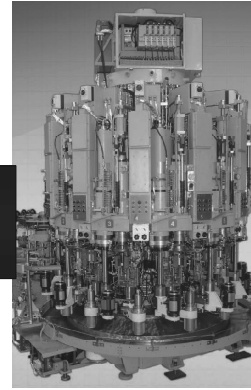
### 3. Şekillendirme Teknoloji



#### • PRES-ÜFLEME prosesi

toplam 27 pres-üfleme  
hattı, 14'ü tam elektronik  
20 yılda net üretim  
performansında  
%26 net artış,

12,18,28 Seksiyon  
Tek, Çift Damla  
Tam Elektronik Kontrol



- aşamalı olarak tam elektronik makinalara geçiş devam edecek

Pasabahçe

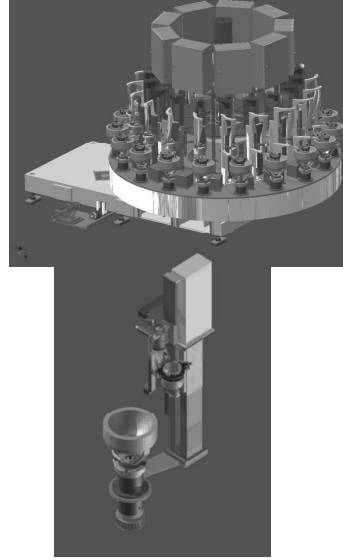
### 3. Şekillendirme Teknolojisi



#### • SAVURMA prosesi

elektro-pnömatik makinalarda üretim, son 20 yılda net üretim performansında %41 net artış,

➤ kendi tasarımımız olan tam elektronik makina üretim halinde



Pasabahçe

### 4. Cam Temas Malzemeleri



➤ konveyör, turnike tablası, geçiş plakası gibi metaller asetilen, LPG ve diğer (C-H) bileşeni gazlarla ısıtılır ve islendirilir ...

AMAÇ → karbon ara yüzeyle cama zararı azaltma,

SORUN → çevre kirliliği, inhomojen yüzey, yüksek ısı, ...

➤ islendirmenin yerine, 'Aerospace' endüstrisinin yeni nesil; iletkenliği çok düşük, kararlılığı çok yüksek, sentetik fiber, aramid türevleri ve polyimid polimer malzemeleriyle testler yapılıyor ;

C.LORRAINE, DURATEMP, DUPONT, FERLAM, PYROTEK, SKC

Pasabahçe



## 4. Cam Temas Malzemeleri



### Stacker Konveyörü

Geçiş Plakası: VESPEL  
Konveyör: KEVLAR



### Turnet Muldefonu

Muldefon: SKC 6635

Pasabahçe

## 5. Enerji Verimliliği

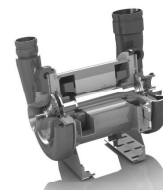


### • yeni nesil kompresör ve blower'lar

- son 25 yıl içinde hat başına basınçlı hava tüketimi 8600 kWh/gün'den 4000 kWh/gün'e (%53 ↘)
- hava yastıklı, PM motorlu ve frekans inverter'li yeni basınçlı hava sistemleri yeni bir ufuk açıyor

- yüksek motor verimi (> %95)
- yüksek toplam verimlilik (≥ %70)
- hava ile soğutma
- düşük ses seviyesi (< 80dB)

bugün için limit 3 bar !



Pasabahçe

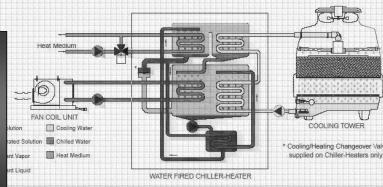
## 5. Enerji Verimliliği



### • atık ısı

➤ **“absorption chiller” yöntemiyle atık ısıdan soğutma suyu**

- Buhar ya da sıcak su ile
- 4°C sıcaklıkta soğuk su
- “chiller” ‘e göre x8 ↘ elektrik
- C.O.P “chiller”‘e göre x7 ↗



### • on-line “supervisory” kontrol

➤ **üretilen tüm servislerde; basınçlı hava, vakum, O2, H2 ....**

**performansın yanısıra**

**potansiyel mekanik ve elektrik sorunlar**

**‘real-time’ izlenebilir**

Pasabahçe

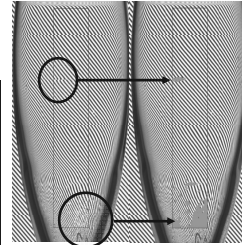
## 6. Sanal Görme / ‘Inspection’



➤ **tasarımımız olan 10 hatta ;  
gövde, ağız, dip kontrolü 0.5mm hassasiyetle yapılıyor, çok sayıda matris kamerayla, dokunmaksızın görüntü alma ve işleme tekniği**

➤ **yeni ihtiyaçlar yeni çözümler gerektiriyor;**

- ayaklı bardaklar
  - az sayıda linear CCD kamerayla servo ekseninde döndürme
- çamaşır makinası pencereleri ve Borcam
  - robotla linear kameralar önünde döndürme

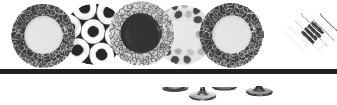


Pasabahçe





## 7. Dekor Teknolojileri



### • cam boyaları

➤ *mevcut durumda*

İnorganik: - Ağır metal (Pb,Cd) içeren  
- Ağır metal içermeyen  
Organik : - Termoplastik  
- Spray, elektrostatik

➤ *yakın gelecekte;*

- UV ile kürlenmiş organik boyalar
- İnorganik boyalarda bulaşık makinası direnci ↗
- Ormosil ve sol-jel organik boyalar
- Organik tampon baskı boyaları
- Farklı efektler (neon, termokromik, foto-illüminesan)

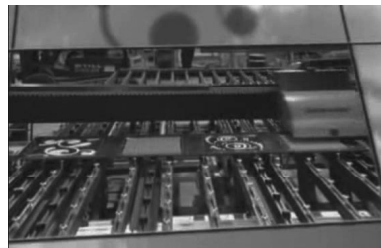
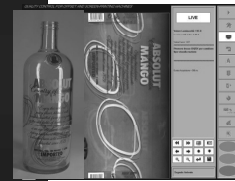


## 7. Dekor Teknolojileri



### • dekor teknolojileri

- servo elektronik serigrafi makinaları (pozisyonlamalı baskı)
- farklı geometrilerde baskı ▲ □ ▽ ⬠ ⬡
- hibrit uygulamalar (serigrafi ve tampon baskı kombine)
- linear CCD kameralarla 'real time' baskı kontrolü
- CtS teknolojisiyle filmsiz şablon hazırlama
- Ink-Jet baskı teknolojisi



İki temel zorluk;  
1. 3D baskı  
2. Hız

*Pasabahçe*

## 8. Robotik

### • endüstriyel robotlar

➤ *Gantry, Pick&Place, Kartezyen tip elektro-pnömatik sistemlerin yerini alıyor*

- robot fiyatları düşüyor
- esneklik
- standart yazılım ve yedekler
- hızlı ve sorunsuz servis



Pasabahçe

## 9. Lazer Teknolojisi

### • lazer markalama

➤ *CO<sub>2</sub> lazerle ( $\lambda=10 \mu m$ ), "in-line" logo, litre işareti, "nucleation mark" cam yüzeyi mikro kırıklarla bozularak yazılıyor*



➤ *yeni nesil "fiber" lazerler kullanılmaya başlanacak*

- Yüksek optik kalite
- Enerji dağılımı 'Ω' mükemmel
- Camdaki görüntü sablaj kalitesinde
- Logo cidar içine yazılabiliyor



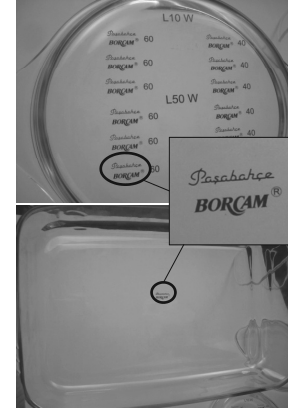
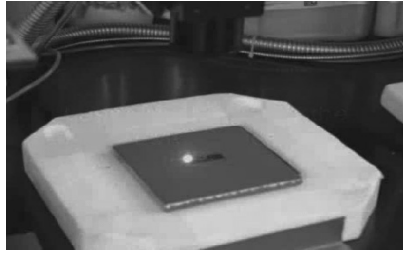
Pasabahçe



## 9. Lazer Teknolojisi

### • lazer sinterleme

➤ özel seramik boyalarla, fiber lazerler kullanarak tek renk milisaniye süresinde baskı



- Renk paleti henüz 5-6 renkle sınırlı
- Fazla boyanın temizlenmesi sorun

Pasabahçe

## 9. Lazer Teknolojisi

### • lazerle 'sıcak uçta' kape kesme

➤ 100W CO<sub>2</sub> lazerlerle, soğuk uçta çatlatacak kape kesme kullandığımız bir yöntem

➤ yeni teknoloji; sıcak uçta, lazerin alevi simule ettiği sıcak kape kesme

- 1000W lazer
- 1.4mm cidar şu an için limit
- Hız in-line uygulama için biraz düşük
- Sıcak uçta yer ve temizlik sorunu



Pasabahçe



*... sonuç olarak,*

- ciddi rakiplerin olduğu sektörde,
- çeşitlenmiş,  
farklı teknolojilere yayılmış,  
özelleşmiş talepler,

*... hızlı, ısrarlı , hepsinden önemlisi proaktif  
bir geliştirme fonksiyonu ile ...*





## Towards Stronger Silicate Glasses: A review of research into the mechanical properties of glasses

Dr. Russell J. Hand

[r.hand@sheffield.ac.uk](mailto:r.hand@sheffield.ac.uk)

Department of Materials Science and Engineering / University of Sheffield



*Russell Hand joined the Department in 1989, from Cambridge University, as the Redland Research Fellow. He was appointed to a lectureship in 1990 (Senior Lecturer 2001; Reader 2010) and in 1999 obtained an MEd in Teaching and Learning for University Lecturers. In 2001 he became Sub-Dean for Undergraduate Affairs in the Faculty of Engineering and in 2008 Deputy FLTD Engineering.*

### **Research interests**

*He has wide ranging research interests in glass and ceramic science, with particular emphases on mechanical properties and waste immobilisation. He is also working on the relationship between mechanical properties and glass composition; this latter work is related to his novel hypothesis concerning the origin of Griffith flaws in silicate glasses.*

*He is significantly involved with the Immobilisation Science Laboratory (ISL). He is also involved with both the Society of Glass Technology and the Technical Committees of the International Commission on Glass. He is Senior Editor of the learned journal Glass Technology: The European Journal of Glass Science & Technology*

One of the characteristic features of silicate glasses is their low toughness and flaw sensitivity resulting in low practical strengths for most glass products, with the notable exception of pure silica optical fibres. In general the strength controlling defects are found in the glass surface and are created either during production or in subsequent handling. In the case of silica optical fibres new defect free surface is created during fibre drawing and the new drawn fibres are immediately coated to protect them. This talk will briefly review three major areas of research aimed at improving the mechanical properties of bulk silicate glass products – namely coatings, chemical tempering and studies on the effects of composition. Significant research has been carried out by many groups (including my own) in an attempt to either mitigate already created damage or to protect the glass against further damage. Coatings that do one or the other are achievable although achieving both effects in the same coating is more challenging. Other approaches that have received widespread research are based on the production of controlled surface compressive stresses by thermal or chemical tempering. The very highest strength non-fibre glass products are produced by the latter process and research has also focussed on compositional developments to maximise the surface compressive stresses that are produced by this process. Due to the high cost of chemical tempering the approach is only really viable for high value products. More fundamentally a number of groups (including my own) are trying to understand the relationships between mechanical properties and glass composition. Some trends in mechanical properties with composition have been identified, and claims made for less brittle glasses. However due to the relatively low toughness of all compositions studied to date the practical strength increases will be more limited than those obtainable by chemical tempering, although optimising composition for mechanical properties is expected to be more viable for low cost glass products than tempering. I will conclude briefly by considering other possible avenues of research aimed at improving the mechanical properties of silicate glasses.

**Keywords:** *silicate glasses, strength*



## **Towards stronger silicate glasses: A review of research into the mechanical properties of glasses**

Russell J Hand

Department of Materials Science &  
Engineering,  
University of Sheffield, UK

### **Acknowledgements**

- Şişecam
- Coatings work
  - Tamer Elsayed
  - Ben R Whittle
  - John GR Kingston
  - Feihong Wang
- Composition based work
  - Andy J Connelly
  - John GR Kingston
  - Damir R Tadjiev
  - Yordanos Bisrat



## Introduction

- Flaws and structure
- Coatings
- Compositional effects
- Chemical tempering

## Flaws and structure

- Silicate glasses
  - Surface flaws usually dominate failure

$$\sigma = \frac{K_{Ic}}{C\sqrt{\pi a}} = \frac{T + \overset{\text{Residual (e.g. tempering) stresses}}{K_I^{res}}}{C\sqrt{\pi a}}$$

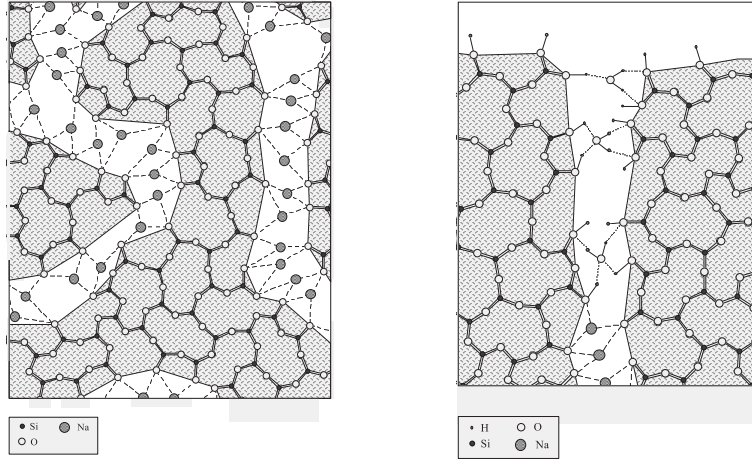
- Do flaws preferentially form at certain points?
  - Heterogeneity of glass structure
- Griffith / fracture mechanics gives

$$K_{Ic} = T = \sqrt{2E'\gamma}$$

$$E' = E \quad \text{plane stress}$$

$$E' = \frac{E}{1-\nu^2} \quad \text{plane strain}$$

## Heterogeneity of glass structure?



- Greaves suggested that silicate glasses might break along alkali channels
- Hand & Seddon *Phys Chem Glasses* **38** (1997) 11-14 suggested that where channels intersect free surface flaws occur

## Coatings

- Strengthening coatings
  - Coating types
    - Sol-gel based coatings
    - Epoxy/amino silane coatings
    - UV-curable acrylate coatings
    - Epoxy based coatings
  - Mechanisms





## Sol-gel coatings

- Fabes and co-workers
  - *J. Am. Ceram. Soc.* **73** (1990) 978
  - *J. Non-Cryst. Solids* **121** (1990) 357
- Apply a coating from solution
- Heat treat at high temperatures
  - Flaw filling
- Coating properties similar to substrate

## Epoxy/amino silane coatings

- Briard *et al* *J. Non-Cryst. Solids* **351** (2005) 323-330
  - Mixture of
    - $\gamma$ -glycidoxypropylmethyldiethoxysilane
    - 3-aminopropyltriethoxysilane
  - Dip coated and thermally cured
    - Network forming combination
  - Coating modulus estimated to be 6 GPa
  - Modelled with a constant width crack

## UV-curable acrylate coatings

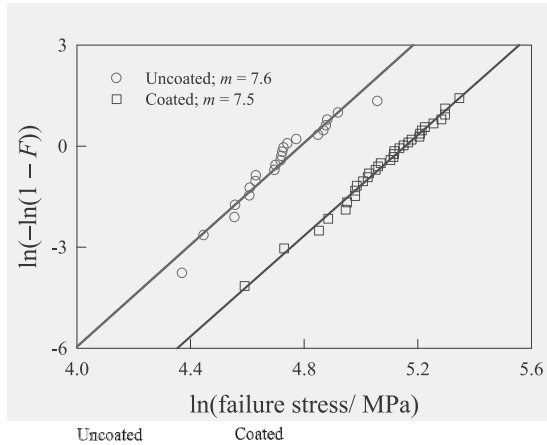
- Wen *et al.* *J. Non-Cryst. Solids* **354** (2008) 5060-5067
  - Prepared from acrylate monomers and oligomers plus photoinitiators
    - Thermal cure + UV post-cure
  - Edge strengthening only
    - Higher coating  $T_g$  gave higher strength
    - More effective on thinner glass

## Epoxy-based coatings

- Hand and co-workers
    - Epoxy-hardener-silane systems
      - Silane priming more effective but commercially more expensive
    - Have studied both solvent and water based systems
      - Solvent
        - Plasticised bisphenol A resin
        - Triethylenetetraamine hardener
        - Aminoethyl aminopropyl trimethoxy silane
      - Water based
        - Mixed bisphenol A & F resin
        - Polyamidoamine hardener
        - $\gamma$ -glycidoxypropyltrimethoxysilane
    - Dip-coated
    - Thermally cured
- Mat. Sci. & Tech. **13** (1997) 163-171  
 Phys. Chem. Glasses **39** (1998) 305-310  
 J. Sol-Gel Sci. Tech. **13** (1998) 695-699  
 Phys. Chem. Glasses **41** (2000) 1-5  
 J. Adhesion **77** (2001) 1-24  
 Phys. Chem. Glasses **43C** (2002) 429-435  
 J. Non-Cryst. Solids. **315** (2003) 276-287  
 + J. Europ. Ceram. Soc. (accepted)



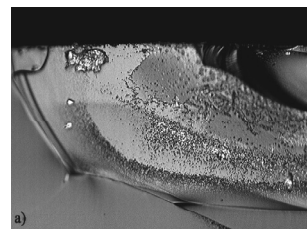
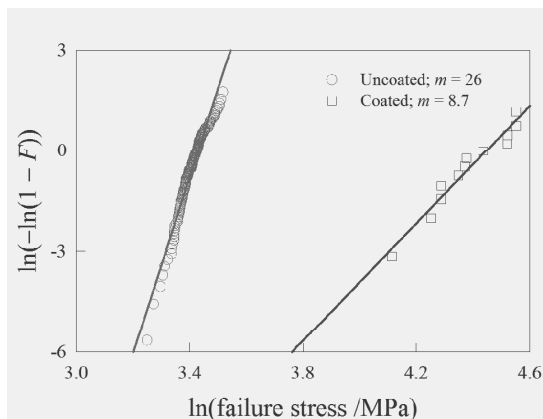
## Natural flaws – solvent based system



- Uncoated
  - $113 \pm 17$  MPa
- Coated
  - $163 \pm 25$  MPa
- No significant change in shape of distribution
  - But some evidence of change in strength controlling defects

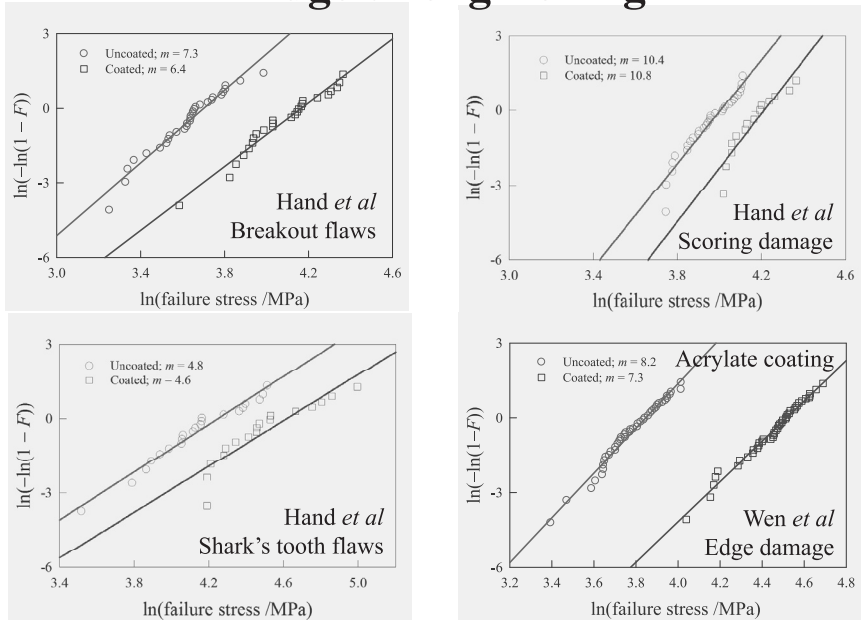
-

## Indented float glass – water based system

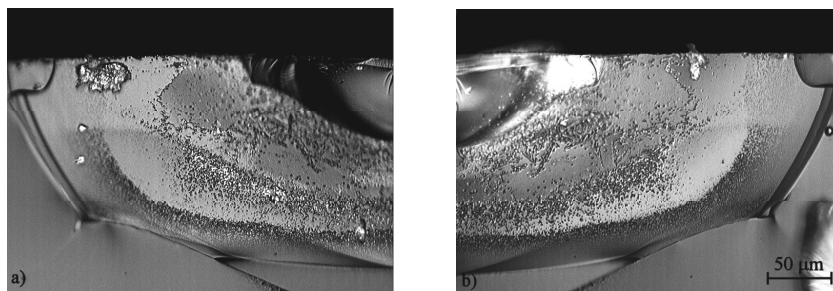


- Uncoated –  $30 \pm 1$  MPa
- Coated –  $70 \pm 5$  MPa
- Cohesive failure of coating in defect

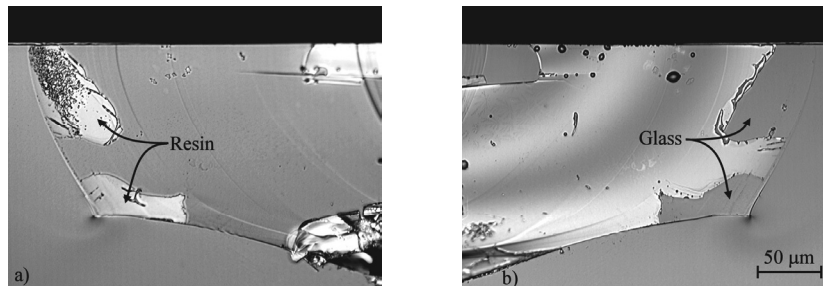
## Edge strengthening



## EH coating – unaged

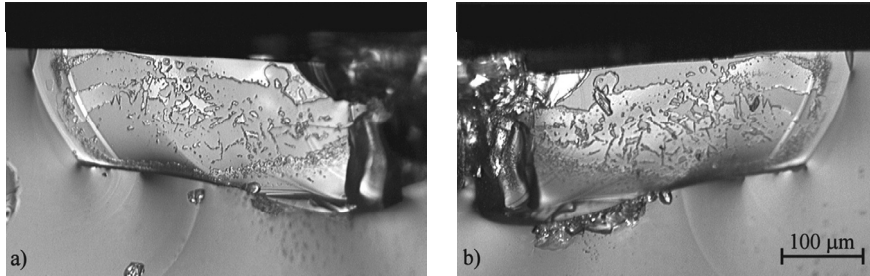


## EH coating – aged for 24 h at 52°C and 96% RH

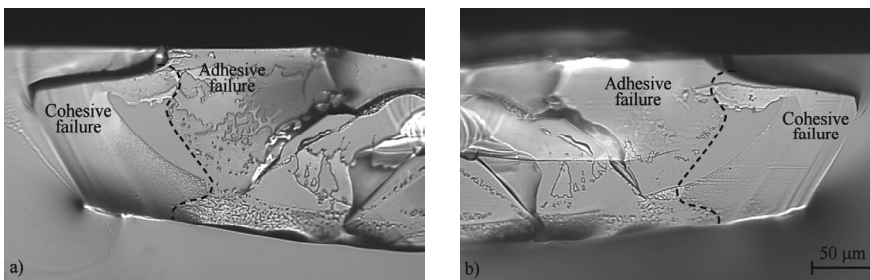




EHS coating – 3 months aging

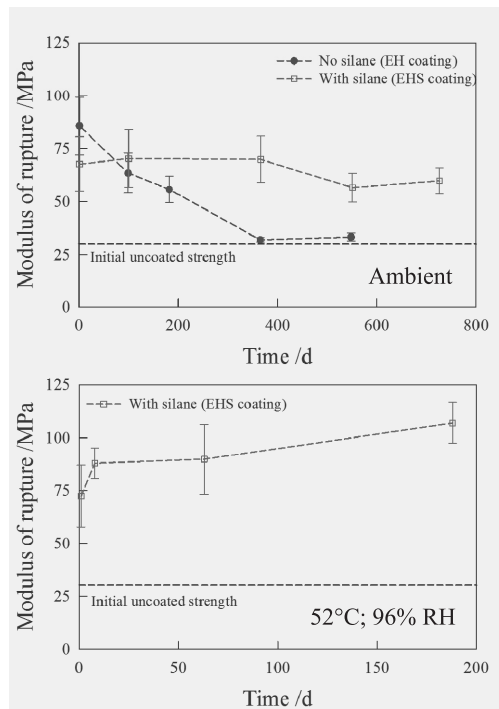


EHS coating – 2 years aging



## Silane and interfaces

- Degradation of interface with time if no silane



## Elastic filling

- Fowkes *et al. J. Mech. Phys. Solids* **56** (2008) 2749-2758

– Filling material reduces stress singularity from  $1/r^{1/2}$  to  $1/r^{(1-\lambda)}$

– Where

$$\lambda \cot(\lambda\pi) = -\gamma_r \frac{(n_2 + 1)(n_1 + 1)}{4\pi(n_2 - 1)}$$

$$\gamma_r = G_2 / (\varepsilon G_1)$$

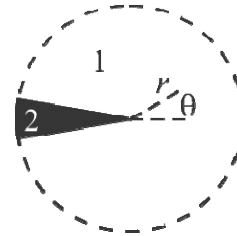
$$n_i = (3 - \nu_i) / (1 + \nu_i) \quad \text{plane stress}$$

$$n_i = 3 - 4\nu_i \quad \text{plane strain}$$

–  $\varepsilon$  is the (small) crack solid angle

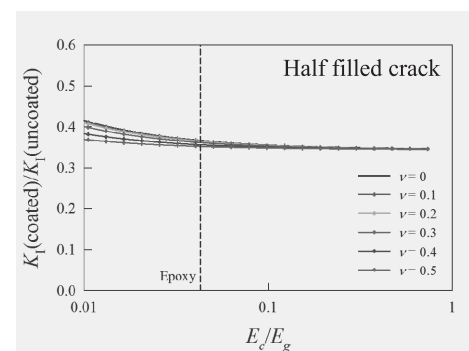
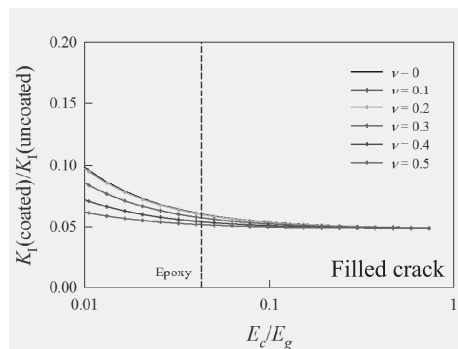
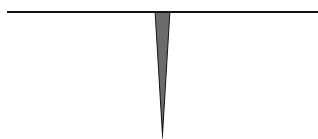
– Effective repair when

$$(1 - \lambda) \rightarrow 1 \text{ i.e. } \gamma_r = G_2 / (\varepsilon G_1) \geq 10$$



## FE model of filled crack

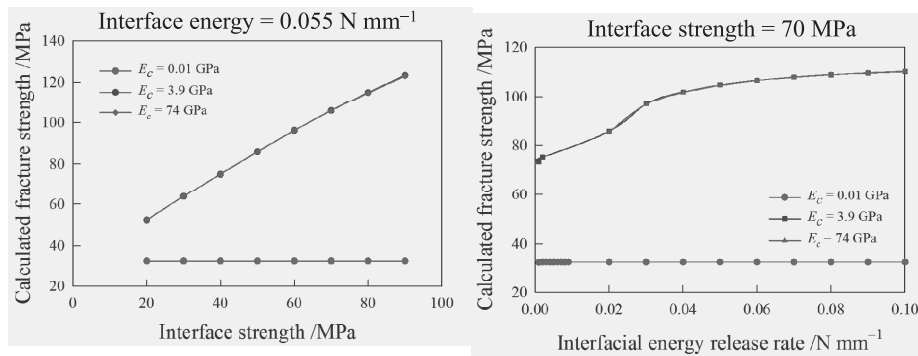
- El-Sayed and Hand
- Crack size
  - Depth = 202  $\mu\text{m}$
  - Surface width = 0.74  $\mu\text{m}$
- If perfect bond
  - Significant reduction in  $K_I$  unless coating modulus unrealistically low



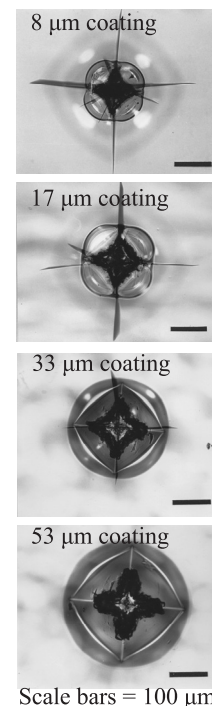


## Effect of interfacial properties

- Bilinear cohesive zone model used to model interface
  - Interfacial parameters matter
  - Coating modulus unimportant for realistic moduli



- Such soft coatings only offer limited protection from further damage
- Thicker coatings offer more protection to the glass
  - But thicker coatings require more viscous solutions
  - Poorer penetration of existing cracks
  - Poorer strengthening



Photos from FH Wang *PhD thesis* University of Sheffield

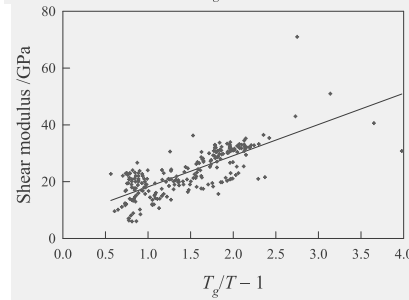
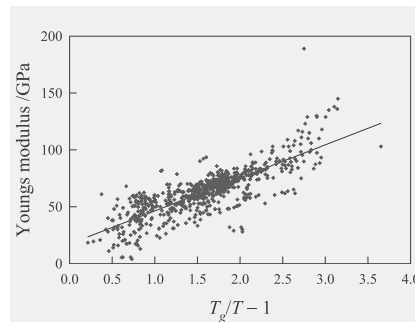
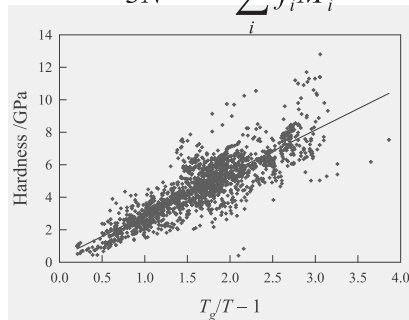
## Composition & mechanical properties

- Inert strengths
  - Kurkjian, Brow and co-workers
- Fracture toughness, moduli and other properties
  - Hand and co-workers
  - Rouxel and co-workers
  - Sehgal and Ito
  - Yue and co-workers

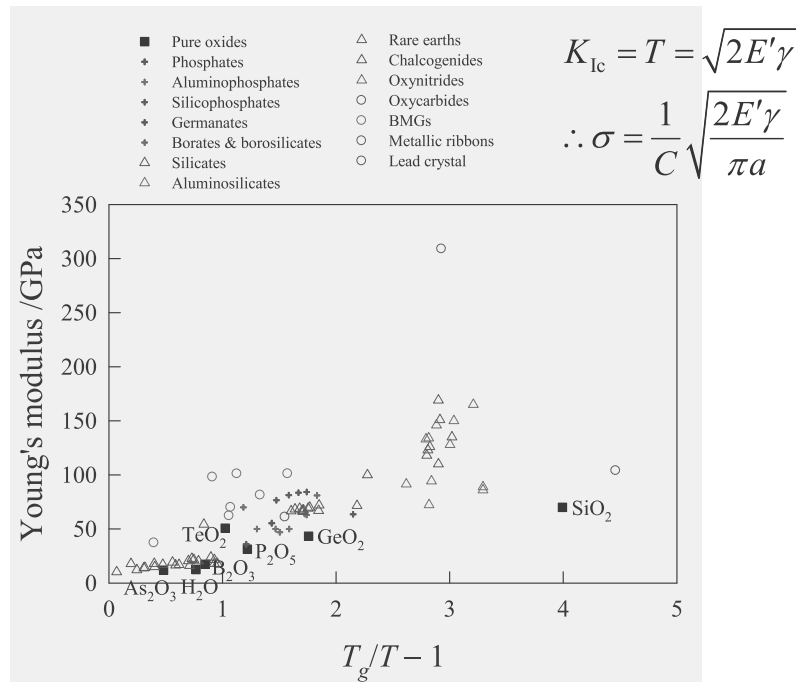
### Moduli / hardness

- Generally increase with  $T_g$  BUT atomic packing density also important (Rouxel)

- For a glass  $\sum_i A_x^i B_y^i$
- $$C_g = \frac{4\rho}{3N} \frac{\sum_i f_i (x r_{A_i}^3 + y r_{B_i}^3)}{\sum_i f_i M_i}$$



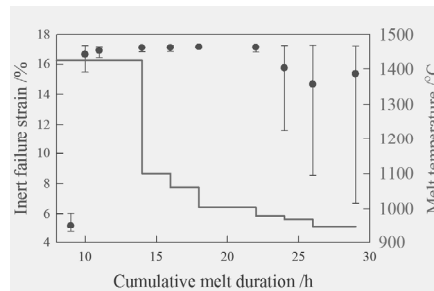




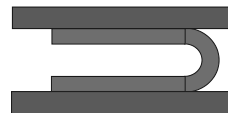
• Data from Rouxel *J. Am. Ceram. Soc.* **90** (2007) 3019-3039

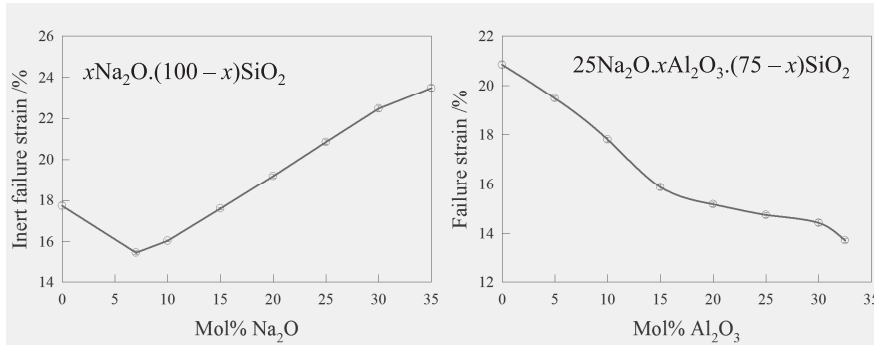
## Intrinsic strengths

- Kurkjian, Brow and co-workers
  - Usually measured on new-drawn fibres at liquid N<sub>2</sub> temperatures
    - 2pt bending
  - *i.e.* measured in stress corrosion free conditions
  - Importance of
    - Melt temperature
    - Melt duration



Brow *et al. Phys Chem Glasses: Eur J. Glass Sci. Technol. B* **50** (2009) 31-33





- Lower *et al.*
  - *J. Non-Cryst. Solids* **349** (2004) 168-172
  - *J. Non-Cryst. Solids* **344** (2004) 17-21
- Inert strains measured at 77K using 2pt bending
- Failure strain increases with increasing NBOs
  - More cross-linked network is stiffer

## Non-inert room temperature strengths

- Under non-inert conditions are you testing
  - Intrinsic differences in strength?
    - Defect sizes
    - Bond strengths
  - Different susceptibilities to stress corrosion during testing?
    - For practical glass strength stress corrosion is important



## Compositions studied

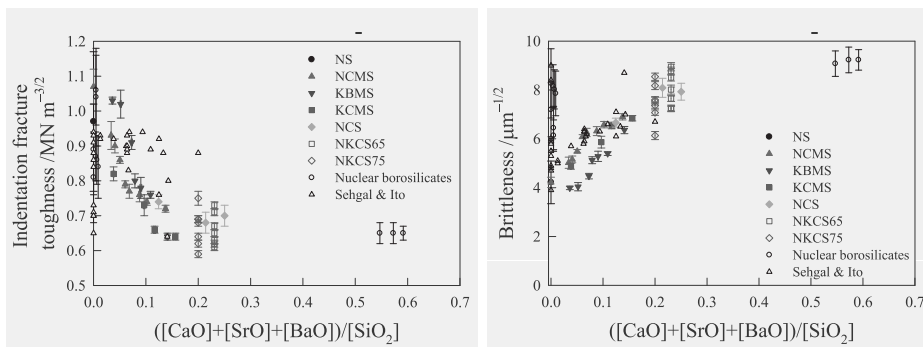
Glass series	SiO <sub>2</sub>	Alkalis	Alkaline earths	Melting	Annealing
NKCS65	65	20 (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	15 CaO	1450°C; 5 hrs	600°C; 1 hr
NKCS75	75	15(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	10 CaO	1450°C; 5 hrs	600°C; 1 hr
KMBS	70	20K <sub>2</sub> O	10 (MgO+BaO)	1450°C; 6 hrs	450°C; 1 hr
KCMS	65	25K <sub>2</sub> O	10 (MgO+CaO)	1450°C; 5 hrs	600°C; 1 hr
NCMS	75	15Na <sub>2</sub> O	10 (MgO+CaO)	1450°C; 5 hrs	540°C; 1 hr
NCS1	70	15Na <sub>2</sub> O	15CaO	1450°C; 6 hrs	590°C; 1 hr
NCS2	66.7	25K <sub>2</sub> O	8.3CaO	1450°C; 5 hrs	590°C; 1 hr
NCS3	66.7	16.7	16.7CaO	1450°C; 5 hrs	560°C; 1 hr
SS	66.7	33.3	-	1450°C; 5 hrs	560°C; 1 hr

## Mechanical testing

- Samples ground & polished
  - 0.25 µm diamond paste
  - Re-annealed at  $T_g$  for 1 hr
  - Roughness  $R_a < 3\text{nm}$  in all cases
- Microhardness indentation
  - Indentation toughness (0.1, 0.2, 0.3, 0.5 and 1 kg loads)
  - Vicker's hardness (1 kg load)
- Nanoindentation

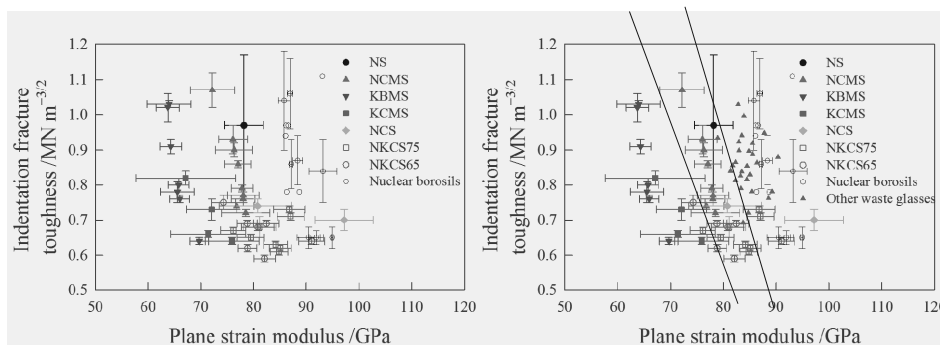
$$E'_r = \frac{E_g}{1-\nu_g^2} = 1 / \left( \frac{1}{E_r} - 8.721 \times 10^{-4} \right)$$

## Dependence on alkaline earths



## General trends – modulus

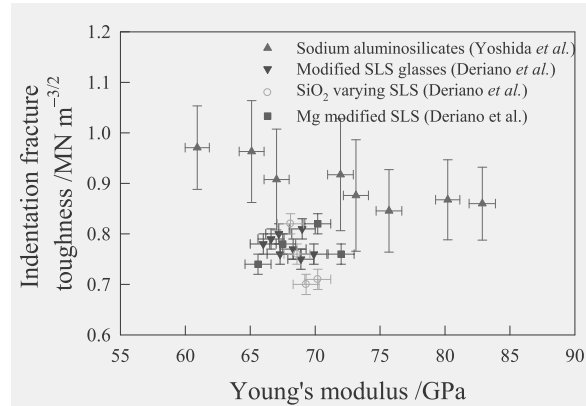
- Within a glass series toughness seems to scale inversely with modulus
  - Some separation according to alkali type



See also Hand and Tadjiev *J. Non-Cryst. Solids* **356** (2010) 2417-2423  
 Connelly et al. *J. Nucl. Mater.* **408** (2011) 188-193

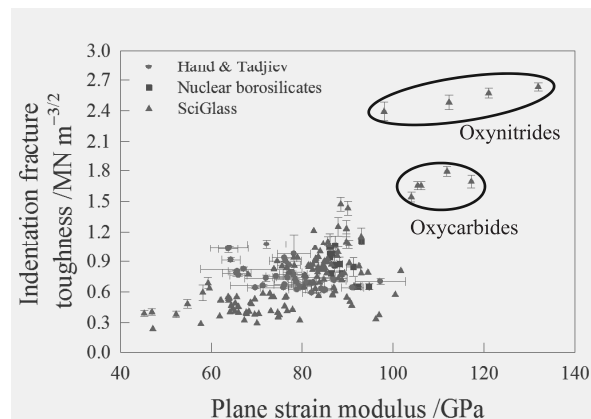


- Similar trends seen elsewhere
- Data from
  - Yoshida et al. *J. Non-Cryst. Solids* **344** (2004) 37-43
  - Deriano et al. *Phys. Chem. Glasses* **45** (2004) 37-44



- But general relationship does hold

$$K_{Ic} = T = \sqrt{2E'\gamma}$$

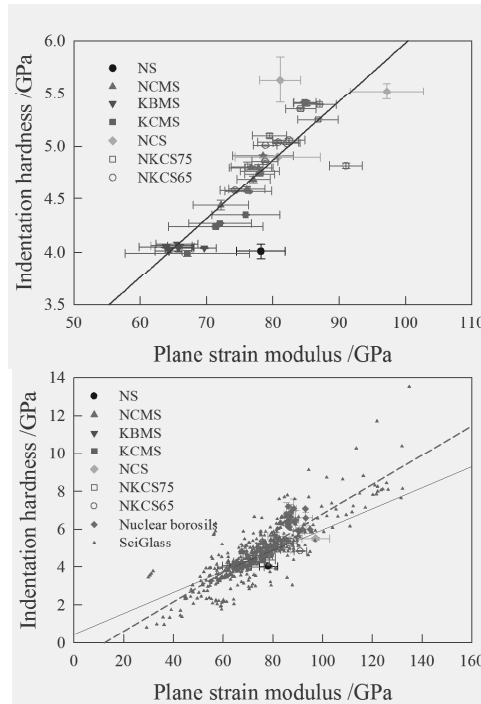


- Also hardness tends to scale as modulus  
– hence

$$B = \frac{H}{K_{lc}}$$

$$\propto \frac{E}{\sqrt{2E\gamma}}$$

$$\propto \sqrt{\frac{E}{\gamma}}$$



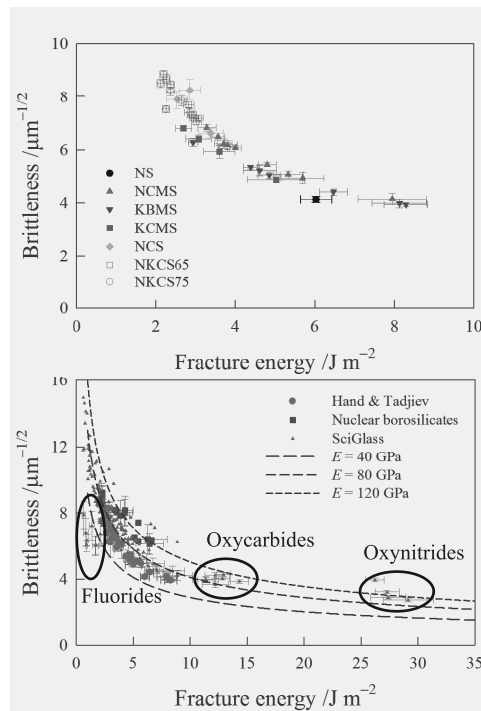
## Fracture energy

- For plane strain

$$G_{lc} = 2\gamma_{eff}$$

$$= 2(\gamma_e + \gamma_p) = \frac{K_{lc}^2}{E}(1-\nu^2)$$

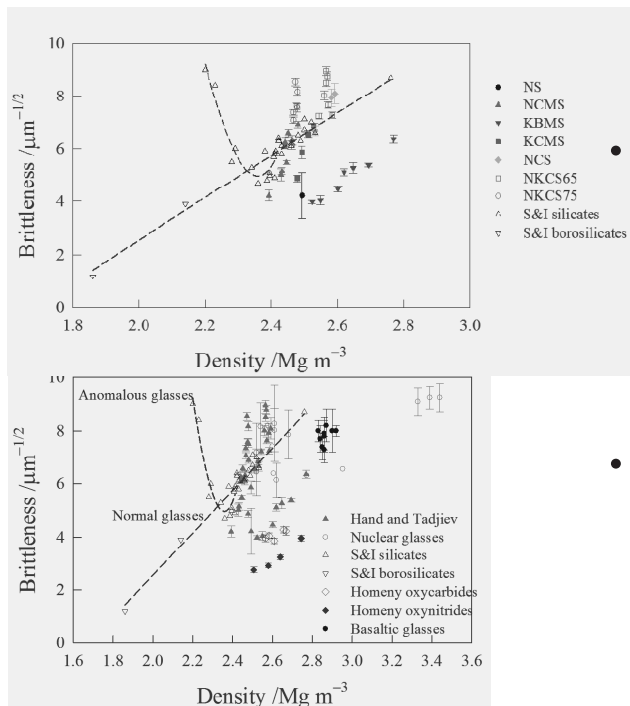
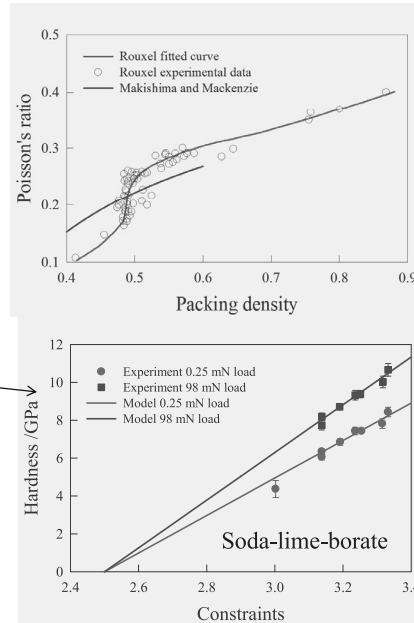
- But  $\gamma_p \sim 0$  for glasses
- $E$  does not vary greatly with composition  
– Hence expect  $B \sim \gamma_e^{-1/2}$





## Predicting mechanical properties

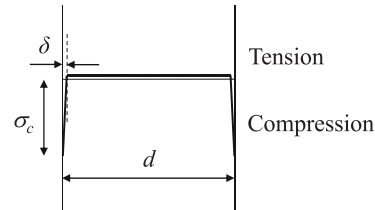
- Modulus
  - Makishima and Mackenzie JNCS 12 (1973) 35-45
  - Silicates
- Hardness
  - Yamane and Mackenzie JNCS 15 (1974) 153-164
  - Smedskjaer *et al* Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 11503
  - Topological constraint counting
  - Extension of model used for chalcogenides
  - Applied to soda-lime-borates



- ### Brittleness
- NS
  - NCMS
  - KBMS
  - KCMS
  - NCS
  - NKCS65
  - NKCS75
  - S&I silicates
  - S&I borosilicates
- Sehgal & Ito *J. Non-Cryst. Solids* 253 (1999) 126-132 suggest
    - Lower density = more brittle
    - Not generally true
  - Less brittle glass
    - 13Na<sub>2</sub>O 1K<sub>2</sub>O 4MgO 1CaO 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 79SiO<sub>2</sub> (mol%)

## Chemical tempering

$$\sigma = \frac{K_{Ic}}{C\sqrt{\pi a}} = \frac{T + K_I^{res}}{C\sqrt{\pi a}}$$



- Ion exchange
  - Modelling of process
    - Varshneya *J. Non-Cryst. Solids* **356** (2010) 2289-2294
    - Glasses with high connectivity should give greater chemical tempering
    - Optimisation of compositions for ion exchange
- Ultrastrong glass
  - Corning Gorilla glass
  - Asahi Dragontrail glass

- Design for significant sub-surface maximum stress
  - Engineered stress profile glass
  - Double ion exchange
  - Lower strengths than with single exchange
    - Possibility of multiple cracking
      - Green *et al. Science* **295** (1995) 1295-1297
    - Also thermal tempering followed by heat treatment in a tin bath
      - Sglavo *et al. J. Non-Cryst. Solids* **344** (2004) 73-78

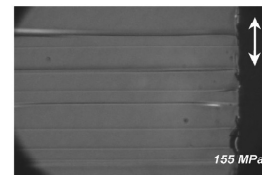


Image from Sglavo *et al. Engng. Fract. Mech.* **74** (2007) 1383-1398





## Conclusions 1

- Possible relationship between defects and underlying glass structure
- If flaw filling achieved soft coatings can strengthen glass
  - Interfacial bond is of critical importance
    - If interface fails first little or no strengthening achieved
  - Hence epoxy based systems need silane to give a hydrolytically stable interface
    - But soft coatings need to be thick to protect glass

## Conclusions 2

- Limited variation of toughness, hardness, brittleness and modulus with composition
  - Strength?
- In general  $E \uparrow$  and  $H \uparrow$ 
  - Also correlates with  $T_g \uparrow$
- As  $E \uparrow$  might expect  $K_{Ic} \uparrow$
- Situation is more complex than this
- Really need to increase total effective surface energy
  - Need other processes to increase the value of this term



## Conclusions 3

- Alternative approach is tempering (toughening)
  - Commercially important
    - Thermal tempering
    - Chemical tempering
      - Relatively little in open literature
      - ESP glass
  - New developments
    - Ultrastrong glass
      - Chemical tempering with optimised compositions

**Teşekkür ederim**



## Kırpma Üretiminde Yeni Bir Teknoloji Kullanılması

Özlem Şentürk

[osenturk@sisecam.com](mailto:osenturk@sisecam.com)

Cam Elyaf Sanayii A.Ş. / Kimyasallar



*Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladıktan sonra, aynı bölümde boyaya yanmazlık özelliği sağlayan polidihalofenilen oksitlerin sentezi ve karakterizasyonu üzerine yüksek lisans çalışmasını yapmıştır. Daha sonra boya ve tamamlayıcı malzemelerinin üretiminin yapıldığı bir firmada Araştırma Geliştirme Mühendisi olarak çalışmıştır. Boya reçinesi (alkit) sentez ve karakterizasyonunun yanı sıra renk analizi, renk oluşturulması, renk ayarı çalışmalarını yürütmüştür. Ayrıca müşteri destek biriminde görev almıştır. Kısa bir süre İngilizce Öğretmenliği de yapan Şentürk, 2003 yılından bu yana Cam Elyaf San. A.Ş.'de Geliştirme Uzmanı olarak çalışmaktadır. 2003-2006 yılları arasında polyester ürün geliştirme, 2006 yılından bu yana ise cam elyafı ürün geliştirme konusunda çalışmalarına devam etmektedir.*

Cam Elyaf Sanayii A.Ş. Cam takviyeli Plastik (CTP) endüstrisi için Türkiye'deki tek cam elyaf üreticisidir. Gerek yurt içinde gerekse yurt dışında irili ufaklı birçok elyaf kullanıcısının cam elyaf ihtiyacını karşılamaktadır.

İki veya daha fazla sayıda malzemeden oluşan bünyeye "kompozit" adı verilir. Nasıl ki beton, kum ve çimentodan oluşan bir kompozit ise CTP de matriks (termoset, termoplastik) ve cam elyafından oluşan bir kompozittir.

CTP kompozit parçalarda plastik esneklik verici, cam elyafı ise güçlendirici olarak kullanılır. Plastiğin mekanik dayanımı düşük, darbe dayanımı yüksek iken, cam elyafının mekanik mukavemeti yüksek, darbe dayanımı düşüktür.

CTP sektöründe güçlendirici olarak kullanılan cam elyafı, birlikte kullanılacağı plastik (termoset, termoplastik) malzemeye göre farklılık gösterir. Termoplastik malzeme ile kullanılacak olan ürün kırılmış cam elyafıdır (Kırpma). Termoset plastikler için ise keçe, tek uçlu ve çok uçlu fitiller üretilmektedir.

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'nin ürün bazında pazar payını incelediğimizde, kırpma ürünlerinin satışlarının çok düşük olduğu net olarak görülmektedir. Bu konuda rakip ve Cam Elyaf ürünleri incelendiğinde satış düşüklüğünün sebebi görülüyor ki;

- Fiyat seviyemizin rakiplere oranla çok yüksek olmasıdır.
- Kırpma ürün grubunda ürün özelliği olarak farklılık yaratabilecek bir ürünümüzün olmayışıdır.

Rakip firmaların kırpma ürünleriyle Cam Elyaf ürünlerini kıyasladığımızda belirgin farkın "üretim teknolojilerinden" kaynaklandığı görülmüştür. Cam Elyaf Sanayii A.Ş. kırpma prosesi kuru kırpmaya dayanırken, rakiplerin prosesi direkt kırpmadır. Sonuç olarak, Cam Elyaf Sanayii A.Ş. üretim teknolojisini değiştirme adına yatırım kararı almıştır. Cam Elyaf A.Ş. bu yatırımı hızlıca devreye almış ve bu prosese uygun ürünlerin tasarımını kendi imkanlarıyla çok kısa sürede gerçekleştirmiştir .

Bir ürün müşteriler tarafından onaylanmış ve sevkiyat bazında üretimler devam etmektedir. Standart haline getirilen bu ürünün sınaî maliyetinde yaklaşık %25 maliyet düşüşü sağlanmıştır.

Bu teknolojinin tamamlanması ve hayata geçirilmesi ile bütün kırpma ürünlerimizde hem maliyet avantajı sağlanacak ve dolayısıyla pazardaki kırpma payı artırılmış olunacak hem de katma değeri yüksek yeni ürünlerin geliştirilmesine fırsat tanınacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Kompozit, kırpma, direkt kırpma

## 1. Giriş

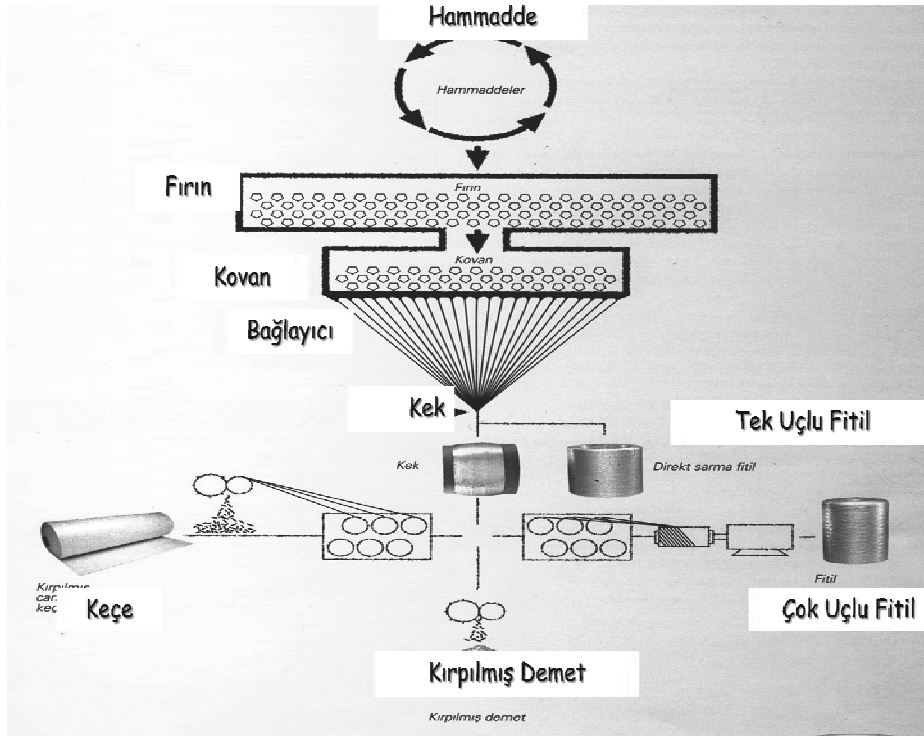
İki veya daha fazla sayıdaki aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemelere "Kompozit Malzeme" denir. Kompozit malzeme sürekli fazı oluşturan matris ile kuvvet kazandıran takviye malzemesinden oluşur. Günümüzde en çok kullanılan kompozitlerden biri betondur. çimento ve kumdan meydana gelen malzeme matris çelik çubuklar ile desteklenir. Bir diğer tanınmış kompozit ise CTP (Cam Takviyeli Termoplastik)tir.Cam elyafı ve termoplastik malzemenin karıştırılması ile oluşturulan bu malzeme, sağladıkları yüksek mukavemet değerleri, hafiflikleri, tasarım ve üretim esnekliğine sahip olmaları, yüksek dielektrik direnci gibi özellikleri tüketiciler tarafından tercih edilmelerini sağlamaktadır. Matrisin üç temel fonksiyonu vardır. Bunlar, elyafları bir arada tutmak, yükü elyaflara dağıtmak ve elyafları çevresel etkilerden korumaktır. Matris malzemesi, termoset veya termoplastik polimer malzeme olarak sürekli fazı oluşturur. Termosetler grubunda ağırlıklı olarak polyesterler kullanılır. Bunun yanı sıra vinil ester/bisfenol, epoksi reçine ve fenolik reçinelerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır.

Termoplastik grubunda yaygın olarak poliamid, polipropilen ve polibutilentereftalat kullanımını görmekteyiz. Matris malzeme içinde yer alan takviye elemanı kompozit yapının temel mukavemet elemanlarıdır. Düşük yoğunluklarının yanı sıra yüksek elastite modülüne ve sertliğe sahip olan elyaflar kimyasal korozyona da dirençlidir. Günümüzde kompozit yapılarda kullanılan en önemli takviye malzemeleri aramid, karbon, grafit ve cam elyafıdır.

Malzeme ne olursa olsun camelyaf takviye malzemeleri son ürün gereksinimleri ve proses özellikleri açısından çok sayıda alternatifle hizmet sunmakta ve birlikte kullanılacağı plastik malzemeye göre farklılık göstererek tek uçlu fitil, çok uçlu fitil, keçe ve kırpma olarak önümüze çıkmaktadır.

Farklı formlardaki cam elyafı üretimi üç temel prosesten oluşur (Şekil 1);

- 1- Harman hazırlama ve ergitme prosesi
- 2- Elyaf Sarma Prosesi
- 3- Elyaf işleme Prosesi



Şekil 1: Cam Elyaf Üretimi

Harman dairesinde kaolen, kolemanit, alumina, kireç, kalker ve soda gibi geleneksel cam üretim hammaddeleri hedef cam kompozisyonuna göre belirlenmiş reçeteye uygun olarak tartılarak fırına beslenir. Homojen bir karışım elde etmek için karıştırılan hammadde bileşenleri yaklaşık 16000C sıcaklığa eritilerek, karışım yavaşça sıvı hale getirilir. Çalışma kanallarının altına yerleştirilmiş bushing olarak adlandırılan kovanlardan serbest olarak akıtılarak elyafa dönüştürülür. Bushingler, camın aşındırıcı etkisi nedeniyle platin- rodyum alaşımından yapılmış olup, elektrik ile ısıtılan, belirli sıcaklıkta elyafın istenen çapta çekilmesine yardımcı olan kovanlardır. Çekilen liflerin çapı 10-23 mikron arasında değişir. Bushing deliklerinden erimiş halde akan cam, bağlayıcı olarak adlandırılan ve elyafa kayganlık, mukavemet gibi farklı özelliklerin tanımlandığı kimyasal bir karışımla kaplanır. Bağlayıcı, camelyafının kalıplama özelliklerini ve elyaf-matriks bileşimini belirleyen prosesin kalbi niteliğindedir. Bu kaplama işlemi hızla dönen bir silindirin üzerine sarılarak cam filamentlerinin bir araya getirilmesi ile elyaf demeti veya direkt sarma fitili haline dönüştürülür. Direkt sarma fitili son ürün haline getirilirken, elde edilen demet keçe, kırpma ve çok uçlu fitil haline getirilmek üzere işlenmeye devam eder.

Bu çalışma; düşük maliyet, yüksek kalitede, pazarda rekabet edebilir kırpma ürünleri elde edebilmeyi hedefleyerek, yeni bir teknoloji ve bu teknolojiye bağlı olarak ürün tasarımlarının çalışmalarını kapsamaktadır.

## 2. Yapılan Çalışmalar

### 2.1. Kırpma Yöntemlerinin Kıyaslanması

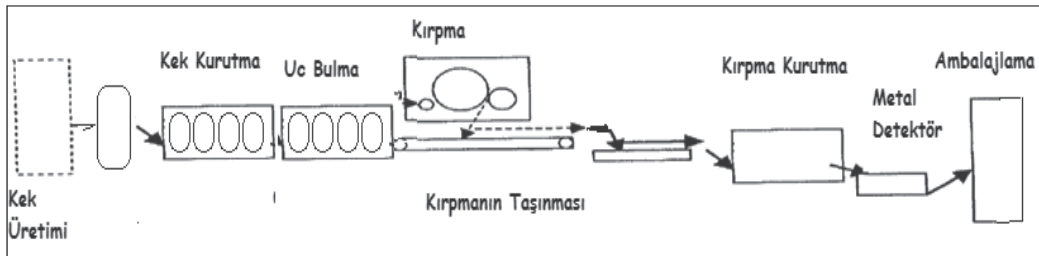
Elde edilen cam elyafının kırpma ürününe dönüştürülebilmesi için dünya genelinde dört farklı kırpma yöntemi kullanılmaktadır (Tablo 1). Bunlar kuru kırpma, yarı yaş kırpma, direkt kırpma ve çamur kırpma yöntemleridir.

Tablo 1: Kırpma Yöntemleri

Kırpma Yöntemi	Üretim Süresi	Dezavantajları	Avantajları	Rakip
Kuru Kırpma	Uzun	Maliyet Yüksek	Mekanik performans yüksek	CE
Yarı yaş kırpma	Uzun	Üretim süresi uzun	Ürün cinsi direkt kırpmaya yakın	NEG
Direkt Kırpma	Kısa	Mekanik muk düşük*	Maliyet düşük	Asahi, Jushi, JM, NEG, OCV
Çamur Kırpma	Kısa	İlk yatırım maliyeti yüksek	Bağlayıcı kaybı yok	NEG, OCV

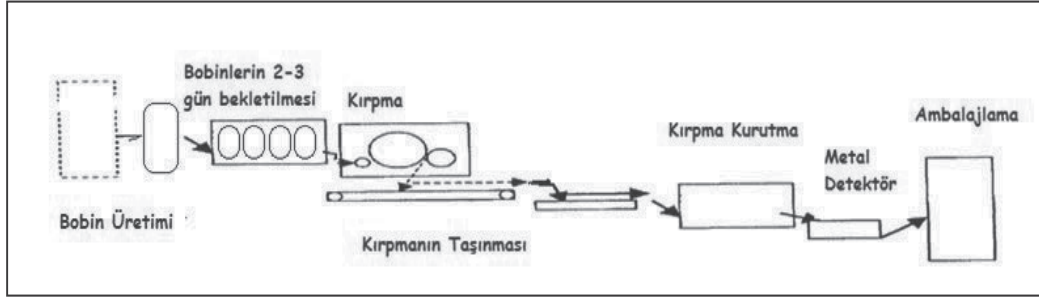
Kuru ve yarı yaş kırpma hem maliyet yüksekliği hem de üretim sürelerindeki uzunluk nedeniyle tercih edilmeyen iki yöntem olarak dikkat çekmektedir. Kuru kırpma yönteminde keklerin kurutulması ve ardından demetlerin uçlarının tek tek bulunuyor olması ve yarı yaş kırpmada ise elde edilen bobinlerin nemlerin uzaklaştırılması için fırına maruz bırakılmadan doğal olarak nemlerinin atılması üretimde yaklaşık bir günlük gecikmeye neden olmaktadır. Çamur kırpmanın en belirgin özelliği bağlayıcı kaybının olmamasıdır. Ancak bu prosesin ilk yatırım maliyeti yüksek olduğundan yaygın değildir. Bu süreçte literatür bilgisinin yok denecek kadar az olması nedeniyle proses hakkında bilgi edinilmesini neredeyse imkansız kılmaktadır. Vibro tank içerisinde mevcut olan bağlayıcı içine kırılan elyaf 1-2 dakika sallanarak kırpmanın bağlayıcı ile teması sağlanır. Vibro tanka 90°C yön değiştirilerek süzme işlemi ile bağlayıcı ile elyaf ayrılır. Burada ayrılan bağlayıcı sisteme sürekli geri beslenerek tüketilir. Ayrılan kırpma elyafı santrifuj kurutucularla kurutulur dolmuş kısmına alınır. Direkt kırpma yöntemi ise hem üretim süresinin kısalığı hem de sağladığı maliyet avantajı ile en çok tercih edilen yöntemdir. Direkt bushinglerden elyaf haline gelen cam, kurutma işlemine tabi tutulmadan kırılarak üretim süresini kısaltıp, üretim hızını artırmaktadır. (Şekil 2)

#### Kuru Kırpma

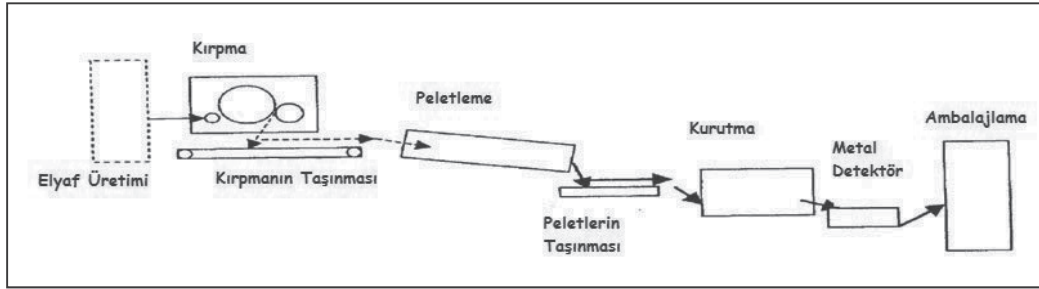




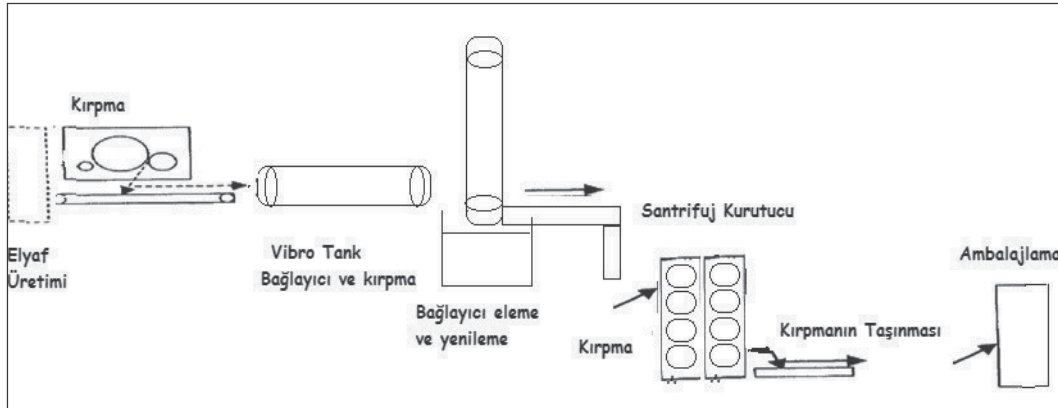
### Yarı Yaş Kırpma



### Direkt Kırpma



### Çamur Kırpma



Şekil 2: Kırpma Prosesleri

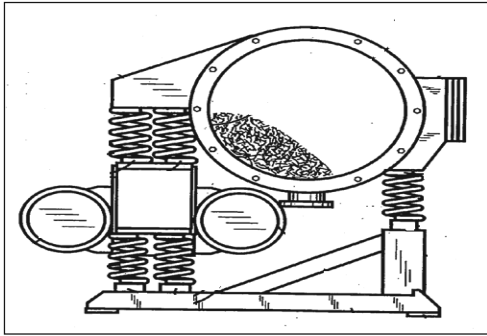
### 2.2. Direkt Kırpma

Direkt kırpmada fark yaratan işlem peletlemedir. Kuru kırpma prosesinde oluşan kırpmalar yüksek hacimleri nedeniyle iyi akmamaktadırlar. Eriyik camdan filament oluşturabilmek ve bağlayıcı aplikatörünün oluşturabileceği sürtünme kuvvetini yok edebilmek için uygulanan yüksek tansiyon, oluşturulan demetlerin düzlenmiş olmasına neden olmaktadır. Düzlenmiş demet şeklinin dezavantajları şu şekilde sıralanabilir;

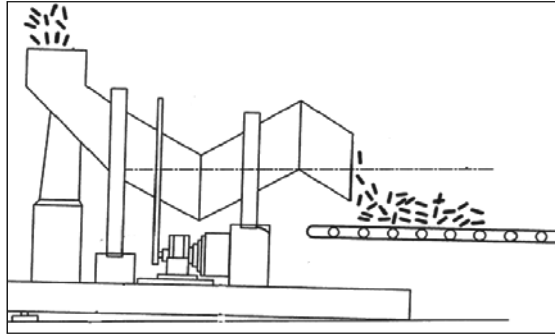
- dış mekanik kuvvetlere dayanımı azaltır,
- akma performanslarını düşürür,
- üretim ve kırpma aşamasında verilen özelliklerini kaybetme olasılığı çok yüksektir.

Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için monofilament oranı azaltılmalıdır. Bu amaçla direkt kırpmada peletleme makineleri kullanılmaktadır [1]. Dönen titreşimli bir aparat ile kırık yaş cam elyafı peletleme makinesinin içerisinde döndürülerek, elyafın daha yuvarlak ve yoğun hale gelmesi sağlanır. Bu şekilde yuvarlaklık ve yoğunluk kazanmış olan elyaf, daha iyi akma performansı sergiler. Bu dönüşüm için kullanılan iki tür makine vardır. Bunlardan ilki vibradrum adı verilen sadece

peletleme işlemi yapan cihaz (Şekil 3), ikincisi ise peletlemenin yanı sıra ikinci bağlayıcı uygulama imkanı sağlayan ve alıkoyma zamanını artırdığımız ve dolayısıyla peletlemeyi daha rahat kontrol edebildiğimiz zig-zag peletleme makinesidir (Şekil 4).

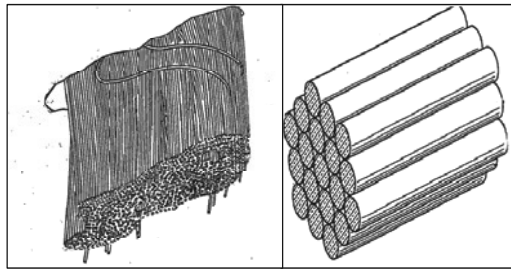


Şekil 3: Vibradrum



Şekil 4: Zig-zag Peletleme makinesi

Peletleme makinesine giren kırık elyafın nemi, vibradrum boyu, alıkoyma zamanı ve makine açısı peletlemeyi etkileyen dört parametredir [2]. Nem miktarı % 12-16 aralığındadır. Pelet oluşumu esnasında nem oranı düşükse, kırma pelet oluşturamaz, oldukları gibi kalırlar ya da oluşan peletlerin çapı çok düşüktür. Bu monofilament oranında artışa sebep olur. Eğer nem oranı yüksekse, kırmanın oluşturduğu peletler değişken, yuvarlak olmayan ve çok yüksek çapa sahip olur. Burada nemi ayarlamak için kullanılacak olan ıslatıcı solüsyonu su ya da ikinci bağlayıcı olabilir. Islatıcı solüsyon uygulaması, elyafların peletleme makinesine girişi esnasındadır ve bu sayede tüm kırılmış elyafların bağlayıcı/su solüsyonu ile uygun şekilde kaplanabilmesi sağlanmaktadır. Bu spreyleme ünitesi yalnızca zig-zag peletleme makinesinde mevcuttur [3]. Peletlenmiş ürün ve peletlenmemiş olan ürünün şekilsel farkı Şekil 5 ve Şekil 6 da görülmektedir. Peletleme işleminin kontrolünü ve dolayısıyla ürün özelliğini ise kütle yoğunluğu ölçümü ile yapılabilmektedir. (ISO 15100)



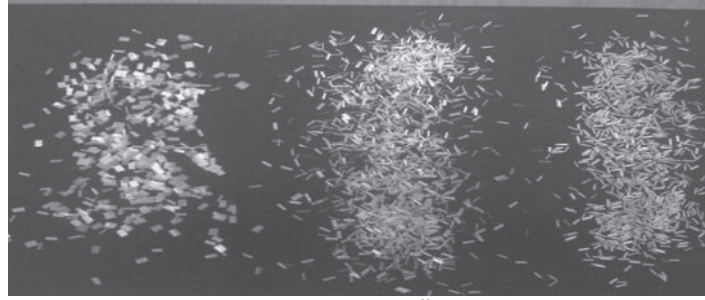
Peletlenmemiş Ürün      Peletlenmiş Ürün  
Şekil 5: Son Ürün

Mevcut kuru kırma prosesi ile elde edilen kırma ürünü ve yeni teknoloji eldesi kırma ürünleri kütle yoğunlukları ölçümleri incelendiğinde, peletlemenin işlevselliği görülmektedir.

Tablo 2: Kütle Yoğunluğu

Ürün	Kütle Yoğunluğu
Eski teknoloji (Ort.)	0,533
Yeni teknoloji (Ort)	0,650
Rakip	0,660
Hedef	0,670





Şekil 6: Kırpma Ürünü

### 2.3. Bağlayıcı Tasarımı:

Bağlayıcı cinsi, kompozit malzeme içinde cam elyafının performansını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kompozitin mukavemeti, matriks cam bağının kuvveti ile orantılıdır. Bu bağlar, bağlayıcı ajanlar tarafından ve büyük çoğunlukla "organo-silan" türündeki bileşenler sayesinde olmaktadır. Kullanılan bir diğer malzeme ise; film yapıcılarıdır. Bu malzemeler, filamentlerin bütünlüğünü sağlarken aynı zamanda matriks ve elyaf arasındaki uyumu da sağlar. Elyaf üretimi sırasında oluşabilecek her türlü sürtünme ve zedelenmeye/kırılmaya karşı ise kayganlaştırıcılar önemli ve gerekli kimyasallardır.

Proses farkının yaratmış olduğu değişikliklerden ve kırılan ürünü peletlemeye maruz kalacağından mevcut kuru kırpma formülasyonları direkt kırpma prosesinde kullanılamamıştır. Bu amaçla standart olan her bir kırpma ürünü için yeni bağlayıcı formülasyonları geliştirilmiştir.

Şu ana kadar standart ürün kapsamına alınmış olan kırpma ürünlerinin mekanik performanslarına bakıldığında da tasarlanan bağlayıcı formülasyonları ile hem direkt kırpmanın getirdiği olumsuzluğun ortadan kalktığı hem de rakip ürünler ile rekabet edebilir performansta olduğu görülmektedir. (Tablo 3 ve 4)

Tablo 4: Polipropilen kırpma ürünü ile elde edilen kompozit mekanik mukavemet değerleri

PA			Eski teknoloji	Yeni teknoloji	Rakip
Kızdırma Kaybı	%	ISO 1887	0,59	0,49	0,75
Eğilme Dayanımı	MPa	ISO 178	269,7	271,2	263,5
Çekme Dayanımı	MPa	ISO 527	178,5	175,6	174,5
Darbe Çentiksiz Charpy (7,5J)	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180	95,2	95,8	89,0
Cam Oranı	%	ISO 1172	29,5	30,5	29,8

Tablo 3- Poliamid kırpma ürünü ile elde edilen kompozit mekanik mukavemet değerleri

PP			Eski teknoloji	Yeni teknoloji	Rakip
Kızdırma Kaybı	%	ISO 1887	0,66	0,63	0,68
Eğilme Dayanımı	MPa	ISO 178	112,1	119,6	108,2
Çekme Dayanımı	MPa	ISO 527	76,9	78,6	72,1
Darbe Çentiksiz Charpy (7,5J)	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180	26,1	30,0	21,0
Cam Oranı	%	ISO 1172	30,3	31,0	30,0

### 3. Sonuçlar ve Değerlendirme

Bu çalışma kapsamında, eski teknoloji kırpma ürünündeki maliyet getirisi ve üretim süresi uzunluğundan kaynaklanan rekabet gücünü giderilmeye çalışılmıştır. Yeni teknolojinin hayata geçirilmesi ile kırpma müşterilerinin beklediği mekanik ve akma performanslarının iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Söz konusu çalışmaların sonucu uygun bulunmuştur.

Kırpma ürününün kullanılacağı matris ile uyumunu gösteren en önemli testler mekanik mukavemet testleridir. Yapılan mekanik performans testleri ile tasarlanan bağlayıcının matris ile uyumlu olduğu görülmüş ve eski teknoloji ile kıyaslandığında direkt kırpma teknolojisine dezavantajının yeni tasarlanmış bağlayıcı formülasyonları ile ortadan kaldırıldığı görülmüştür.

Bunlara ek olarak; elde edilen kırpma ürününde yaklaşık % 20 maliyet avantajı ve yeni teknoloji ile katma değeri yüksek yeni ürün geliştirilmesine olanak sağlanmıştır. Tüm bunlara bağlı olarak pazardaki kırpma payımız artmış olacaktır.

### 4. Kaynaklar

- [1] Thomason Darryl, "Method of Agglomerating Wet Chopped Fiber", US 7582239 B2 (2009)
- [2] Jean-Francois Blanchard, "High-Density Glass Fibre Granules", US 7604762 B2 (2009).
- [3] Micheal A. Strait, "System for Preparing Polymer Encapsulated Glass Fiber Pellets", US 6659756 B2 (2003).



## Cam Üretiminde Deterjanlı Suların Arıtılması

Dr. Yüksel Soykut - Tuğrul Misoğlu

[ysoykut@sisecam.com](mailto:ysoykut@sisecam.com) - [tmisoglu@sisecam.com](mailto:tmisoglu@sisecam.com)

İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası

Kaan Say

[ksay@sisecam.com](mailto:ksay@sisecam.com)

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

Dr. Turgay Tekinay

[tekinay@unam.bilkent.edu.tr](mailto:tekinay@unam.bilkent.edu.tr)

Ulusal Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü (UNAM) / Bilkent Üniversitesi



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 kazandırılmıştır.

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 fabrikalarımızda enerji tasarrufu sağlamak ve çevre etkilerini azaltmak için başlatılan **Cam Temas Malzemeleri** konusunda aralıksız çalışmalar yapan **Malzeme Çalışma Grubunda** yer almaktadır.

Temizlikte kullanılan deterjanlar endüstriyel atık olarak sorun arz etmektedir. İçeriğinde fosfat bulunan deterjanlar, deniz suyuna ya da göllere karıştığında yüksek miktarda mikroalg (mikro boyutlardaki su yosunu) üremesine sebep olmaktadır. Suyun üstünde biriken bu canlılar balık ve diğer canlıların üremesini engellemektedir. Bunun dışında deterjanda bulunan yüzey aktif maddeler, yumuşatıcılar, antibakteriyel katkı maddeleri, koruyucular, koku ve karıştırma maddeleri genellikle doğal olarak bulunmayan maddelerdir. Bu maddeler birçok zaman arıtma tesislerinde tam olarak arıtılmamakta ve sudaki oksijenin azalmasına sebep olup çevreye ve canlılara zarar vermektedir.

Paşabahçe'nin kullandığı yöntemde üretim makinelerinde kullanılan deterjan, makinelerdeki yağla karışmakta ve emülsiyon (bulamaç) oluşturup ileriki aşamadaki arıtma işlemlerini zorlaştırmaktadır. Bu halde arıtma tesisine giden karışım verimli bir şekilde temizlenememektedir. Ayrıca, makine çıkışında yüksek miktarda köpük oluşmaktadır. Bu köpükten kurtulmak hem estetik hem de temizlik açısından önemlidir.

Paşabahçe fabrikalarında üretim sırasında kullanılan deterjanın kaldırılması veya yerine muadil bir kimyasalın araştırılması asıl hedefimizdir. Bu süre içinde geçici çözüm olarak köpük giderici kimyasallarda araştırılmaktadır. Ulusal Malzeme Bilimi ve Nano Teknoloji Enstitüsü- UNAM ile birlikte Nano teknolojinin tüm olanaklarını projemizde kullanarak atıklarımızın çevreye zarar vermeyecek en uygun seviyeye indirilmesi amaçlanmaktadır.

### **Faaliyetler:**

A. Köpük kesici olarak, varsa uygun bir maddenin araştırılıp bulunması.

B. Makinelerden çıkan deterjan karışımının temizlenmesi;

Denenecek stratejiler:

1. Kullanılan Deterjana Muadil Ürünlerin Araştırılması
2. Çeşitli bakteri karışımlarının deterjan atıklarını temizleme verimlerinin denenmesi.
  - a. Bu bakterileri kullanarak Biyolojik Arıtma Tesisinin daha efektif hale getirilmesine yönelik çalışmalar
3. Mikroalglerin deterjan atıklarını temizleme verimlerinin denenmesi.
  - a. Oluşan mikroalglerin gübre olarak kullanımının incelenmesi
4. Çeşitli bitkilerin deterjan atıklarına dayanıklılıklarının ve atıkları temizleme verimlerinin incelenmesi.
5. Yerel şartlarda ırmakta büyüyen bitkilerin deterjanları parçalama yeteneklerinin analizi.

Günümüzde her alanda teknoloji hızla ilerlemektedir. Bu nedenle sanayimizi yurt dışından teknoloji transferi yaparak yaşatmak zamanı geçmiştir. Sanayimizde teknolojilerin ciddi AR-GE işlevleri ile desteklemesi ve teknolojiyi kendimizin geliştirmesi zorunlu hale gelmiştir.

Ulusal Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsünden Dr. Turgay Tekinay ile birlikte yaptığımız bu çalışmada UNAM ve nano teknolojinin tüm imkânları kullanılarak en iyi, en gelişmiş uygulamalar realize edilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** çevre, nanoteknoloji, atık su

### **Giriş**

**Şişecam**, çevresel değerlere karşı sorumluluğunun bilincinde bir kurum olarak, gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmanın gereğine inanmaktadır. Stratejik yönetimin temel unsurlarından biri olarak algıladığı bu yaklaşımı, faaliyetlerinin her aşamasında dikkate almaktadır. **Amacımız;** Toplumumuzda sürdürülen çevre koruma çalışmalarının **Çevre Yönetim Sistemi** anlayışıyla yürütülmesi ve tüm çalışanların desteği alınarak sürekli iyileşmenin sağlanmasıdır.



**P**aşabahçe fabrikalarında cam malzeme üretimi esnasında yüksek miktarda deterjan tüketilmekte ve kullanılan deterjan makinelerdeki yağla karışmakta ve emülsiyon (bulamaç) oluşturup ileriki aşamalarda arıtma işlemlerini zorlaştırmaktadır. Bu halde arıtma tesisine giden karışım verimli bir şekilde temizlenememektedir. Bunun dışında, makine çıkışında yüksek miktarda köpük oluşmaktadır. Bu köpükten kurtulmak hem estetik hem de temizlik açısından önemlidir. UNAM, Ulusal Nanoteknoloji Merkezinde yapılan çalışmalar bu sorunların giderilmesine yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Resim 1’de makine tavaasında biriken deterjan köpüğünün, deterjanlı atık su biyolojik arıtmaya gitmeden önceki birikmiş hali gözükmemektedir.



**Resim 1:** Cam işleme prosesi sonrası oluşan yoğun köpüğün görünümü.

### Projenin amacı

*Paşabahçe-UNAM ortak Ar-Ge projesinde ulaşılmak istenen hedefler şunlardır; üretim sırasında kullanılan deterjanın kaldırılması veya yerine muadil bir kimyasalın araştırılması ve UNAM, Ulusal Nanoteknoloji Merkezi ile birlikte bilimsel olarak teknolojinin tüm olanaklarını projede kullanarak fabrika atıklarının çevreye zarar vermeyecek en uygun seviyeye indirilmesidir.*

### LABORATUAR ÇALIŞMALARI

UNAM laboratuvarlarında çalışılan konular şunlardır:

A-) Kullanılan Deterjana Muadil Ürünlerin Araştırılması ve Yeni Bir Deterjanın Laboratuvar Ortamında Üretilmesi

- Deterjan muadillerinin araştırılması ve kalıp çizgisi testi aparatı yardımıyla kalitesinin test edilmesi

- Deterjan muadillerinin fiziksel ve kimyasal testlerinin yapılması (köpürme, yağ çözme, ıslanma açısı testi vs.)
- Deterjan hammaddeleri kullanılarak düşük miktarlarda deneme amaçlı deterjan karışımlarının hazırlanması
- PE ve BP fabrikalarında testlerinin yapılması

B-) Çeşitli bakteri karışımlarının deterjan atıklarını temizleme verimlerinin denenmesi

- Biyolojik arıtmaya yardımcı bakteri ve bitki türlerinin araştırılması ve denenmesi

### **Kullanılan Deterjana Muadil Ürünlerin Araştırılması ve Yeni Bir Deterjanın Laboratuvar Ortamında Üretilmesi**

Bu konuda yürütülmüş olan çalışmalar dört ana başlıkta değerlendirilebilir, bunlar; *mevcut kullanımı olan deterjanın içeriğinin incelenip geliştirilmesi üzerine çalışmalar, deterjan yerine uygun olabilecek başka kimyasalların araştırılması, alternatif olarak kendi kendine bozunan deterjan kullanımının araştırılması ve uygun görülen diğer maddelerin denenmesi* şeklinde özetlenebilir. Paşabahçe'nin UNAM'dan talep ettiği yeni deterjan muadilleri ile ilgili talepleri şunlardır; *kalıp yüzeyinde kayganlık yaratacak, köpürme yapmayacak, kalıp suyu içerisindeki yağı çözmeyecek, aktif O<sub>2</sub> miktarını düşürmeyecek, yandıktan sonra yüzeyde kalıntı bırakmayacak ve son olarak, temini ve fiyatı uygun olacak.*

### **Deterjan Muadilleri Araştırması**

Deterjan muadillerinin araştırılmasında özellikle dikkat edilen konu içeriğindeki yüzey aktif maddenin biyobozunur olmasıdır. Bu amaçla 100'den fazla deterjan örneğini listelenmiştir. 100'den fazla örneğin tamamı sipariş edilmemiştir. Bir kısmı fiyatından, bir kısmı da çevreci özelliğinin az bulunmasından dolayı ilk etapta elenmiştir. Bu deterjanların büyük bir kısmı yurtdışında üretilen ithal deterjanlardır. Bu yüzden numune gönderme talebi her firma kabul edilmemiştir. Toplam 15 tane numune UNAM laboratuvarlarına ulaşmıştır. Bunlardan neredeyse tamamı ise kalite yönünden sorunları olmasa da ikinci aşamada elenmiştir zira fiyatları Türkiye şartlarıyla kıyaslanınca çok yüksek kalıyordu. Ayrıca çevreci özellikleri de yeterli değildi. Bu araştırma neticesinde yalnızca Universal Kimya adındaki Türkiye'de üretim yapan bir firmanın örnekleri özellikle çevreci özelliği bakımından isteklerimizi karşıladığı için onlardan numune alınmaya başlandı. Laboratuvarda yapılan denemelerde yağ çözme, kalıp çizgisi gibi sorunlara rastlanmamıştır. Bu yüzden de bu firmadan sipariş edilen toplam 7 örnek, Paşabahçe Eskişehir fabrikasında denenmiştir.

Bunun dışında, kullanılan yüzey aktif hammaddelerden yola çıkarak UNAM tarafından yeni deterjan örnekleri de hazırlanmaya başlanmıştır. Bu konuda özellikle biyolojik deneylerde kullanılan bitki ve bakteriler tarafından kolaylıkla parçalanabilen yüzey aktif maddeleri kullanılmıştır. Ayrıca hazırlanan karışımların çevreye minimum zararı bulunmasına da dikkat edilmiştir. Daha önce kullanılmış olan Hayat sabun örneğinin içeriğinden yola çıkarak, ilk etapta o sabunun içeriğindeki fazla ve çevreye zararı olan maddeler çıkartılıp aktif madde özelliğini kazandıran kimyasalın karışımdaki oranı arttırılmıştır. Daha sonraki örneklerde de, o hammaddeden daha iyi biyobozunurluğa sahip kimyasallara geçiş yapılmış ve ilk etapta

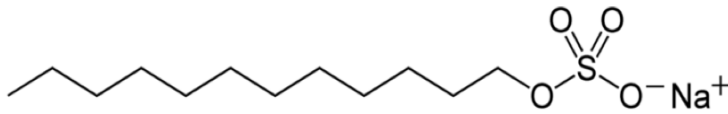


pH ayarlanmış, daha sonra tuz miktarı sıfırlanarak beyaz leke sorunu çözülmüş, ve sonlara doğru da köpük kesici ile köpük sorunu da yavaş yavaş çözülmeye başlamıştır. Önerilen numuneler daha ilk seferden itibaren yağ çözme sorununa neden olmadığı için yağ çözme problemine yönelik ekstra bir çalışma yapılmasına gerek kalmamıştır.

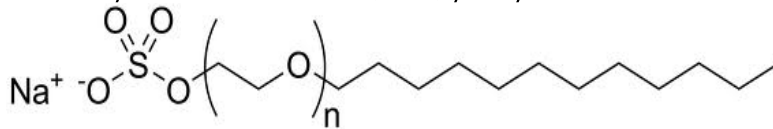
### Yüzey aktif maddeler ve deterjan kalitesindeki rolü

Yüzey aktif maddeler petrol bazlı kimyasalların çeşitli işlemlere maruz kalmasıyla oluşturulan, yağ benzeri uzun bir hidrokarbon zinciri içeren moleküllerdir. Suyu hem seven (hidrofilik), hem de sevmeyen (hidrofobik) bölgeleri bulunduğu için deterjanlara asıl özelliğini kazandıran maddelerdir. Yüzey aktif maddelerin deterjanın kalitesindeki rolü çok önemlidir, ancak yüzey aktif maddelerin ölçümü için kullanılan test yöntemi spesifik olarak yüzey aktif maddelerin miktarını vermediği için bazen yüzey aktif maddeler dışındaki yardımcı kimyasallar da beraber ölçülmekte, ve asıl yüzey aktif madde miktarı %14-15'lerde iken ölçüm sonucu %20'lerin üzerinde sonuç alınabilmektedir. Bu da Paşabahçe'nin deterjan kimyasalları için uyguladığı şartnameye uygun olsa bile, seyreltmeye çok olanak tanımamakta ve bu nedenle 1/3-1/4 seyreltme oranlarında ancak başarılı olabilmektedir.

UNAM tarafından hazırlanmış olan deterjanlarda yüzey aktif madde oranı yardımcı kimyasallar hariç %20'nin üzerinde olduğu için hem şartnameye uymakta, hem de 1/5-1/6 gibi daha yüksek seyreltme oranlarında dahi gayet iyi sonuç vermektedir. Bazı yaygın kullanımı olan yüzey aktif madde örnekleri Figür 1 ve Figür 2'de verilmiştir.



Figür 1: Sodyum Dodesil Sülfat (SDS) yüzey aktif maddesinin kimyasal görünümü [1].

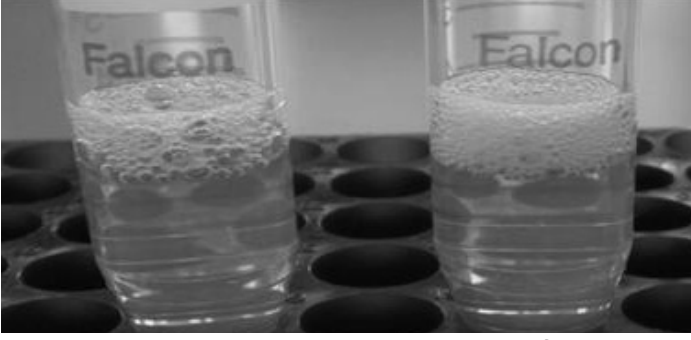


Figür 2: Sodyum Lauril Ether Sülfat (SLES) yüzey aktif maddesinin kimyasal görünümü [2].

### Deterjanlara uygulanan fiziksel testler

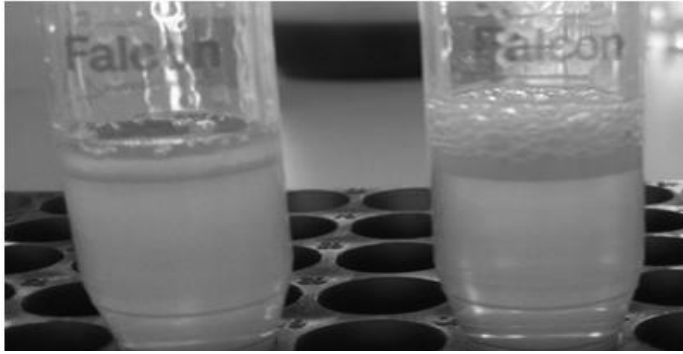
**pH analizi:** Tüm muadil deterjanlara ve UNAM tarafından hazırlanan deterjanlara pH-metre yardımıyla pH testi uygulanmıştır. Örneklerin hedef değerler olan pH 6-8 aralığında olmasına dikkat edilmiş ve örneklerin birçoğunun bu pH aralığında olması sağlanmıştır.

**Köpürme testi:** Aynı konsantrasyonlarda örnekler hazırlanıp (mesela burada 1/5 oranında) 2'şer ml alınarak 15 ml'lik deney tüplerine aktarılır. Tüpler daha sonra standart olarak 30 saniye süreyle Vortex cihazının yardımıyla kuvvetli bir şekilde karıştırılır ve oluşan köpük miktarındaki farklılıklara göre örnekler birbirinden ayrılır. Resim 2'de 1/5 seyreltme oranında hazırlanan 2 farklı deterjan numunesinin, 2'şer ml örnek deney tüplerine transfer edilip 30 saniye boyunca kuvvetli bir şekilde karıştırıldıktan sonraki hali görülmektedir.



**Resim 2:** Aynı konsantrasyonda iki farklı deterjan örneğinin oluşturduğu köpürme oranlarının karşılaştırılması

**Yağ çözünürlüğü testi:** Yağ çözünürlüğü testinin uygulanmasındaki asıl amaç deterjanla yağın karışıp çökelek benzeri bir yapı oluşturmaması ve böylece üretime zarar vermemesidir. Resim 3'de köpürme testindeki benzer şekilde, 1/5 seyreltme oranında 2 farklı deterjan numunesinin 2'şer ml örnek deney tüplerine transfer edilip daha sonra üzerine 0,5 ml makine yağı eklendikten ve 30 saniye boyunca kuvvetli bir şekilde karıştırıldıktan sonra, standart bekleme süresi olan 5 dakika sonraki hali görülmektedir. Bu deneyde ilk örnek yağı daha az çözdüğü için daha uygundur.



**Resim 3:** Aynı konsantrasyonda iki farklı deterjan örneğinin makine yağını çözme oranlarının karşılaştırılması

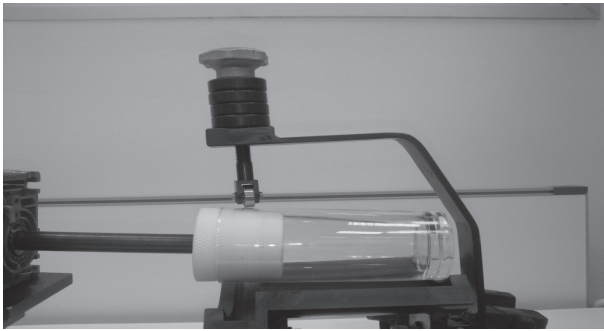
**Islanma açısı testi:** Islanma açısı testi deterjanın yüzey gerilimi oluşturma kabiliyetini anlamak için çok yararlı bir testtir. Bu testin sonucuna göre aynı konsantrasyonlarda ve aynı miktarda (0,05 ml) deterjanlı su karışımı düz bir yüzeye damlatılıp yayılma durumuna bakılır. Yüzey gerilimiyle daha küresel bir yapı oluşturma doğru orantılı olduğu için daha az yayılan, yani daha çok yüzey gerilimine sahip olan örnekler kalıp ile cam arasında daha iyi bir yüzey gerilimi oluşturup, temas oluşma olasılığını daha aza indirir. Resim 4'de diğer fiziksel testlerde olduğu gibi 1/5 seyreltme oranında 2 farklı deterjan numunesinin, 0.05 ml örnek alınarak düz alüminyum bir yüzeye yayılması ve bunun sonucunda damlaların oluşturduğu küresel yapılar görülmektedir. Bu deneyde ikinci örnek daha uygun gözükmektedir.



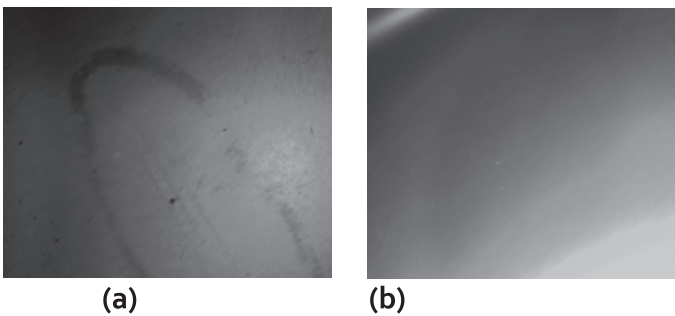


**Resim 4:** Aynı konsantrasyonlarda iki farklı deterjan örneğinin düz bir yüzeye eşit miktarda damlatılarak yayılma durumunun, yani ıslanma açılarının karşılaştırılması

**Kalıp çizgisi testi:** Bu testte döner bir motor yardımıyla oluşturulan bir sistem kullanılarak cam bardakların farklı deterjan örneklerine karşı göstereceği farklılıklara bakılır. Kalıp çizgisi testi aparatı adı verilen bardağın kalıp üzerinde belli bir süreyle döner bir şekilde hareket etmesine olanak sağlayan bu sistemde, kalıp yüzeyi deney başlamadan önce deterjanlı su karışımı içeren bir püskürtücü yardımıyla bir miktar ıslatılır ve daha sonra bardak kalıp yüzeyinde döner bir şekilde hareket etmesini sağlayacak aparata oturtulur. Yaklaşık bir dakika süreyle motor çalıştırılır ve daha sonra bardak alınarak ilk etapta çıplak gözle, daha sonra da büyük ölçekli mikroskop yardımıyla gözlemlenerek kalıp çizgisi oluşup oluşmadığına bakılır. Resim 5 ve Resim 6'da kalıp çizgisi aparatının test edilecek bardak kalıba oturtulduktan sonraki hali ve deney sonucunda mikroskop kamerası tarafından çekilmiş fotoğrafları görülmektedir.



**Resim 5:** Kalıp çizgisi testi aparatı



**Resim 6:** Test sonucunda kalıp çizgisi bulunan (a) ve bulunmayan (b) bardak yüzeylerinin mikroskop altında çekilmiş görüntüleri

### Deterjan Muadilleri Araştırması Fabrika Testleri

### Pres Üfleme Prosesi

Cam ev eşyası üretiminde ayırıcı olarak deterjan kullanılan pres üfleme prosesindeki iki farklı yöntemden bir tanesi döner üfleme prosesi olup, ebüşör içerisinde düşürülen damlanın presleme sonrası proses gereği mantarlı kalıp içerisinde dönerek şekillendirilmesi sonucu oluşan parizyonun hatasız olarak oluşabilmesi için "su ve ayırıcıya" ihtiyaç duyulan bir prosestir.

### Fabrika Testleri

Deterjan muadillerinin denemeleri Paşabahçe Eskişehir fabrikasında 17 farklı karışım ile beş ayrı test olarak yapıldı. Bunların bir kısmı aşağıda belirtilen aradığımız kriterleri karşılarken diğerleri karşılayamadı;

- **Kalite;** Kalıp Çizgisi, Beyaz leke v.s.
- Kalıp değişim sıklığı
- Köpük miktarı
- Yağ çözme
- Biyobozunurluk
- Ph ve Tuz oranı
- Aktif madde oranı

Olumsuz sonuç veren örnekler bile projenin ilerlemesi açısından bizlere yardımcı oldu. Örneğin beyaz leke sorununun yüksek miktarda tuzdan kaynaklandığını bulduk ve sonraki denemelerde kullanılan deterjandaki tuz miktarını neredeyse sıfırladık. Bu olaydan sonra beyaz leke sorununa neredeyse hiç rastlamadık.

Tablo 1'de 17 farklı karışımın biyobozunurluk, kalite, köpürme ve yağ çözme olarak kıyaslamaları görülmektedir.



**Tablo 1:** Paşabahçe Eskişehir fabrikasında denemesi yapılan deterjan örneklerinin fiziksel farklılıklarına göre karşılaştırılması

	<b>Biyobozunurluk</b>	<b>Köpürme</b>	<b>Yağ çözme</b>	
<b>T.A.M yüzdesi</b>				
<b>PK mevcut deterjan</b> 23%	Bilinmiyor	Yüksek	Normal	
<b>BP mevcut deterjan</b> 24%	<i>Düşük</i>	<i>Yüksek</i>	<i>Normal</i>	
<b>PE mevcut deterjan</b> 22%	Bilinmiyor	Yüksek	Düşük	
<b>A deterjanı</b>	İyi	Düşük	Normal	14%
<b>B deterjanı</b> 13,80%	Yüksek	Düşük	Düşük	
<b>C deterjanı</b>	İyi	Düşük	Normal	3,80%
<b>D deterjanı</b> 14%	Yüksek	Yüksek	Düşük	
<b>E deterjanı</b>	İyi	Normal	Düşük	27,32%
<b>F deterjanı</b>	İyi	Yüksek	Düşük	34,14%

Resim 7-11'de pilot denemelerin yapıldığı Paşabahçe Eskişehir fabrikasında çekilen ve denemesi yapılan muadil deterjanların fabrika ortamındaki köpürme ve yağ çözme gibi özelliklerini yansıtan resimler yer almaktadır.



**Resim 7:** Mevcut deterjanın proses sırasındaki görüntüleri.



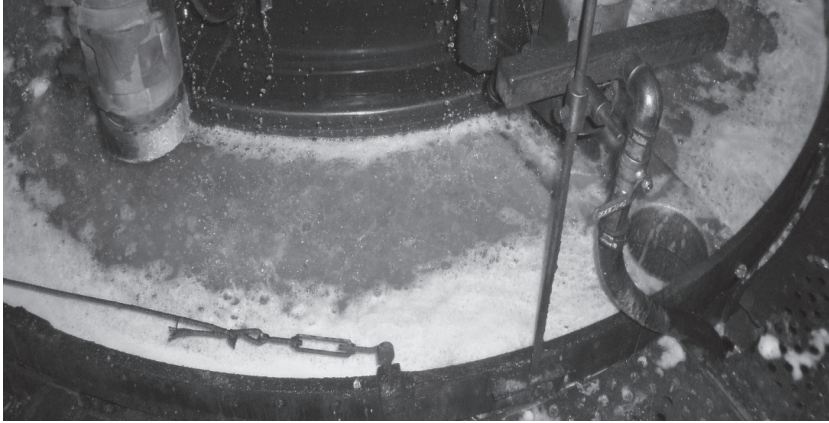
**Resim 8:** A deterjanı proses sonrası makine tavaından görüntüler. Görüldüğü gibi köpük miktarı azalmış ve siyah lekeler de çözünmeyen yağları gösteriyor.



**Resim 9:** E deterjanı yağ çözünürlüğü testi, siyah lekeler çözünmeyen yağları gösteriyor. Köpük miktarı mevcut deterjana göre azalmış durumda.



**Resim 10:** J deterjanı yağ çözünürlüğü testi, siyah lekeler çözünmeyen yağları gösteriyor.



**Resim 11:** O deterjanı proses sonrası görüntüler. Daha sonra geliştirilen örneklerde köpük miktarı daha aza indirildi.

Deterjan muadilleri araştırması fabrika testlerinde gelinen son noktada;  
Reçetesi bize ait kendi muadil kimyasalımız elde edilmiş olup, kalite olarak istenilen kalite yakalanmıştır. Beyaz leke problemi gözlenmemekle birlikte kalıp değişimi oranı beklenti sınırları içinde kalmıştır. Köpük ve yağ çözme azalmış olup aktif madde, pH, ve tuz oranı istenilen sınırlar içinde kalmıştır. Tablo 2'de Bulgaristan Paşabahçe fabrikasında mevcut kullanımı olan deterjan ile reçetesi UNAM tarafından geliştirilmiş muadil deterjanın belirli parametreler yönünden karşılaştırılması görülmektedir.

**Tablo 2:** Paşabahçe Eskişehir fabrikasında denemeler sona erdikten sonra ulaştığımız, hedeflerimizi karşılayan P deterjanı ile Bulgaristan Paşabahçe fabrikasında o tarihlerde mevcut kullanımı olan BP mevcut deterjan örneklerinin karşılaştırılması.

2 Farklı deterjanın karşılaştırılması						
	Biyobozunurluk	Köpürme	Yağ çözme	Kalite	Karışım Oranı	T.A.M %
BP mevcut deterjan	Düşük	Yüksek	Normal	İyi	1/3	24%
P deterjanı	Çok İyi	Düşük	Düşük	Çok İyi	1/5	24,8%

### Atık Su İçindeki Deterjanın Biyolojik Olarak Parçalanması Amacıyla Çeşitli Bitki ve Mikroorganizmaların Araştırılması

Bu çalışmalarda çeşitli bitkiler ve bakteri karışımlarının deterjan atıklarını temizleme verimleri denenecektir. Bunun için kullanılacak bitkiler ve bakteriler yüksek miktarda deterjan içeren ortamda yaşamaya alışmış ve deterjanı karbon kaynağı olarak kullanabilen türde bitkiler ve bakteriler olacaktır.

UNAM' da bu konuyla ilgili olarak aşağıdaki sistematik yol izlenerek çalışmalar başlatılmıştır;

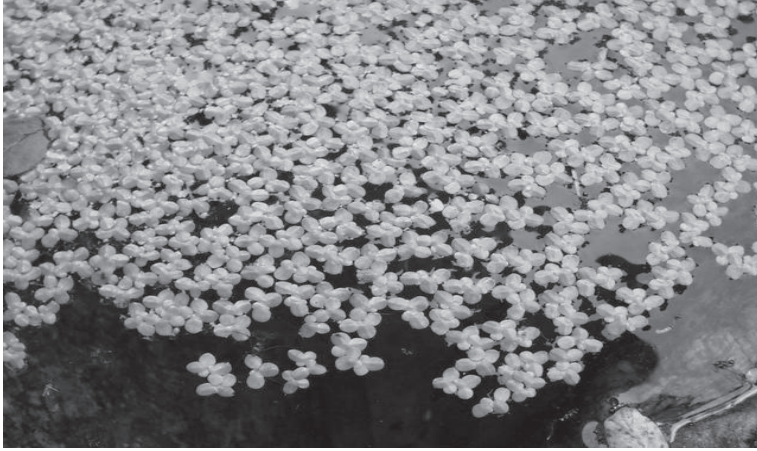
- 1) Örneklerin Temini
- 2) İnkübasyon
- 3) Bakterilerin ve bakteri karışımlarının yüksek miktarda büyütülmesi
- 4) Bakterilerin deterjan temizlemedeki verimlerinin testi
- 5) Sistemin optimizasyonu için bakterilerin oran ve cinslerinin değiştirilmesi
- 6) Fabrika ortamındaki biyolojik arıtma tesislerinde denemeler

Biyolojik arıtmada kullanmak amacıyla çeşitli bitki ve mikroorganizmalar deterjanların biyolojik olarak parçalanması amacıyla araştırılmıştır. Daha sonra uygun görülen bitki ve bakteriler laboratuvar ortamında yüksek miktarda deterjanlı su içeren ortamda büyütülmüş ve deterjan konsantrasyonlarındaki değişim fotometrik bir yöntem olan klasik MBAS yöntemi (Metilen Mavisi Yüzey Aktif Yöntemi) ile farklı günlerde örnek alınarak ölçülmüştür. Bu yöntemde metilen mavisi anyonik yüzey aktif maddelere bağlanmakta ve ikisi beraber spektrofotometrede 652 nm içerdiği yüzey aktif miktarına göre belli bir absorbans değeri vermektedir. Bu yöntem kullanılarak elde edilen sonuçlara göre, **bambu, su mercimeği bitkisel** olarak; **çeşitli bakteri türleri de bakteriyel** olarak uygun bulunmuştur.

### Bitkisel çalışma örnekleri

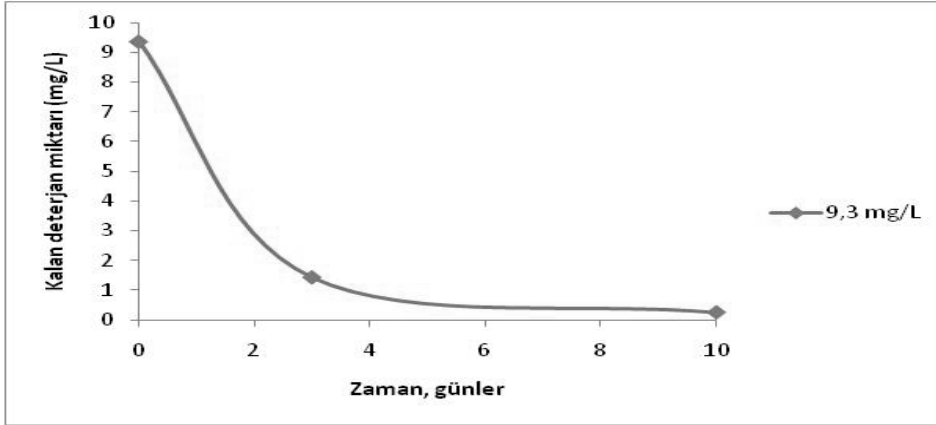
#### Su mercimeği

Denenmiş olan bitki türlerinin ilki su mercimeğidir. Su mercimeği tatlı suda yetişen, başka çalışmalarda deterjanlar için olmasa da başka tür kirliliğe yol açan maddelerin temizlenmesinde küçük ölçekte başarı sağlamaktadır.



**Resim 12:** Su mercimeğinin görünümü

UNAM'da bu bitkinin atık sulardaki deterjanı temizleme verimliliği de test edilmiştir. Çeşitli deterjan konsantrasyonlarında su mercimeği kullanılarak deneyler yapılmış ve üst sınır olan 10 mg/L konsantrasyonunda dahi su mercimeği deterjanın temizlenmesi yönünden başarılı olmuştur. Ancak ne yazık ki su mercimeği bir süre sonra renk değiştirip ölmeye başlamış ve deneye daha fazla devam edilememiştir. Resim 12'de su mercimeği bitkisinin tatlı su yüzeyindeki genel görünümü ve Figür 3'de bu bitkiyle yapılan deneylerin sonucunda elde edilen, yaklaşık 10 mg/L oranındaki deterjanın 10 gün içerisindeki biyoyıkım durumunu yansıtan grafik görülmektedir.



**Figür 3:** Su mercimeğinin deterjan örneğini 10 gün içerisindeki biyoyıkım durumu. (başarı oranı %97)

### Bambu

Denenmiş olan bitki türlerinden diğeri ise bambudur. Bambunun çeşitli türleri bulunmakta ve ormanlık alanda yetişenleri bir süre sonra metrelerce uzunluğa ulaşmaktadır. UNAM'da kullanılmış olan bambular minyatür süs bambuları olup, deneylerin uygulanabilmesine uygun olarak seçilmiştir. Resim 13'de 100 mg/L (a) ve 10 mg/L (b) deterjan içeren sularda büyütülen bambular gözükmemektedir.



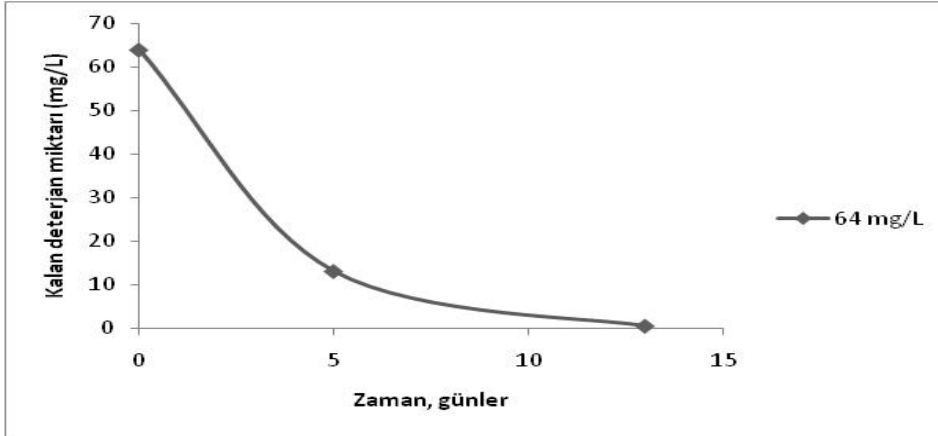
(a)



(b)

**Resim 13:** Bambu görünüşleri

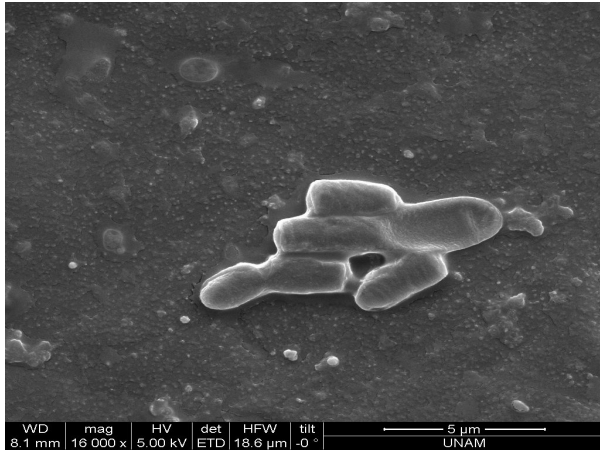
Bambularla yapılan çalışmalar su mercimeklerinde olduğu gibi güzel sonuçlar vermiştir. Bambularda üst sınır olarak 100 mg/L belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda bambuların su mercimeklerinden daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bambular su mercimeklerinden daha uzun süre sağlıklı bir şekilde hayatını sürdürmüştür. Ancak ne yazık ki su mercimekleri gibi bambular da daha uzun süre yaşamasına rağmen bir süre sonra sararıp ölmeye başlamıştır. Bu yüzden bambularla ilgili yapılan deneyler bir süre sonra sona erdirilmiştir. Figür 4'de bambu bitkisiyle yapılan deneylerin sonucunda elde edilen, 64 mg/L oranındaki deterjanın 13 gün içerisindeki biyoyıkım durumunu yansıtan grafik görülmektedir.



**Figür 4:** Bambunun deterjan örneğini 13 gün içerisindeki biyoyıkım durumu. (başarı oranı %99)

### Bakteriyel çalışma örnekleri

Bakteri çalışmalarında çok çeşitli bakteri türleri kullanılmıştır. UNAM laboratuvarlarında daha önceden izole edilmiş bakterilerin kullanımının yanı sıra, Paşabahçe Bulgaristan fabrikasındaki çeşitli toprak örneklerinden izole edilen bakteriler de bu amaçla kullanılmaya başlanmıştır. Resim 14'de laboratuvarında bu amaçla denenmiş bir bakteri türüne ait SEM mikroskop fotoğrafı yer almaktadır.



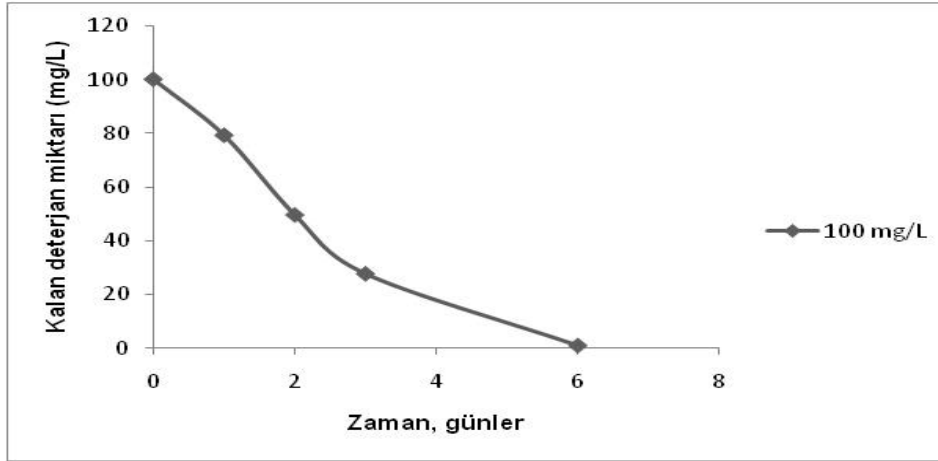
**Resim 14:** Deterjan biyoyıkımı amacıyla denenilen bir bakteri türünün SEM elektron mikroskobu altında 5 mikron ölçekteki görüntüsü

Bakteriler deterjanlı su içeren ortamlarda büyütülmüş ve deterjanı karbon ve besin kaynağı olarak kullanabilme başarıları test edilmiştir. Uygun görülen bakteriler sonraki deneylerde de denenmiş ve en iyi sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Bakterilerin kullanıldığı deneylerde gözlemlenen, bakteriler bitkilere nazaran ortam şartlarındaki değişime daha dayanıklı ve başarılı olarak da daha başarılıdır. Bambu ve su mercimeği laboratuvar ortamında güzel sonuçlar verse de, sürekliliği ve fiyatı açısından bakterilere göre daha dezavantajlıdır. Örneğin bitkiler düşük sıcaklıklara ve yüksek deterjan konsantrasyonlarına bakteriler kadar dayanıklı değildir, ayrıca bakterilerin biyoyıkım konusunda bitkilerden daha etkili ve daha





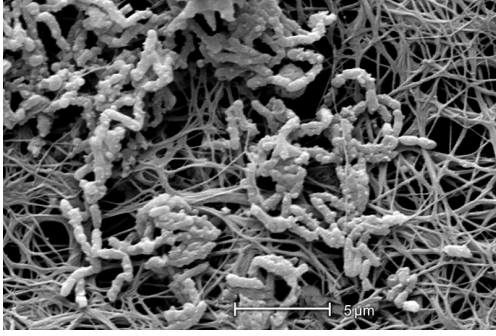
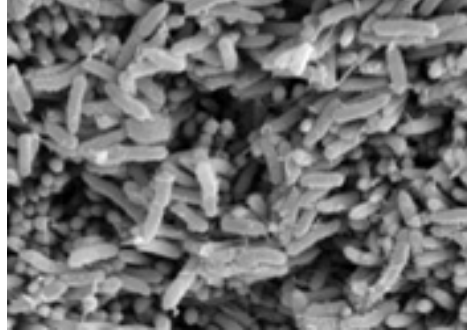
hızlı olduğu gözlemlendi. Bu yüzden biyolojik arıtmada bakterilerin kullanımı daha uygun gözükmemektedir. Daha önce denenmiş olan biyolojik arıtmada istenilen sonuç elde edilememiştir. Paşabahçe-UNAM ortak çalışmasında bakterilerin kolaylıkla parçalayabileceği deterjanlar deneneceği için verim alma şansı daha yüksektir. Figür 5'de ticari olarak yaygın kullanımı olan bir deterjanın önceden izole edilmiş ARC<sub>1</sub> bakterisi tarafından 6 gün içerisindeki biyoyıkım durumu görülmektedir.



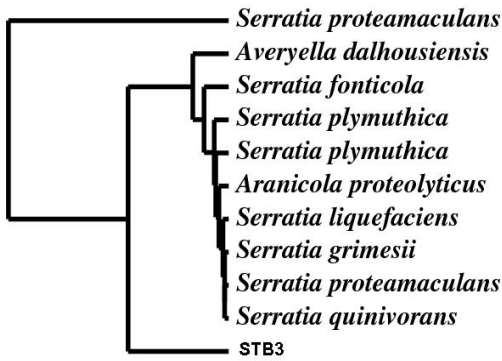
**Figür 5:** ARC<sub>1</sub> bakterisinin deterjan örneğini 6 gün içerisindeki biyoyıkım durumu. (başarı oranı %98,97)

### A/S bakteri karışımı

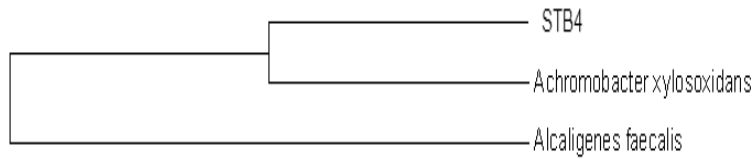
Son olarak önerilen ve şu an Bulgaristan fabrikasında kullanılmakta olan reçetesi UNAM tarafından geliştirilmiş olan deterjanı parçalayabilmesi amacıyla Bulgaristan fabrikasının belirli bölgelerinden toplanan toprak ve su örneklerinden 10 un üzerinde bakteri izolasyonu yapıldı. İzole edilen bakteriler deneysel süreçte önerilen deterjanı parçalayabilme potansiyeline göre gruplandırıldı. Uygun görülen iki örnek, STB<sub>3</sub> ve STB<sub>4</sub> örnekleri, 16S ribozomal DNA'larının sekanslanması sonucu tür ve cins olarak karakterize edildi ve filogenetik ağaçları çıkarıldı. STB<sub>3</sub> ve STB<sub>4</sub>, ya da kısaca A ve S adıyla nitelendirdiğimiz A: *Achromobacter* ve S: *Serratia* cinsi bakteriler önerilen deterjanı parçalama açısından en başarılı bakteriler olarak gözlemlendi. (>90% parçalama) Resim 15'de *Achromobacter* ve *Serratia* cinsi bakterilerin SEM elektron mikroskobu altındaki genel görünüşleri görülmektedir. Figür 6 ve Figür 7'de ise izole edilmiş bakterilerin 16S ribozomal DNA'larının sekanslanması sonucu elde edilen filogenetik ağaçları görülmektedir.

A: *Achromobacter*S: *Serratia*

Resim 15: İzole edilmiş bakterilerin SEM elektron mikroskobu altındaki görüntüleri



Figür 6: STB3 veya 'S' diye isimlendirilen izole bakterinin DNA analizi sonucu edilen filogenetik ağacı



Figür 7: STB4 ya da 'A' diye isimlendirdiğimiz izole bakterinin DNA analizi sonucu elde edilen filogenetik ağacı

Daha sonra bu iki bakteriden karışım hazırlanarak bir arada çalışma durumları gözlemlendi. Bir arada daha da iyi çalıştıkları gözlenerek bakterilerin karışım olarak uygulanmasında karar kılındı. (300 mg/L P deterjan örneği için >99% parçalama)



## BP Fabrikasında Muadil Kimyasal Kullanımına Başlanması ve Biyolojik Arıtmanın Aktif Hale Getirilmesi

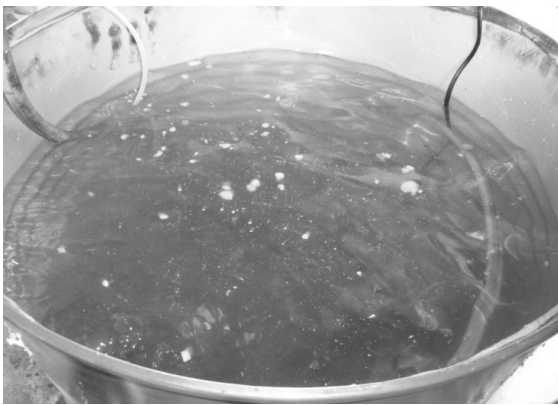
Paşabahçe Bulgaristan Fabrikasında dereye deşarj edilen kalıp suyu içerisindeki yüzey aktif madde, Avrupa Birliği limitlerine göre 1 mg/litre olması gerekirken ortalama 4,7 mg/litre olarak ölçülmüştür.

Reçetesi UNAM tarafından geliştirilmiş olan deterjan Paşabahçe Bulgaristan fabrikasında denendi ve yaklaşık olarak 2 ton sipariş edilerek yeni deterjana geçilme sürecine başlandı. A/S bakteri karışımından 2 litrelik örnek Bulgaristan'a götürülerek 2 gün içerisinde bakteri miktarının 1 tonun üzerine çıkması sağlandı.

Resim 16-18'de 200 litrelik, A/S bakteri karışımının çoğaltıldığı, bakterilerin su, besi yeri ve havalandırma ihtiyaçlarının karşılandığı varilin bakteriyel arıtma başlatılmadan önceki (Resim 16), 2 litrelik bakteri karışımının su ve besi yeri karışımını içeren varile ilave edildikten sonraki (Resim 17), tam bir gün sonrasında 2 litrelik bakteri karışımının toplam 200 litreye ulaştıktan sonraki (Resim 18) görüntüleri bulunmaktadır. Büyüyen bakteriler içinde bulunduğu suyu bulandırmıştır ve köpürmeye neden olmuştur.



**Resim 16:** 200 litrelik bakteri üretim varilinin genel görünümü



**Resim 17:** Bakteri su ve besi yeri karışımını içeren varil



**Resim 18:** Toplam bakteri miktarı 200 litreye ulaştıktan sonraki karışım

### Sonuç

Yukarıda bahsedildiği üzere, ilk etapta eski deterjandan yeni deterjana geçiş süreci başladı. Bu süreçle eş zamanlı olarak da bakterilerin kısa zaman içerisinde hızlı bir şekilde büyümesi sağlanıp, haftada bir biyolojik arıtma havuzlarına dozajlanması gerçekleştirildi. Son yapılan ölçümlere göre, biyolojik arıtma çıkışından alınan örneklerin laboratuvar testlerinden aşağıdaki veriler elde edildi.

**Tablo 3:** Son alınan ölçümlere göre Eski deterjan ve Yeni deterjanın seyreltilme oranı, COD değeri, ve sudaki deterjan değeri yönünden karşılaştırılması.

	Eski deterjan	Yeni deterjan
Deterjanın seyreltilme oranı	1/3	1/5
COD değeri	264mg/l	33mg/l
Sudaki deterjan değeri	2,2mg/l	0,7mg/l

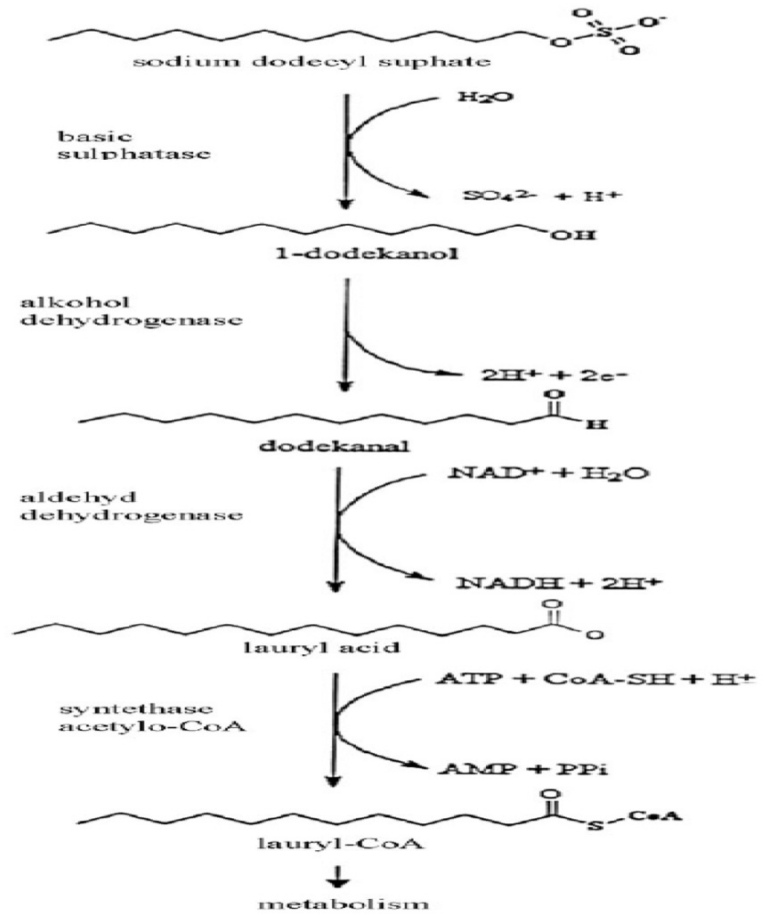
Tablo 3'de görüldüğü üzere, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD/KOI) ve sudaki deterjan değeri önceki ölçümlere göre ciddi şekilde azalmıştır. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), su ve atık sudan alınan örneklerdeki kirliliğin derecesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli test parametresidir. KOİ, tüm organik maddelerin (biyolojik olarak mevcut veya sabit organik maddeler) ve oksitlenebilir inorganik maddelerin karbondioksit ve suya oksitlenmesi için gereken toplam oksijen miktarının ölçüsüdür. Bu değer çokluğu veya azlığı sudaki deterjanla doğru orantılıdır zira, deterjanlar organik temelli bileşikler olduğu için sudaki parçalanmamış haldeki deterjanlar halihazırda oksitlenebilir organik maddeler sınıfına dahil olduğu için KOİ değerini de arttırmakta, bu nedenle sudaki fazla deterjan aynı zamanda KOİ değerinin de yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Deterjanlar bakteriler tarafından enzimatik bir işlem sonucunda parçalanmakta ve biyoyıkımın son aşaması olan esas biyoyıkım sonucunda karbondioksit ve suya ayrılarak biyoyıkım prosesi tamamlanmaktadır. Bu işlem sonucunda parçalanmış deterjan hem sudaki deterjan miktarının daha düşük seviyelere inmesini sağlayacak, hem de oksitlenebilir organik madde miktarını düşüreceği için KOİ değerlerinin de buna bağlı olarak düşmesine neden olacaktır.



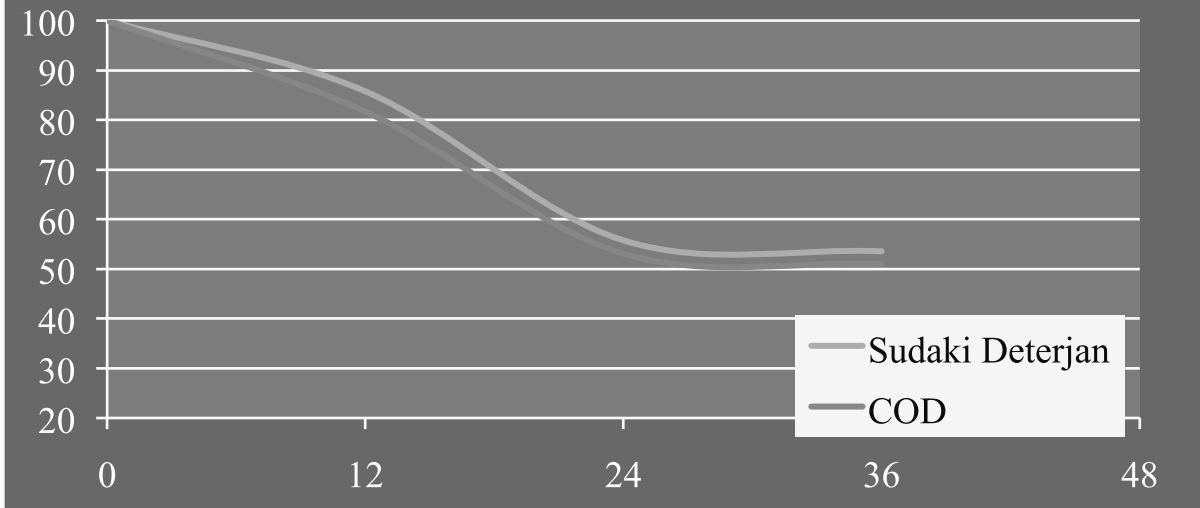
Figür 8’de içeriğinde SDS yüzey aktif maddesi içeren bir deterjanın enzimatik olarak parçalanma işleminin basamakları yer almaktadır.

*Deterjan kullanımı %50 azaldı, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) ve sudaki deterjan değerleri Avrupa Birliği yasal limitlerinin altına indirildi.*

Bu sonuçlara göre, hem deterjanların daha fazla seyreltilerek aynı kalitenin yakalanabilmesi, hem de bakteriler tarafından biyolojik yollarla parçalanması sonucunda yukarıdaki değerler hedeflenen şekilde Avrupa Birliği yasal limitlerinin altına düşürülmüştür. Böylece atık sudaki deterjanların doğaya karıştığına canlı organizmalar üzerinde neden olabileceği zarar daha aza indirilmiştir. Aynı zamanda yüksek miktarda köpürme problemi de çözüldüğü için, deterjan içeren atık su nehre karıştığına, nehir ekosisteminde bulunan canlıların gaz alışverişine engel olan su yüzeyinde bir köpük tabakasına neden olmayacak ve çevreye çok daha az zararlı cam üretiminin tamamlanmasını sağlayacaktır. . Figür:8’de içeriğinde SDS yüzey aktif maddesi içeren bir deterjanın enzimatik olarak parçalanma işleminin basamakları yer almaktadır.



**Figür 8:** SDS yüzey aktif maddesinin bakteriler tarafından enzimatik olarak biyoyıkım işlemini gösteren şema. [3]



**Figür 9:** Atık sudaki COD/Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve deterjan değerlerindeki % azalma durumunu yansıtan grafik.

Yeni muadil kimyasal kullanımından önce ve sonra fabrikamızın durumun gösteren resimlerde (Resim 19-20) köpüğün azaldığı ve ortamın çalışma şartlarına uygun halle geldiği görülmektedir.



**Resim 19:** Eski Deterjan



**Muadil Kimyasal**



**Resim 20:** Eski Deterjan



**Muadil Kimyasal**



Çalışmaların neticesinde;

**Bilimsel veriler ile desteklenen,**

**Tüm Paşabahçe fabrikalarının katıldığı,**

**Paşabahçe Bulgaristan fabrikasının talep ettiği üzere değerlerin yasal limitlerin altına düşürüldüğü,**

**Yalnızca Paşabahçe Bulgaristan fabrikasının değil, belki diğer Paşabahçe fabrikalarının da ileride uygulayabileceği etkili bir sistemin geliştirildiği,**

**Akademik literatüre deterjanların biyolojik yollarla temizlenmesi konusunda yeni ve son derece etkili bir bakteri karışımının kazandırıldığı,**

**Şişecam'ın Çevre Duyarlılığını gösteren,**

**Üniversite Sanayi işbirliğinin başarılı bir şekilde sağlandığı, alanında öncü bir proje gerçekleştirilmiştir.**

## **Kaynaklar**

1. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:SDS-2D-skeletal.png>
2. [http://dbpedia.org/page/Sodium\\_laureth\\_sulfate](http://dbpedia.org/page/Sodium_laureth_sulfate)
3. Walczak et al. Decomposition of Anionic Surface ActiveSubstances by Bacteria from the Surface Microlayer of Lake Jeziorak Mały. *Polish Journal of Environmental Studies.* 13, 325-331.







## UFA Renksiz Cam Üretiminde Harmandan CeO<sub>2</sub>'in Çıkarılması

Ali Cengiz - Kerim Mirzoev

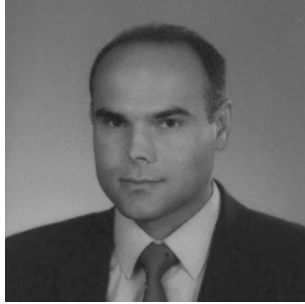
[acengiz@ruscam.ru](mailto:acengiz@ruscam.ru) – [kmirzoev@sisecam.com](mailto:kmirzoev@sisecam.com)

OOO Ruscam UFA Fabrikası / Cam Ambalaj

Fehiman Akmaz

[fakmaz@sisecam.com](mailto:fakmaz@sisecam.com)

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Genel Müdürlük



*Ali Cengiz: İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Maden Mühendisliği bölümünü 1994 yılında tamamladı. 1994-1995 yılları arasında İstanbul Metrosunda saha mühendisi, 1996-1998 yılları arasında da bir inşaat firmasında şantiye şefi olarak çalıştı. 1998-2005 yılları arasında Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası'nda fırın harman mühendisi olarak görev yaptı. 2005 yılından bu yana Ruscam Ufa Fabrikası'nda fırın harman şefi olarak görevine devam etmektedir. Evli ve 2 çocuk babasıdır.*

Cam Ambalaj renksiz ürünlerin dış görünüşü, piyasanın onu algılamasında ve satışlarında kritik rol oynamaktadır. Renkli ürünlerde olduğu kadar renksiz ürünlerde de rengin, dikkat çeken ve kalitesini etkileyen bir özellik olması nedeniyle, camın renksizlik seviyesi, renk tonu ve parlaklığı çok önemlidir. Bu doğrultuda Şişecam'da, cam ambalaj renksiz cam spesifikasyonu yıllar içinde daha da iyileştirilmiş ve limitleri daraltılmıştır.

Bu çerçevede, kullanılan hammaddelerden cama gelen Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyesi istenmeyen yeşil rengi vermesinden dolayı mümkün olduğu kadar düşük tutulmaya çalışılır. UFA Fabrikası'nda başlangıçta dolomit ve feldspat nedeniyle camın Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyesi olarak %0.075 – 0.085 aralığında üretim yapılmıştır. Bu süreçte cam renginin nötr hale getirilmesi için CeO<sub>2</sub> gibi renksizleştirme katkı maddeleri fazla kullanılmıştır. Daha sonra harmanda kalker kullanımına geçildikten sonra camdaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyesi % 0.060 seviyelerine düşürülmüştür.

Seryum oksit temininde son dönemlerde karşılaşılan zorluklar ve fiyat artışı ve UFA Fabrikası'nda renksiz camda demir oksidin düşük olması bir çalışma imkânı yaratmış ve kademeli olarak harmandan CeO<sub>2</sub> çıkarılmıştır.

Bu çalışmada, harmandan seryum oksit çıkarılması sırasında camın renk parametrelerinin minimum şekilde etkilenmesi hedeflenerek, harmanda ve fırında yapılan müdahaleler ayrıntılarıyla aktarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca söz konusu çalışmada, camların renksizleştirme teorisi üzerinde kısaca durularak, Cam Ambalaj renksiz üretiminin renksizlik çalışmalarıyla ilgili geçmiş dönemlerde yapılmış olan çalışmalar hakkında da bilgi verilecektir.

**Anahtar Sözcükler:** seryum, renksizleştirme

## 1. Giriş

Cam Ambalaj renksiz ürünlerin dış görünüşü, piyasanın onu algılamasında ve satışlarında kritik rol oynamaktadır. Renkli ürünlerde olduğu kadar renksiz ürünlerde de rengin, dikkat çeken ve kalitesini etkileyen bir özellik olması nedeniyle, camın renksizlik seviyesi, renk tonu ve parlaklığı çok önemlidir. Bu doğrultuda Şişecam'da, cam ambalaj renksiz cam spesifikasyonu yıllar içinde daha da iyileştirilmiş ve limitleri daraltılmıştır.

Bu çerçevede, kullanılan hammaddelerden cama gelen  $Fe_2O_3$  seviyesi istenmeyen yeşil rengi vermesinden dolayı mümkün olduğu kadar düşük tutulmaya çalışılır. UFA Fabrikası'nda başlangıçta dolomit ve feldspat nedeniyle camın  $Fe_2O_3$  seviyesi % 0.075 – 0.085 aralığında çalışılmıştır. Bu süreçte cam renginin nötr hale getirilmesi için  $CeO_2$  gibi renksizleştirme katkı maddeleri fazla kullanılmıştır. Daha sonra harmanda kalker kullanımına geçildikten sonra camdaki  $Fe_2O_3$  seviyesi 0.060 seviyelerine düşürülmüştür.

Seryum oksit temininde son dönemlerde karşılaşılan zorluklar ve fiyat artışı nedeniyle, UFA Fabrikası'nda da renksiz camda demir oksidin düşük olması bu çalışma imkânını yaratmış ve kademeli olarak harmandan  $CeO_2$  çıkarılmıştır.

Bu çalışmada, harmandan seryum oksit çıkarılması sırasında camın renk parametrelerinin minimum şekilde etkilenmesi hedeflenerek, harmanda ve fırında yapılan müdahaleler aktarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca söz konusu çalışmada, camların renksizleştirme teorisi üzerinde kısaca durularak renk parametreleri hakkında bilgi verilmiş ve uygulamanın maliyete olan etkileri aktarılmıştır.

## 2. Teori

### 2.1. Renksizleştirme

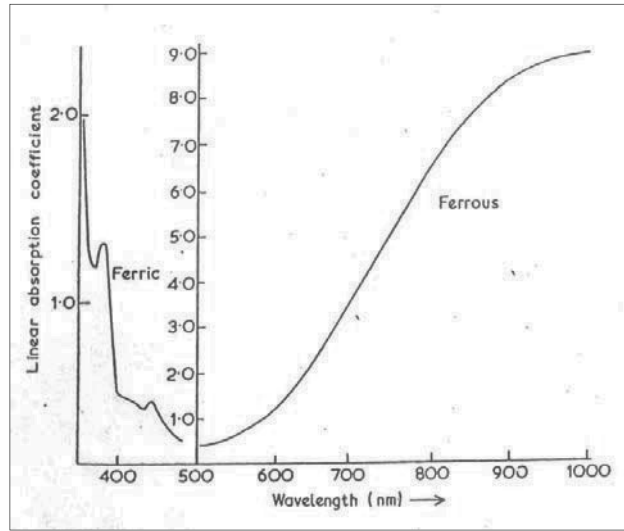
Renkli camların dışında, camın genellikle olabildiğince renksiz olması amaçlanır. Camın renksizleştirilmesi, günümüzde iyi anlaşılmış ve uygulaması yaygın olan bir işlemdir. Renksiz cam üretiminde kullanılan hammaddeler hemen her zaman, camda belirgin bir renk oluşturacak safsızlıkları içerirler. Bu kapsamda, demir oksit en önemli safsızlık olarak ortaya çıkar ve cama yeşilimsi tonda renk verir.

Renksizleştirme işlemi, renksiz camlarda hammaddelerden safsızlık olarak gelen  $Fe_2O_3$ 'ün cama verdiği rengi maskeleyen işlemdir. Camda mevcut demir oksit miktarı renksizleştirme uygulamalarında elde edilecek sonuç açısından büyük önem taşımaktadır. % 0.03-0.05 gibi demir oksit seviyeleri bile camda gözle görünür bir renklenmeye sebep olmaktadır.

Yüksek demir oksit içerikli (>%0.6) cam kap terkiplerinde de renksizleştirme işlemi yapılabilmektedir. Ancak uygulama sonucunda cam, kirli pembemsi veya kirli grimsi tonlarda bir renge sahip olmaktadır. Bu nedenle, renksizleştirmenin ilk adımı hammaddelerden gelen  $Fe_2O_3$  içeriğini mümkün olduğu kadar düşük tutmak ve işletme şartlarında oluşabilecek  $Fe_2O_3$  kirliliğini minimuma indirmek olarak tanımlanabilir.



Demir, soda-kireç camlarında  $Fe^{+2}$ (ferrous) ve  $Fe^{+3}$  (ferric) formunda bulunur.  $Fe^{+2}$  cama mavi yeşil,  $Fe^{+3}$  sarı yeşil renk verir. Aynı konsantrasyonda olmak şartıyla  $Fe^{+2}$ 'nin cama verdiği renk  $Fe^{+3}$ 'e göre 10 kat daha şiddetlidir.  $Fe^{+2}$ 'nin kızıl ötesi bölgede 1050 nm dalga boyunda merkezlenen kuvvetli bir absorpsiyonu vardır. Bu absorpsiyon bandı görünür bölgede 500nm dalga boyuna kadar devam eder ve güneş kontrol fonksiyonu sağlar.  $Fe^{+3}$  ise görünür bölgede 440-430 ve 380 nm dalga boylarında merkezlenen ve mor ötesi bölgede devam eden absorpsiyon bandına sahiptir. Şekil 1'de demir oksit içeren cama ait absorpsiyon grafiği verilmektedir.



**Şekil 1:** Demir oksit içeren cama ait absorpsiyon grafiği

Demirin cama vermiş olduğu renk  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$  oranına bağlı olarak değişir.

Renksizleştirme işlemi mekanik, kimyasal ve fiziksel olmak üzere başlıca üç aşamada gerçekleşmektedir:

**1.Mekanik Renksizleştirme:** Camın demir oksit miktarının azaltılması işlemidir. Bunun için aşağıda verilen parametrelere dikkat edilmesi gerekir.

- Demir oksit içeriği düşük hammadde seçimi
- Hammadde ve özellikle kumda demir azaltma(mekanik temizleme ve Flotasyon)
- Hammadde stok yerlerinin, cam kırığının, harman dairesinin temizliği
- Harman temas yüzeylerin tahta, plastikle kaplanması
- Harman nakil hattında manyetik ayırıcılar kullanımı
- İşçi eğitimi

**2.Kimyasal Renksizleştirme:** Camdaki  $Fe^{+2}/Fe^{+3}$  oranının mümkün olduğunca düşürülerek, mevcut  $Fe^{+2}$  iyonlarının,  $Fe^{+3}$  haline yükseltgenmesi yoluyla cam renginin mavimsi yeşil tondan, göz tarafından daha az hassasiyetle algılanan sarımsı yeşil tona dönüştürülmesidir. Şişecam renksiz cam ambalaj üretimlerinde kimyasal renksizleştirici olarak aşağıda verildiği tarih sıralamasına göre 2000'li yıllardan sonra tamamen saf  $CeO_2$  kullanımına geçilmiştir.

- $As_2O_3$  (toksik) +  $NaNO_3$  (1988'den önce)

- Ce- konsantre ( % 65 CeO<sub>2</sub> içerikli)
- Seryum oksit ( % 98-99 CeO<sub>2</sub> içerikli 2000'li yıllar)

Geçmiş dönemlerde, kimyasal renksizleştirme için yukarıda da belirtildiği gibi arsenik+nitrat kullanılmaktaydı. Daha sonraki yıllarda gerek arsenik kaynaklarının sınırlı hale gelmesi ile maliyetlerin artması, gerekse arseniğin toksik özelliği, cam araştırmacılarını farklı renksizleştirici üzerinde düşünmeye yöneltmiştir. Nitekim, Topluluğumuz'da cam ambalaj fırınlarında renksiz cam üretiminde arsenik yerine CeO<sub>2</sub> kullanılmakta, züccaciye fırınlarında başlangıçta As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yerine, buna göre daha az toksik olan Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kullanılmış halen mevcut durumda bazı ürün tipleri ( el imalatı ve f&d cam) hariç tüm fırınlarımızda CeO<sub>2</sub> kullanılmaktadır.

**3. Fiziksel Renksizleştirme:** Kimyasal renksizleştirme sonucu camda oluşan sarımsı yeşil rengin, tamamlayıcı renk veren maddelerle fiziksel olarak, sonuçta nötr bir renk elde edilecek şekilde maskelenmesidir.

Harmanda mevcut demir, Fe<sup>+3</sup>'e yükseltgendikten sonra Fe<sup>+3</sup>'ün verdiği sarı yeşil renk, Mn,Se,Ni,Co,Er gibi tamamlayıcı renk verici oksitlerle fiziksel olarak maskelenir. Şişecam renksiz cam üretiminde fiziksel renksizleştirici olarak, selenyum veya kobalt oksit + selenyum kullanılmaktadır.

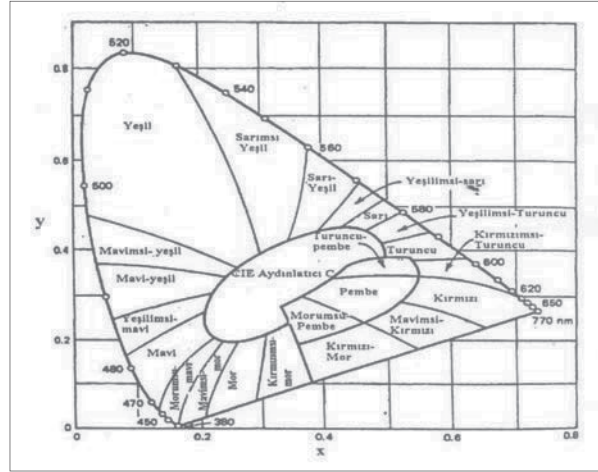
## 2.2. Renk Parametreleri

Renk parametrelerinin tarifi yapılmadan önce rengin tanımı yapıldığına renk, herhangi bir madde üzerinden yansıyan veya bu maddeden geçen elektromanyetik dalgaların 400-700nm dalga boyu aralığına düşen kısmının insan gözü tarafından, gözün hassasiyetine bağlı olarak seçimli şiddette algılanması sonunda beyinde oluşan bir etkidir. Bu tariften de anlaşılacağı üzere göz tarafından algılanan rengi oluşturan 3 temel etken vardır:

- cismin üzerine düşen ışığın karakteri,
- cisim tarafından geçirilen(veya yansıtılan) ışığın şiddetinin farklı dalga boylarına göre dağılımı,
- gözün 400-700nm dalga boyları arasındaki(görünür bölgedeki) elektromanyetik dalgaları algılamadaki duyarlılığı.

Herhangi bir rengi, farklı renkteki üç ana ışık kaynağından sağlanan ışınımın uygun oranlarda karışımı ile elde etmek mümkündür. Bu üç ana kaynak genellikle mavi,yeşil ve kırmızı olarak seçilir.

Herhangi bir rengin mavi,yeşil,ve kırmızı ışınımın uygun oranlardaki karışımları ile elde edilebileceği ilkesinden hareketle, Uluslararası Renk Komisyonu(CIE) tarafından cisimlerin rengini matematiksel olarak tanımlayan bir renk belirleme yöntemi geliştirilmiştir(Şekil 2)



**Şekil 2:** CIE Renk Diyagramı

Bu renk hesap yöntemine göre gözümüzün gördüğü renk matematiksel olarak 3 parametre ile tanımlanmaktadır. Bunlar başat dalga boyu, % saflık ve parlaklık.

**Parlaklık(%Y) :** Bazı standartlara bağlı olarak tanımlanan görünür ışık yüzdesi, yani bir bakıma cismin saydamlığının ya da parlaklığının bir ölçüsüdür. Parlaklık saydam camlar için % 100'e yaklaşırken, opak camlarda sifıra kadar iner.

**Başat dalga boyu(nm):** Rengi belirlenen örnek ile aynı renkteki monokromatik ışığın dalga boyudur. Bir başka deyişle, gözümüzde cismin rengini oluşturan renk karışımı ile aynı etkiyi tek başına bırakacak bir ışığın dalga boyudur.

**Saflık( %P):** Aynı başat dalga boyundaki % 100 saf renge göre, numunenin başat dalga boyundaki ışık yüzdesidir. Rengin ne kadar pastel ya da doymun olduğunun ölçüsüdür.

Renksizleşmede takip edilen en önemli parametrelerden biri camın indirgenlik seviyesidir.  $Fe^{+2} / \sum Fe_2O_3$  olarak tanımlanan bu parametrenin değeri ne kadar düşük olursa cam o kadar oksidan, ne kadar yüksek olursa cam o kadar indirgen olarak tanımlanır. Renksizleştirmede bu değer mümkün olduğu kadar düşük tutulmaya çalışılır. Diğer ise renk parametreleridir.

Cam ambalaj renksiz cam üretiminde renksizleştirmeyi iyileştirme yönünde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu süreç içinde hammaddelerin içerdiği demir oksit seviyesi düşürülerek camın demir oksit seviyesi düşürülmüştür( % 0.090 → % 0.055-0.060) Daha kaliteli daha renksiz cam için renk spesifikasyon değerleri aşağıda verildiği şekliye daraltılmıştır.

### Şişecam Cam Ambalaj Renksiz Cam Renk Spesifikasyonu

- Standart kalınlık: 38 mm
  - Başat dalga boyu (nm): 555-578
  - % Parlaklık : >55
  - % Sıflık : < 12
- 2003'den itibaren
- Standart kalınlık: 38 mm
  - Başat dalga boyu(nm): 555-578
  - % Parlaklık : >60
  - % Sıflık : < 8

### 3. Fabrika Uygulaması

2010 yılının ikinci çeyreğinin başından itibaren Dünyada, CeO<sub>2</sub> darboğazı yaşanmış olup, Ağustos 2010 – Ocak 2011 dönemleri arasında CeO<sub>2</sub> fiyatı % 425 oranında artış göstermiştir. Bu dönem içerisinde CeO<sub>2</sub> fiyatı 6,67 \$/kg'dan 35,03 \$/kg'a çıkmıştır.

Ruscam Ufa Fabrikasında, renksiz camda CeO<sub>2</sub>'i azaltma çalışması, 2011 yılı başında başlamış olup, yaklaşık 4 aylık bir süre içerisinde, 2 fırında günlük 300 kg'ın biraz üzerinde kullanılan CeO<sub>2</sub>, kademeli olarak düşürülerek, uygulama sonunda harmandan tamamen çıkarılmıştır.

Renksiz camda CeO<sub>2</sub>'i azaltma çalışması için A Fırını seçilmiş olup, A Fırınında elde edilen kazanımlar, diğer renksiz fırın olan C fırını için akabinde uygulanmıştır. Böylece, olası riskler yarıya indirilmiştir.

İlk olarak, A Fırını cam'ında % 0,080'lerin üzerinde seyreden Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyesi, kalker kullanımına geçilerek % 0,060 seviyelerine çekilmiştir ( A Fırını'nda başlangıçta kalker kullanılmayıp, sadece Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değeri % 0,20 civarında olan dolomit kullanılıyordu. 2010 yılının son çeyreğinden itibaren Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değeri % 0,03 civarında olan kalker, mevcut dolomit ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Kalker kullanımı ile birlikte, renksiz camdaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı % 0,060 seviyesine düşmüştür). Böylece, renksiz camda CeO<sub>2</sub> azaltımı için zemin hazırlanmıştır.

15 Ocak 2011 tarihinde başlayan CeO<sub>2</sub> azaltma uygulaması, dört aylık süre içerisinde 12 kademede gerçekleşmiştir(Tablo 1). CeO<sub>2</sub> azaltma sırasında harman redoksunun indirgene kaymaması için sülfat miktarı artırılmıştır. Bunun yanında, renk değerlerinin spesifikasyon içerisinde kalması için fiziksel katkı maddelerinde ayarlamalar yapılmış; selen miktarı artırılırken, CoO miktarı düşürülmüştür. Ayrıca, olası habbe problemini önlemek için redoks sabit tutularak, antrasit miktarında da artış yapılmıştır.

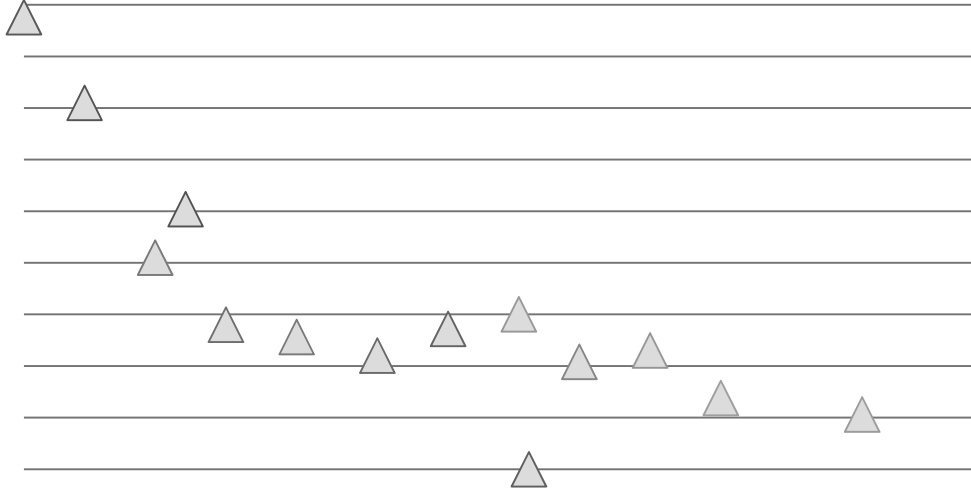


**Tablo 1:** UFA-A Fırınında CeO<sub>2</sub> azaltma kademeleri ve her kademedeki katkı madde miktarları ( kg/100 kg cam)

100 kg cam için yardımcı hammaddeler (Ruscam Ufa-A Fırını)					
	sodyum sulfat	seryum oksit	antrasit	selen	kobalt oksit
01.01.2011	0,58	0,0515	0,015	0,00125	0,00011
15.01.2011	0,60	0,046	0,016	0,00125	0,00011
08.02.2011	0,62	0,025	0,017	0,0013	0,00011
10.02.2011	0,64	0,02	0,019	0,0014	0,00010
12.02.2011	0,65	0,015	0,020	0,0015	0,00010
15.02.2011	0,66	0,012	0,021	0,0016	0,00009
22.02.2011	0,67	0,008	0,022	0,0019	0,00009
02.03.2011	0,67	0,006	0,022	0,0019	0,00009
09.03.2011	0,67	0,004	0,022	0,0019	0,00009
22.03.2011	0,67	0,0025	0,022	0,002	0,00009
29.03.2011	0,68	0,00125	0,023	0,0021	0,00008
04.04.2011	0,68	0	0,023	0,0022	0,00007

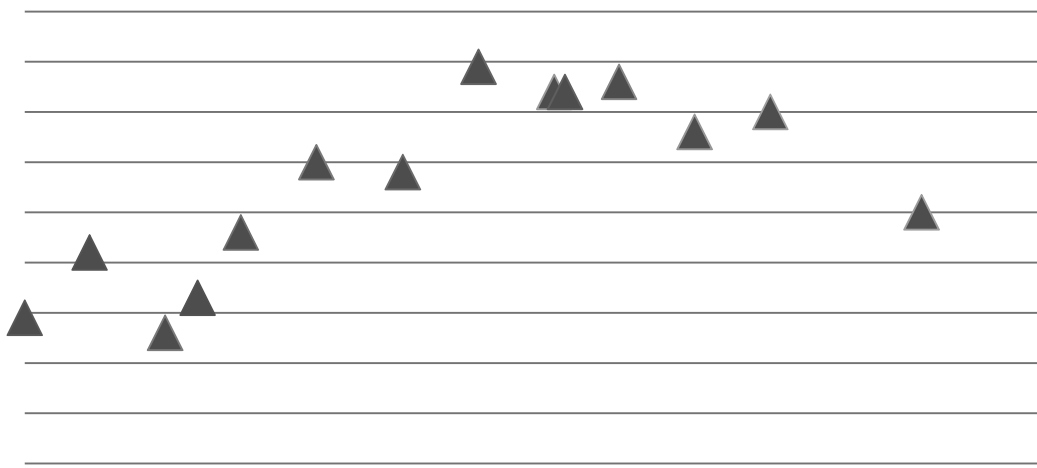
Uygulama sırasında, cam rengi hem görsel hem de spektrofotometrik olarak takip edilmiştir. Camların, renk parametreleri, CeO<sub>2</sub> ve indirgenlik seviyeleri zamana bağlı olarak grafiklenmiş değerler Şekil 3.-7de verilmektedir.

**CeO<sub>2</sub>**



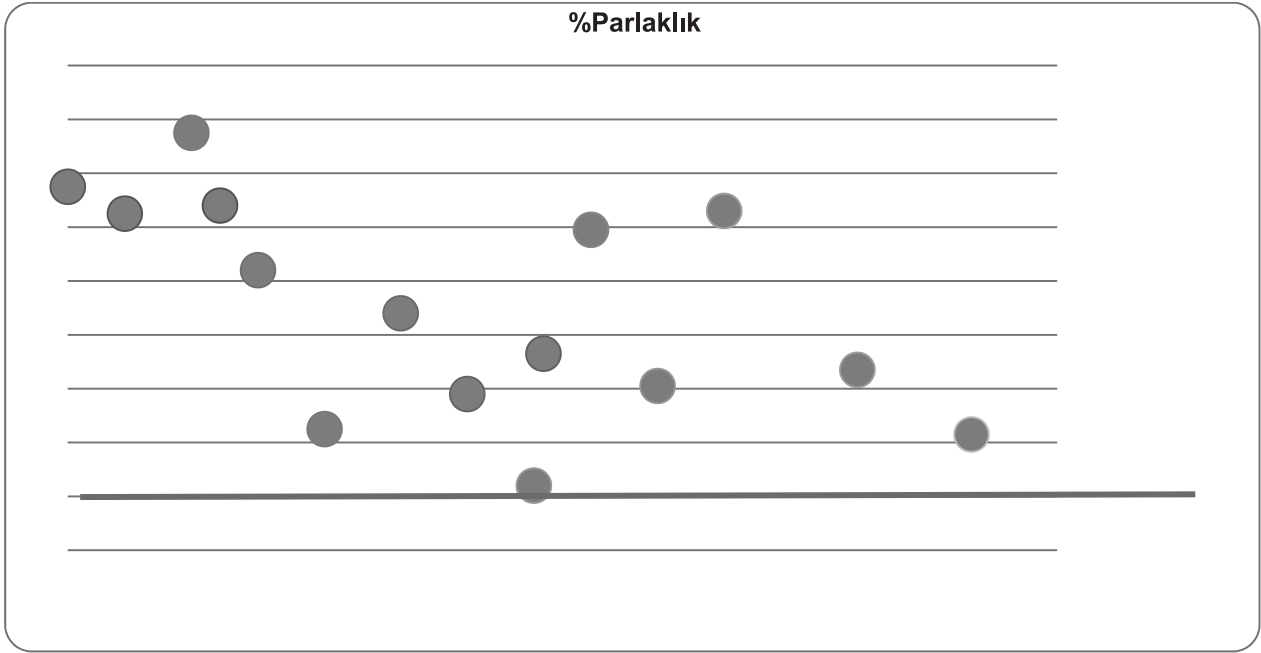
**Şekil 3:** Camların zamana bağlı olarak değişen %CeO<sub>2</sub> konsantrasyon grafiği

**Fe+2/Fe2O3**

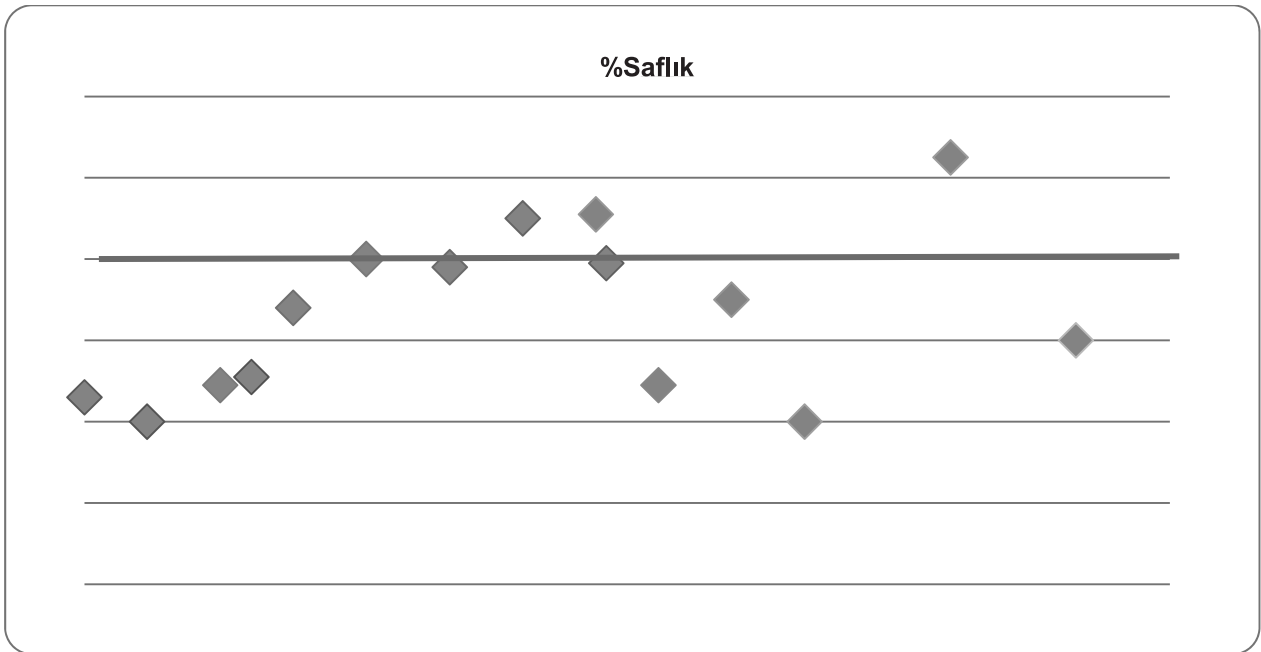


**Şekil 4:** Camların zamana bağlı olarak değişen indirgenlik seviyesi grafiği



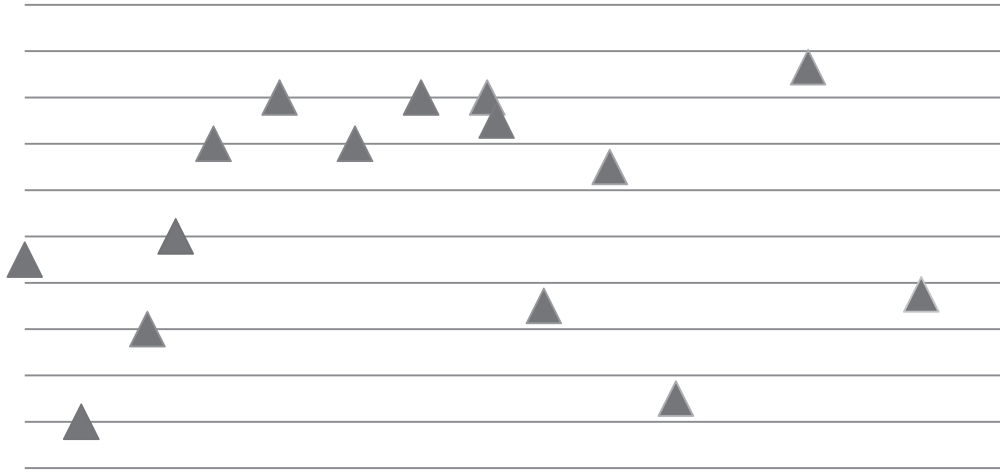


**Şekil 5:** Camların zamana bağlı olarak değişen % parlaklık grafiği ( std.kalınlık:38mm)



**Şekil 6:** Camların zamana bağlı olarak değişen % safılık grafiği ( std.kalınlık:38mm)

BDB (nm)



**Şekil 7:** Camların zaman bağlı olarak değişen başat dalgaboyu (nm) grafiği (std.kalınlık:38mm)

Şekillerden görüleceği üzere, seryum oksit in azalmasına paralel olarak beklenildiği şekliyle camların indirgenlik seviyesi artmıştır. Buna bağlı olarak, % parlaklık değeri düşmüş ve saflık değeri artmıştır. Renk parametreleri sınır değerlere yaklaşırsa da yapılan müdahalelerle, spektler, Şişecam – Cam Ambalaj renksiz spesifikasyonu içerisinde tutulmuştur.

#### 4. Sonuç

UFA- A Fırında renksiz cam üretiminde, seryum oksit temininde karşılaşılan zorluklar ve fiyat artışı nedeniyle, CeO<sub>2</sub> kademeli olarak harmandan çıkarılmıştır.

CeO<sub>2</sub>' in renksiz cam üretiminde harmandan çıkartılması ile ton cam başına % **16,37** maliyet avantajı sağlanmıştır ( Tablo 2).

**Tablo 2:** Maliyet Tablosu (\$ / ton-cam)

CeO <sub>2</sub> 'li harman	CeO <sub>2</sub> 'siz harman	Fark	%Maliyet Avantajı
110.17	92.14	18.03	16.37

Örneğin 400 ton/gün çekişle %15 cam kırığı kullanılan bir fırında, **2.685.027 \$ / yıl** kazanç sağlanacaktır.



Fabrika bazında yıllık beklenen getiri ise Tablo 3'de gösterildiği gibidir.

**Tablo 3:** Yıllık Beklenen Getiri:

Ruscam Ufa	3.800.000 \$
ACS Mersin	2.000.000 \$
ACS Topkapı	690.000 \$
<b>Toplam</b>	<b>6.490.000 \$</b>

Ayrıca, renksiz üretim yapılacak yeni fırınlarda da  $CeO_2$  kullanılmayacak ve buradan da ayrı bir kazanım beklenmektedir.

Bütün bunların yanında zorunluluk nedeniyle  $CeO_2$ 'in harmandan çıkarılması ile her ne kadar yapılan müdahalelerle renk parametreleri spesifikasyon içinde tutulmaya çalışılsa da üretim süresince;

- Hammadde içeriklerindeki demir artışlarından
- Dış cam kırığı artışından
- Fırın işletme koşullarındaki değişimlerden( çekiş, sıcaklık değişimleri, hava/ yakıt

oranı vb.)

Renk çok daha çabuk etkilenecek rengin kararlı üretimi çok daha zorlaşacaktır. Böylece işletme takibi daha çok önem kazanacaktır.

Bu durumda, ***Şişecam'ın Cam Ambalaj renksiz spesifikasyonunun, tekrar konuşulup değerlendirilmesi faydalı olacaktır.***

***Ruscam Ufa Fabrikası'nda yapılmış olan bu çalışma ile hem Ufa hem de uygulamanın yapıldığı diğer fabrikalarda maliyetler düşürülerek, karlılık oranı arttırılmıştır. Bu durum, hem şirket hem de çalışanlar için önemli ve heyecan verici bir süreci oluşturmuştur.***





## Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası'nda (TF) Renk Geçiş Süresinin Kısaltılması

Güral Savaşürk\*, Dr. Arca İyiel\*\*, Alper Can\*

gsavasturk@sisecam.com – aiyyiel@sisecam.com – acan@sisecam.com

\*Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası / Düzcam

\*\*Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Genel Müdürlük



*Güral Savaşürk: Jeofizik Mühendisliği eğitimini İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde tamamlamıştır. 1994 yılında başlayan Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'deki görevi 1996 yılına kadar devam etmiştir. Askerlik için verilen 1 yıl aradan sonra cam üretimine Trakya Cam Sanayii A.Ş'de Üretim Planlama bölümünde tekrar başlamış olup bu bölümde 1997-1999 yılları arasında çalışmıştır. 1991-2001 yılları arası Özel Kesim ve Ambalaj Dairesi'nde, 2001-2003 arası TR1 Kesme Hattı'nda görev almıştır. "Sıcak kısım"a geçişi 2003-2004 yıllarında Fırın mühendisi olarak başlamış olup 2004 yılından bu yana fırın yanısıra harman ile ilgili de çalışmaktadır. Fırın ve Harman Şefi görevini 2010 yılından itibaren devam sürdürmektedir*

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası'nda (TF) 1997 yılından itibaren ağırlıklı olarak otocam taleplerine uygun, renkli cam üretimleri yapılmaktadır. Başlangıçta kısa kampanyalar halinde yapılan üretimler, artan talepler ve renk çeşitliliği ile birleşince uzun kampanyalara dönüşmüştür. Uzun süren kampanyalar sonucunda stok maliyetleri ve korozyon riski artmıştır. Maliyetlerin düşürülmesi ve kalitenin iyileştirilmesine yönelik kampanya süreleri kısaltılarak daha fazla renk geçişi yapılmaya başlanmıştır. Renk geçişlerinde oluşan kayıpların azaltılmasına yönelik yapılan geliştirme çalışmaları ile süreler kısaltılarak renkli cam üretim maliyetleri azaltılmıştır.

TR1 Fırında yaşanan işletme ve kalite sorunlarına yönelik geliştirme çalışmaları 2003 yılı başında soğuk tamiri tamamlanarak devreye alınan TR2 Fırınında, fırın tasarımında yapılan değişiklikler ile başlatılmıştır. Renk geçişleri öncesinde ve sürecinde yapılan operasyonlarda sağlanan gelişmeler daha sonra yapılan kompozisyonel değişiklikler ile desteklenerek elde edilen kazanımlar arttırılmıştır.

Başlangıçtan bugüne yapılan geliştirmeler sayesinde renk geçiş süreleri kısaltılmış, stok sürelerinin kısaltılmasıyla korozyon riski azaltılmış ve buna ek olarak cam kalitesi iyileştirilerek güvenilirliğin artması yanı sıra kayıpların azalmasıyla finansal avantaj da sağlanmıştır. Ayrıca Trakya Otocam Fabrikası'nın (TO) yurt dışından temin ettiği camlar TF'de üretilerek şirkete prestij kazandırılmıştır. Bu sayede Trakya Otocam Fabrikası'nın müşteri portföyü ve ürün çeşitliliği arttırılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** renk geçişi, renkli cam, kalite

**GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR**





## Float Fırınlarında Model Tabanlı Fırın Kontrol Sistemi Uygulamaları

Tarık Okyar - Ahmet Bay  
[tokyar@sisecam.com](mailto:tokyar@sisecam.com) – [abay@sisecam.com](mailto:abay@sisecam.com)  
 Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası / Düzcaml

Dr. Mustafa Oran  
[Moran@sisecam.com](mailto: Moran@sisecam.com)  
 Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Genel Müdürlük



**Tarık Okyar:** 2006 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. 2007 yılından itibaren Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikasında Üretim Müdürlüğüne bağlı Fırın-Harman Şefliğinde İşletme Mühendisi olarak görev yapmaktadır. TR3 fırını soğuk tamir (Eylül 2008- Eylül 2009) ve Uzman Sistem (Şubat 2008- Aralık 2010 ) projelerinde görev almıştır.

Bilindiği gibi, günümüz cam endüstrisinde bütün sürecin her aşaması (harman hazırlamadan paketlemeye kadar) bilgisayar tabanlı çeşitli ölçü – kontrol teknolojileri ile donatılmıştır. Bu kapsamda, yüksek sıcaklık proseslerinin bütün aşamaları, ergitme tankından şekillendirme aşamasına kadar yerleştirilmiş çeşitli sensörlerden (T/C, sayaçlar, vb) gelen verilerin doğrultusunda PID sistemler ile yönetilmektedir. Günümüzde uygulanan bu konvansiyonel teknolojide, cam prosesinin kontrol parametreleri (sıcaklık, yakıt, basınç, vb) işletme operatörleri tarafından önceden belirlenip kontrol sistemlerine “set” değeri olarak girilmekte, ölçü – kontrol sistemleri de prostesten sürekli olarak almış olduğu ölçülen değerler ile set değerlerini karşılaştırarak prosesin belirlenen değerler ile gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşımda, işletmenin tecrübe birikimi ve fırının şartlarına bağlı olarak belirlenmiş parametreler sistemin ana unsuru olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda fırın modellemelerinin, fırınların PID tabanlı günlük kontrollerinde kullanılmasına yönelik yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Model Tabanlı Kontrol Sistemi (Uzman Sistem) olarak adlandırılan bu yöntemde, fırın işletme şartlarında oluşan herhangi bir değişikliğin etkileri öngörülerek yeni set değerleri belirlenmekte ve bu değerler mevcut kontrol sistemine aktarılmaktadır. Bu yeni kontrol yaklaşımındaki temel amaçlar:

1. Yakıt miktarları ile fırın sıcaklıkları arasındaki ilişkiler tespit edilerek yüksek performanslı bir ergitme prosesi sağlamak.
2. İşletme parametrelerindeki değişikliklere göre sıcaklık (yakıt) dağılımını kararlı tutmak.
3. Şekillendirme öncesi istenilen homojenite kalitesinde cam elde etmek.

**Anahtar sözcükler:** *Modelleme, Uzman sistemler*

Uzman sistem yönteminin ŞİŞECAM'daki ilk uygulaması Trakya Cam Sanayii Mersin Fabrikası'ndaki TR-4 hattına yapılmıştır. Ancak, projenin ergitme modeli, uygulama aşamasında karşılaşılan teknik sorunlar nedeniyle durdurulmuş ve çalışmalar soğuk tamir sonrası TR-4 hattından TR-3 hattına kaydırılmıştır. Projenin diğer modelleri (cam seviyesi ve kanal sıcaklığı kontrolleri) başarılı bir şekilde kullanılmaya devam edilmiştir.

Full width olarak yeniden devreye alınan TR-3 hattındaki çalışmalar 2010 Aralık ayında sonuçlandırılmıştır. Uzman sistem uygulaması (ergitme, cam seviyesi ve kanal sıcaklık kontrolü) halen TR-3 hattında başarılı bir şekilde sürdürülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** modelleme, uzman sistemler

### Uygulamanın Amacı

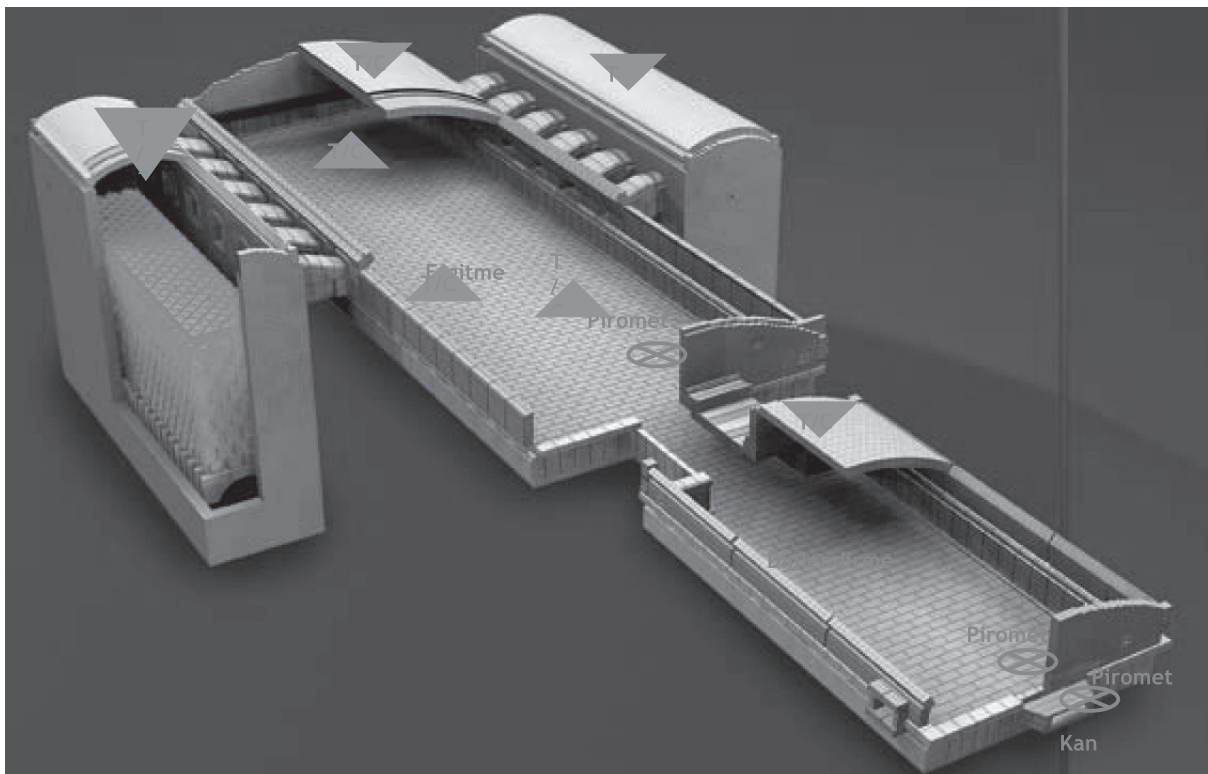
Model tabanlı bir kontrol sistemi oluşturarak, cam fırınındaki işletme parametrelerinde olabilecek değişiklikleri öngörmek ve bu öngörülere dayanarak daha kararlı ve hassas fırın işletme yöntemi geliştirmektir.

Böylelikle fırına harman beslemesinden itibaren, kararlı bir ergitme-afinasyon aşamasına ve buna bağlı olarak homojen bir şekillendirme sürecine başlanmış olunacaktır.

### Geleneksel Düzcam Fırın İşletmesi

Geleneksel düzcam fırın işletmesi, farklı noktalardan alınan thermocouple, pirometre bilgileri ve yapılan görsel kontroller doğrultusunda yorumlanarak yapılmaktadır. Sahadan alınan bu bilgiler ışığında, operatörler yakıt alış-verişleri yapmakta, fırın sıcaklık değerlerini ve fırın içindeki harman örtüsünün pozisyonunu kararlı halde tutmaya çalışmaktadır.

Şirketimizin düzcam fırınlarında kararlı tutulmaya çalışılan en önemli fırın sıcaklığı, dinlendirme havuzuna verilen camın sıcaklığıdır. Bu sıcaklıktaki kararlılık, şekillendirme öncesi kanala verilen camın sıcaklığını dolaylı olarak etkilemektedir. Bu sıcaklıktaki değişim



- Düzcam Fırını -

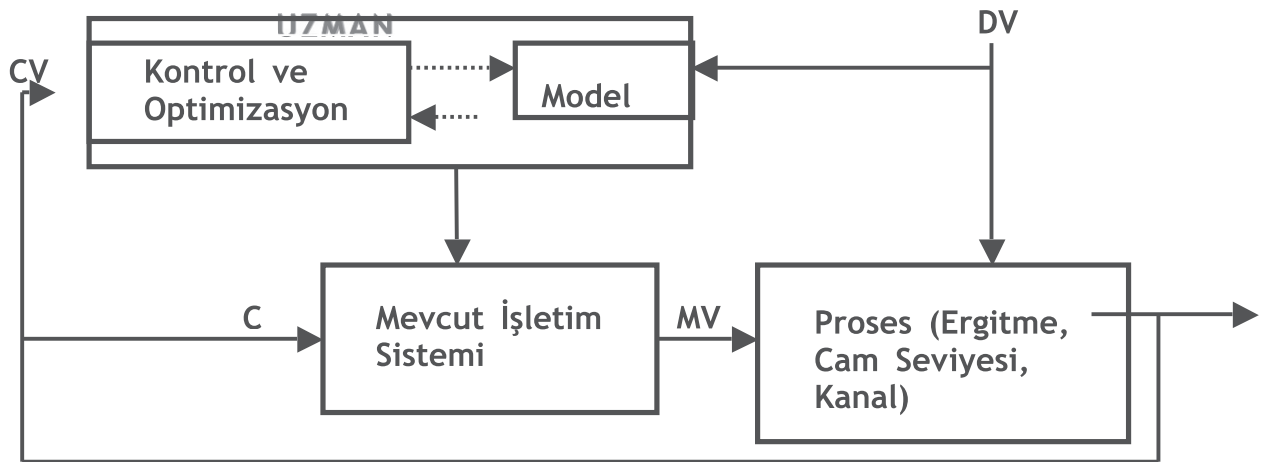




fark edildikten veya öngörüldükten sonra öncelikle 6.porttan(son port), 6. Port un yetersiz kalması durumunda diğer portlardan yakıt-alışverişleri yapılmaktadır.

### Yeni Yaklaşım ve Matematiksel Model Tabanlı Kontrol Sistemi

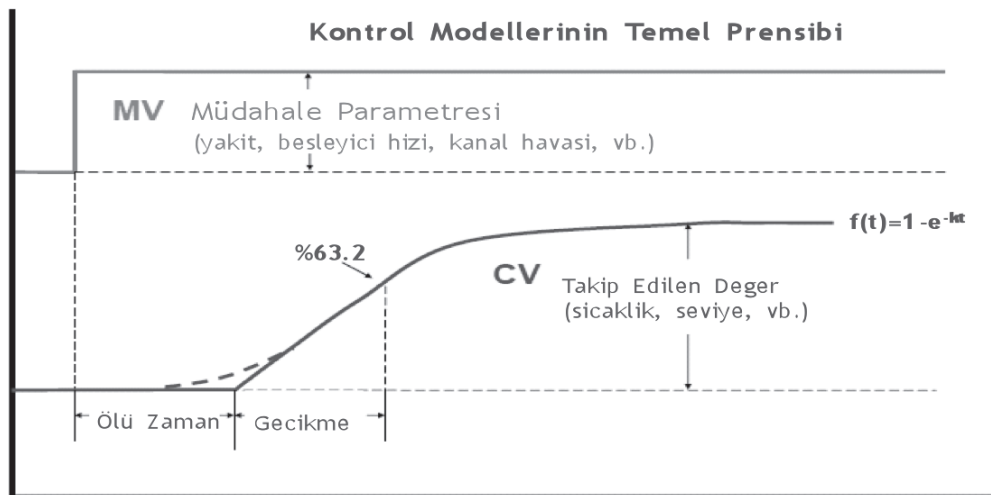
Son yıllarda cam prosesinde yeni bir ölçü – kontrol yaklaşımı geliştirilmiş, matematiksel model tabanlı kontrol sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.



-Matematiksel Model Tabanlı Kontrol Sisteminin Genel İşleyişi-

Proses, yapılan müdahale(M.V.) ve bozululardan (D.V.) etkilenmektedir. Mevcut P.I.D. kontrol sistemi mantığında değişimler görülüp, müdahaleler bu değişimlerin büyüklüğüne göre yapılmaktadır. Model tabanlı kontrol mantığında ise bu değişimler önceden kestirilip, gerekli müdahaleler matematiksel bir modele dayalı olarak önceden yapılmaktadır.

Kontrol modelinin temel prensibi aşağıdaki grafikte görüldüğü gibidir. Grafikte herhangi bir müdahale parametresindeki değişimin, takip edilen değer üzerindeki etkisinin zamana bağlı olarak değişimi gösterilmektedir.

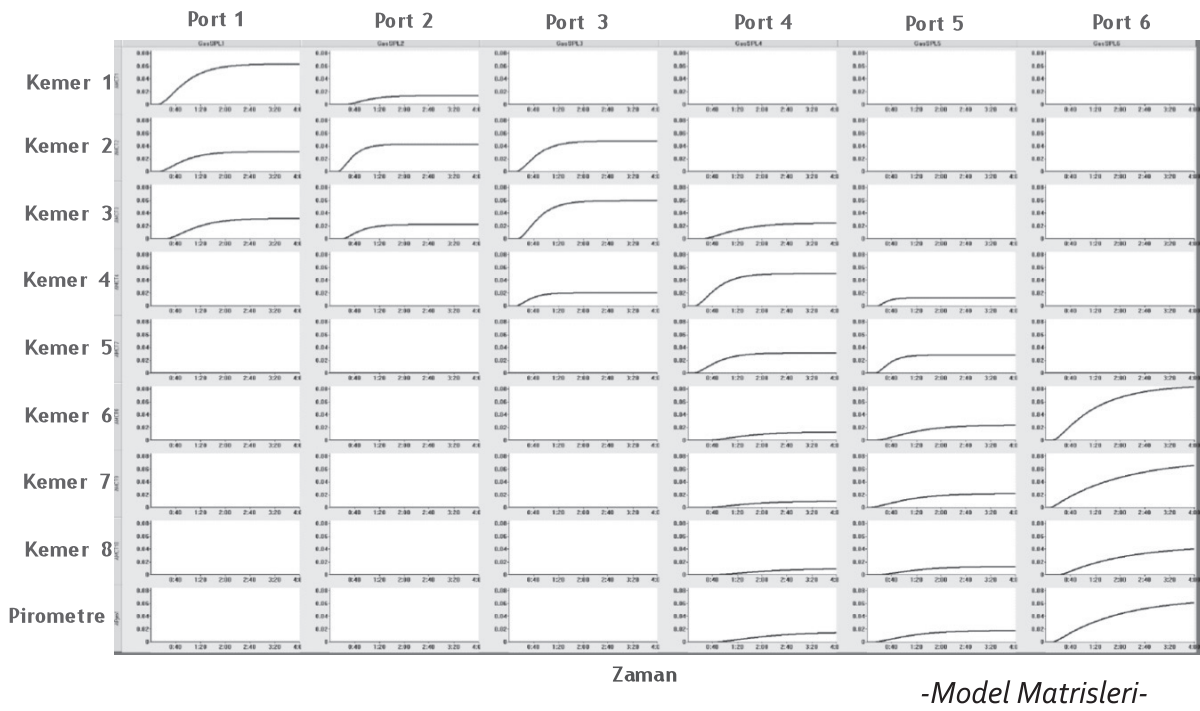


-Kontrol Modeli Temel Prensibi-

Matematiksel modellerin oluşturulabilmesi için test çalışmaları yapılmaktadır. Bu test çalışmalarının iki temel hedefi bulunmaktadır;

- Fırını Tanıma Aşaması: Mevcut donanımın işlevselliği, müdahale ve ölçüm değerlerinin hassasiyetleri, güvenilirliği test edilmektedir.
- Model Aşaması: İlgili müdahaleler ve bunların sonucunda oluşan ölçüm değerleri arasındaki ilişki incelenmektedir.

Bu bağlantılar baz alınarak, potansiyel bütün kontrol parametreleri için modeller oluşturulmakta, oluşturulan bu modeller uzman sistemin temel yapısında kullanılmaktadır. Aşağıdaki grafikte TR4 fırını için oluşturulan model matrisi bulunmaktadır.

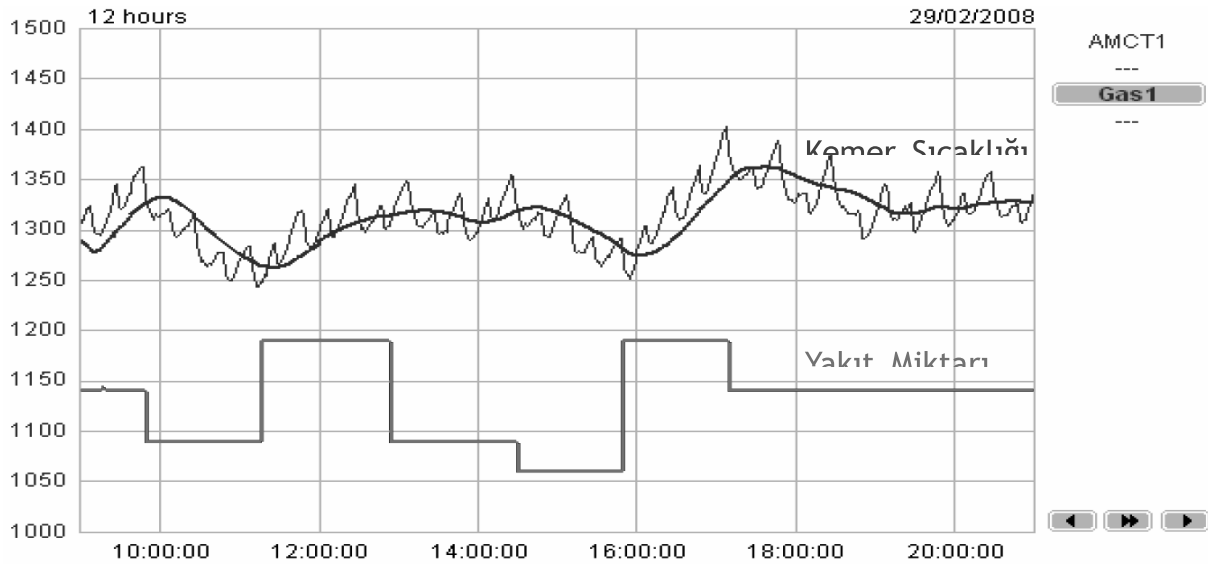


Sistemin tanınması için prosesin çeşitli kısımlarında yapılan testler kısaca şöyledir;

- **Ergitme kontrol testlerinde;** port yakıtlarındaki değişimler ve bu değişimlerden etkilenen diğer parametreler incelenmektedir. Testler her port için ayrı ayrı yapılmakta ve yakıt set değerlerinde yapılan değişikliklerin kemer sıcaklıkları ve hedef cam sıcaklığı üzerindeki etkisi tüm test süresince gözlemlenmektedir. Testler ve sıcaklık kontrol aşamalarında ortalama(2 enversiyonluk) kemer sıcaklık değerleri kullanılmaktadır.
- **Cam seviyesi kontrol testlerinde;** harman besleyicinin besleme hızı manuel olarak değiştirilmekte, her iki seviye cihazından(lazer ve pnomatik), fırın cam seviyesindeki değişimler takip edilmektedir.



- **Kanal sıcaklık kontrol testlerinde;** dinlendirme havuzu sonunda verilen hava miktarı manuel olarak değiştirilmekte, kanal ve dinlendirme sıcaklığındaki değişimler takip edilmektedir.



*-Ergitme Kontrol Testi, Port Yakıt Miktarı- Kemer Sıcaklığı İlişkisi-*

## Model Tabanlı Kontrol Sistemlerinin Şişecam Fabrikalarındaki Uygulamaları

### TR4 Fırını Uygulamaları

Model tabanlı kontrol sistemlerinin ilk test ve uygulama süreci TR4 fırınında başlamıştır. 25/02/2008- 05/03/2008 tarihleri arasında TR4 fırınında test ve model belirleme çalışmaları başlamıştır.

09/04/2008 – 18/04/2008 tarihleri arasında optimizasyon ve kanal model belirleme çalışmaları yapılmıştır.

10/04/2008 – 17/08/2008 tarihleri arasında ergitme, cam seviyesi ve kanal kontrol modellerinin performansı takip edilmiştir.

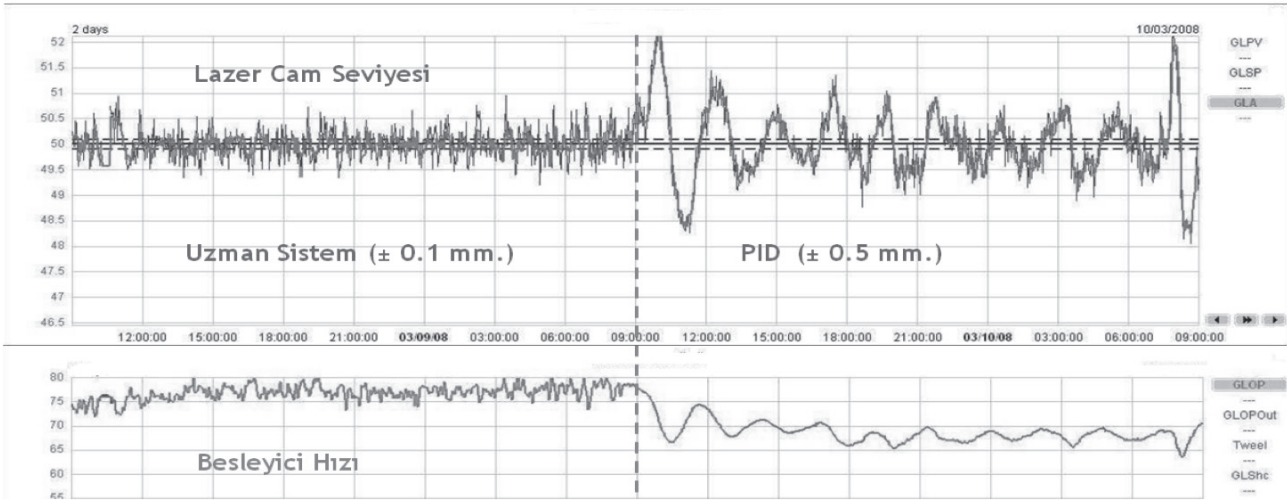
Takip sürecinin ardından aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Bilindiği gibi center-filled besleme sisteminde harman fırına girdiği andan, erimesi tamamlanana kadar merkezleme soğutucusu yardımıyla fırın merkezinde tutulmaya çalışılmaktadır. Harman örtüsünün konumu zaman zaman kontrol edilemeyen bozulardan dolayı değişmekte, bu değişimler kemer sıcaklıklarını ani olarak değiştirmektedir. Bu durumda operatör merkezleme soğutucusuna müdahale ederek sistemin kararlılığını sağlamaya çalışılmaktadır.

Thermokupl bilgilerini referans alan ergitme modeli ufak harman hareketlerinden bile etkilenmekte, harman hareketleri modeli yanıltıp, doğru çalışmasını engellemekteydi. Deneme sürecinde tespit edilen bu mantık hatasının ardından ergitme modelinin center-filled beslemeli TR4 fırınına uygun olmayacağı kararlaştırılmış, modelin soğuk tamir sonrası full-width harman besleme sistemine geçecek olan TR3 fırınında denenmesine karar verilmiştir.

Uzman sistemin modellemesini yaptığı diğer iki parametre; cam seviyesi ve kanal sıcaklık kontrolü banyoda yayılmanın ve şekillendirmenin sağlıklı olabilmesi için çok önemli parametrelerdir.

P.I.D. kontrolör ile takibi otomatik olarak yapılan cam seviyesinin kontrolü deneme süresince model tarafından yapılmış, modelin verdiği set değerlere göre harman besleyicinin hızı değişmiştir. Gözlemlenen süre boyunca cam seviyesindeki osilasyon belirgin şekilde azalmıştır. P.I.D. kontrolör ile  $\pm 0,5$  mm. aralığında tutulan cam seviyesi değişimi, model tabanlı kontrol sistemi ile  $\pm 0,1$  mm. aralığına indirilmiştir.



-TR4 Fırın Cam Seviyesi Takibi-

P.I.D. kontrolör ile takibi manuel olarak yapılan kanal sıcaklığının kontrolü, deneme süresince model tarafından yapılmış, modelin verdiği set değerlere göre camın yüzeyine verilen hava miktarı değişmiştir. Gözlemlenen süre boyunca kanal sıcaklığındaki osilasyon belirgin şekilde azalmıştır. Operatör tarafından manuel müdahale edilerek  $\pm 1$  °C aralığında tutulan kanal sıcaklığındaki değişim, model tabanlı kontrol sistemi ile  $\pm 0,5$  °C aralığına indirilmiştir.



-TR4 Kanal Sıcaklığı Takibi-



Cam seviyesi ve kanal sıcaklığında gözlemlenen bu iyileşmeler, tveel hareketlerinde belirgin bir azalma sağlamıştır.

Yaklaşık 4 aylık deneme sürecinin ardından, projenin ergitme tarafında yaşanan sıkıntılardan dolayı uzman sistemin ergitme modülünün TR4 fırınında kullanılmamasına, soğuk tamir sonrası harman besleme sistemi full-width olarak revize edilecek TR3 fırınında denenmesine karar verilmiştir.

Cam seviyesi ve kanal kontrolünde gözlemlenen iyileşmeler sonrasında, projenin cam seviyesi ve kanal kontrol modülleri TR4 fırınında kullanılmaya devam edilmiştir.

### TR3 Fırını Uygulamaları

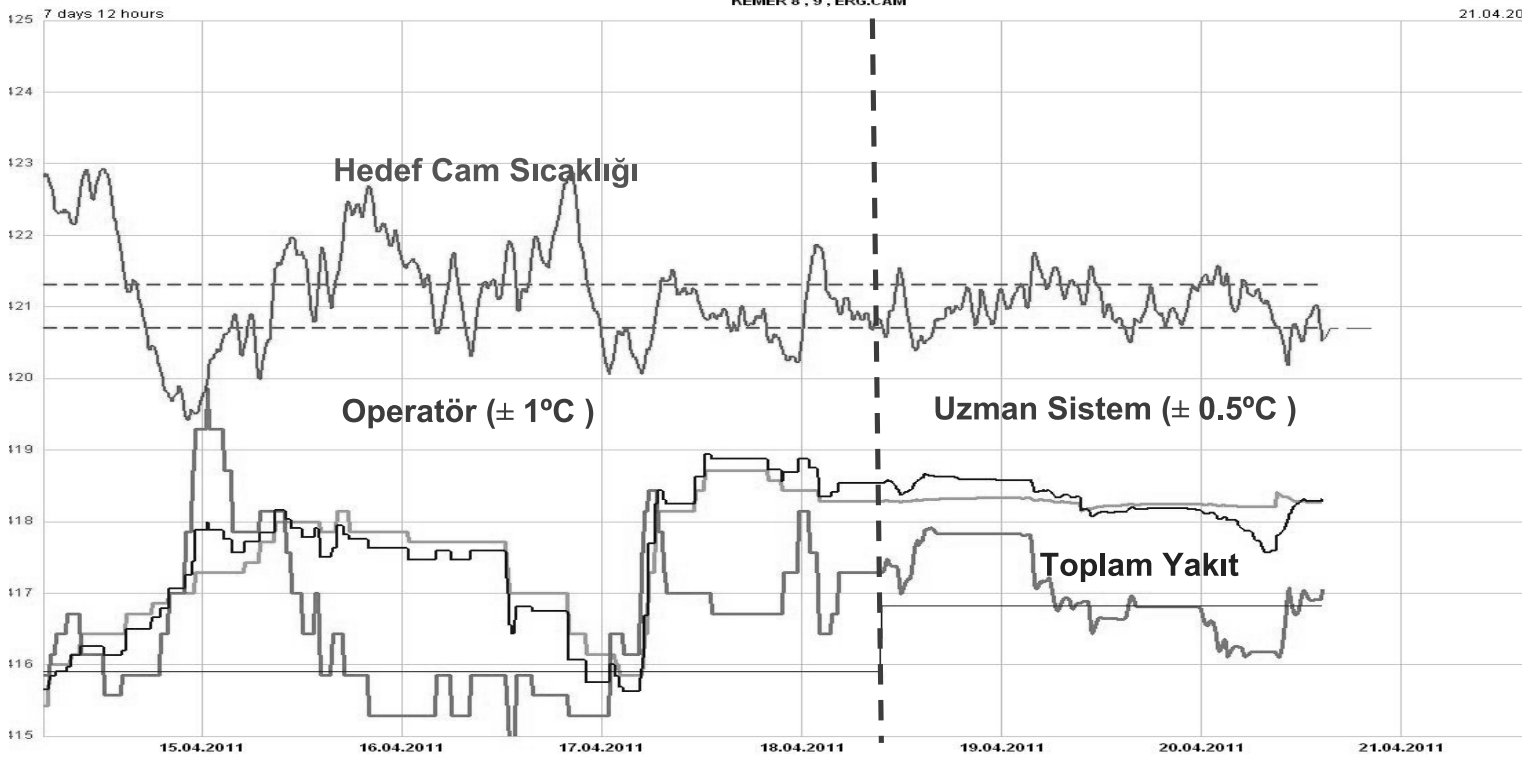
2008 yılında soğuk tamiri yapılan TR3 fırınında full-width besleme sistemine geçilmiştir. Full-width besleme şekline geçilmesiyle harman örtüsünün hareketleri azalmış, harman boyu kararlı bir hal almıştır. Harman hareketlerinin azalmasıyla beraber, fırın sıcaklıklarındaki ani ve aşırı değişimler kaybolmuştur.

Ayrıca uzman sistemin sağlıklı çalışabilmesi için bir takım iyileştirmeler yapılmıştır.

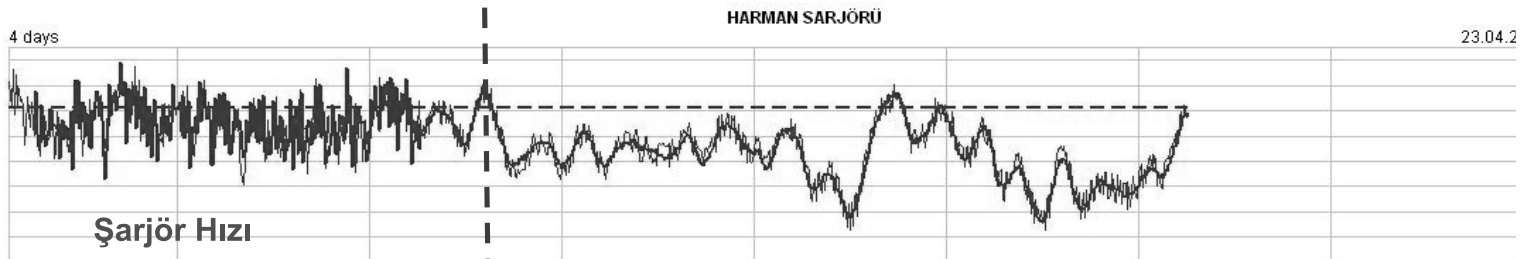
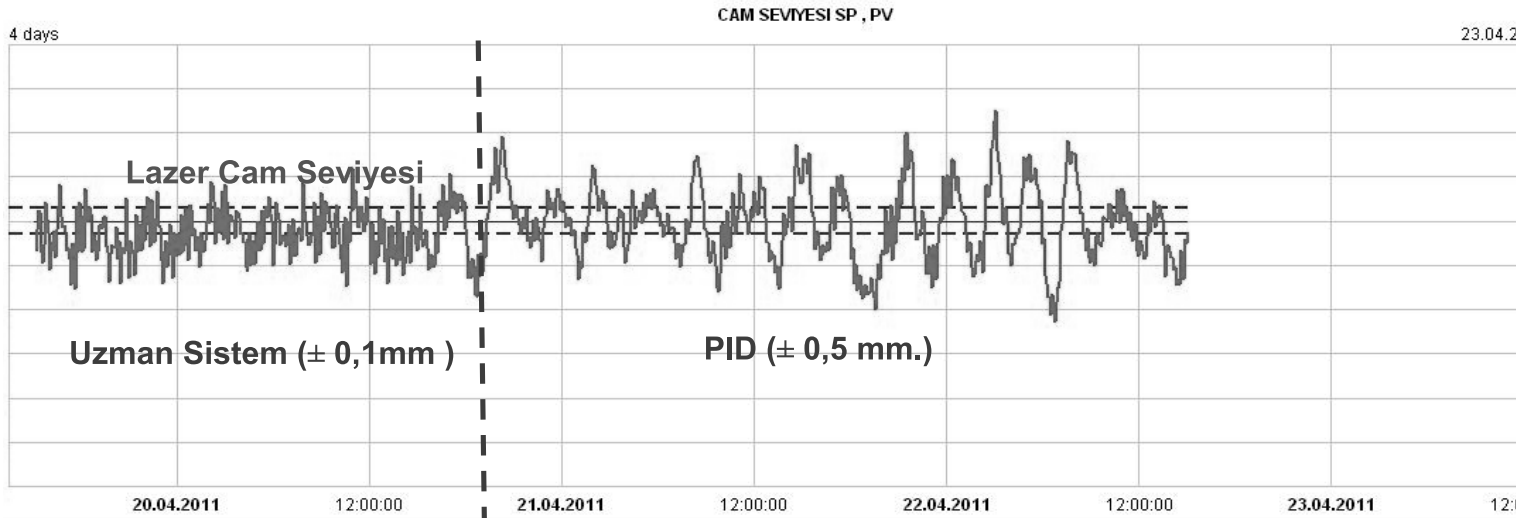
- **Kamera Sistemi:** TR4 fırınında montajı teknik olarak yetersiz bulunan kamera sisteminin montajı için soğuk tamir aşamasında TR3 fırınında gerekli revizyon işlemleri yapılmış, harman örtüsünün pozisyonunu gösteren kamera sistemi devreye alınmıştır.
- **Doğalgaz Kromotografı:** Doğalgaz kalorifik değerindeki anlık değişimleri takip edebilme olanağı sağlayan kromotograf cihazı soğuk tamirle beraber sisteme dahil edilmiştir.

2009 Eylül ayında devreye alınan TR3 fırınında, 2010 Nisan ayında uzman sistemin test ve modelleme çalışmalarına başlanmıştır. Modelleme çalışmalarının tamamlanması ardından sistemin performansı incelendiğinde;

Operatör kontrolünde  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  aralığında kontrol edilebilen ergitme cam sıcaklığının, ergitme modeliyle  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  aralığında kontrol edilebildiği,

**-TR3 Hedef Cam Sıcaklığı Takibi-**

P.I.D. kontrolör ile  $\pm 0,5$  mm. aralığında kontrol edilebilen cam seviyesinin, cam seviyesi

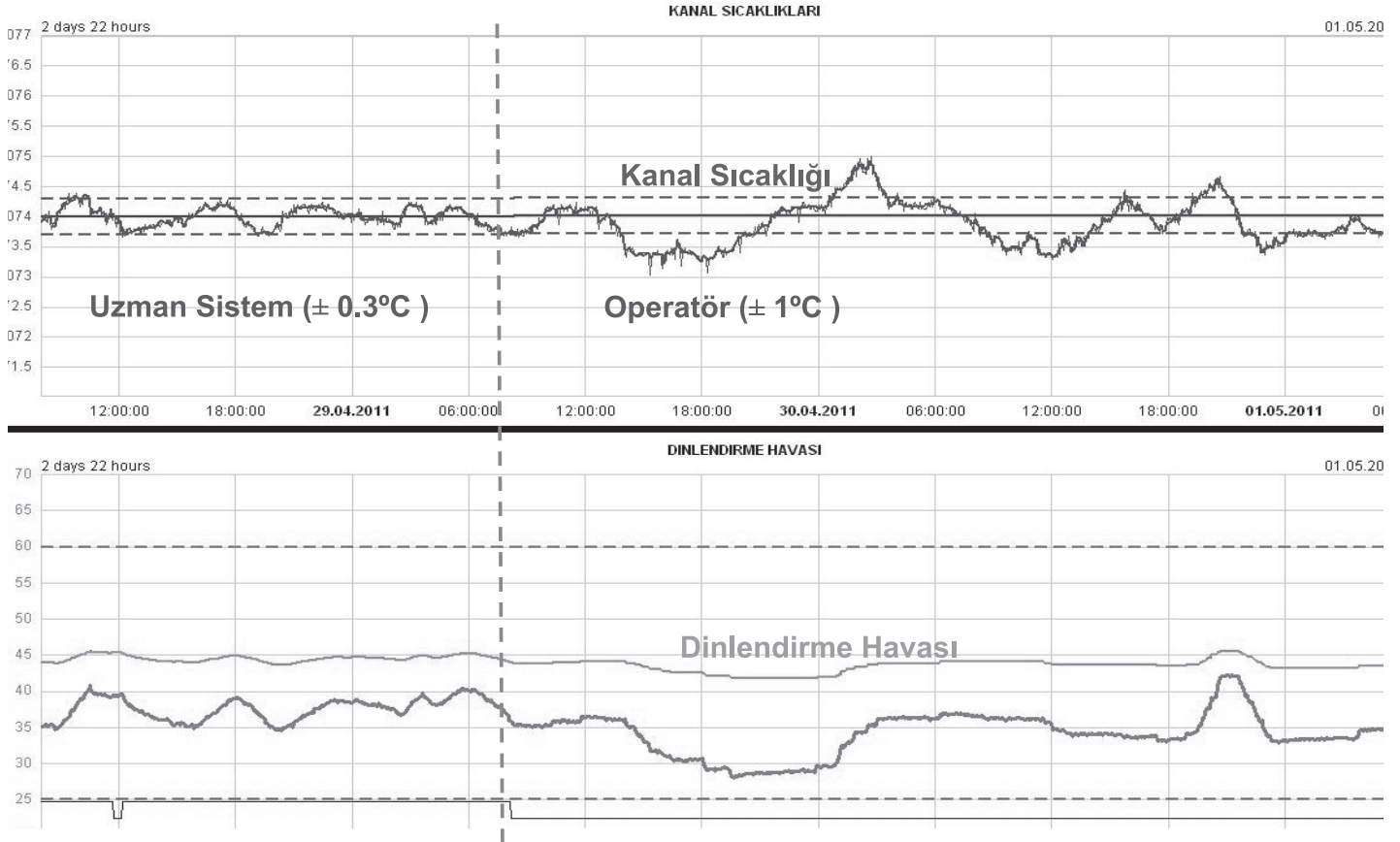


modeliyle  $\pm 0,1$  mm. aralığında kontrol edilebildiği,

**-TR3 Fırın Cam Seviyesi Takibi-**



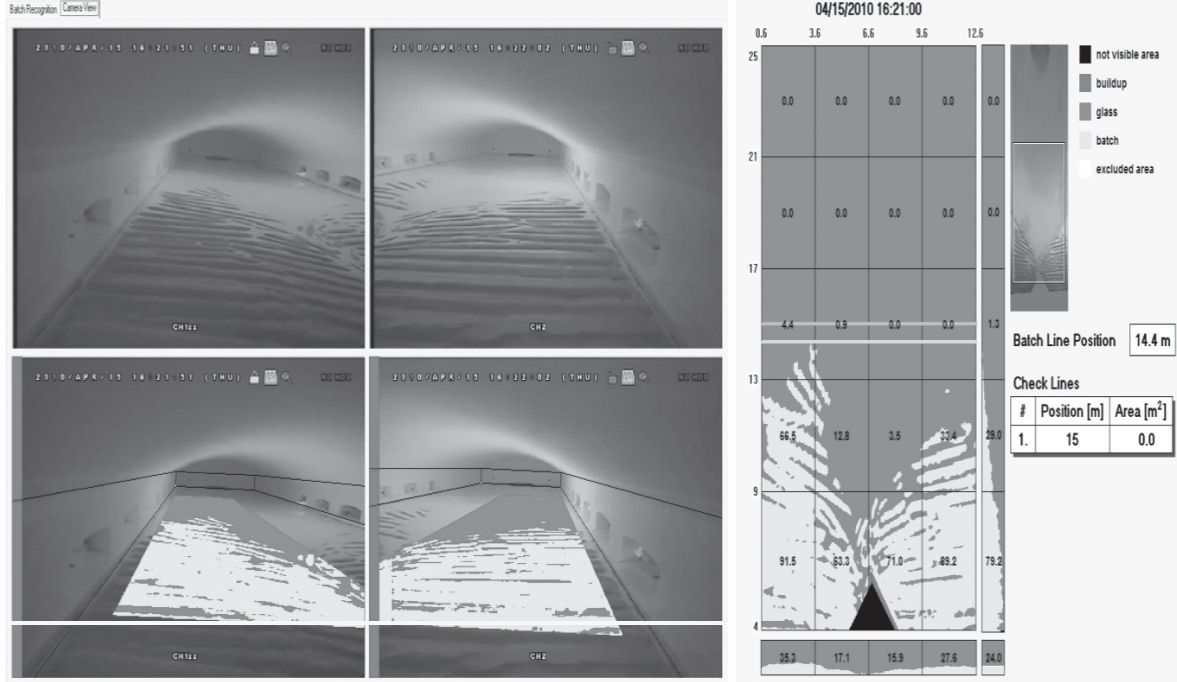
Operatör kontrolünde  $\pm 1^\circ\text{C}$  aralığında kontrol edilebilen kanal sıcaklığının, kanal modeliyle  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  aralığında kontrol edilebildiği görülmektedir.



### -TR<sub>3</sub> Kanal Sıcaklığı Takibi-

Fırın işletmesinde diğer bir önemli parametrede harman örtüsünün fırın içindeki pozisyonudur. Fırın işletme mantığında, yakıt alış-verişleri yapılırken, fırın içindeki harmanın boyu da göz önüne alınmaktadır. Harman örtüsünün fırın içerisinde bittiği nokta sabit tonajda stabil tutulmaya çalışılmaktadır.

Soğuk tamir sonrasında A duvarına takılan kameralarla, enversiyon sırasında anlık fotoğraflar çekilmekte, çekilen fotoğraflar sistem tarafından yorumlanmaktadır.



Şu an bu konuyla ilgili çalışmalar devam etmekte olup, eğitime sistemi içerirse dahil edilmesi planlanmaktadır.

## Sonuç

Fırın kontrol sistemlerinde yeni bir gelişme olarak gündeme gelen model tabanlı kontrol sistemi Trakya Cam Mersin Fabrikasında önce TR<sub>4</sub> hattına, daha sonra TR<sub>3</sub> hattına uygulanmıştır. Bu çalışmalar sonunda TR<sub>4</sub> hattında cam seviyesi ve kanal kontrolü, TR<sub>3</sub> hattında ise sistem bir bütün olarak kullanılmaktadır.

Kamera sistemi devreye alındıktan sonra, sistemden elde edilen görüntü verileri arşivlenmektedir. Bu veriler sayısal hale dönüştürüldükten sonra uzman sistemin eğitime modülüne dahil edilecektir.

Uygulama süresince model ile kontrol edilen parametrelerin PID ve operatör kontrolüne göre çok daha kararlı olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın sistemin yakıt tüketimi ve cam kalitesi üzerindeki olumlu veya olumsuz etkisini gözlemlemek için zamana ihtiyaç bulunmaktadır.

Model tabanlı uzman sistem genel amaçlı bir kontrol sistemi olmakla birlikte; bu sistemin her fırının kendine özgü tasarım, işletme mantığı ve üretim şekline, yani kısaca o fırının "kendi kimliğine" uygun hale getirilmesi gerekmektedir.





## Enerji Tasarrufunda Özgün Projeler Hibrit Pompa ve Mina Kontrol Sistemleri

Ufuk Göncü - Ege Artun - Hüseyin Söğütönu

[ugoncu@sisecam.com](mailto:ugoncu@sisecam.com) – [eartun@sisecam.com](mailto:eartun@sisecam.com) – [hsogutonu@sisecam.com](mailto:hsogutonu@sisecam.com)

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. / Cam Ev Eşyası



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

1996-1997 yılları arasında Makel A.Ş. 'de birçok sektör için hazırlanan makinelerin otomasyon sistemlerini tasarlayarak devreye aldı. Bunlar arasında kablo grubu hazırlama ve test sistemleri, bulaşık makinesi sepet yapım makinesi, mini buzdolabı hattı otomasyonu, thermoforming makinesi otomasyonu, Kılıçoğlu Kiremit fabrikası presleme hattı, kurutma fırını ve paketleme hatları otomasyonu bulunmaktadır.

1997-1999 yılları arasında Ankara Ahlatlıbel Radar Bakım Komutanlığında eski tip radar sistemlerinin modernizasyonu çalışmasında bulundu ve Hava Kuvvetleri tarafından bu sistemlerin bakımları ve arızalarında kullanmak üzere yayınlanan 3 adet kılavuz kitap hazırladı.

1999 yılından itibaren Paşabahçe Eskişehir fabrikasından Elk.Bkm. Müh. Ve Elk.Bkm.Şefi olarak çalışmaktadır. Burada tasarladığı kontrol sistemlerinden bazıları; Çemberleme hattı konveyör otomasyonu, Temperleme hattı senkronizasyon sistem otomasyonu, Ocmi kadeh makinesi otomasyonu, H28 üfleme makinesi otomasyonu, Pnömatik pres senkronizasyon panosu otomasyonu, Pres makinesi mamul algılama ve ıskarta atma sistemi otomasyonu, Tünel kapı otomasyonu, Servo motorlu hibrit presleme pompası kontrol sistemi, Yakma makinesi ve servo motorlu aktarıcı kontrol sistemi, Servo cam kesme sistemi otomasyonu, Lazer baskı sistemi servo motorlu transfer otomasyonu, Lineer aktarma sistem otomasyonu, Kule fanı sıcaklık proses otomasyonu, Eldret makinesi turlu asetilen sistem otomasyonu, Kompresör hava kurutucu senkronizasyon sistemi, Hidrojen tesisi valf senkronizasyon sistemi, Temperleme hattı ıskarta atma sistemi, Kullanma suyu basınç kontrollü sıralı pompa otomasyonu, Yatay şirink makinesi otomasyonu, Soğuk kaplama makine otomasyonu, O90 üfleme makinesi section test standı, O90 üfleme makinesi encoder kartı test standı, 5 kameralı inspection servo motorlu senkronizasyon sistemi, Merkezi yağlama sistem otomasyonu, Servo damla hazırlama sistemidir.



**Ege Artun:** 1995-1998 yılları arasında Isparta Gazi Lisesi'nde okuduktan sonra 1998-2002 yılları arasında Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği eğitimini tamamladı. 2002-2004 yılları arasında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimi sırasında özellikle akışkanlar dinamiği üzerine çalışmalarda bulundu. 2004-2008 yılları arasında Paşabahçe Eskişehir fabrikasında İşletme Bakım ve Onarım Mühendisi olarak görev almış, 2008 yılından bu yana Genel Bakım Ve Yardımcı Tesisler Şefi olarak çalışmaktadır. Bu süreçte görev aldığı projelerden bazıları; Merkezi soğuk kaplama sistemi tasarımı ve kurulumu, Yerli tip makas suyu sistemi tasarımı ve kurulumu, hareketli bek sistemleri tasarımı ve kurulumu, cam temas malzemeleri araştırmaları,

kullanımı ve yaygınlaştırma çalışmaları, soğutma fırınları modifikasyonları, Airsep VPSA O2 üretim sistemi sieve revizyonları ve sistem optimizasyonu, Yeni Linde O2 üretim sistemi kurulumu ve devreye alınması, basınçlı hava kontrolü optimizasyon çalışmaları, proses gazları tüketimlerinin optimizasyonu, su sistemleri modifikasyonları, fanlarda enerji verimliliğinin artırılması çalışmaları, gıda kapları üretimi için temiz oda sisteminin yapılması, lazer markalama ve soğutma sonu robot sistemleri hat dizaynı ve kurulumları, işletme sahası hava kirliliğini azaltma çalışmaları, kırıcı sistemlerinin zamanlı hale getirilmesi, teknolojik su sistemlerinin revizyon ve optimizasyonu, sinai pres hatları temperleme fanları optimizasyonu, işletme ve atelyeler çatı revizyonları ile gün ışığından faydalanma çalışmaları, arıtma sistemi revizyon ve optimizasyonu, hidrodinamik hava yataklı kompresör uygulaması, absorpsiyonlu soğutma sistemi uygulaması, sulu vakum pompalarının optimizasyonu, hammadde aktarma sistemlerinin revizyon ve optimizasyonudur.

Fabrikamızdaki hidrolik pres makinelerinde, hidrolik presleme sistemlerindeki yüksek enerji tüketiminin yanı sıra karşılaşılan diğer birçok problemin çözümüne yönelik yeni bir hidrolik presleme sistemi geliştirdik ve yeni hibrit pompalı kontrol sistemi ile 12.11.2009 tarihinde ilk cam tuğlaları üretmeyi başardık. Bu özel tasarımı pompanın özelliği kapalı devre bir hidrolik sistemde pompa modunda sisteme enerji vermek, motor modunda sistemden enerji transfer etmek ve bu şekilde basınç, pozisyon, hız kontrolünü sağlamaktır.

Araştırmalar sonucu dünyada hem pompa hem de motor olarak kullanılabilen 4 kadranlı pompanın yön kontrol valfinin görevini yapabileceğini ve istendiği zamanda basınç kontrolü modunda çalışabileceğini tespit ettik. Bu, hidrolik sistemlerde valf grupları yüzünden kaybedilen enerjinin geri kazanımı imkânını sağladı.

Tahrik için kullanılan servomotor sayesinde pompanın dönüşü ile çok hassas bir pozisyonlama yapılır. Presleme modu esnasında hidrolik tank çıkışına konulan iki adet basınç sensöründen okunan değerlerin farkına göre sistemi operatörün istediği set basıncına getirmek için motorun hızı yani basıncı değiştirilir.

Eski mevcut pres makinesinde tabla dururken oluşan ataletten dolayı ortaya çıkan enerji dirençlerde sönümlenirdi. Kullanılan sistemde tabla ve silindir servomotorları aynı baraya bağlandığından tablanın duruşunda ortaya çıkan enerji ortak baradan emilerek silindir motorunu aşağıya indirmek için kullanılır. Aynı şekilde presleme bitiminde yukarıya çıkış esnasında sıkıştırılan ring yayından dolayı büyük bir enerji ortaya çıkar ve bu enerji ortak baraya basılarak tablanın indeksine başlaması esnasında kullanılır. Ayrıca bu sistem eski hidrolik sistemleri gibi sürekli enerji harcamayıp yalnızca ihtiyaç halinde pompa motorunu döndürmek için enerji harcar ve bu sayede presleme çevriminde mastörün yukarıda beklediği zamanlarda enerji harcaması sifıra yakın olur. Yapılan ölçümlerde 2x45 Kw hidrolik pompa motoru olan eski sistemin toplam 35 Kw enerji harcadığını, yeni devreye alınan hibrit pompalı sistemin ise 1 Kw enerji harcadığını tespit ettik. Harcanan enerjinin miktarı istenilen presleme basınçlarına, sürelerine ve silindir stroklarına göre değişkenlik gösterecektir.

Fabrikamızda enerji verimliliğinin artırılması amacıyla yapılan geliştirme ve tasarruf çalışmalarından bir diğeri de absorpsiyonlu chiller sistemidir. Bu sistem kullanılarak fabrikamızdaki atık ısı kazanından elde edilen buhar ve soğutma kulesi suyundan 7 -12 °C klima suyu elde edilmiştir. Mevcutta elektrik pano odaları split klimaları, fırın kumanda odası split kliması ve fırın kamera soğutma sistemi iptal edilerek absorpsiyon chiller grubu kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemle beraber 90,5 Kwh enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Yine enerji verimliliğinin artırılması amacıyla özellikle harman yükleme işleminde kullanılan 2 bar basınçlı havayı karşılamak üzere hava yataklı inventörlü kompresör uygulaması kullanılmaya başlanmıştır

Mevcut 8 bar'dan 4 bar'a ve 4 bar'dan 2.5 bar'a çift oransal vana ile besleme yapan sistemle beraber yeni kompresörün devreye alınması ile yapılan ölçümler sonucu 90 kWh'lık bir enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Bu tip kompresörlerin yapı itibariyle ana parçaların hızlı şekilde demontajı/montajı, yüksek verimli rulmansız hava yatağı, minimum başlangıç akımı ve minimum reload zamanı, soğutma suyu maliyeti olmaması; sadece hava filtresi bakım maliyeti, küçük alan kaplaması, yağsız ve mekanik temassız bir sistem olması sistemin diğer avantajlarıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Enerji tasarrufu, hidrolik hibrit presleme, atık ısı sistemleri, basınçlı hava sistemleri



## AMAÇ

- Pres makinelerinde mevcut hidrolik sistemlerde karşılaştığımız problemlerin yok edilmesi
- Yüksek enerji maliyetlerinin aşağı çekilmesi



 ŞİŞECAM

### Problemler

- Bağlantı elemanlarının çokluğundan kaynaklanan lokal yağ kaçaqları ve yağ eksilmeleri.
- Bu yağ kaçaqlarının neden olduğu makine yangınları ve bu yangınlar neticesinde 24 saate varan duruşlar ve arızalanan valf, basınç sensörü, encoder gibi ekipmanların maliyetleri.
- Değişik firmaların makinelerindeki arızalanan oransal basınç ve servo yön valfleri gibi çok çeşitli hidrolik ve elektrik ekipmanlarının yüksek stok maliyetleri, temin zorlukları ve arıza, bakım faaliyetlerinde yaşanan zorluklar.
- Silindirler presleme yapmıyor olsa da pompaların sürekli çalışması sebebiyle pompaların yüksek enerji tüketimleri.
- Hidrolik yağın sistem içerisinde sürekli valf, kısıcı gibi dar kesitli ekipmanların içerisinde geçerken ısınması ve ısınan yağın soğutulması için teknolojik su pompaları, kule fanlarında sürekli harcanan enerji.
- Hidrolik sistemlerde ekipman çokluğu nedeniyle sık arıza yaşanması ve arızaların bulunmasında yaşanan sıkıntılar.

**PROBLEMLER**

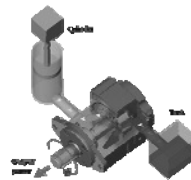
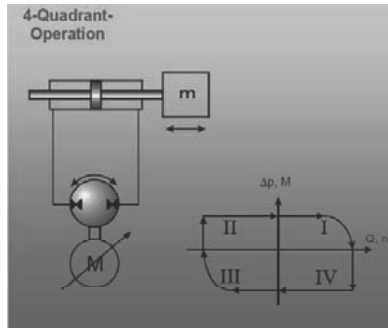
- Presleme değişkenliğinden kaynaklanan imalat hataları
- İşletme gürültüsü
- Hidrolik tank boyutları
- Uzun montaj süreleri
- Yurtdışından destek alma gerekliliği



- Mevcut makinelerin çoğunda basınç geri beslemesi kontrollü presleme yapılmaması sebebiyle zaman zaman imalatlarda yaşanan çatlak, ağız dolmamış gibi presleme kaynaklı hatalar.
- Mevcut pompaların sürekli basınç üretirken oluşturdukları 100 dB 'e varan işletme gürültüsü.
- Büyük hidrolik tankların makine aralarına yerleşimi sebebiyle yaşanan yer darlığı.
- Makine değişimlerinde ekipman çokluğu nedeniyle uzun montaj süreleri.
- Kontrol sistemlerinin yabancı kaynaklı olması sebebiyle geliştirme, değişiklik yapılmasında mutlaka yurtdışından yardım alma gerekliliği

**ARAŞTIRMA**

Hem pompa hem de motor olarak her iki yöne de kullanılabilen 4 kadranlı pompa

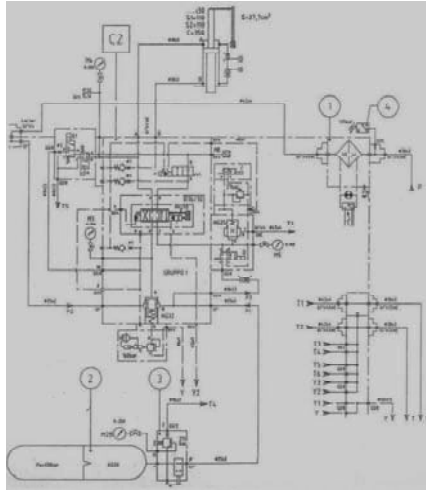




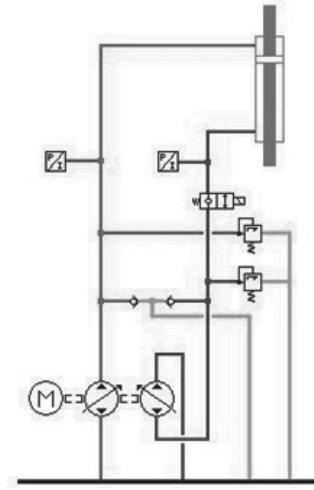
Dünyada uygulanan servomotor presleme sistemleri ve hidrolik presleme sistemleri uygulama ve literatür olarak takip altına alındı. Araştırmalar sonucu her iki yöne de hem pompa hem de motor olarak kullanılabilen 4 kadranlı bir pompa olduğunu tespit ettik. Böyle bir pompanın yön kontrol valfinin görevini yapabileceğini ve standart olarak da istenen zamanda basınç kontrolü modunda çalışabileceğini tespit ettik. Bu hidrolik sistemlerde, basınç emniyet valfi, basınç ayar valfi, pilot kontrol elemanları, dengeleme ayar valf grupları yüzünden kaybedilen enerjinin geri kazanımı imkânını sağladı. Bu çalışmalar sonucunda hibrit pompa ve mina kontrol sistemi üzerine çalışmalar başlatıldı.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## TASARIM



Eski hidrolik devre



Yeni hidrolik devre

ŞİŞECAM

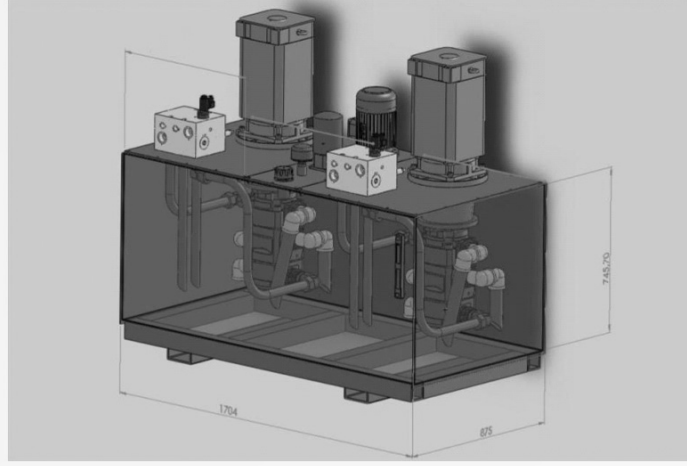
Eski devrede basınç emniyet valfi, basınç ayar valfi, pilot kontrol elemanları, dengeleme ayar valf grupları, çekvalf, akümülatör gibi oldukça fazla hidrolik ekipman olduğu görülüyor. Yeni hidrolik devrede ise;

- Servomotor miline bağlı, tandem olarak çalışan iki pompa vardır. Motor bir yöne dönerken silindirin üstündeki yağ tanka boşaltır, o esnada diğer pompa da silindirin altına yağ gönderir. Motor diğer tarafa dönerken de bu pompa silindirin üstüne yağ gönderirken diğer pompa silindirin altındaki yağ tanka gönderir.
- Sistemdeki fiili basıncı görmek için iki adet transmitter kullanılmaktadır.
- Yüksek basıçta sistemi emniyete almak için iki adet basınç emniyet valfi vardır.
- Enerji kesildiğinde mastörü aynı pozisyonda tutmak için bir valf kullanılmıştır.
- Buradaki çekvalfler de sistemin ilk kuruluş esnasında boruların içerisindeki havayı tahliye amacıyla kullanılmıştır.



26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

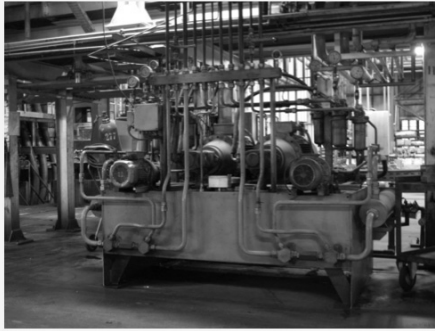
## TASARIM



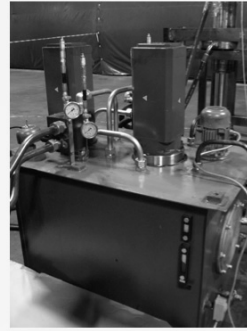
ŞİŞECAM

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## TASARIM



Eski Tank  
202x133x80 cm

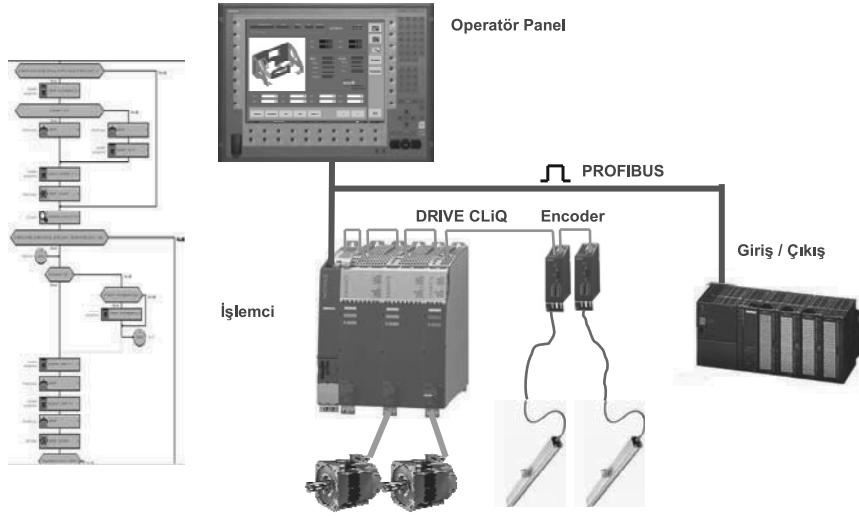


Yeni Tank  
100x65x80 cm

ŞİŞECAM



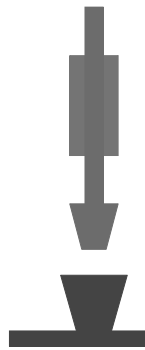
## MİNA KONTROL SİSTEMİ



**ŞİŞECAM**

Kendi tasarımı olan "Mina kontrol sistemi" nin genel hat şeması. Siemens Simotion işlemci, iki adet servomotor sürücüsü ile pompa motorlarını kontrol eder. İki silindirin fiili pozisyonlarını izlemek için lineer cetveller kullanılmıştır. Bu sistem ethernet üzerinden çok hızlı bir haberleşme altyapısına sahiptir. Sahadaki buton, anahtar, kontrol sistemi ile arayüz için dijital giriş / çıkış modülleri kullanılmakta ve profibus haberleşme protokolü ile haberleşmektedir. Sistemde bulunan operatör panel ise veri girişi ve izlemesi, arşiv, trend gibi fonksiyonlar için kullanılır.

## MİNA KONTROL SİSTEMİ



- 1 – Aşağı hızlı iniş
- 2 – Aşağı yavaş iniş
- 3 – Ön presleme
- 4 – Şekillendirme
- 5 – Son presleme
- 6 – Yukarı yavaş çıkış
- 7 – Yukarı hızlı çıkış

**ŞİŞECAM**

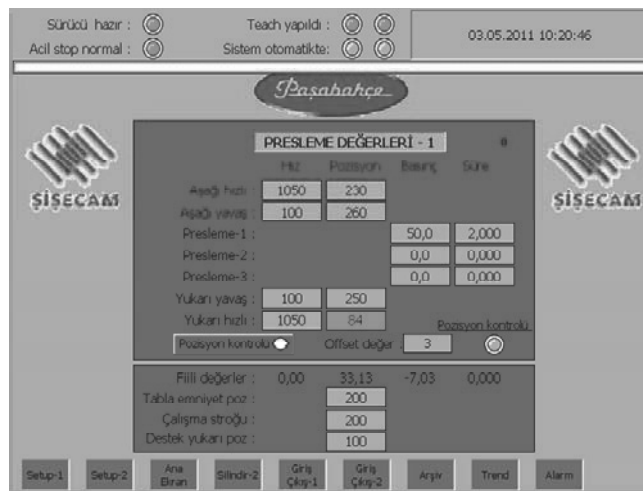
Makine indeks yaptıktan sonra Mina hibrit pompa kontrol sistemine bir sinyal gönderir ve bu sinyalle işlem başlamış olur. Presleme işlemi 7 adımdan oluşur ve bu adımlardaki tüm parametreler operatör tarafından limitler dâhilinde ayarlanabilir;

- Mastör önce yüksek hızla istenilen pozisyona gider
- Hızı düşürülür ve cama temas pozisyonuna kadar bu hızla gider

- İstenilen ön presleme basınç değerine ulaşır ve girilen sürenin sonuna kadar mastörü bu basınçta tutar
- İstenilen şekillendirme basınç değerine ulaşır ve girilen sürenin sonuna kadar mastörü bu basınçta tutar
- İstenilen son presleme basınç değerine ulaşır ve girilen sürenin sonuna kadar mastörü bu basınçta tutar
- Düşük hızla camdan ayrılır ve istenilen pozisyona gider
- Yüksek bir hızla yeni presleme sinyali için bekleme pozisyonuna gider.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## MİNA KONTROL SİSTEMİ



ŞİŞECAM

Operatörün imalat değerleri için ayarlayacağı parametreler:

- İmalatı şekillendirmek için girilecek hız, pozisyon, basınç, süre gibi değişkenlerin yanısıra
- Sabit dip kalınlığı için pozisyon kontrollü presleme fonksiyonu sayesinde presleme esnasında mastör istenilen pozisyonda sabit tutulabilir.
- Pozisyon, hız, basınç ve son çevrim süresi gibi fiili değerler de görülebilir.
- Mastörün yukarı çıkarken kalıbın içerisinde kurtulduğu ve tablanın emniyetli bir şekilde dönebileceği değerdir.
- Mastörün çalışma storğu yazılıp "Teach" butonun basılırsa kontrol sistemi mastörü aşağı indirir, kalıbın alt pozisyon değerini ölçer ve durması gereken değeri hesaplayıp mastörü o pozisyona gönderir.
- Mastör aşağı inerken hangi pozisyonunda destek mekanizmasının yukarı çıkacağı buraya yazılır.





26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## MİNA KONTROL SİSTEMİ

Sürücü hazır : <input type="checkbox"/>	Teach yapıldı : <input type="checkbox"/>	03.05.2011 10:30:01						
Acil stop normal : <input type="checkbox"/>	Sistem otomatikte : <input type="checkbox"/>							
<b>MANUEL AYARLAR</b> Manuel hız : 100 mm/s Manuel ivme : 5000 mm/s <sup>2</sup> Manuel tork değeri : 50 %		<b>HİDROLİK DEĞERLER</b> Üst basınç : 0,00 Bar Alt basınç : 6,45 Bar Fark basıncı : -6,45 Bar Silindir pozisyonu : 33,13 mm Silindir hızı : 0,00 mm/s Silindir ivmesi : 0 mm/s <sup>2</sup> Motor sıcaklığı : 32,9 Derece Motor akımı : 3,72 Amp Sürücü yükü : 4,4 % Motor devri : 1,8 rpm Teach pozisyonu : 285,00 mm						
<b>PID AYARLARI</b> Oransal kazanç : 0,20 Integral zamani : 12000 Servo Kazanç : 0,010 Otomatik ivmesi : 4000 mm/s <sup>2</sup> Set değeri : 0,00 Bar Filtre değeri : -5,96 Bar PID çıkışı : 1,30 %								
Ana Bran	Setup-2	Silindir-1	Silindir-2	Grif Çıkış-1	Grif Çıkış-2	Arşiv	Trend	Alarm

Servis sayfasında izlenebilen / ayarlanabilen parametreler:

- Manuel çalışma bilgileri
- Presleme ile ilgili detay bilgiler ve ayarlar
- Silindir, motor ve sürücü ile ilgili detay bilgiler.

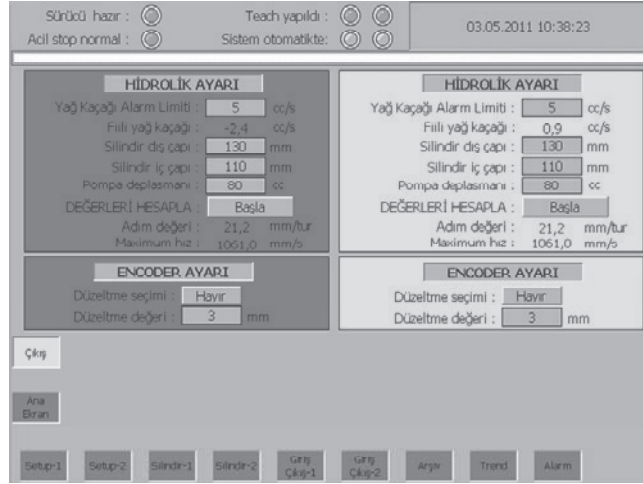
26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## MİNA KONTROL SİSTEMİ

Sürücü hazır : <input type="checkbox"/>	Teach yapıldı : <input type="checkbox"/>	03.05.2011 10:35:54						
Acil stop normal : <input type="checkbox"/>	Sistem otomatikte : <input type="checkbox"/>							
<b>DİJİTAL GİRİŞLER</b> Sürücü hazır : <input type="checkbox"/> Acil stop normal : <input type="checkbox"/> Tabla istasyonda : <input type="checkbox"/> Pres enable : <input type="checkbox"/> Pres disable : <input type="checkbox"/> Manuel : <input type="checkbox"/> Manuel yukarı : <input type="checkbox"/> Manuel aşağı : <input type="checkbox"/> Teach : <input type="checkbox"/> Presleme : <input type="checkbox"/> Yağ sıcaklığı : <input type="checkbox"/>	<b>HAFIZA BİLGİLERİ</b> Teach yapıldı : <input type="checkbox"/> Sistem otomatikte : <input type="checkbox"/> Çevrim başladı : <input type="checkbox"/> <b>DİJİTAL ÇIKIŞLAR</b> Master emn. pozda : <input type="checkbox"/> Silindir hazır : <input type="checkbox"/> Work valf : <input type="checkbox"/> Presleme yapıldı : <input type="checkbox"/> Deslek : <input type="checkbox"/>	<b>PRESLEME ÇIKIŞLARI</b> İstasyon 1 : <input type="checkbox"/> İstasyon 2 : <input type="checkbox"/> İstasyon 3 : <input type="checkbox"/> İstasyon 4 : <input type="checkbox"/> İstasyon 5 : <input type="checkbox"/> İstasyon 6 : <input type="checkbox"/> İstasyon 7 : <input type="checkbox"/> İstasyon 8 : <input type="checkbox"/> İstasyon 9 : <input type="checkbox"/> İstasyon 10 : <input type="checkbox"/> İstasyon 11 : <input type="checkbox"/> İstasyon 12 : <input type="checkbox"/>						
Setup-1	Setup-2	Silindir-1	Silindir-2	Ana Bran	Grif Çıkış-1	Arşiv	Trend	Alarm

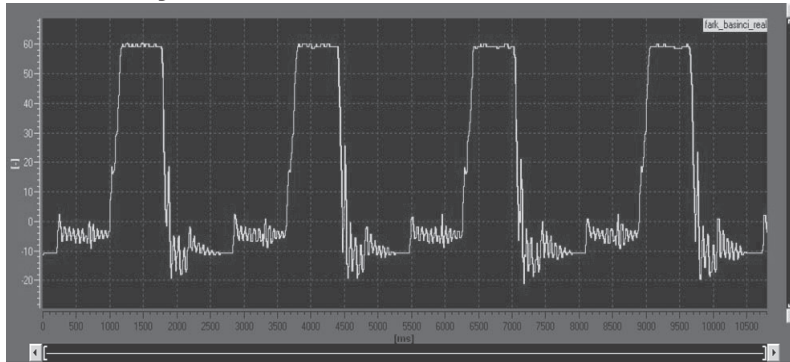
Kontrol sistemindeki dijital girişler, dijital çıkışlar, hangi kalıba presleme yapıldığı bilgileri ve hafıza bilgileri.

## MİNA KONTROL SİSTEMİ



- Kontrol sistemi sürekli sistemdeki yağ kaçaklarını hesaplar ve bu değer, girilen limit değerini aşarsa hidrolik kaçakların arttığına dair bir mesaj verir.
- Silindir çapları ve pompa deplasmanı bilgilerine göre kontrol sistemi tüm çalışma eğrilerini hesaplar, herhangi bir bilgisayar bağlantısı ve program değişikliğine gerek kalmaz.
- Silindirlerdeki lineer cetvellerin kalibrasyonu kolayca yapılabilir.

## FIİLİ BASINÇ TRENDİ



- 0.02mm 'lik hassas pozisyonlama
- Her 3 milisaniyede basınç kontrolü
- Set / Fiili değerler için trend çizme fonksiyonu

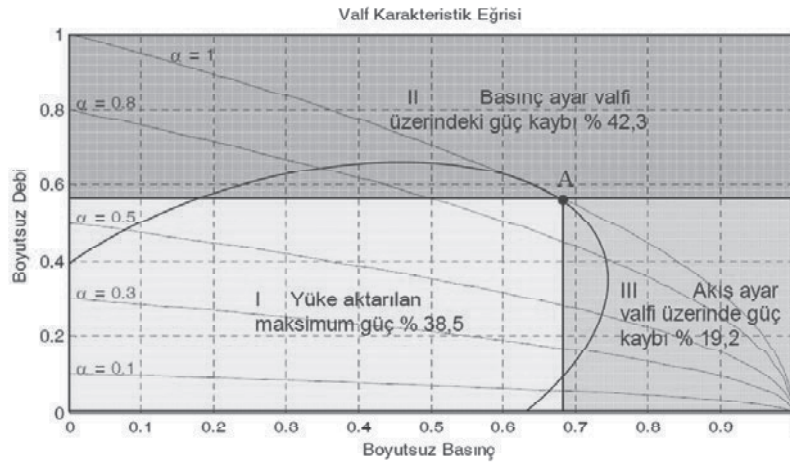


#### 4 presleme çevrimi için çizdirilen fiili basınç trendi;

- Tahrik için kullanılan servomotor sayesinde pompanın dönüşü istenilen şekilde ayarlanır ve 0,02mm 'den daha hassas bir pozisyonlama yapılır.
- Presleme modu esnasında her 3 milisaniyede bir hidrolik tank çıkışına konulan iki adet basınç sensöründen okunan değerlerin farkına bakılır ve sistemi operatörün istediği set basıncına getirmek için motorun hızı/yönü ve dolayısıyla basıncı değiştirilir.
- Bu sayede +/- 1 bar basınç hatası ile presleme işlemi gerçekleşmiş olur
- Basınç, pozisyon ve hız için her silindirde set değer ile fiili değer karşılaştırması yapılabilir aynı zamanda iki silindirin birbirine göre fiili ve set değerleri de karşılaştırılabilir.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

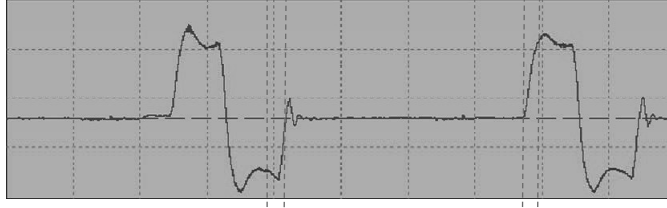
### ENERJİ TASARRUFU



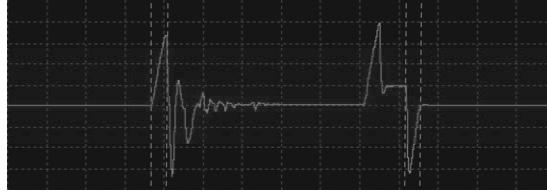
Hidrolik sistemlerde basınç ayar valfi ve hız ayar valfi üzerinde kaybedilen güçler, sisteme verilen enerjinin yaklaşık yüzde 61,5 dir. Yani sisteme verilen enerjinin yalnızca %38.5 lik kısmı işgücü olarak kullanılabilir. Valflerde kaybedilen enerjinin bir kısmı yağın tanka dönüşü içindir ve bu enerjinin bir kısmı da ısı enerjisine dönüşür. Isınan yağ soğutmak için de ayrıca enerji harcamak gereklidir. Tasarladığımız sistemde valf olmadığı için bu kayıplar sıfırlanmış durumdadır.

**ENERJİ TASARRUFU**

Tabla



Silindir



Diğer bir tasarruf kalemi de tabla ve silindirlerin durma ataletini kullanmaktır. Tabla indeks yaptıktan sonra duruşu esnasında atalet momentinden dolayı büyük bir enerji ortaya çıkar ve bu enerji kullanılmadığı için direçlerde ısı enerjisine dönüştürülerek tabiri caiz ise çöpe atılırdı. Tabla ve silindir sürücülerini aynı güç kaynağına bağlanarak birisi dururken diğeri hareket ettiği için duruş esnasındaki bu atıl enerjiyi kullanılmış oldu.

**ENERJİ TASARRUFU**

<b>B3 hattı çift silindirli sistem</b>	Hibrit pompa öncesi (Kwh)	Hibrit pompa sonrası (Kwh)
Hidrolik pompa motorları	37	-
Tüm hattın Enerji tüketimi	10	12
<b>TOPLAM</b>	<b>47</b>	<b>12</b>



B3 hattı montajı öncesi ve sonrası toplam tüketim değerleri;

- Hidrolik pompa motorları iptal olduğu için 37 Kwh lik bir tasarrufumuz var
- Silindir servomotorlarından dolayı 2 Kwh lik bir artışıımız var
- Toplamda saatte 35 Kw tasarrufumuz var

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## ENERJİ TASARRUFU

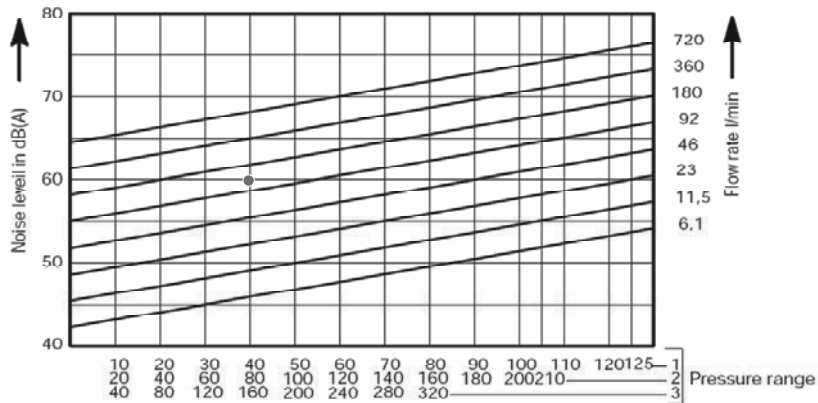
- Çift silindir için sistemin maliyeti : 37.500 €
- Yıllık enerji tasarrufu : 306.600 Kwh
- Yıllık tasarruf miktarı : 27.594 €
- Geri ödeme süresi : 16 Ay
- + Hidrolik yağı soğutma maliyetleri
- + Makine arıza sürelerinin kısalması
- + Presleme kaynaklı hatalı mamul üretimi
- + Yedek malzeme ve hidrolik yağ maliyetleri



Sistemin geri dönüşüm hesapları. Hesaplanamayan tasarruf kalemleri de resimde görülmektedir.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## GÜRÜLTÜ SEVİYESİ

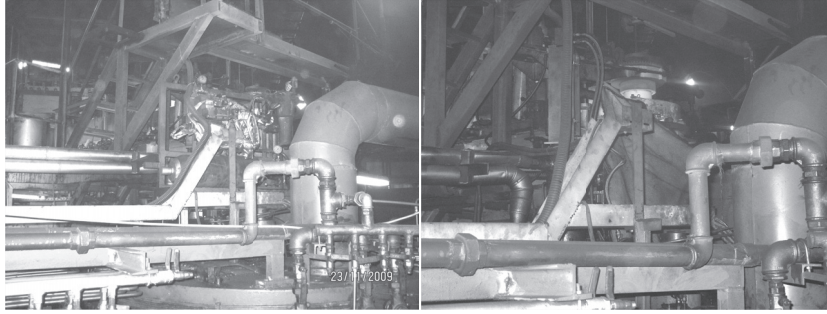


Konuşma sesi : 40 – 60 dB



Eskiden yaklaşık 100 dB olan işletme gürültüsü, 40cc 'lik bir pompayı maksimum 3000/d çalışırken bile 60 dB'den daha düşük bir değer olur ki bu da konuşma sesine eşdeğerdir.

## TUĞLA PRES VALF GRUBU DEMONTAJI



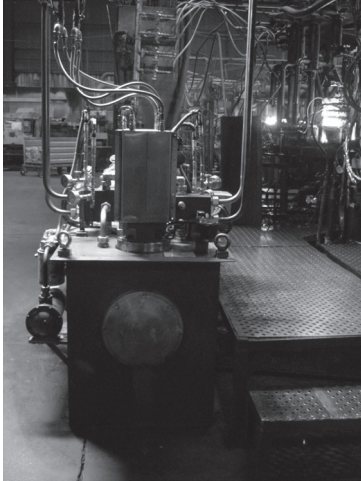
Önce

Sonra

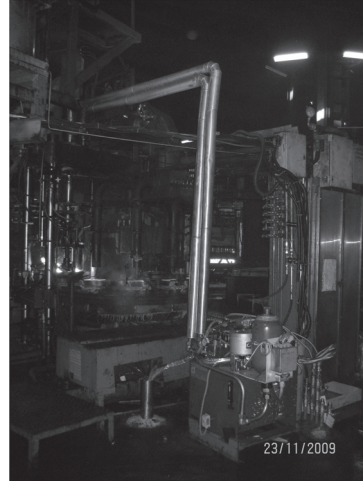
ŞİŞECAM

İlk uygulamayı yaptığımız tuğla pres makinemizden iki resim. Makinenin üzerinden valf gruplarının sökülmesinden sonra makinenin üzerinde hiçbir arıza kaynağı kalmamıştır.

## MAKİNE MONTAJLARI



B3 BTP



B8 TP

ŞİŞECAM

İki uygulama resmi. Yalnızca makinenin üzerine iki adet hidrolik borusu çıkıyor.



## AVANTAJLAR

- Yağ kaçaqları : SIFIRLANDI
- Makine yangınları : SIFIRLANDI
- Hidrolik yağın ısınması : %80 AZALDI
- Hidrolik ekipman arızaları : %80 AZALDI
- Hidrolik tank boyutları : %76 KÜÇÜLDÜ
- Hattın enerji tüketimi : %75 AZALDI
- Hidrolik sistem enerji tüketimi : %95 AZALDI



## AVANTAJLAR

- Presleme değişkenliğinden kaynaklanan imalat hatası : SIFIRLANDI
- İşletme gürültüsü : 60dB 'E DÜŞTÜ
- Montaj süreleri : %80 AZALDI
- Yedek malzeme maliyeti : %70 AZALDI
- Yurtdışından destek alma ihtiyacı: KALMADI



Sistemimizin avantajlarını tekrar sıralayacak olursak;

- **Dünyada** cam üreten pres makinelerinde uygulama **ilk** olarak gerçekleştirildi.
- Pompa servo motorla tahrik edildiğinden, silindir kontrolü için servo yön valfi ve oransal basınç valfi bulundurmuyup, **basit bir mantık** içermektedir.
- Bu proje ile fabrikamızda bir pres hattında olması gereken makine, donanım ve yazılım olarak **Şişecam 'a özgün olarak yapılmış oldu.**
- Yalnızca servo motorun su ceketini için ve silindir – tank arasındaki boruların soğutulması için düşük miktarda su kullanılmaktadır.

- Makinede meydana gelebilecek hidrolik arızalarında komple hidrolik ünite (maksimum 1 saatte) değiştirilecek, böylece arıza tespiti için bazen günler süren vakitler harcanmayacaktır.
- Mevcut sistemde set basıncı verilerek imalat yapılırken, yeni sistemde verilen set basıncının geri beslemesi alınmakta ve bunun kontrolü ile imalat yapılmaktadır. Bu da verim ve kalite artışına neden olacaktır.
- Hibrit tipi pompa ve Mina kontrol sisteminin tarafımızdan geliştirilmesi sayesinde sistemde ihtiyaç duyulabilecek geliştirme, değişiklik yapılmasında herhangi bir problem yoktur.

Bu proje, tamamen Şişecam mühendislerinin tasarımı, katkısı ve çalışmaları ile başarıyla hayata geçirilmiştir.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## Enerji Tasarrufunda Özgün Projeler – Absorpsiyonlu Soğutma

**Ege ARTUN**

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.

 **ŞİŞECAM**

Paşabahçe Eskişehir Fabrikası'nda uygulaması yapılan iki yeni teknolojidен ilki olan "Absorpsiyonlu Chiller" sistemi.





## İÇERİK

# Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları



Herkes tarafından kabul edilen bir gerçek vardır ki; bu da en az maliyetli enerji, verimli kullanım sonucu tasarruf edilen enerjidir.

Enerji tasarrufu, aslında en kolay ve en ucuza elde edilebilen enerji kaynağıdır.

## AMAÇ

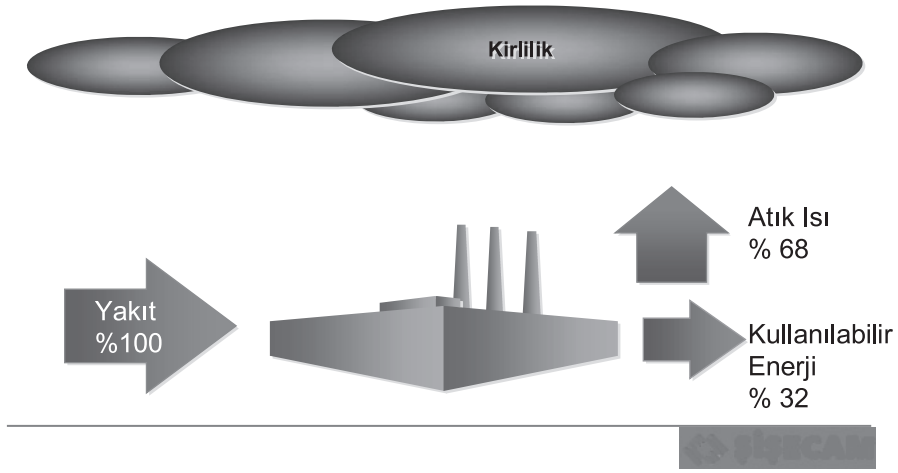
- Enerji verimliliğinin artırılması
- Yüksek enerji maliyetlerinin düşürülmesi
- Çevre kirliliğinin azaltılarak ekolojik dengenin korunması

Dünya rekabet şartlarının artması sebebiyle maliyetlerin aşağıya çekilmesi çalışmalarını kapsamında enerji tüketim miktarlarında tasarruf ve enerjinin verimli kullanımını büyük önem kazanmıştır.

Bunun yanında mevsim ortalama sıcaklıklarının artışı, iklimlerdeki değişim ve kuraklık sinyallerinin göz ardı edilemeyecek hale gelmiş olduğu günümüzde küresel ısınma ile mücadele her bireyin ve kurumun öncelikli sorumluluğu haline gelmiştir.

## ARAŞTIRMA

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi



Bu amaçlar doğrultusunda, proses ve proses dışı faaliyetlerde kullanılmak üzere sarf edilen yakıtın büyük bir kısmının atık ısı ve mekanik kayıplar olarak kaybedildiği ve yaklaşık 3'te 1'lik kısmının kullanılabilir enerji olarak elde edildiği göz önünde bulundurularak, atık ısının geri kazanımı ile ilgili prosesler araştırılmıştır.



## ARAŞTIRMA

- Atık ısı kazanından elde edilen buhar
- Soğutma kulesi suyu

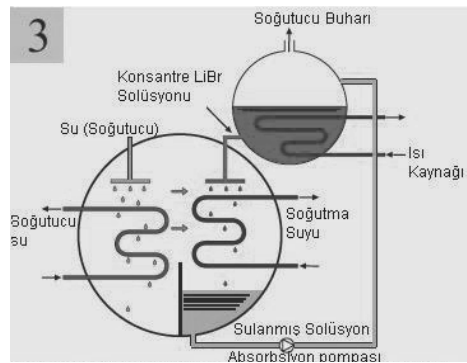
## ABSORPSİYONLU CHILLER



Bu araştırmalar sonucunda geliştirilmiş kojenerasyon sistemlerinde yaygın olarak kullanılan, Paşabahçe Eskişehir fabrikamızda halihazırda mevcut atık ısı kazanından elde edilen buhar ve soğutma kulesi suyu kullanılarak, soğutma, ısıtma ve iklimlendirmeyi sağlayacak absorpsiyonlu chilleri karışımıza çıkarmıştır.

## ÇALIŞMA PRENSİBİ

- Buharlaştırma-Yoğuşma Döngüsü
- Sıvıların basınca bağlı kaynama noktası değişimi



Absorpsiyon chillerin iki temel çalışma prensibi vardır. Birincisi sıvılar buharlaşırken ortamdaki ısı alır ve yoğunlaşırken ortama ısı verir. İkincisi ise basınç artarsa sıvıların kaynama noktası yükselir, azalırsa düşer. Örneğin 1 atmosfer basınçta (760 mmHg) suyun kaynama noktası 100 °C iken, basınç 6 mmHg'ye düşürüldüğünde suyun kaynama noktası yaklaşık 4 °C olur.

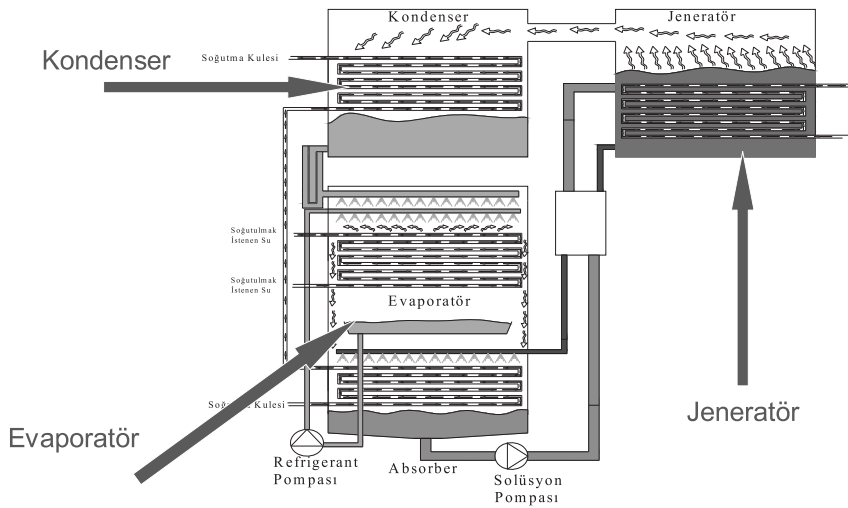
Evaporatör çok düşük basınçlı bir ortamda bulunur, bu basınçta soğutucu (su) çok düşük sıcaklıklarda kaynama noktasına ulaşır. Bu kaynama soğutucunun ortamdaki ısı almasına dolayısıyla ortamın soğumasına ve sıcaklığın düşmesine sebep olur.

Soğutucunun buharlaşması kapalı ortamdaki basıncın artmasına sebep olur. Bu basınç artışı soğutucunun kaynama noktasının yükselmesine sebep olur ki bu da amacımız olan soğutmayı engeller. Bu sebeple soğutucu buharının ortamdaki uzaklaştırılması gerekmektedir. Soğutucu olarak kullanılan suyu çok güçlü bir şekilde absorbe edebilen, reaksiyona girmeyen ve çevreye zararı olmayan lityum bromür (LiBr) bu noktada devreye girer. LiBr ortama püskürtülerek buharlaşan soğutucuyu yani suyu absorbe eder ve ortam basıncı istenilen düzeyde sabit kalır.

LiBr su buharını absorbe ettikçe absorpsiyon kapasitesi düşer. Döngünün sürekliliği için LiBr'nin absorpsiyon kapasitesinin sürekli yüksek tutulması gerekir. Bu sebeple LiBr+ H<sub>2</sub>O çözeltisi bir pompa yardımı ile kapalı ortamdaki alınır ve jeneratöre aktarılır. Çözelti burada ısıtılarak soğutucu buharlaştırılır ve LiBr tekrar yüksek konsantrasyona ulaşır, kapalı ortama püskürtülür ve döngüsünü tamamlar. Buharlaşan soğutucu kondenserde yoğunlaşır, kapalı ortama püskürtülür ve döngüsünü tamamlar.

## ÇALIŞMA PRENSİBİ

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi



**ŞİŞECAM**

Bir absorpsiyonlu chiller ünitesinin ana 3 kısmı evaporatör, jeneratör ve kondenserdendir.



## FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARI

- Elektrik pano odaları
- Fırın kumanda odası
- Fırın kamera chiller grubu



Yapılan fizibilite çalışmaları sonucunda absorpsiyonlu chiller sisteminin Paşabahçe Eskişehir Fabrikası elektrik pano odaları, fırın kumanda odası ve fırın kameralarının soğutulmasında uygulanması kararlaştırılmıştır.

**FİZİBİLİTE ÇALIŞMALARI**

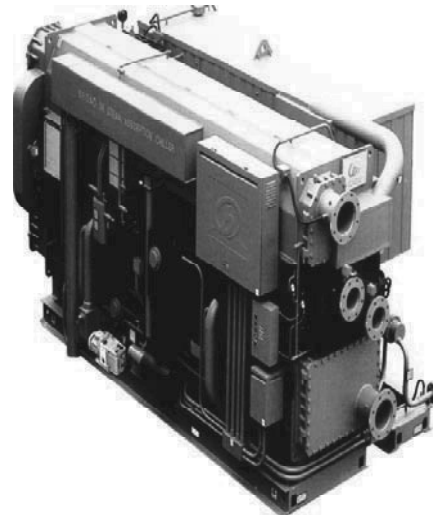
	SOĞUTMA KAPASİTESİ KW	ELEKTRİK TÜKETİMİ KWh	SOĞUK SU İHTİYAÇ m3/h
Elektrik Pano Odaları	175	65	30
Kamera Chiller	58	22	10
Fırın Kumanda Odası	35	14	6
<b>TOPLAM</b>	<b>268</b>	<b>101</b>	<b>46</b>



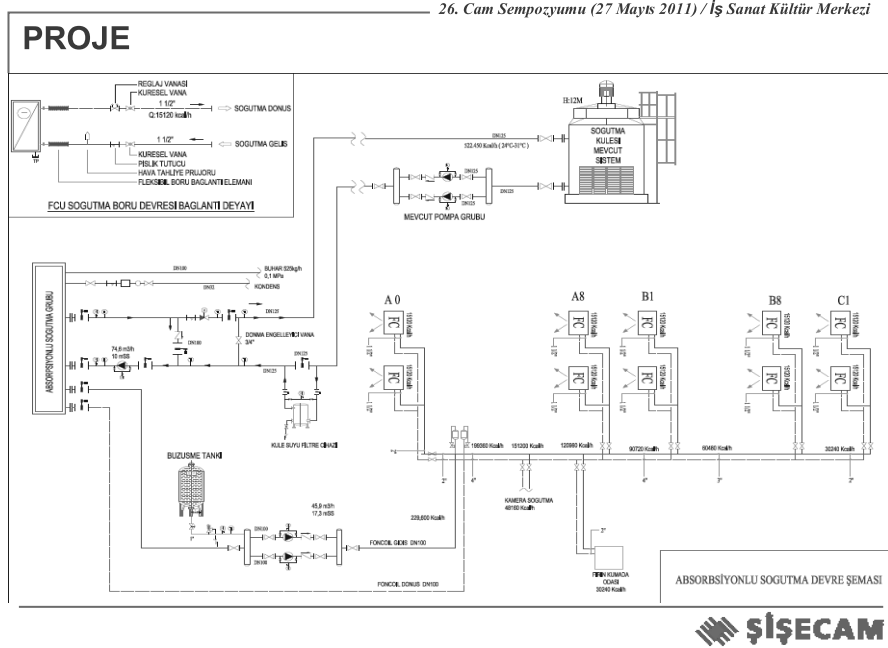
Uygulama öncesi 5 adet elektrik pano odası, fırın kumanda odası, A, B ve C fırınları kamera soğutmaları için soğutma kapasiteleri tespit edilmiştir.

**ÜNİTE ÖZELLİKLERİ**

Soğutma Kapasitesi	270 kW
Chiller Suyu	12 °C - 7 °C
Chiller Suyu Kapasitesi	46.5 m <sup>3</sup> /h
Soğutma Suyu	31 °C – 24 °C
Soğutma Suyu Kapasitesi	74.6 m <sup>3</sup> /h
Buhar Basıncı	1 bar
Yoğuşma Sıcaklığı	95 °C
Buhar İhtiyacı	526 kg/h
Elektrik Tüketimi	2.5 kW



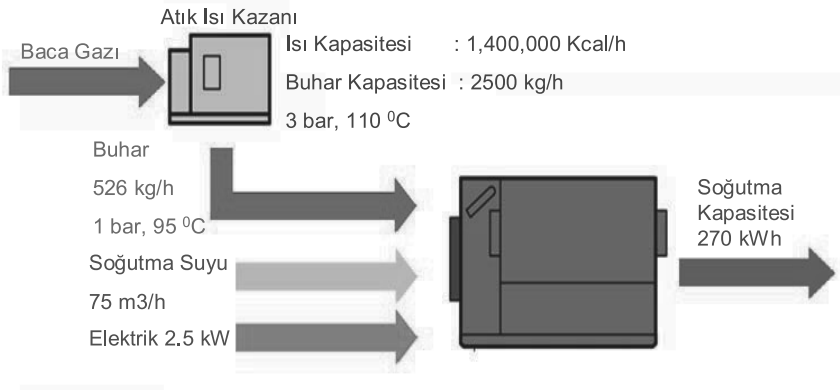
Bu kapasiteler doğrultusunda yukarıda özellikleri görülen absorpsiyonlu chiller ünitesinin uygunluğuna karar verilmiştir.



Bunu takiben ünitenin sistemimize adaptasyonuna yönelik projeler tamamlanmıştır.

### ÜNİTE GEREKSİNİMLERİ

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi



Bu cihazın üç ana girdisi; atık ısı kazanından elde edilen 526 kg/h ve 1 bar basınçta, 95 °C sıcaklıkta buhar, soğutma kulelerinden elde edilen 75 m<sup>3</sup>/h soğutma suyu ve ünitenin tükettiği 2,5 kW (tam kapasitede) elektrik enerjisidir.

Bu girdiler sonucunda üniteden 270 kWh'lik bir soğutma kapasitesi elde edilmektedir.

**ESKİ VE YENİ SİSTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI**

	Eski Durum	Yeni Durum
İhtiyaç Duyulan Soğutma Kapasitesi (kW)	270	270
Elektrik Tüketimi kWh	101	10,5 <small>2,5 kW Ünite 2 x 4 kW devirdaim pompası</small>
Elektrik Tüketimi kWh/yıl	884.760	91.980
Elektrik Tüketimi TL/yıl	150.409	15.636

## TASARRUF MİKTARI

# 134.772 TL/YIL



Eski durum ve absorpsiyonlu chiller ünitesi montajı sonrası durum mukayese edildiğinde, ihtiyaç duyulan 270 kW'lık soğutma kapasitesi önceden 101 kWh'lık bir elektrik tüketimi ile elde edilirken, absorpsiyonlu chiller ünitesi montajı sonrası aynı kapasite 10,5 kWh'lık bir elektrik tüketimi ile elde edilmeye başlanmıştır. Yıllık elektrik tüketiminin kWh/yıl'lık ve TL/yıl'lık önceki ve sonraki durum değerleri yukarıda görülmektedir.

Absorpsiyonlu chiller ünitesinin devreye alınması ile beraber hesaplanan tasarruf miktarı 134.772 TL/yıl'dır.

**KURULUM MALİYETİ**

- Absorpsiyon Chiller Ünitesi
- Sirkülasyon Pompaları
- Kule Suyu Filtrasyon Cihazı
- Pano ve Fırın Kumanda Odası Fancoiller
- Tesisat Malzemeleri ve İşçilik

**TOPLAM MALİYET 270.000 TL**  
**SİSTEMİN GERİ ÖDEME SÜRESİ 2 YILDIR**



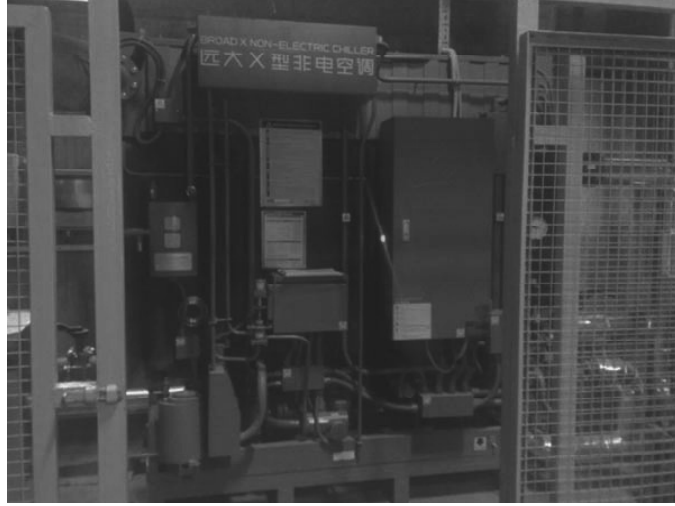




Ünitenin kurulum maliyeti aksesuarlar ve işçilikler dahil olmak üzere toplam 270.000 TL'dir. Sistemin geri ödeme süresi 2 yıl olarak hesaplanmıştır.

## ÜNİTE

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi



 **ŞİŞECAM**

Paşabahçe Eskişehir Fabrikası'nda montajı yapılan absorpsiyonlu chiller ünitesi.

## PANO ODASI

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi



 **ŞİŞECAM**

Elektrik pano odaları uygulamaları



26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## FIRIN KUMANDA ODASI



 **İŞECAM**

Fırın kumanda odası uygulaması



26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## Enerji Tasarrufunda Özgün Projeler – Hava Yataklı Kompresör

**Ege ARTUN**

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.



Paşabahçe Eskişehir Fabrikası'nda uygulaması yapılan diğer bir teknoloji Hava Yataklı Kompresördür.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

### AMAÇ

- Enerji verimliliğinin artırılması
- Enerji maliyetlerinin düşürülmesi

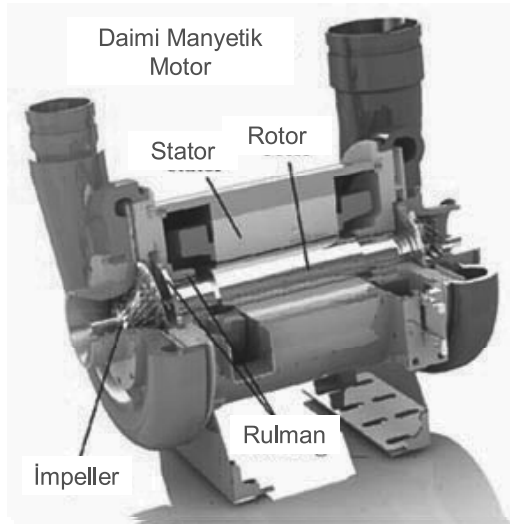


**HEDEF KULLANIM NOKTALARI**

- İşletme içi 2 bar basınçlı hava kullanım noktaları
- Harman hammadde yükleme



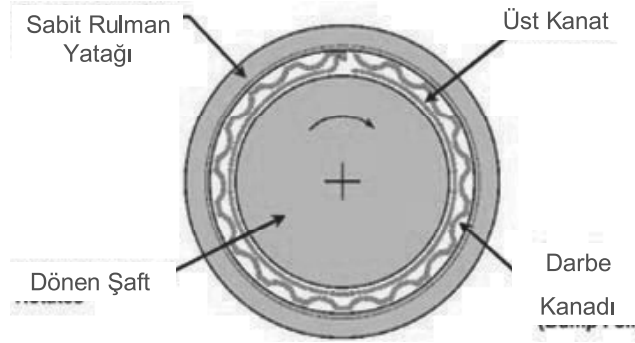
Enerji verimliliğinin artırılması ve enerji maliyetlerinin aşağıya çekilmesi kapsamında Paşabahçe Eskişehir Fabrikası işletme içi basınçlı hava ihtiyacını karşılamak ve özellikle harman hammadde yükleme işleminde kullanılan 2 bar basınçlı havayı karşılamak üzere hava yataklı, inventörlü kompresör kullanılmaya başlanmıştır.

**ANA BİLEŞENLER**

Hava yataklı kompresörün ana bileşenleri hidrodinamik yatak, impeller ve daimi manyetik motordur.



## HİDRODİNAMİK YATAK



 **ŞİŞECAM**

Hidrodinamik yatağın çalışma prensibi, rulmanın dönen bir mili 2 ana elementi ile desteklemesidir. Bu iki ana element rulmanın üst kanadı ve darbe kanadıdır. Üst kanat sürtünmeye dirençli bir duruş kalkış yüzeyi sağlar ve rulmanı hava kemeri oluşturarak destekler. Darbe kanadı ise üst kanadı, rulmanın elastikliğini sağlayarak şeklini muhafaza etmesinde destekler.

## HİDRODİNAMİK YATAĞIN AVANTAJLARI

- Yağsız çalışma
- Vibrasyonsuz çalışma
- Düşük gürültü seviyesi
- Yarı-Sonsuz ömür
- Yüksek hızda %0.5'in altında motor gücü kaybı
- Basit yapı
- Bakım gerektirmemesi

 **ŞİŞECAM**

Hidrodinamik yatağın avantajları yukarıda belirtilmiştir.

**DİĞER RULMANLARLA MUKAYESE**

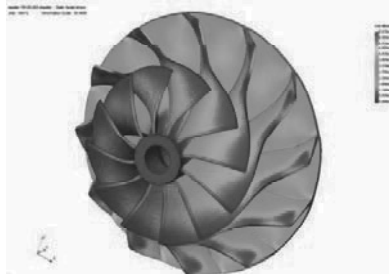
	Hidrodinamik Rulman	Manyetik Rulman	Tilting Pad Rulman	Bilyalı Rulman
Yağlama	Yok	Yok	Var	Var
Ömür	Yarı-Sonsuz	Yarı-Sonsuz	Yarı-Sonsuz	Değişim gerekir
Bakım	Gerekmez	Gerekir	Gerekir	Gerekir
Güvenirlilik	20	5	1	1
Muhtemel Arıza Kaynağı	Yok	Controller hatası	Yetersiz yağlama	Yetersiz yağlama
Yapı	Basit	Komplex	Komplex	Komplex
Güç Kaybı	<%0.5	>%1	%10	%5



Hidrodinamik yatağın diğer yataklama türleri ile mukayesesi yukarıda belirtilmiştir.

**İMPELLER VE AVANTAJLARI**

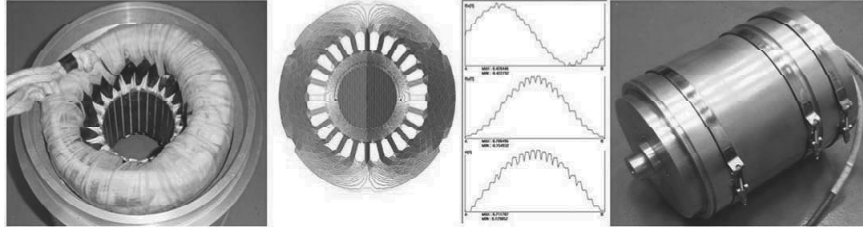
- AISI 630 malzeme
- Darbe dayanımının yüksek olması
- Yüksek aerodinamik performans



AISI 630 malzemeden üretilen impeller yaklaşık olarak 30 yıllık sorunsuz çalışma ömrü sağlar.



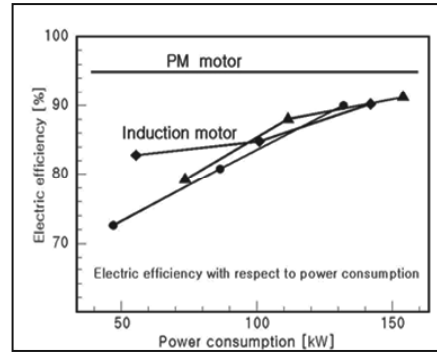
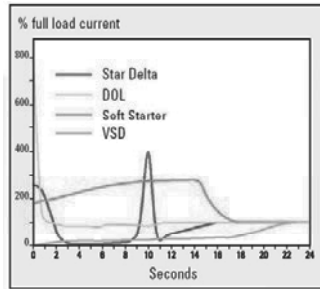
## PM MOTOR (PERMANENT MAGNET MOTOR)



PM motor, daimi manyetik bir rotor kullanır ve statordan gelen elektromanyetik kuvvetle döner.

## PM MOTOR AVANTAJLARI

- Değişken frekanslı sürücü
- Düşük başlangıç akımı
- Yüksek performans
- Yüksek hız



PM motorun avantajları yukarıda belirtilmiştir.

**MOTOR KIYASLAMASI**

	<b>PM Motor + Invertör</b>	<b>İndüksiyon Motor + Redüktör</b>	<b>Yüksek hız indüksiyon motor + invertör</b>
Verim	0.95(motor)*0.97 (invertör)= <b>0.92</b>	0.95(motor)*0.95 (redüktör)=0.9	0.93(motor)*0.97 (invertör)=0.9
Boyut	Küçük	Büyük	Orta
Güç Faktörü	%90	%80	%65
Ömür	Rulmana bağlı	Rulman ve dişliye bağlı	Rulmana bağlı
Devir Kontrolü	Var	Yok	Var

PM motor ve invertör uygulamasının diğer tahrik ve sürücülerle mukayesesi yukarıda görülmektedir.

**GENEL AVANTAJLAR**

- Maksimum mekaniksel emniyet
- Yüksek hızlı BOV
- Kısa bakım ve tamir zamanları
- Yağsız rulman sistemi
- Yüksek hızlı PM motor
- Minimum reload zamanı
- Kompakt yapı
- Soğutma suyu kullanılmaması
- Minimum bakım maliyeti
- Vibrasyonsuz, gürültüsüz
- Tak & Çalıştır





Tek hareketli kısımdan oluşmasından dolayı maksimum mekaniksel emniyet sağlaması,  
 Yüksek hızlı blow off valfe sahip olmasından dolayı sistemi olası surge'den koruması,  
 Kompakt yapısından dolayı bakım ve tamir zamanlarının çok kısa olması,  
 Hidrodinamik yatak sistemi sayesinde yağsız çalışması,  
 Yüksek hızlı PM motor,  
 Maksimum 10 saniye olan reload zamanı,  
 Kompakt yapısı sayesinde küçük bir alan kaplaması,  
 Soğutma suyu maliyetinin olmaması,  
 Sadece hava filtresi değişimi yapılması,  
 Yağsız ve mekaniksel temassız olmasından dolayı vibrasyonsuz ve gürültüsüz çalışması, sonucunda temiz hava üretmesi,  
 kompresörün avantajları olarak sıralanabilir.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

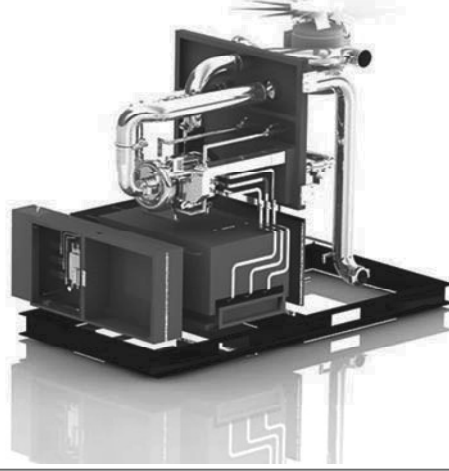
### KOMPRESÖR ÖZELLİKLERİ

Debi	54 m <sup>3</sup> /min
Güç	177 KW
Nominal Voltaj	380 V 50 Hz
Nominal Akım	289 A
Impeller	SUS 630 (AISI630)
Ağırlık	1550 kg
Basınç	2.2 bar

İhtiyaca göre seçilen kompresörün özellikleri yukarıda belirtilmiştir.

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## KOMPRESÖR RESİMLERİ



 **ŞİŞECAM**

26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## KOMPRESÖR RESİMLERİ



 **ŞİŞECAM**

Eski kompresör beton kaidesi üzerine montajı yapılan hava yataklı kompresörün diğer kompresörlere göre kapladığı yer yukarıdaki fotoğrafta daha net görülmektedir.



26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## ESKİ VE YENİ SİSTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI

VORTEX KOMPRESÖR ÖNCESİ DURUM											
	7 BAR					4 BAR					2 BAR
HAT BASINCI	6,3BAR					3,3BAR					2,1 BAR
KOMPRESÖR	1 NOLU	2 NOLU	3 NOLU	11 NOLU	12 NOLU	4 NOLU	5 NOLU	8 NOLU	9 NOLU	10 NOLU	
İNLET AÇIKLIĞI	100	100		100		100			100		
BY-PASS AÇIKLIĞI	0	0		0		0			0		
FİİLİ AKIM	56	710		52		51			85		
ENERJİ (Kwh)	619	428		548		529			812		
<b>TOPLAM (kWh)</b>	<b>2936</b>										



26. Cam Sempozyumu (27 Mayıs 2011) / İş Sanat Kültür Merkezi

## ESKİ VE YENİ SİSTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI

VORTEX KOMPRESÖR SONRASI DURUM											
	7 BAR					4 BAR					2 BAR
HAT BASINCI	6,3BAR					3,3BAR					2,1 BAR
KOMPRESÖR	1 NOLU	2 NOLU	3 NOLU	11 NOLU	12 NOLU	4 NOLU	5 NOLU	8 NOLU	9 NOLU	10 NOLU	VORTEX
İNLET AÇIKLIĞI	26	45		100		100			100		100(SAB İT)
BY-PASS AÇIKLIĞI	0	38		0		0			0		0
FİİLİ AKIM	41	530		51,5		51			85		264
ENERJİ (Kwh)	435	359		544		529			810		168
<b>TOPLAM (kWh)</b>	<b>2845</b>										

**TASARRUF**  
**91 kWh**



Yapılan fiili ölçümler sonucunda mevcut çift oransallı basınçlı hava sistemine, hava yataklı kompresör montajı sonrasında fiili olarak 91 kWh.lik bir enerji tasarrufu sağlanmıştır.



## KURULUM MALİYETİ

MALİYET 80.000€  
TASARRUF 71.745 €/YIL  
SİSTEMİN GERİ ÖDEME SÜRESİ 1.2 YIL



Sistemin maliyeti 80.000 Euro olup, hesaplanan yıllık tasarruf miktarının 71.745 Euro olması göz önüne alınarak, geri ödeme süresi 1,2 yıl olarak öngörülmektedir.



## Improving Fining With New Fining Agents and Optimized Furnace Design

Dr. Eric Muijsenberg  
[Erik.Muijsenberg@gsl.cz](mailto:Erik.Muijsenberg@gsl.cz)  
Glass Service

---



*Erik Muijsenberg graduated from Mechanical engineering at the University of Eindhoven in 1990.*

*During his study he already worked 3 months at the HVG-DGG in Frankfurt Germany on a program for optimization of regenerators.*

*After graduating he worked for 8 years at TNO Glass group in Eindhoven involved in the development of furnace modeling and glass melting technology.*

*In 1998 he switched to Glass Service starting their 1st subsidiary office in Maastricht the Netherlands.*

*In mean time Glass Service has offices in many other countries around the world.*

*After 11 years he moved in 2009 to Glass Service Head Quarters in Czech republic to become group Vice President.*

*Besides this Erik is Chairman of the Technical Committee 21, Modeling of Glass Melts of the International commission on Glass (ICG).*

*He has been awarded together with some of his former TNO colleagues in 1997 with the Otto Schott award and has received last year from the German Glass Society the Adolf Dietzel Industry Award for his contribution to the development and acceptance of glass furnace modeling & optimization in the German glass industry.*

---

Over many years Glass Service has been involved in supporting customers to improve the fining behavior of glass melting and eliminate bubble defects from glass.

During this presentation, we will show some examples how new fining agents can improve the fining process in glass melts.

The effect of optimized furnace designs on fining performance will be demonstrated using mathematical modeling approaches.

**Keywords:** *gas bubble modeling, fining agents, furnace*

- GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR -





## The SORG BATCH<sub>3</sub> Concept and General Aspects of Refining and Glass Furnace Design

Dr. Mathias Lindig

[lindig@sorg.de](mailto:lindig@sorg.de)

Research and Development Manager

Nikolaus Sorg GmbH & Co KG



*Matthias Lindig born and raised in Mainz, Germany, 1954*

*He has experience of many aspects of the glass industry.*

*He studied at the Technical University in Clausthal, Germany, Institute for Glass, Ceramics and Bonding Materials where he obtained a Masters and Doctorate in glass science.*

*He joined the industry in 1985 to work for Schott Glass in Mainz, Germany TV Glass Division, occupying the posts of Manager of Special Projects and General Manager for Melting.*

*Since joining SORG in 2001 as Research and Development Manager, he has been responsible for the significant advances made by the company in the field of mathematical modelling.*

### Publications and Presentations

*Since 1985 almost yearly presentations at national and international conferences of glass; German Glass Society, European Glass Conference, International Glass Conference and American Glass Problems Conference  
Various Publications in the Journal of Glass Technology and Glass International.*

BATCH<sub>3</sub> is a multi-component concept covering all aspects of batch handling at the furnace.

Batch preheating may offer energy savings of 10 % and higher, but experience has shown important technical problems resulting in frequent operational disturbances. The disturbances can only be avoided with severe restrictions to such factors as the minimum amount of cullet used (at least 55 – 60 %) and the moisture content of raw materials, which must be limited.

The new SORG batch preheater is designed to overcome these limitations and provide a viable unit for continuous operation without disturbances. During testing of a full-sized unit under typical factory conditions the unit has been used to preheat 100 % batch at normal moisture levels. The first fully operational unit will be installed on a production furnace later in 2011.

However, the use of preheated batch can also lead to severe dusting problems, and two other components of the BATCH<sub>3</sub> concept are designed to prevent this.

The new EME-NEND batch charger features a combination of multiple screw chargers and a pusher arm. This arrangement gives a larger number of batch piles than a conventional pusher, and the individual piles are smaller, giving an important improvement in the charging pattern in the furnace. The charger can also be used with a completely closed doghouse, which eliminates the normal uncontrolled ingress of air through the doghouse. This effect alone has been shown to reduce NO<sub>x</sub> emissions by over 10 %.



The final component of the BATCH3 concept is the Increased Radiation Doghouse (IRD). The below-glass dimensions are chosen to increase residence time in the doghouse, whilst the superstructure is designed to allow increased radiation from the melter. These two factors ensure that the surface of the batch piles leaving the doghouse is glazed over, so that there is no dusting from the batch inside the furnace.

High quality glass production depends heavily on the refining process, and both the physics and the chemistry of typical refining systems are well understood. However, some situations may arise in which standard refining systems are no longer sufficient.

A number of examples can be used to explain the influence of different furnace design features on the refining potential of glass furnaces, including the application of melting and barrier boosting systems and the use of the barrier wall and Deep Refiner®. Nevertheless the available refining performance depends strongly on residence time and minimum glass temperature in the critical section of the furnace where fining and refining take place. A reduction in the glass bath depth in this section decreases the rising time of blisters and helps to significantly improve fining conditions. This concept - the SORG® refining shelf - has been applied in various cases where high glass quality is demanded.

One topical example of special demands for fining is the production of extra clear glass, such as that required for solar applications. The iron content of such glasses is normally 120ppm or less and this has a surprising influence on the refining process.

The extremely low iron content allows increased heat transfer within the glass body, and thus temperature differences between parts of the glass bath are reduced. However, it is these temperature differences that normally occur that are responsible for the vitally important convection currents in the glass bath. A different temperature distribution in the glass bath means different convection currents, and this can have a negative effect on the refining process.

The use of the SORG® refining shelf can lead to an improvement in the refining conditions in the case of low iron glasses, as shown by the evaluation of a suitable mathematical model.

**Keywords:** *batch preheating, batch charger, dog house, furnace design, refining*





**SORG**  
Integrated Concept for  
batch handling at the furnace



## from experience to knowledge to “out of the box thinking”

According to Prof.Dr.Dündar Kocaoglu



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

2



## The current situation



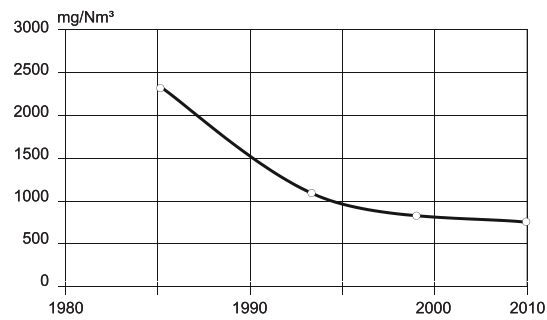
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

3



## NO<sub>x</sub> Emissions

NO<sub>x</sub> Emissions have been reduced by about 65 % over the last 25 years



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

4



## NO<sub>x</sub> Emissions

Value measures on operating furnaces

		NO <sub>x</sub> content of waste gases		
		Min. value in 24 h	Max. value in 24 h	Average over 24 h
Furnace 1	Gas	630 mg/Nm <sup>3</sup>	780 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>690 mg/Nm<sup>3</sup></b>
Furnace 2	Gas	650 mg/Nm <sup>3</sup>	750 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>715 mg/Nm<sup>3</sup></b>
Furnace 3	Oil	643 mg/Nm <sup>3</sup>	795 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>711 mg/Nm<sup>3</sup></b>
Furnace 4	Gas	710 mg/Nm <sup>3</sup>	780 mg/Nm <sup>3</sup>	<b>750 mg/Nm<sup>3</sup></b>

All values are 30 minute averages from continuous measurements in waste gas channel after the reversal unit

All values are corrected to 8 % O<sub>2</sub> in dry waste gas

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

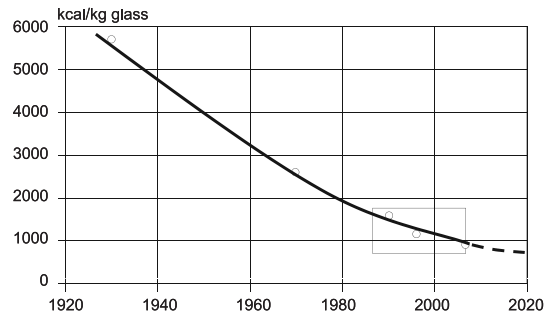
5



## Energy Consumption

- The specific energy consumption has been reduced by over 60 % since 1970 and by over 40 % in the last 20 years

- There is a definite limit to further reductions



Dr.M.Lindig R&amp;D Nikolaus Sorg

6



## Energy Consumption

### Energy consumption of regenerative end-fired furnaces

Furnace	Melting area	Melting rate	Cullet content	Glass colour	Main fuel	Specific energy consumption	Electric Boosting
A	50 m <sup>2</sup>	158 t/24h	70 %	flint	Natural gas	<b>1 030</b> kcal/kg	0 %
B	126 m <sup>2</sup>	380 t/24h	27 %	green	Heavy oil	<b>975</b> kcal/kg	8.8 %
C	151 m <sup>2</sup>	405 t/24h	35 %	green	Heavy oil	<b>930</b> kcal/kg	6.6 %
D	100 m <sup>2</sup>	290 t/24h	50 %	flint	Heavy oil	<b>903</b> kcal/kg	0 %
E	100 m <sup>2</sup>	327 t/24h	70 %	green	Natural gas	<b>899</b> kcal/kg	2.3 %
F	122 m <sup>2</sup>	370 t/24h	80 %	dead leaf	Heavy oil	<b>842</b> kcal/kg	7.0 %
G	100 m <sup>2</sup>	267 t/24h	78 %	amber	Heavy oil	<b>827</b> kcal/kg	8.3 %
H	121 m <sup>2</sup>	342 t/24h	85 %	green	Heavy oil	<b>770</b> kcal/kg	7.8 %

Dr.M.Lindig R&amp;D Nikolaus Sorg

7



## How can we progress?



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

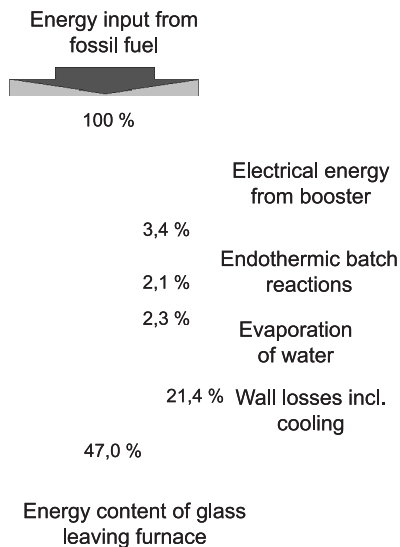
8



## Energy Consumption

Typical energy balance of a regenerative furnace

Energy lost with the waste gases **24,0 %**  
 8,0 %  
 Regenerator wall losses



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

9



## Batch Preheating



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

10



## A little bit of history

### Patent application filed in 1929

**UNITED STATES PATENT OFFICE**

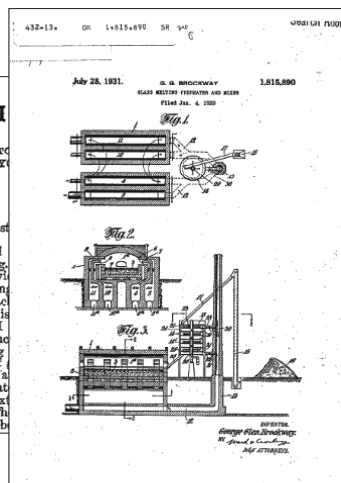
GEORGE GLEN BROCKWAY, OF WARREN, PENNSYLVANIA, ASSIGNOR TO COPPER COMPANY, OF NEW YORK, N. Y., A CORPORATION OF NEW YORK

**GLASS MELTING-PREHEATER AND MIXER**

Application filed January 4, 1929. Serial No. 330,228.

The invention relates to glass manufacture, and particularly to improvements in glass melting apparatus. An object of the invention is to increase the efficiency and output of glass melting installations. Another object is the provision of means whereby a glass melting furnace may be operated continuously and uniformly at full capacity, if desired. These objects are accomplished by the provision of means for thoroughly mixing and heating the glass-forming ingredients before the same are supplied to the melting furnace, and preferably utilizing the heat of the waste gases from the melting furnace in such preheating of the glass mixture; and further, if desired, in causing continuous passage of the glass mixture through the

zontal sectional view taken substantially on line 1-1 of Fig. 3;  
Fig. 2 is a vertical sectional view substantially on line 2-2 of Fig. 1;  
Fig. 3 is a vertical sectional view of a regenerative furnace for melting through the preheater and stack according to one example of this invention. Referring to the drawings, I treat at 1 a glass melting furnace of the regenerative furnace type, having fire-brick, whereon the melt 3 of melting material, is placed. Gas 2 is mixed and burned above the melt, the resulting heat melts the mixture or heat-accumulating chamber



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

11

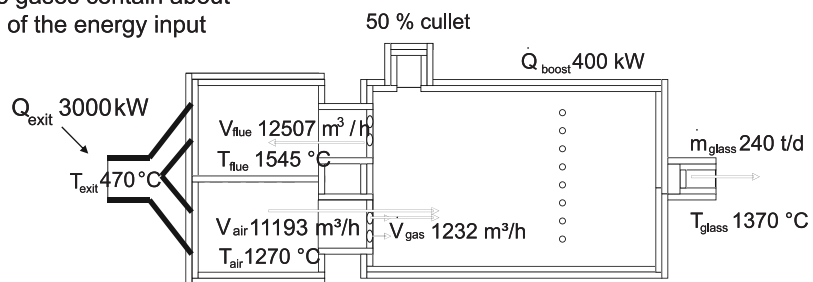


Energy Consumption

Energy balance of a furnace – an example

Specific energy consumption 983 kcal/kg (1,14 kWh/kg)

After the regenerators the waste gases contain about 25 % of the energy input



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

12



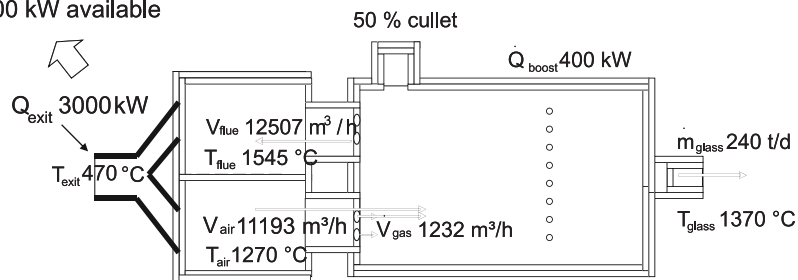
Energy Consumption

Energy balance of a furnace – an example

Specific energy consumption 983 kcal/kg (1,14 kWh/kg)

ca. 1900 kW necessary for filter

ca. 1100 kW available



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

13

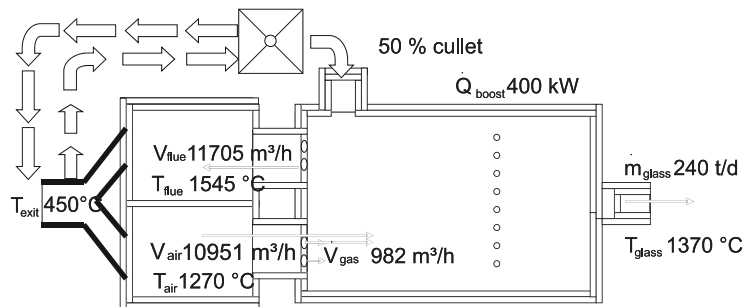


## Energy Consumption

### Energy balance of a furnace – an example

Specific energy consumption 874 kcal/kg (1,01 kWh/kg)

Energy saving more than 10 %



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

14



## Batch Preheating

### Published data on energy savings by batch preheating

- 16 - 20 % – Zippe, 1994
- 14 – 18 % (depending on cullet content) – Scholz, 1999
- 11,5 % – Barklage, 1998
- 12,5 % – Lubitz, 1999

Caution: boundary conditions must be considered!

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

15



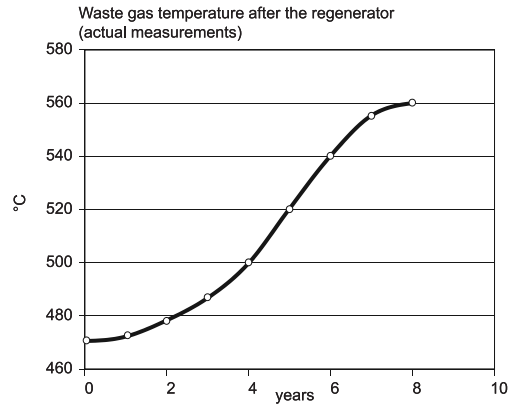


## Energy Consumption

### Another advantage of batch preheating

The rise in waste gas temperature after 8 years operation is equivalent to a 10 % increase in the specific energy consumption

This increase can be compensated almost completely by a batch preheater



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

16



## Batch Preheating

### The big question

If energy savings of 12+ % were being achieved 10 years ago, why do we not find raw material preheaters on many more furnaces today than is the case?

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

17



### Batch Preheating

The answer

If energy savings of 12+ % were being achieved 10 years ago, why do we not find raw material preheaters on many more furnaces today than is the case ?

- Because there is a PROBLEM

**CLUMPING** →



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

18



### Batch Preheating

To avoid the problem of clumping many installations must:

- use at least 50 % cullet
- reduce the water content of sand and cullet

Such measures may be impractical (cullet level) or cost too much money (drying batch components)

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

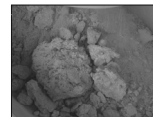
19



## Batch Preheating

### The problem

- the problem is caused by the ability of soda ash to absorb water
- Soda ash exists with several levels of water of crystallisation:
  - monohydrate -  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
  - heptahydrate -  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
  - pentahydrate -  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{H}_2\text{O}$ 
  - The transition takes place from 34 °C upwards
- this means that relatively large quantities of water are released



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

20



## Batch Preheating

### The problem

- at low temperatures water, limestone and sand can combine to produce compounds similar to cement, that can also be very stable
- incidentally, this effect is also used to produce batch pellets



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

21



## The principle of the SORG batch preheater



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

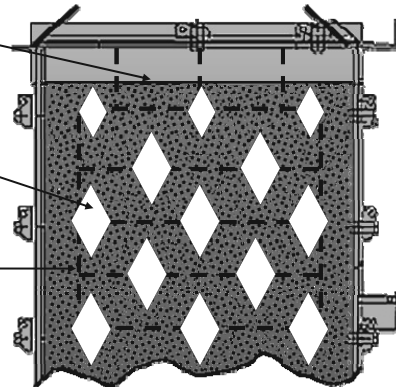
22



## Batch Preheating

### The principle

- open level surface
- closed heating system
- all inside parts are supported separately from the outer casing and can therefore be moved independently of the casing



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

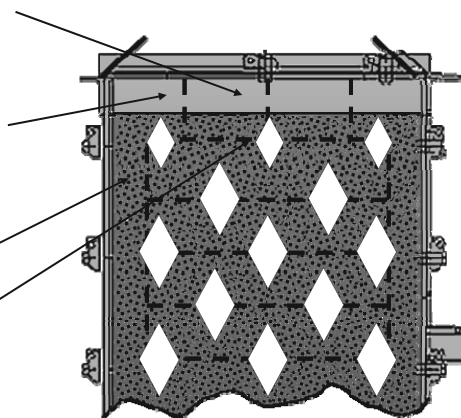
23



### Batch Preheating

#### The principle

- charging of the drying module is automatically controlled
- collection chamber for water vapour and dust – with extractor fan
- at 34 °C the transformation from decahydrate to monohydrate begins and water is released
- light crusting here is destroyed by vibration



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

24



### Batch Preheating

SORG has now developed a viable batch preheater that:

- has solved the problem of clumping
- has been successfully tested with 100 % batch
- has also been successfully tested with a batch moisture content of 3+ %

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

25



## Batch Preheating

Batch preheating can:

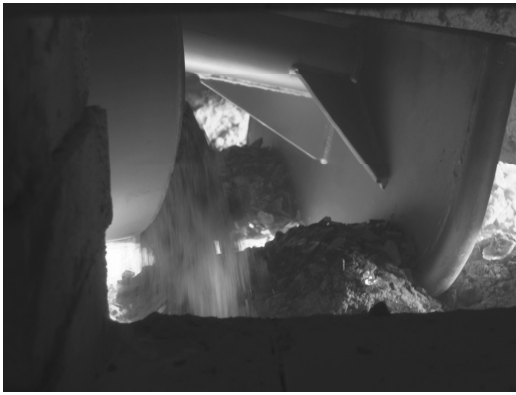
- reduce the specific energy consumption

BUT, the use of dry batch can also result in:

- much dusting in the factory
- increased dust in the furnace with the problems (carry over)
  - corrosion and plugging the regenerators
  - corrosion of the furnace superstructure



## An Integrated Concept for batch handling at the furnace





### The Integrated Concept

To provide a complete solution to the need for a viable raw material preheating system :

- SORG has developed an **INTEGRATED CONCEPT** for batch handling at the furnace

It is designed to permit the use of raw material preheating without attendant problems

It consists of 3 components



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

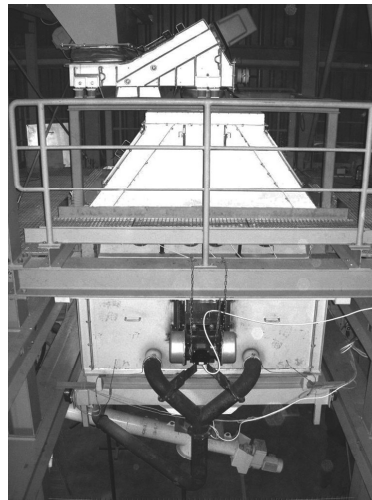
28



### The Integrated Concept

Raw material preheater

- can operate successfully with 100 % batch
- can operate successfully with 3+ % batch moisture



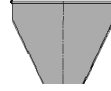
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

29



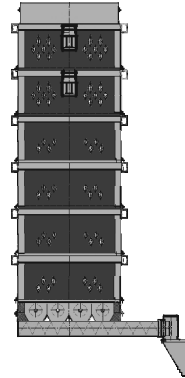
### The Integrated Concept

Raw material preheater



#### Design principles

- counter flow heat exchange between waste gas and batch
- heat exchanger separated in sections
- each section can be vibrated by an individual activator
- self cleaning design
- air tight design - no dust emissions



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

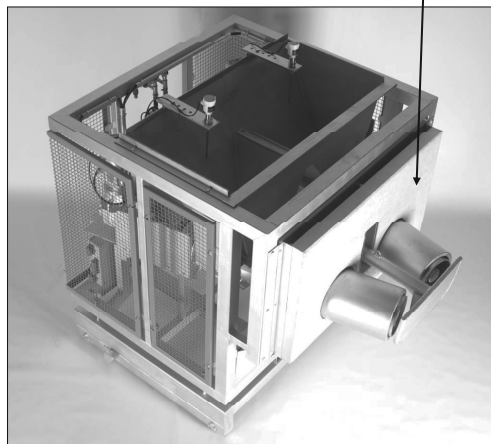
30



### The Integrated Concept

New EME-NEND® batch charger

- offers significant improvement in batch distribution in the melter
- can be used with a completely sealed doghouse
- completely sealed, no dusting in charging area
- no air ingress through the doghouse



Ceramic shield

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

31

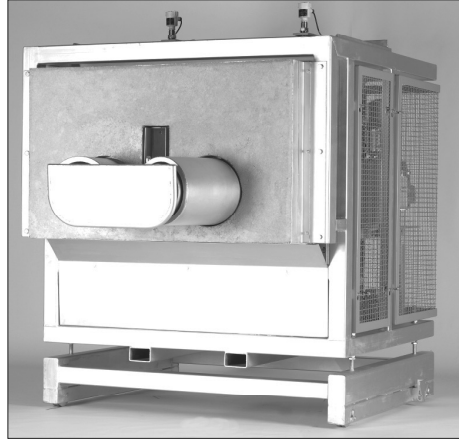




### The Batch Charger

The EME-NEND® batch charger offers several advantages compared with conventional chargers

- multiple screw chargers produce more, smaller batch piles
- the pusher moves the batch piles out of the doghouse
- the screws are provided with independent control



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

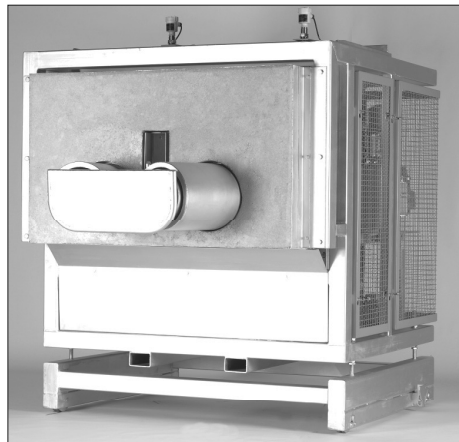
32



### The Batch Charger

The EME-NEND® batch charger offers several advantages compared with conventional chargers

- the charging pattern can be influenced through the control system
- the only movement of the machine is the 2 dimensional movement of the pusher
- for higher tonnages a 3 screw version is available



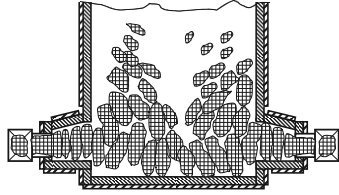
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

33

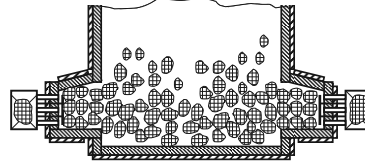


## The Batch Charger

### Charging pattern comparison



Conventional pusher



EME-NEND® charger

The EME-NEND® charger distributes the batch more evenly than a conventional pusher charger

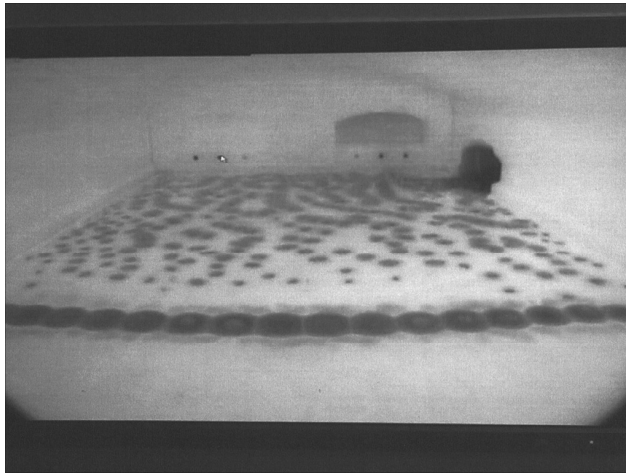
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

34



## The Batch Charger

### Charging pattern



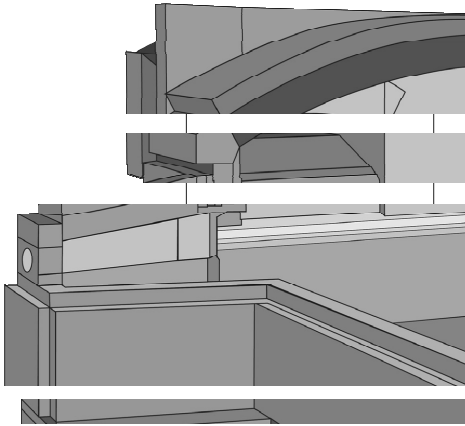
View of EME-NEND® charging pattern taken from furnace monitor

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

35



## The SORG IRD® Concept



Increased  
Radiation  
Doghouse

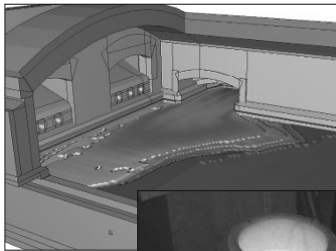
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

36



## The Doghouse

### Theoretical approach



Laboratory investigation of glazing of the batch cover

Residence time of the batch in the charging end and temperature pattern:

- 1250 °C up to 1350 °C
- about 2 minutes



Preparation of a crucible melt in a laboratory furnace at 1350 °C



After charging soak time 2 minutes 1250 °C - surface glazed

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

37

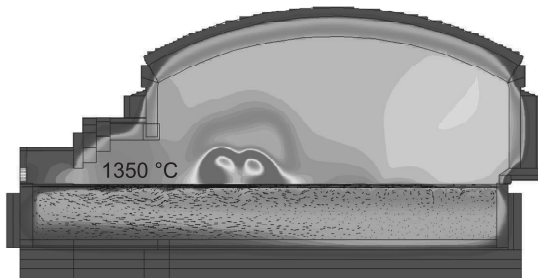


### The Doghouse

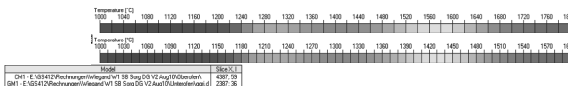
#### Theoretical approach

#### Modeling results

High superstructure allows radiation heat transfer into doghouse, which results in batch surface glazing and prevents batch carry-over



Cross section through furnace and doghouse

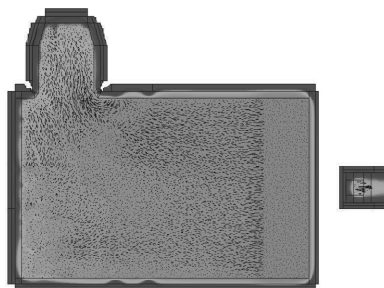


### The Doghouse

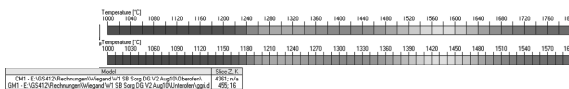
#### Theoretical approach

#### Modeling results

Sufficient back flow of hot glass into the doghouse



Plane view in glass near bottom

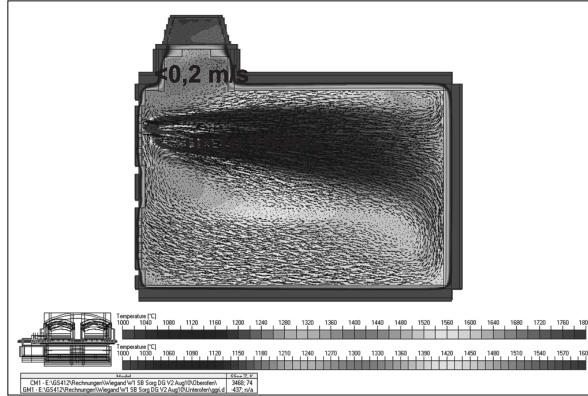




The Doghouse  
Theoretical approach  
Modeling results

No significant convection above the batch blanket in the doghouse

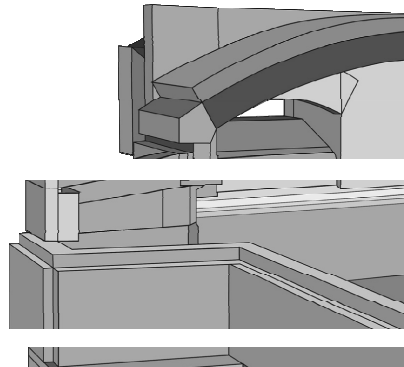
Plane view in combustion chamber at the flame level



The Doghouse

The IRD® Concept

- increased residence time
- increased radiation from the melter
- designed to ensure that the batch pile surfaces are glazed before they leave the doghouse area

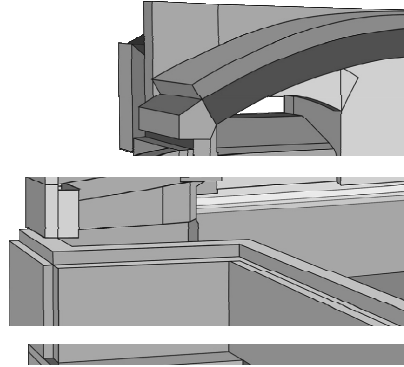




## The Doghouse

### The IRD® Concept

- larger doghouse increases residence time
- higher superstructure to increase the radiation from the melter in the doghouse
- completely sealed



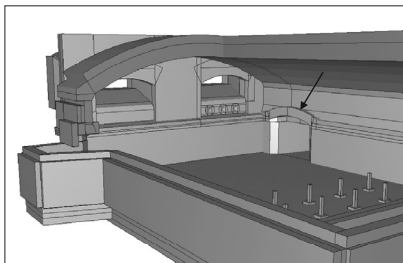
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

42

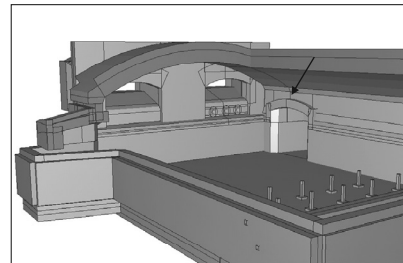


## The Doghouse

### The IRD® Concept



Standard doghouse for an end-fired furnace



IRD® concept with radiation chamber for an end-fired furnace

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

43

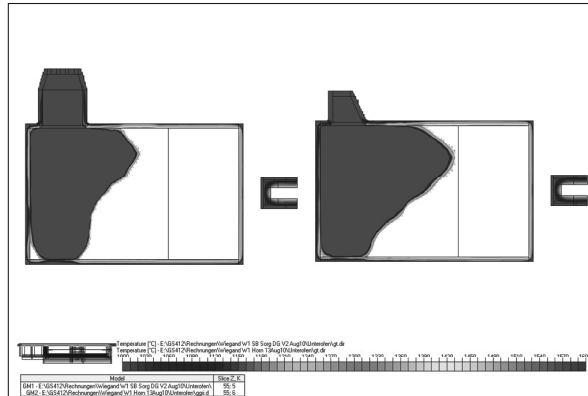


## The Doghouse

### Modeling results

Shorter batch coverage gives more free surface in the melter for heat transfer and allows pull increases

Improved performance allows larger end-fired furnaces to run with only 1 doghouse

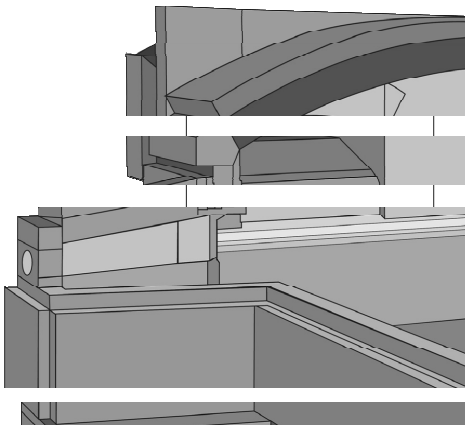


Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

44



## The Integrated Concept



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

45



### The Integrated Concept

The use of the 3 components of the Integrated Concept offers several advantages

- a batch preheater that is capable of continuous operation can give energy savings of 10 – 15 %
- a batch preheater can compensate the drop in efficiency of the regenerators as the furnace becomes older
- a sealed doghouse can lead to a significant drop in the NO<sub>x</sub> emissions
- a sealed doghouse eliminates external dusting
- the new doghouse design leads to an important reduction in batch carry-over

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

46



### The Integrated Concept

#### Raw material preheater

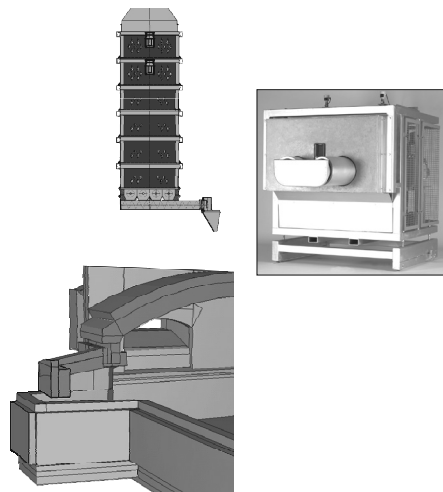
- returns energy to the system

#### Batch charger

- allows sealed doghouse

#### Doghouse

- creates conditions suitable for use of preheater



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

47





## The Integrated Concept Where we are today?



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

48

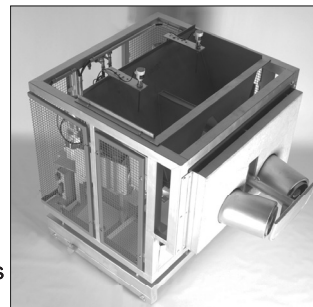


## The Integrated Concept

### Where we are today?

#### Batch charger EME-NEND®

- Batch charger in operation since March 2010 on a 300 tpd furnace with 80-85% cullet
- strong improvement of the charging pattern
- 8 batch chargers commissioned
- external dusting eliminated
- no exit of furnace atmosphere
- uncontrolled entry of air through the doghouse is prevented
- in direct comparison to a conventional batch charger a reduction in NO<sub>x</sub> emission greater than 10% solely due to the use of the EME-NEND® charger (level of NO<sub>x</sub> emissions is below 800 mg/Nm<sup>3</sup> NO<sub>x</sub>)



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

49



### The Integrated Concept

#### Where we are today?

##### IRD® Concept

- since 12/2010 in operation on a 250 tpd furnace in green, olive and dead leaf
- batch surface is glazed when it enters the combustion chamber
- predicted temperature and gas flow distribution in the larger doghouse confirmed in practice
- very little ventilation in the doghouse. Not affected by the momentum of the combustion
- no auxiliary heating source in the doghouse bottom necessary! Indirect t/c in the doghouse bottom  $T > 1160\text{ }^{\circ}\text{C}$
- no radiation losses from the doghouse



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

50

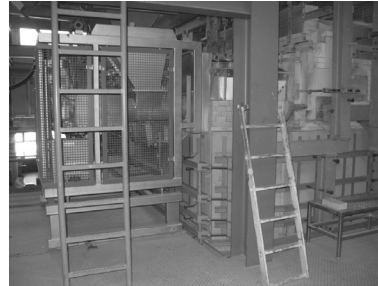


### The Integrated Concept

#### Where we are today?

##### IRD® Concept

- 3 colour changes already performed without problems
- melting conditions improved
- $\text{NO}_x$ -emissions reduced
- the results of the mathematic modeling are confirmed
  - increased radiation from the furnace
  - reverse flow from the hot glass in the doghouse
  - no gas exchange between doghouse area and the furnace



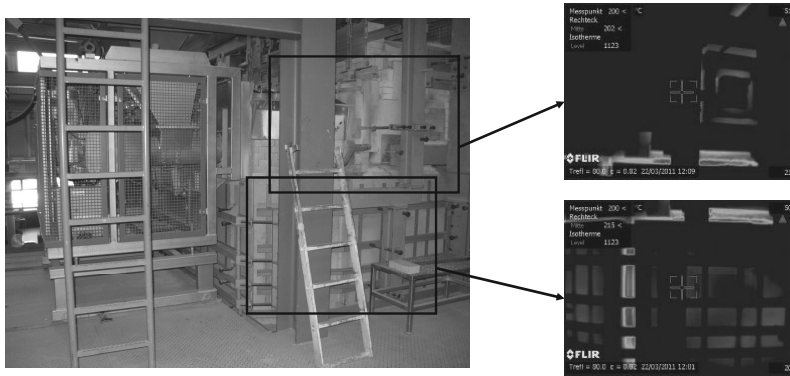
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

51



**The Integrated Concept**  
**First installation IRD® Concept**

Thermo optical inspection - well insulated - red colour indicates hotter areas  
 - uninsulated joints and metal line



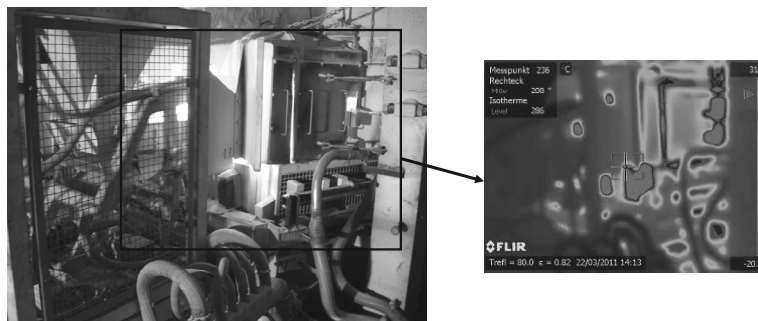
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

52



**Integrated Concept**  
**First installation IRD® Concept**

Comparison to standard doghouse:  
 Thermo optical inspection - significant radiation heat losses



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

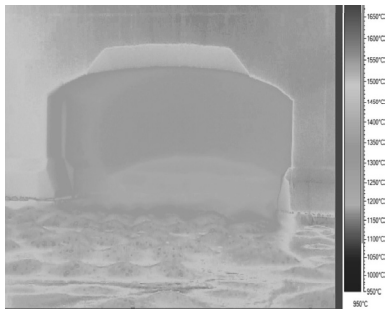
53



**Integrated Concept**  
**First installation IRD® Concept**

Comparison of the temperature distribution

Sorg IRD® Concept



Standard doghouse



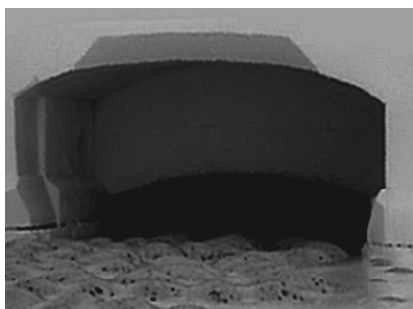
Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

54



**Integrated Concept**  
**First installation IRD® Concept**

Sorg IRD® Concept



When batch enters the combustion chamber the surface is almost completely glazed

Standard doghouse



Rough batch blanket surface, still unmolten portions, visible fume released from the batch layer

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

55



### Integrated Concept

#### First installation IRD® Concept

Heat loss comparison (total furnace wall heat loss ~2000kW!)

EME-NEND® charger and IRD® concept  
Area 6m<sup>2</sup>  
Dense design – no radiation losses  
Total doghouse wall loss ~100 kW  
No uncontrolled entry of false air



Standard charger and doghouse  
Area 2,5m<sup>2</sup>  
Open design - radiation heat losses  
Total doghouse wall loss ~50 kW  
Plus radiation heat loss ~20 - 40 kW  
Plus uncontrolled entry of false air



*10 kW heat loss  $\approx$  less than 1 kcal/kg glass (250 tpd and 65% cullet)*

Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

56



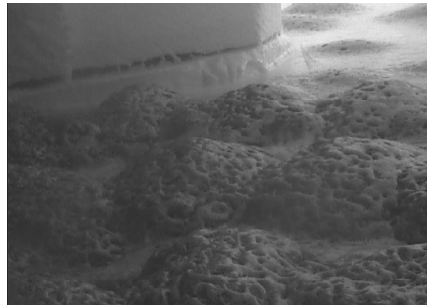
### Integrated Concept

#### First installation IRD® Concept

#### Summary

Good conditions allow the implementation of the batch preheating system without running the risk of getting inside furnace damages

The SORG batch preheater system will be installed in June 2011



Dr.M.Lindig R&D Nikolaus Sorg

57





## DİZİN

Anahtar Sözcükler	Sayfa	Anahtar Sözcükler	Sayfa
<b>A,B</b>		<b>K</b>	
Araştırma	53	Kalite	189
Atık Isı Sistemleri	201	Kırpma	147
Atık Su	155	Kompozit	147
Basıncılı Hava Sistemleri	201	<b>M,N</b>	
<b>C,Ç</b>		Metodoloji	43
Cam Ambalaj	83	Modelleme	191,237
Çevre	155	Nanoteknoloji	155
<b>D,E</b>		<b>O</b>	
Dayanım	125	Otomotiv Camları	93
Dog House	239	<b>P,R</b>	
Enerji Tasarrufu	201	Pazar	83
<b>F,G</b>		Renk Geçışı	189
Fırın	237,239	Renkli Cam	189
Gelecek	83	Renksizleştirme	177
Gelecek Teknolojileri	53	<b>S</b>	
Geliştirme	111	Seryum	177
<b>H,i</b>		Silika Camlar	125
Habbe	237	<b>T</b>	
Harman Ön Isıtma	239	Teknoloji Yönetimi	17
Harman Yükleme	239	Tüketici	83
Hibrit Besleme	201	<b>U</b>	
Hidrolik	201	Uzman Sistemler	191
İnovasyon	17,43,83,93,111	<b>Z</b>	
		Züccaciye	111