

Yayına Hazırlayanlar
A. Semih İŞEVI
Dr. Hakan SESİGÜR



Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

TŞCFAS, Cam Araştırma Merkezi Kütüphanesi Kataloğu

14. Cam Problemleri Sempozyumu bildiri metinleri:

30 Eylül 1999 Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı
yay. haz. A. Semih İŞEVLİ - Dr. Hakan SESİGÜR. - İstanbul: TŞCFAS, ATGMY, 1999.

Şekil Tablo - (Cam Araştırma Merkezi Kütüphanesi Sempozyumlar dizisi; 14)

Dizin

1. GLASS TECHNOLOGY	2. GLASS PROBLEMS	3. CONGRESSES
II. İŞEVLİ, A. SEMİH	II. TŞCFAS, ATGMY	III. SERİ

UDC: 666 1 (56) "1999" (063) = 943.5 CAM 1999

KAPAK FOTOĞRAFI:

"Kalsedon"

Mehmet Ali DEMİRKAYA

YAPIM:

AJANS REPA LTD. ŞTİ.

Tel : 0212 - 227 26 82/83

Faks : 0212 - 259 10 34

GRAFİK TASARIM:

Selma ÇAKIR

BASKI:

LEBİB YALKIN YAYIMLARI ve BASIM İŞLERİ A.Ş.

4. Levent/İstanbul

Açış Konuşması Adnan Çağlayan	7
AR-GE Stratejileri Tınaz Titiz	10
Cam ve Sağlık Dr. Şakir Coşkuner	15
Trakya Cam Sanayii Otocam Fabrikası'nda İnsan Kaynakları Uygulamaları Talat Heral	20
Bir Geliştirme Öyküsü: Isıcam Konfor 70/46 Proje Ekibi	28
Kalite ve Maliyet Açısından Cam Hammaddeleri Eşref Aydın	34
Topluluğumuzda Cam Hammaddelerinden Beklentiler ve Yeni Kum Kaynakları Kullanımına İlişkin Örnekler Melek Orhon	50
Harman Örtüsü Özelliklerinin Birleşik Modellerle Değerlendirilmesi ve Farklı Fırın Çekişlerinin İncelenmesi Zeynep Eltutar - Lale Önsel	64
E-Camında Kompozisyona Bağlı Viskozite ve Geçirgenlik Özelliklerinin İrdelenmesi Hale Haybat - Fehiman Akmaz	75
Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası Otomatik Züccaciye Kompozisyonunun Değiştirilerek Şekillendirme Özelliklerinin Geliştirilmesi Ahmet Okan-Hüseyin Erduran - Hande Sengel	86
Cam Ambalaj ve Cam Ev Eşyası Ürünlerinde Cat Scratch (Kedi Tırmağı) Hatalarının Elektron Mikroprob İncelemeleri Bülent Arman - Eşref Aydın	91
Float Cam Yüzeyinin Korunması Orhan Çorumluoğlu - Eşref Aydın - Bülent Arman - Akif Özcan Zeki Budak - Remzi Dere	97
AC Mersin Fabrikası'nda Sınai Cam Kap Üretiminde Sıcak ve Soğuk Kaplama Uygulamaları Serdar Erkan - Fazıl Doygun	109
Düz Ekran Camları - Yeni Ürün, Yeni Pazar Baha Kuban - Reha Akçakaya	121
Şamotta Kalan Platinin Geri Kazanımı Fedai Sarpege - İsmail Taşlıca	132



ŞİŞECAM

Polietilen Malzemelerin Shrink Özellikleri Adnan Sarı	137
Yüksek Frekanslı Kurutma Teknolojileri ve Elyaf Kurutma Ufuk Tan	143
Sayısal Ortamda Cam Ambalaj Üretimi Press-Blow İşlemi Kayhan Yiğitler	151
Üretim Makinalarında Proses Kontrol Çalışmaları Baha Taşköy - Selçuk Özer	155
AC Mersin 34 No.'lu F/H'ta Renkli Cam Üretim Çalışmaları Suat Bozkurt - Cengiz Çabuk - Serap Oğuz - Metin Oğuz	164
Şişe Kalıplarında Ön Kaplama Uygulaması Eyüp Yağcı - Kaan Irmak	167
Sıcak Cam ile Temas Eden Metaller ve Malzemelerde Yüzey İyileştirme Volkan Günay - Hakan Sesigür	177
Pres-Üfleme ve Pres Ürünlerinde Yağ Lekesi Probleminin Azaltılması Selçuk Özer - Oğuz Kartepe	181
Mekanik Ağız Sertleştirme Makinası Baha Taşköy - Oğuz Kartepe	186
Borcam Kapak Delme Makinası Tuğrul Misoğlu - Zeki Alimoğlu	187
Otomatik Cam İmalat Hatlarında Geliştirilen Elektronik Kumandalı Mekanizmalara Ait İki Örnek Uğur Çoçal	192
TF-TO Toplam Tedarik Zinciri Mehmet S. Görkey - Haluk Güreren	197
Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fabrikası'nda BENCHMARKING Uygulamaları Ali Şekerli	203
Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fabrikası'nda KAIZEN Uygulamaları Yavuzhan Nas	207
Kullanılan Kısaltmalar	211
Katılanlar Listesi (Soyadı sırasına göre alfabetik)	212
Katılanlar Listesi (Şirket ve müdürlüklere göre alfabetik)	215
Program	218
Anahtar Sözcük Dizini	223
Yazar Dizini	224

ÖNSÖZ

14. Cam Problemleri Sempozyumu yaklaşık 300 kişinin katılımıyla
30 Eylül 1999'da

Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayında gerçekleştirildi.
Sempozyumda 1 tanesi davetli olmak üzere toplam 28 adet bildiri sunuldu.
Şişecam'ın en önemli bilimsel-teknolojik paylaşım ortamlarından biri olarak
Sempozyum bu yıl 3 salonda, 2 adet paralel oturum şeklinde gerçekleştirildi.

Sempozyuma destek veren başta
Genel Müdürümüz Sn. Adnan Çağlayan olmak üzere,
davetli konuşmacımız Sn. Tınaz Titiz'e
tüm katılımcılara ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

Editörler

A. Semih Işevi (sisevi@sisecam.com.tr)
Dr. Hakan Sesigür (hsesigur@sisecam.com.tr)

AÇIŞ KONUŞMASI

Adnan Çağlayan

Genel Müdür

Değerli Konuklar, Sevgili Şişecamlılar,

Cam Sempozyumlarımızın 14. sünü, geçen seferki gibi, yine bu güzel ortamda ve sizlerle gerçekleştirmekten mutluluk duyuyorum. Sempozyumlar bana iki şeyi simgeleyegeldiler;

Birincisi gelenek. Bu toplantıları yıllardır, istikrarlı olarak düzenliyoruz bildiğiniz gibi. Sempozyumlar katılım, bildiri sayısı, bildiri konularını çeşitliliği, kalitesi ve zenginliği bakımından sürekli bir gelişme içinde. İki yıldır ortam ve içerik olarak da tamamen farklı üst düzey bir profesyonel toplantı haline geldiler hepinizin tanık olduğu gibi. Dolayısıyla sempozyum geleneğimiz gelişip serpiliyor. Bu tür geleneksel faaliyetler başarılı ve yerleşik kurumların her zaman sahip çıkması gereken alışkanlıklardır.

İkincisi gelecek. Sempozyumlardan süzülerek gelen teknik bilgi ve bugün ulaştığımız bildiri düzeyi, bir yandan yapabildiklerimizin özeti iken bir bakımdan da yapabileceğimizin ve dolayısıyla geleceğimizin aynasıdır. Teknolojik bilgi, arkadaşlar, kapalı ya da gizli boyutu zengin bir bilgidir. Teknoloji tarihi araştırmaları, insan kaynağının bu bilginin önde gelen taşıyıcısı olduğunu açıkça gösteriyor. Evet, teknoloji makinelerde, teçhizatıta, yazılımda ve kağıt üzerindeki çizimde vücut bulur ama teknologlar, mühendisler, bilim adamları, ustabaşlar ve işçiler, işte teknolojinin ayrıntısını, kodlanamayan ve hiç bir zaman da kodlanamayacak olan kısmını insanlar taşır arkadaşlar. Demek ki Şişecam'ın teknolojik becerisinin nesiller arasında akması biraz da hatta önemli ölçüde bu sempozyum ve onun benzeri insani ilişki ortamlarını canlı tutmamıza, iletişim kanalları genişletip temizlememize bağlıdır diyebilirim. İşe bu yönüyle baktığınızda bu geleceğe de sahip çıkmanın, onun zenginleşmesi ve derinleşmesine katkıda bulunmanın hem kurum hem birey olarak hepimizin birinci görevi olduğunu kolaylıkla göreceksiniz.

Geçen yıl başladığımız güzel bir uygulamayı bu yıl da sürdürerek değerli konuşmacı Tınaz Titiz'i, 14. Cam Problemleri Sempozyumu'nda davetli konuşmacı olarak ağırlıyoruz. Sayın Titiz, bizim de bugün gündemimizin en önemli konularından olan Araştırma-Geliştirme üzerine kuşkusuz yepyeni açılımlar sunacaktır bize. Araştırmacılık biraz da hayat tarzıdır diyebilir miyiz? Merak, bilimsel ilgi, herhangi bir işin temel işleyişine yönelik bir yaklaşım dürtüsü bir yanda, diğer yanda ise disiplin, sistematik çalışma, davaya adanmışlık benzeri bir tavır. Kısacası insan yaratıcılığının günlük hayatın yeknesaklığından silkinip çıktığı, yeniyi, düşünülmemiş olanı denediği bir hayat tarzı. Buna daha fazla ihtiyacımız var arkadaşlar. Bizi krizlerden, badirelerden çıkaracak olan budur, yeni fikirler, bir işi başka, farklı bir şekilde yapma arzusu. Aslında buna hepimizin biraz ihtiyacı var. İşte, bu çok karmaşık konuda Sayın Titiz'in bize söyleyecekleri hepimizin çok ilgisini çekecektir, hiç kuşum yok.

Arkadaşlar, cam sektöründe ekonomik krizin yerleştiğini, artık krizlerle yaşamayı öğrendiğimizi, öğrenmeye zorunlu olduğumuzu söylemişim geçen yıl. Marmara depresi bana kendimizle ilgili bazı benzetmeler yapma fırsatı veriyor. Bu acı olay, ve herkesin gözleriyle gördüğü hazırlıksız yakalanma hali pek çok dersler içeriyor. Aynı Deprem bölgesindeki Türkiye gibi, Şişecam'da zor koşullarda yaşamayı öğrenecek, kurumlarımızı, çalışma yöntemlerimizi sürekli sorgulayarak elden geçirecek, aklın ve bilimin ışığında kendimizi yenileyeceğiz. Bugün dünya küreselleşme içinde yerleşme olgusunu konuşuyor. Bakın rekabetin en tanınmış kuramcılarında Michael Porter ne diyor? "Küresel ekonomide uzun vadeli rekabet gücünün temeli, paradoksal biçimde, yerel bilgi üretimine, yerel ilişkilere ve motivasyona bağlıdır" Bugün uzun vadeli rekabetin anahtarının tek-



ŞİŞECAM

nolojik yenilik yeteneği olduğunu çok açık bir şekilde görüyoruz. Dünyada ülkeler hiyerarşisi, teknik ve iktisadi gücün olanak verdiği bir sıralamayı ifade ediyor. Geleceğimizi, ülkemizin hatta bölgemizin geleceğinden tamamen ayrı bir şekilde ele alamayız. Şişecam'ın ülkesinin ve insanların çıkarlarını gözetken, kendi pazarına ve bölgesine hakim bir üretici güç olarak kalmasının da anahtarı budur. Teknolojik yenilikçiliğin unsurlarının ise giderek daha fazla teknolojik donanım, alet ve teçhizatın üstünde, bireysel ve kolektif insan yaratıcılığı ve onun meyvelerini toplayabilecek bir kurumsal örgütlenme olduğunu anlamaktayız. Bunun ne kadar canalıcı olduğunu daha fazla vurgulayamam arkadaşlar. **İşte, Cam Problemleri Sempozyumunun yine vesile olmasıyla bu kürsüde, bir Şişecam Teknoloji Ödülü ihdas ettiğimizi ve kazananları seneye burada tebrik edeceğimi ilan ediyor, ödülün bireysel ve kolektif yaratıcılıklarımızı kamçılmasını diliyorum.**

Rekabetin kızışması beraberinde bugüne kadar çok da fazla dikkat etmediğimiz bir olguyu, fikri haklar ve teknolojik koruma olgusunu daha fazla gündeme getirecek diye düşünüyorum. Bunun bizim aımızdan iki yönü olacak; birincisi rakiplerimizin patentlerle hangi alanları nasıl koruduklarını daha iyi gözlemek, kendimizi sağlama almak açısından elzem olacak. İkincisi bizim de Şişecam olarak kendimize teknolojik geliştirme stratejilerimizle koştur bir patent ve koruma stratejisi oluşturmamız zorunluluğu olacak. Özellikle yeni ürün geliştirmede, savunmacı bir stratejinin bile benimsemesi gereken bir yol bu.

Arkadaşlar, kurumlar daha önce de vurguladığım gibi, güçlerini geçmişlerinden alırlar ama bunu sürekli iyileştirmek, geliştirmek şartıyla. Biz de, sahip olduğumuz mevcut üretim süreçlerini ve teknolojilerini sürekli iyileştirmek zorundayız. Topluluk çapında performans ölçümleme ve eşgüdümü, özellikle üretimin randımanı, enerji, cam kalitesi ve hatta finans, insan kaynakları v.s. gibi teknik olmayan konularda bile daha etkili bir şekilde kullanmalıyız. Bu ölçümleme ve eşgüdüm o kadar önemlidir ki onu yönetim karar mekanizmalarının başlıca dayanağı haline getirmeli ve özellikle vurguluyorum, bu alanda hizmetimizde olan yönetim destek sistemleri benzeri araçlardan da yararlanmalıyız. Başka sektörlerden, başka firmalardan öğrenme fırsatlarını kullanmalı, son zamanlarda devletin öncülüğünde başlatılmış enerji tasarrufu programlarında olduğu gibi, işbirliği içinde yarışma olanaklarını değerlendirmeliyiz. Bunu yine topluluk içi ya da dışı sistematik kıyaslama (benchmarking) faaliyetleri ile de sinamalıyız.

Teknolojik yenilikçiliğin olmazsa olmaz bileşeni kuşkusuz ticari başarıdır. Araştırma-Geliştirme faaliyetleri, Pazarlama ve Üretim üçgeninin sağlam bir ayağı haline gelmez, sinerji yaratamazsa bir işe yaramaz. Bu yüzden bu alanlardaki ortak çalışmalarını artıralım. Bakın bunun en iyi örneğini Şişecam'a Ulusal Teknoloji Jüri Özel Ödülünü kazandıran Isıcam Konfor çalışması pek güzel vermektedir, teknik başarının ticari başarıyla taçlanması. Bu güzel takım çalışmasının öyküsünü bugün bu salonlarda izleyeceksiniz. İlk kez katıldığımız bir yarışmada kazanılan bu ödülü kesinlikle küçümsemeyelim. Bu proje bize takım halinde çalışmanın, çalışkan ve sebatkar olmanın, geleceği hayal etmenin, başkalarından öğrenme alçakgönüllüğünün ve inatla başarıyı arzulanın değerini kanıtıyor.

Bizim kurumumuzun aldığı ödüller de takım ruhunu yansıtıyor; kişilerin değil kurumun aldığı ödüller oluyor.

- Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) ve Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği (TÜSİAD)'ın ortaklaşa verdikleri Teknoloji Ödülünde Isıcam Konfor Projesi Jüri Özel Ödülü aldı.
- Dünya Globus Yayın Grubu'nun Almanlarla ortak yayını olan İş Fikirleri Dergisi'nin Ar-Ge Ödülü, "Kurumsal Ar-Ge'ye kararlı yatırım yaptığı için" Şişecam'a verildi

- Mimar Sinan Üniversitesi'nin düzenlediği Designex 99 Fuarı nedeniyle yapılan değerlendirmede,
 - Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
 - Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.
 - Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

Onur Ödülleri aldı. Bu ödülün gerekçesi, özgün tasarımlı ürünlerimizin nitelik ve nicelik bakımından uygunluğu idi.

Herşeyi kendimiz gerçekleştirebileceğimiz sanısı da bir yanılgıdır. Teknolojik geliştirmede ülkemizin ve bölgemizin potansiyelini sonuna kadar kullanmak, başka kurumlar ve firmalar ile verimli araştırma-geliştirme ortaklıkları geliştirmek yerel ve bölgesel bir ivme yaratmak için zorunludur. Bu durum kuşkusuz yurt-dışı ilişkiler açısından da geçerlidir. Acımasız rekabet zaman zaman rekabet içinde işbirliğini, kadim rakipleri işbirliği konumlarına sürüklüyor. Bundan korkmaya da gerek görmüyorum. Bilgili, serinkanlı ve biraz daha cesur olduğumuz takdirde, özellikle teknolojik anlamda çok yeni ufukların gündemimize girdiğini bugüne kadar düşünmediğimiz fırsatların karşımızda belirdiğini göreceğiz.

Günlük hayatımız bize bilişim devriminin yeni özelliklerini kolaylıkla hissettiriyor. Yeni olanaklar; ağlar ve şebeke yapılar şeklinde örgütlenme ve kurum olarak, bugüne kadar sahip olmadığımız hız ve nitelikte saydamlaşma, paylaşma ve verimleşme olanağı veriyor. Bilişim teknolojileri kurumların geleceğe yönelik planlarını gerçekleştirmek için artık olmazsa olmaz araçlardır ve övünerek söylüyorum, Şişecam olarak en gelişmiş bilişim olanaklarını, dünya ölçeğinde düşünme, pazara hızla yanıt verme ve kurumsal değişim kapsamında kullanabilmek için en yetkin altyapıya sahibiz. Bugün rekabet etmek, ayakta kalmak, öne çıkmak bu olanakları sonuna kadar kullanmayı gerektirmekte, tüm iş süreçlerimizde, yönetimde, iletişimde bu yapıcı unsurdan yararlanmak elzem olmaktadır. Bu yeni araçları ve teknik olanakları kullanarak geleneksel iş yapma yöntemlerimizi gözden geçirmeli ve yeniden yapılandırmalıyız. Yapageldiğimiz işleri daha verimli ve randımanlı yapma fırsatını kullanalım.

Şunu vurgulayarak söylemek istiyorum, dünya yerinde durmuyor, değişmemek baştan yenilgiyi kabullenmekle eşdeğerdir bu da biliyorum hiçbirimiz tarafından kabul edilemeyecek bir seçenektir. Bizim için bu kadar önem taşıyan bir aracın kullanımı sırasında gerekli güvenlik tedbirlerini de kuşkusuz elden bırakmamalıyız.

Tekrar buluşmak üzere bu güzel programla sizi başbaşa bırakırken, 14. Cam Problemleri Sempozyumumuzun hepimize ve Şişecam'a yararlı olmasını diliyorum.

AR-GE STRATEJİLERİ

Tınaz Titiz

Davetli Konuşmacı

Saygıdeğer hanımefendiler beyefendiler,

Hepinize günaydın. Böyle seçkin bir topluluğa Türkiye'nin bir numaralı konusu diyebileceğimiz bir konuda düşüncelerini açıklayabilecek çok sayıda insan arasından seçilmiş olmayı doğrusu hayatım boyunca kendime saklayabileceğim nadir onurlardan bir tanesi olarak değerlendirmek istiyorum. Hepinize teşekkür ediyorum.

Konuşmam sırasında üç noktaya dikkat çekmek istiyorum. İnaniyorum ki bu üç nokta çevresinde duyarlılık arttıkça, ulusal duyarlılık toplumsal duyarlılık arttıkça ürünlerimizin dokuları içine girmiş olan araştırma-geliştirme de o şekilde artacaktır. Burada ürünlerimiz deyimiyle sadece Şişe ve Cam Sanayii'nin ürünleri içini kastetmiyorum. Ulusça ürettiğimiz bütün ürünleri kastediyorum. Bu ise tabiki onları rekabet güçlerinin artması anlamına geliyor.

Şimdi bu üç nokta sırayla şunlar. Bir tanesi, araştırma ve geliştirmenin kimlerin işi olduğu konusunda ki tanımsızlık ortamına bir miktar açıklık getirmek. En çok hepimizin bildiği gibi en çok konuşulan konular, üzerinde en çok yazı yazılan konular bazı tanımların en az tartışıldığı en çok karanlıkta kaldığı alanlar olabiliyor. Bir tanesi buydu. Araştırma-geliştirme kimlerin işidir. İkincisi araştırma-geliştirmenin çok konuşulan yüzünün bir arka tarafı var. Bir karanlık yüzü var. Karanlık deyimiyle burada olumsuz bir anlam yüklemiyorum ama açığa çıkmamış, aydınlığa çıkmamış bir yüzünü kastediyorum. Ben ona bir özel isim koyuyorum. Ona da soft teknolojiler diyorum. Üçüncü değinmek istediğim nokta araştırma-geliştirmenin ana yakıtlarından bir tanesi olan yaratıcılığın eğitim sistemimiz aracılığıyla tahrip edilmemesi konusundaki bir iki somut düşüncemi söylemek istiyorum.

Şimdi önce araştırma-geliştirme kimlerin işidir konusundaki düşüncemi söyleyeceğim. Araştırma-geliştirmenin herkes tanımını çok iyi biliyor. Ama ben bir kere daha kendime göre tanımlıyorum. Şöyle diyorum. Araştırma, işlerin daha iyi daha hızlı daha ucuz ve paydaşlarına daha yüksek tatmin sağlayacak biçimde nasıl yapılabileceğinin mümkün olan her yolla ve bu süreçlere dahil olan kimler varsa onların tamamınca araştırılması.

Geliştirme ise, bu işlere konu olan mal ve hizmetlerin mevcut durumlarından hedeflenen durumlara erişilebilmesi için bir plan uyarınca hareket edilmesine denir. Bu tanıma uyan bir araştırma-geliştirme kapsamına neler girer. Bu tanıma giren araştırma-geliştirme kapsamında bakın şunlar var. Belki hiç akla gelmeyecek olan, yollara daha iyi daha ucuz nasıl süpürülebileceği. Trafik cezasının daha zahmetle nasıl kesileceği. Seçimlerde boyanmadan ve kuyruklarda beklemeden nasıl oy kullanılabilir. Tekstil ya da otomotiv ürünlerimizin katma değerlerinin nasıl yükseltilebileceği, maliyetlerimizi nasıl doğru hesaplayıp kar ettiğimizi sanarken batmaktan nasıl korunacağız. Parlamento da daha sorunu nasıl biriktirebileceği. On onbeş kişilik Bakanlar Kurulu'nun el işer kişilik bakanların nasıl mümkün olacağı. İnsanların beyinlerini yıkamaya kalkışıp her türlü fanatizme çanak tutmadan nasıl eğitim yapıp sonrada yobazlıkla karşılaşmayacağımız ve daha yüzlerce alanda araştırma-geliştirmeyi bizzat yapacak olanlar bu işleri bizzat yapmakta olanlardır. Bu kişileri yetiştirenler bunlarla ilgili usulleri koyanlar bu işlerin bilimini yaptığını, bilimleri yapanlar da bu araştırma-geliştirmeyi bizzat yapmak durumunda olan kişilerdir.

Bir soruyu kendi kendime sorup cevaplamak istiyorum tekrar. Peki bu bağlamda bu noktada devletin rolü nedir? Bu araştırma-geliştirme konusunda devlet acaba ne yapmalıdır? Orada devletin

rolünü şöyle tanımlamak istiyorum. Devletin rolü yalın. Oldukça basit. Toplumun verdiği katkılardan yani vergilerinden bir bölümünü bu çabaları özendirecek şekilde ve de başka alanlardaki ihtiyaçları da dikkate alarak kullanmak. Devletin rolü bu kadar yalın. Devletin yapmaması gereken birşey var. O da vatandaşlarının yapması gereken işleri onlar adına ya da bizzat onlar yerine katıyen yapmaması. Devletin yapmaması gereken de bu.

Araştırma-geliştirme konusunda sokaktaki bireyden başlayıp devlete varıncaya kadar bir pramit var. Bu pramiti gözlerinizin önünde bir çizmek istiyorum. En altta pramitin geniş tabanında sokakları süpürenler, evinde yemeğini pişirenler, çocuğuna ders çalıştıranlar yani bütün yaşam var. Onun bir üst düzeyine çıktığınız zaman şirketler, sivil toplum kuruluşları, hükümet organları, bürokrasi her neyse. Bunlar tarafından yönetilen çeşitli süreçlerin nasıl daha iyi yürütüleceğini nasıl daha ucuz yürütüleceğinin araştırılması var. Bunu kimler yapıyor? Bunu şirketler yapıyor, bunu aileler yapıyor, bunu sivil toplum kuruluşları yapıyor. Bir üstündeki kademe bu. Onun bir üstünde tek başına ailelerin tek başına şirketlerin, tek başına sivil toplum kuruluşlarının başa çıkamayacağı maddi ya da diğer açılardan başa çıkamayacağı araştırma-geliştirme konuları var. Onlara co-productive veya yardımlaşmalı araştırma-geliştirme diyoruz. Orada şirketler birleşerek, aileler birleşerek, sivil toplum kuruluşları birleşerek hatta Euraka gibi hükümetler birleşerek orada araştırma-geliştirme yapıyorlar. Bir üst kademesinde onlar var. Onun bir üstüne geldiği zaman tek başına bu birleşmeyle yapılamayacak olan fakat hükümetin insanlardan toplamış olduğu vergilerle desteklemiş olduğu araştırmalar var. Ve nihayet onunda üzerinde bütün bu organizasyonun başa çıkamayacağı büyüklükte çok temel çok stratejik çok ileriye dönük, gündelik hayatı yakın planda ilgilendirmeyen ama bir ulusun varlığını uzun planda etkileyen konularda yapılan araştırmalar var. Bunlarda genel olarak üniversiteler tarafından ve gene devletin bu konudaki kısmi katkıları vasıtasıyla yapılıyor. Böyle bir pramit var. Bu pramiti çizmek isteşişimin burada tekrar dile getirmek isteşişimizin bir nedeni var. O neden de şu. Hemen her konuda olduğu gibi özellikle araştırma-geliştirme ve bilim teknoloji konularında hemen hemen bütün yükün devletin rolü olduğu devletin fertler, kuruluşlar, kurumlar adına araştırma-geliştirme yapmak gibi bir rolünün olduğu varsayılır.

Zannediyorum ki 17 Ağustos'u herkes birçok açıdan bir milat olarak değerlendiriyor. Doğrusu bende öyle değerlendiriyorum. Ama her şeye yeniden başlamak, bütün kavramlarımızı yeniden açıklığa kavuşturmak için eğer bir milat lazımsa onun 17 Ağustos olmasında hiçbir sakınca yoktur. Ama zannediyorum ki bu miladın en önemli yargılarından bir tanesi devletin yani rolünün sorgulanıp yeni rolünün tekrar tasarlanması anlamında olmalıdır. İşte burada devletin artık bizim ya da kurumların adına herşeyi yapan. Bizim adımıza düşünen, bizim adımıza karar veren bizim adımıza doğruları, güzelleri ve iyileri kararlaştıran bir olgu olmaktan çıkarılıp bizim kendi tercihlerimiz doğrultusunda koyduğumuz talimatlar uyarınca önümüzü açan sadece talimatlarımız uyarınca önümüzü açan bir konuma getirilmesi anlayışına dönüşmemiz gerekiyor. Milat ancak bu şekilde yeniden tamamlanmış olacak.

Bilim teknolojinin konuşulduğu tüm platformlarda bilim teknolojide geri kalma nedenimiz olarak devletin bu işlere ayırdığı payın azlığı dile getirilir. Açıklamaya çalıştığım gibi olay böyle değildir. Burada bir pramit vardır. Bu pramitin ta tabanındaki insanlardan işini daha iyi, daha ucuz, daha kaliteli nasıl yaparım arayışından, ta yukardaki devletin veya üniversitelerin yaptığı araştırmalara varıncaya kadar bu bir kolektif çabadır. Bu kolektif çabayı eğer tabandaki insanlar yapmıyorlarsa, tabandaki kurumlar yapmıyorlarsa daha üzerindeki devletin daha büyük sponsorlukla desteklediği araştırmaların onların yerini tutması diye birşey kesinlikle söz konusu değildir. Bunu bilim camiamız ve endüstri toplumumuz başta olmak üzere herkesin çok iyi özümlemesine, çok iyi anlamasına, herkesin doğru koordinatlarda doğru yerlerde oturmasında çok büyük fayda var.

Bir konuda daha netleşmeye zannediyorum ihtiyacımız var. Araştırma-geliştirme kurumlar içinde, kuruluşlar içinde yalnızca ARGE departmanlarının işi değildir. ARGE departmanının bir tek göre-

vi olması gerekir, eğer olacaksa. O da herkesin bir numaralı fonksiyonunun kendi alanındaki işleri daha iyi daha ucuz nasıl yapacağı konusunda araştırma yapması bilincini yaygınlaştırmak olmalıdır.

Bir araştırma departmanının bence sevabı ve günahı bu performans ölçütüne göre değerlendirilmelidir. Yoksa ne kadar çok araştırma yapması ne kadar çok araştırmayı desteklediği kişilerin yapması gereken fonksiyonları onlar adına ne kadar çok yaptığı ne kadar fedakarlık ettiği o kuruluşun departmanının bence olumsuzluk karnesine yazılması gereken birşeydir. Bu konudaki zihinsel kurgumuzu yabancı deyimle mantelitemizi değiştirip en basit işlerimizi dahi nasıl iyi ve ucuz yapabileceğimizi araştırmayı, birinci önceliğe koymayı bugünün konuşmasının bir küçük mesajı olarak sizlere arz etmek istiyorum efendim.

Şimdi ikinci noktada düşüncemi söyleyeceğim. İkinci noktada soft teknolojiler diye isimlendirdiğim konuydu. Tabi teknolojiler içinde böyle hard ve soft diye ayrılmış birşey yok. Ama genellikle konuştuğularımıza dikkat edilirse, biz genellikle hep hard teknolojilerden bahsederiz. Hatta meslekler içinde teknik meslekler ve teknik olmayan meslekler diye departmanlarımız içinde teknik departmanlar teknik olmayan departmanlar diye ayırdığımız meslekler departmanlar disiplinler vardır. Acaba hukuk teknolojisi desem, insan kaynakları teknolojisi desem, bilişsel teknolojiler desem. Bunlar birşey ifade etmiyor mu? Çok şey ifade ediyor. Bir camın soğuk sıcak farklarından nasıl daha az etkilenebileceğini bulmak herhalde bir teknolojidir. Veya kırılmayan cam yapmak bir teknolojidir. Ama herhalde en az onun kadar bir değişim projesini nasıl yönetileceğini birbirinden farklı gibi görünen problemlerin ortak noktalarının bulunarak çok sayıda alana yayılmak yerine daha az sayıda kök nedenle uğraşma becerisinin edilmesi en az kırılmayan cam yapmak kadar önemli bir teknolojidir.

Ben bütün bunlara soft teknolojiler diyorum. Bir de örnek vermek istiyorum. Somut bir örnek vermek istiyorum. Bir kaç gün önce basında, gazetelerde yer aldı. Hatırlıyorsunuz 2,3 sene ewel galiba hizmete açıldı. Dünyanın en büyük otogarı diye bir otogarımız var bizim. Tam yerini de bilmiyorum. Şimdi burada belli ki bende uzaktan gördüm. En fazla miktarda beton birarada kullanıldı. En fazla sayıda otobüs dünyada herhalde orada biraraya geliyor. En fazla otobüs yolcusu herhalde orada biraraya geliyor. Yeni ulaşım sektörü ile ilgili en çok, en büyük ve en fazlalar gerçekten dünyanın en büyük otogarı dediğimiz yerde biraraya gelmiş. Ve belediyemiz veya o işin yetkilileri o işle çok övündüler. Ama bu kadar büyük bir alanın acaba temiz tutulması o kadar büyük yolcuya, gelip geçen yolcuya göre temiz tutulması bir teknoloji değil miydi? Ve bu teknolojiye bugün sahip olmadığımız için İstanbul'un en pis yerlerinden bir tanesi orasıdır. Acaba bu kadar gel geç olan bir yerde, bu kadar hareketli olan, eşya olan bir yerde güvenliğin sağlanması bir teknoloji değil miydi? O teknoloji sağlanamadığı için ortalama olarak her otobüste 15'er dakika gecikme oluyormuş. Bomba ihbarı yüzünden. Bu teknolojiye sahip olmadığımız için. İstanbul'da ne kadar uyuşturucu madde kullanan insan varsa en güvenli yer olarak orayı bulduğu için orası uyuşturucu alıcılarının ve satıcılarının mükemmel bir pazarı haline gelmiş. Bu kadar karmaşık ve dinamik ilişkilerin bulunduğu bir yerde bu kadar yasa ve ahlak dışı işlerin yapılmasını önlemek bir soft teknoloji değil miydi. Buna sahip olmadığımız için en çok beton, en çok otobüs, en çok yolcuyu bir araya getirebildik ama orada bu soft teknolojileri işin içine gömmediğimiz için koyamadığımız için orada insanların hayatını kolaylaştırmak yerine belki topluma çok büyük zarar veren ve muhtemelen de yolcuları hizmet etmekten öte azap çektiren bir yer haline getirdik orayı.

Soft teknolojiler konusunda şöyle söylemek istiyorum. Bir kişinin toplum kesimini ya da toplumun sorun çözme kabiliyetini oluşturan öğelerinin her biri birer teknolojidir. Karmaşık bir sorunun nedenlerini ve onların nedenlerini kavrayabilmek bunları birer avantaja dönüştürebilecek çözümler geliştirebilmek, toplum kesimlere bunları anlatabilmek, bunları yaşama geçirmek üzere çeşitli ağlar kurmak, gerekli kaynakları sağlayabilecek yaratıcı çözümler bulabilmek, doğabilecek dirençleri aşmak gibi çok sayıda becerinin her biri birer soft teknolojidir. Hatta soft sözünü de kaldırır sak aynen kırılmaz cam yapmak gibi başka teknolojiler gibi onlarda birer teknolojidir.

Bugünkü bu saygıdeğer topluluğa vermek istediğim ikinci mesajda şu. Fiziki teknolojiler ancak soft teknolojilerden oluşan bir taban üstünde gelişebilir. Eğer o taban yoksa böyle bir toplum iyi bir teknoloji tüketicisi olabilir ama teknoloji üreticisi olamaz. Fiziki teknolojilerin pazarlanması için bir çaba harcamazlar. Hatta fiziki teknolojilere olan talebin sürdürülebilirliğinin sağlanmasının soft teknoloji tabanına sahip bulunmaktan geçtiği bilindiği için bu yöndeki çabaların caydırılması dahi gerekebilir. Bunu da doğal karşılamak gerekebilir. Bugün silah teknolojisinden kimyasal maddelere dayalı tarım konusunda teknolojilere varıncaya kadar çok geniş alanda binlerce diyebileceğim kadar yabancı kuruluş, uzman kuruluş Türkiye’de elleriyle çantaları çantaları ziyaret ediyorlar. Bu teknolojilerini satmak istiyorlar. Ama bu güne kadar hiç kimse rastlamış mıdır ki acaba dilimizde bulunmayan ama yabancı dillerin çok temel kavramlarından bir tanesi olan kök sorunlar ve hayalet sorunlar kavramı konusunda kavramları konusunda elinde çantayla gelip ben size bu teknolojiyi öğretmek istiyorum, bu teknolojiyi bilmediğiniz taktirde siz hiçbir sorununuzun altından kalmamazsınız, her gözünüze çarpan sorunu üzerine gidilmesi kaynak ayrılması üzerinde kafa yorulması zannedilen sorunlar sanabilirsiniz. Bu da toplumsal olarak bütün asetlerinizi boş bir kuyuya atmaktan başka bir şey değildir. Gelin bu iki kavramı toplumsal soft teknoloji dağarcığınıza koyayım. Ben bunu size satıyorum diyen bir satıcıya kimse rastladı mı? Böyle birşey satılık değildir, kimse satmıyor bunu. Çünkü herkes biliyor ki buna sahip olmadığınız sürece çok iyi bir fiziki teknoloji alıcısısınız. Ona paranızı vereceksiniz, onları satın alacaksınız ve onları üretemeyeceksiniz.

Üçüncü noktaya müsaade ederseniz değinmek istiyorum. O da yaratıcılık konusuydu. Yaratıcılığın ne olduğu konusunda tabii çok çeşitli tanımlar var. Ben o tanımlardan bir tanesini daha yapmak istemiyorum ama bunun açıklığa kavuşturulmasına çok ihtiyaç var. Bu ara çok yaygın olan, hep herkesin hemen hemen gittiği bir film var sinemalarda. Matrix diye. Hepimiz içinde yaşadığımız ve çeşitli kaynaklardan oluşan bir matrixin içine gömülü olarak yaşıyoruz. O matrixin içinde fiziki sınırlar var. Herhangi bir cismi bıraktığınız zaman nerede olursa olsun kim tarafından bırakılmış olursa olsun yere doğru çekiliyor. Yer çekimi gerçeği var. Bütün fiziki kurallar bizim o matrixin içinde belli bir ağırlıkla yer alıyor. Bizim kişisel yeterliklerimiz var. Hepimizin belli becerileri var. Ama kişisel yetersizliklerimiz var. Kimimizin gözleri yetersiz. Kimimiz kulak cihazıyla duyuyor. Kimimizin bacağında veya başka yerinde protezi var. Fiziki yetersizliklerimiz var. Bizi koşullandıran etmenler var. Okul, aile, sosyal çevre, televizyon, dünya v.s gibi. Onlardan koşullanıyoruz. Bütün bunları şimdi şöyle hafif gözlerinizi kısıp büyük bir matrix oluşturduğunu ve sizi onbinlerce noktanızdan ufak ince iplikçiklerle biryerlere bağladığını görmenizi rica ediyorum. Bunlar içinde sizin hareket kabiliyetiniz, bu iplikçiklerin size verdiği esneklik kadardır. Ve herkesin hareket kabiliyeti birbirinden farklıdır. Ben bunları bir otobüs güzargahına benzetiyorum. Belediye tarafından tanımlanmış bir güzargah var. Ne yaparsanız yapın o güzargahın içinde son derece özgürce hareket eden otobüsler o güzargahın dışına kesinlikle çıkmıyorlar, çıkamıyorlar. Bizlerde işte fiziki gerçekler, yeterliklerimiz, yetmezliklerimiz, koşullanmalarımız, yasalar, ahlaklar, ayıplar, güzeller, çirkinler içinde onbinlerce küçük sicimle bir yerlere bağlanmışız. Aynen orta okuldayken hepimizin okuduğunu tahmin ettiğim “Gulliver Cüceler Ülkesinde” kitabında olduğu gibi. Her biri çok önemsiz gibi görünebilecek minik bağlantılar bizi anca belli yönlerde hareket edebileceğimiz biçimde oluyor. Klostrofobisi olan kişi kendi öyle bir yaşam biçimi seçiyor ki alçak katlarda oturuyor, asansörlerden uzak duruyor v.s filan. Su korkusu olan bir kişi genellikle tatillerini orman kenarında geçiriyor, denizden uzak duruyor. Gözü zor gören bir kişi daima büyük yazıları seçiyor, küçük yazılardan kaçıyor. Hayatını, yargılarını daima bunun istüne oturtuyor. Çocukluğunda hep babasından veya etrafından dayak yemiş olan bir kişi dayağa karşı müthiş bir antipati, müthiş bir karşı direnç geliştiriyor. Bunlar bizim doğrularımızı oluşturuyor. Böyle bir matrix içinde yaşıyoruz biz. Matrix bu.

Şimdi, bütün bunlar hepimiz için uyulacak bir doğrular kümesi oluşturuyor. Bunların farkına varış, değiştirildiğini varsaymamız. Yeni yaşam dönemlerini tanımlamayı sağlıyor. Bunların iki türlü değişmesi mümkün. Bir tanesi gerçekten değişmesi mümkün ki bunu çok az sayıda, işte o büyük düşünürler, yogiler v.s filan yapabiliyorlar. Ömürlerinin onlarca yılını koyup kendilerini bu bağlar-

dan kurtarabiliyorlar ve gerçekten artık onların bir bölümü için söylenir ki fiziki kurallar dahil geçerli değil. Onlar için korkular geçerli değil. Onlar için ihtiraslar geçerli değil. Onlar için arzular, sınırlar geçerli değil. Onlar tamamen özgür olarak yaşayabiliyorlar ama bunu hepimiz yapamıyoruz. Bunu gündelik yaşam içinde özellikle endüstriyel yaşam içinde yapmanın bir çaresini bulmamız lazım. Bugünkü sanal ortam dediğimiz, bize, hepimize yeni bir düşünce biçimi getiren ortam işte bunun için çok güzel birşey. Hiçbirimiz şu anda yerçekimini ortadan kaldıramıyoruz. Muhtemelen de belki kalkmayacak ama hepimiz çok kolaylıkla yerçekiminin ortadan kalktığını düşünebiliriz. Hepimiz şu anda hiçbir yasanın, hiçbir anayasanın, hiçbir ahlaki ya da yasal kuralın bulunmadığı bir ortamı çekimsiz bir ortamı düşünebiliriz. Hepimiz şu anda hiçbir fiziki yetersizliğimizin olmadığını, herşeyi yapabilmeye muktedir olduğumuzu varsayabiliriz. İşte yaratıcılık buradan hareket ederek şu anda bizi sınırlayan doğrular kümesinden kendimizi sanal olarak kurtarıp, başka bir doğrular kümesini benimsememiz anlamına geliyor. Bunu sokaklarımızı süpüren veya binamızı temizleyen süpürgeciler dahil en yukarıdaki insanlarımıza, ülkemizin yönetimini yapan insanlara varıncaya kadar somut katkı gerçeklerle bu soyut özgürlükler arasında çok kolay hareket etmesini becerebilir hale getirilmesi çok önemli.

Araştırma-geliştirme derken en başta söylediğim öge büyük ölçüde bu gidiş gelişlerdeki özgürlüğümüze bağlı. Yoksa, araştırma-geliştirmenin ne kadar önemli olduğunu, bilime para harcayanların ne kadar ileri, harcamayanların ne kadar geri kaldığını birbirimize sürekli olarak vurgulamamızın hiçbir pozitif anlamı yok. Bu hareket serbestliğini, bu özgürlüğü ne kadar edinebiliyorsak, bunu ne kadar çeşitli yöntemlerle alt kademelere kadar indirebiliyorsak, temizlik yapan insanlarımızda bu özgürlüğün nasıl yaratılacağı konusunda bilinç yaratabiliyorsak, onu bu konuda düşündürebiliyorsak, işte gerçek araştırma-geliştirme o noktada başlamıştır. Böylece oluşturduğumuz taban üzerinde her türlü cam teknolojisinin, her türlü bilinçsel teknolojinin kesinlikle bir sihirli el değmişcesine gelişeceğinden zerre kadar kuşku yoktur. Ama bu tabanı oluşturamadığımız takdirde, bu yaratıcılık tabanını oluşturamadığımız bu domen değiştirme olgusunu anlatamadığımız ve anlayamadığımız, kavrayamadığımız sürece, bu konularda çok konuşacağız. Çok süslü konuşacağız, çok demeçler vereceğiz, çok kitaplar yazacağız, çok akademik ünvanlar edineceğiz ama hiçbir şey anlamayacağız.

Üç tane küçük sonuçla konuşmamı bitirmek istiyorum.

SONUÇ (1) Araştırma-geliştirme bizim dışımızda birilerinin işi değildir. Çöpçü daha iyi nasıl temizlerim, genel müdür ya da başbakan işimi daha iyi nasıl yaparım diye sormazsa devlet eli ile araştırma-geliştirme olamaz.

SONUÇ (2) Soft teknoloji tabanı olmazsa fiziki teknolojiler geliştirilemez.

SONUÇ (3) AR-GE kuşkunun hayatımıza girmesi demektir. Domen değiştirme becerisinin herkesce paylaşılabilmesi demektir.

Hepinize teşekkür ediyorum.

Dr. Şakir Coşkuner

TŞCFAŞ, Sağlık Merkezi

ÖZET

Camın besinler üzerindeki toksik etkisinin sıfır düzeyde olduğu, hiçbir besin maddesi ile etkileşime girmediği de biliniyor. Davis adında bir araştırmacı cam, paslanmaz çelik, alüminyum, polistren, emaye, ağaç kaplar, polietilenden oluşan ambalaj malzemelerini aynı koşullar altında bozuk-mikroplu süte batırıyor. Sonra hepsini yine aynı koşullarda % 0,25'lik karbonatlı sudan geçiriyor ve üzerinde kalan bakteri veya mantarları sayıyor.

Sonuç 1 cm²'de bakteri-mantar oranı tartışmasız en düşük camda ortaya çıkıyor.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda Camın sağlık alanında, kanıtlanmış üstünlüklerine değinilmiştir.

Örneğin;

1. Camın, üzerinde enaz bakteri-mantar barındıran bir ambalaj malzemesi olduğu kanıtlanmıştır.
2. Kemik kırıklarında protez malzemesi olarak kullanılmaktadır.
3. Dişlerde iyi bir dolgu maddesidir.
4. Orta kulakta zedelenme sonucu değiştirilmesi gerekli kemiklerin yerine konulabilmektedir.
5. Kanda kolesterol ve trigliseridlerin toplanması ile kan yağlarının normal sınırlarda tutulması özel kaplamalı camlarla araştırmalar sürdürülmektedir.
6. Cam, psikolojik etkinliği ve stres atma özellikleri olan bir üründür.

1. GİRİŞ

Bugün camın sağlık alanındaki başarılı yönüne değinmek istiyorum. Konuya girmeden Şişecam ile ilgili tarihsel bir olaydan söz etmeden geçemeyeceğim.

Yıl 1934; Atatürk'ün Paşabahçe'de bir cam fabrikası direktiflerine uyularak fabrikanın temeli atılıyor. Bir yıl sonra 1935 yılında da üretime geçiliyor. İlk ürünler Ata'ya götürülünce, Atatürk kısa sürede elde edilen bu başarıyı kutluyor ve bunları kristal olarak görmek dileğinde bulunuyor.

Bugün ise, memleketimizin kuzeyinden güneyine pek çok yerine yayılmış 23 fabrikası ve 13.000'den fazla çalışanı ile en kaliteli kristaller yanında insan saçının 1/15 kalınlığında cam iplik bile üretilebilmektedir.

Şişecam ürünlerinin dünyanın her yerinde öncelikle arandığını da biliyor ve gurur duyuyoruz.

Fakat hastalık nedeniyle bakteri ve mantarlarla cam arasındaki ilişkiye ait bir araştırmayı iletmek isterim.

Ambalaj Malzeme	Bakteri-Mantar 1 cm ² 'de
Cam	2.8
Paslanmaz Çelik	14.2
Alüminyum	25.7
Polistren (yoğurt kabı)	57.6
Emaye	102.0
Ağaç Kaplar	251.0
Polietilen (Kola Şişe)	316.0

DAVIS isimli araştırmacı yukarıdaki listede görölen ambalaj malzemelerini aynı koşullar altında bozuk-mikroplu süt'e batırıyor. Sonra hepsini yine aynı koşullarda %25'lik karbonatlı sudan geçiriyor ve üzerinde kalan bakteri veya mantarları sayıyor.

Dikkatinizi çekerim, camın sağlıktaki önemli üstünlüklerinden birini görüyorsunuz (5). Cam gibi ambalaj malzemesi varken P.V.C ve polistren gibi kısmen de olsa sağlık açısından zararlı plastik ürünler kullanılmaması gerektiği görüőündeyim.

Bugün sadece camın sağlıktaki önemine değineceğimden söz etmiştim.

Marmara Üniversitesi Üroloji Kliniği Öğretim Üyelerinden Prof.Dr.Ferruh Şimşek 300 mikron çapında cam kürecikleri agar-gel ile karıştırmıyor mesane içyüzeyi mukoza altına enjekte ediyor. Amaç, veziko-uretral reflü dediğimiz (idrarın mesaneden böbreklere kaçması) hastalıkta tedavi amacıyla tavşan ve koyunlarda denedi. Bu araştırmasından elde ettiği ilk sonuçları, Avusturya-Salzburg'da 15 Nisan 1998'de toplanan Uluslararası Pediatri-Uroloji kongresinde tebliğ etti. Tebliğ ilgi ile izlendi. Halen araştırmalarına devam etmektedir.

Dr. Şimşek'in bu araştırmada kullandığı 300 mikron çapındaki cam kürecikler şişecam ürünü olup inert olduğuda Topkapı Araştırma Müdürlüğümüzde Sayın Dr. Eşref Aydın ve Sayın Orhan Çorumluoğlu ekibi tarafından saptanmıştır (3).

Son yıllarda yapılan kan yağları ile ilgili bir araştırmada cam partiküller özel maddelerle kaplanıyor, kanda normal sınırlar üzerinde olan Kolestrol, Triglicerid, L.D.L.gibi kan yağlarının toplanması için çalışılıyor.

Bugün Perkütan (cilt altı-cilt içi) kullanılan kalp pilleri ve özel elektronik aletler Biyoglas ile ince bir tabaka halinde kaplanıp yumuşak doku arasına yerleştiriliyor, vücut bunu reddetmiyor.

Cam ile ilgili bir diğer ilginç araştırma ise,

Fötal farelerin (rahim içi) kemik ana hücreleri olan Osteoblastlar biyoaktif camla karıştırdı. Özel besi yerlerine ekildi. Gelişen Osteoblastlar hücre yapısı açısından alkalin fosfataz aktiviteleri ve DNA parametreleri yüksek bulundu (8,9).

Şimdi, camın son 10 yılda Protez (implant) olarak kullanılması yönünde ulaştığı başarıya ayrıntılı olarak değineceğim.

Protez (implant) nedir?: Kemik ve organlarda kırılma veya hasar görme durumunda, protez adını verdiğimiz, kemik, seramik, cam vb. bir nesne ile tamamlanması.

Protez nasıl olmalıdır?: Dünya'da canlı doku ile tam uyumlu (inert) hiçbir madde yoktur. Amaç en uyumlu olanı bulmaktır. Buna BUYOAKTİVİTE diyoruz.

Protez ile canlı doku arasında 3 tür olay gelişir:

- 1- Canlı dokunun proteze dokunduğu yüzeyde lifli, fibröz, kristalimsi bir tabaka oluşur. Bu kilitlenmeyi sağlar.
- 2- Protez ile canlı doku sabit bir bağlantı kuracaksa, kemiğin büyüyüp gelişeceği dikkate alınarak protez, mikrogözenekli olmalıdır. Buna BİYOFİZİK (Biyolojik) BİYOAKTİVİTE diyoruz.
- 3- Protez ile canlı doku arasında kimyasal bir olayda gelişebilir. Buna BİYOKİMYA BİYOAKTİVİTE diyoruz.

4- Normal hareketlerde protez zarar görmemelidir. Buna BIOMEKANİK BLOAKTIVITE diyoruz.

Özetle; ideal bir protezi (implantı) dokuya yerleştirtince oluşan biyofizik biyosimik reaksiyon uyumlu, mekanik olarak ta güçlü olmalıdır. Böyle bir bağlantıya BLOAKTIV FIKSASYON deyimi kullanılıyor. Protezler en az 20 yıl, son görüşlere göre 40 yıl sağlamlığını korumalıdır.

Toz ve solid halde dünyada kullanılan BLOAKTIV materyaller için sadece ABD’de yılda 2,7 Milyar \$ harcanmaktadır.

2. SERAMİK CAM’A

En az 30 yıldan beri kemik protezlerinde seramik öncelikle kullanıldı. Son 10 yılda yapılan araştırmalarda ise, insan yapısına cam’ın seramikten daha iyi uyum sağladığı anlaşıldı ve öncelikle BLOAKTIV CAM SERAMİK = CERAVİTAL adı ile Protez olarak kullanıldı. Son yıllarda ise toz veya kısa sürede sertleşen yumuşak cam, BIOGLASS IONOMER = KONTROLLÜ ÇÖZÜNEN CAM (C.R.G) adı ile kemik onarımlarında ve diş hekimliğinde kullanılmaya başlandı (1,6,7)

% 99’u metal natürlü ortodentik destek kullanıldığı 1990’lı yıllarda bile 7 kişilik gönüllü grupta GLASS-IONOMER CEMENT’in kullanılabileceği kabul edilmişti(7,13).

Bugün ise;

Seramik ve cam seramik formlarda olduğu gibi GLASS-IONOMER’de rahatlıkla süt ve kalıcı dişlerde dolgu maddesi olarak kullanılıyor. Periodontal tedavide (diş bakımı-düzeltilme) de uygun kaplama maddesi oldu. Ayrıca, GLASS-IONOMER vertebra (omur); ilyak (kalça); bacak; sırt; baş; yüz; gibi zedelenmiş bütün kemiklerin yüzeysel düzeltmelerinde ve kemik uçları eklenmelerinde ve orta kulak kemiklerinin düzeltilmesi veya yerine protez olarak kullanılması bilimsel toplantılarda kabul görmüştür (9,11,15,16).

Diş dibi aralıklarında bulunan çoğu kez diş eti hastalıklarına neden olan bakterilere BIOGLASS’ın etkisine gelince:

Bu araştırmada BLOAKTIV CAM’ın S 53 P 4 formu ve diş diplerinden alınan, diş dibi enfeksiyonuna neden olan ACTİNOBASİLLUS ; ACTİNOMYCETES ; P.GİNGIVALIS; STREPTOKOK MUTANS VE STREPTOKOK SANGUİN adı verilen bakteriler kullanıldı.

Bu bakteriler, BLOAKTIV CAM katılmış besiyerlerine ayrı ayrı olarak karıştırılmıştır.

BLOAKTIV CAM katılmamış besiyerlerinde bakteriler üremelerini sürdürürken, BLOAKTIV CAM katılmış besiyerlerinde üremelerini ve canlılıklarını 10 dk. ile 60 dk. arasında kaybetmişlerdir.

Saptanan bu sonuç, BIOGLASS’ın ağız sağlığındaki yararlı etkileri nedeniyle diş bakımı ürünlerinin (diş macunu v.b.) terkbine girebileceğini gösterdi (18).

Camın bütün bu üstünlükleri ve özelliklerinden söz edince ben de bir öneri de bulunmak istiyorum: Hepimizin bildiği gibi havada pozitif ve negatif iyonlar vardır. Bu konuya Şişecam dergimizde de değinmiştim. Havada negatif iyonlar azalır, pozitif iyonlar çoğalır insanlarda baş ağrısı, bulantı, halsizlik ve mikrobik enfeksiyonlara, allerjik olaylara eğilim artar. Negatif iyonlar çoğalır, pozitif iyonlar azalır aksi durum oluşur ve insanların aktiviteleri artar, performansları yükselir.

Havadaki pekçok ve değişik atom molekülleri içinde O₂ Negatif, CO₂ ise pozitif iyon taşıdığını da vurgulamak isterim.

Sabahleyin yapraklarında şebnem taneleri bulunan ağaçlıklı bir yerde dolaşırsanız kendinizi daha zinde ve aktif hissedersiniz. Nedeni; negatif iyonların artmış olmasıdır.

KONUMUZLA İLGİSİNDEN ÖTÜRÜ BIRAZ MODERN BINA SENDROMUNA DEĞİNECEĞİM:

Yüzlerce kata uzanan modern binalarda, ısı yönünden ayarlanabilen, mikropları, mantarları, allerjenleri çok iyi süzen, mükemmel havalandırma sistemleri olduğunu varsayalım.

Havalandırma borularının negatif iyonları tutma özelliği nedeni ile odaların iyon dengesi bozulur.

Negatif iyonların azalması yukarıda değindiğim yakınmalarının görülmesine neden olur.

İşte buna modern bina sendromu denilmektedir.

Gelelim önerime:

CAM, NEGATİF İYONLARI TUTMADIĞINA GÖRE, HAVALANDIRMA BORULARI CAM'DAN YAPILMALIDIR. Teknik yönü araştırılabilir (17).

Cam'ın güzelliklerinden söz ederek sözlerime son vereceğim. 1610 yıllarında A.Neri tarafından yazılmış bir kitapta cam şöyle tarif ediliyor:

CAM, ZEVKE VE GÖZE HITAP EDEN, NAZİK, ASIL, ZERAFETİ İLE DE GİZEMİN SİMGESİ BİR ÜRÜNDÜR.

Başka bir kitapta da, cam için şu güzel sözcükler kullanılıyor:

ELMAS KADAR PARLAK, GÖKKUŞAĞI GİBİ RENKLİ, ÖRÜMCEK AĞI KADAR HAFİF, YUMURTA KABUĞU KADAR KIRILGAN, ÇELİK KADAR SERTTİR.

1998 Mart ayında cam desen yarışması yapıldı. ELİT - GLASS serisi sadece gözü değil, insanın psikososyal yaşantısını da etkilediği, okşadığı gözlemlendi. Bunu stres atıcı bir özellik olarak değerlendiriyorum.

Çeşmi Bülbül serisinden bir vazoyu, ışık altında çevirerek göze yaklaştırıp uzaklaştırırsanız, bülbül gözü gibi hareler oluşur. Bundan güzel stres atıcı ne olabilir?

3. KAYNAKLAR

- 1- Doç.Dr.Vural Yiğit Gıda ve Cam Ambalaj Dergi Şişe-Cam S.24
- 2- Çorumluoğlu Orhan; Güldal Ünay "Cam Özellikleri ve Gıda Maddelerine Etkisi" T.Şişe Cam Fab.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü
- 3- Aydın, Dr.Eşref; Çorumluoğlu, Orhan "Cam Kürecik Numunelerinin Kimyasal İncelenmesi" Rapor Tarih: 24.03.1997 - No: 212/60, TŞCFAS, Analitik Destek Hiz. Md.
- 4- Temel Cam Bilimi, Araştırma Müdürlüğü, 1992
- 5- N.T.Erosby "Food Packaging Material's" Applied Science Publishers London 1981
- 6- Proc.Inst.Mech.Eng.(H) 1998-212 (2)121-126 Glass ionomers in medicine and dentistry Nicholson J.wa Departement of Dental Biomaterials Service King's dental Institute Ü.of London
- 7- Glass ionomer, 1998 Biomaterials Prinses Margaret Hospital Orthodontic Department Swindon U.K.
- 8- Biomaterials 1998 Mar, 19 (6) 589 - 591 Bonding Orthodontics Bracketz with G.lonomer Cement prinses Margaret Hospital orthodontic Department Swindon Charles U.K
- 9- J. Biomed Matereget 1993 Apr. 27 (4) 465 - 475 Histological and Biochemical Evaluati-



- on fo osteoblast cultured on Bioactive Glass. Vrouwen velder W.C. ; Groot CG, de Groot Department of. Biomaterials, university of. Leiden the Netherlands
- 10-** Biomaterials 1992, 13 (6); 382 - 392 Behaviour of fetal Rat Osteoblast cultured in vitro on bioactive Glass Vrouwen velder w.c. Groot CG, deGroot K. Department of, Biomaterials, School of. Medicine, Ü.of Leiden the Netherlands
- 11-** Am.J.Ind. Med 1998 jul. 34(1); 65-72 Multiple Exposure to Arsenic, Antimony and other Elements in Art Glass Manufacturing Apostoli.P.Giustis, Bartoli D, Perico. A, Institute of occupational Health Ü.of.Brescia Italy
- 12-** Am.J. Orthod Dentofacialorthop 1999.Feb 115(2) 125 -132 A. Comparison of the shear Bond Strengths of Two glass ionomer cement, university of western meehan MP; Foley TF, Mamandras AH.
- 13-** J. Biomed Mater Res 1999 Spr ng: 48(1) 43 - 51 Pressurization fo bioactive bone Cement in vitro Fujita H, Lida H, Kawanab K, Okada Y, Oka M, Masuda T, Nakamurat. Department of orthopedic surgery, faculty of Medicine, Kiyoto Ü.Japan
- 14-** Effects and Side effects of dental Restorative Materials National Institutes of health, office of Medical applications of Research Technmology Assessment Conference statement August 26-28 1991
- 15-** Community Dent Oral Epidemiol 1998; 26 (6); 372-81 ART Restorations and glass Ionomer Sealands in Zimbabwe Survival after 3 year Frencken JE, Makonif, Sithole WD Department of preventive and Community Dentistry, University of Nijmegen, the Netherlands.
- 16-** Mil Med 1998 Jun; 163(6); 381-5 Temporary dental restorative materials for military fielduse Hondrum so USA Area Dental Laboratory, Dental Materials Laboratory/COL Hondrum, Fort, Gordon, GA 30905-5661, USE
- 17-** Public Health Rep. 1998 Sept.Oct; 113(5):398-409 The Indoor air we breathe Oliver LC; Shackleton BW Massachusetts. General Hospital, Boston USE
- 18-** Acta odontol scand 1998 Jun: 56(3) 161-5 Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. Stoor, P, Soderling.E, Salonen, JI. Institute of Dentistry of Turku, and Turku Centre for Biomaterials, Finland.

TRAKYA CAM SANAYİİ OTOCAM FABRİKASI'NDA İNSAN KAYNAKLARI UYGULAMALARI

Talat Heral

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

ÖZET

Otomobil camı üretiminde ülkemizin bir numarası olan fabrikamız, kuruluş aşamasında yapılan seçimlerle dünyada en ileri teknolojileri kullanmaktadır. Teknoloji seçimi yanında personel seçimi, eğitimi ve uygun yönetim anlayışının da biraraya gelmesi sonucunda insan kaynakları alanında da örnek uygulamaların filizlendiği bir işyerimiz olmuştur.

Uluslararası normlara ulaşmak için tüm dünyadaki uygulamalar izlenmekte ve başarı kazanan insan kaynakları stratejileri kararlılıkla uygulanmaktadır. Rakibimiz Dünya devleri ile mücadelemizde insanımız en önemli silahımızdır. Bu mücadelede çok şanslıyız çünkü seçkin, dinamik ve tecrübeli bir takımımız var. İnsan Kaynakları Stratejilerimiz bir otomobil yolculuğu gibi mükemmel sürekli bir yolculuk oldu. Çıkış noktamızda şunu söyledik "daha iyi olabiliriz." Bu gün aynı şeyi söylüyoruz "daha iyi olabiliriz. Gelecekte de aynı şeyi söyleyeceğiz. "Daha iyi olabiliriz" biliyoruz ki iyi-yi dediğimiz anda eskimeye başlarız.

1. YARINA BAKARAK BUGÜNÜ YÖNETMEK İNSAN KAYNAKLARININ YARINI VE BUGÜNÜ

21. Yüzyıla birkaç hafta kalan günümüzde işyaşamında yükselen değer olarak insan karşımıza çıkıyor. Adeta yıllar sonra aynaya bakarak kendimizi yeniden keşfediyoruz gibi. Hem de rekabette fark yaratan en önemli unsur olarak birinci sıraya insanı koyuyoruz. En teknik işkolu olan mühendislik de dahi başarının % 70 insan ilişkilerine bağlı olduğu görüşleri taraftar bulmaya başlıyor. Gelişmiş ülkelerin insana değer verdiğini biliyoruz da geliştirmekte olan ülkelere ne oluyor? Türkiye gibi geliştirmekte olan ülkeler öncelikle ticaretle gelişme gösterdiler. Daha sonra da ucuz işgücü avantajları ile endüstriye el attılar. Bir süre bu avantajları ile başarı kazandılar ancak pazara daha ucuz işgücü avantajı ile giren diğer ülkeler bu avantajı ortadan kaldırdılar. **Geliştirmekte olan ülkelerin ucuz işgücü avantajı ortadan kalktı.** İnsanın rekabette avantaj yaratan bir faktör olduğu yeniden keşfedildi. İnsana ilişkin gelişmelerin temelinde hep ihtiyaçlar vardır. İhtiyaçların zorlaması ile çözüm arayışı ve gelişmeler olmuştur. Günümüzdeki insan kaynakları stratejileri yeni yerlerindeki eski fikirlerdir. Onların yeni gibi görünmelerindeki neden ise yeniden dizayn ve ambalaj edilmiş olmalarıdır. Binlerce yıllık insanlık tarihinden gelen birikim günümüz koşullarında yeniden dizayn ediliyor. Parlatılıyor, cilalanıyor güzelce ambalajlanarak karşımıza çağdaş insan kaynakları stratejileri olarak çıkıyor. Rekabette üstünlük için hız gereklidir. Afrika'da ceylanlar sabahları şöyle dua ediyor. Allahım bugün en hızlı koşan aslandan daha hızlı koşarak hayatta kalmama yardım et. Aslanlar da şöyle dua ediyorlar. Allahım bugün en hızlı koşan ceylandan daha hızlı koşarak hayatta kalmama yardım et. İster aslan olun ister ceylan hayatta kalmanız hızınıza bağlı. İnsan kaynakları stratejileri de derhal uygulanmalıdır. Afrika'ya düşen bir uçaktan iki yolcu sağ olarak kurtulur. Amerikalı ve Temel. Etrafta aslanlar olduğunu görünce Temel hemen spor ayakkabılarını giymeye başlar. Amerikalı güler "Ne o aslandan daha hızlı mı koşacaksın?" der. Temel de "Senden hızlı koşsam bana yeter." diye cevaplar. Trakya Otocam Fabrikası'nın İnsan Kaynakları stratejilerinde sektörün gereği hız en değerli sırayı aldı.

İnsan Kaynakları alanında gelişmiş ülkelerde varolan çalışmalara son yıllarda geliştirmekte olan ülkeler de katıldı. Birdenbire insan adeta yeniden keşfedildi. Rekabette önemli farkın ancak insanlarla sağlanacağı yönündeki görüşler haklılık kazanmaya başladı. Üniversiteler de iş dünyasındaki

bu gelişmelere çabucak el attılar. Bilim adamları bu konudaki çalışmalarda tarihten, biyolojiden, zoolojiden başlamak üzere tüm bilim alanlarından yararlanıyorlar. Konumuza geçmeden önce insan kaynakları adına dünyadaki son gelişmelere bir göz atalım. 2020 yılına kadar dünyada ne tür gelişmeler olacağına ilişkin görüşler farklı olmasına karşın ortak noktalar 2000 yılından sonra teknolojiye gelişmelerin çok yüksek hızda gelişeceği yönündedir. Halbuki 1899 yılında **ABD Patent dairesi Başkanı Charles H.Duell "Artık yeni birşey yok. İcat edilecek herşey icat edildi"** demişti. Microsoft'un başkanı **Bill Gates** ise 1981 yılında "**640 KB herhangi bir bilgisayar için yeterlidir.**" derken bugün interneti kastederek "**2005 yılına kadar olacak gelişmeleri tahmin bile edemezsiniz**" demektedir. Günümüzde çocuk oyunlarındaki CD'ler dahi minimum 32 MB ram bellek gerektiriyor. Bu gelişmeler sadece bilgisayar teknolojisinde değil sporda ,bilimde ,iletişimde adeta sıçramalar şeklinde sürüyor. **2020 yılına kadar iş yaşamını derinden etkileyecek öngörüler:**

1.1. Teknolojik gelişmeler:

- Self-servis uygulama alanları genişleyecek .
- Birçok meslek yok olacak. İnsanlar yeniden meslekler öğrenecekler.
- Birçok yeni meslek doğacak
- Endüstrideki çalışan insan sayısı azalacak,otomasyon ve üretim miktarları artacak.
- Rekabet Üretimden Satış,Hizmet ve Dağıtım alanlarına kayacak.
- Elektronik ticaret(Sanal Market) cirosu 2005 yılı beklentisi 1 Trilyon \$ üzerinde

1.2. Küresel Ekonomi:

- Günümüzde bluejean pantolonun kumaşı Kayseri'den, Aksesuarı ABD'den, İpliği İngiltere'den, Fermuarı Japonya'dan, planları Hollanda'dan geliyor ve Çorlu'da üretiliyor. Hollanda'ya gönderiliyor. Buradan Dünya Ülkelerine dağıtılıyor. Bu pantolon hangi ülkeye aittir? Bunu tespit etmek zor. Bu gelişmelerle ekonomi gelecekte daha da karmaşık bir yapıya bürünecek.

1.3- Tekellerin kalkması ,Özelleştirme ve Serbestleştirme sonucunda iç ve dış piyasa rekabeti ayrımı kalkacak:

Global ticaretin önündeki engeller kalkacak ulusal ekonomi küresel ekonominin bir parçası olacak.

1.4- İnsanların ömrü uzayacak, nüfus artacak emekli ve çalışmayan çocuk sayısındaki artış sosyal güvenlik dengelerini bozacak:

Bu öngörüler 10 yıl önce ancak bilimkurgu filmlerine senaryo olması sözkonusu iken günümüzde herkesin doğal karşıladığı gerçekler olmuştur

2. TRAKYA OTOCAM FABRİKASI'NDA İNSAN KAYNAKLARI UYGULAMALARI

Trakya Otocam Fabrikası 1991 yılında montaj personeli ile faaliyetine başlayıp aynı yılın sonlarında üretime geçmiş olan oto emniyet camı kuruluşumuzdur. 1993 yılında lamine üretimin de devreye alınması ile kendi sektöründe ülkemizin bir numaralı kuruluşudur. Sektörün dinamik yapısı ve ekonomik gelişmelerden anında etkilenmesi nedeniyle kuruluş aşamasından başlamak üzere birçok sorunlar yaşanmıştır. Ekonomideki sıkıntılar ilkönce otomotiv sektöründe etkili olmaktadır. Çünkü ilk vazgeçilen şey yeni bir otomobildir. 1991 - 1999 yılları arasındaki 8 yıl boyunca yaşanan her ekonomik gelişme fabrikamızı etkilemiştir. Fabrikamızda Kristal- İş sendikasının 190 üyesi bulunmakta olup toplam personel adedimiz 250 kişidir.

Kuruluş aşamasından itibaren personel seçiminde gösterilen titizlik sonuçlarda da etkili olmuştur. Pazardaki sıkıntılara karşın fabrikamız yönetiminin bu baskılara verdiği yerinde cevaplar sonuçların başarılı olmasında etkili olmuştur.

Bu süreç içerisinde sürekli ufku arkasını da görerek örnek bir liderlik ile 250 kişilik bir takım haline geldik. Otocam'daki bu gelişmelerin bir raslantı olmadığını göstermek de bizim sorumluluğumuz. Otocam Çalışanları olarak iş yaşamında hiçbir gelişmenin tesadüfen olmadığını öğrendik. Her başarının bir bedeli olduğuna inandık . İş yaşamında şans denilen olgu hazırlıkların fırsatlarla biraraya gelmesi sonucu oluştuğunu gördük. Eğer hazırlıklı değilseniz hiçbir gelişme sizin için fırsat değildir. Romalı filozof Seneca **“Hangi limana gittiğinizi bilmiyorsanız hiçbir rüzgarın yararı yoktur.”**

3. İLK ADIM KARŞILIKLI GÜVEN TEMELİNİ OLUŞTURMAK

İşin başında İnsan kaynaklarındaki tüm stratejilerimizin güvensizlik temeline oturduğunu farkettiğimiz anda ilk hedefimiz karşılıklı güveni oluşturmak oldu. Bunun yolu da Dürüstlük, Açıklık, Paylaşım, Saygı ve Sevgi temeline oturan sağlıklı bir iletişimden geçiyordu. Bize güvenin demek yerine önce güvenmeyi tercih ettik . Sürekli diyalog, anlamaya çalışan bir davranış derhal karşılık buldu. Karşılıklı güvenin açtığı yoldan hep birlikte yürüdük.

4. DUVARLARI YIKMAK - BUZLARI KIRMAK

Bu süreç içerisinde iletişimi arttırmak için seçilen araçlarımız hafta sonu toplantıları idi . Bu toplantılara pazar toplantısı diyorduk. Herkese açık olan bu toplantılara katılacak olanlar önceden bildiriyordu. Toplantıda yemek yeniyor ,içki içiliyor ve sohbet ediliyordu. Fabrika müdürümüz ve tüm yöneticiler bu toplantılara katılıyordu. Fabrika müdürümüz pazarın durumu ve gelecek hakkında katılımcılara bilgi vermesiyle başlayan sohbet 3-4 saat bu konular çevresinde dönüyordu. Çalışanlarla yöneticilerin aralarındaki duvarları yıkan buzları kıran bu toplantılar daha sonra yemeksiz olarak ve gerektiği zaman tekrar yapıldı. Katılım tamamen gönüllü olmasına karşın % 30 luk bir katılım sağlanıyordu. Çalışanlarımızın ailelerinin de tanışması için piknik düzenledik. İlk piknik 1994 yılında oldu. Piknik fikrinin kaynağı Şişecam kültüründe olan “kuzu bayramları” idi. Yaklaşık 40 yıl uygulandıktan sonra vazgeçilen kuzu bayramını yeniden dizayn ettik. Beş yıldır bu uygulama devam ediyor. Çalışanların eşleri ve çocuklarının katıldığı çeşitli yarışmalar düzenleyip neredeyse herkese ödülleri veriyoruz. Piknik tüm çalışanların görev aldığı bir organizasyon haline geldi. Son iki yıldır Çevreci bir şölen haline getirdik. Piknikler aynı zamanda yöneticilerine aileleri ile birlikte katılarak tüm çalışanları kaynaştıran bir araç oldu.

5. EĞİTİM VE GELİŞME

Gelişmenin Mükemmele giden bir yolculuk olduğu ve bu yolculuğun hiçbir zaman bitmeyeceğini kabul ettik. Eğitim gelişmenin olmazsa olmaz temel koşuluydu. Bu süreçte eğitimin bir zaman kaybı olmadığı ve bireylerin gelişiminin takımın başarısı için temel olduğu sürekli vurgulandı. Eğitim Müdürlüğümüz sürekli yanımızdaydı. Hem eğitim hem de danışmanlık veriyorlardı. Eğitim sonrası yapılan toplantılardan elde edilen bilgiler ise altın değerindeydi.

ÖNCE ANLAMAYA ÇALIŞTIK. ÇALIŞANLARIMIZ NE İSTİYORDU?

Anlaşılacak için önce anlamaya çalışmalıydık. Çalışanlarımızın bizden beklentileri neydi? Maslow'un hiyerarşisi olarak bilinen ihtiyaçlar piramidinde neredeydik? Biliyorsunuz bu görüşe göre insanların ihtiyaçları şu sıraya göre geliyor.

- 1- Fizyolojik ihtiyaçlar
- 2- Güvenlik ihtiyaçları
- 3- Sosyal ihtiyaçlar
- 4- Benlik ihtiyaçları
- 5- Kendini gerçekleştirme ihtiyacı

Peki bu konuda biz neredeydik ? Çalışanlarımız ne istiyordu? Eğitim Müdürlüğü'nün çalışmaların-

da gelen bilgilere göre çalışanlarımız

1- Gülüyüz

2- Selamlaşma

3- Anlaşılma istiyorlardı.

İnsanlar sosyal ihtiyaçlardan başlama üzere piramitin tepesindeki benlik ve kendini gerçekleştirme ihtiyacını tatmin etmek istiyorlardı

7. BANA ÖNEMLİ OLDUĞUMU HİSSETTİR

Nasrettin Hoca eline bağlamayı almış tıngırdatıyor. Karısı soruyor "hocam bağlamayı çalanlar elini aşağı yukarı gezdiriyor sense hep aynı yere basıyorsun" Hoca yanıtlıyor **"hanım onlar işte burayı arıyorlar ben buldum."** Biz de işin sırrını bulmuştuk. İnsanlar kendilerine değer verilmesini istiyordu. İnsanların göğsünde aslı olan bir levhada **"bana önemli olduğumu hissettir."** yazıyordu. Stratejilerimizin odağında bu konu vardı. İnsanlar önemliydi ve bunu kendilerinin hissetmelerini sağlamalıydık. Değer vermenin ilk adımı insanların adını öğrenmek ve onu kullanmaktan geçiyordu. Çünkü dünyadaki en güzel kelime insanların ismi idi. Doğum , evlenme, ölüm gibi sosyal olaylarda çalışanlarımızı hiç yalnız bırakmadık. Her fırsatta bizim için ne kadar önemli olduklarını hissettirdik.

8. SORUNLARIN ERKEN TESBİTİ VE ÇÖZÜMÜ

Herkes elinde iki kova taşır bir kova da su diğerinde benzin vardır. Yangınlarda ikisinden birini kullanmak tamamen kendi tercihidir.

1994 yılında hayata geçirdiğimiz bu proje ile sorunları erken tespit etmek ve çözmek amaçlanmıştır. Yangın söndürmek yerine yangına neden olacak gelişmeleri engellemenin daha kolay olduğu düşüncesine dayanan bu yaklaşım çok başarılı oldu. Sorunların daha başlamadan çözümü için temel davranış proaktif olmaktır. Sürekli araştırma , diyalog, kişileri dinlemek, kişileri anlamak, sorunları büyümeden çözmek temel davranış tavrı idi. Bu projenin gerçekleşmesinde sendika ve tüm personelin katkısına ihtiyacımız vardı. KARŞILIKLI GÜVENİN GERÇEKLEŞMESİ sonucunda bu durum gerçekleşti. 1994 yılından itibaren hergün Sendika baştemsilcisi ile günlük minimum 1 saatlik görüşmeler yapıldı. Bir sohbet ortamında geçen bu toplantıların tek hedefi vardı çalışanlarımızın memnuniyetini arttırmak. Çalışanların memnuniyeti için yapılan bütün çalışmaların sonucu şunu gösteriyordu. Çalışanların tümünün beklentisi gülüyüz, selamlaşma, el sıkışma ,hatır sorma, fikrini alma, değer vermeydi. İlginç olan bir konu hiç kimse daha çok para istemiyordu daha çok ilgi ve sevgi istiyordu.

9. DAHA SONRAKİ ADIMLAR

Karşılıklı güven temeline oturtulan ilişkilerin verdiği cesaret ile insan kaynakları stratejilerimizi de geliştirmeye başladık. Bu noktada tüm dünyada başarı ile uygulanan stratejileri inceledik . Bunlardan aldığımız dersleri kendimizde uyguladık. Temel prensip herşey basit olmalı idi. Kavramlar ve yöntemler çok basit ve çok kolay anlaşılmalı idi. Bir diğer önemli husus da kolayca kopyalanabilmeliydi. Ustalığın yerini sistem almalıydı. İşletmedeki hiçbir konu insanların kişisel yeteneklerine bağlı kalamazdı. Kalıcı olan sistemdi.

10. FARKI YARATAN EYLEM

Otocam Fabrikası yöneticileri olarak Ülkemizdeki ve Dünya'daki başarılı, şirketlerin İnsan Kaynakları sistemlerini inceliyoruz. Elde ettiğimiz bilgilerin bir kısmı Topluluğumuza yabancı, ancak önemli bir bölümü yıllardır Topluluğumuz tarafından bilinen ve uygulanan konular. Bu kuruluşlar sistemlerini dünyanın her yerinde hiçbir ödün vermeden uyguluyorlar. Örneğin Mc Donalds

dünyanın her yerinde aynı insan kaynakları sistemini aynı üretim prosedürlerini kullanarak aynı lezzette hamburgeri insanlara sunuyor. Usta aşçıları mı var? Hayır. Tecrübeli personeli mi var? Hayır. 16-20 yaşlarındaki öğrencilerle aksamayan bir sistem yönetiyorlar. Singapur Hava yolları 25 yıldan beri kazanan bir şirket , Southwest hava yolu adlı şirket de aynı performansı sergiliyor. Büyük Hava yolu kuruluşları zarar ederken bu şirketler nasıl kazanıyorlar? Uçakları mı daha iyi ? Hayır. Personeli mi daha iyi? Hayır. Bu iki havayolu şirketinin de farklı bir hizmet anlayışları var .Bu farklılık başarı getiriyor. Singapur Hava Yolları Personel giderlerinin % 12'sini eğitime harcıyor (Amerikan Şirketlerindeki ölçü %0,5) her personele yılda minimum 4 işgünü eğitim vererek sıradan insanlardan başarılı bir takım yaratıyor. Southwest firması ise hızlı servis ile uçaklarını 15 dakikada temizleyip tekrar uçuruyor. Uçaklar devamlı kazanıyor. Amerika'da Detroit'te Ford'un kapattığı fabrikayı Toyota satın alıyor. Uyuştucu kullanımının en yüksek düzeyde olduğu bu bölgede yapılan çalışmalarda kapatılan fabrikanın eski personeli kullanılıyor. Sonuç: tüm Toyota fabrikalarının performansının %50 üzerinde bir performans. Geçmişte çok toprağı olan kazanıyordu, daha sonra çok üreten sanayici kazandı şimdi ise farklı üreten kazanıyor. Herkes sigaranın zararlarını biliyor, fakat bu onları sigaranın zararlarından korumuyor. Bilgiler eylemin bir parçası ancak asla eylemin kendisi değil. Farkı yaratan eylem.

11. KİŞİSEL GELİŞİM SEN, BEN ve BİZ

İnsan gelişiminde üç aşama var.

- 1- Bağımlılık
- 2- Bağımsızlık
- 3- Karşılıklı bağımlılık

Doğum ile başlayan **bağımlılık** sürecinde insanlar sürekli olarak birilerine bağımlıdır. Bir bebeği düşünün sürekli ağlayarak kendisi ile ilgilenilmesini bekler. Bu süreçte insanlar aynen bu bebek gibi sürekli olarak başkalarına bağımlıdırlar. Her zaman birilerinin desteğini beklerler. Sorumluluk üstlenmezler ve başarısızlıkları için de sürekli birilerini suçlarlar.Örneğin "ben aslında müzisyen olacaktım ama babam izin vermedi. Veya kendi işimi kuracaktım karım engelledi gibi suçlamalarda bulunurlar ve en çok **sen** sözcüğünü kullanırlar. **sen** yardım etseydin ben başarılıydım. Benim hatalarımdan **sen** sorumlusun gibi. Çevreniz de böyle insanlar var mı?

Bağımlılık sürecinden sonraki aşama ise **bağımsızlık** aşamasıdır. Bu sürece geçen kişiler başarı ve başarısızlıklarından kendini sorumlu tutarlar başkalarını suçlamazlar. Özgüven sahibidirler. Sorumluluk üstlenirler. Potansiyel lider ve takım oyuncusudurlar. Ağızlarından ençok ben sözü çıkar. ben yaptım. **Ben yaparım. Ben başardım veya ben başaramadım.** Peki böyle insanlar tanıyor musunuz?

Karşılıklı bağımlılık süreci ise diğer adı ile takım oyunudur. Bu süreç de kişiler takım oyuncusu olarak biz sözcüğünü çok kullanırlar. Bu aşama kişilerin davranışlarındaki en yüksek düzeyi simgeler. Bu kişiler ne alacaklarından çok ne verecekleri ile ilgilidir. Takımın başarısı önünde bir engel değil ,başarının bir parçası olmak arzusundadırlar. Böyle insanlar tanımak ister misiniz, böyle biri olmak ister misiniz? Çabalarımız bağımsızlık ve karşılıklı bağımlılık düzeyine ulaşan çalışanlarımızın sayısını arttırmaktı. Sen ve ben sözcükleri yerine biz sözcüğünü oturtmak istiyorduk.

İnsanların bir takım haline gelmesi için gösterilen çabalar ve ödenen bedel yüksektir. Sabır ve hoşgörü gerektiren uzun bir yolculuktur. Hiçbir zaman istediğiniz yerde olamıyorsunuz . Gerçekleşen her hedef yeni hedefleri görmemizi sağlar.

12. HERKESİN ETKİ ALANI VARDIR. (1)

Newyork'da bir balon satıcısı uçan balonlarına dikkat çekmek için arada bir sarı ,yeşil, kırmızı renkte balonları havaya bırakıyor. Bu hareketi de satışlarını arttırıyor. Balonları izleyen bir zenci ki-

zı baloncuya soruyor. "Siyah balon olsa uçar mı?" baloncu "kızım balonları uçuran renkleri değil içindeki gazdır."

Görevi ne olursa olsun herkesin bir etki alanı vardır. Yeterince istersek birşeyleri değiştiririz. Bunun için tek ihtiyacımız içimizdeki arzudur ve heyecandır.

HERKESİN ETKİ ALANI VARDIR. (2)

Japon adalarında bilim adamlarınca izlenen bir maymun grubundan bir maymun sürekli tozu ve toprağı ile yedikleri yer elmasını dere suyunda **yıkayarak yemeye** başlamış. Bu davranışını diğer maymunlara öğretmek için elinden geleni yapmış ancak uzun bir süre tepki ile karşılaşmış. Bilim adamları bir sabah bakmışlar ki tüm maymunlar yer elmalarını yıkayarak yemeye başlamışlar. Herkesin bir etki alanı var . Bu etki alanının sınırı da sizin kararlılığınız ile sınırlı.

13. MAYMUN DÖĞÜŞÜ VE KURUM KÜLTÜRÜ

Kültür mü, gelişmenin önünde bir engel mi?

Takdir, ceza ve maymunlar

Kurum Kültürü son yıllarda insan kaynakları ile ilgili her konuşmada sözü edilen bir kavram. Genellikle de negatif bir bakış açısı ile "bizde kurum kültürü yok kardeşim" şeklinde gündeme gelir. Her kurumun bir kültürü var sorun nasıl bir kültür olduğundadır. Bir kafesin içine 5 maymun konuyor ve bu kafese bir muz sarkıtılıyor. Maymunlardan birisi yukarı tırmanıp bu muz alırmaz buz gibi bir su ile diğer 4 maymun ıslatılıyor. Bir maymun muz ile ödüllendirilirken diğer dört maymun buz gibi su ile cezalandırılıyor. Bu işlem sürekli tekrar ediliyor. Bir süre sonra kafese muz sarkıtılınca bu muz almaya çalışan maymunu diğerleri dövmeye başlıyor. Her muz sarkıtılışı kafes içinde bir savaşa yol açmaya başlıyor. Sırası ile içerideki maymunlar değiştiriliyor. Ancak her defasında yeni gelen maymun muza saldırırken diğer maymunlar da yeni maymuna saldırıyor. Soğuk su ile ıslatma işlemi sona erdirildiği halde maymunların kavgası devam ediyor. Öyleki değiştirilen maymunlardan soğuk su cezasını bilen maymun kalmamasına karşın kavgaya devam ediyor.

14. DEĞİŞİME VE GELİŞMEYE AÇIK MISINIZ?

Bu sorunun cevabı herkes için EVET tir. İçimizde değişime karşı derin bir tepki olsa da değişim konusunda açık olduğumuzu sanırız. Bir firmada değişime açık olan personel yüzdesi ne kadar biliyor musunuz? Sadece % 2 enteresan ama gerçek.

% 2 Yeniliklere açık olanlar

% 10 erken uygulayıcılarla birlikte (aktif grup - kilit grup% 12)

% 60 normal uygulayıcılar

% 20 geç uygulayıcılar

% 8 Diğer

Bu örneği mısır patlatma ile canlandıralım . Mısırı pişireceğimiz kabın içine cin mısırlarını dolduruyoruz ateşin üzerinde sallayıp ısıtıyoruz. Isınma devam ederken ilk birkaç tanesi patlıyor (**% 2 yenilikçiler**) arkadan birgrup daha patlamaya başlıyor (**% 10 erken uygulayıcılar**), Derken patlamalar artıyor (**% 60 normal uygulayıcılar**), patlamalar azalarak devam ediyor (**% 20 geç uygulayıcılar**) bazıları da ne kadar uğraşsanız patlamıyor hatta tava içinde kömür oluyorlar ancak yine de patlamıyorlar (**% 8 diğer**) Bu dağılımdaki en küçük birdeğişim şirketin başarısını etkiliyor. İnsanlar her zaman yenilikçi % 2 içinde yer almak istiyorlar. Bu istek lafta kolay da uygulamada o kadar kolay mı? **İnsanlar** yenilikler karşısında direnç gösteriyor. Birçok başarılı insandan bu konuda örnekler bulmak mümkün.

"Radyonun geleceği yok" Lord Kevin Iskoç Fizik alimi

"Sesli sinemaya 6 ay zaman tanıyorum." diyen **Charlie Chaplin** 10 yıl **direndikten** sonra ilk sesli filmi **Diktatör**'ü çekti.

"Otomobil ancak geçici bir modadır." Henry Ford'a kredi vermeyen banka Müdürünün yorumu **"Disneyland projesi hayaldir."** Walt Disney'e kredi vermeyen 260 banka Müdürü.

"Televizyon en geç altı ay içinde piyasadan silinecektir." Twenty Century Fox başkanı **Dar-yik F. Zanuck**

"Uçaklar hoş oyuncaklar ama askeri bir değeri yok." **Mareşal Ferdinand Foch** 1. Dünya Savaşındaki Fransız Başkomutanı

15. ENGELLER

Önyargılar ve özgüven eksikliği

İnsanların sahip oldukları potansiyeli kullanmaları önündeki en büyük engel özgüven eksikliğidir. Bunu değiştirebilecek tek kişi de kişinin kendisidir. Eğer kişi değişim karşısında direniyorsa onu değiştirmek olanaksızdır. Olumlu veya olumsuz tavrı seçecek olan bireyin kendisidir. Kişilerin potansiyelini görürsünüz , bilirsiniz ancak kendilerini inandırmak o kadar kolay değildir. Bu durum herkes için geçerlidir. Tayland'da küçük bir budist tapınağında 1957 yılında yol yapımı nedeniyle topraktan yapılmış olan buda heykelinin taşınmasına karar verilmiş. Taşıma işlemleri sırasında buda heykelinin aslında 2,5 ton ağırlığında som altından yapılmış olduğu tespit edilmiştir. 300 yıl önce düşmanlardan korumak için som altın buda heykelini 20 cm kalınlığında kil çamur ile kaplayan rahipler bu sırlarını saklamışlar. 300 yıl boyunca herkes buda heykelini çamur olarak görmüş ve tesadüfen gerçek değeri meydana çıkmıştır. Biz işi tesadüfe bırakmayalım herkes içinde altın buda heykeli gibi değerli bir öz taşıyor. Ancak çamurla sıvandığı için göremiyoruz. Kendi çamurumuzu temizleyerek değerimizi gösterelim ve diğer insanları da çamurlarını temizlemeleri için teşvik edelim. İşin en zor yanı da burası ilkönce kendimizi daha sonra da diğer insanları daha iyi olabileceklerine inandırmak.

Başarı ile aramızda sadece 15 cm var. Bu 15 cm iki kulağımızın arasında duran beynimizin vereceği bir karardır. Kişisel gelişimimiz sonucu biz değiştirdiğimizde dünya değişecek.

16. BAHANELER

Gelişmelerin önündeki en ciddi engeller de bahaneler . Bazı insanlar bahane bulmak için o kadar zaman harcıyorlar ki iş yapmaya zamanları olmuyor. Bir de şirketlerin bahaneleri var bunlar uluslararası bahaneler.

1- Doğru sektörde değiliz- Her sektörde başarılı ve başarısız firmalar var.

2- Yüksek teknolojiye dayanamıyoruz. Eski teknoloji kullanan başarılı şirketler var.

3- Tanınmış şirket değiliz. (İmaj sorunu) Adını dahi duymadığımız başarılı birçok şirket var.

4- Esnek politikalarımız yok Esnek politikalara sahip başarısız birçok şirket var.

5- Büyüğüz- Küçüğüz Birçok şirket küçülüyor,birçok şirket te evlenerek büyümeye çalışıyor.

6- Pazara uzağız Pazar bütün dünya

Mazhar Müfit Kansu anlatıyor:

"Ben bir gece Mustafa Kemal Paşa'ya büyük bir tehlike içinde olduğumuzu söyleyerek çok sinirli bir halde:

- Hepsi güzel ,fakat biz burada beş altı kişi oturmuşuz,yalnız memleketimizle, Padişah'la , Ferit Paşa ile değil bütün dünya ile uğraşıyoruz. Para yok ,asker yok ,tüfek yok ,velhasıl bu savaşımızı destekleyecek elimizde bir kuvvet yok buna çare düşünelim. Dedim.

Mustafa Kemal Paşa gülerek :

-Azizim Mazhar Müfit, Bu senin dediklerinin hepsi olsa, o zaman bu işi annem de görebir.

Marifet bu yokluk içinde muvaffak olmaktır. Her nedense sen bu gece sinirlenmişsin. Haydi git yarına kadar birşeyin kalmaz.” dedi.

18. SONUÇ

Fabrikamızın gerçekleştirilmesi gereken hedeflerinin önündeki önemli engelin karşılıklı güven eksikliği olduğunu gördük. Karşılıklı güven için yapılması gereken ilk adımı yönetim olarak attık . Güvenin oluşturulması için sürekli diyalog, sağlıklı iletişim, dürüstlük, açıklık, paylaşım, saygı ve verilen sözlerin tutulması konularında olması gerekenden daha hassas davrandık. Bu süreç sabır, süreklilik ve hoşgörü gerektiren bir zaman dilimiydi. Adeta buzlu bir zemin üzerinde yürümek kadar hassas olmak gerekiyordu. Yanlış bir adımda başlangıç noktasına kadar kaymanız (hemde yara bere almış olarak) mümkündü. İlk olumlu tepkinin alınmasından sonraki adımlar çok daha kolay oldu. Ancak harcanan enerji azalsa da, titizlik artarak sürmektedir. Karşılıklı güven temelinde her adım daha sağlam atıldı.

Bir takımın oluşmasında ikinci adımın da sağlıklı iletişim olduğunu gördük. Aynı kavramları farklı şekilde algılıyor ve ister yazılı isterse sözlü iletişim ile birbirimizi yeterince iyi anlayamıyorduk. Eğitim müdürlüğümüzün eğitim desteği ile bu engeli aşmaya başladık. Birbirimizi daha iyi anlamaya başladık. İnsan kaynaklarındaki olumlu gelişmelerin tüm diğer gelişmeleri de beraberinde getirdiğini gördük. İşletmedeki insanların birlikte oluşturdukları kültür her gelişmeye damgasını vuruyor.

Bütün bu çalışmaları mevcut personel ve mevcut donanım ile gerçekleştirmek temel prensibimiz di.Yapılması gereken ekstra bir iş varsa mevcut personelden biri üstleniyor veya bir proje grubu oluşturuluyordu.

Yapılan her çalışma herkesin kolayca kopyalayacağı basitlikte olmalıydı. Hiçbir iş özel yetenek gerektirmemeliydi. Yani yapılan her değişim sistem haline gelmeli idi. Birinin bıraktığı yerden bir başkası devam edebilmeliydi.

Yapılan her çalışma anlamlı bir amaca hizmet etmeli idi . Bu durum takım üyelerinin işe daha sıkı sarılması ile sonuçlanıyordu. Herşeye rağmen geriye dönüp baktığımızda hep bir arpa boyu yol gittiğimizi görüyoruz. Daha gitmemiz gereken çok yol var. Konu insan olunca katedilmesi gereken yolun hiç bitmeyeceğini peşinen söyleyebiliriz. Her zaman gidilmesi gereken daha iyi bir yer var. İnsan Kaynakları alanındaki değerli yayınların süratle Türkçeye kazandırıldığı bir dönem yaşıyoruz. Ancak bu yayınlar hazır reçeteler içermiyor. Her işletmenin sorunları kendine özgü . Doğal olarak çözümlerde aynı şekilde kendine özgü.

19. KAYNAKLAR

- 1- Mustafa Kemal Atatürk'ün Liderlik sırları -Adnan Nur Baykal Sistem yayınları 2.baskı 1999 (Erzurum'dan ölümüne kadar Atatürk'le beraber. Mazhar Müfit Kansu shf.339.
- 2- Rekabette üstünlüğün sırrı : İnsan - Jeffrey Pfeffer -Sabah Kitapları 2. Baskı 1995
- 3- İçinizdeki Lideri Geliştirmek-John C.Maxwell - Sistem Yayınları 1998
- 4- Etkili İnsanların 7 alışkanlığı - Stephan Covey
- 5- Jeffrey Pfeffer - Rekabette İnsan Boyutu Seminer Notları - Management Center Türkiye 23 Kasım 1998
- 6- İnsan İlişkilerinde Uсталık - Les Giblin - Sistem Yayıncılık - Ocak 1998
- 7- Kazanan Tutum - John C.Maxwell- Sistem Yayıncılık Aralık 1996
- 8- T.Ş.C.F.A.Ş. Eğitim Müdürlüğü Endüstri İlişkilerini Geliştirme Seminer Notları, 1997.
- 9- Deneme Cesareti - Max stratejisi- Sistem Yayıncılık 1996
- 10- Dost Kazanma ve insanları etkileme sanatı - Dale Carnegie- Sistem Yayıncılık

BİR GELİŞTİRME ÖYKÜSÜ: ISICAM KONFOR 70/46

Proje Ekibi

(Yücel Akyürek / Camtaş Düzcamlar Pazarlama A.Ş.
Erol Ersöz / Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Cam Kırığı İşletmesi
Haluk Gürelen / Düzcamlar Grubu Geliştirme Başkan Yardımcılığı
Hülya Demiryont / TŞCFAŞ, Cam Araştırma Merkezi
Hüseyin Parlar / TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
Ayşe Ersoy / TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü)

ÖZET

21.yüzyıl, üretilen her şeyin dünyamızın ve yaşamın geleceği açısından daha duyarlı bir teraziyle tartılacağı bir dönem olacaktır. Bir kabuk elemanı olarak bina içi ve dışı arasındaki dengeleri sağlayan Cam'ın iklim kontrol özellikleri bu nedenle diğer işlevlerin ötesinde bir önem kazanmıştır.

Isıcam üretimi, harmandan renkli camlar, hat üstü Aura Reflekta, ithal camlarla yürütülen Projeli Satışlar, hat dışı Intercam güneş kontrol ve Low-E ısı kontrol kaplamaları gibi iklim kontrol çözümleri bizi Isıcam Konfor'a götüren evrim sürecinin birer kilometre taşıdır.

Ince Film laboratuvarının kuruluşuyla birlikte kaplamalı camlar alanında mevcut ürünleri geliştirme, ikame ürünler yada yepyeni ürünler bazında çeşitli gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Isıcam Konfor 70/46, 1996 yılında Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı ve TÜBİTAK tarafından desteklenen Yeni Pasif Güneş Kontrol Camları isimli projenin (TTGV-195 ve TİDEB 3970011) sonuç ürünlerinden birisidir. Ince Film Laboratuvarında tasarılan yeni ürünler kaplamalı camlar tesisine transfer edilmiş ,pazarlama grubunun üretime hazır hale gelmiş bu ürünler hakkındaki görüş ve tercihleri doğrultusunda Isıcam Konfor'un geliştirilmesi ve üretilmesi aşamasına gelinmiştir.

Isıcam Konfor'un sadece 1 m²'si ile aydınlık ve doğal görüntüden ödün vermeden sağlanan 5 dolar/yıl ısıtma ve soğutma enerjisi kazançları ile CO₂ emisyonunda sağlanan 50 kg/yıl azalmalar, Isıcam Konfor'u 4 mevsimlik bir çözüm olarak Türkiye'nin Akdeniz ve Ege kıyıları dahil her bölgesinde, konutların gündemine bugünden yerleştirmektedir.

Isıcam Konfor, TÜBİTAK, TTGV ve TÜSIAD tarafından bu yıl ikincisi düzenlenen Teknoloji Büyük Ödülü kategorisinde Jüri Özel ödülü ve Yapı elemanları fuarında altın çekül ödülünü kazanmıştır. Bu ödüller ürünün bundan sonraki süreçte sağlayacağı ekonomik ve ekolojik kazançların bir habercisidir.

1. ISICAM KONFOR 70/46

Isıcam Konfor 70/46 çok amaçlı nötral IMF'70 kaplamalı bir iklim kontrol ünitesidir. Amaçlardan biri kışın dışı ısı kaçışlarını engelleyerek ısıtma yüklerini azaltmak; diğeri ise yazın güneş ısı kazançlarını azaltarak soğutma yüklerini tasarruftur.

ILE'74 ve Isıcam-S ile sağlanabilen ısı yalıtım değerleri IMF'70 ve Isıcam Konfor'un geliştirilmesi sonucunda aşılmıştır. Gün ışığından ödün vermeden, mümkün olan en alt düzeyde yansıtıcılık ve renksizlikle sağlanabilen güneş kontrol performansı ise IMF'70'in en önemli özelliğidir.



Mısırlı Aziz İzzet Paşa Yalısı
Isıcam Konfor 70/46 İlk Uygulama

Transmisyonunda renksiz ve ferah; yansımada çok uçuk mavi röfleler taşıyan hat-dışı yumuşak IMF'70 kaplamalı Isıcam Konfor 70/46 ile sağlanacak ekonomik ve ekolojik kazançlar ve Tübitak 2. Teknoloji Kongresi jüri özel ödülü, ilgili bütün Şişecam birey ve birimlerinin ortak başarısıdır.

2. GELİŞMENİN ALTYAPISI

Başlangıçta soğuk iklimlerdeki ısıtma yüklerini azaltmak amacıyla geliştirilen Low-E kaplamalarla sağlanan "pasif solar kazançlar" ın çok iklimli ılıman bölgelerde yarattığı yaz sorunları araştırmacı ve tasarımcıları sırasıyla

- 2. yüzey Low-E uygulamaları;
- Renkli alt camlı Low-E uygulamaları;
- Aynı yalıtım camı bünyesinde güneş ve ısı kontrol işlevlerine sahip iki ayrı kaplamanın kullanımı gibi "sunbelt Low-E" çözümlerine yönlendirmiştir.

Çift kaplamalı ünitelerle yaratılan sinerji, giydirme cephe ticari binalarda başarıyla devam ederken konutlara yönelik "sunbelt" çözümleri birinci durumda güneş kontrolü; ikinci ve üçüncü durumlarda da ışık geçirgenliği yetersizliği nedeniyle yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır.

Sonunda, hat dışı yumuşak kaplamalarla sağlanabilen güneş kontrolünün renk ve yansıtıcılıktan arındırılmasıyla bu günkü nötral kaplama düzeyine ulaşılabilmiştir. Bina içi ile dışını görsel olarak birleştirmeye yönelik özel mimari tasarımlarda artık cama sonradan eklenmiş renk ve yansıtıcılık gibi yapay unsurlara yer verilmemektedir.

Standart reflektif güneş kontrol kaplamaları:

Fazlaca ayırdetmeden güneşin görünür ve görünmez ışınım enerjisinin içe girişini engeller

ILE Low-E ısı kontrol kaplamaları:

Bir yandan güneşin görünür ve görünmez ışınım enerjisinin içe girişine izin vererek güneşin bedava sıcaklığından yararlanmamızı sağlarken;

Diğer yandan, güneş ışınlarıyla ısınan eşyalar, soba ve radyatör gibi ısınma araçlarından yayımlanan daha uzun dalga ışınım enerjisinin dışa kaçışını engeller.

IMF çok amaçlı iklim kontrol kaplamaları: ILE ısı kontrol kaplamalarından farklı olarak güneşin görünür enerjisini (ışık) içe geçirirken güneşin görünmez enerjisinin geçişini engeller.

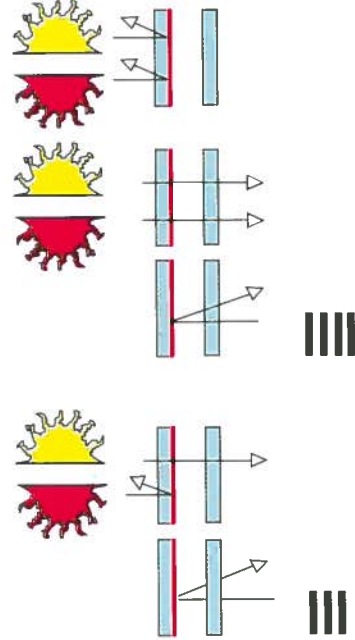
IMF kaplamalar diğer yandan aynen ILE ısı kontrol kaplamaları gibi uzak kızıl ötesi ışınım enerjisinin dışa kaçışını engeller.



Güneşin görünür kısa dalga enerjisi



Güneşin görünmez uzun dalga enerjisi



İklim Kontrolünde Kaplamaların Rolü

3. BİZDEKİ GELİŞMELER

Dünya örnekleri paralelinde bizdeki iklim kontrol çözümlerinin altyapısı; Isıcam-harmandan renkli camlar-hat üstü Aura Reflekta-ithalatla yürütülen projeli satışlar-Intercam-Ince Film Laboratuvarı'nın kuruluşu çizgisinde gelişmiştir.

Çok amaçlı kaplama geliştirme düşüncesi ise 1994'te Intercam'ın kuruluşuna kadar gerilere uzanmaktadır. 'Konfor'a kadar ki Intercam'lı yıllarda ne reflektif güneş kontrol giydirme cephe camları; ne de yalnızca ısı kontrolü sağlayan Low-E kaplamalar yaz sorunları yaşayan konutlarla camın doğal görüntüsünü ve gün ışığını yapı içine taşımak isteyen mimarların taleplerini karşılayabilmiştir. Başlangıçtaki ortağımız "Interpane" den bir ürün taahhüdü olarak devraldığımız IMN '51 kaplamalarda aranan nitelikler; ve ticari hattımızın deneysel amaçlı kullanılabilirlik kısıtları açısından amaçlanan sonuca bizi ulaştıramamıştır.

Ince Film Laboratuvarı'mızın kuruluşu ile kazandığımız özgün ve bağımsız ARGE olanakları bu yeni ürünün geliştirilebilmesi açısından gerçek bir dönüm noktası olmuştur.

4. AMAÇ VE HEDEFLER

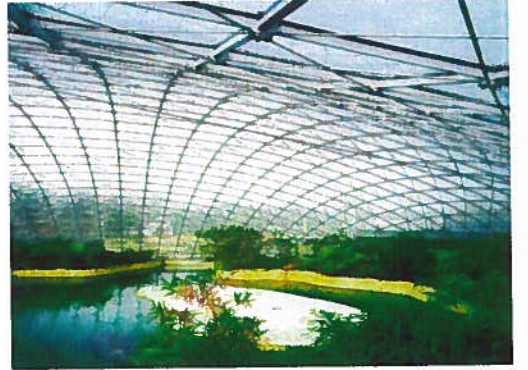
Gereksinimin formülasyonu ve tasarım hedeflerinin belirlenmesi geliştirme sürecinin ilk basamağını oluşturmaktadır.

Amaç

Gece kullanımındaki aydınlık dengesi değiştiğinde, dış manzaranın görülmesini engellemeyen; içi dışa; dışı içe açan saydam tasarımlar ve cam yenilemelerinde yadırganmayacak sadelik ve renksizlikte; yazın güneş kontrolü sağlarken doğal aydınlıktan ödün vermeyen; kışın etkili bir ısı yalıtım sağlayabilen camların geliştirilmesidir.

Buradan yola çıkılarak belirlenen tasarım hedefleri ise;

- Kaplamasız camlardan daha yüksek olmayan görünür bölge yansıtıcılığı;
- Doğal (nötral) cam'a yakın renksizlik;
- Yüksek ışık/düşük güneş ısısı geçirgenliği ile elde edilebilen en yüksek "seçicilik katsayısı"
- Mümkün olabilen en düşük (ϵ) yayınım katsayısıdır.



Berlin Hayvanat Bahçesi - Su aygırları için barınak
Çok amaçlı nötral Ipasol Natura 66/34 uygulaması

5. AR-GE VE ÜRÜNE DÖNÜŞTÜRME

Bugün satış hattımızda yer alan ISICAM KONFOR 70/46 1996 yılında TTGV ve TÜBİTAK desteğinde başlatılan "Yeni Pasif Güneş Kontrol Camları" projesi ve aynı kapsamda Cam Araştırma Merkezinde kurulan çağdaş Ince Film Laboratuvarımızın ürünüdür.

Laboratuvarın temel donanımı Çayırova Cam San. A.Ş. Cam Kaplama İşletmesindeki benzeri ve bir Araştırma -Pilot boyutu olan DC Magnetron Sputtering kaplama hattıdır. Yardımcı ekipman ve programların kullanımıyla da kaplama ve kaplanmış ürünün görsel ve diğer fiziksel özellikleri belirlenebilmekte; optik ve ısı performansları hesaplanabilmektedir.

Projenin başlangıcında öncelikle dünya pazarlarında mevcut benzer ürünlerden ölçümler yapılarak optik ve ısı performans değerlendirmeleri yapılmış; çalışmalar kaplama-ölçme-değerlendirme-yorum-kaplama parametrelerinin sonuçlara göre düzeltilmesi çevrimiyle sürdürülmüştür.

- **Kaplama:** Pilot hatta çok katlı kaplamalar gerçekleştirilmiş ve buna paralel olarak bilgisayar modelleme programlarından yararlanarak gerçekleştirilen sanal kaplamalarla çalışmalara hız kazandırılmıştır.

- **Ölçüm, Analiz ve Performans Belirleme:** Örneklerin spektrofotometrik, kalınlık, iletkenlik ölçümleri; mikroskopik incelemeler ve yapışma testleri yapılmış; performansları hesaplanmıştır.

- **Değerlendirme ve Yorum:** Kaplamalar belirlenen tüm özelliklerine göre değerlendirilmiş buna göre kaplama parametreleri yeniden düzenlenmiştir .

Laboratuvar çalışmalarını takiben teknoloji Çayırova 'daki kaplama hattına aktarılmıştır. Buradaki çalışmalar :

- Laboratuvar pilot kaplama cihazı parametrelerinin üretim hattı parametrelerine dönüştürülmesi
- Prototip numunenin üretim hattı kontrol bilgisayarına tanıtılması
- Üretim hattı üzerinde kaplama çalışmaları ve üretim parametrelerinin optimizasyonu
- Deneme üretimi, renk sapma limitlerinin ölçümlerle ve görsel olarak belirlenmesi
- L_a,b, renk parametrelerinin hata tolerans limitlerinin belirlenmesi ve çalışma aralığının saptanması
- üretime geçiş sırasını izlemiştir.

'Konfor 70/46 bünyesindeki IMF'70 kaplama üretim hattı üzerinde tek geçişli ve dört katmanlıdır. Interpane' in aynı işleve sahip İpasol Natura kaplaması ise iki geçişli ve sekiz katmanlıdır. Kaplama geliştirme sürecinin başında, mevcut üretim olanaklarıyla sınırlı olmaksızın, tek geçişli # 950 ve iki geçişli # 951 referans örnekler oluşturulmuş ve geliştirme mevcut olanaklara uygun tek geçişli # 950 kriterleri esas alınarak sürdürülmüştür. Bu kapsamda, Çayırova Cam San. A.Ş. Cam Kaplama İşletmesi'ndeki hedefler kullanılarak üretilebilecek olan alternatifler, Şişecam pazarlama ve üretim birimlerine tanıtıldığında, gerek performans, gerekse malzeme ve konfigürasyon açılarından piyasada tam benzeri bulunmayan IMF'70 üzerinde karar kılınmış ve 'Konfor 70/46 ortaya çıkmıştır. 1.52 seçicilik katsayısı ile IMF'70, başlangıçta öngörülen # 950'nin 1.51 katsayı ölçütünü de aşan önemli bir başarıdır.



Atatürk Havalimanı Yeni Dış Hatlar Terminali
IMF 170+ Dupont Azurblue PVB kombinasyonlu üniteler
Camlardaki "Azur" renk , kaplama değil PVB kaynaklıdır

6. YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME DİSİPLİNİ

Düşünceden laboratuvar ve üretime, buradan da pazarlama ve satışa kadar bir "takım çalışması" olarak yaşanan Isıcam Konfor süreci, Düzcam'da bir "yeni ürün geliştirme iklimi"nin yaratılmasına da vesile olmuştur. Geliştirme Başkan Yardımcılığının bir süreden beri üzerinde çalıştığı "Yeni Ürün Prosedürü", geliştirme aşamalarını düzenlemek ve "yaratıcı katılımı" özendirerek amacıyla bu dönemde yürürlüğe konmuştur.

Bundan sonraki yeni ürün geliştirme çalışmalarının bu prosedür disiplini içinde yaşanması beklenmektedir.

7. "KONFOR 70/46" İLE SAĞLANAN EKONOMİK VE EKOLOJİK KAZANÇLAR

1990'larda yoğunlaşan çevre kaygısı bundan böyle artık Dünya'nın birinci gündem maddesi; iklim kontrol performansı ise Cam'in yeni kimlik belgesi olacaktır.

Bir çok yöresi hem ısıtma hem soğutma gerektiren "çok iklimli" Türkiye coğrafyasında:

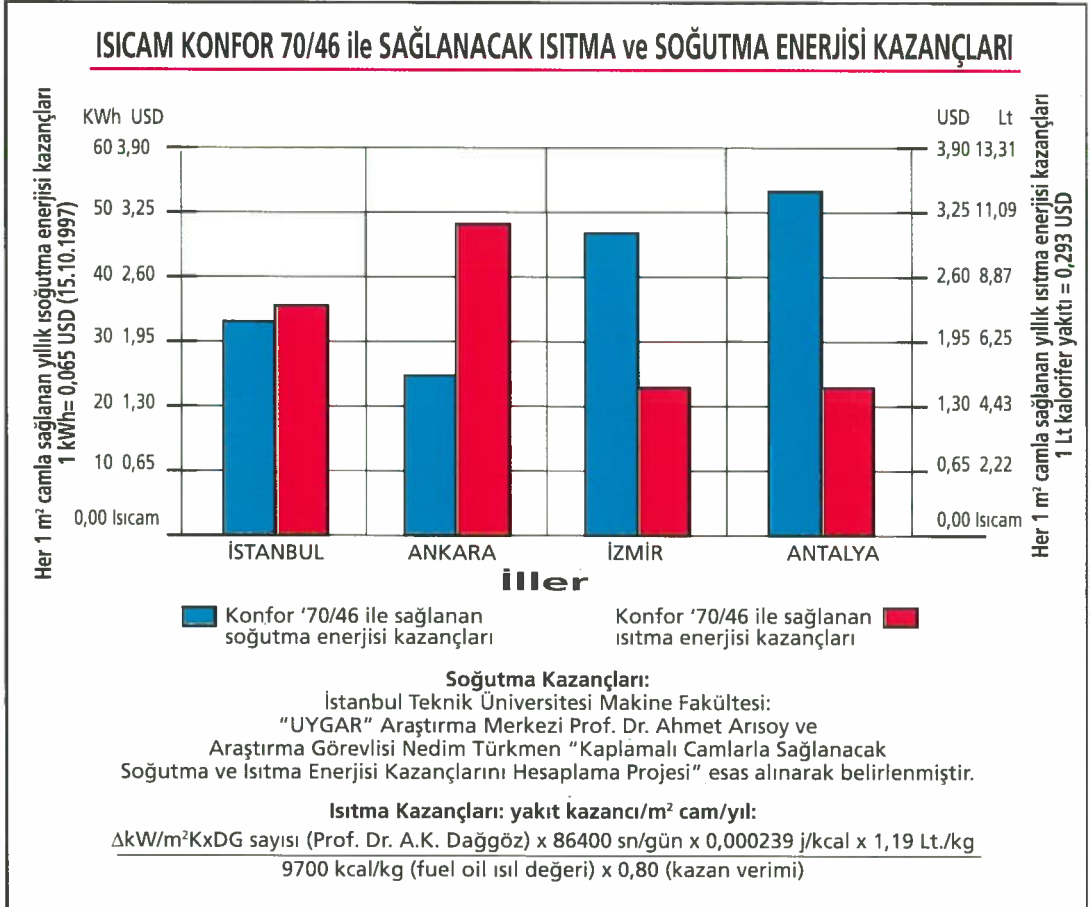
- Intercom giydirmeye cephe camlarında çift kaplamayla her 1 m²'den 1 yılda sağlanan ortalama ısıtma ve soğutma kazançları toplam 110 kWh; CO₂ salınımindaki azalma 75 kg dolaylarındadır.
- Aynı koşullarda Isıcam Konfor 70/46'nın tek kaplamasıyla sağlanan kazançlar ise toplam 70 kWh enerji+50 kg CO₂'dir.

Isıcam Konfor'dan beklenen asıl yararlar güney ve batı kıyılarımızın çift cam kullanımına; bütün Türkiye konutlarının da iklim kontrol kaplamalarına açılacak olmasıdır. Bu açıdan Türkiye'de her yıl yaklaşık 20 milyon m² camlama yapıldığı ve bunun yaklaşık yarısının çift cam olduğu varsayılabilirse, Isıcam Konfor 70/46 veya benzeri kaplamalarla Türkiye ölçeğinde sadece camlamadan sağlanabilecek bu günkü potansiyel kazanım yıllık 700 milyon kWh enerji + 500.000 ton CO₂ dolaylarındadır. Çift cam/tek cam oranının değişmesiyle de teorik kazançlar daha da artacaktır.

Almanya örneğinde 1995 Enerji Koruma yasasından sonra pencerelerde kaplamalı cam kullanım oranı % 95'lere yükselmiştir.

Bir başka açıdan baktığımızda ise 3.5 kWh enerji harcayarak üretilen 1 m² IMF'70 kaplamanın örneğin 25 yıllık ömrü süresince geri kazandırdığı enerji yaklaşık 1750 kWh'tir. Enerji dengeleri açısından bu kaplamanın verimi 1'e 500'dür.

İklimsel felaket anlamına gelen CO₂ emisyonlarının azaltılması doğrultusundaki uluslararası anlaşmaları Türkiye'nin de imzaladığı unutulmamalıdır.



8. EVRİMİN NERESİNDEYİZ ?

Isıcam Konfor ve Dünya'daki benzerlerinde kullanılan bu çok amaçlı ve yetenekli iklim kontrol kaplamaları geleceğin akıllı camlarından önceki kategorik gelişmenin son halkasıdır. Bu kategoride bundan sonra 2 veya daha üzerinde seçicilik katsayıları; daha az yansıma, daha az renklilik ve daha düşük yayınımlar (ϵ) hedefleyen hat dışı kaplamalar arasında kıyasıya bir rekabet yaşanacaktır. Demir oksit oranı azaltılmış "ekstra saydam" camlar da giderek bu yarıştaki yerini alabilecektir.

Isıcam Konfor'a bugün rakip olan ürünlerin üretiminde de benzer veya farklı teknolojiler kullanılmaktadır. Rekabet ortamında marjinal farklılıkların bile çok önemli avantajlar sağlayacağı göz önüne alındığında, ürün geliştirme sürecini sürekli ve etkin kılmak teknolojik yarışta ayakta kalabilmenin yegane yoludur.

Alman yönetmeliğindeki 1,1 k katsayılarında olduğu gibi keskin yasal çizgiler "oyunu" Dünya ölçeğinde "ya hep ya hiç" noktasına doğru yönlendirmektedir. İklim kontrol çözümlerinde bundan sonraki kategorik gelişme mevsimlere ve/veya komutlara uyarak tavır değiştiren akıllı camlarla mümkün olacaktır.



Saydamlaşan kurumlar ve saydam yapılar
"Reischtag" Alman Parlamento Binası Yenileme Projesi - Mimari Norman Foster ve Ort. Parlamento ana toplantı salonu üstündeki kubbe

Elektro/termo/foto "kromik" camlar bu günden Dünya pazarlarında satılmaktadır. Unutmayalım ki, önümüzdeki hedef "Sıfır Enerji Yapıları" dır. Bu yarışta var olmak gelecekte de var olmanın ön koşuludur.

9. YENİ DÜNYA DÜZENİNDE

- Toplumsal ve bireysel ihtiyaçlarla gündem hızla değişmekte ve çeşitlenmekte;
- "Tek pazar" ve "tek ekonomi" Dünya'nın ortak ideolojisi haline dönüşmekte;
- Satışların ağırlığı ise sadece mal ve malzemedен, önceden tasarılanmış çözümlere kaymaktadır.

Talep artık "4 mm kalınlığında pencere camı" değil örneğin,

"Kışın ısınma, yazın soğutma giderlerini azaltan; gece içerde ışık yanarken dışarının görünmesini engellemeyen; üzerine düştüğümüzde bizi yaralamayan ve hatta kırılma bile içinden geçerek dışarı düşmeyi engelleyen; fırtına ve depremlere dayanıklı, havaalanı veya trafik gürültüsünü içeri geçirmeyen; daha önceden seçilmiş belki granit rengi ile uyumlu bir camlama"dır.

Bu reçete istendiği şekilde uzatılabilir veya değiştirilebilir.

Tüketici, artık genel veya özgün (ve hatta, zaman zaman "karpis" sınırlarına dayanan) taleplerine en iyi yanıtı veren ürün veya çözümü, kendisine en uygun maliyetle, en az zahmetle ve "yerel" tercihlerle sınırlı olmaksızın edinmek istiyor. Bu durumda "kendi pazarımızda bile" Dünya üreticileri ve ürünleri rakiplerimiz olduğu için gelişme hızlı, esnek ve Dünya standartlarında yeni nitelikler kazandırılmış çözümlere yönelik olmalıdır.

KALİTE ve MALİYET AÇISINDAN CAM HAMMADDELERİ

Eşref Aydın

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

ÖZET

Soda-kireç camlarını genel olarak 5-6 hammaddenin (kum, soda, kalker, dolomit, feldspat Na/K, potas) 1450-1600°C sıcaklıkta eritilerek bir araya getirilmesi ile 8-9 oksitten (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , SO_3) oluşurlar.

Hammaddelerde temel gereksinimler fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kararlı olmasıdır. Bu, üretilen ürünün kalitesi ve işletme parametrelerinin kararlılığı açısından önemlidir.

Cam harmanında tane iriliği kontrol kriterleri asıl hammadde olan kumun etrafında oluşmalıdır. Camın erime karakteristiklerini kumun davranışı belirler. Kum ince ise kolay erime ve zor afinyasyon şartları oluşurken; iri kum ise tersi bir davranış gösterir. Genel kabul gören kriterler çerçevesinde kum için 0.5 mm üstü ve 0.1 mm altının %5'er den fazla olmaması yeğlenir. Kalker, dolomit ve feldspat içerisinde iri taneli serbest kuvars olmamalıdır; aksi takdirde yüksek çeşitli günümüz fırınlarında taş hatasına neden olur.

Kalker ve dolomitin 800-900°C aralığında CO_2 içeriğini atarken aşırı patlama ve sıçramalar (dekrapitasyon) nedeniyle tozumaya olumsuz katkıları olur. Özellikle 0.5 mm üstü kısmında kalkerde dekrapitasyon çok şiddetli olur (dolomite kıyasla 4-5 kat daha fazla). Tozumaya etkisi olan, kalker ve dolomitin iri kısımlarının davranışlarıdır. Bu malzemelerin ince kısımları hızlı bir şekilde sinterleştiği için tozumaya olumsuz katkıları yoktur. Bu nedenle kaynağına ve mineralojik özelliğine bağlı olarak kalker ve dolomit için üst tane iriliği dekrapitasyonun minimum olacağı davranışa göre belirlenmelidir.

Fe_2O_3 miktarı üretimin tümüne göre değişir; züccaciye için % 0.015 tercih edilirken, şişe ve float için % <0.1 istenir. Hammadde maliyetini arttıran en önemli faktör uygulanan cevher zenginleştirme kademeleridir. Düşük Fe_2O_3 içeren kum için yüksek maliyetler ödemek yerine demiri yüksek kum kullanarak renksizleştirme uygulamak bir çözüm olabilir.

Hammaddeler genel olarak cam tesislerine yakın yerlerden temin edilmeli. Bunun maliyetler açısından önemi büyüktür. Yüksek bedeller ödeyerek uzak yerlerden temin edilen iri taneli kumun getireceği avantajlar (az tozuma) daha ince taneli kumun getirebileceği avantajlarla (hızlı erime) dengelemesi ihtimal dahilinde olabilir.

Hammadde spesifikasyonlarına daha gerçekçi bakmamız durumunda, kaliteden taviz vermeden, maliyetler açısından önemli avantajlar yakalamak mümkündür. Örneğin feldspatik kum kullanımı, feldspatların ikiz (Na/K) olabilecekleri, alümina seviyelerinin katı olarak %18-19 yerine, %15-18 olması, veya bazı üretimler için feldspat yerine perlit kullanılması, kalkerin saf kalker yerine dolomitik kalker olması, sodyum sülfat yerine doğal hammadde olan alçıtaşı kullanılması gibi daha esnek bakış sergilememiz gerekir. Bu şekilde, yerli kaynaklardan daha fazla yararlanma açısından Maden Grubumuz önemli avantajlar elde etmiş olacak ve doğal olarak maliyetlere olumlu yansımaları olacaktır.

Cam kırığı oranının artırılmasının açık avantajları yanında; cam kırığının da hammadde titizliği ile bakılması zamanı gelmiştir. Diğer hammaddelerde analiz sonuçları açısından çok titiz davranılırken % 25-50 seviyelerinde kullanılan cam kırığının tertemiz olduğunu varsaymak haksızlık olur.

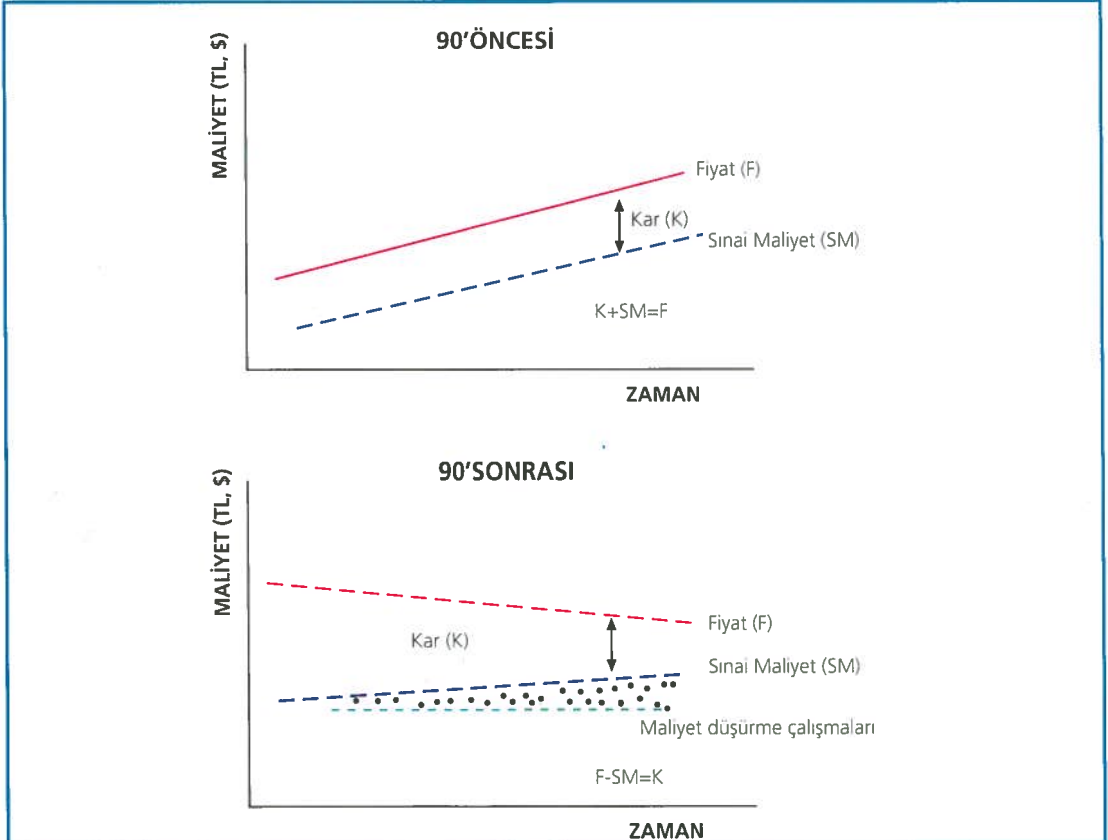
Bu çalışmada, cam hammaddeleri ve genel olarak cam üretimi konularında aşağıdaki sorgulamaların yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

- İlgili herkesi, cam hammaddeleri konularında alışılmıştan farklı ve esnek düşünmeye,
- Kalıplaşmış düşünceleri sorgulamaya,
- Ellerimizi taşın altına sokmaya,
- Teknolojik tecrübemize güvenerek kararlarda risk alma cesaretini göstermeye,
- Hep takipçi değil, bazen ve bazı konularda öncü olabileceğimizi göstermeye.

Önemli görülen aşağıdaki temel konulara farklı bakış örneklemeleri sunulmaktadır.

- Kum için kimyasal ve fiziksel özelliklere daha rasyonel bir bakış,
- Feldspat için speklerin esnetilebileceği imkanı
- Düzcam ve şişe üretimlerinde **FELDSPAT** yerine, ülkemizde yaygın bulunan, **PERLİT (Volkanik Cam)** kullanım imkanı
- Kalker ve Dolomit için kimyasal ve fiziksel özellikler açısından yepyeni bir bakış

Maliyetlere bakış, global ekonomik şartlarda, 90'lı yıllardan sonra tamamen değişmiş durumdadır. Her üretim türü için, bu arada hammadde maliyetleri içinde, bu bakış geçerlidir.





ŞİŞECAM

Endüstriyel üretim sürecinde, ürün maliyetine, zaman içinde farklı şekilde bakılır olmuştur. Hammaddelerin hangi jeolojik ortamlardan geldiği önemlidir. İlgili yerin yol, elektrik, su koşulları yeterli midir?



Cam üretiminde kullanılan hammaddelerin ve cam kalitesi için maliyet ve kalite bağlamında önemli başlıklar:

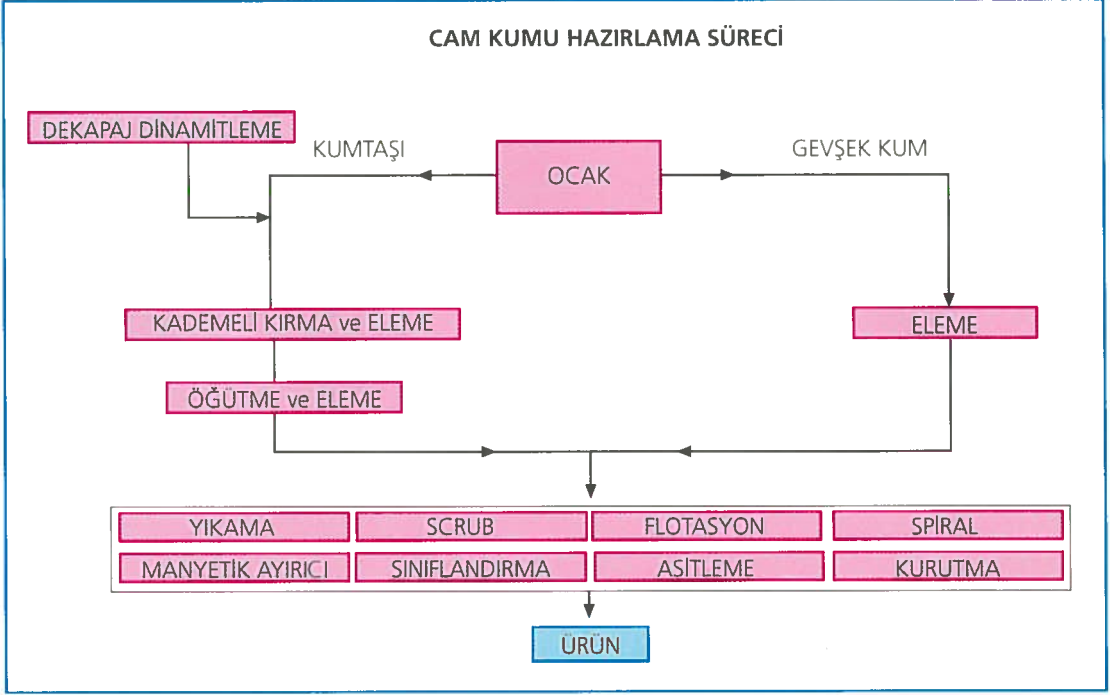
HAMMADDE SEÇİM KRİTERLERİ

- Fiyat, maliyet
- Kaynağın Jeolojik durumu
- Nakliye
- Elde edilebilirlik (Maden Hazırlama)
- Kimyasal ve fiziksel özelliklerin kararlılığı
- Emisyon katkısı
- Uygun tane iriliği dağılımı
- Safsızlıkların mertebesi

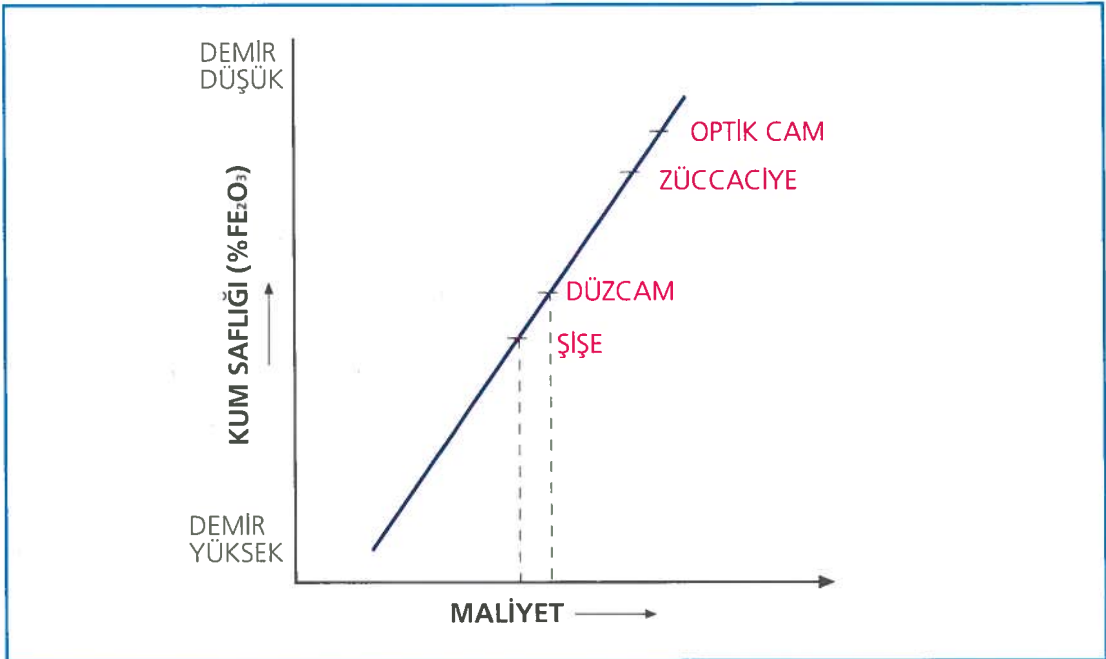
SAFSIZLIK TÜRLERİ

- Taş ve düğme yapıcı refrakter nitelikli mineraller
Kromit, alümina, spinel vs.
- Renklendirici elementler
Fe, Cu, V, Cr, Ni, Co, Mn.
- Oksidan / İndirgen malzemeler
Karbürler, metalik Al, Ni, kömür,
Organik malzeme.

Cam üretiminde en önemli girdi olan kum üretiminin hazırlama süreci ana kum kaynağının niteliğine bağlı olarak pahalı veya ucuz olabilir. Yoğun emek gerektiren kumtaşı veya kuvarsit gibi yatakların işletilmesi oldukça pahalıdır.



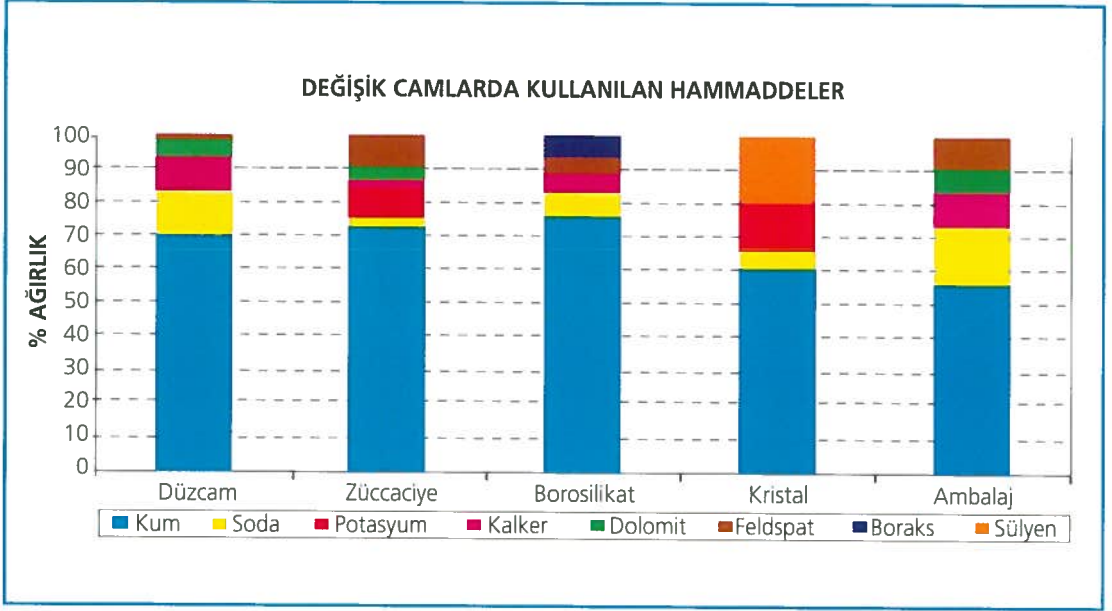
Kumun nihai kalitesi (içerdiği Fe_2O_3 miktarı, vs.) üretilcek camın kalitesi ile doğrudan ilgilidir. Renksizleştirme ile bir miktar demir maskelenebilir. Her ürün türü için farklı kalitede kum gerekir. Örneğin , düzcama kumunun şişe kumu olarak kullanılması maliyete olumsuz etki eder.



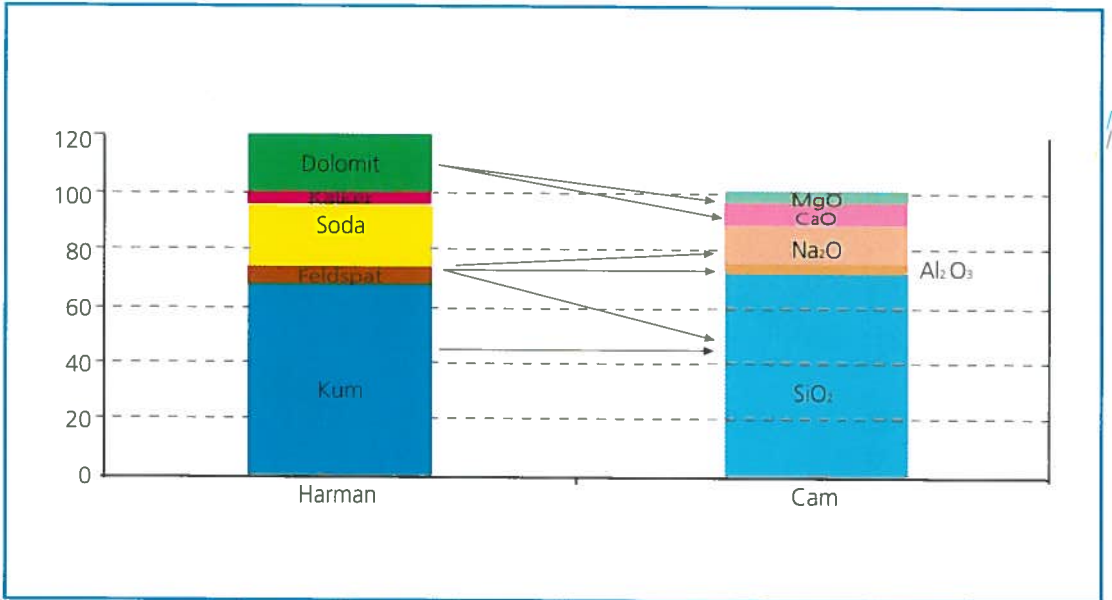


ŞİŞECAM

Şişecam'da üretilen temel cam türleri için kullanılan hammaddeler aşağıda verilmiştir.



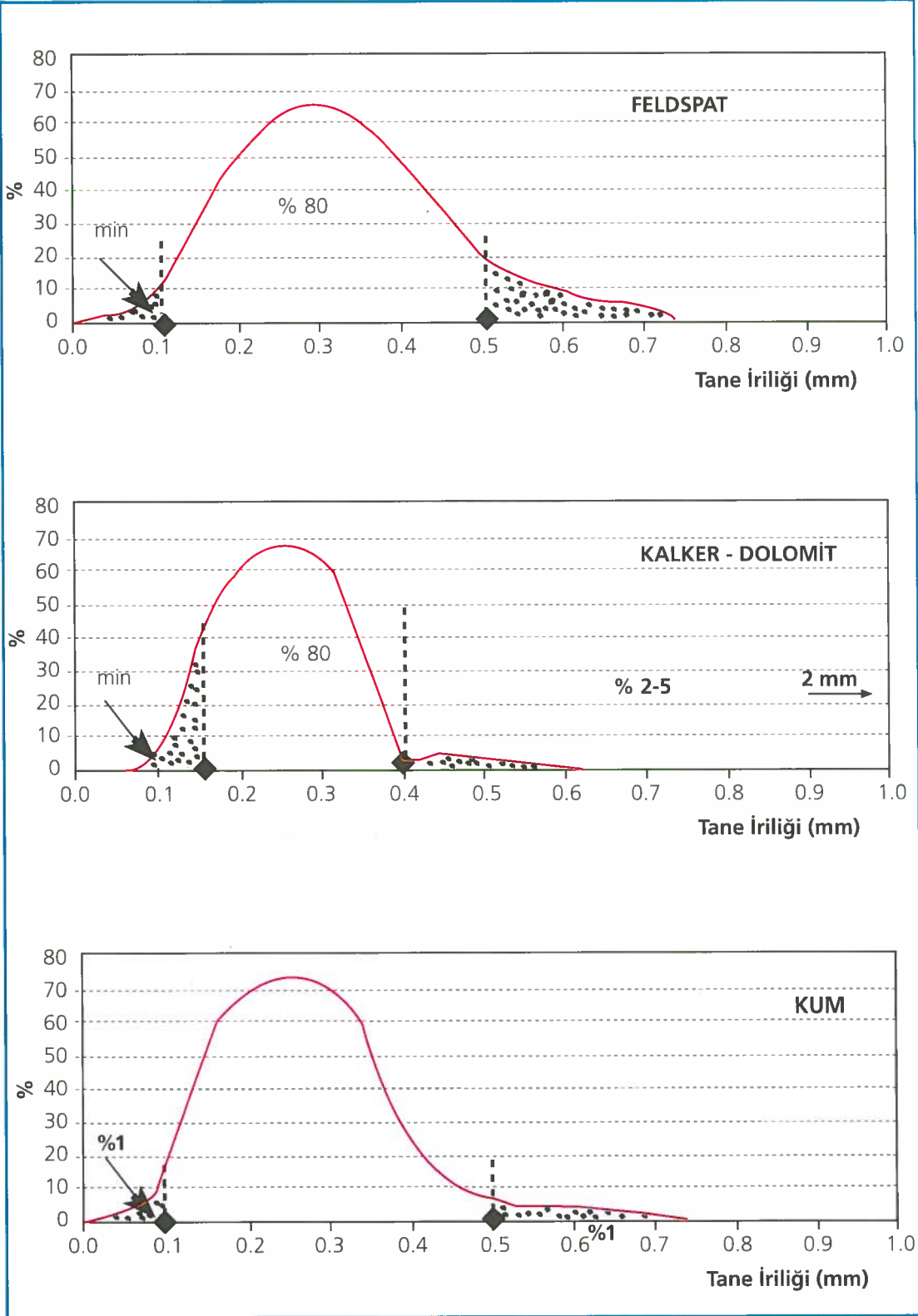
Tipik bir cam harmanı ve hammaddelerin oksit katkıları





ŞİŞECAM

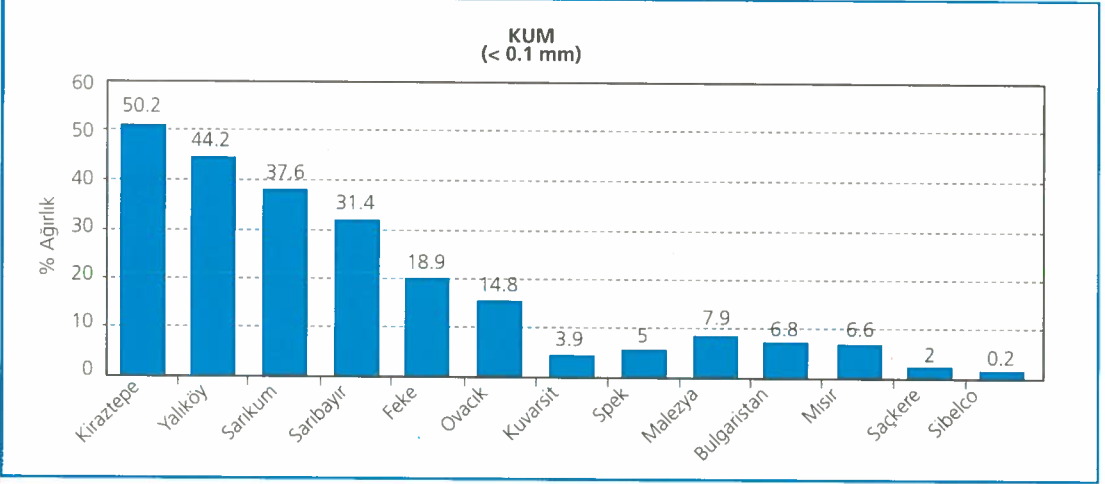
St. Gobain, kendi üretiminde (düzcama) kum, feldspat, kalker ve dolomit için aşığıdaki tane iriliğı aralıklarını kullanmaktadır.



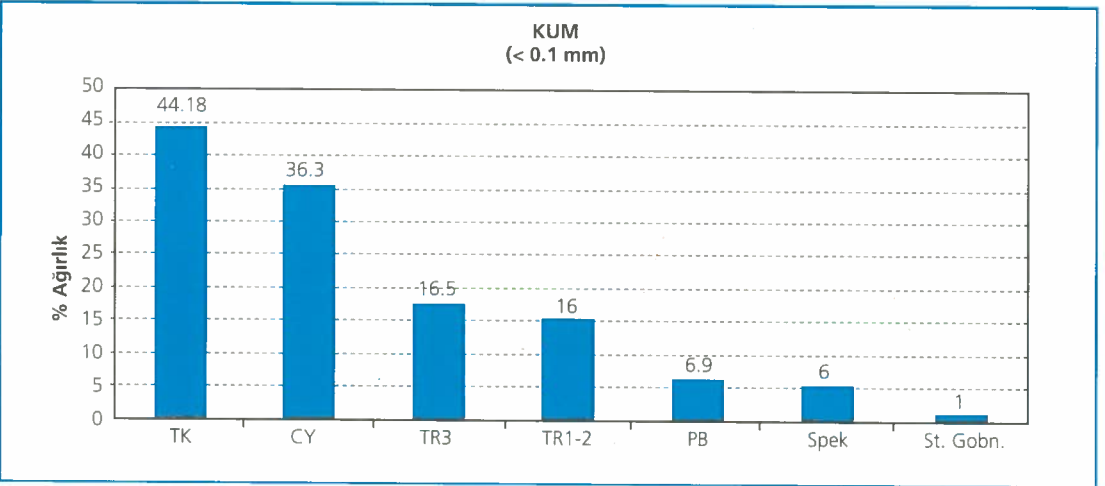


ŞİŞECAM

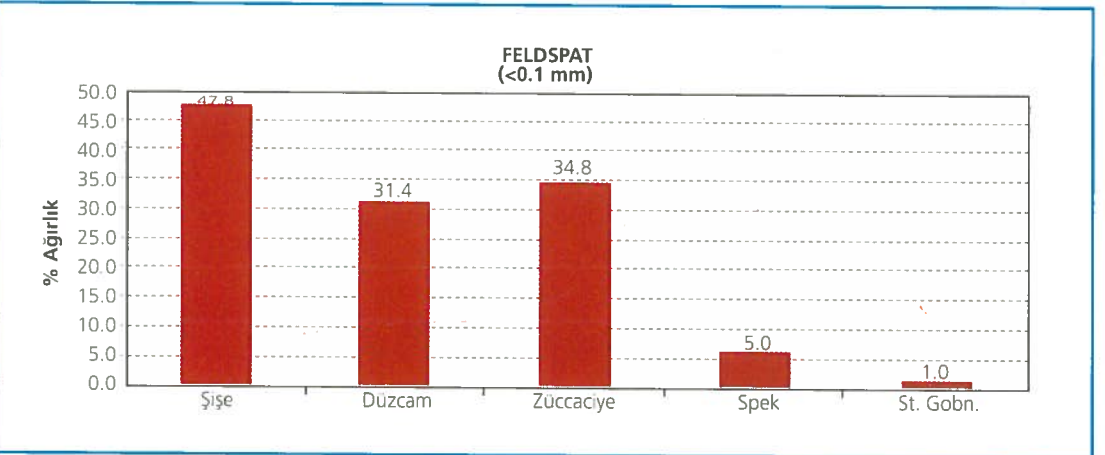
Şişecam'da kullanılan kumların -100 µm değerleri



Şişecam'da kullanılan kumların ürün türüne göre nihai durumları. Farklı kumlar karıştırılmaktadır.



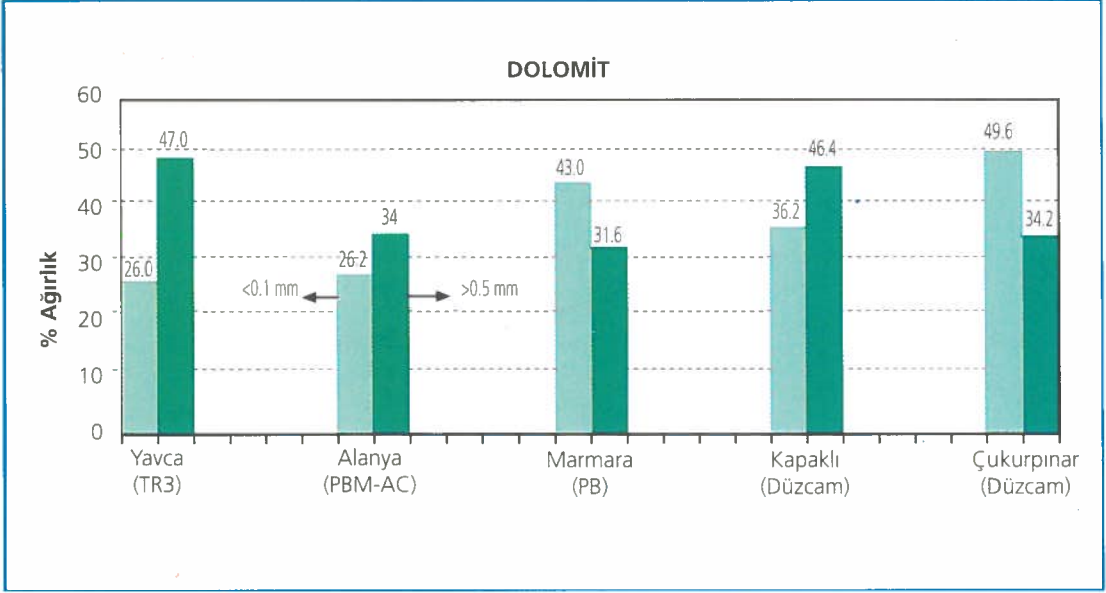
Düzcam, şişe ve züccaciye üretimlerinde kullanılan feldspatlarda -100 µm mertebeleri



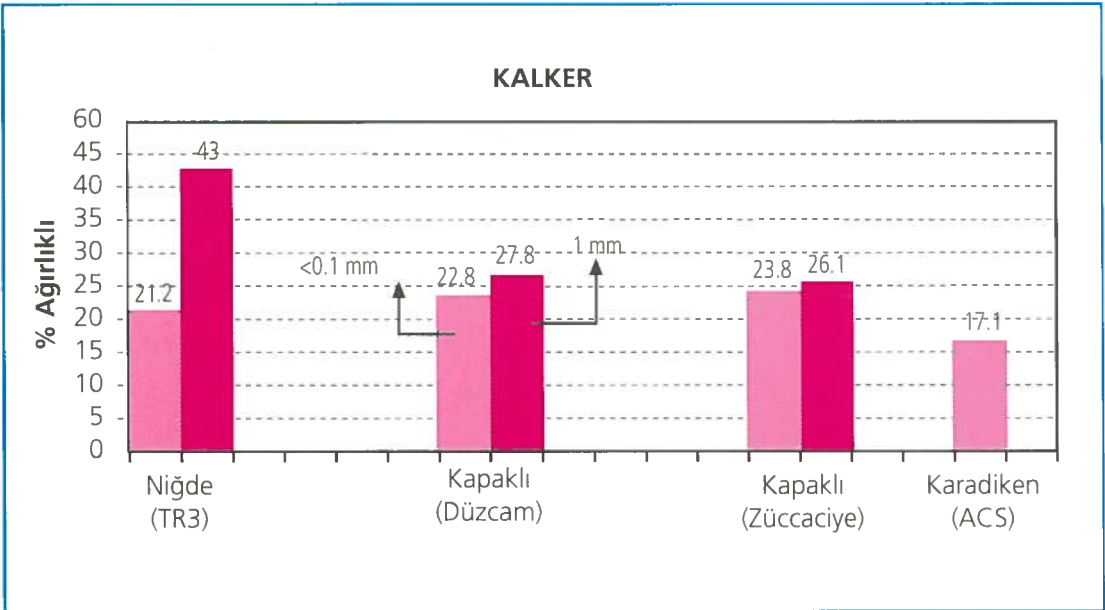


ŞİŞECAM

Değişik dolomitlerin kullanılan ürünlerdeki kritik (-100 µm,+500 µm) değerleri



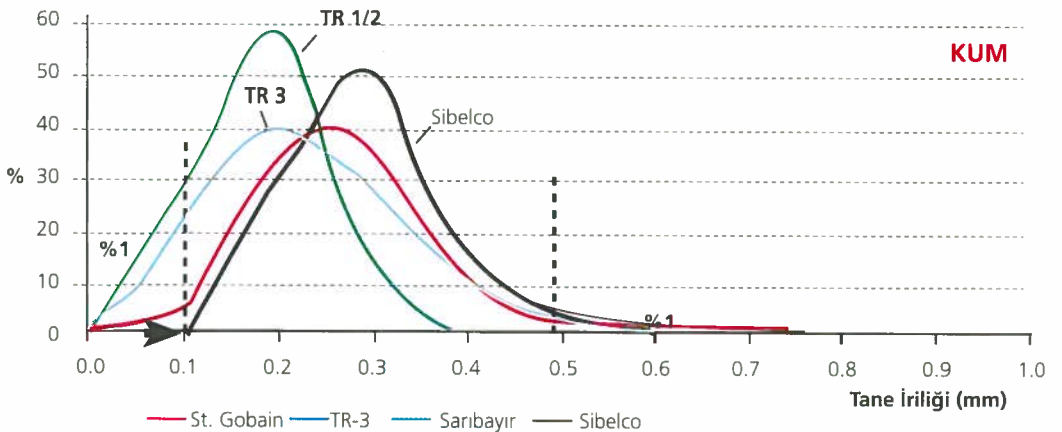
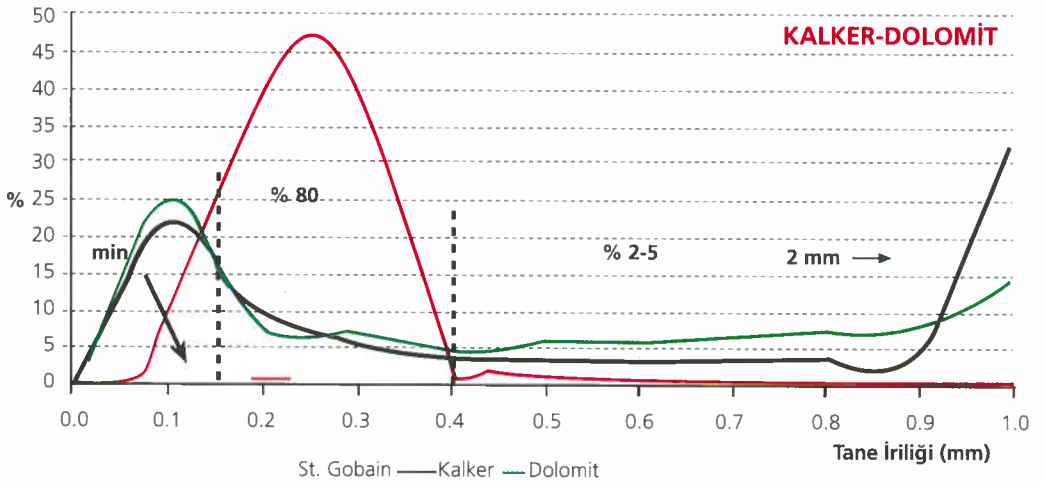
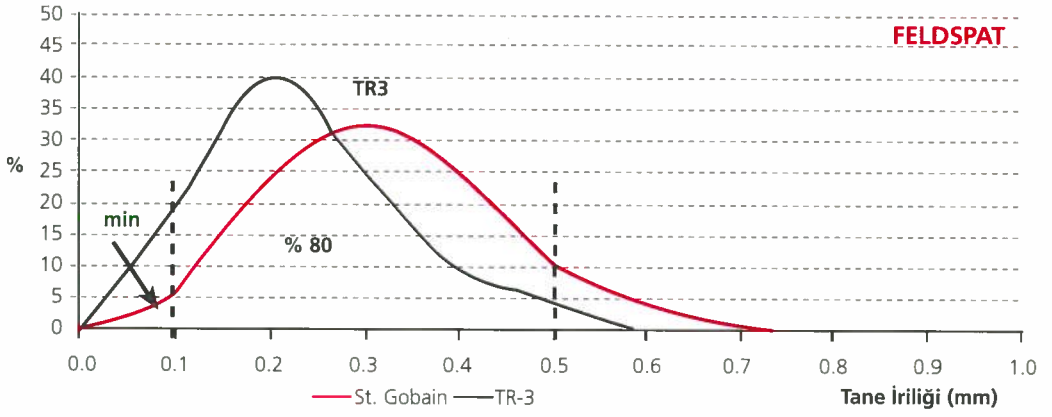
Değişik kalkerlerin farklı ürün türlerindeki kritik (-100 µm,+500 µm) değerleri





ŞİŞECAM

Düzcam üretimimizde kum kalker-dolomit ve feldspat hammaddelerinin granülasyon özellikleri. (Karşılaştırma için St. Gobain limitleri verilmiştir.)



Düzcam üretiminde felspatik kum kullanımı, bulunabildiği takdirde, kolaylıkla ve daha düşük maliyet nedeniyle (felspat varlığı) kullanılmalıdır. Yurtdışında da kullanılmaktadır.

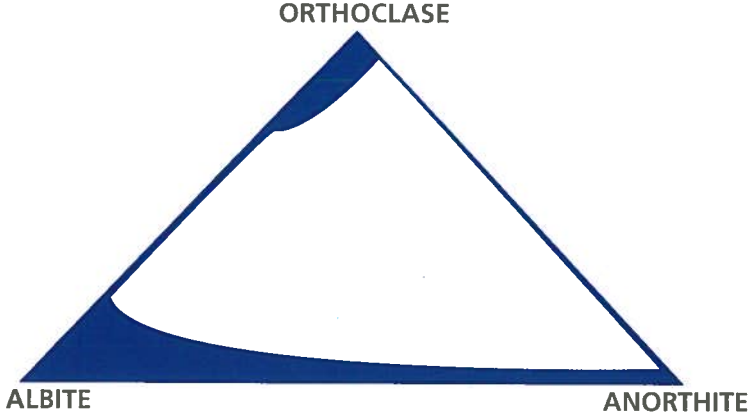
Kimyasal Özellikleri

OKSİT	A			B		C	TR ^{1/2} TR3	
	K-SAND	AKW SAND	D-SAND	P	M		SARI BAYIR	OVACIK
SiO ₂	97.6	97.9	99.1	99.39	99.45	99.5	99.2	97.7
Al ₂ O ₃	1.2	1.1	0.3	0.39	0.24	0.25	0.18	0.94
Fe ₂ O ₃	0.03	0.03	0.09	0.025	0.032	0.03	1.112	0.104
Na ₂ O	0.11	0.10	0.04	0.02	0.02	-	0.03	0.04
K ₂ O	0.7	0.6	-	0.05	0.05	-	0.05	0.4

Fiziksel Özellikleri

+0.7 mm	% 1.6	% 0.04						
+0.6 mm	% 12.5	% 0.6						
+0.5 mm	% 38.4	% 2.8	% 0.01	% 0.1	% 0.3	% 0.3	% 0.3	% 0.2
-0.5/+0.1 mm	% 60.4	% 95.1	% 99.4	% 91.8	% 99.6	% 99.6	% 68.3	% 85
-0.1 mm	% 0.45	% 2.3	% 0.5	% 8.1	% 0.1	% 0.1	% 31.4	% 14.8

Feldspatlar doğada stokiyometrik özelliklerde zor bulunurlar. Dolayısıyla saf albit için ısrar etmek yerine karışım feldspatı kullanmanın daha yararlı olacağı düşünülebilir. En önemli öge Al_2O_3 ve alkalinin sabit ve kararlı olmalıdır.



ALÜMİNA KAYNAKLARIN ÖZELLİKLERİ

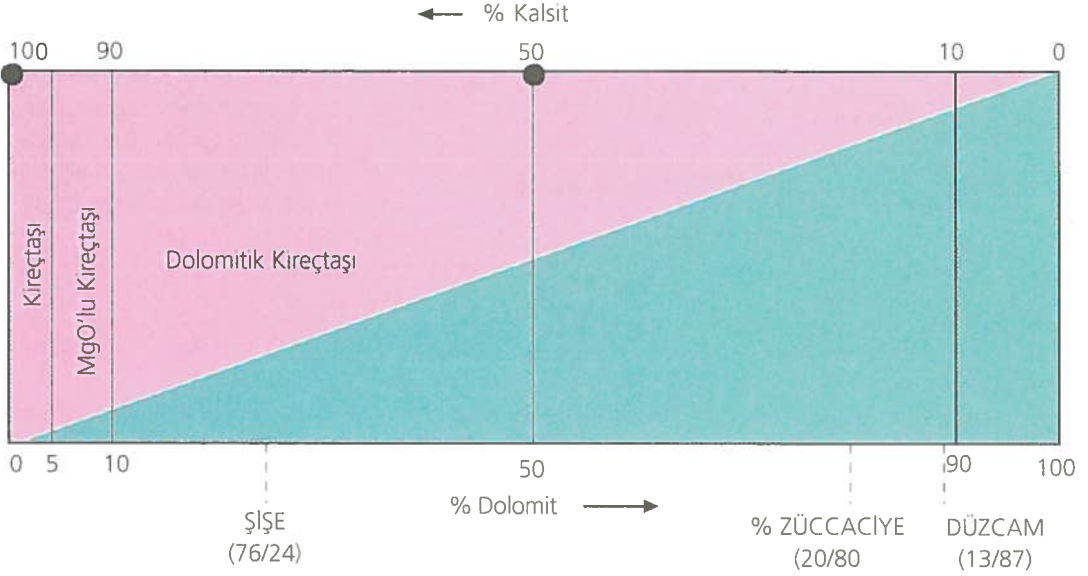
Çeşitli kriterler dikkate alınarak Al_2O_3 kaynağı olarak feldspat, nefelin siyenit, yüksek fırın ve perlit kullanılabilir. Perlit, Fe_2O_3 içeriği düşük olduğu takdirde, cam üretiminde ilginç bir Al_2O_3 kaynağı olarak kullanılabilir.

ÖZELLİKLER	Al_2O_3	Feldspar	Nefelin Siyenit	Yüksek Fırın	PERLİT Volkanik Cam
Maliyet	↑ ↑	↑	↑ ↑ ↑	↑	↑
İmpurite	↓	↑ ↑	↑	↑ ↑ ↑	↑ ↑
Erime hızı	↓	↑ ↑	↑ ↑	↑	↑ ↑ ↑
Homojenlik	↑ ↑	↓	↑	↓	↑ ↑
Bulunabilirlik	↑ ↑	↑ ↑	↑	-	↑ ↑ ↑

%

SiO_2	-	67.5-	60.1	34	74.4
Al_2O_3	99.7	18.0-	23.5	13.5	12.98
Na_2O (Na/K)	-	6.9/4.0	10.4	-	3.01
K_2O (K/Na)	-	10.4/3.0	5.0	-	4.68

Kalker ve dolomit doğada önemli oranlarda birbirini ikame edecek nitelikte bulunurlar. Kalker içinde mineralojik açıdan % 15 dolomit rahatlıkla bulunabilir. Her iki hammadde için verilen CaO ve MgO'nun uygun oranlarda bulunabileceği dolomitik kireçtaşı ve kalsitik dolomit hammaddelerinin kullanımı avantajlı olabilir.

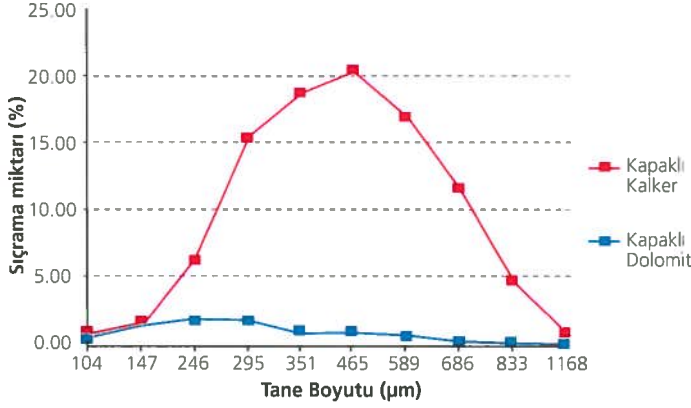


	CaO	MgO
ŞİŞE	49.2	4.8
ZÜCCACİYE	37.6	14.1
DÜZCAM	34.11	17.11

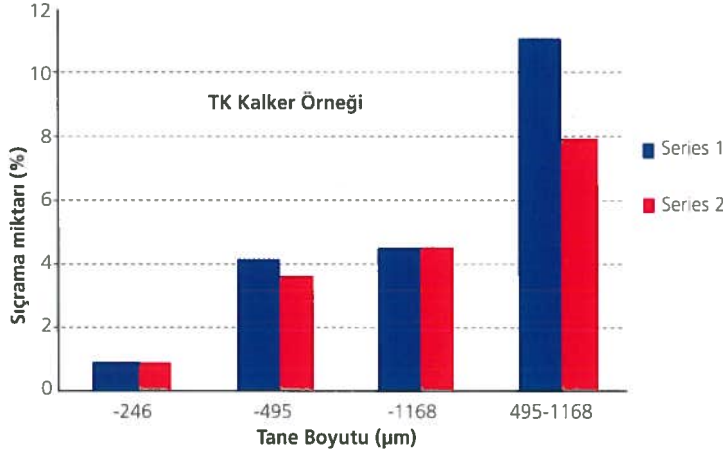
Kalker ve dolomit için aşağıdaki özellikler önemlidir. Kalker ve dolomit granülasyon limitleri dekrapitasyonun minimum olacağı değerlere göre seçilmelidir.

KALKER VE DOLOMITİN ISIL DAVRANIŞI (DEKRAPİTASYON)

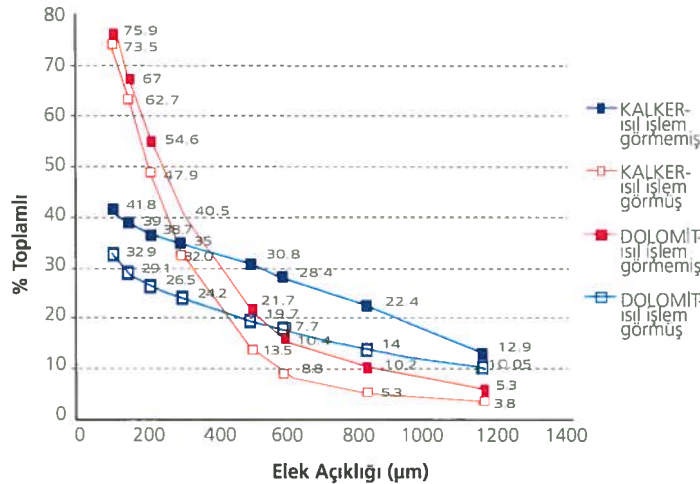
- Kalker ve dolomit 900-1000°C'lik bir sıcaklıkta bünyelerinde CO₂ atarak oksit haline dönüşürler. (= dekrapitasyon).
- Bu sırada parçalanarak toz haline gelirler ve doghouse civarında aşırı tozumaya neden olurlar.
- Kalkerde +40 mesh (> 0.5 mm) üstü iri taneler, ince tanelere kıyasla çok daha şiddetli parçalanma eğilimi gösterirler. Dolomit için genel olarak bunun tersi doğrudur.
- Harman ham maddeleri segregasyon ve homojenlik açısından ideal olarak benzer tane iriliği etrafında toplanırlar.
- Kalker ve dolomitin tane irilikleri dekrapitasyon olgusunun minimum olacağı şeklinde seçilmelidir.
- Kalker ve dolomitin doğal yapısı ile ilgili olan bu özellikten dolayı bu iki hammadde için "standart" tane iriliğinden bahsedilemez.



Kalker 500 µm civarında aşırı patlamaya (tozumaya) neden olmaktadır. 100 - µm altındaki taneler hızlı bir şekilde sinterleştiği için tozumaya neden olmazlar. Tozumanın esas nedeni +500 µm üzerindeki tanelerin patlayarak küçük parçalara ayrılmasına bağlıdır. Dolomitin bu özelliği ihmal edilecek düzeydedir.



Kalker için en kritik tane iriliği 500 µm-1168 µm arasındadır. Bu kısmın patlama özelliği brüt malzemeye (-1168 µm) kıyasla 2-3 kat daha fazladır.

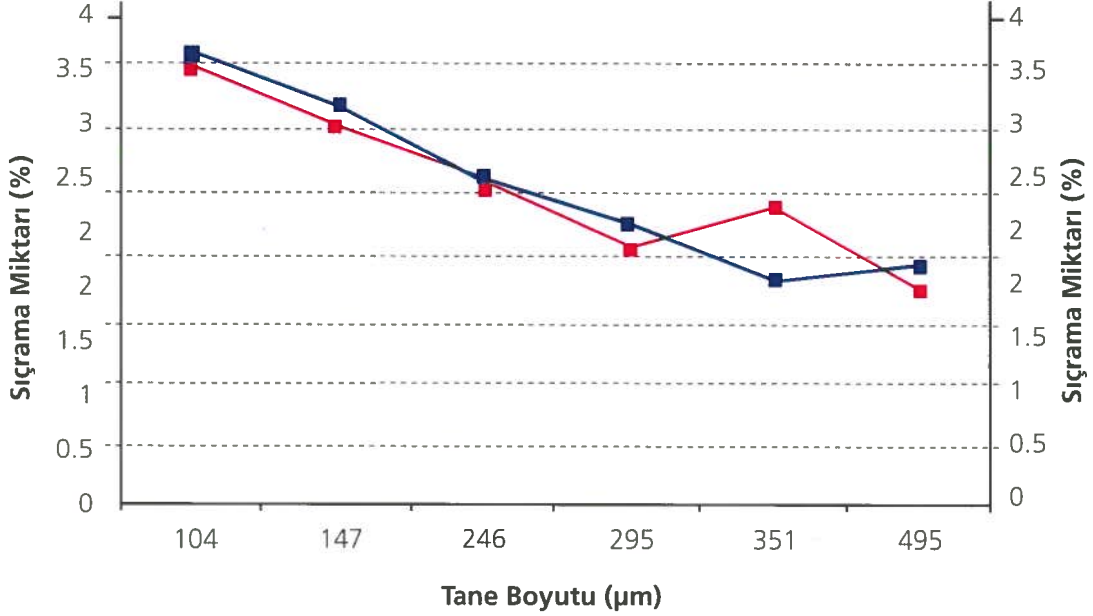


Kalker ve dolomit ısıtıldığı zaman (kalsine edildiğinde) mekanik şekilde öğütülmüş gibi granülasyon verir.

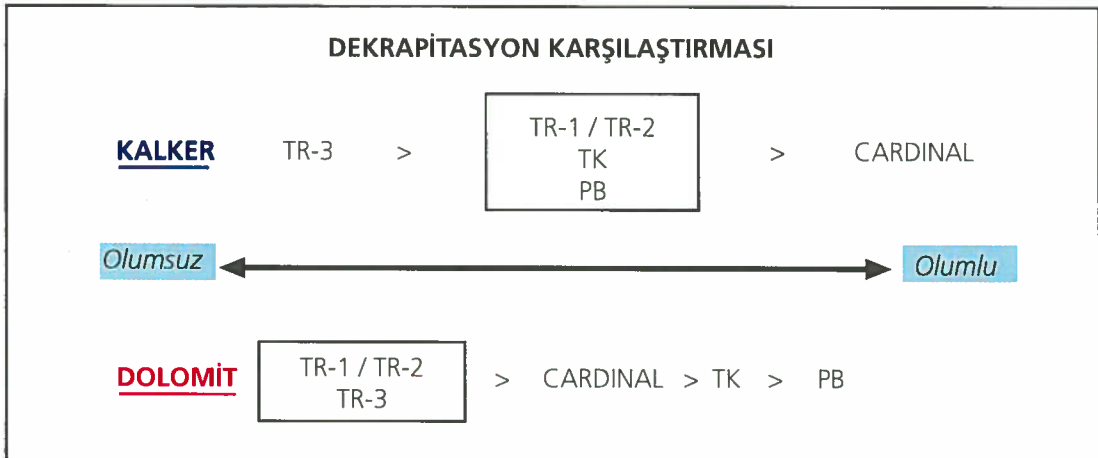


ŞİŞECAM

İnce oranı yüksek Sarıbayır kumu ile ince kısmı olmayan Sibelco kumlarına eşit miktarlarda kalker katılmış ve dekrapitasyon ölçümleri yapılmıştır. Sibelco ve Sarıbayır kumları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.



Kalker ve dolomit için dekrapitasyon karşılaştırması üretim kuruluşlarımız dikkate alınarak yapılmıştır. Özellikle kalker parçalanması (dolayısıyla tozuma) açısından bakılınca TR-3'ün olumsuz bir noktada olduğu söylenebilir. Cardinal (USA) kalkerini üst tane boyut sınırlaması (+0.6 mm çok düşük) olduğu için daha olumlu görülmektedir. Dolomit, kalkere kıyasla çok düşük düzeyde tozuma gösterir.



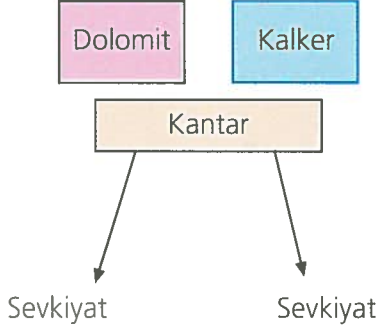


ŞİŞECAM

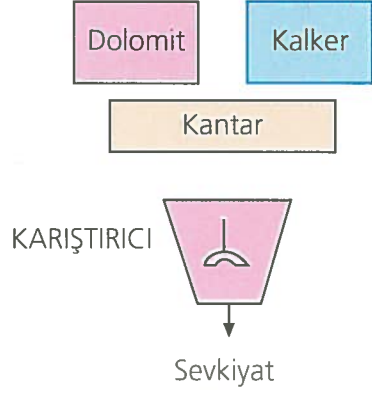
Maliyet düşürme için bir deneme: kalker ve dolomit Maden grubu tarafından, hassas şekilde tartılarak karıştırılıp, cam üretim şirketlerine gönderilirse önemli maliyet avantajları çıkabilir. (özellikle harman dairelerinde)

MADEN

MEVCUT DURUM

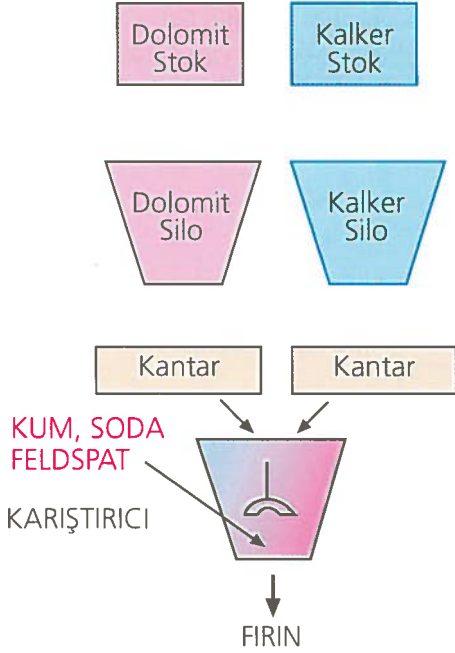


ÖNERİ

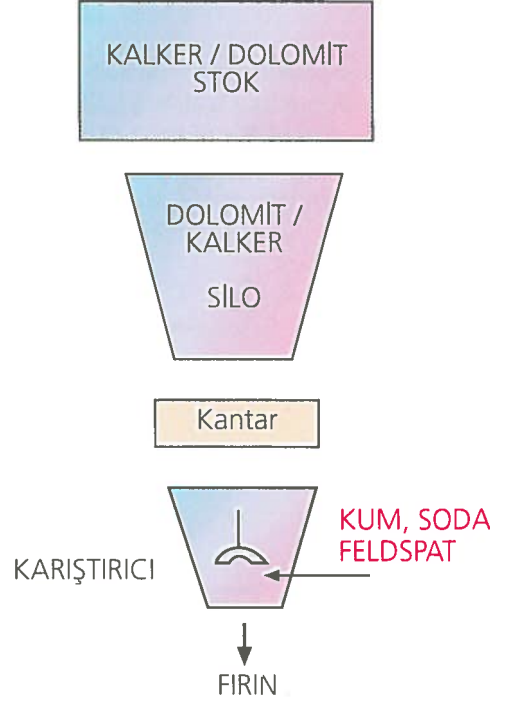


CAM ÜRETİMİ

MEVCUT



ÖNERİ



SONUÇ

Hammadde konusu, özellikle doğal olanlar (kum, kalker, dolomit ve feldspat) olabildiğince basit bir sunuş tarzı ile okuyucuya aktarılmıştır. Her grafik bir sonucu da beraberinde sergilemektedir.

Cam üreticisi ve hammadde tedarikçisi karşılıklı anlaşarak hammaddeler için spesifikasyon oluştururlar. Bunun amacı, temel bileşen veya bileşenlerin minimum; safsızlıkların ise maksimum seviyelerini belirleyerek kararlılıkta sürekliliği ve hammadde teslimatını garanti altına almaktadır. Spesifikasyon değerleri gerçekleştirilebilir ve gerçekçi olmalıdır; aksi takdirde maliyetlerde olumsuzlukların olması söz konusudur.

Hammaddelere özgü kalite bilgilerinin cam üreticisi tarafından sürekli izlenmesi gerekir. Tedarikçi belirli bir sertifikasyona (ISO 9000 vs.) sahip olsa bile kontrolün elden kaçmaması gerekir.

Cam hammaddelerinin kontaminasyona maruz kalması inanılmaz ve akıl almaz düzeyde basit hatalara bağlıdır. O nedenle bu konuda, sürecin her kademesinde ve herkesin aynı şeyi anlayarak alarm durumunda olması gerekir. Giren kontaminasyonun kendisi beş para etmez ancak astronomik boyutlara varan zararlara neden olabilir.

KAYNAKLAR

1. Roshstoffe für die Glasindustrie Huttentechnische Vereinigung der Deutschen Glasindustrie, 1998
2. **"Raw Materials/Batching"** W.C Bauer and J.E. Bailey, 1991 Ceramics and Glasses. Vol. 4, s. 379-385
3. **"Calcination"** J.W. Halloran, 1991, Ceramics and Glasses Vol. 4, s. 109-114.
4. **"Raw Materials Used in Glass Manufacture"** M.D. Lavender, 1997, Glass Production Techn. Int. s. 13-16
5. **"Raw Materials for Glassmaking"** P. Guttman, The Glass Researcher, 1896 -1996, s. 6-9 Alfred University, USA
6. **"Les Principales Matieres Premieres Verrieres"** J.P. Houdader, 1998, Verre Vol. 4, No: 6, S. 17-24

TOPLULUĞUMUZDA CAM HAMMADDELERİNDEN BEKLENTİLER ve YENİ KUM KULLANIMINA İLİŞKİN ÖRNEKLER

Melek Orhon

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

2 Haziran 1999'da Cam Araştırma Merkezi'nde yapılan "Cam Hammaddeleri" konulu atölye çalışmasında Şişecam üretim şirketlerinde günümüz koşullarında kullanılmakta olan hammaddelerin genel değerlendirilmesi yapılmıştır. Kaliteli bir üretim için hammaddelerde aranılan kriterler üzerinde durularak spesifikasyonların yeterliliği ve gerçekçiliği hususunda görüşler belirtilmiştir. Bu bildiri de atölye çalışması sonucunda ortaya çıkan hammaddeler ile ilgili güncel gelişmeler, özet olarak verilmektedir.

Ayrıca, float fırınlarında kullanılmakta olan kum için mevcut rezervlerin azalması tehdidinin artması üzerine, yeni kum alternatifleri, cam teknolojisi açısından incelenmiştir. Bu alternatiflerden Mısır ve Kurucaşile kumları kullanılarak hazırlanan harmanların erime ve afinyasyon özellikleri mevcut durumda kullanılmakta olan kumlarla hazırlanan harmanlarla karşılaştırılmalı olarak belirlenmiştir.

Kimyasal dayanıklılığının ayrı bir önem kazandığı cam ambalaj üretiminde, feldspatik yapısı dolayısıyla alumina ve alkali oksit miktarları diğer silis kumlarına kıyasla daha yüksek olan Safaalanı kumunun, şişe fırınlarında feldspat yerine kullanımı incelenmiştir. Erime ve afinyasyon özelliklerinin yanısıra bu kumun kompozisyonda yarattığı farklılığın viskozite değerlerine ve makine hızlarına olan etkisi belirlenmiştir. Kullanımı durumunda bahsedilen özelliklerde değişiklik meydana getirmeyecek uygun cam kompozisyonu tespit edilmiştir. Bu kompozisyonda eritilen camlarda yapılan toz testi sonuçlarına göre kimyasal dayanıklılıkta pozitif yönde gelişme olmaktadır.

1. GİRİŞ

2 Haziran 1999'da Cam Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilen "Cam Hammaddeleri" konulu atölye çalışmasında, öncelikle Camiş Madencilik A.Ş.'nin önümüzdeki yıllar için planlayıp gerçekleştireceği çalışmaları konusunda bilgiler verilmiştir.

Tüm üretim gruplarımızdan konu ile ilgili kişilerin ve Camiş Madencilik A.Ş.'nin katılımıyla 3 ayı grup halinde yapılan bu atölye çalışmasında hammaddelerden beklentiler irdelenmiştir. Ortaya çıkan görüşler aşağıda özetlenmiştir.

2. CAM HAMMADDELERİ ATÖLYE ÇALIŞMASI SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRMESİ

- Hammadde analizlerinin (kimyasal ve fiziksel) kararlı olması aranılan en önemli kontrol kriteri olarak belirlenmiştir.
- Partiler arasında oluşan farklılıklar \pm oynama limitleri içinde kalsa dahi -'den +'ya geçiş bir partiden öbür partiye olduğu zaman üretimde sorunlara neden olmaktadır. Üretim şirketleri bazında \pm limitlerin irdelenmesi gerekmektedir.
- Hammaddelerin kimyasal analizlerinde oksit içeriklerinden ziyade, stabilizasyonun daha önemli olduğu belirtilmiştir.
- Hammadde spektleri belirlenirken üretimin müsaade edebildiği (ince ve iri tane ve kimyasal kompozisyon açısından) optimum değerlerin her üretim şirketi bazında tespit edilmesinin daha uygun olacağı dile getirilmiştir.

- Tüm hammadde spektlerinin tekrar gözden geçirilerek yenilenmesi; spektlerin yenilenmesi sırasında, üretim şirketlerinin yöresel hammaddelere göre üretim tarzının gereksinimleri doğrultusunda oluşturulması (Ör: Tüm düzcamlar için aynı spekt yerine, yöresel hammaddeye göre düzcamların üretimi için uygun spekt tespiti) öngörülmüştür.
- Rezerv ve maliyetlerin optimumu açısından, kumda, alt tane boyut limitinin 105 mikron yerine 74 mikronla sınırlandırılması, yani -74 mikron üst limitinin artması, kalker ve dolomitte ise -74 mikron altının azaltılması ve ayrıca üst limitinde 1.5 mm ile sınırlandırılması hususlarında görüş birliğine varılması gerekmektedir. Serbest kuvarın (2 ila 1.5 m arası) kontrol edilmemesi ve varlığı, üst limitin 1.5 mm'ye indirilmesi gerekliliğini doğurmaktadır.
- Tane boyut spektleri belirtilirken alt ve üst limitlerin yanı sıra, elek fraksiyonlarının da kontrol kriteri olarak kullanılmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur. Gelen partilerde, arasıra bazı elek fraksiyonlarının (özellikle ince fraksiyonların) yoğunlaştığı görülmektedir. Üretimin böyle durumlarda etkilenmesi söz konusudur. Bu elek fraksiyonlarının belli partilerde yoğunlaşması yerine, partilere dağıtılması daha uygun olacaktır.
- Araştırma Merkezi, üretici ve kullanıcı arasında iletişimin daima canlı tutulması, tecrübelerin paylaşılması da, tüm gruplarda önemli husus olarak dile getirilmiştir.

Atölye çalışmalarının ikinci aşamasında alternatif hammaddeler üzerinde durulmuştur. Aşağıda verilen hammaddeler, alternatif olabilecek nitelikte bulunmuşlardır.

- Feldspatik Kum
- Düşük Al_2O_3 ihtiva eden feldspat
- İkiz Feldspatlar
- Nefelin Siyenit
- Perlit
- Yüksek Fırın Cürufu
- Na_2SO_4 yerine alçıtaşı
- Odun Kömürü yerine antrasit
- Kömür yerine yüksek karbonlu yağlar
- İnce hammaddeler kullanılarak cam kırığı üretimi

Yukarıda verilen alternatif hammaddeler konusunda özellikle düşük Al_2O_3 'li ve ikiz feldspatlar konusunda Camiş Madencilik A.Ş. Türkiye'de zengin yataklar olduğunu belirtmiştir. Mevcut spektlere kompozisyon açısından uymayan bu hammaddelerin kullanılabilirliğinin incelenmesini talep etmişlerdir. Üretim şirketleri de hammadde özellikleri kararlı olduğu takdirde spekt değerlerinin esnek olabileceğini, kullanımının avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi durumunda ise kullanabileceklerini vurgulamışlardır. Dolayısıyla tüm üretim şirketleri bazında hammadde spesifikasyonlarının mevcut hammaddeler gözönüne alınarak irdelenmesi gerekmektedir.

Alternatif hammaddelerden feldspatik kum, düşük alüminalı feldspat, nefelin siyenit, yüksek fırın cürufu ve perlit için Cam Araştırma Merkezi'nde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Diğer hammaddeler içinde numune tedariki durumunda, aynı tür çalışmalar yürütülecektir.

Camiş Madencilik A.Ş.'nin hammaddelerle ilgili hedefleri de aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

1. Düzcamlar Grubu

- 2000 yılından itibaren Trakya Fabrikası'nda Sibelco kumu yerine Mısır kumu kullanımına geçilmesi,
- 2001 yılından itibaren Yalıköy Sarıbayır kumu yerine Bartın Kurucaşile kumu kullanımına geçilmesi,
- HEDEF** - Rezerv Sorununu Çözmek
 - Ortalama -105 μ boyutunu %10'un altına çekmek
- Trakya Öğütme Tesisleri'nde -74 μ boyutunun dolomitte max. %20, kalkerde max. %15'e çekilmesi,

- 2000 yılından sonra boyut sorununu çözecek yeni bir kalker dolomit öğütme tesisi kurulması,
- Mersin Organize Sanayi Bölgesi'nde kurulan tesiste (kalker-dolomit) -74 µ tane boyutunun max. %10'a, üst boyutun ise 1.5 mm'ye çekilmesi, hedeflenmektedir.

2. CEE Grubu

- CEE üretiminde kullanılacak nitelikte kum rezervimiz olmadığı belirtilmiştir.
- Hem İstanbul, hem Mersin'de kuvarsit kullanılmakta, CEE kalitesinde kum üretilmektedir.
- Kaliteli kum ithal edilerek, kuvarsitlerle paçallanmaktadır.
- İthal kum/Yerli kum oranları 50/50'den 30/70 seviyelerine çekilmiştir.
- Bu durum orta vadede devam edecektir.

3. Ambalaj Grubu

- Rezervlerde tane boyutunun incelenmesi, taahhütlerin yerine getirilmesi için ithal kum kullanımını zorunlu kılmıştır. Hedef olarak maksimum %10 ithal kum alınmaktadır.
- Topkapı beyaz kum nem sorunu çözülmüştür. % 8-12 arasında seyreden nem oranı %6 olarak stabil hale getirilmiştir.

Camiş Madencilik;

- Araştırma Merkezi çalışmalarının kendi geleceklerine yön vermesini,
- Hammadde kullanıcılarının kaynak yaratacak, kalite ve maliyet olumluluğu sağlayacak önerileri uygulamaya imkan vermelerini,
- Kalite ile ilgili taleplerinde, oluşacak maliyet artışları ile camın rekabet gücünde sağlanacak olumlulukları dengelemelerini beklemektedir.

3. YENİ KUM KAYNAKLARININ CAM FIRINLARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Camiş Madencilik tarafından float fırınlarında kullanılması hedeflenen Mısır ve Kuruçaşile kumları, mevcut kumlarla karşılaştırmalı olarak cam teknolojisi açısından incelenmiştir.

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası'nda kullanılması düşünülen Mısır kumunun halen TR 1 ve 2 fırınlarında kullanılan Yalıköy (Sarıbayır) ve Sibelco kumları ile karşılaştırmalı olarak erime ve afinyasyon özelliklerinin incelenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır.

Bu kapsamda;

- Mısır kumu tek başına,
- %50 oranında Yalıköy kumu ile karıştırılarak,
- Yalıköy kumu tek başına ve,
- %50 oranında Sibelco kumu ile karıştırılarak,

TR-1 cam kompozisyonu verecek şekilde hazırlanan harmanlarda, harmandan ve habbeden arınma tayini deneyleri yürütülmüştür. Ayrıca, Mısır Kumunun TR-3'te kullanılan Feke ve Ovacık kumları ile karşılaştırılabilirliği amacıyla da, aynı tarz bir çalışma planlanmış ve bu kapsamda,

- Mısır kumu,
- Feke kumu,
- Ovacık kumu kullanılarak TR-3 kompozisyonu verecek şekilde hazırlanan harmanlarda, aynı testler yapılmıştır.

Kuruçaşile kumu da Yalıköy ve Sibelco kumları ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

3.1. Deneysel Çalışmalar

Deneysel olarak kullanılan Mısır, Sibelco, Yalıköy ve Kuruçişile kumlarının XRF spektrometresi ile yapılan kimyasal analizleri, eritilen cam kompozisyonları ile birlikte Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1 : Kumların ve eritilen camların kimyasal kompozisyonları (% ağırlık olarak)

Oksit	Mısır Kumu	Sibelco Kumu	Yalıköy Kumu	Kuruçişile Kumu	TR 1-2 Komp.	TR 3 Komp.
SiO ₂	99.24	99.62	99.33	99.29	72.0	72.15
Al ₂ O ₃	0.2	0.13	0.14	0.28	1.30	1.42
Fe ₂ O ₃	0.096	0.027	0.109	0.090	0.096	0.078
TiO ₂	0.064	0.029	0.131	0.080	0.112	0.064
CaO	0.1	0.01	0.01	0.06	8.36	8.36
MgO	0.02	-	0.02	0.02	4.18	4.18
Na ₂ O	0.01	0.01	0.04	0.02	13.75	13.52
K ₂ O	-	0.01	0.04	0.03	0.04	0.40
SO ₃	-	-	-	-	0.2	0.2

Tablodan da görüldüğü üzere kumların kimyasal kompozisyonları, birbirlerinden büyük farklılık göstermemektedir. Sibelco kumu, diğer kumlara kıyasla daha düşük Fe₂O₃ ihtiva etmektedir. Şişecam float camları kompozisyonunda Fe₂O₃ miktarı çalışmaların yapıldığı tarihte % 0.100 seviyesinde tutulmakta idi (Temmuz 1999 itibariyle bu oran %0.090 olmuştur). Bu seviyeyi korumak için gerektiğinde harmana hematit ilavesi yapılmaktadır.

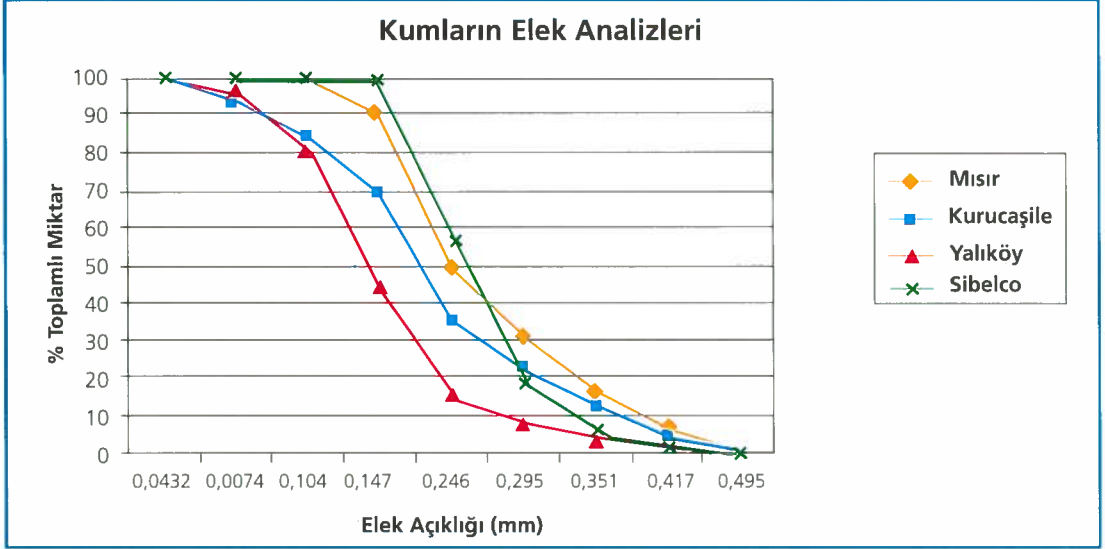
Kumlar arasında ki fark tane boyut dağılımları incelendiği takdirde ortaya çıkmaktadır. Tablo 2’de tüm kumların yüzde ağırlık olarak ayrışsal ve toplamı elek analizleri verilmektedir.

Tablo 2 : Kumların Elek Analizleri (% ağırlık olarak)

Tyler No.	Elek Açıklığı mm	Mısır Ayrım	Mısır Top	Sibelco Ayrım	Sibelco Topl	Yalıköy Ayrım	Yalıköy Topl	Kuruçişile Ayrım	Kuruçişile Topl.
+32	+0.495	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5
+35	+0.417	5.7	6.0	0.7	0.9	1.0	1.4	4.2	4.7
+42	+0.351	10.4	16.4	4.7	5.6	2.6	4.0	7.7	12.4
+48	+0.295	14.3	30.7	13.1	18.7	4.2	8.2	9.7	22.1
+60	+0.246	19.2	49.9	37.3	56.0	7.0	15.2	13.7	35.8
+100	+0.147	40.7	90.6	43.0	99.0	29.5	44.7	33.6	69.7
+150	+0.104	8.8	99.4	0.8	99.8	36.9	81.6	14.6	84.0
+200	+0.074	0.5	99.9	0.1	99.9	14.2	95.8	10.0	94.0
-200	-0.74	0.1	100.0	0.1	100.0	4.2	100.0	6.0	100.0
d ₅₀			0.246		0.254		0.145		0.200

Tablo 2 incelendiği takdirde Yalıköy kumunun haricinde diğer kumların tane boyut dağılımları benzerlik göstermektedirler. Sibelco kumu 0.150 mm’nin altında tane ihtiva etmemektedir.

Kurucaşile kumu, Mısır kumuna kıyasla daha ince olmakla beraber Yalıköy kumu kadar ince tane sahip değildir. Kumların d_{50} değerleri incelendiği takdirde ise Sibelco kumunun tane dağılımının dar bir bölgede yoğunlaştığı görülmektedir. Mısır kumu ise daha fazla iri boyutlarda tane ihtiva etmekle birlikte Sibelco kumuna kıyasla daha yaygın dağılıma sahip olduğu için, d_{50} değeri bu kumdan küçüktür.



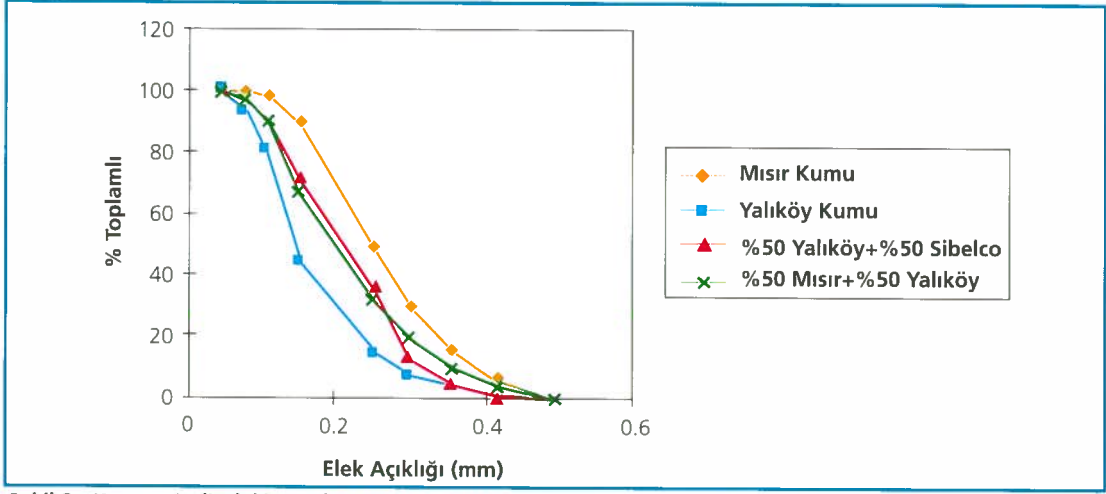
Şekil 1 : Kullanılan kumların tane boyut dağılım grafikleri

Mısır kumu ile Kurucaşile ve Yalıköy kumu ve Yalıköy kumu ile Sibelco kumu %50 oranlarında karıştırılarak deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Karışım halindeki kumların tane boyut dağılımları Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3 : Karışım Halindeki Kumların Tane Boyut Analizleri (% ağırlık olarak)

TYLER No.	Elek Açıklığı mm	% 50 Yalıköy + %50 Sibelco		% 50 Mısır + %50 Yalıköy		% 50 Mısır + %50 Kurucaşile	
		Ayrımsal	Toplamlı	Ayrımsal	Toplamlı	Ayrımsal	Toplamlı
+32	+0.495	0.3	0.3	0.35	0.35	0.15	0.15
+35	+0.417	0.85	1.15	3.35	3.7	5.2	5.35
+42	+0.351	3.65	4.80	6.5	10.2	9.05	14.4
+48	+0.295	8.65	13.45	9.25	19.45	12.0	26.4
+60	+0.246	22.15	35.6	13.1	32.55	16.45	42.85
+100	+0.147	36.25	71.85	35.1	67.65	37.15	80.0
+150	+0.104	18.85	90.7	22.85	90.5	11.7	91.7
+200	+0.074	7.15	97.85	7.35	97.85	5.25	96.95
-200	-0.074	2.15	100.0	2.15	100.0	3.05	100.0
d_{50}			0.211		0.200		0.230

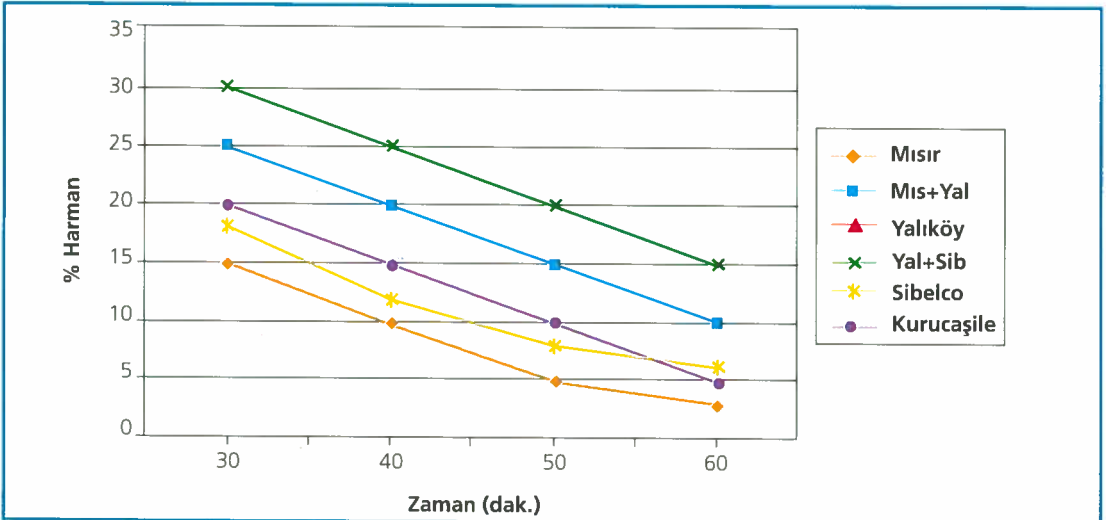
Kumlar karıştırıldığı takdirde ise, elde edilen d_{50} değerleri kumların tane boyut dağılımlarının birbirlerine yaklaştıklarını göstermektedir. 0.1 mm'nin üstünde tüm karışım kumlarında aynı miktarda tane vardır.



Şekil 2 : Karışım Halindeki Kumların Tane Boyut Dağılım Grafikleri

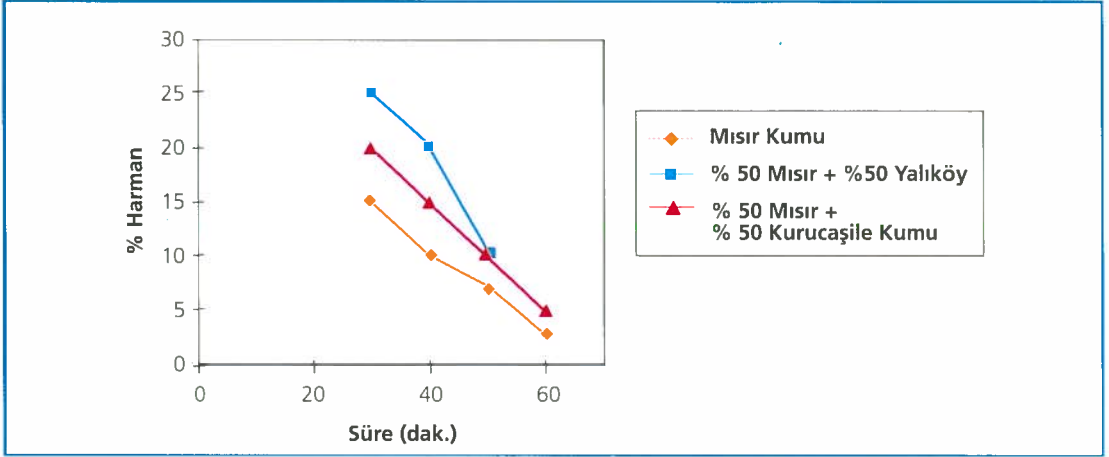
Bahsedilen kumlar ve karışım kumları kullanılarak hazırlanan harmanlarda, harmandan arınma süresi tayin deneyleri yapılmıştır. Erime deneylerinde, 100 gr cam verecek şekilde hazırlanan harmanlar, %95 Pt + %5 Au potalarda 1450 °C'lik elektrikli fırınlarda çeşitli sürelerde tutulmuştur. Daha sonra şeklini muhafaza edecek şekilde potadan çıkarılan bu camların, mikroskop altında yüzeylerinde kalan % harman miktarı Abak metoduyla tespit edilmiştir.

Şekil 3'de TR 1-2 kompozisyonunda farklı kumlarla eritilen harmanların, harmandan arınma süreleri verilmektedir. %100 Mısır kumu ihtiva eden harman, diğer kumları ihtiva eden harmanlara kıyasla daha önce erimmiştir. Yalıköy kumu daha ince taneli yapıya sahip olmasına rağmen yaygın tane boyutu dağılımı sebebiyle, Mısır kumundan daha geç erimektedir. Kumlar karışım halinde tek başına davrandıkları kadar iyi erime karakteristiği göstermemektedirler. Mısır ve Yalıköy kumunun karışımı her ikisinin de tek başına kullanıldığı harmandan daha geç erimektedir. Yalıköy kumu, Mısır kumu ile karıştırıldığı takdirde, Sibelco kumu ile olan karışımından daha iyi sonuç vermiştir. Bu durum, Mısır kumunun erime açısından Sibelco kumundan daha iyi eriyen bir kum olduğunu göstermektedir. Her iki kum mineralojik yapıları açısından incelendiği takdirde, Mısır kumunun Sibelco kumundan farklı olarak oyuk yüzlü tanelere sahip olduğu ve tanelere yapışmış olarak kalsiyumlu bileşikler ve karbonatlı çimento kalıntıları içerdiği görülmüştür. Eritişi bu unsurların kolaylaştırdığı düşünülmektedir.



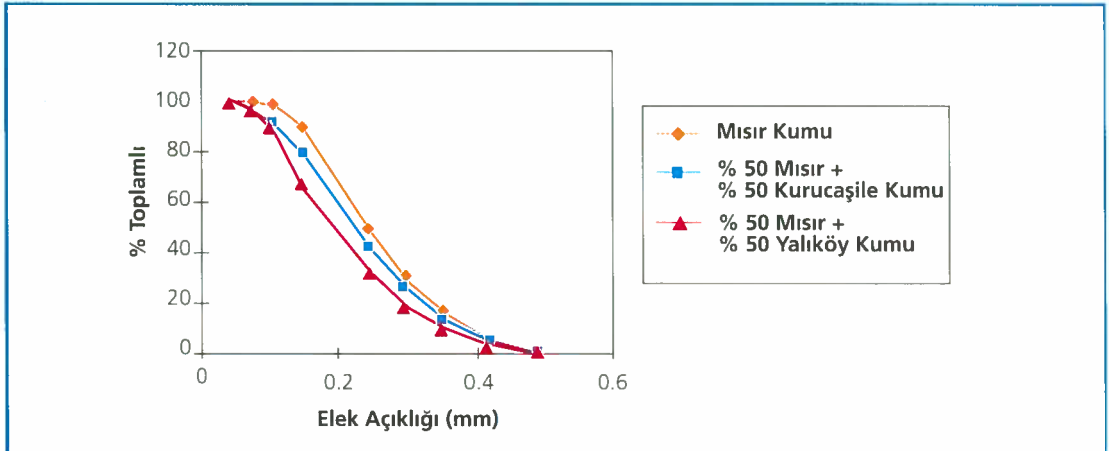
Şekil 3 : Kumların Harmandan Arınma Sürelerine Olan Etkileri (TR 1-2 komp.)

Şekil 4'te ise TR-3 kompozisyonu verecek şekilde hazırlanan harmanlarda Mısır, Yalıköy ve Kurucaşile kumları karışımlarının harmandan arınma süresine olan etkileri verilmektedir.



Şekil 4 : Kumların Harmandan Arınma Sürelerine Olan Etkileri (TR 3 komp.)

Şekilden de görüldüğü üzere Mısır kumlu harman, diğer kumları ihtiva eden harmanlara kıyasla daha hızlı erimiştir. Kurucaşile kumlu karışım, Yalıköy kumlu karışıma kıyasla daha önce erimektedir. Mısır kumu, Yalıköy kumu ile karıştırıldığı takdirde, tane boyutu bakımından yaygın dağılıma sahip duruma gelmektedir. Mısır kumu, Kurucaşile kumu ile karıştırıldığı takdirde tane boyut dağılım grafiği karakter olarak değişmemekte, sadece mutlak değerler değişmektedir. Halbuki, Yalıköy kumu ile grafiğin şekli değişerek yaygın bir dağılıma sahip olmaktadır (Şekil 5). Bu duruma erime açısından dezavantaj yaratmaktadır.

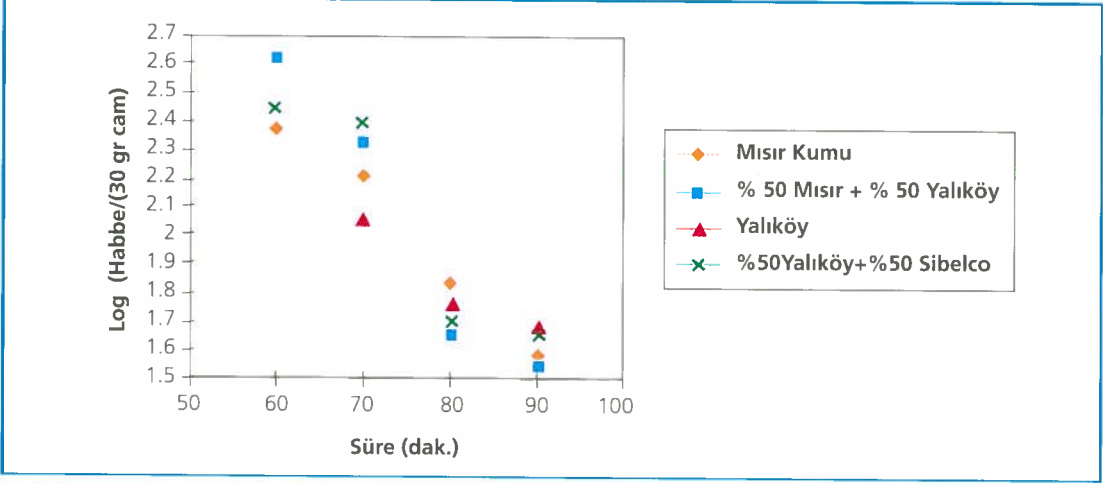


Şekil 5 : Karışım Halindeki Kumların Tane Boyut Dağılım Grafikleri

Kumların, camın afinasyon karakteristiği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla habbeden arınma tayini deneyleri yapılmıştır. 100 gr cam verecek şekilde hazırlanan harmanlar, 1450°C'ye ısıtılmış elektrikli fırında, %95 Pt-%5 Au potalarda değişik sürelerde tutulmuş ve döküldükten sonra 550°C'de tavlansmıştır. Daha sonra, mikroskop altında numunelerin ihtiva ettikleri habbeler sayılarak 30 gr camdaki habbe sayısı hesaplanmış ve bu değerlerin logaritması alınarak, zamana karşılık grafiklendirilmiştir.

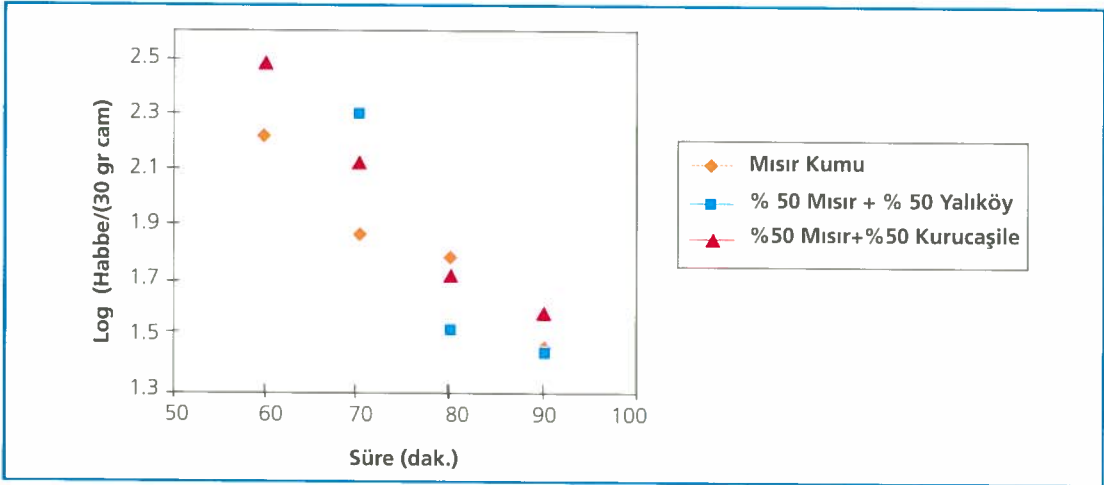
Şekil 6'da ki grafikten görüldüğü üzere, % 100 Mısır kumu ihtiva eden harman, erime kolaylığının sağladığı avantaja, başlangıçta örneğin 60. dakikada diğer kumların kullanıldığı harmanlara

kıyasla daha az habbeye sahiptir. Fakat zaman ilerledikçe karışım kumlarını ve Yalıköy kumunu ihtiva eden harmanlardan eritilen camların habbe sayıları azalmış ve tüm kumlar arasında camda kalan habbe miktarı açısından fark kalmamıştır. Dolayısıyla kumlar arasında toplam erime karakteristiği (erime+afinasyon) açısından önemli bir fark gözlemlenmemiştir.



Şekil 6 : Kumların TR-1/2 kompozisyonunda camın habbeden arınma süresine olan etkileri

Şekil 7'de ise Kurucaşile kumu ile karıştırılan, Mısır ve Yalıköy kumlarını ihtiva eden harmanların Mısır kumu ile karşılaştırmalı olarak habbeden arınma süreleri verilmektedir. Kurucaşile ve Yalıköy kumu karışımı ihtiva eden harmanların, Mısır kumuna kıyasla aynı sürelerde daha fazla habbe-leri vardır. Fakat uzun sürelerde karışım kumları kullanılarak hazırlanan harmanlardan eritilen camlarda kalan habbe sayıları Mısır kumuna yaklaşmıştır.



Şekil 7 : Kumların TR-3 kompozisyonunda camın habbeden arınma süresine etkileri

Mısır kumunun TR-3'te kullanılmakta olan Feke ve Ovacık kumları ile de karşılaştırılması yapılmıştır. Feke ve Ovacık kumları Mısır kumuna kıyasla biraz feldspatik karakterli kumlardır. Bu kumlarda Al_2O_3 ve K_2O yüzdeleri daha yüksektir. Fe_2O_3 miktarı açısından karşılaştırıldığında Mısır kumunun demir oksit yüzdesi diğer iki kumun ortasında yer almaktadır.

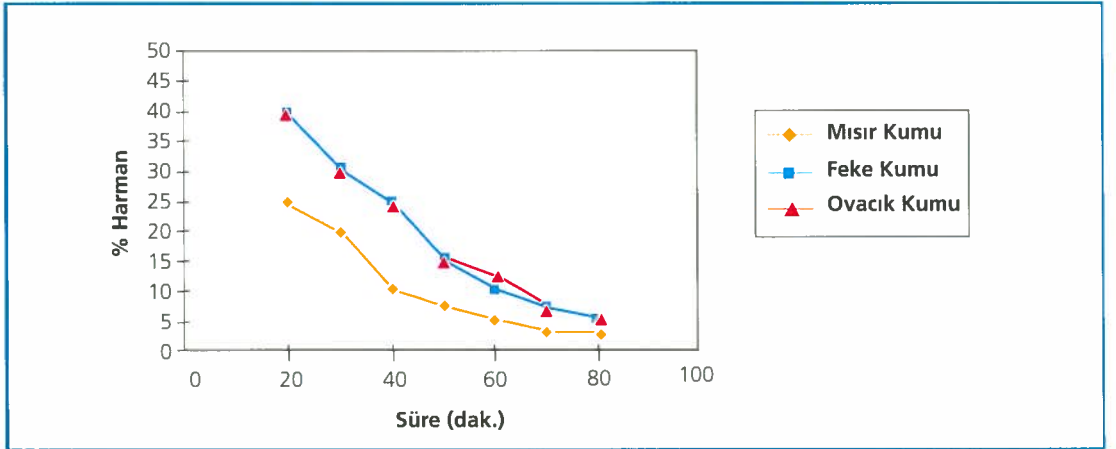
Bu kumlar kullanılarak TR-3 camı verecek şekilde hazırlanan harmanlardan elde edilen camların kompozisyonlarında Fe_2O_3 miktarı önemli bir farklılık göstermemektedir (%0.072 ila %0.086 arası). Feke ve Ovacık kumlarının K_2O içermesi nedeniyle bu kumlarla hazırlanan harmanlardan elde

edilen camlarda toplam alkalinin sabit olabilmesi için, Na_2O oranında Mısır kumlu camlara kıyasla %0.2 ila %0.3'lük bir azalma söz konusudur. Aynı oranda da camda K_2O oluşmaktadır. Feke ve Ovacık kumları feldspatik karakterli oldukları için, bu kumlarla 100 kg cam verecek şekilde hazırlanan harmanlarda 2-2.5 kg daha az feldspat kullanılmaktadır. Soda tartımları da, 0.2-0.15 kg daha azdır.

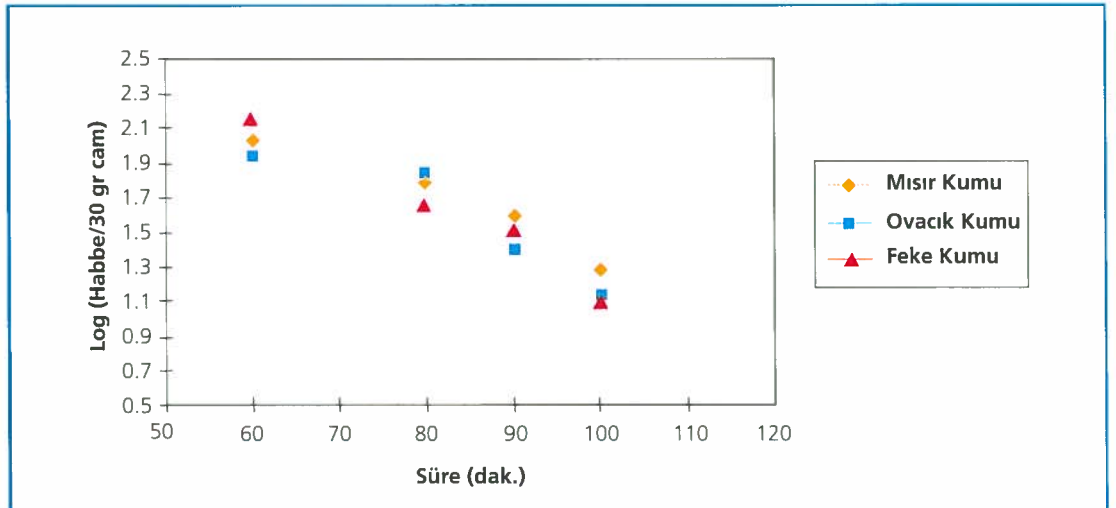
Feke ve Ovacık kumları tane boyutu açısından da birbirlerine benzemektedirler. Mısır kumuna göre ince karakterlidirler. 0.1 mm'nin altında kalan kısım %15 civarındadır. Bu durum kumların d_{50} değerleri karşılaştırıldığında da görülmektedir. Feke ve Ovacık'ın 0.183 olan d_{50} değeri, Mısır kumunda 0.246'dır. Tüm kumlarda 0.5 mm'nin üstünde kalan kısım speklere uygundur.

Deneylerden elde edilen sonuçlardan, Mısır kumu ile hazırlanan harmandan eritilen camların, Feke ve Ovacık kumları ile hazırlanan harmanlardan eritilen camlara kıyasla daha hızlı şekilde harmandan arındığı görülmüştür (Şekil 8).

Habbeden arınma deneyleri sonucunda, Mısır, Feke ve Ovacık kumları ile hazırlanan harmanların afinyasyon karakteristikleri arasında fark görülmemiştir (Şekil 9).



Şekil 8 : Mısır kumunun Feke ve Ovacık kumu ile karşılaştırmalı olarak camın harmandan arınma süresine etkisi



Şekil 9 : Mısır kumunun camın habbeden arınma süresine olan etkisinin Feke ve Ovacık kumu ile karşılaştırılması

4. SONUÇ

Tüm deneysel çalışmalar sonucunda, Mısır kumunun tek başına kullanılması durumunda daha kolay eridiği ve daha önce afine olmaya başladığı belirlenmiştir. Yalıköy kumu Mısır kumu ile karıştırıldığı takdirde, Sibelco ile olan karışıma kıyasla daha iyi erimiştir.

Afinasyon karakteristiği açısından ise, uygulanan deneysel yöntem çerçevesinde farklı kaynaklı kumların tek başına veya karışım halinde kullanılması kayda değer bir farklılaşmaya neden olmamaktadır.

5. ŞİŞE FIRINLARINDA FELDSPATİK KUM KULLANIMI

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. renksiz ve renkli cam kompozisyonlarında feldspat yerine, Safaalanı kumunun kullanılabilirliğini incelemek amacıyla, Safaalanı kumu ile hazırlanan harmanlardan mevcut kum ve feldspatla hazırlanan harmanlarla karşılaştırmalı olarak harmandan ve habbeden arınma tayini deneyleri yapılmıştır.

Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, renksiz cam kompozisyonunda %0.78, renkli cam kompozisyonunda ise %0.96 oranında K_2O oluşmaktadır. Dolayısıyla camın viskozite değerleri değişmektedir. Mevcut kompozisyonların viskozite değerleri ile eş durumda olan, fakat toplam alkali miktarı mevcut durumdan farklı olan bir ikinci kompozisyon daha hazırlanmış ve tüm deneyler hem renksiz hem de renkli kompozisyonlarda üç ayrı harmanla yapılmıştır.

Tablo 4 : Kullanılan cam kompozisyonları ve teorik viskozite değerleri

OKSİTLER %	RENKSİZ KOMPOZİSYON			RENKLİ KOMPOZİSYON		
	Karışık kum + feldspat	Karışık kum + Safaalanı	Viskozite noktaları eşit (k+s)	Sarı kum + feldspat	Sarı kum + Safaalanı	Viskozite noktaları eşit (s+s)
SiO_2	72.36	72.41	72.11	71.01	71.10	70.70
Al_2O_3	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8	1.8
Fe_2O_3	0.05	0.048	0.048	0.091	0.072	0.072
TiO_2	0.139	0.087	0.087	0.164	0.090	0.090
CaO	9.75	9.75	9.75	9.69	9.69	9.69
MgO	2.78	2.78	2.78	3.45	3.45	3.45
Na_2O	13.20	12.47	12.77	12.81	11.92	12.32
K_2O_3	0.05	0.78	0.78	0.07	0.96	0.96
B_2O	-	-	-	0.75	0.75	0.75
SO_3	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
$Log\eta=2\text{ }^\circ C$	1459	1466	1459	1442	1450	1442
$Log\eta=3\text{ }^\circ C$	1204	1210	1204	1194	1201	1194
$Log\eta=7,65\text{ }^\circ C$	734	736	734	735	738	735
$Log\eta=13\text{ }^\circ C$	560	561	560	566	567	565
WR	470	474	470	459	463	459
WRI	174	175	174	169	171	170
RMS	111.8	112.2	111.8	114.5	114.7	114

Tablo 4'ten de görüldüğü üzere Safaalanı kumu kullanıldığı zaman, camdaki toplam alkali oksit miktarı sabit tutulduğunda, Na_2O yüzdesi düşmekte ve dolayısıyla camın erime sıcaklığı artmaktadır. Bu etkiyi bertaraf etmek için Na_2O oranı daha fazla, erime sıcaklığı dahil olmak üzere tüm viskozite noktaları mevcut ile eşit olan, bir ikinci kompozisyon belirlenmiştir.

Tablo 4'te verilen kompozisyonları verecek şekilde hazırlanan harman tablolarından hesaplanan hammadde tartımları Tablo 5'te verilmektedir. Viskoziteleri eşit kompozisyonlarda soda tartımı biraz artmış, fakat mevcut durumda kullanılan kompozisyonun soda tartımından daha fazla olmamıştır. Tablo 5'ten görüldüğü üzere renkli kompozisyonda, istenilen Al_2O_3 miktarı verecek şekilde Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, sarı kum tartımı yarıya düşmekte, diğer bir deyişle her iki kum da aynı miktarlarda tartılmaktadır.

Tablo 5 : Deneylerde kullanılan Hammadde tartımları (kg / 100 kg cam)

HAMMADDE TARTIMLARI kg/100 gr cam	RENKSİZ KOMPOZİSYON			RENKLİ KOMPOZİSYON		
	Karışık kum + feldspat	Karışık kum + Safaalanı	Viskozite noktaları eşit (k+s)	Sarı kum + feldspat	Sarı kum + Safaalanı	Viskozite noktaları eşit (s+s)
Karışık Kum	68.28	45.58	45.28			
Sarı Kum				65.99	37.92	37.51
Safaalanı Kumu		29.61	29.61		36.53	36.53
Feldspat	6.68			8.17		
Kalker	10.32	10.44	10.44	8.16	8.29	8.29
Dolomit	12.71	12.76	12.76	16.14	16.19	16.19
Soda	21.13	20.53	21.04	19.64	18.88	19.57
Sodyum Sülfat	0.3032	0.3032	0.3032	0.3032	0.3032	0.3032
Boraks				1.5486	1.5486	1.5486

Deneylerde kullanılan kumların kimyasal ve elek analizleri Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmektedir. Safaalanı kumu analizleri incelendiğinde %4.56 Al_2O_3 , %2.55 K_2O ve %1.14 Na_2O ihtiva ettiği görülmektedir.

Tane boyut dağılımı diğer kumlarla karşılaştırıldığı takdirde, Safaalanı kumu daha fazla ince tane-ye sahiptir.

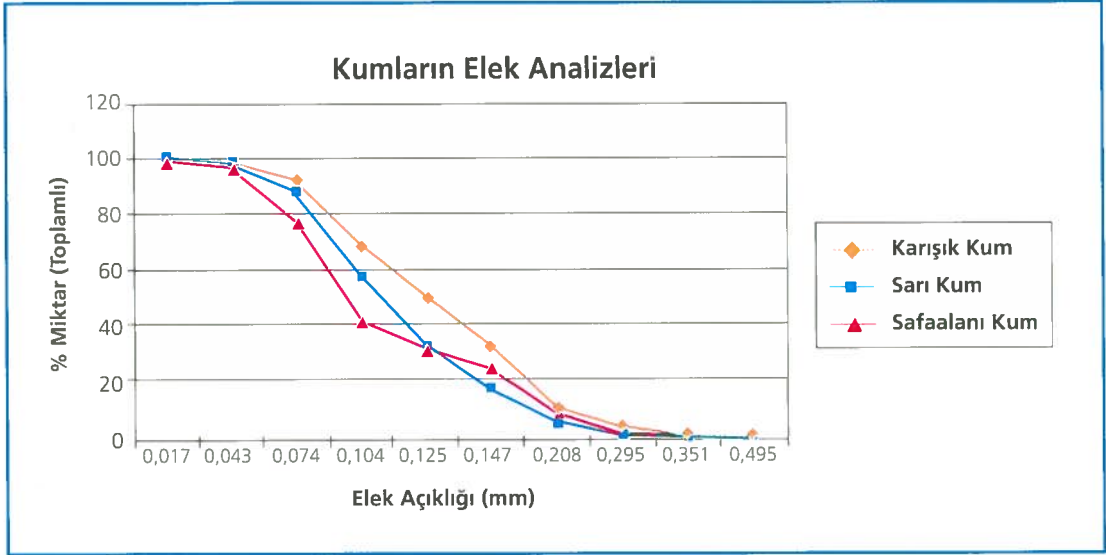
Tablo 6 : Kumların kimyasal kompozisyonları (% ağırlık olarak)

OKSİTLER	KARIŞIK KUM	SARI KUM	SAFAALANI KUMU
SiO_2	99.18	99.03	91.4
Al_2O_3	0.24	0.28	4.56
Fe_2O_3	0.054	0.115	0.048
TiO_2	0.174	0.21	0.028
CaO	0.02	0.02	0.04
MgO	0.02	0.01	0.02
Na_2O	0.04	0.05	1.14
K_2O	0.05	0.07	2.55

Tablo 7 : Kumların Elek Analizleri (% ağırlık olarak)

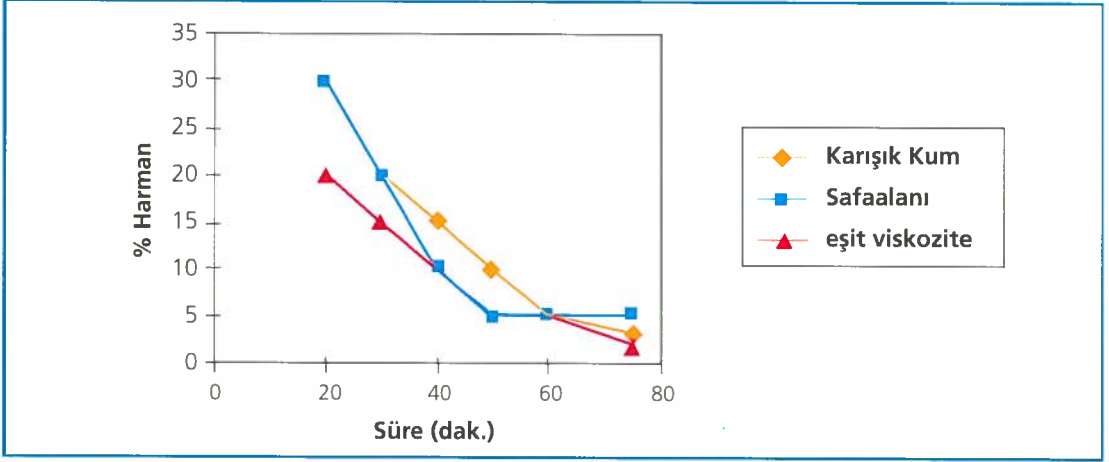
ELEK AÇIKLIĞI		KARIŞIK KUM		SARI KUM		SAFAALANI KUMU	
Tyler No	mm	Ayrımsal	Toplamı	Ayrımsal	Toplamı	Ayrımsal	Toplamı
32	0.495	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
42	0.351	0.6	0.6	0.2	0.2	0.3	0.4
48	0.295	2.8	3.4	0.5	0.7	1.2	1.6
65	0.208	6.8	10.2	4.0	4.7	7.3	8.9
100	0.147	23.3	33.5	12.0	16.7	16.1	25.0
115	0.125	16.8	50.3	15.7	32.4	7.0	32.0
150	0.104	18.6	68.9	24.6	57.0	10.1	42.1
200	0.074	23.5	92.4	32.2	89.2	35.1	77.2
325	0.043	7.0	99.4	9.2	98.4	20.2	97.4
-325	-0.045	0.5	99.9	1.6	100.0	2.7	100.1

Her iki kompozisyon için (renksiz ve renkli) hazırlanan harmanların teorik tane boyu dağılımları hesaplanmıştır. Karışık kum, sarı kuma kıyasla daha fazla iri taneye sahip olduğu için renksiz cam kompozisyonun harmanı, renkli cam kompozisyonun harmanından daha kalındır. Aynı şekilde Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde de renkli cam kompozisyonunda yukarıda belirtildiği gibi daha fazla Safaalanı kumu tartıldığı için (%1.8 Al_2O_3 verecek şekilde), renkli cam kompozisyon harmanı, renksiz cam kompozisyon harmanından daha fazla ince taneye sahiptir.

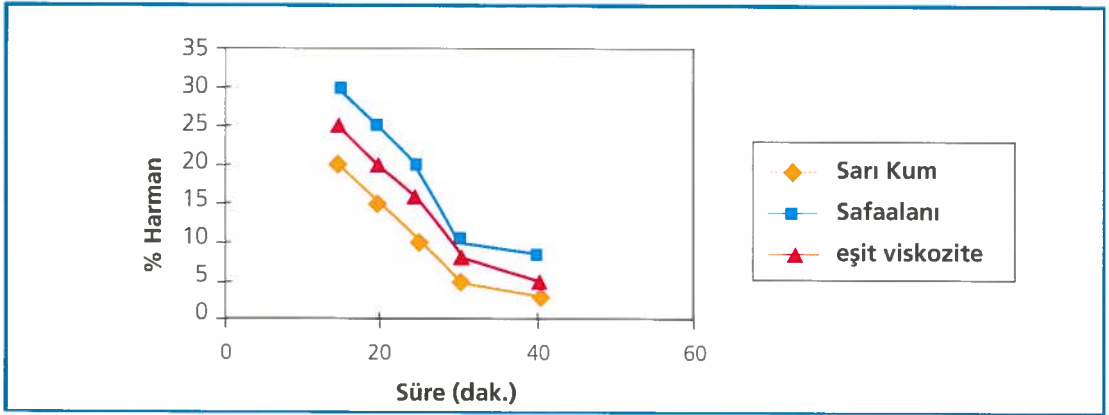


Bu değerlendirme, harmanların d_{50} değerlerinden de görülebilmektedir. Renksiz kompozisyonda, Safaalanı kumu kullanılarak hazırlanan harmanın tane boyu dağılımında d_{50} değeri, 0.135 mm'dir. Mevcut durumdaki harmanın d_{50} değeri ise 0.142 mm'dir. Renkli kompozisyonda, Safaalanı kullanıldığında d_{50} değeri 0.125 mm'den 0.119 mm'ye düşmektedir.

Safaalanı kumunun erime ve afinyon karakteristiğinin mevcut kumla karşılaştırılması amacıyla, renkli ve renksiz kompozisyonda harmandan ve habbeden arınma süresi tayin deneyleri yapılmıştır. Şekil 11 ve 12'de elde edilen harmandan arınma süresi sonuçları verilmektedir.



Şekil 11 : Renksiz şişe kompozisyonunda harmandan arınma süresi



Şekil 12 : Renkli kompozisyonunda harmandan arınma süresi

Şekil 11'den görüldüğü üzere Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, cam, karışık kum ve feldspatlı harmana kıyasla öncelikle daha hızlı bir şekilde harmandan arınmıştır. Fakat belli bir süre sonra harmandan arınma hızı yavaşlamış ve mevcut kumla aynı miktar harman ihtiva eder duruma gelmiştir. Mevcut kumla elde edilen kompozisyonla aynı viskoziteye sahip Safaalanı kumlu ikinci kompozisyon, biraz daha hızlı erimiş ve aynı sürenin sonunda harmandan diğerlerine kıyasla %2 daha fazla arınmıştır.

Şekil 12'de görülen renkli şişe kompozisyonunda ise, sarı kum kullanan mevcut kompozisyon, Safaalanı kullanılan diğer kompozisyonlara göre daha hızlı erimiş ve aynı sürenin sonunda daha fazla harmandan arınmıştır. Safaalanı kullanılan eşit viskoziteye sahip ikinci kompozisyon mevcut durumda aynı karakterde erimiştir, sadece %2 oranında mevcut durumdan daha fazla harmana sahiptir.

Renkli kompozisyonunda hazırlanan harmanın daha fazla ince taneye sahip olması nedeniyle, laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde daha iyi eridiği gözlenmiştir. Ayrıca renkli kompozisyonunda %0.75 oranında B_2O_3 'ün varlığı ve de renksiz kompozisyona kıyasla daha az SiO_2 ihtiva etmesi bu durumu açıklamaktadır.

Renksiz kompozisyon için, her üç durumda da habbeden arınma karakteristiği aynıdır. Cam ambalaj üretiminde, normal değer olarak kabul edilen 30 gr camda 50 adet habbe (logaritmik değeri 1.7) ihtiva eden duruma, mevcut kompozisyon 113 dakika, Safaalanı kullanılan harman 116.5 dakika, mevcut ile eşit viskoziteye sahip Safaalanı kullanılan diğer harman ise 115 dakikada ulaş-

mıştır. Dolayısıyla her üç durumda afinyasyon açısından, laboratuvar şartlarında farklılıklar görülmemiştir.

Renkli kompozisyonda da, habbeden arınma karakteristiği, her üç durum için aynıdır. Mevcut kompozisyon log 1.7 değerine 100 dakikada, Safaalanı kumu ihtiva eden harman 103, eşit viskoziteli harman ise 101 dakikada ulaşmıştır. Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, afinyasyonun tamamlanması açısından mevcut duruma göre farklılaşma olmamaktadır.

Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, cam kompozisyonunda doğal olarak potasyum oksit oluşmaktadır. Bu durum, Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. renkli şişelerinde yaşanan kimyasal dayanıklılık problemi açısından avantaj sağlamaktadır. Bu açıdan renkli kompozisyonda hazırlanan harmanlardan eritilen camlarda kimyasal dayanıklılık testleri yapılmıştır. Alınan sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8 : Renkli kompozisyonda yapılan toz testi sonuçları

ANALİZLENEN	ml 0.02 mol HCl				µg Na ₂ O/g cam tozu			
	10 g cam tozu							
	1	2	3	Averaj	1	2	3	Averaj
Sarı Kum+Feldspat	4.8	5.0	4.6	4.8	298	310	285	297.6
Sarı Kum+Safaalanı K	4.3	4.0	4.2	4.3	267	272.8	260	266.6
Vizkozite Noktaları Eşit	4.8	5.0	4.7	4.7	298	285.2	291	291.4

Tablodan görüldüğü üzere, Safaalanı kumu kullanıldığı takdirde, camdan çözünen Na₂O miktarı %11 civarında azalmıştır. Dolayısıyla kimyasal dayanıklılıkta artış belirlenmiştir.

6. SONUÇ

Sonuç olarak Safaalanı kumu kullanımı ile, camın erime ve afinyasyon karakteristiğinde, mevcut duruma kıyasla, fırın şartlarında değişikliğe sebep olacak bir farklılaşma, eldeki numune üzerinden yapılan laboratuvar deneylerinde görülmemiştir.

Camın kimyasal dayanıklılığı, Safaalanı kumundan gelen K₂O nedeniyle artmıştır. Feldspat yerine kullanılmasının, harman maliyetini değiştirmeyecek, hatta azaltacak şekilde maliyeti olduğu takdirde, avantajlı olduğu belirlenmiştir.

HARMAN ÖRTÜSÜ ÖZELLİKLERİNİN BİRLEŞİK MODELLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ ve FARKLI FIRIN ÇEKİŞLERİNİN İNCELENMESİ

Zeynep Eltutar - Lale Önsel

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Cam fırınlarında, tasarım ve işletme parametrelerinin cam kalitesi, fırın kapasitesi ve enerji tüketimleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde, fırın atmosferi ve cam banyosunun ayrı ayrı incelendiği modellerle güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Ancak fırın atmosferi ve cam banyosunun beraber ele alındığı birleşik modellerle cam banyosunun fırın atmosferi, fırın atmosferinin ise cam banyosu üzerindeki etkileri daha hassas olarak incelenmektedir. Bu şekilde birleşik modellerle harman örtüsünün, fırın sıcaklık ve hız dağılımları üzerindeki etkilerini görmek de mümkün olmaktadır. Ayrıca, harmanın aldığı enerjinin de modele eklenmesi ile daha gerçekçi bir enerji dengesi kurulabilmektedir.

Fırın atmosferinden cama aktarılan enerjinin bir kısmı, harman reaksiyonları ve harman ile cam kırığının fırına giriş sıcaklıklarından, cam sıcaklığına kadar ısıtılması için gerekli enerjiyi karşılamakta kullanılmaktadır. Modelde, camdan ve atmosferden harmana gelen enerjinin toplamı, erime için gereken bu enerji miktarı ile karşılaştırılmaktadır. Her iterasyonda yapılan bu işlem ile, harmana aktarılan enerjinin gereken enerjiden fazla olması durumunda yeni bir harman yüzey kaplama oranı hesaplanmakta ve bir sonraki iterasyonda bu değer kullanılmaktadır. Bu şekilde ulaşılan harman örtüsü şekli ve alanı ile elde edilen cam sıcaklık ve akım dağılımları daha doğru olmaktadır.

Harman örtüsünün sıcaklık değerlerinin, şeklinin, kapladığı yüzey alanı ve kaplama oranlarının, fırın sıcaklık ve akım dağılımları üzerindeki etkileri, arkadan ateşlemeli bir fırın için birleşik modellerle incelenmiştir.

Harman örtüsünün daha gerçekçi olarak modellendiği bu durumda, çekiş değişimlerinin fırın şartları ve cam kalitesi üzerindeki etkilerinin de daha hassas olarak incelenmesi mümkün olmuştur.

1. GİRİŞ

Modelleme çalışmaları Şişecam'da 1982-1990 yılları arasında fiziksel modellerle, 1990-1996 yılları arasında fiziksel ve matematiksel modellerin birlikte kullanımı ile, 1996'dan itibaren matematiksel modeller kullanılarak sürdürülmektedir. Cam fırınlarındaki her değişkenin, her olayın birbir modellenmesi mümkün olmadığından, çeşitli varsayımlar yapılmakta ve model sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında bu varsayımların etkileri dikkate alınmaktadır.

Varsayımların azaltılması yönünde dünyada olduğu gibi Şişecam'da da çalışmalar sürdürülmektedir. Fırın atmosferi ve cam banyosunun birlikte modellenmesi bu konuda büyük bir gelişme sağlamış ve harman örtüsü özelliklerinin modele katılması mümkün olabilmektedir. Harman örtüsü şekli ile sıcaklıklarının doğru tanımlanmasını ve harmanın erimesi için gerekli olan enerjiyi fırından alabilmesini sağlamak amacı ile yapılan geliştirmeler sonucunda çekiş ve cam kırığı miktarı değişiminin fırın sıcaklıkları, cam akım dağılımları ve cam kalitesi üzerindeki etkileri daha hassas olarak incelenebilmektedir.

2. FIRIN ATMOSFERİ ve CAM BANYOSU BİRLEŞİK MODELLERİ

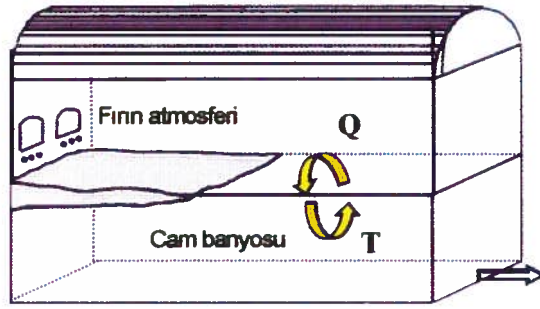
Cam banyosu ve fırın atmosferi ayrı ayrı modellendiğinde, aynı cam yüzey sıcaklık profili her iki

model için de geçerli olmaktadır. Harmanla kaplı bölgede ise fırın atmosferi modelinde harmanın üst yüzey sıcaklıkları, cam banyosu modelinde harmanın alt yüzey sıcaklıkları dikkate alınmaktadır. Başlangıçta tanımlanan bu yüzey sıcaklık profilleri hesaplamalar sırasında sabit kalmaktadır. Bu modellerle de güvenilir sonuçlar elde edilmektedir [1, 2, 3], ancak,

- iterasyonlar sırasında yüzey sıcaklık profiline sabit kalması,
- cam banyosu modelinin gerçek yakıt miktarına bağlı olmadan gereken miktarda enerji alması ve
- harmanın sadece gölgeleme etkisinin benzeştirilmesinden

ötürü bu modellerin sonuçları değerlendirilirken, söz konusu varsayımların etkilerinin dikkatle irdelemesi gerekmektedir.

Fırınların birleşik modelleri ile sıcaklıklar, cam banyosu ve fırın atmosferinde birlikte çözülmekte böylece fırın atmosferinin cam banyosu, cam banyosunun da fırın atmosferindeki etkileri incelenmektedir. Birleşik modelde fırın atmosferindeki ısı akı dağılımı hesaplanmakta ve cam yüzeyine gelen ısı akısı cam banyosu modeline transfer edilerek cam derinliği boyunca sıcaklık dağılımı hesaplanmakta (Şekil 1) ve cam yüzeyi için bulunan sıcaklık değerleri fırın atmosferine aktarılmaktadır [4-7].



Şekil 1. Cam banyosu-fırın atmosferi ara yüzeyinde ısı akısı ve sıcaklık alışverişi

Gerçek miktarda enerjinin cama aktarılmasında, harman erimesinin incelenmesi [9-11] ve böylece harman örtüsünün doğru tanımlanmasının rolü büyüktür. Birleşik modellerde harmanın aldığı enerjinin de hesaplamalara katılabilmesi mümkün olmaktadır. Harman örtüsünün boyutlarındaki değişim, diğer bir deyişle harmanın eriyerek küçülmesi, modelde harmanın alabildiği enerji ile teorik olarak erimesi için gerekli enerjinin karşılaştırılması ile yapılabilmektedir.

Harmanın erimesi için gerekli teorik enerji modelde harman reaksiyonları için gerekli enerji, çekiş miktarı, harmanın cama dönüşüm oranı, cam kırığı miktarı ve harman örtüsünün alt ve üst yüzey sıcaklıkları kullanılarak bulunmaktadır.

Erime için gerekli olan bu enerji modelde, harmana üstten ve alttan gelen toplam enerji miktarı ile karşılaştırılmaktadır. Enerji miktarı her iterasyonda cam banyosu ve fırın atmosferi sıcaklıkları ile harman örtüsü yüzey alanına bağlı olarak değişmektedir. Alınan enerji ile gerekli olan enerji birbirine eşit olana kadar harman örtüsünün alanı verilen sınırlar içinde büyümekte veya küçülmektedir.

3. HARMAN ÖRTÜSÜNE İLİŞKİN ÇALIŞMALAR ve DEĞERLENDİRMELER

Modeldeki geliştirme çalışmalarında 200 ton / gün kapasiteli arkadan ateşlemeli ve elektrik takviyeli bir şişe fırını esas alınmış ve birleşik model [3, 8] kullanılmıştır.

Gerçek fırın şartlarının benzeştirilmesi açısından harman örtüsünün yüzey sıcaklıkları, yüzey alanı ve şekli önemlidir. Harman örtüsü özelliklerinin doğru tanımlanıp, modellenmesi çekiş değişimlerinin etkilerinin de hassas olarak görülebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Birleşik modellerle elde edilen sonuçları geliştirmek üzere, harman örtüsü sıcaklıkları, yüzey alanı ve şekli incelenmiştir.

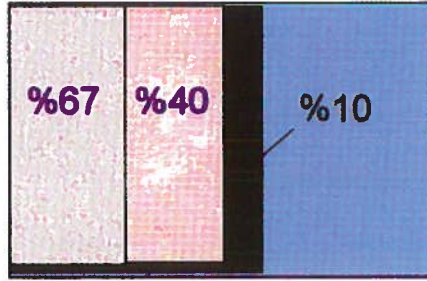
i. Harman sıcaklıklarının etkisi

Harmanın enerji tüketen bir yapı olarak modele eklenmesi ile alt ve üst yüzey sıcaklıklarının doğru olarak alınması kritik bir nokta olarak ortaya çıkmıştır. Bu değerler, cam banyosundan ve fırın atmosferinden harmana transfer edilen enerji miktarını belirleyen en önemli parametrelerdir.

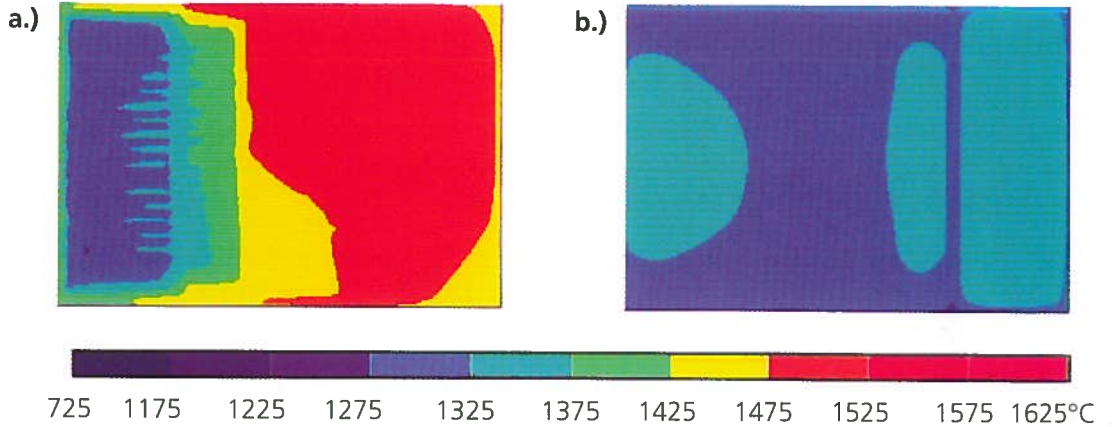
Model incelemeleri, literatür araştırması [12,13] ve çeşitli fırınlarımızda termokupl ve optik piro metre ile yapılan ölçümler sonucunda, harman üst yüzeyinde 1350°C, alt yüzeyinde ise 1200°C değerleri bulunmuş ve çalışmalar bu sıcaklıklarla sürdürülmüştür.

ii. Harman yüzey alanının etkisi

Fırın gözlemleri doğrultusunda harman örtüsünün cam yüzeyinin 1/4'ünü kapladığı kabulü ile incelemelere başlanmıştır. Harmanın kapladığı yüzey alanı harman yoğunluğuna bağlı olarak üç farklı bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2). Toplam harman alanı, bu bölgelerin alanı ile harman kaplama yoğunlukları çarpılarak bulunmaktadır. Şekil 2'de verilen harman örtüsü ile elde edilen cam yüzey ve taban sıcaklıkları Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 2. İncelenen 1.durumda harman yüzey alanı ve harman kaplama yoğunlukları



Şekil 3. % 67, %40, %10 harman kaplama yoğunlukları ile çalışılan 1. duruma ait a.) yüzey ve b.) taban sıcaklık dağılımları

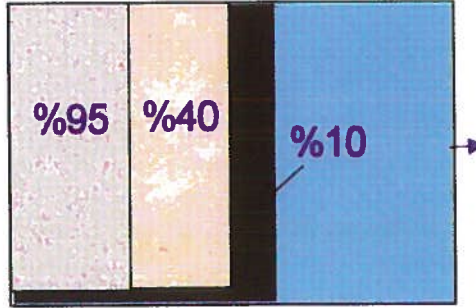
Harman kaplama yoğunlukları 1. bölge için % 67, 2. bölge için % 40 ve 3. bölge için % 10 olan 1. durumda elde edilen sıcaklıklar incelendiğinde, kemer sıcaklıklarının fırınla uyum içinde olduğu, ta-

bandaki cam sıcaklıklarının ise fırınla benzer bir dağılım göstermekle birlikte fırın açık termokupl değerlerinden 100°C kadar daha yüksek olduğu görülmüştür. Birleşik modelde harmanın alt ve üst yüzeyi tarafından alınan enerji, harmanın erimesi için gerekli olan enerji miktarı ile karşılaştırıldığında, incelenen bu durum için harmanın gerektiğinden daha az enerji alabildiği Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. İncelenen 1.durumda harmanın alabildiği enerji ile erimesi için gerekli olan enerjinin karşılaştırılması

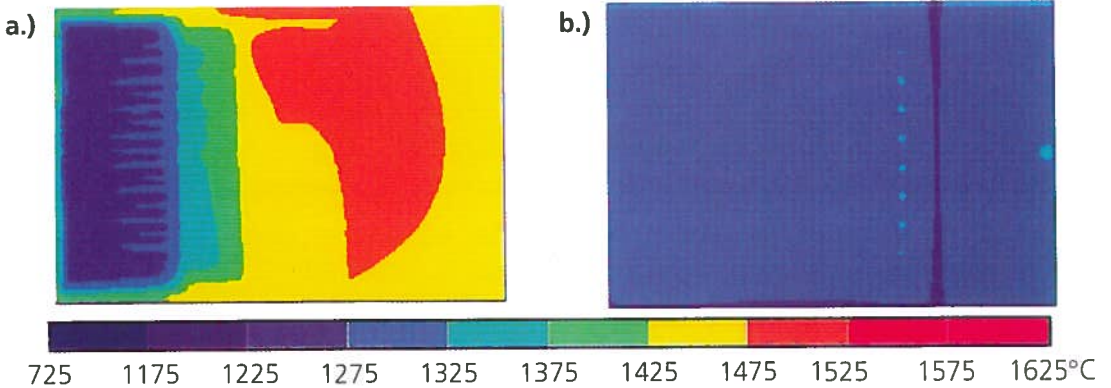
Harmanın üstten aldığı enerji	23 milyon kcal/gün
Harmanın alttan aldığı enerji	37 milyon kcal/gün
Harmana aktarılan toplam enerji, Q_{TRANS}	60 milyon kcal/gün
Harmanın erimesi için gerekli enerji, Q_{REQ}	81 milyon kcal/gün
$Q_{REQ}-Q_{TRANS}$	21 milyon kcal/gün

Tablodan da görüldüğü gibi harman örtüsü, erimek için gerekli enerjiyi alamadığından ilk başta tanımlandığı şekilde kalmış, harmanın alması gereken enerjinin cama transfer olması ile cam sıcaklıkları yükselmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda harmana transfer olan enerjiyi arttırmak için harmanın kapladığı yüzey alanı artırılmıştır. Harman besleme noktasına en yakın olan en arkadaki bölgenin kaplama yoğunluğu % 67’den %95’e çıkarılmış, böylece bölgelerin alanları ile harman kaplama yoğunlukları çarpılarak bulunan harman yüzey alanı tüm cam yüzey alanının 1/3’üne çıkmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. İncelenen 2.durumda harman yüzey alanı ve harman kaplama yoğunlukları

Bu şekilde elde edilen cam yüzey ve taban sıcaklıkları aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 5. % 95, %40, %10 harman kaplama yoğunlukları ile çalışan 2. duruma ait a.) yüzey ve b.) taban sıcaklık dağılımları

Bu yeni durumla elde edilen sıcaklıklar fırın değerleri ile karşılaştırıldığında, 1. durumla elde edilen taban sıcaklıklarına göre büyük bir gelişme olduğu ve farkın $\sim 50^{\circ}\text{C}$ ye indiği görülmüştür. Bu durumda harmana transfer edilen enerji, tablo 2'den görüldüğü gibi, 1.duruma göre 9×10^6 kcal/gün artmıştır. Ancak halen erime için gerekli enerji miktarına ulaşamamıştır.

Tablo 2. İncelenen 2.durumda harmanın alabildiği enerji ile erimesi için gerekli olan enerjinin karşılaştırılması

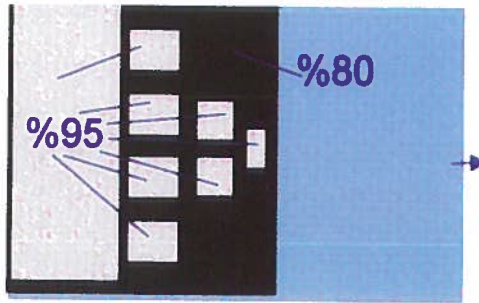
Harmanın üstten aldığı enerji	35 milyon kcal/gün
Harmanın alttan aldığı enerji	34 milyon kcal/gün
Harmana aktarılan toplam enerji, Q_{TRANS}	69 milyon kcal/gün
Harmanın erimesi için gerekli enerji, Q_{REQ}	81 milyon kcal/gün
$Q_{\text{REQ}} - Q_{\text{TRANS}}$	12 milyon kcal/gün

Harmanın kapladığı yüzey alanının toplam cam yüzeyinin $1/4'$ ünden $1/3'$ üne çıkarılması sonuçların fırın değerleri ile uyumluluğu açısından bir gelişme sağlamış ancak yeterli olmamıştır. Bu durumda harman örtüsü şekli fırındaki harman örtüsüne benzetilerek yeniden tanımlanmış, incelemelere devam edilmiştir.

iii. Harman örtüsü şeklinin etkisi

Harman örtüsü, belirli bölgeler için ortalama bir harman kaplama yoğunluğu tariflenmesi yerine, yüzey kaplama oranı incelenen 2.durumdaki gibi $1/3$ olarak tutulacak şekilde ancak gerçekte fırında olduğu gibi öbekler halinde tanımlanmıştır. Böylece gerçekte harman öbekleri arasında cama olan ısı transferi de benzeştirilebilmiş ve bunun sonucu olarak harman örtüsü altındaki cam akımları da etkilenmiştir.

Harman öbeklerinin etkisini modelde benzeştirebilmek için dokuz farklı harman bölgesi tanımlanmıştır. Bunlardan birinci bölge fırının arkasında besleme ağızı önünde yoğun harmanla kaplı bölgeyi, diğer yedi bölge harman öbeklerini, son bölge ise harmanın yarı erimiş halde bulunabileceği maksimum alanı belirlemektedir (şekil 6).



Şekil 6. İncelenen 3. durumda harman yüzey alanı ve harman kaplama yoğunlukları

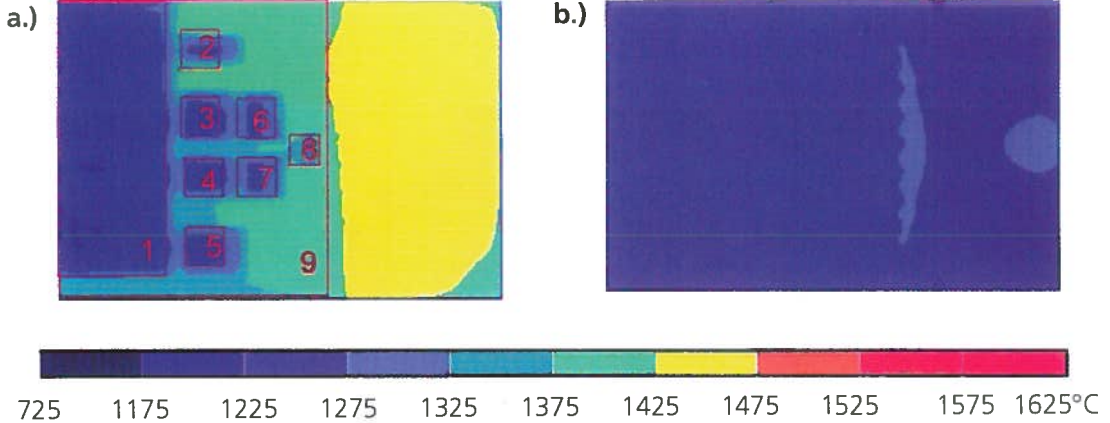
Hesaplamalara, yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi büyük bölge % 80, öbekler ve arkadaki bölge % 95 oranında harmanla kaplı varsayımı ile başlanmıştır. Bu incelemede % 80 oranında harmanla kaplı olan 9. bölgede, harmanın aldığı enerji ile erime için gereken enerjinin eşit olduğu durumda, yüzey kaplama oranı % 16.7 ye kadar inmiş ve bu noktada harmanla kaplı alanın cam yüzeyine oranı 2.durumdaki gibi % 33 olmuştur.

Harmanın bu şekilde tanımlanması ile erime için gerekli enerji fırın atmosferi ve camdan harmana aktarılabilmiş, camın aldığı enerji miktarı daha gerçekçi olmuştur. Bunun sonucu olarak fırın



ŞİŞECAM

tabanındaki cam sıcaklıkları ortalama 25°C daha düşerek fırın değerlerine yaklaşmıştır. Bu durumla elde edilen yüzey ve taban sıcaklıkları aşağıdaki şekilde görülmektedir.



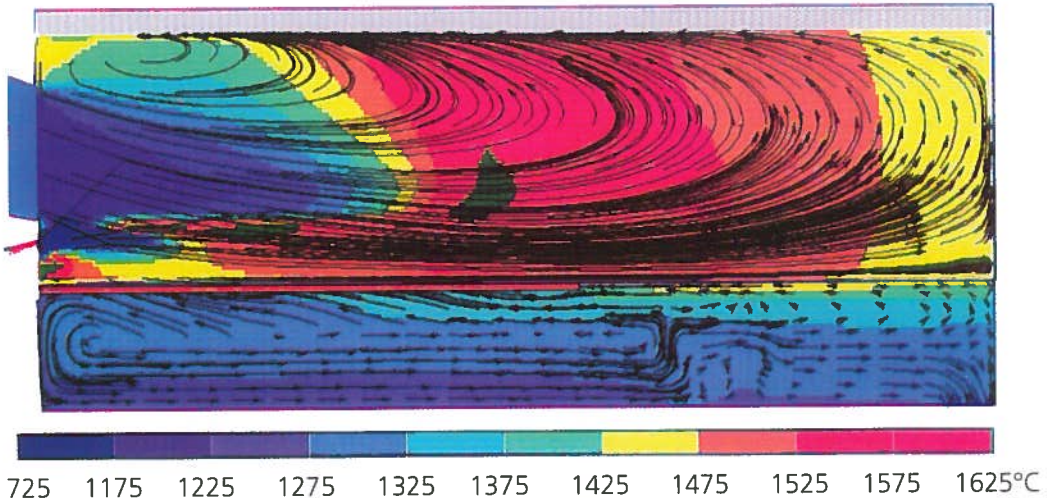
Şekil 7. Harman öbeklerinin etkisinin benzeştirildiği 3. duruma ait
a.) yüzey ve b.) taban sıcaklıkları

Bu durumda ulaşılan enerji değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 3. İncelenen 3. durumda harmanın alabildiği enerji ile erimesi için gerekli olan enerjinin karşılaştırılması

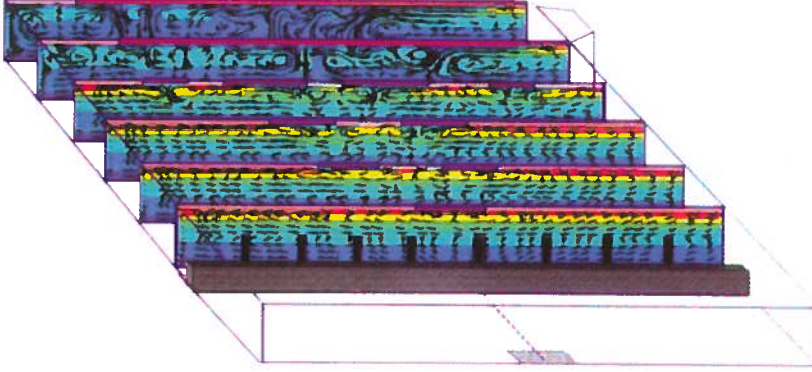
Harmanın üstten aldığı enerji	47 milyon kcal/gün
Harmanın alttan aldığı enerji	34 milyon kcal/gün
Harmana aktarılan toplam enerji, Q_{TRANS}	81 milyon kcal/gün
Harmanın erimesi için gerekli enerji, Q_{REQ}	81 milyon kcal/gün
$Q_{REQ}-Q_{TRANS}$	0

Birleşik modelde ulaşılan bu gerçekçi benzeşimle [14] elde edilen fırın atmosferi ve cam akım dağılımları şekil 8'de verilmektedir.

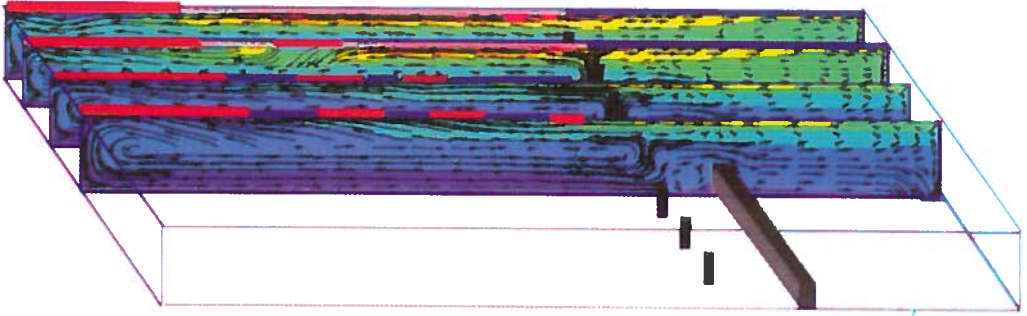


Şekil 8. Fırın atmosferi ve cam banyosunda incelenen 3 durumla elde edilen akım ve sıcaklık dağılımı

Harmanın fırında olduğu gibi öbekler halinde tanımlandığı ve erimesi için gereken enerjiyi alabilmediği durumda, harman altında oluşan cam akımları aşağıdaki şekilde fırın enince ve boyunca alınan farklı kesitlerde görülmektedir.



a.) Fırın enince alınan kesitler



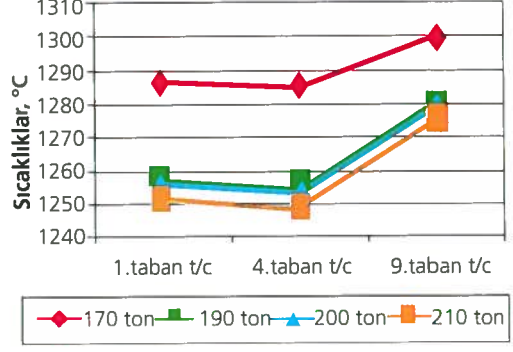
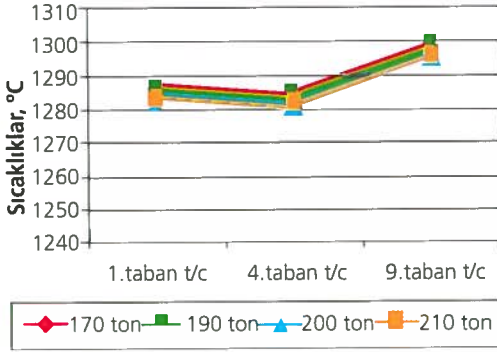
b.) Fırın boyunca alınan kesitler

Şekil. 9 Farklı kesitlerde cam akım dağılımları

Yukarıdaki şekillerde, yeni eriyerek cama karışan harmanın bulunduğu harman öbeklerinin altındaki soğuk bölgeler ve öbeklerin arasındaki yarı erimiş harmanla kaplı, dolayısı ile daha sıcak bölgeler görülmektedir. Bu farklılıkların yarattığı harman altı döngüleri ile cam akımları yüzeyden 30-35 cm aşağıya inerek altta sıcak noktaya doğru ilerleyen akıma karışmakta ve arka duvara kadar dönmeden sıcak noktaya yönelmektedir.

4. FARKLI FIRIN ÇEKİŞLERİNİN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan bu çalışmalarla, incelenen fırının gerçekçi benzeşimi sağlandıktan sonra çekiş farklılıklarının fırın sıcaklıkları üzerindeki etkilerini belirlemek mümkün olmuştur. Bu amaçla fırın, 170, 190, 200 ve 210 ton/gün cam çekişlerinde aynı miktarda yakıt kullanıldığı varsayılarak modellenmiştir. Farklı çekişteki bu çalışmalar, sağlanan gelişmeyi ortaya koymak amacı ile başlangıçta incelenen 1.durumla da yapılmıştır. Her iki durumda, (1. ve 3. durumlar) elde edilen taban sıcaklıkları aşağıdaki grafiklerde görülmektedir.



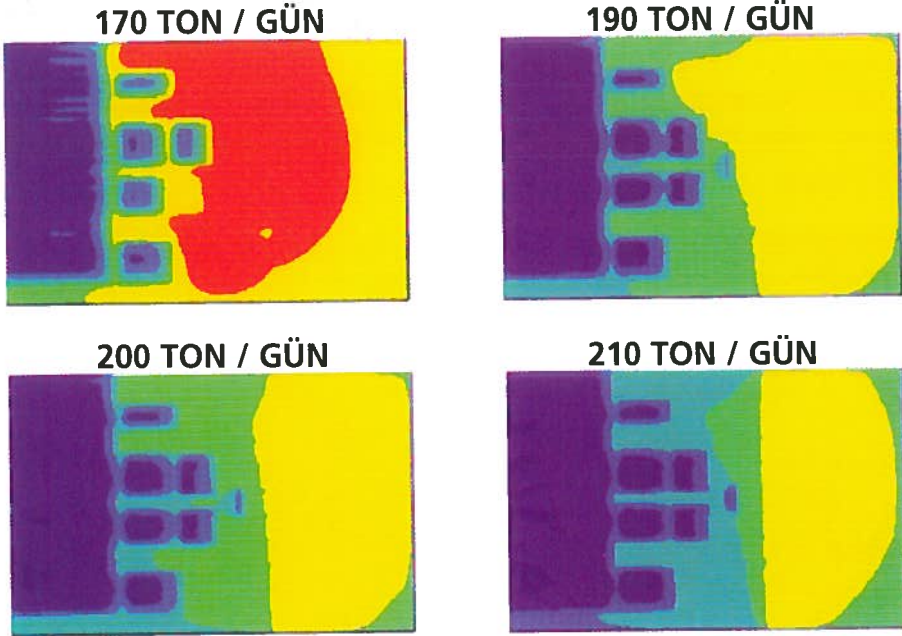
a.) 1. durum

b.) 3. durum

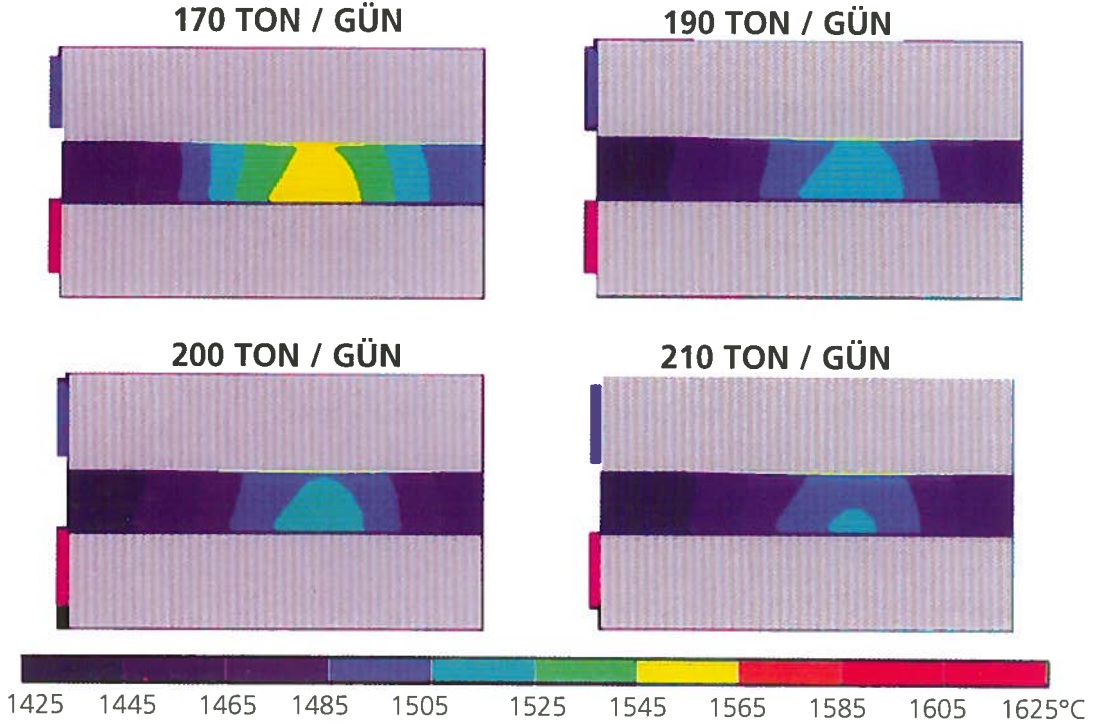
Şekil 10. İncelenen 1. ve 3. durumla farklı çekişlerde elde edilen taban sıcaklıkları

Harmanın erimesi için gerekli enerjinin verilemediği 1. durumda fırına giren enerji sabit tutularak yapılan çekiş artışı denemelerinde, harmanın alabildiği ile fırın atmosferinden cama transfer olan enerji miktarları fazla bir farklılık göstermediğinden taban sıcaklıklarında çekiş değişiminin etkisi hissedilememektedir. 3. durumda ise harman gerçekte ihtiyacı olan enerjiyi alabildiğinden harman örtüsünün kapladığı alan çekiş artışı ile artmakta ve fırın sıcaklıkları düşmektedir (şekil 11).

Çalışmalara esas olan durum 200 ton/gündür. Fırın enerji girdisi sabit tutularak çekiş 170 ton/gün'e düşürüldüğünde aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi fırın ısınmış, harman örtüsünün yarı erimiş durumdaki kısmı ile son iki öbeği tümü ile erimiştir. Böylece çekişin düşürülmesi ile beraber harman geriye çekilmiştir. Çekişin artması ile erime için gerekli enerji miktarı, dolayısı ile harmanın kapladığı alan artmış, sıcaklıklar düşmüştür. Bu çekişlerle elde edilen fırın kemer sıcaklıkları şekil 12'de verilmektedir. Kemer sıcaklıklarının da çekiş artışına paralel olarak düştüğü görülmüştür.



Şekil 11. Fırın enerji girdisi sabit tutularak, 3.durumla incelenen farklı fırın çekişleri ile elde edilen yüzey sıcaklık dağılımları

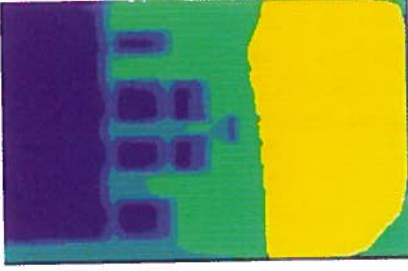


Şekil 12. Fırın enerji girdisi sabit tutularak, 3. durumla incelenen farklı fırın çekişleri ile elde edilen kemer sıcaklık dağılımları

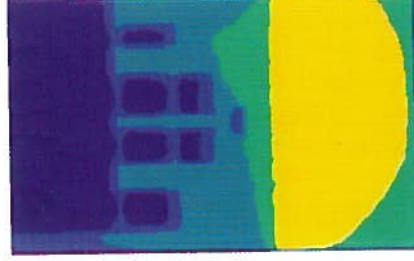
Çekişin 210 ton/gün'e yükselmesi ile harman örtüsünün kapladığı alan büyümüş ve yarı erimiş harmanla kaplı son bölgenin yüzey kaplama oranı %22'den % 33'e çıkmıştır. 200 ton/gün çekişte fırında kullanılan 900 kw lık elektrik takviyesi, çekişin 10 ton/gün atırılması için yeterli olmamış ve fırın sıcaklıkları düşmüştür. Çekiş artışı ile beraber fırında cam kalitesinin korunması için enerjinin artırılması gerektiğinden, 210 ton/gün çekişte fırına yapılan elektrik takviyesi 1200 kw 'a yükseltilmiştir.

Fırından çekilecek 10 ton/gün ilave cam için 300 kw ilave güç verilmesi gerekliliği varsayımı ile yapılan bu incelemede, modelde cam sıcaklıklarının baz olarak alınan 200 ton/gün çekişe göre ~10°C arttığı görülmüştür. Taban sıcaklıklarının farklı şekillerde benzer seviyelerde tutulması amacı ile verilen güç modelde 1200 kw'tan 1000 kw'a indirilmiştir. Bu durumda sıcaklıklar 200 ton/gün çekiş ve 900 kw güç ile ölçülen değerlere gelmiştir (Şekil 13,14).

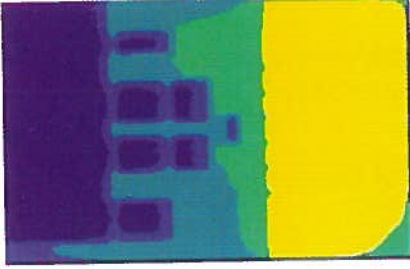
200 ton/gün-900 kw



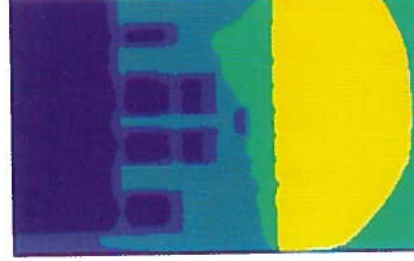
210 ton/gün-900 kw



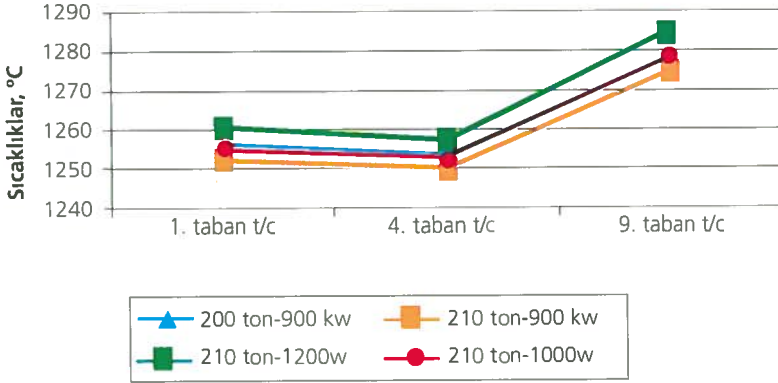
210 ton/gün-1200 kw



210 ton/gün-1000 kw



Şekil 13. 210 ton/gün çekiş ve farklı elektrik takviye miktarlarının yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkisi



Şekil 14. 210 ton/gün çekiş ve farklı elektrik takviye miktarlarının cam taban sıcaklıkları üzerindeki etkisi

Yapılan bu inceleme ve değerlendirmeler sonucunda 210 ton/gün çekiş için, bu fırın şartlarında, 1000 kw'lık elektrik takviyesinin uygun olduğu görüşüne varılmıştır.

5. SONUÇ

Cam fırınlarındaki her olayın modelde birebir benzeştirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle hem verilerin hazırlanması aşamasında, hem modelde çözüm aşamalarında çeşitli varsayımlar kullanılmaktadır. Modellerle elde edilen sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi sırasında da sözkonusu varsayımların etkilerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Sürdürülmekte olan model çalışmalarında modellerde kullanılan varsayımların azaltılması da amaçlanmaktadır. Birleşik modellerde fırın atmosferi ve cam banyosunun birlikte incelenmesi,

cam yüzey sıcaklığının modellere girdi olarak verilmesi ve hesaplamalar boyunca sabit kalması varsayımının kaldırılmasını sağlamış, harmanın enerji tüketen bir unsur olarak modele eklenmesine olanak tanımıştır. Geliştirilen modellerle çekiş artışı ve cam kırığı miktarlarının değişiminin, fırın sıcaklıkları ve akım dağılımları üzerindeki etkilerinin izlenebilmesi amacı ile modeldeki harman örtüsünün fırındaki harman örtüsü ile gerçekçi benzeşimini sağlamak üzere, makalede aktarılan bir dizi çalışma yapılmıştır. Sağlanan bu gelişmelerle farklı çekiş değerlerinin fırın sıcaklıkları üzerindeki etkileri hassas olarak değerlendirilebilmiştir.

6. KAYNAKLAR

1. A. Ugan, R. Viskanta, "Three Dimensional Numerical Modeling of Circulation and Heat Transfer in a Glass Melting Tank, Part1", Glastechnische Berichte, Cilt.60, No:3, s.71-78 (1987).
2. A. Ugan, R.Viskanta, "Three Dimensional Numerical Modeling of Circulation and Heat Transfer in a Glass Melting Tank, Part2", Glastechnische Berichte, Vol.60, No:4, s.115-124 (1987).
3. A. Ugan, "Three Dimensional Numerical Modeling Of Glass Melting Process", Doktora tezi, Purdue Üniversitesi, West Lafayette, (1985).
4. A.M. Lankhorst, H.P.H. Muysenberg ve M.P.J. Sanders, "Coupled Combustion Modeling and Glass Tank Modeling in Oxy-Air Fired Glass Melting Furnaces", Uluslararası Cam Problemleri Sempozyumu, İstanbul, Türkiye, (1996).
5. M.G. Carvalho, P. Oliveira, V. Semiao, "A Three-Dimensional Modelling of an Industrial Glass Furnace", J. of the Inst. of Energy, No:9, s.143-156 (1988).
6. J.Chmelar, M.Novackova, I.Safarik, P.Budik,"Mathematical Modeling of Furnace Design ", 4. Uluslararası Cam Ergitmede Matematiksel Modelleme Semineri ,Horni Becva, Çek Cumhuriyeti, (1997).
7. B.C.Hoke, V.Y.Gershtein,"Coupling Combustion Space and Glass Melt Models Improves Prediction", Am.Ceram.Soc.Bull. Cilt.74, No:11, s.75-78 (1995).
8. A. Ugan, Birleşik Model ve Birleşik modele ilişkin notlar, (1998).
9. A. Ugan, R. Viskanta, "Melting Behavior of Continuously Charged Loose Batch Blankets in Glass Melting Furnaces", Glastechn.Ber. Cilt.59, No:10, s.279-291, (1986).
10. P. Schill, "Batch Melting in Mathematical Simulation of Glass Furnaces", 3.Uluslararası Cam Ergitmede Matematiksel Modelleme Semineri, Horni Becva, Çek Cumhuriyeti, (1995).
11. H. Mase, K. Oda, "Mathematical Model of Glass Tank Furnace with Batch Melting Process", J.of Non-Crys.Sol., Cilt.38 & 39, s.807-812, (1980).
12. A.J. Faber, R.G.C. Beerkens, H.de Waal, "Thermal Behaviour of Glass Batch on Batch Heating", Glastechn.Ber., Cilt.65, No:7, s.177-185, (1992).
13. V.P.Costa, "Untersuchung des Einschmelzverhaltens von Pelletiertem Gemenge zur Glasherstellung", Glastechn.Ber., Cilt.50, No:1, s.10-18, (1977).
14. Z. Eltutar, L. Önsel " The Analysis of the Batch Blanket and Its Characteristics for a Realistic Simulation of Glass Furnaces", 5.Uluslararası Cam Ergitmede Matematiksel Modelleme Semineri, Horni Becva, Çek Cumhuriyeti, (1999).

E-CAMINDA KOMPOZİSYONA BAĞLI VİSKOZİTE ve GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNİN İRDELENMESİ

Hale Haybat

Cam Elyaf San. A.Ş.

Fehiman Akmaz

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Bilindiği gibi, camın eritme ve şekillendirme özelliklerini belirleyen en etkin parametre viskozite-sidir. Bu özellik ise, doğrudan cam kompozisyonu ile bağlantılı olup, terkipte olabilecek her değişim camın eritme ve şekillendirme prosesini etkilemektedir. Elyaf üretiminde kalite ve verimin artırılabilmesi için anılan özelliklerinin optimize edilmesi proses gereğidir. Bu noktadan hareketle, E-camı kompozisyonunda yer alan bileşenlerin viskozite özelliği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla deneysel bir çalışma yürütülmüş her bir bileşenin etkileri net olarak ortaya konulmuştur. Söz konusu çalışma sayesinde, hem bundan sonraki dönemlerde cam kompozisyonunda yapılabilecek değişimlerin cam üretim prosesine olabilecek etkileri öngürülebilecek, hem de günlük üretim sırasında yaşanan hammaddelerin tenörlerindeki oynamaların cam kompozisyonuna olabilecek yansımaları değerlendirilebilecektir.

Etkin eritme verimi için diğer önemli bir parametre de, fırın taban sıcaklıklarının stabilitesinin korunmasıdır. Cam kompozisyonunda yer alan Fe_2O_3 , camın oksidasyon seviyesi ile de bağlantılı olarak taban sıcaklıklarını etkilediğinden, fırın işletmesinde stabilitenin sağlanması için takip edilmesi gereken öncelikli parametre, camın indirgenlik seviyesini gösteren Fe^{+2}/Fe_2O_3 dengesidir. Bu sebeple, literatürde yer almayan, E-camında Fe^{+2} absorpsiyon katsayısının belirlenmesi gereği doğmuş ve gerek üretim, gerekse deneysel koşullarda tespit çalışmaları yürütülmüştür.

1. GİRİŞ

Günümüzde, cam elyafı termoset ve termoplastik ürünlerin takviyesinde kullanılmaktadır. Ancak, ısıtılmak suretiyle camın ince elyaf halinde çekilmesi prosesi antik çağlara kadar uzanır ve cam üfleme prosesinden daha eskidir. Pek çok Mısır kapları kalın cam elyafının kilden yapılmış ve uygun olarak biçimlendirilmiş mandreller üzerine sarılması ile üretilmiştir.

Cam üfleme yönteminin bulunmasından sonra da sarma tekniği, Venedikli cam üreticileri tarafından uygulanarak cam eşyaların dekore edilmesinde kullanılmıştır. Ancak cam elyafının tekstil uygulamalarında kullanılması 17.yy. da Fransız bir bilim adamı tarafından öngörülmüştür.

19.yy. başlarında Fransa'da cam elyafının ipekle beraber kullanılması ile bazı ürünler yapılmıştır.

1930'ların başında Newark , Ohio'da Owens-Illinois cam şirketi ticari olarak uygun cam elyafının üretimi için çok önemli gelişmeler sağlamış ve daha önceden bu işe başlamış olan Corning Glass Works ile birleşerek bugün Owens-Corning Fiberglas Corporation olarak tanınan şirketi oluşturmuştur. Bu şirket daha sonra geliştirme, pazarlama ve teknoloji alanında sözkonusu endüstrinin lideri olmuştur.

Bu noktaya kadar endüstriyel anlamda üretilen elyaf, kesikli elyaftır(cam yünü gibi). Sürekli cam elyafının üretilmesine neden olan ilk gereksinme ise ince elektrik tellerinin izolasyonunu sağlamak üzere ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, istenen elektriksel özellikleri sağlayabilecek yeni bir cam kom-

pozisyonu formüle edilmiş ve E-camı olarak adlandırılmıştır. Bu cam tüm dünyada üretilen sürekli elyaf için standart hale gelmiş ve zaman içinde bazı değişiklikler yapılarak bugünkü durumunu almıştır.

2. ELYAF CAMI KOMPOZİSYONLARI

Bugün, tüm dünyada üretilen sürekli cam elyafının %95'inden fazlası E-camı kompozisyonundadır. Her ne kadar E-camı orjinal olarak elektrik uygulamaları için tasarlanmışsa da, bugün bu tür uygulamalar pazarın ancak küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Günümüzde E-camı kompozisyonu sürekli tekstil elyafı için evrensel olarak kullanılan bir formülasyon haline gelmiş ve dekoratif uygulamalardan yapı malzemelerine kadar pek çok sahada kullanımı yaygınlaşmıştır.

Yakın bir zamana kadar az miktarda elyaf, A-camı olarak adlandırılan soda-kireç-silis camından üretilmekteydi. Bu, özellikle E-camı patentine sahip olmayan üreticiler tarafından kullanılmışsa da bugün artık önemini yitirmiştir. E-camının bir tek önemli dezavantajı seyreltik mineral asitlerinde kolayca çözünmesidir. Bu nedenle asidik çözeltilere maruz kompozitlerin üretiminde C-camı olarak adlandırılan kimyasal direnci yüksek bir cam kompozisyonu kullanılmaktadır.

Bugün dünyada ticari olarak özel uygulamalar için farklı kompozisyonlarda formüle edilen cam elyafı üretilmektedir. Bunlar özetle aşağıda verilmektedir.

E-camı (Electrical)	Kalsiyum-alumina borosilikat camı ; alkali miktarı < %1
A-camı (Alkali)	Alkali miktarı %10-15 olan soda-kireç-silis camı ; kullanımı yaygın değil
C-camı (Chemical)	E-camına göre kimyasal direnci yükseltilmiş, özellikle asidik ortamlara dirençli yüzeylerin yapımında kullanılır.
D-camı (Dielektrik)	Silis ve bor miktarı yüksek; geliştirilmiş dielektrik özellikte; genellikle elektronik sanayiinde kullanılır.
E-CR Camı (Corrosion-Resistant)	Alumina- kalsiyum silis camı; borsuz cam; asit dayanımı yüksek; mekanik özellikleri E-camına benzer
R (Avrupa); S(U.S.A.) - camı	Alkali içermez; erimesi zor ; E-camına göre daha iyi mekanik özelliklere sahip; pahalı olması dolayısıyla özel uygulamalarla sınırlıdır; uzay ve savunma sanayiinde kullanılır.
AR-camı	Alkali dayanımı yüksek; çimento takviyesinde kullanılır.

Yukarıda adı geçen camların kullanımı E-camı yanında oldukça azdır.

E-camı kesin sınırlanmış bir kompozisyona sahip değildir. Sadece tanımlanmış bazı elektriksel ve mekanik özelliklere sahiptir. Bu özellikler de camda alkali oksitler tarafından belirlendiğinden E-camı genellikle Na_2O cinsinden alkali miktarı %1'i geçmeyen kalsiyum-alumina-borosilikat cam olarak tanımlanır.

E-camlarının çoğunluğu hammaddelerin kolay erimesini sağlamak amacıyla harmana katılmış az miktarda florid içerirler. Bazı E-camları aynı zamanda CaO ile yer değiştirmek üzere ~%4.5 MgO içerirler. Zaman içerisinde E-camı kompozisyonları bazı değişiklikler geçirmiştir.

Bunlar ;

1. MgO ve F₂ içeren standart E-camı
2. MgO içermeyen E-camı
3. F₂ içermeyen E-camı

Konuya bu çerçeveden bakıldığında, literatürden derlenen bilgiler doğrultusunda E-camı kompozisyonunun aşağıda verilen değerler arasında olduğu görülmektedir.

E-camı (%)

SiO ₂	52 - 56
Al ₂ O ₃	12 - 16
B ₂ O ₃	5 - 11
CaO	15 - 25
MgO	0 - 5
R ₂ O(Na ₂ O+K ₂ O)	0.5 - 2.0
Fe ₂ O ₃	0.05 - 0.5
TiO ₂	0 - 1.0
F ₂	0 - 0.5

E-camı kompozisyonu çok geniş bir aralıkta tanımlandığından her üretici firma kendi tecrübelerine, hammadde kaynaklarına, üretim koşullarına ve maliyetine göre iyi bulduğu cam kompozisyonuna göre çalışmaktadır.

Yukarıda verilen kompozisyondan da görülebileceği üzere E-camı genel olarak beş elementli CaO-MgO-Al₂O₃-B₂O₃-SiO₂ sistemindedir. Bu sistemdeki oksit miktarları, camın viskozitesini, kristallenme sıcaklığını, kimyasal dayanıklılığını, mukavemetini geliştirmek; erime kolaylığı sağlamak amacıyla ayarlanılabilmekte, özel uygulamalar için de gerekli niteliklerin sağlanabilmesine yönelik farklı bazı oksitler ilave edilebilmektedir.

Bilindiği gibi, E-camı ticari açıdan yaygın olarak üretilen soda-kireç-silis camlarından farklı bir cam matrisine sahiptir. Literatürde, soda-kireç-silis camlarına ilişkin kapsamlı çalışmalar yer almaktadır. E- camında ise üretimin az olması veya firmaların yaptıkları çalışmaları açıklamak istememeleri gibi nedenlerle yayınlanmış bilgiye sıklıkla rastlanmamaktadır. Mevcut bilgiler ise, ancak çalışan cam kompozisyonu için geçerliliğini korumaktadır. Bu nedenlerle, E-camı özelliklerinin tespitine yönelik iki yönlü bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bunlar ;

1. Kompozisyonda yer alan bileşenlerin viskoziteye etkilerinin tespiti
2. Camın Fe⁺² absorpsiyon katsayısının tespiti şeklindedir.

3. CAM ÖZELLİKLERİ

3.1. Kompozisyonda Yer Alan Bileşenlerin Viskoziteye Etkilerinin Tesbiti

3.1.1. E-Camı üretiminde Viskozitenin Önemi

Sürekli elyaf üretiminde, camın erimesinden şekillendirilmesine kadar geçen süreçteki viskozitesinin belirli limitler dahilinde tutulması, kaliteli ve verimli bir üretim için üzerinde hassasiyetle durulması gereken önemli bir husustur. Viskozitenin cam kompozisyonu ile doğrudan ilintili olması nedeniyle camın kimyasal yapısının da mümkün mertebe sabit kalması hedeflenmelidir. Üretim, söz konusu parametrelerin mümkün mertebe sabit kalmasıyla gerçekleştirilmesine rağmen zorunlu değişimler veya kontrol dışı bazı aksamalar cam özelliklerini etkilemektedir. Bu bağlamda, üretim süresince karşılaşılan kompozisyonel değişikliklerin cam özelliklerine yansımalarının vakit kaybetmeksizin belirlenmesi üretimin kalitesi, verimi ve sürekliliği açısından önem taşımaktadır.

Elyaf üretim prosesinde, uygun koşullarda oluşacak homojen cam eldesi kadar, viskozitesine bağlı optimum şekillendirme sıcaklıklarının sağlanması da önemli bir parametredir. Camın erime, harmandan arınma ve şekillendirme sıcaklıklarının diğer bir deyişle fırın, foreheart, bushing sıcaklıklarının viskoziteye göre ayarlanması prosesin temelini teşkil etmektedir.

E-camı üretiminde, şekillendirme sıcaklığı olarak bahsedilen elyaf oluşum sıcaklığı genel olarak viskozite cinsinden $\sim 10^3$ p 'a karşılık gelmektedir. Ancak, tek başına elyaf oluşum sıcaklığı yeterli olmamakta, şekillendirme (çalışma) aralığı olarak ifade edilen, camın $\sim 10^3$ p sıcaklığı ile kristalleme sıcaklığı ($\sim 10^4$ p) arasındaki farkın da bilinmesi gerekmektedir. Cam viskozitesinin önemi dolayısıyla çoğu zaman elyaf camı "şekillendirme aralığı tanımlanmış" cam olarak ifade edilmektedir. Literatürde, ince filamentler halinde elyaf çekilebilmesi için camın "kısa" olması gerektiği ifade edilmektedir. Ancak, bu kısalığın derecesi yani optimum nokta ve tolere sınırları, üretici firmaların kendi elyaf sarma koşullarında belirleyecekleri bir değerdir. Sıcaklığın belirlenen optimum değerden düşük olması diğer bir deyişle viskozitesindeki yükseklik elyaf çekme hızına etki ederek elyafın çekme direncini aşar ve kopmalara neden olur. Aksine, viskozitenin düşük olması halinde, camın normal koşullarda bushing delikçiklerinden daralarak akan karakteristik şekli bozulur ve damlalar oluşur. Bunun sonucunda ise normal çekiş gerçekleşmez. Dolayısıyla, yukarıda da ifade edildiği üzere, optimum elyaf çekme koşullarının oluşturulması ve korunması gerekmektedir.

Diğer taraftan cam ve/veya harman kompozisyon optimizasyon çalışmalarımızda cam bileşenlerinin birbirleriyle yer değiştirmesinin camın viskozitesine etkisinin boyutu yapılacak geçiş programı öncesinde bilinmesi gereken önemli bir husustur.

Bu nedenlerle, koşullarımız dahilinde cam kompozisyonumuzda bulunan oksitlerin birbirleriyle yer değiştirmesinin camın $\log \eta = 2.25 - 4.0$ p. viskozite aralığındaki sıcaklığına ve yumuşama noktası sıcaklığına (T_s) etkisi yapılan deneysel çalışmalarla belirlenmiştir.

3.1.2. Deneysel Çalışmalar

Söz konusu çalışma kapsamında cam kompozisyonundaki ;

- SiO_2 'in B_2O_3 , CaO , Al_2O_3 ve Na_2O ile
- CaO 'in B_2O_3 ve Na_2O ile

%1 oranında yer değiştirmesinin camın viskozite eğrisine etkisi belirlenmiştir.

DeneySEL eritİşler, Tablo.1'de verilen ana cam kompozisyonu baz alınarak yapılmıştır. Herbir değişim için ana cam kompozisyonu dahil 5 adet (herbirinden 3'er adet olmak suretiyle) 100 gr. cam verecek şekilde hazırlanan harmanlar 1500°C sıcaklığa ısıtılmış elektrikli fırında 3 saat süreyle tutularak eritilmiştir. Bu süre sonunda fırından alınan ve 720° de tavlanan numunelerin ;

- komple kimyasal analizleri,
- $\log \eta = 2.25 - 4.0$ p. viskozite aralığındaki sıcaklıkları
- yumuşama noktası sıcaklıkları ($\log \eta = 7.65$ p)

tayin edilmiştir.

Tablo 1: Cam kompozisyonu

Oksit	%
SiO ₂	53.7
Al ₂ O ₃	13.5
CaO	21.5
Na ₂ O	0.35
B ₂ O ₃	9.5

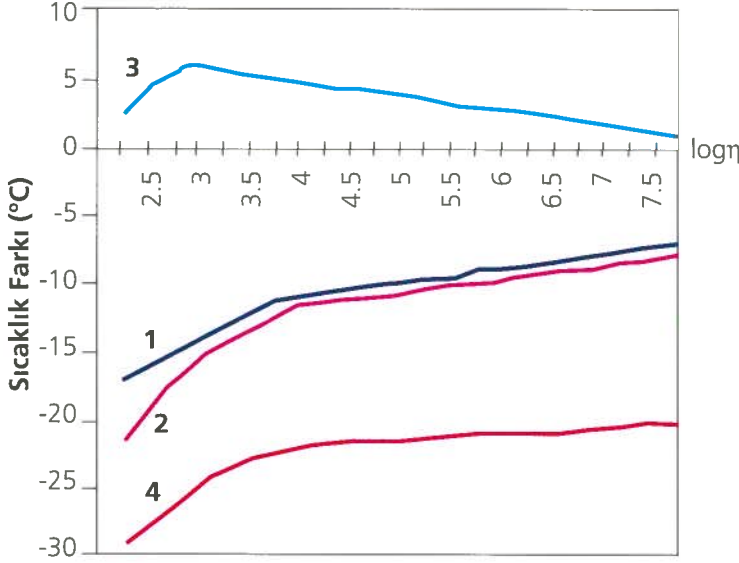
Her bir oksit değişiminin ana cam kompozisyonuyla karşılaştırılması sonucunda ölçümlenen viskozitelere karşılık gelen sıcaklık farkları Tablo 2 ve Şekil 1,2'de verilmektedir.

Tablo 2: Ana cam kompozisyonuna göre oksit değişimlerinin viskozite - sıcaklık farkları

	SiO ₂ - B ₂ O ₃ (ΔT , °C)	SiO ₂ - CaO (ΔT , °C)	SiO ₂ - Al ₂ O ₃ (ΔT , °C)	SiO ₂ - Na ₂ O (ΔT , °C)	CaO - Na ₂ O (ΔT , °C)	CaO - B ₂ O ₃ (ΔT , °C)
$\log \eta = 2.25$	-17.2	-21.6	+2.3	-29	-5.8	+7.2
$\log \eta = 2.5$	-16	-19.2	+4.3	-27.5	-6.5	+5.8
$\log \eta = 2.75$	-15	-17.2	+5.5	-26	-7.1	+4.9
$\log \eta = 3.0$	-14	-15.8	+5.8	-24.6	-7.7	+4.2
$\log \eta = 3.25$	-13.2	-14.5	+5.5	-23.7	-8.1	+3.6
$\log \eta = 3.5$	-12.4	-13.5	+5.3	-22.9	-8.5	+3.2
$\log \eta = 4.0$	-11	-11.7	+4.7	-21.8	-9.4	+2.6
$\log \eta = 7.65$	-7.4	-8.1	+0.7	-20.3	-12.5	+1.0

Şekil 1'de SiO₂ ile yer değiştiren oksitler için elde edilen eğrilerden görüleceği üzere;

- Al₂O₃ ve SiO₂ cam viskozitesini artırmaktadır.
- Al₂O₃ ilavesi;
 - $\sim 10^3$ p. viskozitede sıcaklığı maksimum seviyede artırmakta
 - camın erime ve habbeden arınma sıcaklığını ($\sim 10^2$ p.) artırmakla birlikte fazla etkin olmadığı görülmektedir.
- CaO, 10^2 p.'da sıcaklığı B₂O₃'e göre daha fazla düşürmekle birlikte, viskozite arttıkça her iki oksitin etkisi birbirlerine yaklaşmaktadır.
- Na₂O ise çalışılan oksitler içerisinde viskoziteyi tüm noktalarda en fazla düşüren oksittir. Ancak 10^4 p.dan sonra etkisi azalmaktadır.

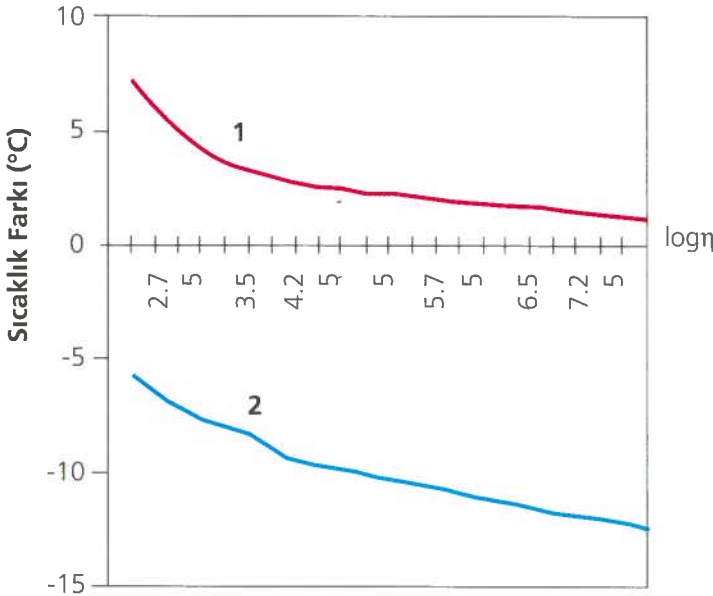


Şekil 1:

- 1. $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3$
- 1. $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaO}$
- 1. $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- 1. $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$

Şekil 2' nin incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmektedir.

- CaO 'in B_2O_3 ile yer değiştirmesi sonucunda cam viskozitesi artmakta ancak, en fazla 10^2 p. da görülen etki yumuşama noktasına doğru gittikçe azalmaktadır.
- CaO 'in Na_2O ile yer değiştirildiği durumda ise, erime sıcaklığı bir miktar düşmekle birlikte çok büyük bir değişim olmamakta, yumuşama noktasına doğru viskoziteyi düşürücü yönde artan bir etki görülmektedir.



Şekil 2:

- 1. $\text{CaO} \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3$
- 2. $\text{CaO} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}$

Diğer taraftan, elyaf oluşum viskozitesi olarak kabul edilen $\sim 10^3$ p da ;

- En fazla sıcaklık düşüşü SiO_2 yerine Na_2O ilavesi ile gerçekleşmekte, CaO ve B_2O_3 bunu takip etmektedir. Ancak, Na_2O 'nun CaO ile yer değiştirmesi sonucunda ulaşılan sıcaklık düşüşü, SiO_2 ile yer değiştirmesinin $\sim 1/3$ 'ü oranındadır.

- Söz konusu viskozitede, sıcaklığı en fazla artıran oksit Al_2O_3 'dür. B_2O_3 'ün CaO yerine ikamesi sonucunda oluşan sıcaklık artışı, Al_2O_3 kadar olmasa da yakın mertebelere düşer.

Camın şekillendirme aralığı dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonuçlarına göre;

- Çalışan oksitler içerisinde en kısa olanı CaO 'dir.
- Cam viskozitesini düşüren B_2O_3 ve Na_2O , CaO ' e yakın mertebelerde camı kısaltmaktadır.
- Al_2O_3 ise camı uzatmaktadır.
- B_2O_3 'ün SiO_2 yerine ikame edilmesiyle cam kısaltmakta, CaO ile ikamesinde ise cam uzamaktadır.
- Yine benzer şekilde Na_2O 'nun SiO_2 yerine ikamesiyle kısalan cam CaO ile ikamesinde uzamaktadır.

3.2. Fe^{+2} Absorpsiyon Katsayısının Belirlenmesi

Kimyasal analizlerin zaman alıcı olması nedeniyle, camın oksidantlık ve indirgenlik şartlarını belirleyen üretim numunelerinin Fe^{+2} / Fe_2O_3 günlük kontrolünde fiziksel tayin metodunun kullanımı daha pratik olmaktadır. Cam teknolojisinde, spektrofotometrik olarak Fe^{+2} konsantrasyon hesabında gerekli olan absorpsiyon katsayısı değerleri daha çok soda- kireç- silis cam matrisi için belirlenmiş olup, E-camının kendine özgü katsayıları bulunmamaktadır. Bu nedenle, E-camı matrisi için Fe^{+2} absorpsiyon katsayısı belirleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma iki ayrı aşamada yürütülmüştür.

1. Üretim numunelerinde Fe^{+2} absorpsiyon katsayısı tespit edilmiştir.
2. Deneysel eritmiş numunelerinde, sabit E-camı kompozisyonunda
 - farklı redoks ve
 - farklı Fe_2O_3 seviyelerinde

Fe^{+2} absorpsiyon katsayısı tespit edilmiştir.

3.2.1. Deneysel Çalışmalar

3.2.1.1. Mevcut İşletme Şartlarında Yapılan Çalışmalar

İşletme şartlarında olabilecek değişikliklerin cama olan etkisinin net olarak görülebilmesi için birbirini takip eden 9 hafta boyunca cam numesi alınmış ve bu numunelerin

- kimyasal metotla $Fe^{+2}(FeO)$, $Fe^{+3}(Fe_2O_3)$ ve
- spektrofotometrik ölçümleri (1050nm'de %T ölçümü)

yapılmıştır.

E-camı üretim numunelerinin toplam demir ve Fe^{+2} miktarı kimyasal olarak tespit edilmiş ve 1050nm dalga boyunda % geçirgenlik ölçülmüştür. Bu değerlerin kullanılmasıyla +2 değerlikli demirin 1050 nm dalga boyunda gösterdiği absorpsiyon katsayısı Lambert-Beer Kanununa göre (1) deki formülle hesaplanmıştır.

$$A_{1050} = -\log_{10} T_{1050} = a_{1050} \times b \times c \dots \dots (1)$$

A= optik yoğunluk

T= % ışık geçirgenlik
a= absorpsiyon katsayısı
b= numune kalınlığı (cm)
c= % oksit (ağırlıkça)

Elde edilen sonuçlar Tablo 3.de verilmektedir.

Tablo 3: Numunelerin Fe⁺², Fe₂O₃ kimyasal analiz sonuçları ve Fe⁺² absorpsiyon katsayıları

Kod No	Fe ⁺² , kimyasal (%FeO olarak hesaplanmıştır.)	% Fe ₂ O ₃	%Işık geçirgenliği (1050 nm)	Absorpsiyon Katsayısı
A1	0.089	0.328	0.328	6.85
A2	0.083	0.326	0.326	7.19
A3	0.080	0.317	0.317	7.45
A4	0.090	0.314	0.314	7.21
A5	0.094	0.310	0.310	6.7
A6	0.093	0.320	0.320	6.32
A7	0.88	0.318	0.318	6.49
A8	0.086	0.316	0.316	6.41
A9	0.090	0.320	0.320	6.06

Yapılan ölçümlerle elde edilen Fe⁺² absorpsiyon katsayısı değerlerinin kendi içindeki tutarlılığı test etmek amacıyla, tekrarlanabilirlik özelliği ön plana alınarak istatistiksel analiz yaklaşımı uygulanmıştır. Deneysel standart sapma (0.16) ve ölçüm değerlerinin gösterildiği olasılık dağılımı (normal dağılım) gözönüne alındığında, %95 güven olasılığına göre yapılan belirsizlik limitlerinin (± 0.32) ortaya konmasıyla, absorpsiyon katsayısı 6.7 olarak belirlenmiştir.

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilmiş olan Fe⁺²'nin absorpsiyon katsayısı değerinin doğrulanmasına yönelik 1 ay süreyle haftada bir, üretim numunesi alınmış, hem yaş kimya hem de spektrofotometrik analizi yapılarak Fe⁺² konsantrasyon değerleri tespit edilmiştir. Numunelerin Fe⁺² miktarının fiziksel ve kimyasal tayin sonuçlarında, en fazla %0.006 gibi bir farklılaşma görülmüştür. Öncelenen konsantrasyon seviyesinde, tamamen ayrı iki yöntemle bulunan bu sonuçlar fiziksel ve kimyasal metodların birbirleriyle karşılaştırılabilir bir uyum içinde olduğunu göstermiştir.

3.2.1.2. Deneysel Eritiş Numunelerinde Yapılan Çalışmalar

Farklı Demir Oksit Seviyelerinde Yapılan Çalışmalar

Bu kapsamda, Tablo 4' de verilen E-camı kompozisyonu baz alınarak;

- %0.322 (mevcut)
- %0.200
- %0.400

olmak üzere üç ayrı demir oksit seviyesinde eritme deneyleri yapılmıştır. Eritişler, 100 gr. cam verecek şekilde hazırlanan harmanların 1500°C sıcaklıkta 3 saat süreyle eritilmeleri ve 720°C'de tavlanmalarıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir demir oksit seviyesi için beş adet eritme yapılmıştır. Elde edi-

len eritiş numunelerinin, yaş kimya analizleri ve spektrofotometrik ölçümleri yapılarak absorpsiyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır (tablo 5).

Tablo 4 : E-camı kompozisyonu

Oksit	%
Al ₂ O ₃	14.10
CaO	21.50
Na ₂ O+K ₂ O	0.50
B ₂ O ₃	9.5

Tablo 5: Farklı Fe₂O₃ içerikli eritişler

Fe ₂ O ₃ (%)	Fe ⁺² , kimyasal (%FeO olarak hesaplanmıştır.)	% Fe ₂ O ₃	%Işık geçirgenliği (1050 nm)	Absorpsiyon Katsayısı
0.322	0.085	0.337	50.8	6.1
	0.085	0.329	52.2	5.8
	0.084	0.329	50.9	6.1
	0.081	0.317	51.4	6.2
	0.083	0.321	51.2	6.1
0.200	0.058	0.234	61.00	6.15
	0.058	0.225	60.80	6.20
	0.057	0.227	62.25	5.95
	0.055	0.219	621.18	6.18
	0.057	0.226	62.28	5.94
0.400	0.107	0.404	44.4	5.9
	0.112	0.413	40.5	6.4
	0.104	0.407	44.2	6.1
	0.106	0.409	45.0	5.9
	0.103	0.399	43.5	6.3

Her bir demir seviyesi için ayrı ayrı elde edilen absorpsiyon katsayısı değerlerin averajı alındığında sonuç 6.1 olarak bulunmuştur.

Farklı Redoks Seviyelerinde Yapılan Eritişler

Aynı cam kompozisyonunda, sabit demir oksit miktarında % (0,322)

- Rx = + 1.1 (mevcut redoksta)
- Rx = + 5
- Rx = - 5

seviyeleride yukarıda belirtildiği şekilde eritiş deneyleri yapılmıştır. Harman redoksu kömür, sülfat ve nitratın her koşul için farklı kombinasyonlarda kullanımıyla ayarlanmıştır.

Söz konusu eritiş numunelerine ait deney sonuçları Tablo 6' da verilmektedir.

Tablo 6: Farklı redoks seviyesinde yapılan eritişler

Redoks Seviyesi	Fe ⁺² , kimyasal (%FeO olarak hesaplanmıştır.)	% Fe ₂ O ₃ (toplam)	% Işık geçirgenliği (1050 nm)	Absorpsiyon Katsayısı
Rx=-5	0.081	0.322	51.70	6.18
	0.078	0.316	51.44	6.47
	0.078	0.315	51.67	6.42
	0.086	0.328	50.72	6.00
	0.085	0.321	51.3	5.90
Rx=+5	0.079	0.309	52.90	6.08
	0.083	0.324	52.12	6.00
	0.081	0.327	51.91	5.99
	0.082	0.323	52.14	6.01
	0.083	0.314	51.0	6.17
Rx=+1.1	0.085	0.337	50.8	6.1
	0.085	0.329	52.2	5.8
	0.084	0.329	50.9	6.1
	0.081	0.317	51.4	6.2
	0.083	0.321	51.2	6.1

Yapılan çalışma sonucunda absorpsiyon katsayısı değeri 6.1 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, deneysel şartlarda hem farklı Fe₂O₃ seviyesinde, hem de farklı redoks seviyesinde Fe⁺²'nin absorpsiyon katsayısı değerinin aynı olduğu saptanmıştır. Buna karşın direkt fırından alınan numunelerden elde edilen sonuç ise 6.7'dir. Bu da, her şartın ancak kendi koşullar içinde geçerli olabileceğini göstermiştir. Başka bir deyişle, eğer farklı demir oksit seviyesi deneysel değil de üretim fırınında denenseydi absorpsiyon katsayısı değerinin 6.7 olacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla, işletme şartları ve deneysel şartlardan elde edilen absorpsiyon katsayısı değerlerinin birbirinden farklı çıkması bu çalışmanın her cam matriksinin yanında, aynı cam matriksine sahip her fırın için ayrı ayrı yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

4. SONUÇ

E-camı kompozisyonumuzda yer alan her bir bileşenin viskozite özelliğine etkileri, yapılan deneysel çalışma sonucunda net olarak ortaya konulmuştur.

Söz konusu verilerden hareketle hem bundan sonraki dönemlerde cam kompozisyonunda yapılabilecek değişimlerin cam üretim prosesine olabilecek etkileri öngörülebilecek, hem de günlük üretim sırasında yaşanan zorunlu değişimlerin veya kontrol dışı bazı aksamaların cam kompozisyonuna olabilecek yansımaları değerlendirilebilecektir.

E-camı matriksi için Fe⁺² absorpsiyon katsayısı gerek üretim ve gerekse deneysel koşullarda belirlenmiştir.

Bu değer kullanılmasıyla camın oksidasyon seviyesi ve buna bağlı taban sıcaklıklarındaki değişimler daha kolay ve çabuk gözlemlenebilecektir.

5. KAYNAKLAR

1. Loewenstein, K.L. **"The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibres"** Elsevier, 1973
2. Volf , Milos B. **"Technical Approach to Glass"** Elsevier, 1990
3. John Murphy, **"The Reinforced Plastics Handbook"** Elsevier, 1998
4. Bamford, C.R **"Colour Generation and Control in Glass"** Elsevier, 1997
5. Hardy, Arthur C. **"Handbook of Colorimetry"** USA , 1936
6. ASTM, **"Standards on color and Appearance Measurements"** 1987
7. David R.Jones IV, William C.Jansheski and Don S Goldman, **"Spectrophotometric Determination of Reduced and Total Iron in Glass with 1,10-Phenanthroline"** American Chemical Society, 1931, s.93

PAŞABAHÇE CAM SAN. VE TİC. A.Ş. MERSİN FABRİKASI OTOMATİK ZÜCCACİYE KOMPOZİSYONUNUN DEĞİŞTİRİLEREK ŞEKİLLENDİRME ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Ahmet Okan - Hüseyin Erduran

Paşabahçe Cam Sanayii ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası

Hande Sengel

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Bilindiği gibi cam üretiminde, eritme ve şekillendirme proseslerini belirleyen en önemli parametre camın viskozite özelliğidir ve bu özellik, cam kompozisyonuyla doğrudan bağlantılıdır. Eritme ve şekillendirme şartlarının optimize edilmesinde kullanılan ana yöntem cam kompozisyonunun modifiye edilmesidir.

Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası'nda öncelikle B fırınında, otomatik züccaciye camının şekillendirme özelliklerini geliştirmek, verimliliği arttırmak amacıyla, cam kompozisyonu modifiye edilmiştir (24.01.1999). Üç kademede gerçekleştirilen kompozisyon geçişi iki aylık bir süreye yayılmış, olumlu sonuçlar elde edilince aynı geçiş A fırınında da uygulanmıştır. Söz konusu kademeli uygulama neticesinde 3 aylık zamanda harman maliyetinde 10,2 Milyar TL. avantaj sağlanırken, randımanlarda pres makinalarında % 3,96'lık, pres üfleme makinalarında % 0,91'lik artış elde edilmiştir. Ayrıca devir artışı olarak pres makinalarında (bazı makinalarda) ~% 6,4'lık devir artışı meydana gelmiştir.

1. GİRİŞ

- Şekillendirme parametrelerinin optimize edilmesi,
 - Makina Üretim hızlarının artırılması,
 - Üretim hatalarının (çatlak ,cam kırığı , kalıp yarası, vb.) azaltılması,
 - Harman maliyetinde tasarruf sağlanması ,
- amacıyla, **Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası'n**da harman kompozisyon değişikliği yapılmıştır.

Değişiklik 25.01.1999 tarihinde kademeli olarak PM - B fırınında başlatılmış ve daha sonra A fırınına uygulanmıştır.

PM - B fırınında:

- 5 adet pres hattı (üç adet çift damla , bir adet üç damla ve cam tuğla presi) ,
 - 2 adet pres üfleme hattı (12 kollu IGC H28 , 8 kollu IS) ,
- vardır.

Görüldüğü gibi B fırını (205 ton/gün), makina parkı olarak, pres prosesi ağırlıklıdır.

PM - A fırınında:

- 5 adet pres üfleme hattı (3 adet 0-90 TR-18, bir adet 0-90 TR-18, bir adet 12 kollu IGC H-28),
 - 1 adet pres üretim hattı (çift damla pres)
- mevcuttur.

PM - A fırını (165 ton/gün) pres üfleme prosesi ağırlıklıdır.

CEE olarak teknik işbirliği anlaşması yaptığımız yabancı firmalardan (Corning, IGC vb) gelen elemanların üretim makinalarında şekillendirmeye yönelik uygulamalarda olumlu sonuçlara ulaşamadığı zaman cam kompozisyonunun farklılığını gündeme getirdiği görülmektedir.

Başarısızlıkla sonuçlanan deneme üretimlerinde genellikle başarısızlık nedeni olarak CEE 'nin cam kompozisyonuna atıf yapılmaktadır.

Bu konu en son olarak **PM** fabrikasında Nisan 1998 de başlayan **cam tuğla deneme** üretiminde teknik bilgisinden yararlandığımız İtalyan süpervisor tarafından da belirtilmiş ve camımızın pres üretimine uygun olmadığı ifade edilmiştir. Aynı eleman özellikle (kendisinin emekli olduğu) rakiplerimizden İtalyan üretici **Bormioli Rocco** da pres ve pres üfleme proseslerinin farklı fırınlarda toplandığını ve **prosesse özel harman reçetesi** uygulandığını belirtmiştir.

Bunun üzerine rakip firma ürünleri temin edilip incelenmiş ve inceleme sonucu elde edilen bulgular söz konusu uygulamaya kaynak olmuştur.

2. TEORİ

2.1. Viskozite

Camın en önemli teknolojik özelliği, **viskozitesidir**. Harman eritilmesinden camın şekillendirilip işlenmesine, soğutma rejiminin uygulanmasına kadar bütün aşamaları belirleyen bu dinamik kavram, cam kompozisyonu ve sıcaklığın bir fonksiyonudur.

Viskozite, akışkanlarda (sıvı veya gaz) görülen bir iç sürtünme olayıdır.

Cam endüstrisinde **viskozitenin** belirleyici rolü, harmanın ergitilmesiyle başlamaktadır. Ergimiş camın viskozitesi 10^{-10} poise mertebesinde dir. Oda sıcaklığında suyun viskozitesinin 0,01 poise, hint yağının 10 poise, balın viskozitesinin ise 10^2 poise olduğu dikkate alınır sa camın erime noktasında bile ne kadar viskoz bir sıvı olduğu anlaşılmalıdır. Camın oda sıcaklığında ise, viskozitesinin 10^{22} poise olduğu tahmin edilmektedir.

2.2. Çalışabilirlik

Camın şekillendirilebilme kabiliyeti olarak tanımlanırsa, bu özelliği belirleyen parametre, o camın çalışma aralığında sahip olduğu viskozite davranışıdır. **Çalışabilirlik** özelliğini somutlaştıran üç temel parametre vardır. Bunlar;

- **Çalışma aralığı** (**WR**, working range)
- **Çalışma aralığı indeksi** (**WRI**, working range index),
- **Bağıl makina hızı** (**RMS**, relative machine speed)

Bu faktörlerden **WR**, camın şekillendirme bölgesini tanımlamak üzere, damlanın oluşumundan ($\log n=3$) şekillendirmenin son aşaması olabilecek, sıvı camın katı forma geçeceği sıcaklık sınırı olan yumuşama noktası arasında kalan bölgeyi kapsar.

WRI ise, **yumuşama noktası** ile **tavlama noktası** arasındaki bölgedir. Tanımladığı bölge olarak, şekillendirmenin tamamlandığı camın katı forma geçtiği nokta ile tavlama işleminin yapılacağı sıcaklık sınırı arasındaki bölge düşünülebilir.

Böylelikle, **WR** ve **WRI**'in düşük olması şekillendirme için gerekli olan sıcaklık aralığının dar olduğunu (camın kısa olduğunu), şekillendirme işleminin hızlı gerçekleşmesi gerektiğini ifade eder. Örnek olarak, **pres üretim** gibi hızlı şekillendirme türlerinde bu aranan bir özelliktir. Buna karşılık yine aynı parametrelerin yüksek olması, camın uzun olması, yani şekillendirmenin daha yavaş, kalıpta kalış süresinin daha uzun olması gerektiğini işaret etmektedir. El imalatı gibi üretimler-

de veya kulplu ayaklı üretim gibi daha uzun şekillendirme süresine ihtiyaç duyulan üretimlerde bu özelliğe ihtiyaç duyulmaktadır.

RMS ise yukarıda anlatılanlardan türetilmiş bir faktördür. Kısa camlarda yüksek, uzun camlarda düşük değer alır. Mutlak olarak üretimdeki makina hızını ifade etmemekle birlikte aynı doğrultuda bir büyüklüktür. Küçük damlalı hızlı üretimlerde mümkün olduğunca yüksek olması hedeflenir. Yukarıda tanımlanan parametrelerin hesaplanmasında aşağıda verilen eşitlikler kullanılmaktadır.

$$WR = T_{(\log n=3)} - T_s$$

$$WRI = T_s - T_A$$

$$RMS = (T_s - 450 / WRI + 80) \times 100$$

Her üretim şekli için, **çalışabilirlik parametrelerinin** alabileceği farklı değerler vardır. Bunlar mutlak değerler olmamakla birlikte, cam kompozisyonunda yapılacak modifikasyonlarla ideale daha yakın konuma getirmek mümkündür. Örneğin, pres üretim gibi hızlı şekillendirmenin söz konusu olduğu üretimlerde camın daha hızlı şekillendirilerek soğuması istenmektedir. Camın çalışma aralığı uzadıkça, kalıp içinde şekillenmiş ürün kendini tutamaz, deforme olur. Konveyör üzerinde soğutmaya giderken bant izi belirgin olarak kalır. **Cam kompozisyonu modifiye edilerek çalışma aralığı kısaltıldıkça** (belirli bir noktaya kadar) **şekillendirme makinaları hızlandırılabilir**, deformasyon veya bant izi gibi problemler ortadan kalkar. Buna tam ters örneği vererek camın idealden kısa olmasının getireceği dezavantajları da örneklemek mümkündür. Mesela yine yukarıda belirtilen **pres üretimi** düşünülduğünde, camın çalışma aralığının olması gereken optimum değerden daha kısa olması halinde, söz konusu cam, makinadaki şekillendirme işlemi bitmeden donacak, şekillendirme tamamlanamayacak, ağız yarım, ağız dolmamış gibi hatalar meydana gelecektir.

2.3. Viskozitenin Kimyasal Kompozisyonla Değişimi

Yukarıda da açıklandığı gibi söylendiği gibi farklı kimyasal yapıları olan camların viskozite davranışı da farklı olacağı gibi, aynı cam üretimi sırasında bile kompozisyonda belirebilecek günlük dalgalanmalar, karakteristik viskozite noktalarının değişiminde ifadesini bulmaktadır. Ancak bu alanda bugüne kadar yapılan araştırmalardan elde edilen bilgi birikimleri, pek çok problemi çözmeye yetecek düzeydedir.

Aşağıda soda-kireç-silis camlarında yer alan oksitlerin viskoziteye olan etkileri özetlenmektedir :

1) SiO₂: Cam yapıcı temel oksit durumundaki SiO₂ kendi başına yüksek erime sıcaklığına (1710°C) sahiptir ve bu oksitin her koşulda viskozitesi yüksek olup, yer aldığı camın viskozitesini arttırdığı bilinmektedir. SiO₂ 'nin bu özelliği Si-O bağlarının kuvvetli oluşundan ileri gelmektedir.

2) Alkali Oksitler: Na₂O , K₂O gibi alkali oksitler genellikle viskoziteyi düşürmekte ,

erimiş camın akıcılığı arttırmaktadırlar. Çünkü bu oksitler , cam yapıcı oksit moleküllerindeki bağları parçalamakta ve yapıyı zayıflatmaktadır. Alkali oksitlerin de kendi aralarında farklılıklar vardır. Bu da doğrudan moleküler konfigürasyondan kaynaklanmakta olup, viskoziteye etkileri, K₂O <Na₂O < Li₂O şeklinde sıralanmaktadır.

3) Toprak Alkali Oksitler: CaO ve MgO gibi toprak alkali oksitler düşük sıcaklıklarda ve bütün oksit sistemlerinde viskoziteyi önemli ölçüde arttırmaktadırlar. Buna mukabil özellikle CaO yüksek sıcaklık bölgesinde örneğin erime noktasında viskoziteyi düşürmekte akıcılığı arttırmaktadır, bunun sonucu olarak camın çalışma aralığını daraltmaktadır.

4) Al_2O_3 : Kendi yapısındaki üç oksijenle bağ yapabilmesine karşılık, tetrahedron ağ yapıya sahip silika camlarında mevcut yapıya uyarak dört oksijenle bağ kurabilen alümina, yapıyı kuvvetlendirdiği için viskoziteyi de her noktada yükseltir.

3. YABANCI CAMLARIN İNCELENMESİ

Bu çalışmaya baz teşkil etmesi açısından piyasadaki rakip ürünlerden örnekler temin edilerek kimyasal kompozisyonlarına ilişkin incelemeler yapılmıştır.

4. UYGULAMA

Bundan yola çıkarak, kendi üretim şartlarımıza uygun olacağı düşünülen hedef kompozisyonu belirlenmiş ve yaklaşık iki aya yayılan bir sürede 4 kademedeki geçilmesi planlanmıştır.

5. ELDE EDİLEN BULGULAR

Yapılan uygulamada elde edilen bulgular aşağıda imalat türüne göre gruplandırılarak verilmiştir.

5.1. Pres Üretimde Elde Edilen Sonuçlar

	Reçete Değişikliği Öncesi	Reçete Değişikliği Sonrası	% Fark
Verim	% 83.2	% 86.5	4
Devir	Standart devir	%5.6	6
Yeniden Ayırma	% 5.2	% 4.1	-21
Kalite* Kaybı	% 10.5	% 9.7	-8
Kalıp** Değişimi	8-10 Adet/Vard.	4-5 adet/Vard.	-50
F/H Sıcaklıkları	Standart Sıcaklık	5-10 °C'lik azalma	

*Camın etken olduğu hatalar olan dip çatlak, ağız soğuk çatlak, gövde kırışık, dip soğuk çatlak, mastör su çatlağındaki azalma.
 ** Cam sıcaklığının düşmesi ile birlikte "kalıp yarası" ve "kalıp yağ lekesi" hatalarının azalmasından dolayı kalıp değişimi azalması.
 *** Transfer noktalarındaki çatlak oluşumunda da azalma görülmüştür.

5.2. Pres Üflemede Elde Edilen Sonuçlar

	Reçete Değişikliği Öncesi	Reçete Değişikliği Sonrası	% Fark
Verim	% 88	% 88.8	1
Devir	Standart devir	Standart devir	
Kalıp Çizgisi	% 2.2	% 1.66	25
Cam Kırığı	% 3.95	% 3.05	23
Dip Çatlak	% 1.2	% 0.82	32
Kırışık*	% 2.5	% 8	

Tabloda da görüldüğü gibi bütün parametrelerde düzelme olmakla birlikte Pres üfleme özelinde kompozisyon geçişiyle beraber kırışık probleminde artış olmuştur. Nedeni ise; mevcut durumda

yüksek devirle çalışan (~ 180 devir/dak.) makinalarda devir artışına gidilememesidir. Bu sebeple sorunun çözülmesi için F/H sıcaklıklarında 30°C'ye varan miktarlarda artışa gidilmiştir.

Son dönemde, A1 hattındaki çift spout uygulaması ve diğer makinalardaki yapılan tadilatlar sayesinde üfleme makinalarında devir artışı yapılmıştır. (180 dev./dak →188 dev./dak.) Bu devir artışıyla birlikte F/H sıcaklıklarının azalacağı beklenmektedir.

5.3. Harman Maliyeti

Cam kompozisyon değişikliği için harman bileşenlerinden KALKER, DOLOMIT ve SODA'nın tartım miktarlarında değişiklik yapılmıştır.

Bu değişiklik aşağıda verilmiştir:

HAMMADDE	PM (eski)	PM (mevcut)
KALKER	58 kg	171 kg
DOLOMIT	169 kg	43 kg
SODA	227 kg	215 kg
harman maliyeti	31,92 \$ /ton	28,83 \$ / ton

Bu değişiklik nedeniyle bu üç hammadde sarf miktarların değişmesi toplam harman maliyetine de yansımıştır. Bu farklılık sonucunda harman maliyetinde %10'luk bir azalma elde edilmiştir. Bu maliyet azalması bir yıllık üretim söz konusu olduğunda 1999 yılı fiyatlarıyla **84 Milyar TL.** tasarrufa denk gelmektedir.

6. SONUÇ

Bu uygulamada **cam kimyasal kompozisyonu** değiştirilerek camın çalışma aralığı daratılmış bunun sonucu olarakta **harman maliyetinde % 10'luk** azalmayla birlikte imalat açısından:

- imalat kayıplarında azalma ,
- makina devirlerinde artış sağlanmıştır

Bu uygulamadaki olumlu sonuçların toplam üretim maliyetine büyük avantaj sağladığı görülmektedir.

CAM AMBALAJ ve ÜRÜNLERİNDE CAT SCRATCH (KEDİ TIRMIĞI) HATALARININ ELEKTRON MİKROPROB İNCELEMELERİ

Bülent Arman - Eşref Aydın

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

ÖZET

Damar hataları şişe ve züccaciye ürünlerinde çok sık rastlanan hatalardır. Camların dış yüzeyine yakın birbirlerine paralel çizgisel hata türlerine kedi tırmağı (cat scratch) hataları olarak isim verilir.

Cam kapların estetik görüntüsü ve mekanik dayanıklılığını bozan bu tür hatalar nedeniyle bir çok ürün cam kırığı olarak atılır. Cam kaplarda (şişe v.b.) durum daha toleranslı olabilir, camın mukavemetini etkilemiyorsa kabul edilebilir ölçülerde bulunabilir.

Bu çalışma içerisinde şişe ürünlerinde cat scratch hatalarının elektron mikroprob ile yapılan analizlerinin irdelenmesi yer almaktadır.

Bu hatalar çoğunlukla camların dış yüzeyinden 50-100 µm derinliklerde bulunmakta olup tipik analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Renksiz	Şişe	Al ₂ O ₃ : % 3.60 - 12.41	ZrO ₂ :% 1.04-3.19
Bal rengi	Şişe	Al ₂ O ₃ : % 3.51 - 6.24	ZrO ₂ :% 1.91-2.59
Yeşil	Şişe	Al ₂ O ₃ : % 5.90 - 10.68	ZrO ₂ :% 1.01-3.37

Pres ve pres üfleme üretimi cam kaplarda bu değerler Al₂O₃: % 1.3-11, ZrO₂:%0.5-9 aralıklarında değişmektedir. İnce cidarlı el imalatı ürünlerinde ise bu tür hataların yanında benzer şekilde inhomojen damarlar yer alabilir.

Kedi tırmağı türünde hatalar cam fırınlarında kullanılan alumina ve zirkon içeren refrakterlerin çözünmeleriyle yakın ilişkilidir. Fırın üst yapı refrakterlerinden çözülen camsı faz akarak cam eriyiğine karışır ve fırın akımlarıyla boyun bölgesine doğru ilerler, bir kısım ileri doğru kaçarak damar hatalarını oluşturur.

Damar yapıcı malzemenin Al₂O₃ oranı fazla olduğundan dolayısıyla viskozitesi de yüksektir. Bu yapılan çalışmada damar yapıcı malzemenin içinde bulunduğu cama kıyasla yoğunluk açısından daha hafif olduğu ortaya konulmaktadır. Bu tespit şimdiye kadar kabul gören genel görüşün tersidir.

Damar yapıcı malzemenin yoğunluğunun daha hafif ve viskozitenin cama kıyasla fazla olması nedeniyle tabana çökmesi ve karışması zordur. Camlarda görülen bütün damar hataları analitik bir yaklaşımla başlıca Al₂O₃, Al₂O₃ + ZrO₂ ve SiO₂ zengin damarlar şeklindedir.

Kompozisyon farkı göstermeyen damar hataları ise başlıca orifis çıkışından ve de termal inhomojenite hataları olarak ayrılabilir.

1. GİRİŞ

Cam üreticileri için cam hataları her zaman sorun olmuştur. Hammaddelerden refrakterlerden veya kontaminasyondan kaynaklanan taş ve düşme hataları giderilmesi nisbeten kolay hatalardır. Bu hatalar dışında özellikle cam kaplarda ve cam ambalaj malzemelerde camların dış yüzeylerinde görülen ve birbirlerine paralel yönelmiş ve görüntüsü nedeniyle kedi tırmağı (cat scratches)

hataları olarak adlandırılan hatalar giderilmesi en güç olan ve uzun yıllardır tartışılan hatalardır. Bu konudaki son uluslararası seminer 1992 yılında A.B.D.'inde yapılmıştır. Seminerin ismi ve sonuçları özetle aşağıda verilmiştir.

REVIEW

“CAT SCRATCH - A GLASS DEFECT”

Seventh Annual Glass Technical Seminar
Pennsylvania, 1992

Edited By:
R.R. Argent
Frazier - Simplex, Inc.

SEMİNER SONUÇLARI

- Bir sonuca varılamadığı için konunun tartışılmasının devamına karar verilmiştir.
- Yeterli veriler elde edilemediğinden konunun sürekli gündemde tutulması gereği duyulmuştur.

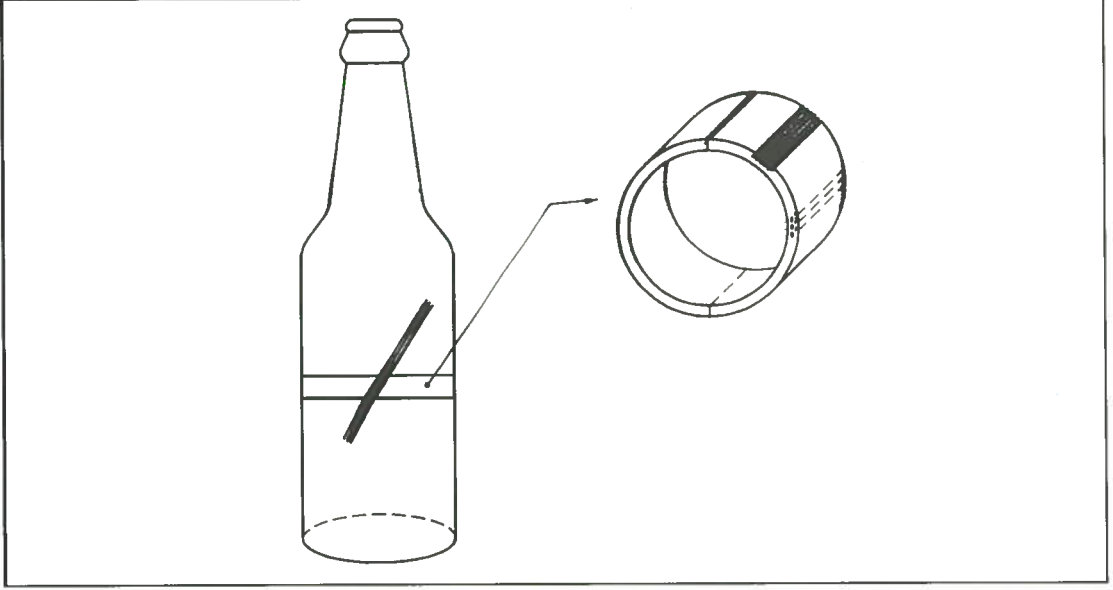
(37 üretici firma katılmıştır)

1992 CAT SCRATCH SEMİNERİNDE KEDİ TIRMIĞI HATALARINA BAKIŞ ve TARTIŞMA SONUÇLARI

KOROZYON MEKANİZMASI	OLASI KAYNAKLAR	KORUYUCU FAKTÖRLER
<p>Refrakter Çözünmeleri</p> <ul style="list-style-type: none">• Cam seviyesi ve yan duvarların korozyonu• Boosting ve bubblerlerin taban korozyonunu arttırıcı etkide bulunması. <p>Sıcaklıklar</p> <ul style="list-style-type: none">• Yüksek sıcaklıkların korozyonu arttırıcı olması• İzolasyonun yarı duvarların korozyona etkisi.• İslanma, peletleme ve briketleme harman tozumasını engeller. <p>Buharlaştırma</p> <ul style="list-style-type: none">• Buharlaştırmanın korozyona katkısı• İslanma, peletleme ve briketleme harman tozumasını engeller	<p>Forehearth F/H üst ve cam temas refrakterleri önemli hata kaynağı değildir.</p> <p>Çalışma Havuzu (Dinlenme Havuzu) Alumina/zirkonca zengin, cama hata kaynağı olarak etkisi azdır.</p> <p>Boyun Bölgesi (Throat) Büyük bir kaynak olamaz.</p> <p>Ergitme Alumina/zirkonca zengin camın, esas kaynağıdır. Yan duvarlardan akmalar, cam seviyesi ve cam teması hataların olduğu yerlerdir.</p>	<p>Bubbler'ler</p> <ul style="list-style-type: none">• Karıştırıcı amaçlı olan bubblerler kedi tırmağı damarlarının dağılmasına yardımcı olur.• Bubblerlerin pozisyonu önemlidir. <p>Derin Afinyasyon Bölgesi Eşit sıcaklık dağılımı, daha az fırında kalma süresi yoğun camın tabana çökmesini engeller.</p> <p>Elektrik Boosting Elverişli sıcaklık ve karıştırma sağlar.</p> <p>Dip Akıtma Borosilikat camlarda yararlı olur.</p> <p>Karıştırıcı F/H da karıştırıcı etkili olabilir. Tipi, hızı ve lokasyonu önemlidir</p>

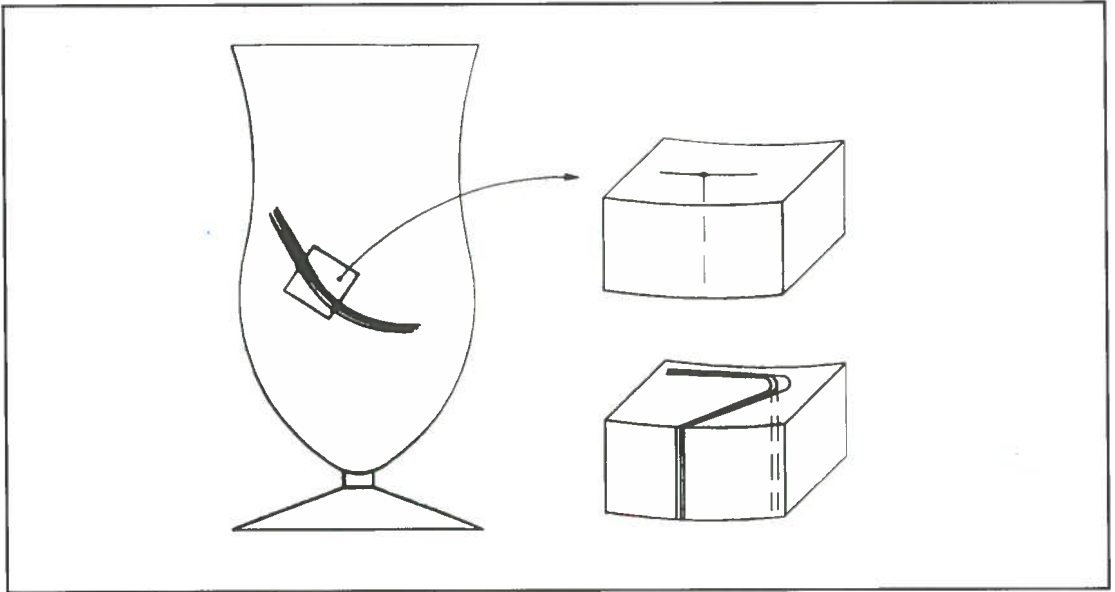
2. KEDİ TIRMIĞI HATALARININ MİKROSKOBİK ÖZELLİKLERİ

Kedi tırmağı şeklindeki damar hataları cam ambalaj ve cam kapların dış yüzeylerinden 100-150 m derinliklerde, 10-50 µm çapında damarlar şeklinde bulunur. Aşağıda bir şişe yüzeyinde görülen hatalı bölgeden alınan bir halka görülmektedir. Dış yüzeyde görülen çizgiler orifisten kaynaklanan ve konpozisyon farkı göstermeyen, gömülü olarak yer alan hatalar ise konpozisyon farkı gösteren kedi tırmağı hatalarıdır (Şema 1).



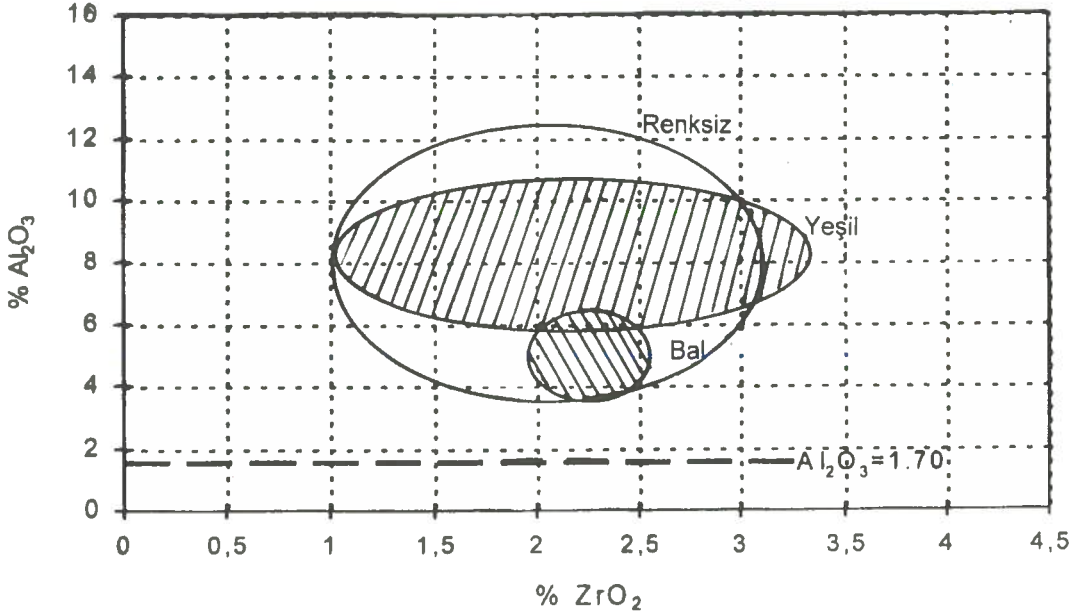
Şema 1

1992 yılında A.B.D.'inde yapılan seminerin sonucunda kesin bir karar alınamaması nedeniyle Cam Araştırma Merkezimizde bu tür hatalar üzerinde ayrıntılı elektron mikroprob analizleri yapılması kararlaştırılmış, renksiz, yeşil ve bal rengi şişelerdeki hatalar ayrıntılı analiz edilmiştir (Şema 2).



Şema 2

Tabloda görüldüğü gibi bütün kedi tırmağı türündeki damarlarda değişik oranlarda cam kompozisyonundan farklı olarak değişik oranlarda Al_2O_3 ve ZrO_2 bulunmaktadır. Aşağıda şişelerin renklerine göre oranlar şematik olarak da verilmiştir.



Şekil 1: Değişik şişelerde kedi tırmağı hatalarında Al_2O_3 , ZrO_2 oranları.

Ayrıca damarlı bölgelerin analizleri esas alınarak yapılan matematiksel hesaplamalar sonucunda yoğunluklarının şimdiye kadar düşünülenlerin tersine yoğunluklarının camdan daha az olduğu ve ergimiş camın dibine dikmeyip yüzeyde kaldığı sonucuna varılmıştır. Kedi tırmağı türünde damarların fiziksel ve kimyasal özellikleri özet olarak aşağıda belirtilmiştir.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER	KİMYASAL ÖZELLİKLER	
<ul style="list-style-type: none"> Dış yüzeyden 50 -100 μm içerde ve 10 - 50 μm çapındadır. Cama gömülüdür, düz ve katlanmış şekillerde bulunur. Camın dış yüzeyinde mikroskopik şekillerdedir. Kedi tırmağı hatalarının bulunduğu zonlarda wollastonit ve diyopsit kristalleri bulunabilir. Alumina ve zirkon içeren kedi tırmağı hatalı onlarda nadiren sekonder zirkonya kristalleri bulunabilir. 	<p>Kedi tırmağı damarlarda Al_2O_3 ve ZrO_2 oranları</p> <p><u>Cam Ambalaj Ürünleri</u></p> <p>Renksiz cam Al_2O_3: %3.60 - 12.41 ZrO_2: %1.04 - 3.19</p> <p>Yeşil cam Al_2O_3: %5.90 - 10.68 ZrO_2: %1.01 - 3.37</p> <p>Bal rengi cam Al_2O_3: %3.51 - 6.24 ZrO_2: %1.91 - 2.59</p> <p><u>Cam Ev Eşyası Ürünleri</u> Al_2O_3: %1.3 - 11 ZrO_2: %0.5 - 9</p>	<ul style="list-style-type: none"> Viskozite Al_2O_3 oranlarındaki artçı damardaki camın viskozitesini artırır. 1250°C'da viskozite ana camdan %12 daha yüksektir. Dansite Yeşil cam : $d_{damar} < cam$ (%100) Renksiz cam : $d_{damar} < cam$ (%78) Bal rengi cam : $d_{damar} < cam$ (%50) Genel olarak : $d_{damar} < cam$ (%82)

3. KEDİ TIRMIĞI HATALARININ NEDENLERİ VE KORUYUCU ÖNLEMLER

Uzun yıllar boyunca yapılan çeşitli incelemeler sonucunda bu tür damar hatalarının ergitme bölgesi AZS refrakterlerden kaynaklandığı görülmüş olup, nedenleri ve koruyucu önlemleri özetle aşağıda belirtilmiştir.

KEDİ TIRMIĞININ NEDENLERİ	KORUYUCU ÖNLEMLER
<ul style="list-style-type: none"> Fırın refrakter dizaynı <p>Forehearth : elektrodöküm alumina Çalışma havuzu : elektrodöküm alumina Ergitme : elektrodöküm AZS</p> <p>Kedi tırmığı⇒Al₂O₃ ve ZrO₂ içerir</p> <ul style="list-style-type: none"> Üst yapı ve cam seviyesi korozyonu damlama ve akıntıların esas nedenleridir. Damar yapıcı malzemeler fırın akımları boyunca yan duvarlara yakın bölgede (~100 cm'lik bir mesafede) tabana çökmeden ileriye doğru hareket ederler. 	<ul style="list-style-type: none"> Forehearth sıcak bölgede karıştırıcı bulunması yararlı olur. Karıştırıcı kanatlarının modellenerek yeniden tasarımı; ileri akım içindeki damar yapıcı malzemeyi dağıtır. Uygun sıcaklık düzenlemeleri (izolasyon seviyesi, soğutma v.b.) Üst yapı akıntılarını engeller. Orifis bölgesinin devitrifikasyonunun (aşırı soğutma), ve fiziksel arızaların kontrolü. Tavlamaya girmeden mamullerde sert bir alevle cam yüzeyindeki pürüzlerin giderilmesi.

4. SONUÇLAR

Yapılan analiz ve incelemeler sonucunda kedi tırmığı hataları ile ilişkili çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Al₂O₃ ve ZrO₂ içeren damarlar ergitme bölgesinden kaynaklanır.
- Bazı kedi tırmığı damarları belirgin bir kompozisyon farkı göstermezler. Orifis bölgesinden veya kalıp iç yüzeyinden kaynaklanır.
- Alman Cam Cemiyeti tarafından yapılan incelemelerde yüzeydeki damarların sert bir alevle kısmen azaldığı görüldüğünden bu tür bir çalışma hatlardan birinin üzerinde denenebilir.
- Damar yapıcı malzeme temel soda - kireç camından daha ağır değildir. Bu nedenle tabana çökmezler. Borosilikat camlarda damar yapıcı malzemenin yoğunluğu daha fazla olduğundan tabana çökerler ($d_{cam} = 2.2315 \text{ g/cm}^3$, $d_{damar} = 2.47-2.53 \text{ g/cm}^3$).
- AZS damarlarının klasik görüşe göre tabana yakın çöktüğü düşünülmesi için damar dağıtıcı olan karşısında larçn dizaynı ve derinlikleri ona göre yapılmıştır. Yeni görüşe ise damarlar yüzeye yakın olduğundan karıştırıcıların dizaynı ve kanatları yüzeydeki damarları dağıtacak şekilde yapılmalıdır (model çalışmaları ile teyid edilmelidir).
- Damarlardaki $\Delta Al_2O_3/ZrO_2$ oranları kaynağın yerinin tespiti için yönlendirici değildir.
- Al₂O₃ deki artış camdaki damarların viskozitesini önemli şekilde artırır (1250°C'de %12 daha fazladır).

5. KAYNAKLAR

1. Davies, A.D. (Jr.): **"Surface cord analysis and potential sources."** 41st Conference on glass problems, 1981, p. 112 - 119.
2. Van Dijk, F.A.: **"Knot formation due to glass melt/fusion cast AZS interaction,"** Proceedings of the HVG/NCNG Colloquium Melting Processes in Glass Furnaces, Aachen 1998, p. 62 - 69.
3. Arman, M.B. and Aydın, E.: **"The evolution of knots and cords in glass products.,"** XIV Int. Congr. on Glass, New Delhi, 1986, p. 304 - 311.
4. Quilquampoix, D.: **"Determination de l'origine des défauts vitreux dans les verres industriels."** 9th Int. Congr. Glass, Versailles, 1971, 2, p. 915 - 930.
5. V.Manfredo, L.J. and McNally, R.N.: **"Solubility of refractory oxides in soda - lime glass."** J.Am. Ceram. Soc., 1984, p. 155 - 158.

Orhan Çorumluoğlu - Eşref Aydın
Bülent Arman - Akif Özcan

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

Zeki Budak - Remzi Dere

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası

ÖZET

Mimari estetiğin ön plana çıktığı, çift katlı ve kaplamalı düzcamların yaygınlaştığı günümüzde düzcamin yüzey kalitesi büyük önem arz etmektedir. Bu husus, kalite kontrol sınırlarının daraltılması, stokta ve sevkiyatlarda cam yüzeyinin çok iyi korunmasını gerektirmektedir.

Rutubetin cam plakalar arasında yoğuşmasını takiben gelişen kalevi ortamın (pH>9) cam yüzeyi üzerinde yarattığı olumsuzluğu ortadan kaldırmak, konunun çözümünde en önemli adımı oluşturmaktadır.

Bölgenin yaz aylarındaki yüksek sıcaklık ve ağır rutubet gibi olumsuz iklim koşullarından dolayı, Mersin'de kurulu Trakya Cam San. A.Ş. Float Tesisinde üretimden başlayarak müşteriye kadar olan süreç içerisinde özel tedbirlerin alınması hayati önem arz etmektedir.

Bildiri kapsamında yürütülen çalışmalarda, cam yüzeyinin kükürt dioksit (SO₂) gibi asidik bir gaz ile muamele edilmesi (dealkalizasyon) ve ayırıcı olarak asidik karakterli toz kullanılması ile korzyon açısından önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu çalışmanın paralelinde cam yüzeyinin asidik özellikte bir film ile kaplanması konusunda malzeme geliştirme çalışmaları yapılmıştır.

Ayrıca camın yüzey kimyasının, kimyasal kompozisyon ile bağlantısı nedeniyle karışık alkali kullanımının Mersin float camının kimyasal dayanıklılığına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla yapılan deneysel eritişlerde, uygun K₂O/Na₂O oranı üzerinde durulmuştur.

1. GİRİŞ

Mimari estetiğin ön plana çıktığı günümüz pazar koşulları, giderek daha kaliteli ve daha çok seçenekler sunan üretimler yapılmasını gerekli kılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan malzemelerin en dayanıklısı olduğu kabul edilen düzcamlar artık tek katlı uygulamalardan çift katlı ve kaplamalı camlar şeklinde yeni kullanım tarzlarına yönelmiştir. Tek katlı camlarda çıplak gözle fark edilmeyen yüzey kusurları ve lekeleri, çift katlı ve kaplamalı camlarda çok daha belirgin hale gelmekte, bu da kalite kontrol sınırlarının daraltılmasını, stok ve sevkiyatlarda cam yüzeylerinin daha iyi korunmasını gerekli kılmaktadır.

Uzun mesafe katedecek denizaşırı sevkiyatların düzcamin yüzey kalitesi açısından sorunsuz gerçekleştirilmesi stratejik bir yetenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bu alanda yaşanan müşteri şikayetleri ve diğer sorunları ortadan kaldırmak amacı ile, yüzey özelliklerine etki eden parametrelerin değerlendirilmesi ve tespit edilecek yüzey kalitesini geliştirici veya koruyucu yöntem ve malzemelerin bilimsel olarak karakterize edilmesini de sağlayacak tarzda çalışmalar yapılması ve çözümler üretilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda, özellikle Mersin'de bulunan Trakya Cam Sanayii A.Ş. Float Tesisi'nde üretimden

başlayarak müşteriye kadar olan süreç içinde özel tedbirlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Zira bölgedeki olumsuz iklim koşulları, özellikle yaz aylarındaki yüksek sıcaklık ve aşırı rutubetin neden olduğu sorunlara, mutlak çözüm bulunması gerekmektedir.

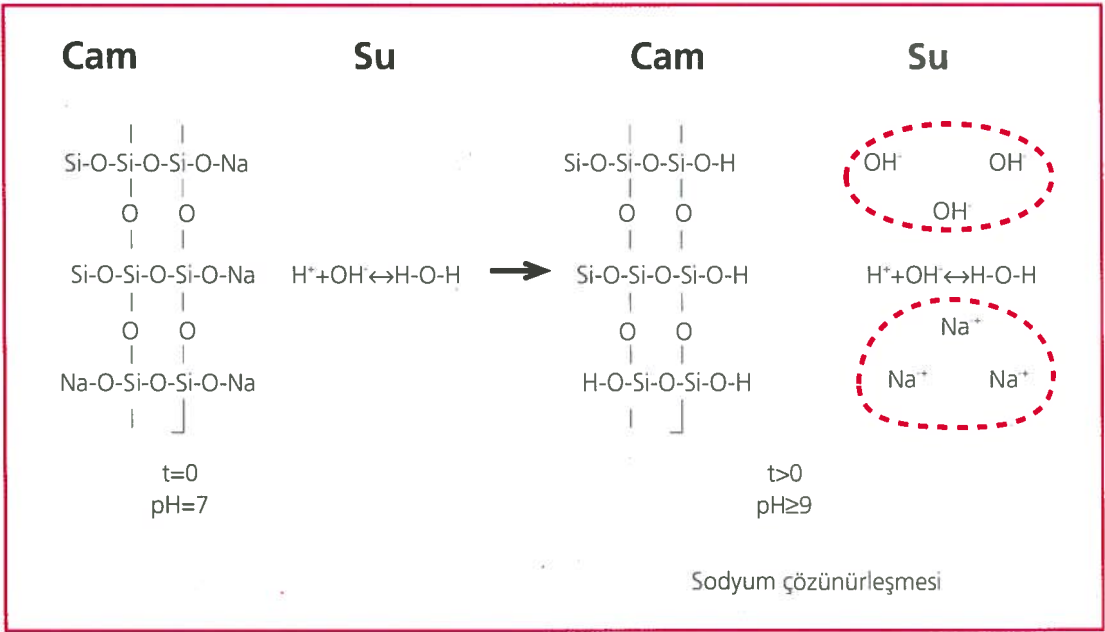
2. DÜZCAMIN YÜZEY KOROZYONU

Yüzey korozyonuna etki eden en önemli parametreler, kimyasal kompozisyon ve çevre şartlarıdır. Bu bölümde öncelikle çevre şartları üzerinde durulacaktır.

Düzcamin stoklanması veya nakliyesi sırasında çevre şartları nedeniyle camın yüzey sıcaklığı ortamdaki rutubetli havanın çiğlenme noktasının altına düşerse plakalar arasında sıkışmış veya plakalar arasındaki kılcal boşluklardan sızan nem soğuk cam yüzeyinde yoğunlaşır. Suyun temasıyla, cam iki aşamalı korozyona uğrar (1).

1. Aşama Korozyon

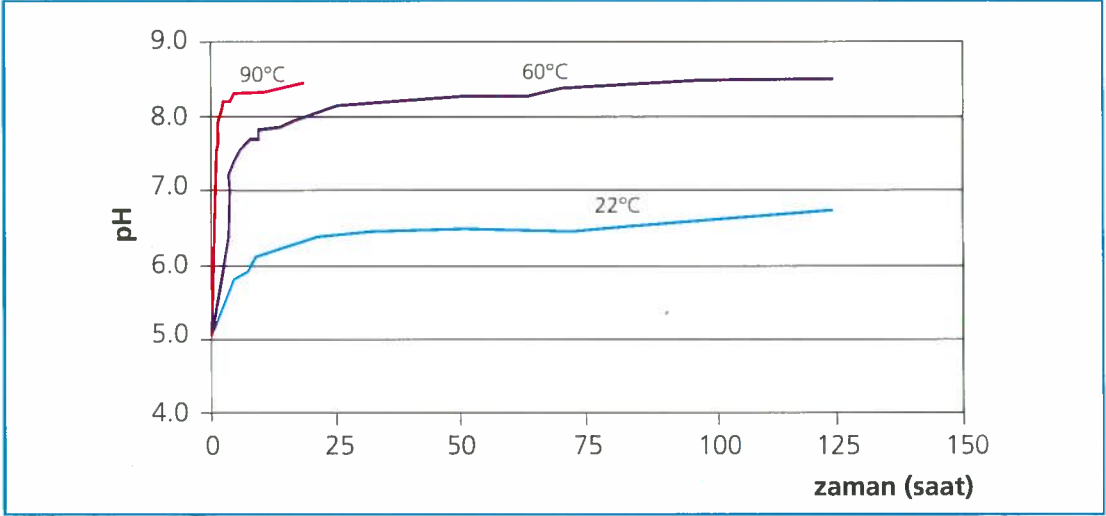
Camın ağ yapısındaki sodyum (Na^+) iyonları, suyun hidrojen (H^+) iyonları ile yer değiştirir ve cam yüzeyinde Na^+ iyonları bakımından fakir bir tabaka oluşur (Şekil 1). H^+ iyonlarının cam tarafından tüketilmesine bağlı olarak dengeyi kurmak için daha fazla su molekülü iyonize olur ve cam ile temas eden suda hidroksil (OH^-) iyonu miktarı artar. Dolayısıyla, suyun pH'sında bir artış meydana gelir.



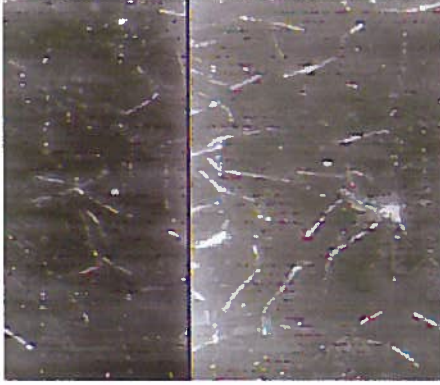
Şekil 1: Camın Korozyon Mekanizması (1. Aşama)

Bu reaksiyonun hızı sıcaklığa bağlı olarak artar. Şekil 2'de 22°C , 60°C ve 90°C sıcaklıklarda, float cam (yüzey alanı/hacim= 0.544 cm^{-1}) ile temas eden saf suyun pH'sının zamanla artışı görülmektedir.

Birinci aşama korozyonda pH 9'un altında kaldığı takdirde cam yüzeyinin kalitesinde herhangi bir bozulma meydana gelmez. Su ile yıkanarak reaksiyon ürünleri temizlenir. Foto 1'de birinci aşama korozyona uğramış camların görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2: Float Cam (Yüzey Alanı / Hacim = 0.544 cm³) ile Temas Eden Suyun pH'sının Süreyle Artışı



Mikroskop görüntüsü, büyültmex30

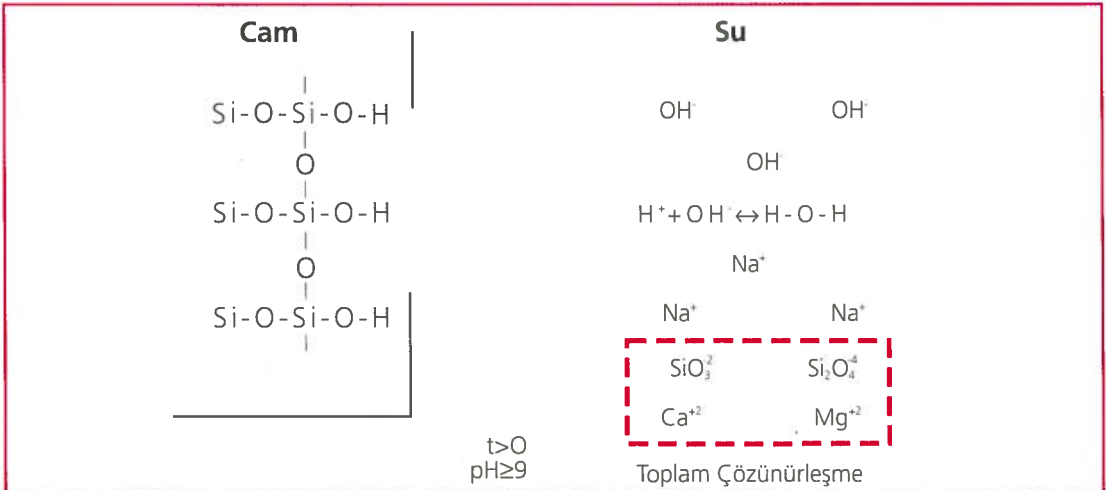


Kenar aydınlatma

Foto: 1. Aşama Korozyona Uğramış Cam Görüntüsü

2. Aşama Korozyon

Birinci aşama korozyonda pH artışına izin verilirse ikinci aşama korozyon başlar ve kalıcı yüzey hataları meydana gelir. Bu noktada, camın silika ağ yapısı alkali tarafından bozulur (Şekil 3).



Şekil 3: Camın Korozyon Mekanizması (2. Aşama)

Mikroskopik düzeyde başlayan çukurlar gelişerek küçük çatlaklara ve daha sonra da silika bakımından zengin yüzey tabakasının pul şeklinde kabuklanmasına dönüşür. Foto 2’de ikinci aşama korozyona uğramış camların görüntüsü verilmektedir ve camları artık kurtarmak mümkün değildir.

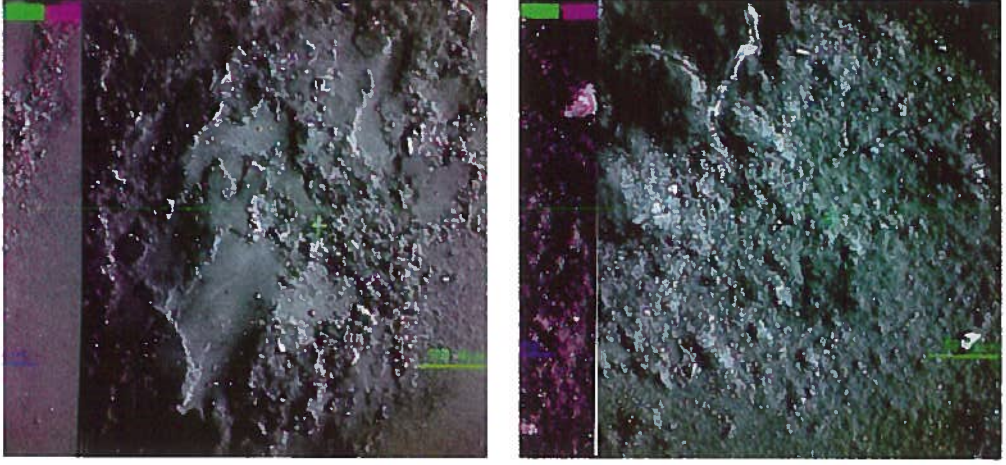


Foto 2: 2.Aşama Korozyona Uğramış Camın Görüntüsü

Korozyonun başlaması açısından, plakalar arasına sıkışmış olan nemin plakalar arasındaki kılcal boşlukları tamamen örtmesi gerekmemektedir. 50.000 - 1.000.000 adetinin 1cm³ hacmindaki kabı doldurabilecek kadar küçük su zerreciklerinin cam yüzeyi ile ayrı ayrı temasta olduğuna ilişkin bulgular bulunmaktadır. Foto 3’de cam yüzeyine yoğunlaşmış su zerreciklerinin 100 büyültme ile elde edilen görüntüsü verilmektedir.

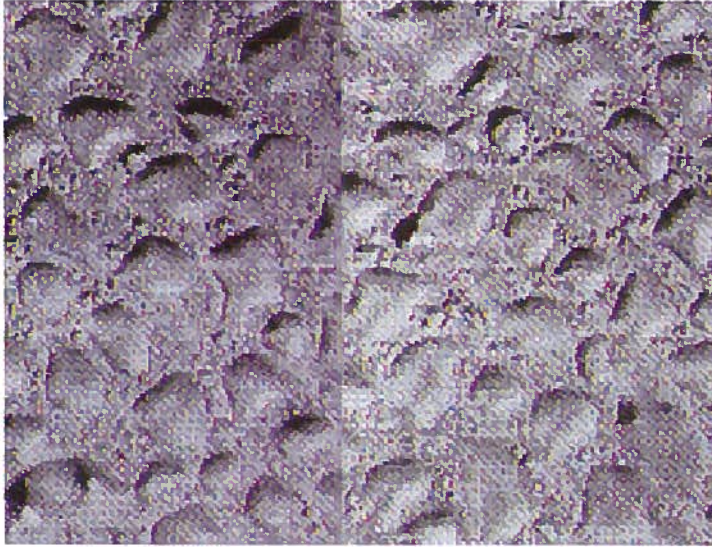
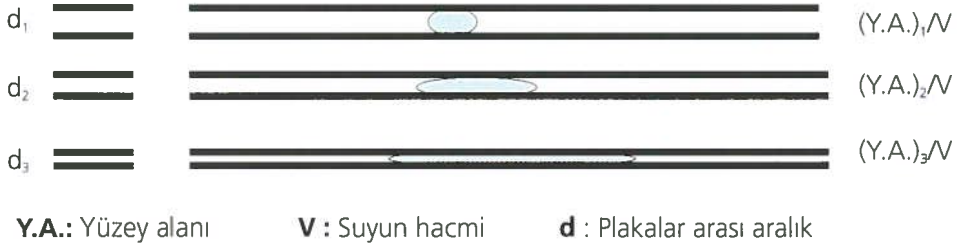


Foto 3: Cam Yüzeyine Yoğuşmuş Su Zerreciklerinin Görüntüsü (100x)

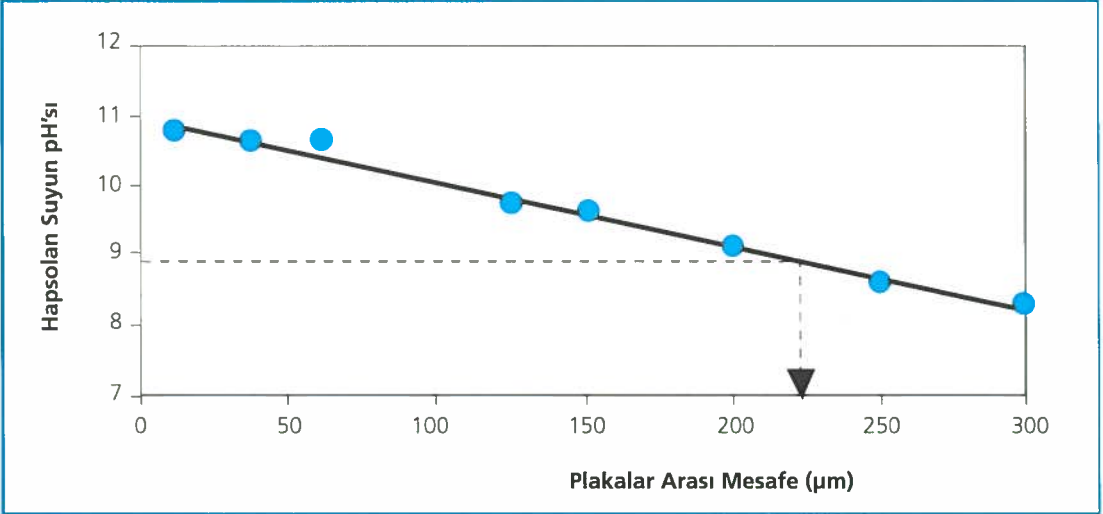
Belli bir sıcaklıkta her bir su damlasında meydana gelen birinci ve ikinci aşama korozyon reaksiyonlarının hızı, cam yüzey alanının damla hacmine oranına göre değişiklik gösterir. Örneğin, küre şeklindeki su damlasına göre daha geniş bir alana yayılmış olan aynı hacimdaki su damlası daha hızlı şekilde korozyona sebebiyet verir (Şekil 4).

Şekil 5’de, plakalar arasındaki boşluğa bağlı olarak plakalar arasına sıkışmış suyun pH’sındaki artış görülmektedir (3).

Bir Su Damlası ve Korozyon



Şekil 4: Bir Su Damlası ve Korozyon



Şekil 5: Cam Plakalar Arasına Sıkışmış Suyun pH'sının, Plakalar Arası Mesafe ile Değişimi

3. KOROZYONU ÖNLEME YAKLAŞIMLARI

Yukarıda açıklanan hususlar çerçevesinde ana hedef, paketlenmiş camlarda plakalar arasında sıkışmış suyun pH'sının yükselmemesini sağlamaktır. Böylece, pH 9'un altında kalır ve silika ağ yapının bozulmaması önlenir ve korozyon meydana gelmez.

Bu amaçla kullanılan çeşitli işlemler aşağıda özetlenmiştir.

- Camdan ayrılan alkali iyonlarının pH'yı yükseltmesine, plakalar arasında koruyucu malzeme kullanılarak mani olunur (alkali nötralizasyonu).
- Cam yüzeyini, ısıtılınca asidik gaz veren maddelerle, örneğin amonyum klorür (NH_4Cl), amonyum sülfat [$(NH_4)_2SO_4$], alüminyum klorür $AlCl_3$ vb. gibi veya kükürt dioksit (SO_2), kükürt trioksit (SO_3) ve freon gibi asidik gazlarla muamele edilir (dealkalizasyon)
- Sıcakta cam yüzeyine borik asit uygulayarak Na^+ iyonlarının camdan ayrılmasına mani olunur (Na^+ iyonlarını bloke etmek)*1.

*1 Bu konudaki çalışmalar Sayın Reha Akçakaya tarafından laboratuvar seviyesinde tamamlanmıştır. Endüstriyel boyutta uygulama çalışmaları Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası yetkilileriyle birlikte sürdürülmektedir.

Söz konusu koruyucu işlemlerin yanısıra;

- kontrollü sıcaklık ve rutubet,
- paketleme,
- tozsuz ortam,
- stok süresi ve
- taşıma aracı vs gibi

stoklama ve nakliye şartlarına da dikkat edilmesi gerekmektedir.

Plakalar arasında koruyucu malzeme kullanımında zaman içinde gelişmeler meydana gelmiştir. Bunlar sırası ile;

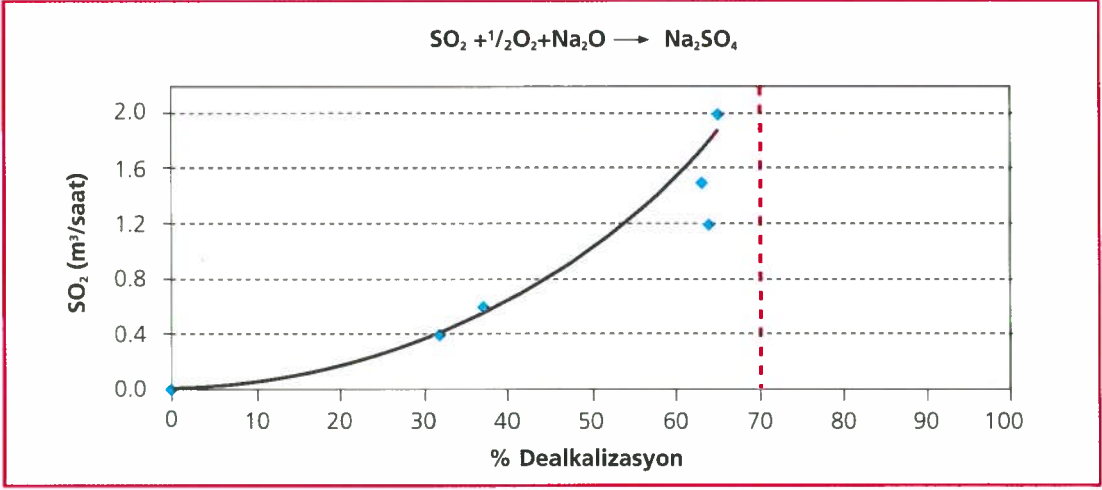
- Asidik özellikte (pH = 5-6) kağıt,
- Yalnız veya organik asit emdirilmiş odun talaşı,
- % 10-50 adipik asit ihtiva eden polimer esaslı toz ve
- Cam yüzeyinin asidik özellikte bir film ile kaplanması ve ayırıcı olarak asidik özellikte polimer toz kullanımınıdır.

4. CAM YÜZEYİ KORUMA ÇALIŞMALARI

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası'nda Haziran 1996'da üretime başlanmıştır. Korozyon şikayetleriyle bağlantılı olarak Temmuz 1997'de stok alanında gözlem yapılmış ve korozyon tespit edilmiştir. Bu gelişme üzerine, cam yüzeyinin korunmasına yönelik yurt dışı kullanıcılarla ilgili araştırma yapılmıştır. A.B.D.'de yerleşik General Formulations Ltd. Firması'nın "AquaHex APC-M kodlu malzemesi temin edilmiş ve püskürtme tabancalarıyla deneme üretimleri yapılmıştır. Test sonuçlarının olumlu olması üzerine Grafotec Firmasından çözelti püskürtme sistemi satın alarak hatta monte edilmiştir. Firma yetkilisiyle birlikte uygulama koşullarının optimizasyonu yapılarak Mart 1998'de üretime başlanmıştır. Camlarda zaman içerisinde korozyon görülmemiştir. Ancak; camlarda estetik açıdan zamanla artan olumsuz görüntü meydana gelmiştir. Faz ayrılmaları nedeniyle müşterilerde yıkama zorlukları yaşanmış, zaman kaybı ve yıkama suyu sarfiyatı artmıştır. Vakum gecikmesi nedeniyle aktarma ve taşımada ve ayrıca kayma nedeniyle montajda sorunlar yaşanmıştır. Bu gelişmeler üzerine Ekim 1998'de uygulama durdurulmuştur.

4.1 Kükürt Dioksit (SO₂) Gazı Uygulamasına Geçiş

AquaHex APC-M kodlu malzemede yaşanan olumsuzluklar üzerine Ekim 1998'de SO₂ gazı uygulamasına geçilmiştir. Bunun yanısıra, alternatif yüzey kaplama malzemesi geliştirme çalışmalarına ağırlık verilmiştir. SO₂ gazı denemesinde öncelikle uygulama koşulları optimize edilmiştir. Bu kapsamda, uygulama sıcaklığı belirlenmiştir. Ayrıca, cam kalınlığına bağlı olarak SO₂ gazının basınç ve debi değerleri ile hava basınç ve debi değerleri tespit edilmiştir. Denemelerden elde edilen plakaların yüzey kimyasal dayanıklılıkları ölçülmüş ve % dealkalizasyon dereceleri hesaplanmıştır. Şekil 6'da görüldüğü üzere SO₂ miktarındaki artış ile % dealkalizasyon artmakta ve 1.2 m³ SO₂/saat değerinden sonra % dealkalizasyon derecesi değişmemektedir.



Şekil 6: Cam Yüzeyinin Sodyum Oksit (Na₂O) Açısından Fakirleşmesinin SO₂ Miktarı ile değişimi

Tablo 1'de optimize edilen SO₂ gazı uygulama koşulları verilmektedir.

Tablo 1: Kükürt Dioksit (SO₂) Gazı Uygulama Koşulları

Cam Kalınlığı (mm)	Soğutma Hızı (m/saat)	SO ₂ Basınç (Bar)	Hava Basınç (Bar)	SO ₂ Debi (m ³ /saat)	Hava Debi (m ³ /saat)
2-2.5	> 1000	0.40	0.40	0.6	6.0
3	> 1000	0.40	0.40	0.6	6.0
3	< 999	0.40	0.40	0.5	5.0
4	950-800	0.40	0.40	0.5	5.0
4	< 799	0.40	0.40	0.4	4.0
5	750-650	0.40	0.40	0.4	4.0
5	< 649	0.40	0.40	0.3	3.0
6	699 - 550	0.40	0.40	0.3	3.0
6	< 549	0.35	0.35	0.3	3.0
8	> 400	0.35	0.35	0.3	3.0
10	> 310	0.30	0.30	0.3	3.0

SO₂ gazı uygulaması sırasında cam yüzeyinde oluşan sodyum sülfat (Na₂SO₄) hat üzerindeki yıkama makinasında suyla yıkanarak uzaklaştırılmakta ve daha sonra cam plaka üzerine adipik asitli polimer toz serilerek paketlenmektedir. SO₂ uygulanmış deneme üretimleri stokta beklemeye alınmış ve yüzey kalitesindeki gelişmeler makroskopik ve mikroskopik incelemelerle takip edilmiştir. Ayrıca, % 100 rutubet ve 60°C sıcaklık koşullarında korozyon testleri yapılmıştır. Ekim 1998'de başlayan bu uygulama devam etmekte olup gerek yurt içi ve yurt dışı sevkiyatlarda gerekse tesis stok alanında korozyon açısından herhangi bir olumsuzluk yaşanmamıştır.

4.2 Yüzey Kaplama Malzemesi Alternatif Arayışları

SO₂ gazının asidik özelliği nedeniyle tavlama fırınında yaratabileceği korozyon, çevre düşünceleri ve camın yüzey kalitesini korumadaki etkinliğinin yetersiz kalabilmesi gibi endişeleri taşıyarak,

yüzey kaplama malzemesi geliştirme çalışmaları yoğun bir şekilde yürütülmüştür. Saydam film oluşturma çalışmalarında organik asit olarak adipik asit (AA), malik asit (MA) ve sitrik asit (SA) gibi organik asitler, film yapıcı malzeme olarak polivinil pirolidon (PVP) ve polivinil alkol (PVA) ve yüzey aktif madde olarak da Mazawet 77 (MZ) üzerinde durulmuştur. % 10-90 oranında organik asit ihtiva eden 54 adet çözeltinin laboratuvar skalasında uygulaması yapılmıştır. Koruyucu özelliği yüksek ve saydam film oluşturma bakımından başarılı olduğu düşünülen formülasyonlar hat üzerinde uygulanmıştır. Tesis stok alanında izlemeye alınan plakaların yüzeyinde zaman içerisinde estetik açıdan arzu edilmeyen kristal oluşumlar gözlenmiştir. Ayrıca, koruyucu özelliği yüksek ve kristal oluşumunu doğrudan hedefleyen formüllerle de çalışılmıştır. (Tablo 2).

Tablo 2: Yüzey Kaplama Malzemesi Alternatif Arayışları

Saydam Film Oluşturma

Asit	Film Yapıcı Madde	Yüzey Aktif Madde
MA	PVP	MZ
AA	PVP	MZ
MA+AA	PVP	MZ
SA	PVP	MZ
MA	PVA	MZ
SA	PVA	MZ

Kristal Oluşturma

Asit	Yüzey Aktif Madde
MA+AA	-
AA+NH ₄ -AD	MZ

Foto 4'de çalışmalardan elde edilen iki örneğin kenar aydınlatma görüntüleri verilmektedir.



% 1.5 MA+%0.5 PVP+%0.01 MZ



% 63 AA+%35.7 Amonyak+%1.3 MZ

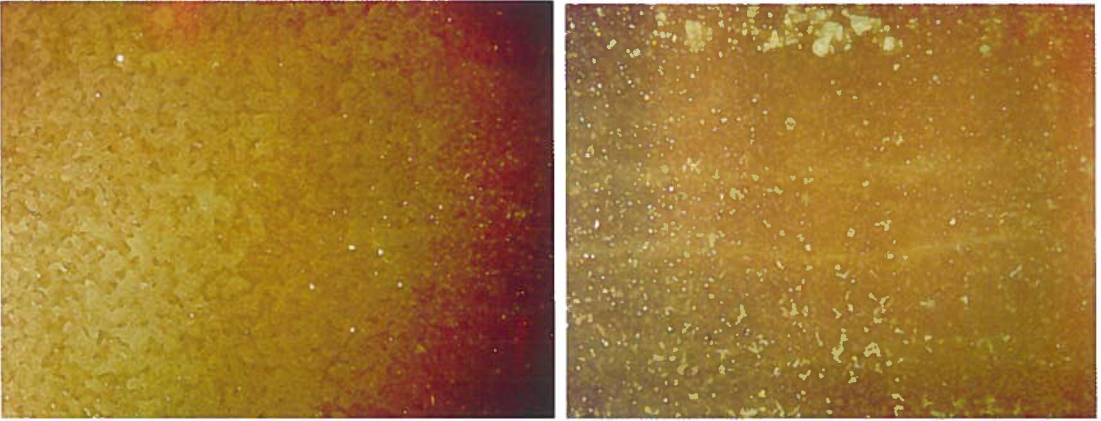
Foto 4: Kaplama Uygulanmış Camların Kenar Aydınlatma Görüntüsü

Bu çalışmalardan elde edilen bulgular çerçevesinde saydam film oluşturma özelliğine sahip ve asidik özelliği sağlayan organik asit fonksiyon grubunu aynı yapıda taşıyan formüller üzerinde durulmuştur. Tablo 3’de geliştirilen kaplama malzemeleri ve kaplama miktarları verilmiştir.

Tablo 3: Organik Asit Fonksiyon Grubunu Taşıyıcı Polimer Esaslı Malzemelerle Yüzey Kaplama çalışmaları

Firma Adı	Malzemenin Cinsi	Kaplama Miktarı mg asit/m ² cam
A	x	120
B	y	110

Bunlardan ikincisi, Türkiye’de yerleşik “B” firması ile birlikte Cam Araştırma Merkezimizde ve hat üstünde yapılan çalışmalarla bir yıla yakın sürede geliştirilmiştir. Diğeri ise, saydam film ve kristal oluşturma çalışmaları sırasında vardığımız sonucu habersiz olarak paylaşan “A” Firması tarafından geliştirilmiştir. Geliştirme çalışmalarının sonucunda her iki ürünün hatta uygulaması yapılmış ve kaplanmış camların yüzey kalitesindeki gelişmeler takip edilmiştir. Kaplama tarihini 3-4 ay geçmiş olmasına rağmen estetik açıdan olumsuzluk yaşanmamıştır. Foto 5’de söz konusu malzemelerle kaplanmış camların kenar aydınlatma görüntüleri verilmektedir.



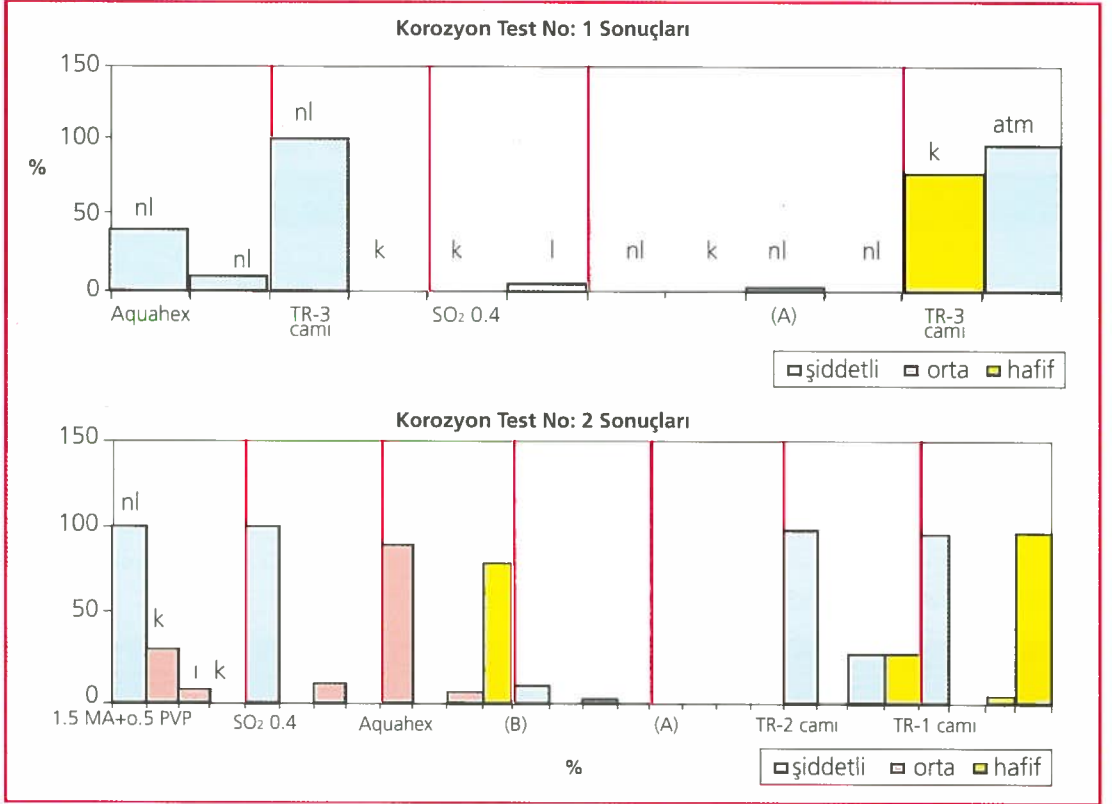
A Firması

B Firması

Foto 5: Kaplama Uygulanmış Camların Kenar Aydınlatma Görüntüsü

Diğer taraftan, kaplanmış camlar % 100 rutubet ve 60°C sıcaklık koşullarında 21 gün süreyle korozyon kabininde tutulmuş ve korozyon dirençleri incelenmiştir. En iyi koruyucu olduğu bilinen kağıda göre hemen hemen aynı etkinlikte koruma sağladıkları ve organik asiti ayrı olarak ihtiva eden malzemeye göre ise daha üstün oldukları görülmüştür (Şekil 7).

Söz konusu çalışmalar bu noktada tamamlanmamış olup camlar stokta bekletilmekte ve hazırlanacak program çerçevesinde çeşitli müşterilerin tesislerinde (çiftcam, ısıcam, ayna, kaplamalı camlar gibi) yıkanabilirlik, kesme, nakliye ve aktarma gibi testler yapılacaktır. Testlerin olumlu bulunması halinde hazır bir teknoloji olarak muhafaza edilecek ve gerekli olduğu takdirde uygulamaya geçilecektir.



Şekil 7: % 100 Rutubet ve 60°C Sıcaklık Koşullarında Yapılan Korozyon Testlerinin Sonuçlarının Grafikselsel Gösterimi

Foto 6'da korozyon testi uygulanmış cam yüzeylerinin kenar aydınlatma görüntüleri verilmektedir.

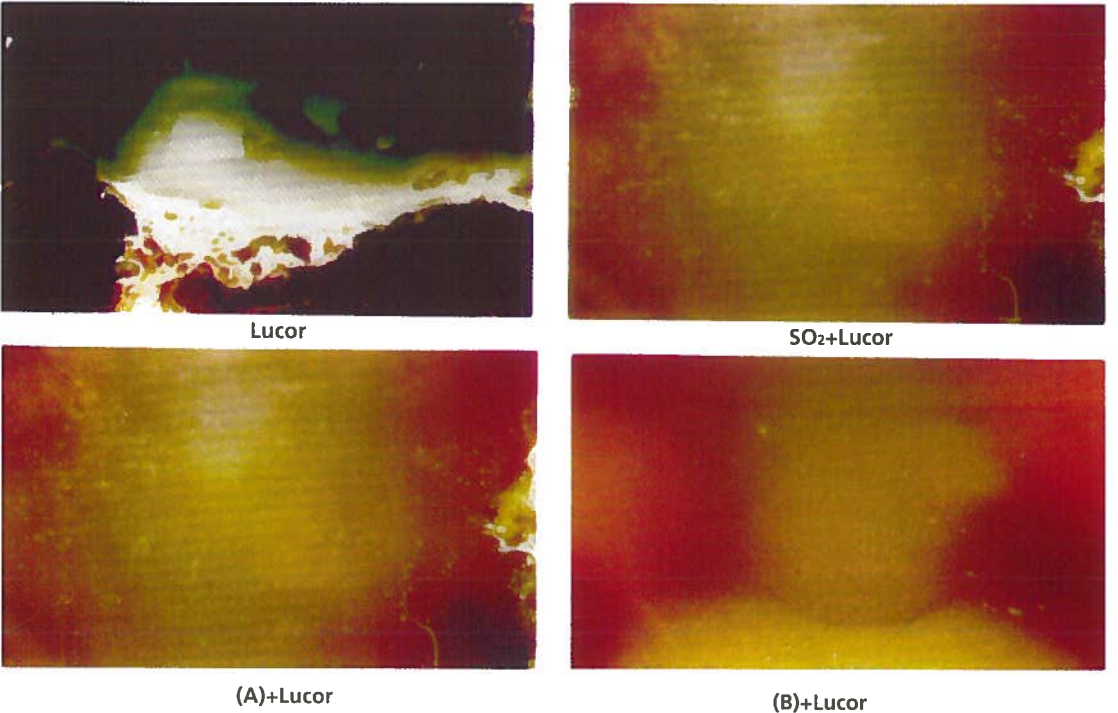


Foto 6: Korozyon Testi Uygulanmış Cam Yüzeylerinin Kenar Aydınlatma Görüntüleri

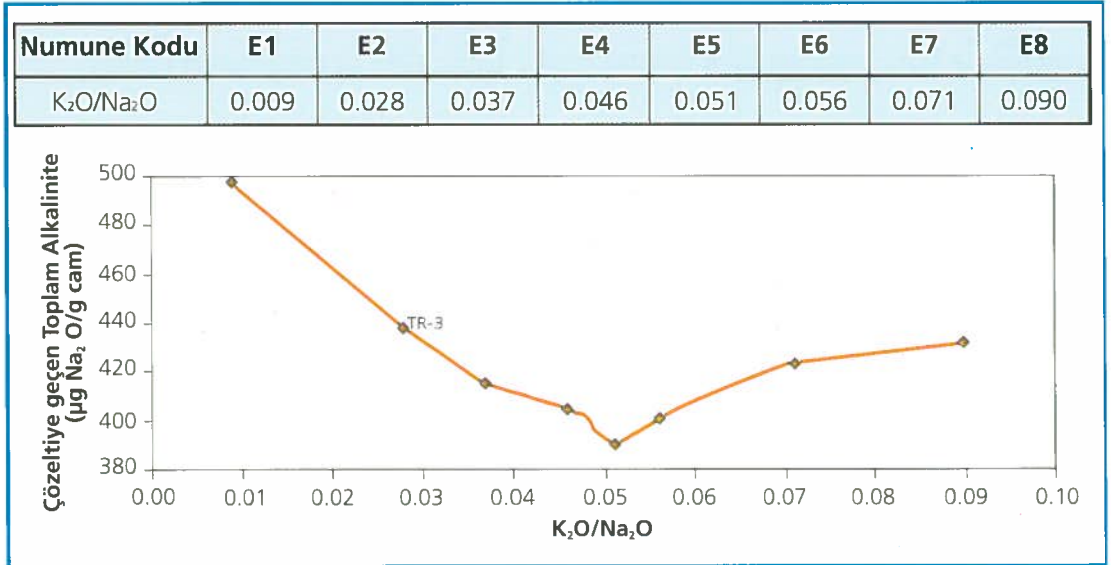
4.3 Kimyasal Dayanıklılığı Artırma Çalışmaları

Kimyasal kompozisyonun, yüzey kimyasal dayanıklılık ile bağlantısı nedeniyle kimyasal dayanıklılığı artırma çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda, toplam alkali ve diğer ana bileşenlerin yüzde miktarları muhafaza edilerek sodyum oksit (Na_2O) kısmen potasyum oksit (K_2O) ile yer değiştirmiştir. Mevcut cam kompozisyonu Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası Float Cam Kompozisyonu

Bileşen	% Ağırlık
SiO_2	71.71
Al_2O_3	1.38
Fe_2O_3	0.096
TiO_2	0.060
CaO	8.36
MgO	4.19
Na_2O	13.64
K_2O	0.34
SO_3	0.22
	13.98

$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ oranı 0.009 - 0.090 arasında olacak şekilde 8 ayrı laboratuvar eritiji yapılmıştır. ISO 720 “Cam Taneciklerinin 121°C ’de Hidrolitik Dayanımı” konulu su tesiri deneyine göre eritiş numunelerinin kimyasal dayanıklılıkları incelenmiştir. Suya geçen toplam alkali miktarı titrimetrik metotla tayin edilmiştir. Elde edilen bulgular şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8: $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ Oranına Bağlı Olarak Kimyasal Dayanıklılığın Değişimi

Grafikten görüldüğü üzere $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ oranı 0.05 olacak şekilde değiştirildiğinde kimyasal dayanıklılık mevcut kompozisyona göre %10 kadar artmaktadır. Bu konudaki çalışmaların Al_2O_3 ve toplam alkali miktarları gibi hususları dikkate alarak devam etmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ

Trakya Cam Sanayii A.Ş. - Mersin Fabrikası üretimi olan float camını, bölgenin yaz aylarındaki olumsuz iklim koşullarından korumak amacıyla yürütülen çalışmalarda;

- Yurtdışından temin edilen Aquahex APC-M isimli kaplama malzemesiyle yapılan uygulama, koruyucu özelliği yüksek olmasına rağmen müşterilerin çeşitli şikayetleriyle durdurulmuştur.
- Asidik bir gaz olan kükürt dioksit uygulamasına geçilmiş ve uygulama koşulları optimize edilmiştir. Korozyon açısından günümüze kadar herhangi bir olumsuzluk yaşanmamıştır. Halen bu uygulama devam etmektedir.
- Yüzey kaplama malzemesi geliştirme çalışmalarında koruyucu özelliği yüksek ve camın estetik görüntüsünü bozmayan iki ayrı formülasyon geliştirilmiştir. Bu malzemelerle kaplanmış camlara çeşitli müşterilerin (ısıcam, ayna, kaplamalı camlar vb.) tesislerinde yıkanabilirlik, kesme, nakliye ve aktarma testleri uygulanacaktır.
- Yüzey koruma çalışmalarına ilaveten kimyasal dayanıklılığı artırma incelemeleri laboratuvar skalasında yürütülmüştür. Toplam alkali ve diğer ana bileşenlerin miktarlarının sabit tutulduğu sodyum oksit kısmen potasyum oksit ile yer değiştirdiği bu çalışmada, harman maliyetinde %3'lük bir artışla kimyasal dayanıklılıkta % 10 'luk bir iyileşme sağlanmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. L. Douglas, T.M.M.El Shamy, "Reactions of Glasses with Aqueous Solution," J.Am.Cer.Soc. 50(1) 1 (1967)
2. P. Duffer, How Glass Reacts with Water and Causes Surface Corrosion, Glass Industry, April (1995), 22-28.
3. Dr. Helmut Franz, PPG Industries Inc.'den emekli,ubat 1997 İstanbul Ziyaret Notları.

AC MERSİN FABRİKASI'NDA SINAI CAM KAP ÜRETİMİNDE SICAK ve SOĞUK KAPLAMA UYGULAMALARI

Serdar Erkan - Fazıl Doygun

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Günümüz ekonomik sistemlerinde rekabetin giderek yoğunlaşması ve şiddetlenmesi firmaları maliyetlerin düşürülmesini ve ölçek ekonomisine yönelik üretim yapılmasına zorlamaktadır. Bu nedenle firmaların birim işletme alanında ve zamanda daha fazla üretim gerçekleştirmesi zorunlu olmaktadır. Diğer bir deyişle birim zamanda yapılan üretimin miktarının giderek artması gerekmektedir. Birim zamanda üretim miktarının yükseltilebilmesi uygulanan teknolojiye bağlı olduğu kadar, işletme girdilerinin daha kaliteli ve sıfır hataya sahip olması sonucunu doğurmaktadır.

Sinai cam kap üreten Anadolu Cam San. A.Ş. Mersin fabrikasında uzun yıllardır uygulanan sıcak ve soğuk kaplama teknolojisi ile ürünlerin müşteri hatlarında darbe ve iç basınç dayanımı ile hat üzerinde kayma hızı artırılmaktadır.

Böylelikle yurtiçi ve yurtdışı müşterilere kaliteli ürün sevkiyatları daha güvenli yapılabilmektedir. Bu bildiri ile Anadolu Cam Sanayi Mersin Fabrikası'nın sıcak ve soğuk kaplama teknolojisi ve uygulamaya ilişkin bilgi/deneyimlerinin paylaşılması amaçlanmıştır.

1. CAM AMBALAJIN GELECEĞİ VE PAZARLAMA STRATEJİLERİ AÇISINDAN KAPLAMA TEKNOLOJİSİNİN ÖNEMİ

Bugün ve gelecekte cam ambalajın diğer ambalaj malzemeleri (pet, teneke kutu v.b.) ile rekabet edebilmesi için, temelde fiyat ve ürün kalitesinin müşterilerinin gereksinimlerini ne ölçüde karşılayabileceği sorusunun yanıtına bağlıdır. Her iki faktörün birbiriyle çok yakından ilişkili olduğu günümüzde Toplam Kalite anlayışıyla ortaya konmuştur.

1.1. Fiyat Rekabeti

Maliyet + Kar = Pazar Fiyatı (Dün)

Kar = Pazar Fiyatı - Maliyet (Bugün)

Pazar fiyatı, bugün için küresel ekonomide şirketlerin tek başına belirleyemeyeceği bir değişken durumundadır. Fakat maliyetlerin düşürülmesinin şirketlerin işletme deneyimi, organizasyonel becerileri ve kullandıkları teknoloji ile orantılı olduğu bilinmektedir.

1.2. AC Mersin Fabrikası'nda Cam Ambalajda Maliyetin Düşürülmesinde Uygulama Örneği

20 cl LW şişenin Mersin fabrikasında Blow Blow (BB) prosesi yerine Narrow Neck Pres Blow (NNPB) teknolojisi ile ürün ağırlığının düşürülmesi (hafifletilmesi) çalışmaları örnek olarak incelenmiştir.

Tablo 1. 165 gr.'dan 135 gr.'a hafifletmenin getirdiği yıllık tasarruf. (% 7 nakliye tasarrufu hariç)

	ÜRÜN TANIMI	PROSES TİPİ	AĞIRLIK (gr.)	BİRİM MALİYET (TL.ad.)	1998 FİİLİ ÜRETİM (Ad.)	TOPLAM YILLIK SİNAİ MALİYET TUTARI (TL)	HAFİFLETME SONUCUNDA GERÇEKLEŞEN YILLIK TASARRUF (165 gr.'a göre)
A	20 cl LW (Beyaz)	BB	165	16.547	22.916.000	379.191.052.000	-----
B	20 cl LW (Beyaz)	NNPB	135	13.824	58.901.000	814.247.424.000	160.387.423.000
C	20 cl LW (Yeşil)	NNPB	135	13.154	95.000.000	1.278.130.000.000	293.835.000.000
B+C	-----	-----	-----	-----	-----	-----	454.222.423.000

(*) Beyaz ve Yeşil üretim ağırlıklı ortalama maliyet olarak hesaplanmıştır.

(**) Sadece hammadde tasarrufu dikkate alınarak hesaplanmıştır.Tablo 2. 20 cl. LW şişede ağırlığı 120 ve 125 gr.'a düşürmenin yıllık getirisi (% 7 nakliye tasarrufu hariç)

Tablo 2. 20 cl. LW şişede ağırlığı 120 ve 125 gr.'a düşürmenin yıllık getirisi (% 7 nakliye tasarrufu hariç)

	AĞIRLIK	PROSES	BİRİM MALİYET (TL.ad.)	1998 FİİLİ ÜRETİM (Ad.)	TOPLAM SİNAİ MALİYET TUTARI (TL)	HAFİFLETME SONUCUNDA GERÇEKLEŞEN YILLIK TASARRUF (165 gr.'a göre)	AÇIKLAMA
A	165 gr.	BB	16.547	22.916.000	379.191.052.000		1998 Yılı Fıili Beyaz ve Yeşil Üretim (BB+NNPB)
B	135 gr.	NNPB	13.625*	58.901.000	2.096.901.125.000	-----	
C	125 gr.	NNPB	12.725**	176.817.000	2.249.996.325.000	226.095.852.000	Tamamı NNPB 125 gr. olursa
D	120 gr.	NNPB	12.275**	176.817.000	2.170.428.675.000	305.663.502.000	Tamamı NNPB 125 gr. üretim olursa

Tablodan görüldüğü gibi Cam Ambalajda hafifletme çalışmalarında, ürün bazında ulaşabileceğimiz en düşük ağırlıklar iş sonuçlarımıza doğrudan olumlu etki edecek rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Ancak cam ambalaj hafifletme; cam ağırlığını azaltırken ürünün dayanımını korumakla mümkün olmaktadır. Bu da kaplama teknolojisini iyileştirmekle veya geliştirmekle sağlanabilmektedir.

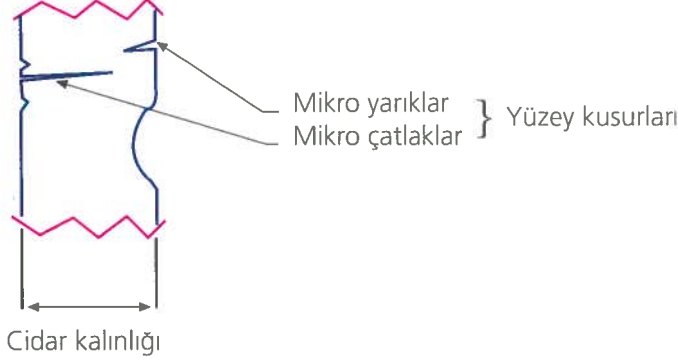
2. CAM AMBALAJDA MEKANİK AŞINMA, SICAKLIK, NİSBE NEM ORANI VE CİDAR KALINLIĞININ İÇ BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ

Cam yapı olarak teorik dayanımı yüksek (4 x 104 Mpa) malzemedir (1). Ancak üretim aşamasında ve sonrasında bu dayanımı zaman içinde yitirebilmektedir. Bu özelliğini yitirmesine neden olan en önemli etkenler:

- Üretim sonrası cam yüzeyinde oluşan mikro yarık ve çatlaklar.
- Mekanik aşınma (transfer hatlarında, yükleme, nakliye ve boşaltma aşamalarında)

- Ortam sıcaklığı (Korozyon etkisi)
- Nisbi Nem Oranı (Korozyon etkisi)

2.1. Üretim Sonrası Cam Yüzeyinde Oluşan Kusurların Etkisi



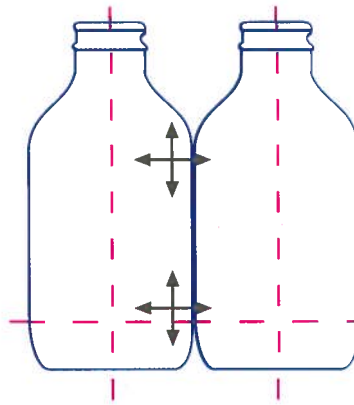
Şekil 1. Camda Olabilecek Yüzey Kusurları

Camın teorik kırılma dayanımının (4×10^4 mPa) oldukça yüksek olarak hesaplanmasına karşın, ticari piyasalarda kırılğan bir malzeme olarak bilinmektedir. Kırılmanın üretim sonrası cam yüzeyinde oluşan kusurlardan başlaması, camın kolay kırılmasının temel nedeninin yüzey kusurları olduğunu yapılan çalışmalar ortaya koymaktadır. Yani:

Kırılma = Gerilme basıncı + Yüzey kusurları olarak formüle edilmektedir (2).

2.2. Mekanik Aşınmaların Etkisi

Üretim ve dolum hatlarındaki ürün transferlerinde, yükleme ve boşaltmalarda veya nakliye aşamalarında cam yüzeyinde sürtünme ve çarpışmalarda oluşan aşınmalar cam ambalajın direncini olumsuz yönde etkilemektedir.

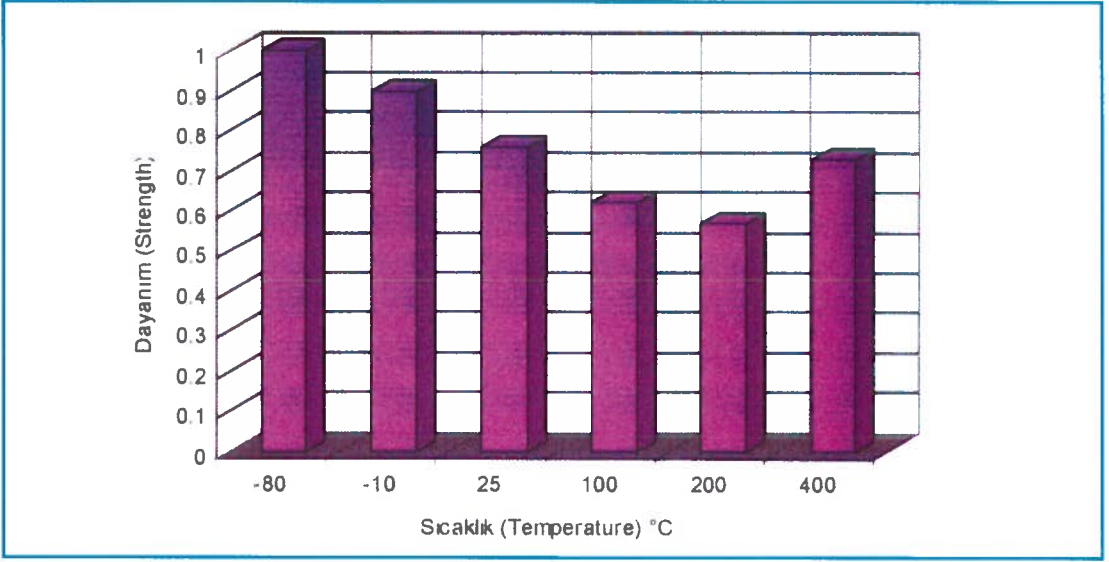


Şekil 2. Cam Ambalajda Mekanik Aşınma

2.3. Sıcaklık Etkisi

Cam zamanla içinde bulunduğu ortam sıcaklığının etkisi ile kimyasal korozyona uğrar. Özellikle yüzey kusurlarının (mikro yarıklar ve çatlaklar) olduğu noktalar korozyonu tetikleme noktalarıdır.

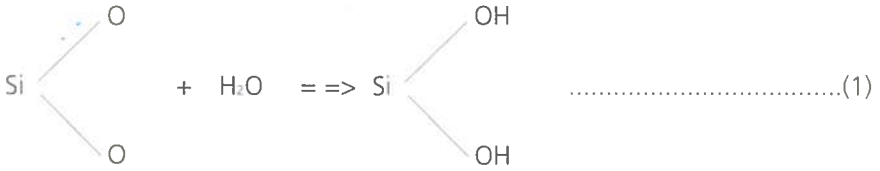
1 no'lu grafikte sıcaklık etkisinin cam dayanımına etkisi görülmektedir (2).



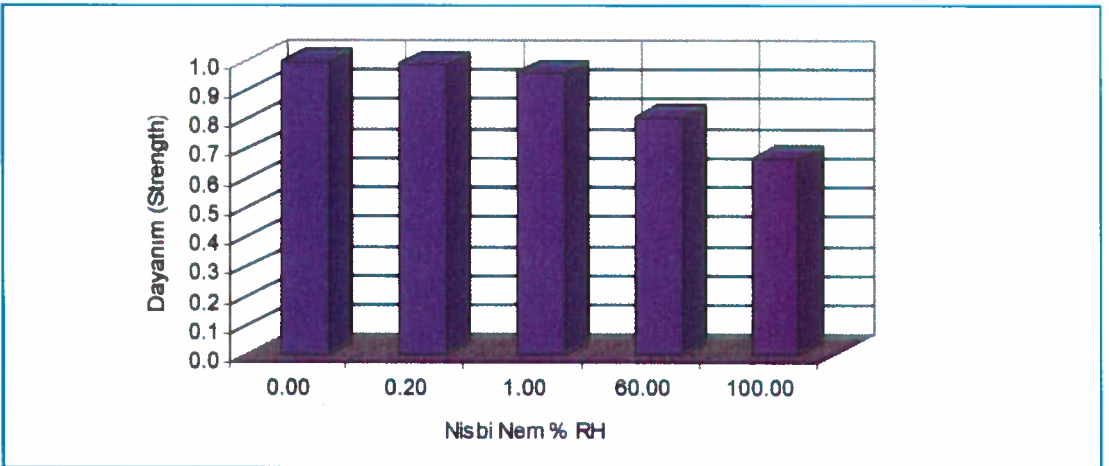
Grafik 1. Aşınmış Camlarda Sıcaklık Etkisi (Kaynak: Amerikan Glass Research, 1995)

2.4. Nisbi Nem Oranının Etkisi

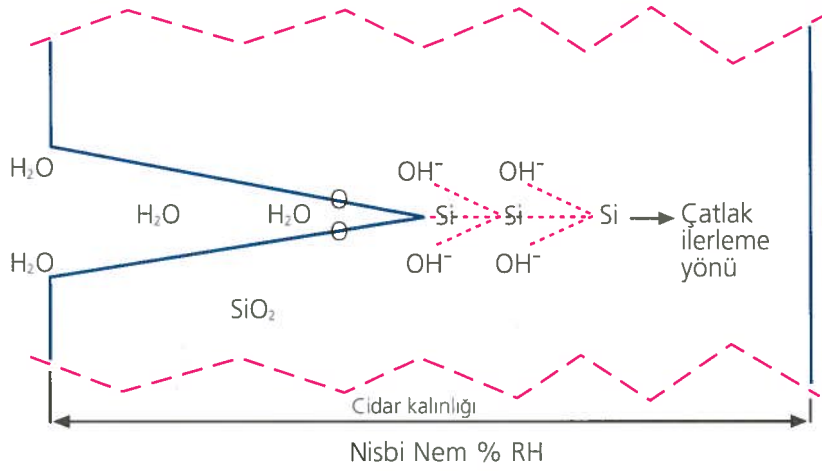
Cam zamanla ortam sıcaklığının da etkisi ile havada bulunan su buharı ile tepkimeye girer, bunun sonucunda:



güçlü bir molekül bağ yapısı olan SiO₂ daha zayıf bağ yapısı olan Si(OH)₂ moleküllere dönüşür. Bunun sonucunda şekil 3'de görüldüğü gibi çatlak zamanla ilerler. 2 no'lu grafikte nisbi nem oranının cam dayanımına etkisi çubuk diyagram olarak görülmektedir (2).



Grafik 2. Aşınmış Camlarda Nisbi Nem Oranının Etkisi (Kaynak: Amerikan Glass Research, 1995)



Şekil 3. Soda - Silika camlarda su buharının aşındırıcı etkisi

3. KAPLAMA TEKNOLOJİLERİNİN CAM AMBALAJ HAFİFLETME ÇALIŞMALARINA KATKISI

Camda kırılma merkezleri yüzey hatalarının olduğu yerleri olduğundan hareketle kaplama tekniklerinin amacı yüzey hatalarını (mikro yarık, çatlak v.b.) doldurmak veya bunların üzerinde basma gerilmeleri oluşturmaktır. Uygulamaya yönelik pratik çalışmalar üç ana malzeme üzerinde yürütülmektedir (1).

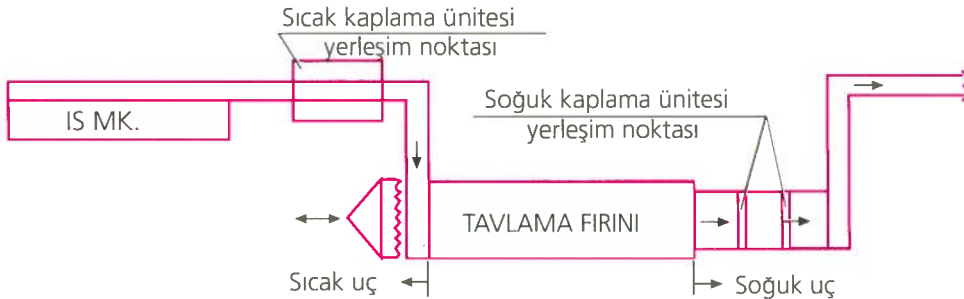
- Organik Esaslı (Polimerik)
- İnorganik Esaslı (Cam veya Seramik)
- Organik - İnorganik Karışım (Ormosil)

Ayrıca çeşitli pratik güçlükler nedeniyle henüz ticari olgunluğa erişmemiş bilimsel (Laboratuvar) çalışmalar olduğu bilinmektedir (1). Önde gelen çalışmalar:

- Asitle Dağlama
- Kimyasal Temperleme (Iyon Değiştirme)
- Fiziksel Temperleme

3.1. AC Mersin Fabrikasında Uygulanan Kaplama Teknolojisi

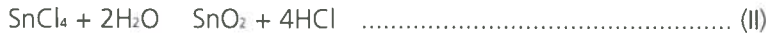
AC Mersin Fabrikasında uygulanan kaplama teknolojisi esas olarak camın dayanımını artıran teknik olmayıp ürünün potansiyel kırılma dayanımının en üst düzeyde korunmasına yöneliktir. İki aşamada yapılmaktadır.



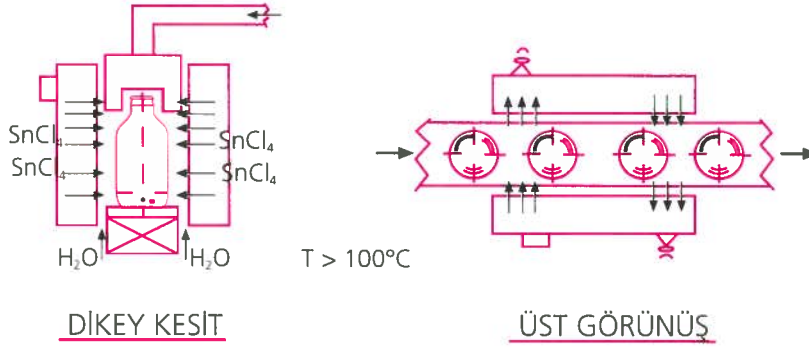
Şekil 4. Sıcak ve Soğuk Kaplama Sistemlerinin Yerleşim Planı

• Sıcak Uçta Kalay Buharından Geçirme (Sıcak Kaplama):

Söz konusu işlemin kimyasal formülü:

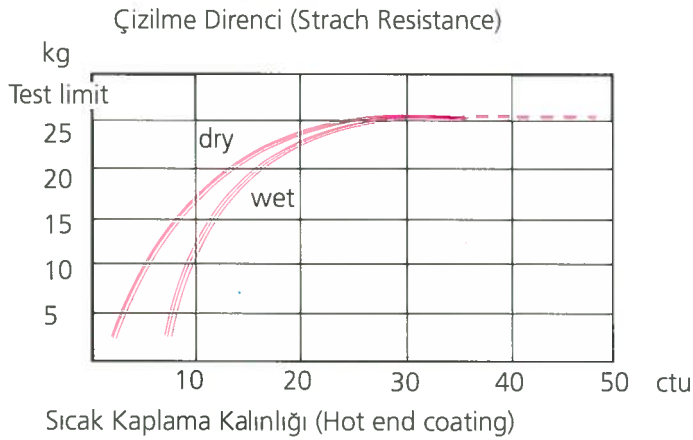


SnO_2 cam yüzeyine yapışmakta ve çok ince (~1 nm) bir tabaka oluşmaktadır.



Şekil 5. Sıcak Kaplama Ünitesi Kesit Görünüşleri

Sıcak kaplamanın amacı cam yüzeyindeki mikro çatlak ve yarıklara dolgu yaparak kapatmak ve hava ile temasını kesmektir. 3 no'lu grafikte görüldüğü gibi fazla sıcak kaplamanın, şişe dayanımına olumlu bir etkisi olmamaktadır (4).



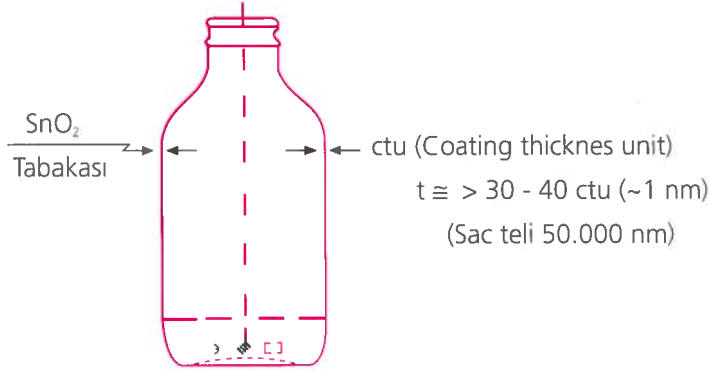
Şekil 6. Çizme Testi Sıcak Kaplama İlişkisi (Kaynak: Tegoglass System Ürün Kataloğu)

Beyaz camda fazla kaplama kullanımından aynalaşma ($t > 150$ ctu), renkli camda menevislenme ($t \approx 100$ ctu) olmaktadır. Dolum sanayine yönelik uygulamalarda, tedarikçi firmalar tarafından

Karbonasyonlu şişeler $> 40-50$ ctu

Meyve suyu şişeleri $> 30-35$ ctu

olarak önerilmektedir (3).



Şekil 7. Şişe Üzerinde Sıcak Kaplama

• Soğuk Kaplama Sistemi:

Soğuk kaplama, cam ambalajın mekanik aşınmasına direncini artırarak dolun hatlarında ürünlerin daha hızlı transfer edilmesine yardımcı olur. Yeterli bir sıcak kaplama olmadan soğuk kaplamanın etkisi olmadığı uygulama deneyimlerimizden bilinmektedir. Soğuk kaplama malzemesi polimerik esaslı bir malzeme olup şişe üzerine püskürtülerek uygulanmaktadır. Şirketimizde müşteri şartlarına göre (özellikle ihraç ürünlerde) çift kafa 6 nozula kadar kullanılmakta böylelikle tüm şişelerde ve yüzeylerde homojen kaplama yapılması sağlanmaktadır. Soğuk kaplama kalitesini etkileyen aşağıdaki faktörlere dikkat edilmesi gerektiği, gerek uygulama deneyimlerimizden, gerek tedarikçi firma tavsiyelerinden bilinmektedir (3).

- Kullanılan suyun durumu (deminarilize su max. 0.1 µs direncinde)
- Kaplama öncesi şişe sıcaklığı ($120\text{ C} > T_s > 80\text{ C}$)
- Kaplama karışımında bakteri üreme durumu (direk dozlama kullanılması avantajlı olmaktadır).
- Kaplama karışımının miktarı (Tedarikçi firma tavsiyesine göre optimum oranda ayarlanmalıdır)
- Nozul yüksekliği (ürün kafa yüksekliğine göre optimum yükseklik ayarı bulunmalıdır)
- Nozul delik çapı ($\varnothing = 0,8 - 1\text{ mm.}$)
- Soğuk kaplama malzemesinin stok ortam sıcaklığı ($30\text{ C} > T_{ort} > -4\text{ C}$)
- Fazla soğuk kaplama kullanılmaması (maliyeti yükseltmekle görünüş kalitesini etkilemektedir).

3.2. AC Mersin Fabrikasında Kaplamaya Yönelik Yapılan Ölçüm ve Testler

Kaplama performansı üretim aşamasında kayma açısı ve çizme testleri ile izlenmektedir.

Çizme Testinde (ÇT): İki şişe 45 lik açılarla 6.8 kg.f kuvvetle ve 76 mm/dk. hızla birbirine sürtilmekte (ıslak ve kuru) her iki durumda da şişe yüzeylerinde çizilme veya gıcırdama sesi olmaması gerekmektedir.

Kayma Açısı Testinde (KAT): Örnek olarak seçilen üç şişe ile yapılmaktadır. Yatay ve eğimi açısal olarak ölçülebilen düzlem üzerine konulan 2 şişenin üzerine yerleştirilen herbir şişenin 120 lik üç değişik pozisyonda ölçümü yapılır. Eğimi yavaş yavaş artırılan düzlemde üstteki şişenin kaymasının tamamlandığı andaki açısal değer alınmaktadır. Bu işlem her bir şişe için üç kez ölçüm (toplam 9 ölçüm) yapılarak ortalama değeri kaydedilmektedir.

ÇT ile şişenin mekanik aşınmalara ve kırılmaya olan direnci, KAT ile şişenin dolun hattında sıkışma anında kayma yeteneği ölçülmeye çalışılır. Üretim aşamasında KAT düşük olmasına karşın kaplama iyi değilse ÇT'nin uygun olmadığı durumlar gözlenmektedir. Müşteri spek değerleri ge-



nellikle 7-14 olmasına karşın fabrika içinde maksimum ölçüm değeri 10 üzerinde olduğunda ölçümler yinelenerek kaplama uygulaması tümünden gözden geçirilmektedir (Fiili ölçümler ortalama 7-8 dir).

3.3. AC Mersin Fabrikası'nda Kaplama Konusunda Yapılan İyileştirme ve Deneme Çalışmaları

Zaman zaman müşterilerimizde karşılaştığımız sorunlar karşısında sıcak ve soğuk kaplamanın iyileştirilmesine yönelik olarak Mersin Fabrikasında çeşitli deneme ve testler yapılmış, sonuçları dik-kate alınarak üretim süreçlerinde çeşitli düzeltici ve iyileştirici çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.3.1. Sıcak Uçta Kaplama Kalitesinin İyileştirmesine Yönelik Alınan Önlemler

- Sıcak kaplama tüketim miktarı veya akışı azaldığında operatörleri uyaran ışık ve ses sinyali ve-ren alarm sistemleri kurulmuştur.
- Sıcak kaplama tüketim miktarları kaydedilerek günlük olarak izlenmeye başlanmıştır.
- Sıcak kaplama cihazının temizlik sıklığı artırılmıştır.
- Sıcak kaplama ölçüm cihazının kalibrasyon sıklığı artırılmıştır.
- Sıcak kaplama ölçüm sıklığı artırılmıştır.

3.3.2. Soğuk Uçta Kaplama Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Alınan Önlemler

- İtici mekanizmasının mekanik ve elektronik ayarları
- İyileştirilerek soğutma içine girerken devrilmeler ortadan kaldırılmıştır.
- Soğuk kaplama öncesi ürün sıcaklığı sürekli kontrol ve kayıt altına alınmıştır ($T \geq 100^{\circ}\text{C}$).
- Yatık gelen veya kaplanmamış şişe sıralarını operatöre sesli ve ışıklı uyarılarla bildiren alarm sis-temi kurulmuştur
- Cihaza sıvı akışı olmadığı olmadığı durumda sesli ve ışıklı alarm konulmuştur.
- Cihazın her iki tarafında bulunan yakınlık anahtarlarının arızası durumunda sesli ve ışıklı alarm konulmuştur.
- Tankta kaplama malzemesi azaldığında ışıklı alarm konulmuştur.
- Makina hava motorunun hızının düşmesi durumunda alarm konulmuştur.
- Soğuk kaplama öncesi şişe sıra karışıklığı bildirilen ışıklı alarm konulmuştur.
- Kaplama malzemesinin ideal koşullarda stoklanması için önlemler alınmıştır.
- En iyi performansı sağlayacak karışım oranı denemelerle bulunmaktadır.
- Kaplama malzemesinin karışımında, demineralize su kullanımı başlatılmıştır.
- Otomatik dozlama cihazı kullanılarak bakteri oluşumu olasılığı asgariye indirildi. Nozul yüksek-liği için optimum yükseklikler saptanmıştır.
- Vardiyalarda kuru ve ıslak çizme testi uygulaması standart hale getirilerek ölçüm sıklığı artırılmıştır.
- Kayma açısı ölçüm yöntemi gözden geçirilerek standart hale getirilmesi için ustabaşı ve opera-törlere eğitimler verilmiş ve elektronik ölçüm cihazı temin edilerek operatör hataları asgariye in-dirilmiştir.

4. AC MERSİN FABRİKASI'NDA ÜRÜN DAYANIM VE KAPLAMA KALİTESİ-NİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK İNCELEME VE UYGULAMALAR

4.1. Basınçlı Ürünlerde k Güvenlik Katsayısı Uygulaması

Fabrikamızda basınçlı şişelerde NNPB teknolojisinin uygulanmasına başlanmasıyla birlikte, şişele-rin nihai tüketiciye kadar uzanan zincirde basınç dayanımının istenen koşullarda olması önem ka-zanmıştır. Bu kapsamda şirketimizde 1993 yılından bu yana üretim lotlarının basınç dayanımı (k) güvenlik katsayısı ile kontrol edilerek red/kabul/bloke uygulaması yapılmaktadır.

k Güvenlik Katsayısı;

$$k = \frac{P_{ort} - P_{min}}{s} \dots\dots\dots (III)$$

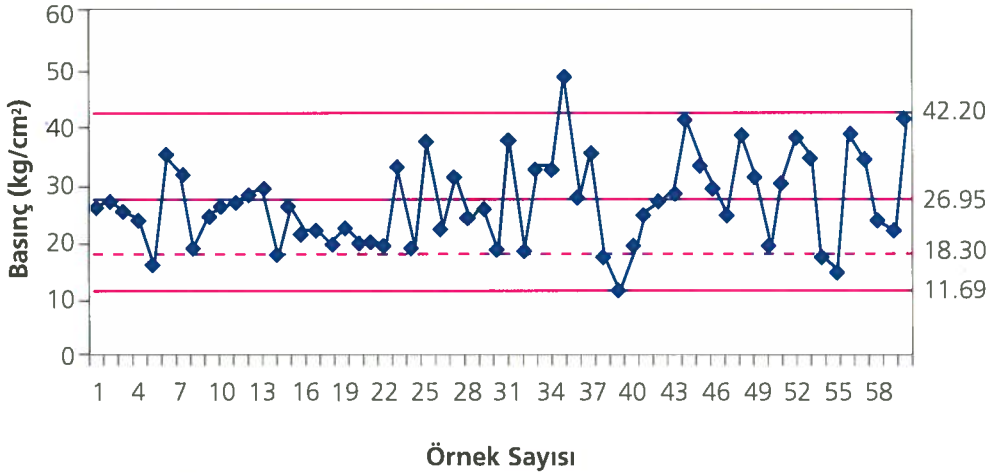
formülü ile hesaplanmaktadır.

P_{ort} : Alınan örnek şişelerdeki ortalama patlama basıncı değeri

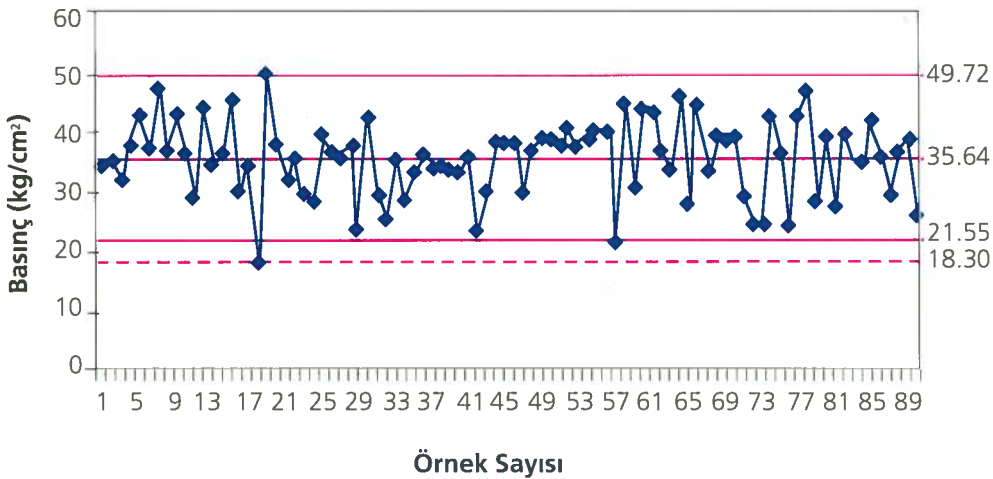
P_{min} : Kabul edilen speklere göre şişenin dayanması gereken patlama basıncının minimum değeri

s: Seçilen bir grup örneğin patlama basınçlarının standart sapması

Fabrikamızda $k \geq 2$ olarak uygulanmaktadır. Grafik 3 ve 4'de k katsayısının 2'den küçük ve büyük olduğu durumlar gösterilmektedir.



Grafik 3. k < 2 Olduğunda Lottaki Basınç Dağılımı



Grafik 4. k > 2 Olduğunda Lottaki Basınç Dağılımı

4.2. Baskı Sonrası Soğuk Kaplama Uygulamasının Basınç Dayanımına Etkisi

Tablo 3. 35 cl. Coca Cola'da Soğuk Kaplama Etkisi

	Ortalama Basınç (kg./cm ²)	S	K	Açıklama
Soğuk Yüzey Kaplamalı	29.65	4.66	2.44	RP 40 LT kullanılıyor
Soğuk Yüzey Kaplamasız	23.70	4.07	1.32	-----
FARK (+/-)	5.95	0.59	1.12	Soğuk kaplamanın basınça olumlu etkisi görülmüştür.

Baskı sonrası soğuk kaplama uygulaması tabloda görüldüğü gibi şişe kırılma dayanımını ve buna bağlı olarak daha güvenli sevkiyatı olumlu etkilemektedir.

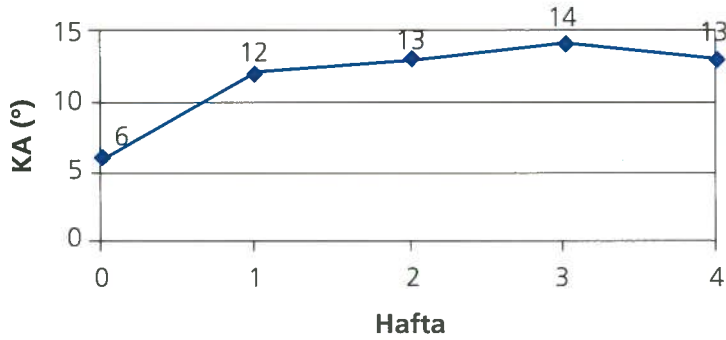
4.3. Kaplama Konsantrasyonunun Kaplama Kalitesine Etkisi

Tablo 4. 33 cl. Limo / Heye Şişesi Üretiminde Soğuk Kaplama Konsantrasyonunun Kayma Açısına Etkisi

	KONSANTRASYON RP 40 LT					
	Kuru	% 0.50		Kuru	% 0.70	
		Islak	Kurutulmuş		Islak	Kurutulmuş
	7	8	11	8	12	7
	7	5	8	6	9	20
	7	12	12	4	10	9
2. Şişe	7	10	10	6	8	11
	7	8	13	6	8	8
	8	8	12	15	18	9
3. Şişe	8	15	12	6	6	7
	12	11	12	8	6	8
	8	8	11	6	12	8
x	7.89	9.44	11.22	7.22	9.89	9.67
s	1.62	2.92	1.48	3.15	3.76	4.06

Tablodan görüldüğü gibi işletmemiz koşullarında soğuk kaplama malzemesinin en uygun konsantrasyon değeri % 0.7 bulunmuştur.

4.4. Sıcak ve Nemli Ortamın Kaplama Kalitesine Etkisi:



Grafik 5. 33 cl. Limo / Heye Şişesinde Yapılan İnceleme Testinde Haftalara Göre Kayma Açılımları Ölçümleri

Kaplama malzemesinin yaz aylarındaki performansını izlemek için belirlenen test koşullarında (Gündüz 40°C, Gece 25°C buharlı ortamda) alınan sonuçlar Grafik 5’de gösterilmektedir. Görüldüğü gibi nemli ve sıcak ortamda bir hafta sonunda kayma açısı iki katına çıkmakta daha sonra çok daha az artmaktadır.

4.5. Üretim ve Stok Test Parametreleri Karşılaştırılması

Tablo 5. 25 cl. Handy Şişesi Stok İnceleme Ölçümleri Karşılaştırılması

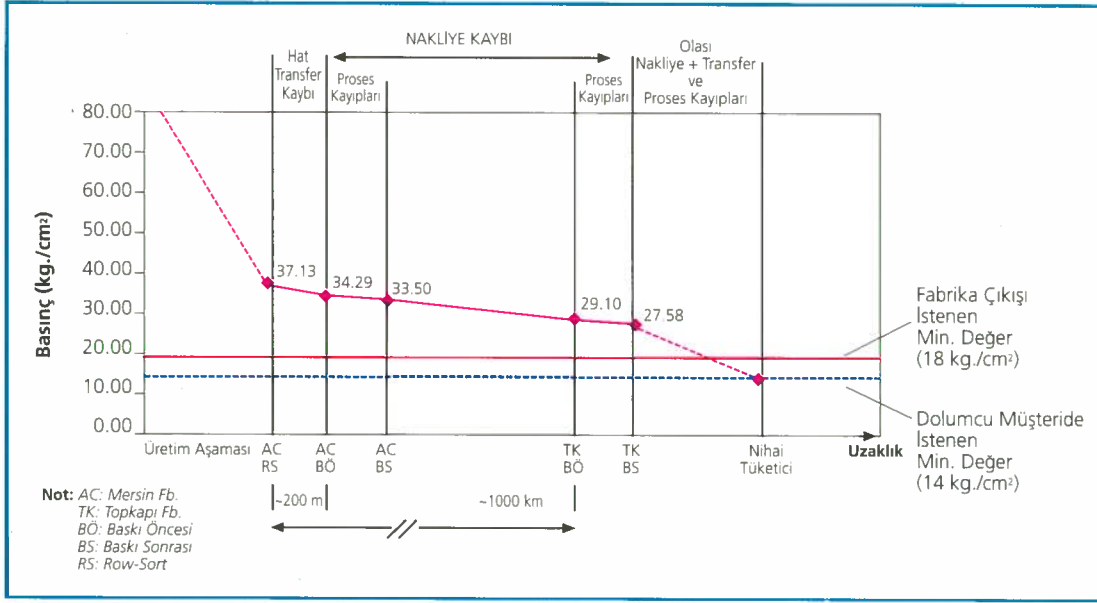
TEST DÖNEMİ (Aynı Üretim için)	Sıcak gövde kaplama (ortalama değerler)				Kayma Açılan (Derece)	Basınç değerleri		
	1 inch		3 inch			Ortalama (kg./Cm ²)	Std. Sap	k (min. 12 kg/cm ²)
	Min.	Max.	Min.	Max.				
Üretim (Kasım-Aralık 98)	40	61	39	57	7	33.90	6.75	3.24
Stok (Temmuz 99)	33	53	31	48	13	30.36	6.61	2.78
FARK (+/-)	-7	-8	-8	-9	6	-3.54	-0.14	-0.16

Tabloda görüldüğü gibi geri dönüşsüz (NR) ürüne sıcak ve soğuk kaplama yapılarak 8-9 ay stokta kaldıktan sonra yapılan tüm test sonuçlarının üretim tarihine göre olumsuz yönde değiştiği görülmektedir.

Sıcak kaplama ve soğuk kaplama performansındaki düşüş ürünün nihai tüketiciye kadar olan aşamalarında, özellikle yüksek hızdaki dolumlarda kırılma, sorun yaşanma olasılığını artırmaktadır.

4.6. Tek Yönlü (NR) Basıncılı Şişelerde Oluşan Basınç Kayıpları

Üretim sonrası manupülasyonlar ve işlemler şişe üzerindeki mekanik aşınmayı artırmakta şişenin dayanımını azaltmaktadır. Basınç kayıpları k güvenlik katsayısı ve baskı sonrası soğuk kaplama uygulaması ile kontrol altında tutulmaktadır (Grafik 6’da kayıplar görülmektedir).



Grafik 6. 25 cl. Nostaljik Coca Cola Patlama Basıncı Ölçüm Değerleri

5. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Küreselleşme yeni bir dünya yaratmaktadır. Yeni dünyada yaşayabilmemiz ve yerimizi alabilmemiz için pazarın beklentilerini iyi analiz etmek, bu beklenti düzeyi ile sahip olduğumuz kapasite ve becerilerimizin düzeyi arasındaki farkı sürekli gözetmek, pazar beklentilerini sürekli karşılayabilecek vizyona ve hünere sahip olmamız gerekmektedir. Çünkü Küreselleşmeye bağlı olan bir dizi gelişmeler sonucunda Cam Ambalaj ürün pazarımız 1980'li yıllara göre daha çok daralmaktadır. 1990'larda daha büyük ve istikrarlı pazarlara olan gereksinmemiz bizleri yüksek kalite, düşük maliyet beklentisi olan AB ülkelerine de rekabete zorlamaktadır. Bu durum özellikle 1997 yılındaki Handy şişesi dış satımı sonrası başta NNPB ve kaplama teknolojimiz olmak üzere tüm süreçlerde iyileştirme ve geliştirme çabalarımızı hızlandırmıştır.

Bugünün rekabet koşulları ve müşterilerimizden öğrendiklerimiz cam ambalaj sektöründe varlığımızı sürdürebilmemiz için sahip olduğumuz hafif şişe (NNPB) ve kaplama teknolojimizi geliştirerek kullanıp hafif ürün yelpazemizi müşterilerimizin beklentilerini de yakından izleyerek geniş-Bu konudaki çalışmalar grubumuzda Şişecam Araştırma Merkezi Uzmanları'nın da katıldığı proje olarak sürdürülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Günay, Volkan, "Sol-Jel Kaplama ile Camlarda Mukavemet Arttırma," Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü, Aralık 1998, Rapor No: 551
2. "American Glass Research Şişe Tasarım Seminer Notları," 1995
3. "Tegoglass ve Cardinal Firması Bilgi" / Katalog Notları
4. "Tagoglass Sistem RP 40 LT Ürün Kataloğu"

DÜZ EKKRAN CAMLARI - YENİ ÜRÜN, YENİ PAZAR

Baha Kuban - Reha Akçakaya

TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

ÖZET

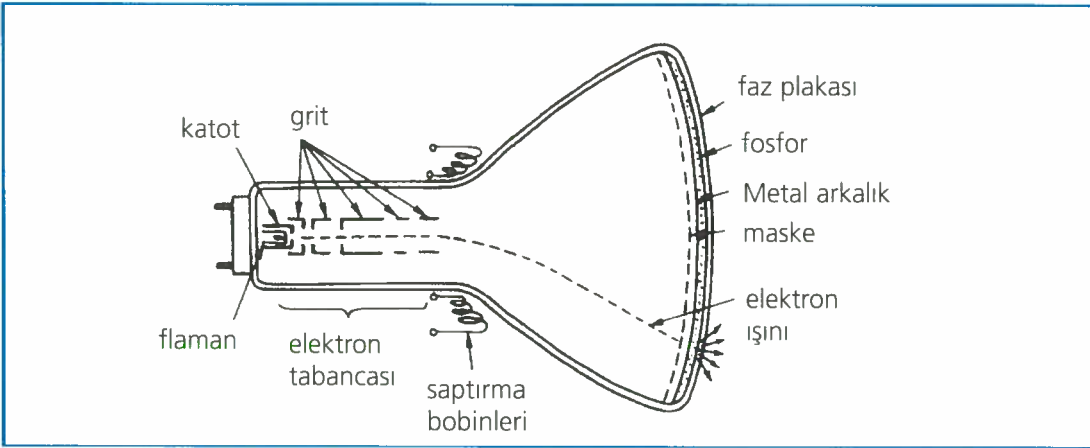
Televizyon ve bilgisayar ekranlarının kadim malzemesi 'katod tüpü', hakimiyetini 5-10 yıl içinde, dizüstü bilgisayarlardan tanıdığımız düz ekran teknolojisine terkedecek. Daha önce yalnızca dizüstü bilgisayar ve bazı hesap makinelerinde görmeye alıştığımız sıvı kristal ekranlar (LCD), 1980'ler boyunca cep televizyonları, daha büyük bilgisayar ekranları, ve daha büyük televizyon ekranlarında görülmeye başlandı. CRT (katod tüpü) teknolojisine göre düz ekran camlarının temel avantajları hafiflik ve boyutlardır. Bugün CRT teknolojiyle kontrast, renk skalası ve çözünürlük açısından yarışan düz ekran teknolojileri ticarileşmiş durumdadır.

Düz ekran teknolojisinde en önemli bileşenlerden biri altlık malzemesi olarak kullanılan düzcamdır. Bu camların kompozisyonları genelde soda-kireç ya da baryum boro-alumina silikat olmakla birlikte, ancak pek çok deneysel kompozisyon üzerinde çalışılmaktadır. LCD altlıklarında kullanılan düzcamın 1.1 mm ya da daha ince olması gerekmektedir. Asahi, patentlediği 'float'a revizyon prosesi ile 0.55-1.6 mm kalınlıkta soda - kireç camlarını LCD kullanımı için üretti. Diğer bir yaygın üretim yöntemi de Corning'in füzyon teknolojisidir. Burada kritik parametreler yüzey düzgünlüğü, ekranların üretimi sırasında kullanılan kimyasallara dayanım ve optik kalitedir. İnce düzcamların üretimi sonrası yüzeye iyon göçünü engelleyici çeşitli kaplamalar yapılmaktadır.

Son yıllarda LCD maliyetlerinde ciddi düşüşler yaşanmaktadır. Bu ürünün fiyatı her yıl yaklaşık % 20 düşmektedir. Şu andaki fiyatı CRT'nin iki misli civarındayken, bu fark % 25'lere indiğinde 77 milyon adetlik kişisel bilgisayar pazarının kısa sürede tamamen LCD'ye geçmeye başlayacağı belirtilmektedir. LCD'nin 2003 yılında ekran pazarının % 30'una hakim olması beklenmektedir. Toplam ekran talebinin (bilgisayarlar, televizyonlar, saatler v.s.) 2000 yılında 50 milyar doları aşması tahmin edilmektedir.

1. EKKRAN NEDİR?

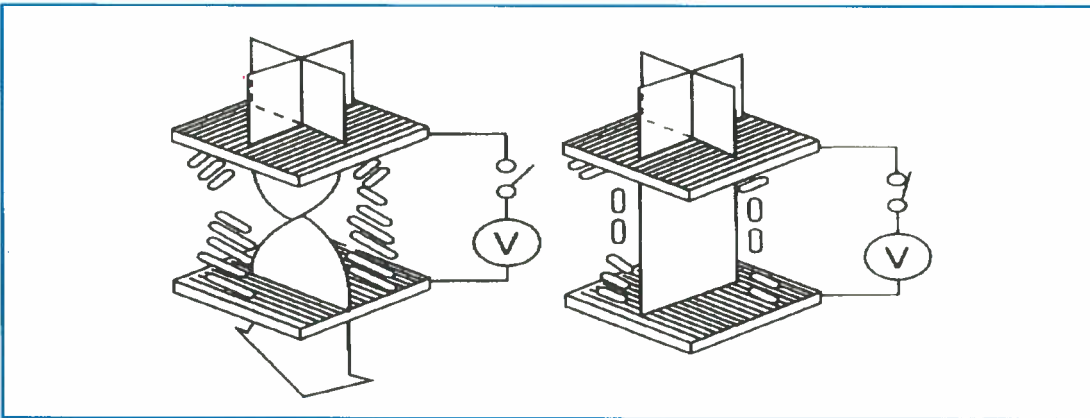
Bugün televizyon ve bilgisayar ekranlarının çoğunda kullanılan vakum tübü, CRT, 1897'de Ferdinand Braun tarafından bulunmuş ve ilk olarak osiloskoplarda kullanılmıştı. Vladimir Zworykin CRT'leri ilk kez "kineskop" adlı kendi icadı bir cihazda video görüntüleri göstermek için kullanmış, bu cihazların gelişimi Zworykin'in RCA firması laboratuvarlarında ve fizikçi Alan Dumont'un atelyelerinde 1930'lar boyunca sürmüştü. II. Dünya Savaşı'nda askeri radarlarda ve başka askeri aygıtlarda kullanılan CRT'ler, savaştan sonra televizyonların, çok sonraları da masaüstü bilgisayarların ana bileşenleri oldular. Dünyada her yıl satılan yaklaşık 120 milyon adet televizyon ve yaklaşık 60 milyon adet masaüstü bilgisayar ekranının %95'e yakını CRT'dir. 1930'lardan itibaren küçük adımlarla hem üretim problemlerini çözen, hem de monokrom-renkli, düşük-yüksek çözünürlük, bükümlü-düz geçişlerini başaran CRT teknolojisi, son on yılda insan sağlığı ve boyut esaslı problemlerini azaltma yolunda da ciddi adımlar atmıştır. Şekil 1, bu teknolojinin şematik gösterimidir.



Şekil 1. CRT teknolojisi

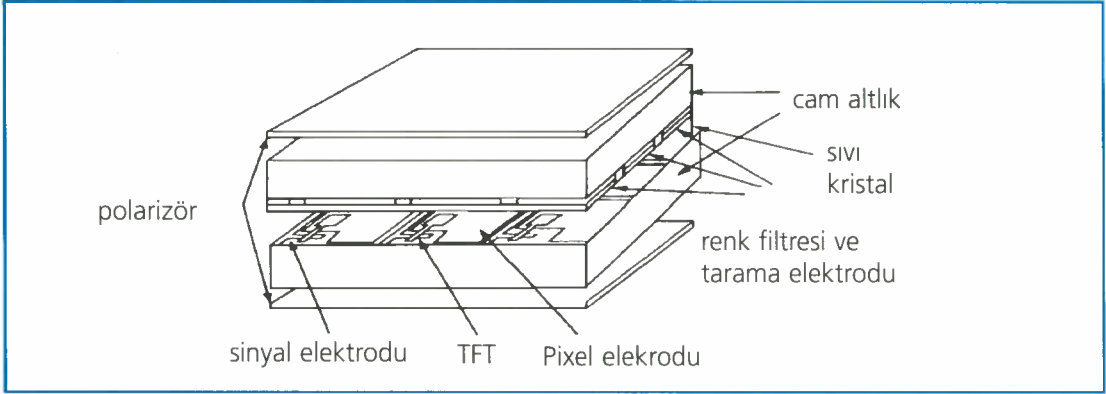
Çalışma prensiplerinin yüksek gerilim, salınan manyetik alan ve x-ışını (Bremsstrahlung) içermesi nedeniyle CRT'ler uzun vadeli kullanımlar için göz sağlığına zararlı kabul edilmektedirler. CRT'lerin diğer sorunları, vakum tübünün boyutları ve ağırlığı, tükettiği yüksek enerji ve kenarlarda düz olmamasının yarattığı görsel bozunmalardır. Bütün bunların yanısıra, artan görüntü çözünürlüğü düzeyinin daha hassas piksel tizliği (finer pixel pitch) gerektirmesi nedeniyle CRT'lerin fiziksel performans sınırlarına geldiği iddia edilmektedir(2). En can alıcı ekran bileşeni olarak camın kullanılması CRT ve diğer ekran teknolojilerinin ortak yanı olmakla birlikte vakum tübü camı hem üretim teknolojisi hem de özellikleri açısından diğer düz ekran camlarından tamamıyla farklıdır.

Düz ekran camlarında altlık olarak kullanılan camın özellikleri ekran teknolojilerinin geliştirilmesinde de en kritik teknik adım olmaktadır. CRT teknolojisinin en ciddi rakibi ve orta vadede toplam ekran pazarının muhtemel hakimi, sıvı ekran (LCD) teknolojileridir(3-10). Sıvı kristal olgusunu ve elektronik cihazların insan-makine arayüzü olarak kullanılabilirliklerini ilk gösterenler 1963'de ABD'de Sarnoff Laboratuvarlarında George Heilmeyer ve Richard Williams adlı fizikçiler oldular. O zamanlar RCA firmasının sahibi olduğu Princeton, New Jersey'deki Sarnoff Laboratuvarlarının yanısıra, LCD'ler ilk olarak Westinghouse firmasının Pittsburgh laboratuvarında geliştirildiler. LCD teknolojisinin geliştirilmesinde diğer iki kritik isim her ikisi de Westinghouse'da bu işe başlayan, daha sonra kendi şirketlerini kuran Jim Fergason ve Peter Brody'dir. Dünyada ilk kez aktif matris LCD'leri teknolojisini geliştiren Brody, 1979'da Westinghouse'dan ayrılarak kendi şirketi olan Panelvision'u kurmuş ancak bu firma 1985'de Litton Industries tarafından satın alınmıştır. LCD teknolojisinde ilk uygulanan prensip pasif matris sıvı kristal fiziğidir.



Şekil 2. Pasif matris TN LCD.

Bu prensiple çalışan LCD'ler daha çok kol saatlerinde, ilk basit hesap makinelerinde kullanılan monokrom ekranlarda kullanılmışlardır. TN tipi (twisted nematic) LCD'lerde kristallere gerilim uygulanmasıyla 90° dönmekte, ekranı oluşturan her piksel gri ya da beyaz olabilmektedir. Bu basit ekranlar ve pasif adreslemenin yetersiz kontrast ve parlaklık sağladığı görülmüş, LCD teknolojisi 1980'li yıllar boyunca, önce yine pasif matris STN (super twisted nematic) daha sonrada Japon firmaları, renkli görüntülerin elde edilebileceği aktif matris LCD'lere(AM-LCD) geçmiştir. Bu yöntem, ekranı oluşturan her piksele bağımsız bir şekilde akım verebilen ince film transistör teknolojisinin (TFT) geliştirilmesini beklemiştir. Şekil 3, TFT kullanan LCD ekranlarını şematize etmektedir.

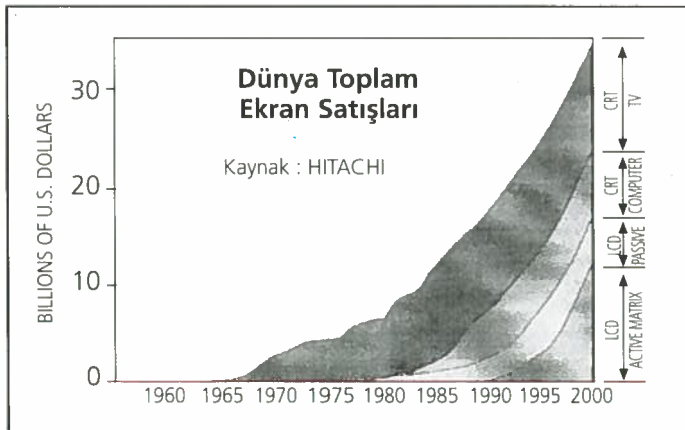


Şekil 3. TFT-LCD teknolojisi.

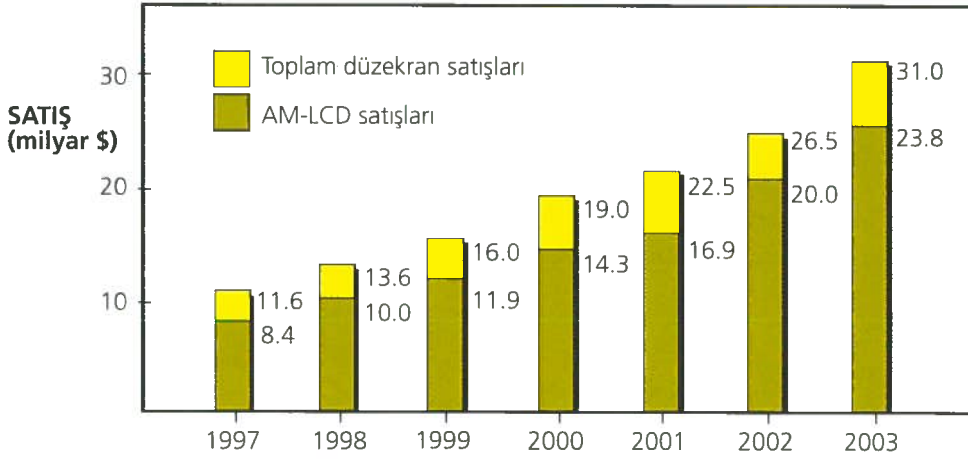
Düz ekranlarda başka bazı rakip teknolojiler de mevcuttur. Bunlar plazma ekranlar, FED (alan emisyonu), vakum floresans ekranlar ve CRT'nin yeni atağı olan düz CRT ekranlardır (flat CRT). Bu rakip teknolojilerle ilgili daha ayrıntılı bilgi için Iş Geliştirme Müdürlüğü'nün Düz Ekran Camları raporuna bakılabilir(1).

2. PAZARLAR ve ÖNGÖRÜLER

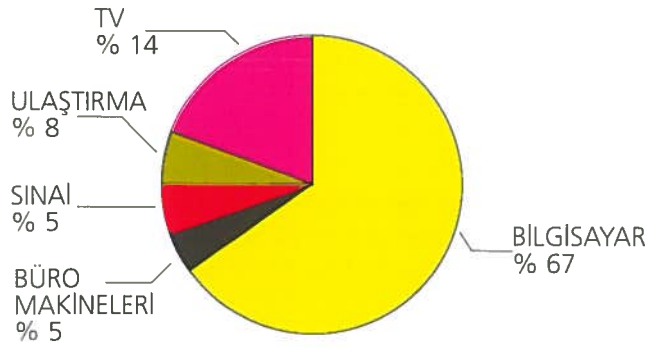
Dünyada toplam ekran pazarının değeri 1996'da 15 milyar ABD\$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 2000 yılında 50 milyar ABD\$'ni bulacağı tahmin edilmektedir(11). Başka bir tahmine göre, 2000'de yalnızca düz ekranlarda pazar 19 milyar doları bulacak, bu sayı 2003 yılına gelindiğinde 31 milyar dolara erişecektir(12). Aşağıdaki şekillerde çeşitli pazar öngörülleri ve değişik teknolojilerin payları gösterilmektedir.



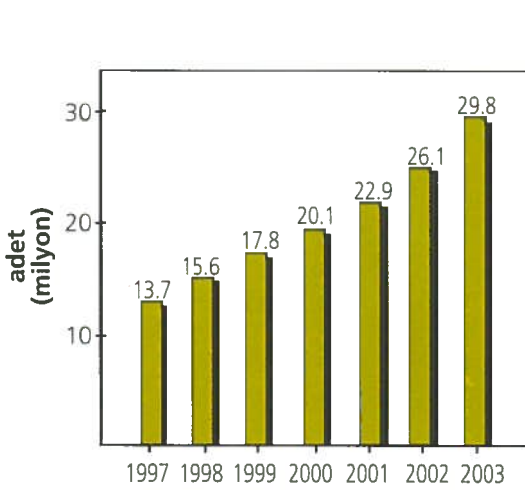
Şekil 4. Dünya toplam ekran pazarı ve rakip teknolojilerin gelişimi.



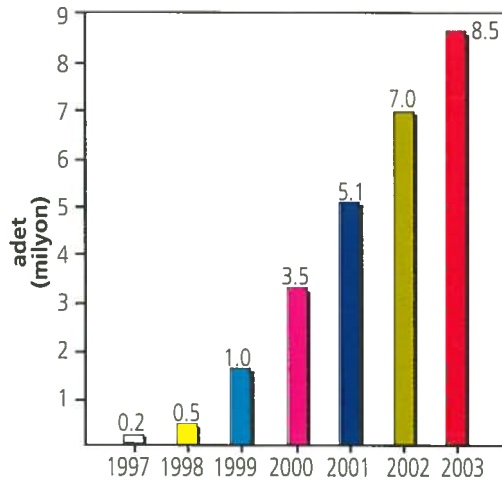
Şekil 5. Düz ekranlarda 2000 yılı satış tahminleri, toplamda AM-LCD payı.



Şekil 6. Düz ekranlarda kullanıcıya göre 2000 yılı payları.



Şekil 7. Dizüstü bilgisayar satışları tahminleri.



Şekil 8. Masaüstü bilgisayarlarda düz ekran satış tahminleri.

Hemen tüm kaynakların üzerinde anlaştıkları ve şekillerden görülebileceği gibi, düz ekranlar, en alt sınırdaki tahminlerle önümüzdeki on yılda hem sayı hem satış büyüklükleri açısından geleneksel CRT ekranları geçeceklerdir. Gelecekte de bugünkü gibi, LCD teknolojileri toplam düz ekran satışlarında rakip teknolojilere ancak küçük niş alanlarda yaşam hakkı vereceklerdir. Bu alanda diğer ilginç bir nokta ekran teknolojilerinde Japon ve Asya hakimiyetidir. Japonlar yeni düz ekran teknolojilerinde, CRT'de olduğundan çok daha hakim pozisyondadırlar. Bazı tahminlere göre, Japonya'nın dünyada toplam düz ekran satışlarındaki payı %80'in üzerindedir. Sharp, Matsushita, NEC, Fujitsu, Canon, Toshiba, Hitachi, Mitsubishi gibi firmalar düz ekranların hem üreticileri, hem tüketicileridir. ABD'nin düz ekran kullanıcısı bilgisayar ve ev elektroniği firmaları giderek artan sayıda, Japon firmaları ile ortaklıklar yoluyla en son nesil teknolojilere ulaşabilmektedirler. Ekran malzemeleri üretiminde de benzer bir durum söz konusudur. Ekran teknolojisinin gelmekte olan opto-elektronik dalgasındaki can alıcı rolü, ülkelerin ve firmaların stratejik konumlanması, Düz Ekran Camları raporunda kapsamlı olarak irdelenmektedir(1). Aşağıda daha çok düz ekranlarda kullanılan camların özellikleri, bu camların üretim teknikleri yer alacaktır.

3. DÜZ EKRAM CAMLARI

Hemen tüm performans göstergelerinde geleneksel CRT ekranlarını geride bırakmakta olan LCD düz ekranlarda, hangi türü olursa olsun, birinci bölümde de gösterildiği gibi, düz camlar kullanılmaktadır. Ekranlardan beklenen hız ve çözünürlük gibi teknik performansların artmasına paralel olarak, altlık olarak kullanılan düz camların nitelikleri de, hem ekran üretiminde fiziksel koşulların değişimi, hem de altlıklardan fiziksel/kimyasal/elektronik beklentilerin değişimi nedeniyle farklılaşmaktadır. Birinci bölümde anlatılan TFT AM-LCD ekranlar temelde amorf silis (a-Si) yapıda ve yeni olarak da çok kristalli (poly-Si) yapıda olmaktadır. Yeni nesil poly-Si ince film transistör ekranlar, düşük maliyetli ve yüksek sıcaklığa dayanıklı cam altlıklarına gereksinim duymaktadırlar.

Son derece hassas ve kimyasal/fiziksel dayanıklılık ihtiyacı giderek artan cam altlıklar gerektiren ileri ekran teknolojileri, temelde üç konuda geliştirilmiş cam kompozisyonlarına ihtiyaç duymaktadırlar; alkali-düşük, yüksek kimyasal dayanıklılığı olan ve ısı kapasitesi yüksek camlar. Düz ekran altlıklarında en çok kullanılan camlar esas olarak soda-kireç ve borosilikat sınıflarına girerler. Sodyum iyon difüzyonunun TFT - LCD üretimini en çok bozan olgu olması nedeniyle çalışmaların önemli bir kısmı soda-kireç camlarında sodyum iyon difüzyonunu engelleyecek Si kaplamalar ve düşük soda içeren aluminosilikat camlar üzerinde yoğunlaşmıştır(13-17). Bu malzemelerin başlıca üreticileri Asahi, NEG, Hoya gibi Japon firmaları olmakla birlikte Corning yeni Borosilikat camları ve alkali toprak aluminosilikat kompozisyonları ile piyasada kendine sağlam bir yer edinmiştir. Tablo 1, farklı ekran tipleri ve çeşitli firmaların bu ekranlara uygun olması için geliştirdikleri camların özelliklerini özetlemektedir.

Tablo 1. Değişik firmaların düz ekran camları ve fiziksel özellikleri.

Ekran	Firma	Kod	Tip	Gerinim (Strain) Noktası C°	Tavlama C°	Yumuşama C°	Isıl Genleşme (x10 ⁻⁷ /C°), C°	Yoğunluk (g/cc)
TN								
	Asahi	As	Soda-Kireç	511	554	740	81, (50-200)	2.49
	Corning	0211	Alkali Zn Borosilikat	508	550	720	74, (0-300)	2.57
	Corning	7740	Alkali Borosilikat	510	560	821	32.5,(0-300)	2.23
	Asahi	AX	Alkali Borosilikat	530	566	780	49.7,(0-300)	2.42
	NEG	BLC	Sodyum Borosilikat	535	575	775	51,(30-380)	2.36
STN a-si								
	Corning	7059	Alkali Toprak Al Borosilikat	593	639	844	46,(0-300)	2.76
	Hoya	NA45	Alkali Toprak Al Borosilikat	610	649	843	47,(0-300)	2.76
	Schott	AF45	Alkali Toprak Al Borosilikat	627	663	881	46,(0-300)	2.72
a-Si poly-Si								
	Corning	1733	Alkali Toprak Boro-Al-silikat	640	689	928	36.5,(0-300)	2.48
	Asahi	AN	Alkali Toprak Boro-Al-silikat	643	685	900	48.3,(0-300)	2.76
	NEG	OA2	Alkali Toprak Zn Al Borosilikat	650	700	919	47,(0-300)	2.74
	Hoya	NA40	Alkali Toprak Zn Pb Al-Silikat	655	708	895	43,(100-300)	2.87
	Corning	1737	Alkali Toprak Boro-Al-Silikat	666	721	975	37.6,(0-300)	2.54
Poly-Si								
	Corning	1729	Alkali Toprak Al-Silikat	799	855	1107	33.4,(0-300)	2.56
	Corning	7913	Vycor	890	1020	1530	7.5,(0-300)	2.18
	Corning	7940	Camsı Silika	990	1094	1580	5.5, (0-300)	2.20
	Asahi	AQ	Camsı Silika	1000	1120	1600	6, (50-200)	2.20

Asahi'nin yukarıda kodlanan camlarının kompozisyonları da aşağıdaki tabloda görülebilir.

Tablo 2. Asahi firmasının düz ekran camları kompozisyonları (18).

	AS	AX	Düşük Alkali					AL	AQ
			A	B	C	D	E		
SiO ₂	72.5	72	56	53	53	49	60	62	100
Al ₂ O ₃	2	5	15	11	16	13	15	14.5	-
B ₂ O ₃	-	9	2	12	12	11	2	4.5	-
RO	12	7.5	27	24	19	27	23	17	-
R ₂ O	13.5	6.5	-	-	-	-	-	2	-

Genelde alkali içermeyen camların yine de tam olarak hiç alkali içermemeleri mümkün olmamakta, diğer hammaddelerden ve refrakterlerin korozyonundan yaklaşık 500-1000 ppm sodyum kompozisyonlarda yer almaktadır. Bu düzeylerde dahi, özellikle ileri ekranların çok basamaklı fotolitografi işlemlerinde optik hatalara yol açabilmektedir.

Ekranlarda kullanılan cam plakaların geliştirilmesi salt camların özelliklerini değil cam tabakaların fiziksel niteliğini dolayısıyla bu camların üretim yöntemlerini de ilgilendirmektedir. Örneğin altlıkların yüzey pürüzlülüğü ile ilgili problemler sıvı kristal hücrelerin boşluklarını, dolayısıyla bu hücrelerin elektriksel davranışlarını ve giderek optik performanslarını etkilemektedir. Altlığın düzlüğüyle ilgili sorunlar ise daha sonra yapılan ince film kaplamada piksellerle pozisyon uyumsuzluğu yaratarak düşük çözünürlük yaratmaktadır. Mikron boyutlarında yüzey hataları kısa devreler oluşturmakta, ekran üretiminde kullanılan fotolitografi teknolojisi, cam içinde hataları, çok küçük kalınlık ve boyut farklılıklarını affetmemektedir. Aşağıdaki tablo, LCD'lerde altlık tabakaların özelliklerini göstermektedir. Altlık olarak kullanılan camların kalınlıklarının 1.1 mm'den ince olduğu unutulmamalıdır.

Tablo 3. LCD'de altlık düz camda aranan fiziksel özellikler.

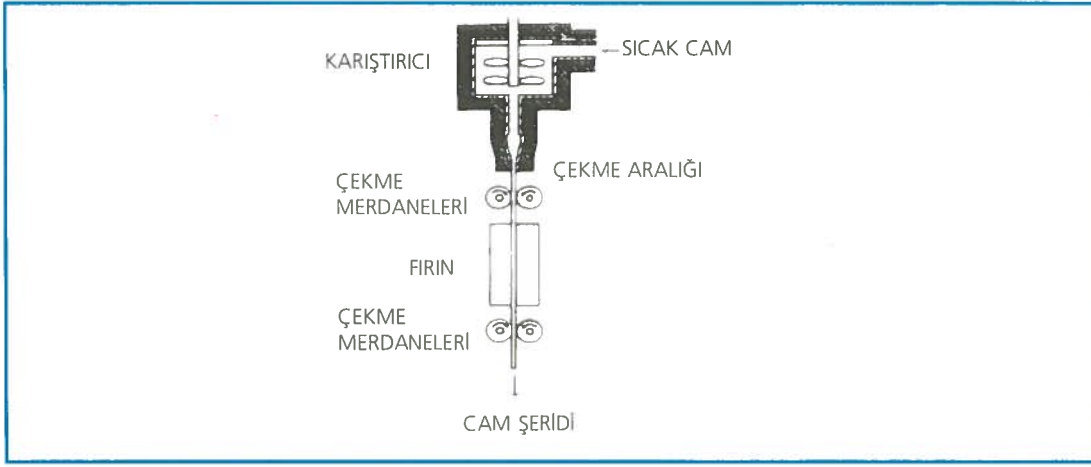
Özellik	Pasif Matris		Aktif Matris	
	TN	STN	a-Si TFT	poly-Si TFT
Yüzey Pürüzlülüğü (µm)	0.02-0.03	0.02-0.03	0.005-0.01	0.005-0.01
Dalgalanma (µm)	< 0.3	< 0.05	< 0.1	< 0.1
Yamukluk (µm)	< 300	< 300	< 100	< 100
Kalınlık değişimi (µm)				
Altlık içinde	< 50	< 50	< 10-30	< 10-30
Altlık grubunda	<≠ 100	<≠ 100	<≠ 100	<≠ 100
Hata (µm)	< 50	< 50	< 5	< 5
Azami işlem sıcaklığı (°C)	300-400	300-400	300-400	600-1000
Isıl boyut kararlılığı (ppm)	< 100	< 20	< 10	< 1

Bu özelliklerde düz camların üretilmesinde en garantili yöntem kuşkusuz, camı büyük ve hatasız bir blok olarak dökmek, tavlama daha sonrada mekanik aşındırmayla istenilen boyutlara indir-

mektir. Bu yöntem hala bazı üreticiler ve laboratuvarlar tarafından kullanılsa bile, maliyeti çok yüksektir ve büyük ölçekli üretim için son derece elverişsizdir. Ekran pazarlarında talep yükseldikçe yenilikçi cam üreticileri çok ince (ultra - thin) düz cam tabakalarını sürekli üretimle üretebilmek için geleneksel tekniklerin yanısıra yeni üretim tekniklerini de geliştirmişlerdir. Aşağıdaki bölümde bunlar incelenecektir.

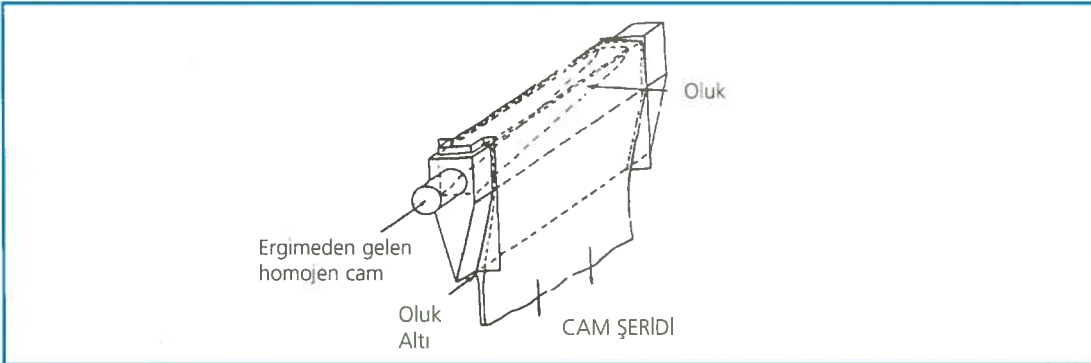
4. CAM ÜRETİMİ

Çok yüksek optik kalite ve fiziksel boyut kararlılığında düzcamların üretilebilmesi için çeşitli firmalar değişik yöntemler geliştirmişlerdir. Bu alanda tarihsel olarak da en yenilikçi firmalardan olan Corning, ilk patentleri alarak öncülük yapmıştır. Çekme prosesi, Corning'in bu amaçla geliştirdiği ilk tekniktir (19). Şekil 9'da görülen bu işlemde platin bir kovan içinde homojenleştirilen Corning'in pasif matris LCD'ler için geliştirdiği 7059 kodlu cam kompozisyonu, merdaneler yardımı ile aşağı doğru çekilir. Bu yöntemde daha ileri ekranlar için ihtiyaç duyulan boyutsal kararlılık elde edilememiştir.

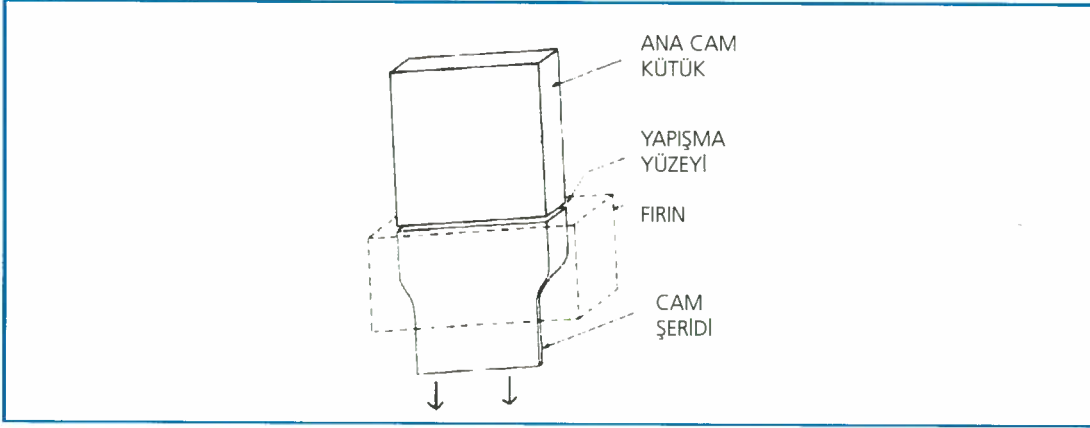


Şekil 9. Corning patentli, LCD altlık üretiminde Çekme Tekniği.

Corning, gelişen ekran camı gereksinimlerini karşılamak için sürekli yeni cam kompozisyonları geliştirirken diğer yandan üretim teknolojisi arayışlarını kesintisiz sürdürmekteydi. Bu çabalar sonucunda firma bir 'oluk tekniği' geliştirdi. Bu teknolojiye cam, platin bir oluğa beslenmekte, daha sonra oluğun iki yanında taşarak aşağı süzülmeğe. Oluğun her iki tarafında gelen cam akıntısı dip tarafta birleşerek her iki tarafı da hiç bir yere değmemiş cam tabakayı oluşturmaktaydı(16). Şekil 10, bu tekniği şematik olarak göstermektedir.



Şekil 10. LCD altlık üretiminde Corning'in oluk tekniği.



Şekil 11. NEG, kütükten yeniden çekme ile LCD altlık üretimi.

Bugün bu teknolojiyi kullanmakta olan Corning farklı özelliklere sahip camları farklı kalınlıklarda (0.5-1.0 mm arasında) çekebilmektedir.

LCD ekran camlarını üreten diğer bir firma olan NEG ise yine kendi tekniğini geliştirmiştir (20). NEG'in tekniği biraz optik elyaf üretiminde kullanılan tekniği anımsatmaktadır. Uygun kompozisyonda hazırlanan cam kütük, dikey bir işlemle yeniden eritilerek çekilmektedir. NEG teknolojisi Şekil 11'de görülebilir.

Bu üretim teknikleri arasında Şişecam'ı da ilgilendirmesi açısından en ilginç, kuşkusuz Asahi Glass firmasının kullandığı teknolojidir. Düzcam üretiminde bugün standart üretim teknolojisi, bilindiği gibi Pilkington firmasının 1960'ların başında ticarileştirdiği 'float' ya da yüzdürme yöntemidir. Bu teknik esas olarak soda-kireç camı kompozisyonları için geliştirilmiş ve çeşitli geliştirmelerle, en düşük maliyetle en yüksek optik kalite ve boyutsal kararlılıkta düzcamların elde edilmesinde rakipsiz olmuştur. Yine bilindiği gibi, bu teknolojide doğal ortalama kalınlıklar 1mm'nin çok üzerindedir.

Asahi firması, yüzdürme prosesinde yaptığı pek çok geliştirme ile, önce daha az özellikli pasif matris LCD camlarını daha sonra da değişik kompozisyonlardaki (Tablo 2) AX, ve alkali olmayan camları bu prosesle üretmeyi ve bu alanın en önemli üreticilerinden biri olmayı başarmıştır. Asahi özellikle yüzdürme banyosunda yaptığı ve 100'e yakın patenle koruduğu geliştirmelerle aşağıda belirtilen dört teknolojik darboğazı aşmıştır (21-22).

- Daha özellikli LCD altlıkları için geliştirdiği AX ve AN camlarının yüksek sıcaklık viskozitelerinin soda-kireç camına göre daha yüksek olması nedeniyle Asahi, temas refrakterlerinde görülen yüksek korozyon hızlarını yüksek zirkon içeren yeni refrakterlerle azaltmıştır. Bu sayede özellikle taş ve habbe hatalarının düşürüldüğü belirtilmektedir.
- Cam eritmede redox değerleri ve kükürt miktarının hassas kontrolü ve halojen esaslı yeni bir afinasyon maddesinin kullanımıyla habbe düzeyleri aşağıya çekilmiştir. Mekanik esaslı 'reboil' habbeleri, yeni karıştırıcı tasarımları ile giderilmiştir.
- Soda-kireç kompozisyonlarının çekildiği yüzdürme ('float') hatlarında, banyo sıcaklıkları, LCD altlık kompozisyonlarına göre en az 100 °C daha düşüktür. Banyo üstyapısının tasarımının ve malzemelerinin tümüyle değiştirilmesi ile banyonun bu camlar için kullanılmasına olanak sağlanmıştır.



- Banyonun sıcak kısmında kristallenmenin engellenmesi için refrakterlerin ısıtıldığı sistemler kullanılmaktadır.

Asahi'nin yüzdürme ('float) prosesinde yaptığı yeniliklere ait daha ayrıntılı bilgi ve patent listeleri, İş Geliştirme Müdürlüğünün hazırladığı 'Düz Ekran Camları' raporunda görülebilir (1).

4. SONUÇ

- a. Düz ekranlar, bütün tahminlere göre 5-10 yıl içinde, ekranlarda bugünün hakim teknolojisi olan CRT yani vakum tüplerini safdışı edecek, dizüstü bilgisayarlara ek olarak muazzam büyüklükteki televizyon ve masaüstü bilgisayar ekran talebinin karşılayacak, yepyeni uygulamaları olanaklı kılacaktır.
- b. Düz ekranlarda hakim teknoloji LCD sıvı kristal teknolojisi olacaktır. Aktif matris, ince film kaplama, TFT-AMLCD teknolojisi makine/insan arayüzlerinde bugünün ve geleceğin çözünürlük, optik kalite, hız gibi ihtiyaçlarını karşılayacak ve talebin artmasına koşut olarak sürekli bir öğrenme eğrisi izleyerek uygun maliyette üretimi sağlayacaktır.
- c. Bugün dünyada LCD üretiminin %80 gibi büyük bir oranını Japonya başta olmak üzere Güney Kore ve Taiwan yapmaktadır.
- d. Düz ekran teknolojisinin en önemli bileşenlerinden biri altta ve üstte kullanılan düz cam tabakalarıdır. Bu camların fiziksel ve kimyasal özellikleri, ekran üretiminde kullanılan birden çok kimyasal işlem yüzünden geleneksel düzcamlardan çok farklı olabilmekte, dolayısıyla üretim yöntemleri de kalite standartları değişmektedir.
- e. 1-1.0 mm kalınlığında düzcam gerektiren LCD camları, en basit uygulamalar dışında, soda-kireç camlarına göre farklı kompozisyonlarda camlara ihtiyaç duymaktadırlar. Boyut kararlılığı, optik özellikler ve daha sonra ekran üretiminde kullanılan kimyasal proses adımlarının gerektirdiği özellikler nedeniyle ekran camlarının üretimi için yeni üretim teknolojileri geliştirilmiştir.
- f. LCD camlarının en büyük üreticisi konumundaki Japonya'nın, en büyük düzcam üreticisi Asahi Glass, yüzdürme ('float') prosesinde, özellikle banyoda yaptığı çok sayıda geliştirme ile ekran talebini karşılayacak teknolojiyi geliştirmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. "Düz Ekran Camları; Teknoloji ve Pazarların Şişecam Açısından Bir Değerlendirmesi", İş Geliştirme Müdürlüğü, Şişecam, Ekim 1999.
2. "Introduction to Major Flat Panel Display Technologies", Asian Technology Information Program, Project on Flat Panel Displays, Eylül 1999.
3. "The Display for the New Millenium", www. Telegen.com, Eylül 1999.
4. G. Linden, J. Hart, S. Lenway, "Advanced Displays in Korea and Taiwan", Berkeley Roundtable for the the International Economy, BRIE Working Paper 109, December 1997.
5. J. Hart, M. Borrus, "Display's the Thing: The Real Stakes in the Conflict Over High Resolution Displays", BRIE Working Paper 52, 1992.

6. B. Bowonder, S.L. Sarnot, M.S. Rao, T. Miyake, **"Competition in the Global Electronics Display Industry: Strategies of Major Players"**, Int. J. Technology Management, V.12, N.5/6, 1996, s. 551-576.
7. J.D.Lee, **"FPD Market and Technology Trends"**, Channel, V.10, N.2, 1997, s.1.
8. J. Robertson, **"Flat Panel Displays, AM-LCD Dominates for the Foreseeable Future"**, Electronic Buyers News, January 27, 1997.
9. S. Morozumi, **"Displays: Doomed to Commodity Status?"**, Society for Information Displays, SID 96 Digest, Conference Proceedings, E-2.
10. J. Rae-Dupree, **"Fixing the Flat Panel Fiasco"**, San Jose Mercury News, 14 July 1997.
11. D. E. Mentley, **"Emerging Display Technologies"**, Channel, November-December 1997.
12. Japanese Technology Evaluation Center, Flat Panel Display Technology Panel Report, JTEC, July 1999.
13. J.C.Lapp, P.L.Bocko, J.W. Nelson, **"Advanced Glass Substrates for Flat Panel Displays"**, Corning Research, 1994, s.250.
14. T. Hayashi, **"Glass Substrates for Liquid Crystal Panels"**, Corning Research 1994.
15. J.C. Lapp, P.L. Bocko, J.W. Nelson, **"Advanced Flat Panel Display Technologies"**, Corning Reserach 1994, s.1.
16. W.H. Dumbaugh, P.L. Bocko, F.P. Fehlner, **"Glasses for Flat Panel Displays"**, High Performance Glasses, ed. M. Cable, J.M. Parker, Blackie and Son Ltd., 1992.
17. F. Okamoto, **"Glass Substrate for LCD, Characteristics of Glass"**, Corning Research, 1993, s.134.
18. Y. Nakao, S. Ito, S. Yamaguchi, **"Glass Substrates for Electronic Applications"**, Electronic Packing Technology, 7, 1991, s.10.
19. W.C. Hynd, **"Flat Glass Manufacturing Process"**, Glass Science and Technology, V.2, Processing I., Uhlmann, D.R., Kriedl, N.J., (eds.) Academic Press, Orlando 1984.
20. M. Wada, **"New Glass Products by New Forming Technologies"**, Proceedings of the First International Symposium on New Glass, Tokyo, Japan, 1987, s. 65-70.
21. Y. Takahashi, **"Ultra-thin Glass Production of Low or Non-Alkali Glass by Float Process"**, Extended Abstracts of Topical Meeting on Glasses for Opto-Electronics, Tokyo, Japan, 1989, s. 9-15.
22. H. Amemiya, **"The Production and Properties of Glass Substrates for LCD"**, Proceedings of the 3rd Int. Conf. Advances in Fusion and Processing of Glass, 1992.

ŞAMOTTA KALAN PLATİNİN GERİ KAZANIMI

Fedai Sarpege - İsmail Taşlıca

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam Elyaf üretiminde kullanılmakta olan platin/rodyum alaşımı kovanların, yüksek sıcaklıkta çalışması nedeniyle, atmosfere açık yüzeylerinde ışınım kaybı, şamotla temas eden yüzeylerinde ise platinin şamota diffüze olduğu bilinmektedir.

Şamota diffüze olan bu miktar; kovanın çalışma süresine bağlı olarak ağırlığının yaklaşık % 1.5 kadardır. Başka bir deyişle, 2 - 2.5 kg şamotta 45 - 50 gr Pt/Rh alaşım bulunmaktadır.

Uzun yıllar, bu şamotlar biriktirilmiş, 300 - 350 kg'lık partiler halinde, yurtdışındaki firmalara gönderilerek, içerisinde bulunan platin ayrıştırılmıştır.

Her partinin 18 ay gibi uzun bir zaman alması, şirketimize ait 5 - 6 kg platin/rodyum alaşımının atıl kalması ve ayrıştırılan platin miktarının son yıllarda beklediğimizin altında gerçekleşmesi; ayrıştırma işlemini kendi bünyemizde yapmayı zorunlu kılmıştır.

Literatür taraması sonrası, şamot ve platin arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak, Platin Atölyesinde, basit prosesler geliştirilmiş, şamotta varsayılan platinin tamamına yakını geri kazanılmıştır.

Ocak 1998'den itibaren şamottaki platin; platin atölyesinde küçük partiler halinde geri kazanılmaya başlanmış olup, Mayıs 99 itibarıyla toplam 23,3 kg platin elde edilmiştir. Elde edilen bu platin üretime döndürülerek yaklaşık 380,000 \$ tasarruf sağlanmıştır.

Ayrıca; geri kazanım oranı; yurtdışındaki firmalara göre % 5,3 olumlulukla % 95.5 olarak gerçekleşmiştir.

Yakın gelecekteki amacımız, prosesi sürekli geliştirerek daha yüksek geri kazanım oranlarına ulaşmak olacaktır.

GİRİŞ

4.Cam Problemleri Sempozyumunda, Cam Sanayiinde Platin kullanımı ile ilgili geniş bir bilgi sunulmuş, ülkemizde de modern yöntemlerle değerli metallerin işlenmesi ve hurdalarının değerlendirilmesini sağladığımızı; diğer konularda da dışa bağımlılığı ortadan kaldırmanın temel amacımız olduğunu vurgulamıştık.

Değerli metallerin işlenmesi ve geri kazanımı gibi teknoloji yoğun işler dünyada birkaç firmanın tekelinde olup, özellikle Cam Elyafı Sanayiinde maliyetlerde önemli bir yer işgal etmektedir.

1985 yılında ilk denemelerini yaptığımız Şamottaki Platinin geri kazanım çalışmaları, o yıllarda, iş yaptırdığımız firmalara gezilerimiz sırasında edindiğimiz bilgiler ve biriken şamot miktarı açısından, benzeri bir proses geliştirmenin ekonomik olmadığını göstermişti.

Ancak; 3.Fırının devreye girmesi ve özellikle büyük bushinglerin kullanımı ile şirketimizdeki kapasite artışı beraberinde büyük miktarlarda şamotun birikmesini ve dolayısıyla çok daha fazla miktarda Platin/Rodyum alaşımının atıl kalmasını gündeme getirmiştir.

Şamotların biriktirilmesi için geçen süre hariç; ortalama 18 ay süren yurtdışında geri kazanım iş-lemi, çok daha ekonomik bir prosesi kendi bünyemizde geliştirmeyi zorunlu kılmıştır.

1. PLATİN-RODYUM ALAŞIMININ ÖZELLİKLERİ

Platin, yüksek sıcaklığa dayanıklılığı, mekanik şekil verilebilirliği, kimyasal etkilere karşı asal davranışı, termoelektrik özellikleri ile kimya, elektrik, elektronik, cam ve otomotiv endüstrisinde çok geniş uygulama alanları bulmuştur.

Ancak Platinin mekanik mukavemetinin düşük olması, özellikle Cam Elyafı endüstrisinde yeni ara-yışları gerektirmiştir. Diğer bir değerli metal olan Rodyumun alaşım elemanı olarak Platine ilave edilmesi mukaveti arttırmaktadır.

Rodyum yüzdesi arttırıldıkça, yüksek sıcaklıkta çalışma süresi artmakla birlikte, elektriksel iletken-liği ve işlenebilirliği düşmektedir. Bu nedenle özellikle Cam sanayiinde %10 ve %20 Rodyumlu Platin alaşımları tercih edilmektedir.

1999 yılı için Platin 13-14 US\$/gr, Rodyum ise 25-30 US\$/gr değere sahiptir. Bu nedenle uygula-malarda fizibilite çalışmaları çok önemlidir.

2. CAM ELYAF ÜRETİMİNDE PLATİN-RODYUM ALAŞIMI BUSHINGLER

Cam Elyaf üretimi foreheart'a monte edilen bushinglere uygulanan yüksek elektrik akımı ile , cam-ı sabit sıcaklıkta suretiyle; memelerlerden akan cam filamentlerinin belirli bir hızda çekilerek kar-ton miğfer üzerine sarılması ile gerçekleşmektedir.

%80 Pt - %20 Rh alaşımından imal edilen bushingler, aşağıda sıralanan grupta işleme sonra-sında kullanıma hazır hale gelir:

- **Çevre Soğutma Borusu Montajı:** Fore-heart'tan bushing dışına cam sızmasını önle-yen içerisinden su devridaim eden paslanmaz çelik borudur.
- **Bushingin Çerçeve İçerisine Merkez-lenmesi:** Bir pleyt üzerinde, bushing, hiçbir fiziki temas olmayacak şekilde paslanmaz çelik çerçevenin içerisine merkezlenerek sa-bitlenir.
- **Şamot Doldurma İşlemi:** Bushing ve çer-çeve arasında kalan boşluğa izolasyon ama-cıyla şamot adını verdiğimiz "Castable Alü-mina" harcı doldurulur ve bir gün süre ile ka-tılaştırılması beklenir.
- **Meme Soğutma Boruları Montajı:** Ko-vanın Taban Levhasındaki meme sıralarının aralarına Paladyum-Gümüş alaşımı meme soğutma boruları monte edilir.



3. PLATİN/RODYUMUN ŞAMOTA GEÇİŞİ VE MİKTARININ TESPİTİ

Pt/Rh ağırlığı 5.5 - 6.5 Kg olan bushinglerden, ortalama 9-10 ay süre ile 1200 °C'de Cam Elyafı üretimi yapılır. Bu süre içerisinde şamotla temas eden yüzeylere; ilk 4 ay içerisinde hızlı, sonrasında azalan bir ivme ile Pt/Rh diffuse olur. Şamot yüzeylerine tutunan Pt/Rh tanelerinin boyutları 75-300 µm arasındadır.

Şamota geçen Platin miktarının tesbitinde en geçerli yöntem, kimyasal analiz yöntemidir. Geliştirilen matematiksel formüller parametrelerin çokluğu ve değişkenliği nedeniyle; analiz sonucuna %95-97 oranında yaklaşmaktadır.

4. MEVCUT GERİ KAZANIM PROSESLERİ

Halen tekel konumunda olan yurtdışındaki firmalarda, iki tip proses uygulanmaktadır.

-Smelting

Platin içeren öğütülmüş şamota Kurşun ve/veya Gümüş ilave edilerek 1300- 1400°C 'de fırında eritilir,oluşan ara alaşım çökerek şamottan ayrıştırılır, sonrasında Platin ve Rodyum kimyasal ve elektro-kimyasal yöntemler ile arındırılır.

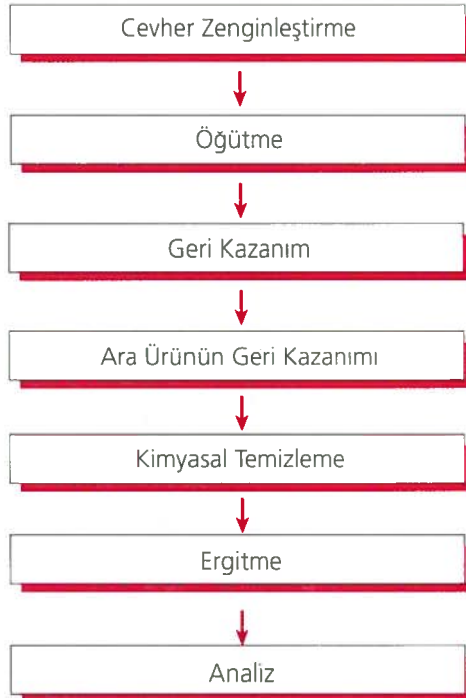
- Flux Melting

Platin içeren öğütülmüş şamota Sodyum Borat, Sodyum Karbonat gibi flux yapıcı malzemeler katılarak ergitilir, şamot flux fazına geçerek Platinden ayrıştırılır, sonrasında Platin ve Rodyum kimyasal yöntemlerle arındırılır.

5. GELİŞTİRİLEN GERİ KAZANIM PROSESİ

Şamot (Alümina) ve Platin arasındaki çok büyük yoğunluk farkı olması nedeniyle Gravimetrik Ayırıştırma temelinde; aşağıda akış şeması gösterilen proses geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır.

Proses Akış Şeması





- Cevher Zenginleştirme

Platinin şamot yüzeyinden 2.5-3.0 mm derinliğe kadar difüze olabildiği Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü'nde yapılan çalışma sonucu tespit edilmiştir.

Genellikle büyük bir kısmı blok halde kovandan kırılarak alınan şamot yüzeyi 5 mm eğelenerek ayrılır. Bu şekilde, %2-2.5 olan platin yüzdesi % 7-8 oranına yükseltilecek sonraki aşamalarda zaman tasarrufu sağlanır.

- Öğütme

Bilyalı değirmende iki aşamada öğütme yapılarak öncelikle platin taneleri şamottan fiziki olarak ayrıştırılır ve şamot tanelerinin 100 mesh elekaltı boyutuna inmesi sağlanır.

- Eleme

Partikül tane boyutlarının eşitliği Gravimetrik Ayrıştırma yöntemin en önemli kuralıdır. Bu nedenle öğütülen şamot 60-80-100 mesh eleklerde elenir.

60 ve 80 mesh mesh elek üstünde %80-90 oranında Platin mevcuttur ve Bate adı verilen özel süzme kabında su ile süzülerek Platinin tamamı alınır.

- Geri Kazanım

100 mesh üstü ve altında kalan Şamotlar ayrı ayrı bunkere doldurulur belirli bir hızda Sallantılı Masaya beslenir. Sistemde sallantı X eksenini , su akışı Y ekseninden masanın üst kenarı boyunca ve şamot besleme Y eksenini üzerinde bir noktadadır. Suyun akışı ile birlikte yoğunluğu düşük şamot partikülleri sürüklenerek masa üzerindeki engelleri aşar ,artık ve ara ürün toplama kaplarına taşınır. Platin ve az miktardaki şamot partikülleri masa sonundaki konsantre toplama kabında toplanır.

- Ara Ürünün Geri Kazanımı

Az miktarda da olsa Platin içeren ara ürün bate adı verilen özel kaplarda su ile süzülerek kalan Platin kazanılır.

Bu aşamada tane boyutu geri alınamayacak kadar düşük olan Platin şamotta kalır. Bu şamotlar biriktirilir.

- Kimyasal Temizleme

Partikül halinde elde edilen Platin/Rodyum önce Hidroklorik Asit ve sonra Nitrik Asitte kaynatılarak yabancı metaller uzaklaştırılır.

- Ergitme

Temizlenmiş olan partikül halindeki Platin İndüksiyon ocağında ergitilerek külçe haline getirilir.

- Analiz

Külçeden numune alınarak analiz yapılır. Eğer analiz sonucunda rodyum miktarı düşük gelirse saf rodyum ilave edilerek tekrar ergitilir.



6. SONUÇLAR VE AMAÇ

Ocak 1998'den itibaren Şamotta Kalan Platininin geri kazanımı küçük partiler halinde Atölyemizde yapılmakta olup, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Maliyet

-İşçilik : Atölyemizin diğer faaliyetlerinde yapmış olduğumuz geliştirme çalışmaları sonucu, eleman takviyesine gerek kalmadan geri kazanım prosesini mevcut işgücü ile karşılamaktayız..

-Malzeme : Maliyetlerimizde en büyük kalem yabancı metalleri uzaklaştırmak için kullandığımız Hidroklorik ve Nitrik Asit sarfiyatı almakla birlikte, özellikle bilyalı değirmende çelik bilya yerine alümina bilya uygulamasına geçerek metalik kirlenmenin önüne geçilerek sarfiyat düşürülmüştür.

Kayıp

Yurtdışındaki geri kazanım prosesleri kral suyunda çözme ve Platin ve Rodyumu ayrı ayrı çökeltmeyi içeren kimyasal yöntemi içermektedir. Bu şekilde Platinde %2 Rodyumda ise %10-15 kayıp olmaktadır. Yöntemimizde elde edilen alaşımdan sadece yabancı metalleri almayı hedeflendiğinden kayıplarımız Binde 2-3 civarındadır.

Zaman

Cevher zenginleştirme çalışmamız nedeniyle şamotun Platin içermeyen %50 oranındaki kısmı prosesin ilk aşamasında uzaklaştırıldığından %25'lik bir zaman tasarrufu sağlamaktadır.

Verim

1988-1997 yılları arasında yurtdışına yaptırmış olduğumuz 1400 Kg şamotta platinin kalan geri kazanım işlerinin ortalama verimi %90.21'dir.

Platin Atölyemizde yapılan 900 kg şamotta kalan platinin geri kazanım işlerinin ortalama verimi %95.5 olarak gerçekleşmiştir.

%5.3'lük olumlu sonucumuz 1300 gram Platin karşılığı 21,000 \$'lık bir tasarrufa tekabül etmektedir. Prosesi oluşturan makina parkı ve 1400 kg şamotun geri kazanımı için harcanan miktar 7000-7500 \$ civarındadır.

Kapasite

Mevcut işgücümüz ile 500 Kg/yıl olan şamot birikimini rahatlıkla işleyebilmekteyiz. Bir eleman takviyesi ile 1.2 ton/yıl'a çıkabilir.

Kar

Atıl duran Platin üretime döndürülmektedir. Ocak 1998- Mayıs 1999 arasında 23.3 kg Platin elde edilerek 380,000 \$'lık bir tasarruf gerçekleştirilmiştir.

Öncelikli amacımız; mütevazı bir bütçe ile oluşturduğumuz prosesi geliştirerek daha yüksek verimlere ulaşmak, sonrasında ise, yurtdışındaki firmalara da hizmet vererek şirketimiz için gelir kaynağı olup olamayacağını araştırmak olacaktır.

POLİETİLEN MALZEMELERİN SHRINK ÖZELLİKLERİ

Adnan Sarı

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Polietilenden (PE) üretilen folyolar ve torbalar pek çok alanda olduğu gibi işletmelerimizde de ambalaj malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu tür malzemelerden en yaygın olan shrinklenebilen filmlerdir. Bu çalışmada polietilen malzeme temel hatları ile tanıtılmakta ve shrink özelliğinin bağlı olduğu etkenler anlatılmaktadır. Bunların yanında, işletmelerimizde kullanılan çeşitli shrink filmlerin shrink özelliklerinin sabit sıcaklık altında zamana bağlı olarak değişimini inceleyen deneysel bir rapor sunulmaktadır.

1. PE MALZEMELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

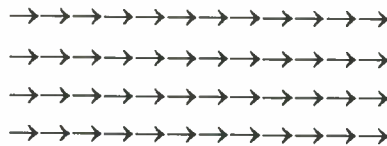
Polietilen, Petrokimya endüstrisinden elde edilen **etilen** gazının, basınç altında ve uygun katalizörler yardımı ile polimerleştirilmesinden elde edilen **plastik** bir malzemedir. Polimerleşme tepkimesi basitçe aşağıdaki şekilde gösterilebilir:



Yukarıdaki formülden de anlaşılacağı gibi, bir reaksiyon ortamında, n sayısına bağlı olarak değişik boylarda polimer zincirleri üretilir. Herhangi bir polimerleşme reaksiyonu sonucunda oluşan zincirlerin polimerleşme değerleri, n sayısı etrafında normal bir dağılım gösterir. Ortalama polimerleşme değeri, n'nin büyüklüğü, yani polietilen moleküllerinin ortalama zincir uzunluğu, bu malzemenin fiziksel ve reolojik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle, uygun ortalama polimerleşme değerleri elde edilebilmesi için reaksiyon koşullarının çok iyi bir şekilde kontrol altında tutulması gerekir.

Yukarıda verilen reaksiyon denklemi, ilk bakışta, böyle bir reaksiyonda, düz zincirler halinde moleküllerin oluştuğu izlenimini vermektedir. Ancak, normal polimerleşme koşullarında bu tür zincirlerin oluşma şansı azdır. Reaksiyon ortamında oluşan yan tepkimeler nedeniyle, oluşan zincirlerde değişik oranlarda dallanmalara raslanır. Ancak çok özel koşullarda düz PE zincirleri üretmek mümkündür.

PE zincirlerinin dallanmış veya düz olmasının malzemenin fiziksel ve reolojik özellikleri üzerinde çok önemli etkileri vardır. Düz zincirler bir halatın içindeki ipler gibi kolayca biraraya gelerek daha yoğun ve mekanik dayanımları yüksek yapılar oluştururlar. Bu tür PE malzemelere Yüksek Yoğunluklu Polietilen, HDPE, denir. Aşağıda böyle bir yapı şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Yüksek Yoğunluklu PE - Düz Zincirler

Buna karşılık dallanmış zincirler düzenli yapı oluşturamazlar. Bu nedenle bu tür zincirlerden oluşmuş malzemelerin yoğunlukları düşük, mekanik dayanımları azdır. Bu tür Polietilen malzemeler

de Alçak Yoğunluklu Polietilen, LDPE, veya kısaca PE olarak adlandırılmaktadır. Alçak Yoğunluklu Polietilen zincirler şematik olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

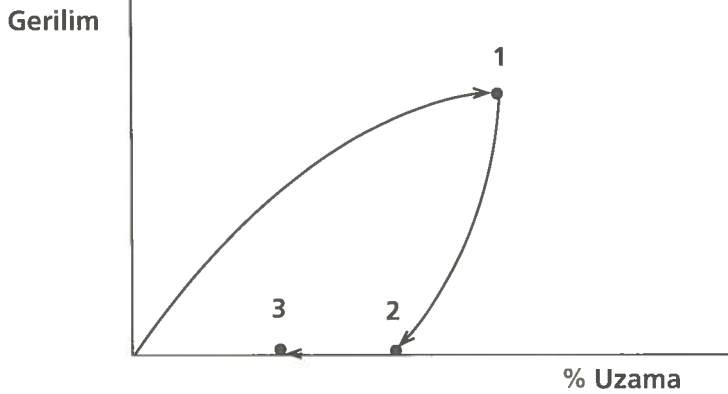


Şekil 2. Alçak Yoğunluklu PE - Dalkanmış Zincirler

Shrinklenebilen filimler için değişik oranlarda HDPE ve LDPE karışımları kullanılabilmeyle birlikte tek başına LDPE kullanılması da çoğu zaman yeterli olmaktadır. İşletmelerimizde kullandığımız PE shrink malzemeler Petkim'in G 03-5 Kodlu, Ergime akış indeksi 0. -0.4 gr/dl ve yoğunluğu 0.919-0.923 gr/cm³ olan Alçak Yoğunluklu Polietilen hammaddesinden üretilmektedir.

2. PLASTİK MALZEMELERİN SHRINKLENEBİLME ÖZELLİĞİ

Plastikler gerilim altında deformasyona uğrarlar. Ancak bu deformasyon hem elastik hem de plastik deformasyonu içerir. Bir başka anlatımla, bir polietilen film parçası uçlarından çekildiğinde uzadığı görülür. Ancak, germe kuvveti ortadan kalktığında, bu uzamanın bir kısmı geri alınır. Ancak film artık eskisinden daha uzundur. İşte, filmdeki geri alınan bu uzamaya elastik deformasyon denir. Geri alınamayan deformasyon ise plastik deformasyondur. Aşağıdaki grafikte plastik bir malzemenin gerilim altındaki toplam deformasyonu 1 noktası ile; gerilim kalktıktan sonra kalan plastik deformasyon ise 2 noktası ile gösterilmiştir.



Şekil 3.

Plastik deformasyon, gerilim altında Polietilen moleküllerinin yeni bir düzenlemeye gitmesinden kaynaklanmakta olup malzemenin yarı-kararlı bir durumudur. Moleküllerin rahatça hareket etmesini sağlayan koşullar oluştuğunda, örneğin sıcaklık yükseldiğinde, malzeme zorunlu değişiklikten kurtulup eski haline dönmek ister. Buna plastik malzemelerin hafızası denilmektedir. Bunu günlük yaşamda, ısıtılan pekçok plastik malzemenin şekillerinin bozulmasında gözlemleyebiliriz. Bunun nedeni de üretim aşamasında bu malzemelerin plastik deformasyona uğramış olmasıdır.

Polietilen film örneğine dönüldüğünde de durum aynıdır. Uçlarından çekilerek deforme edilen film ısıtılırsa boyunun kısalmaya başladığı görülecektir. İşte bu kısalmaya, yani büzölmeye shrinklenme denilmektedir.

Shrinklenme sonrasında bile malzeme, deforme olmamış boyutlarına dönemez. Bu kalıcı deformasyon, yukarıdaki Grafikte, 3 nolu nokta olarak görülmektedir.

Isıtılan bir plastik malzemenin shrinklenme oranı o malzemenin uğradığı plastik deformasyon oranına bağlıdır. Yani, bir malzeme önceden ne kadar çok plastik deformasyona uğratılmışsa, ısıtıldığında büzülme oranı da o kadar çok olmaktadır.

Yukarıda belirtilen olgu, işletmelerimizde kullanılan PE ambalaj malzemelerinin shrink özellikleri açısından da çok önemlidir. Çünkü, aynı hammadde kullanılarak aynı kalınlıklarda ancak değişik ekstruderlerde üretilen iki filmin shrink özellikleri birbirinden çok farklı olabilir. Ekstruder çıkışında kalınlığı fazla, ancak, çekme ile istenen kalınlığa düşürülmüş filimlerde plastik deformasyon fazla olacağından böyle filimlerin shrink oranları da yüksek olacaktır. Buna karşılık, ekstruder çıkışında fazla çekilmemiş, yani az plastik deformasyona uğramış filimlerin shrink oranları ise düşük olacaktır.

Yukarıda verilen bilgilerin ışığında, PE filimlerin shrink özelliklerinin (aynı hammadde kullanıldığı varsayımı ile) doğrudan üretim prosesi ile ilişkili olduğu; farklı firmaların ürettikleri filimlerin, hatta aynı firmanın değişik makinalarda ürettiği filimlerin bile farklı shrink oranlarına sahip olabileceği açıkça görülmektedir. Bu durumda işletmelerde kullanılan PE filimlerin kalitesinden emin olmanın en iyi yolu düzenli shrink testlerinin yapılmasıdır.

3. POLİETİLEN AMBALAJ MALZEMELERİNİN SHRINK TESTLERİ İÇİN UYGUN KOŞULLARIN SAPTANMASI

İşletmelerimizde PE malzemelerin shrink testleri, malzemeler 150°C sabit sıcaklıkta 2 dakika bekletilerek yapılmaktadır. Ancak, işletme koşullarında ambalajların shrinklenmesi daha yüksek sıcaklıklarda ve daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, yapılan testlerin filimlerin gerçek shrink oranlarını ne oranda yansıttığının tesbiti için iki set deney planlanmıştır.

- I. Shrinkleme sıcaklığını 150°C'de sabit tutup, süre değiştirilerek zaman - shrinklenme oranı eğrisinin çıkartılması.
- II. Shrinkleme süresini 2 dakikada sabit tutup, shrinkleme sıcaklığının değiştirilerek sıcaklık-shrinklenme oranı eğrisinin çıkartılması.

Bu amaçla **AC** laboratuvarlarında bulunan bir sabit sıcaklık etüvü, bir kronometre ve aynı anda 40 örneğin asılarak shrink testi yapılabilmesini sağlayan çelik telden bir düzenek kullanıldı. Her nokta için 5 örnek hazırlandı. Bu 5 örnekten elde edilen shrink oranlarının ortalaması o noktanın shrink değeri olarak belirlendi.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞILMASI

Poliyeten filimlerin üretim prosesleri gereği boyuna ve enine shrink oranları farklı olmaktadır. Bu çalışmada filimlerin hem boyuna hem de enine çekme oranları saptanmıştır. Grafiklerden de görüleceği gibi her iki durumda da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Ekte verilen 1 ve 2 nolu grafiklerde, PE malzemelerin 150°C sabit sıcaklıkta değişik shrinklenme sürelerinde elde edilen shrink oranları verilmektedir. Grafikler incelendiğinde:

- 1) Beklendiği gibi ince filimlerin shrinklenme hızının yüksek, kalın filimlerin ise düşük olduğu gözlemlenmektedir.

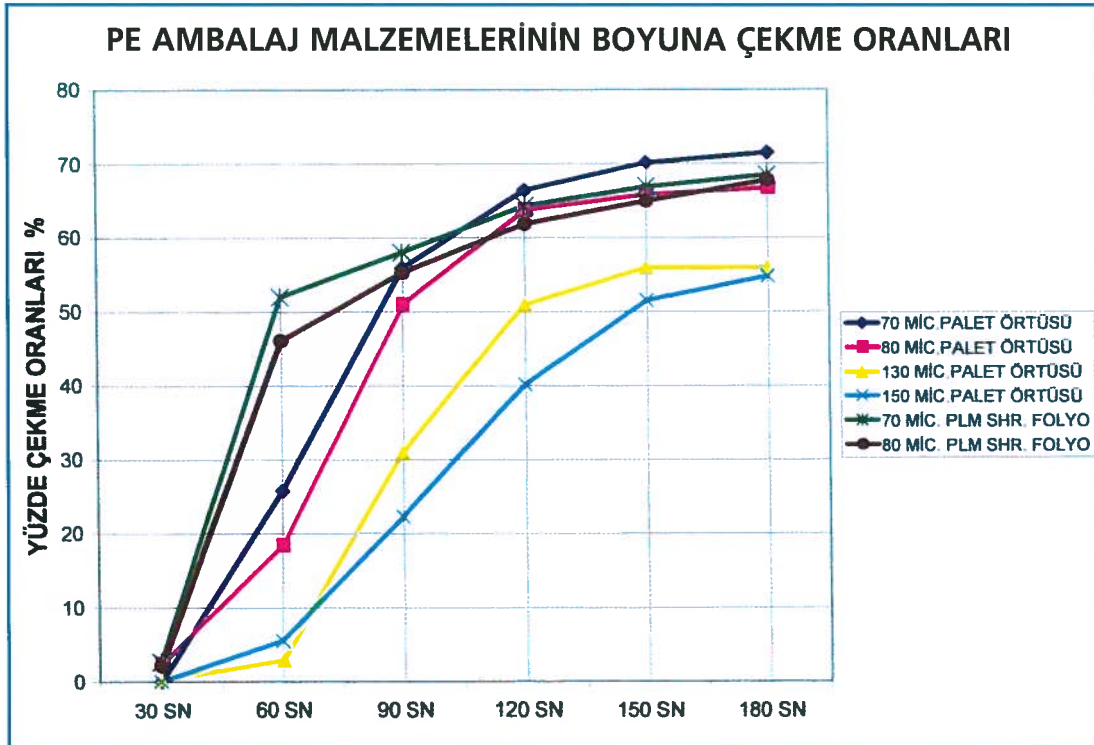
- 2) İnce filimler 120 saniyede maksimum çekme oranlarına çok yaklaşımakta, bunu karşılık, kalıp filimlerde maksimum çekme oranlarına 150.saniyede ulaşılmaktadır. Bu bağlamda şu anda uygulanan test sürelerinin, kalın filimlerin shrink oranlarının saptanmasında yetersiz kaldığı görülmektedir.
- 3) 150. saniye tüm filimlerin shrink oranları maksimum değerlerine ulaşmakta, daha uzun sürelerde de bu oran değişmemektedir.

PE malzemelerin değişik sıcaklıklarda 120 saniye tutulmasıyla elde edilen sıcaklık shrink eğrilerinin verildiği 3 ve 4 nolu grafiklerde ise:

- 1) 150°C'de 2 dakika süre ile bekletilen ince filimlerde shrinklenme büyük ölçüde tamamlanmaktadır. Kalın filimlerde ise nihai çekme oranının ancak % 85'ine ulaşılmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklarda ise yavaş bir artışla nihai shrink oranına ulaşılmaktadır.
- 2) 125°C'nin altındaki sıcaklıklarda kalın filimlerde hemen hiç shrinklenme görülmezken ince filimlerde %60'lara varan shrink oranlarına ulaşıldığı görülmektedir.

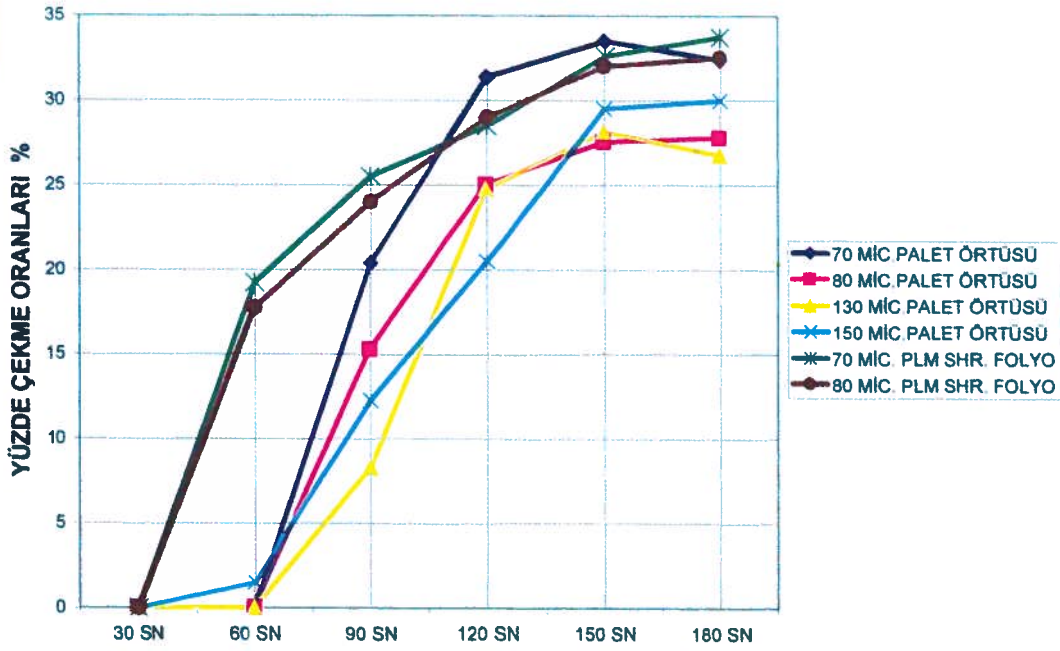
5. SONUÇ

İşletmelerimizde PE filimlerin shrink oranlarının saptanması için uygulanan test koşulları, ince filimler için yeterli olmakla birlikte kalın filimlerde, muhtemelen ısı transfer hızının yeterli olmaması nedeniyle, nihai shrinklenme oranının altında sonuçlar elde edilmesine neden olmaktadır. Deneme sonuçlarından elde edilen verilere göre, test sıcaklığını 150°C'de tutarak, test süresinin 120 saniyeden 150 saniyeye çıkarılması durumunda uygulamadaki hata ortadan kaldırılmış olacaktır.



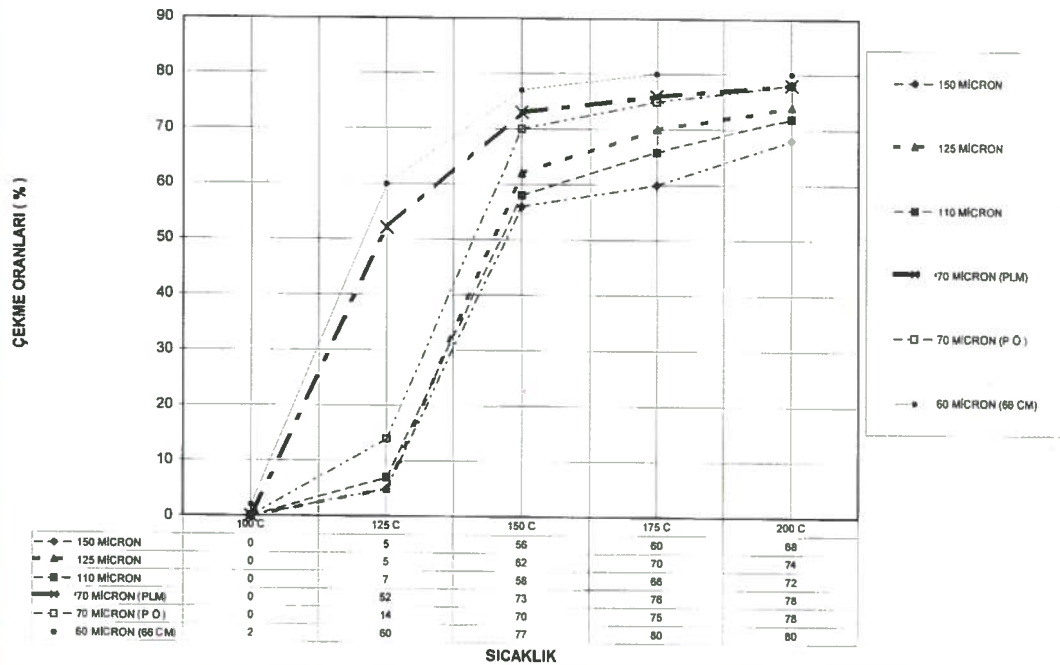
Grafik -1

PE AMBALAJ MALZEMELERİNİN ENİNE ÇEKME ORANLARI



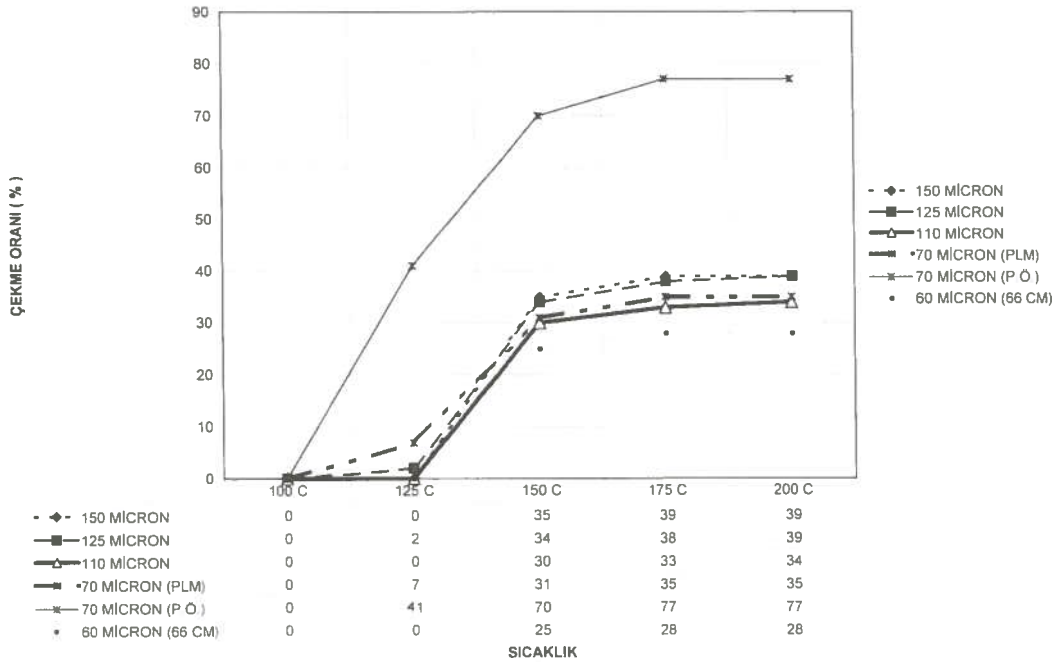
Grafik -2

PE ÇEKME ORANLARI (BOYUNA %)



Grafik -3

PE ÇEKME ORANLARI (ENİNE %)



Grafik -4

YÜKSEK FREKANSLI KURUTMA TEKNOLOJİLERİ ve ELYAF KURUTMA

Ufuk Tan

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

Mikrodalga, makrodalga ve radyo frekansı teknolojileri, son derece hızlı gelişmelerle geleneksel kurutma teknolojilerinin yerini almaktadır. Bu teknikler proste ve üründe birçok olumluluklar sağlamaktadır. Bunlardan başlıcaları; kurutma sürelerinin önemli ölçüde azalması, tüm ürünlerde homojen kurutmanın sağlanması ve ürünlerde nem atma sırasındaki problemleri ortadan kaldırarak fiziksel bozuklukların önlenmesidir.

Dünyada birçok alanda kullanılan bu teknoloji, son yıllarda ülkemizde de özellikle tekstil ve gıda sektörlerinde yoğun biçimde kullanılmaya başlamıştır.

Cam elyafı rakip firmalarından ve dünyada bu tür fırınları yapıp satan firmalardan alınan bilgilere göre, cam elyafı kurutma fırınlarında, özellikle bazı ürünler için kullanımın arttığı ve bu yönde büyük geliştirme çalışmalarının olduğu görülmektedir.

Kurutma uygulamasının bu teknolojiye yapılabilmesi için, ürünün kurumadan önceki ve sonraki fiziksel ve kimyasal bütün özelliklerinin detaylı biçimde ortaya konması gerekmektedir. Bunun nedeni, kurutma fırını tasarlanırken ısı kademelerinin ve gerekiyorsa turbo sistemlerle fırının kombine edilmesinin gerekmesidir. Ayrıca bu konu, ürünlerin fırın içine konması açısından da önemlidir. Çünkü bu teknolojiye kurutulan malzeme dış kısımdan iç kısma doğru değil, iç kısımdan dış kısma doğru kurumaya başlar ve mutlaka ısı kaynağını bire bir görmek durumundadır.

Getirileri göz önüne alındığında, bu teknolojiyi daha yakından tanımak, değişik uygulamaları ile ilgili her türlü gelişmeyi yakından takip etmek son derece önemli olmuştur. Bu amaçla, temel çalışma prensibini vermek, mikrodalga, makrodalga ve radyo frekansı arasındaki farkı bilmek, fırınları genel olarak anlatarak standartlara göre güvenlik sınırlarını açıklayabilmek açısından, böyle bir çalışmanın tüm topluluk ile paylaşılması uygun bulunmuştur.

1. YÜKSEK FREKANSLI ISITMA

Birçok endüstriyel proses ısıtma işlemi içerir. Genel anlamda ısıtma, malzemeye ısı formunda belirli bir enerji miktarının uygulanmasıdır. Isı teknolojileri, enerjinin ısıtma kaynağından malzeme kütlesine nasıl transfer edildiğine göre sınıflandırılırlar :

- Endirekt metotlar
- Direkt metotlar

Endirekt metotta, ısı ürünün dışında üretilir ve ürünün dışsal kısmından içine doğru :

- Kondüksiyon ile (ürün ısı kaynağı ile temasta bırakılır)
- Konveksiyon ile (ürün ısıyı sıcak hava, buhar veya ısıtılan yardımcı diğer sıvılardan alır)
- Radyasyon ile (ürün yüzeyine ısı, infrared ışınlar gibi, uygun frekanslarda elektromanyetik dalgalar şeklinde tatbik edilir.)



Endirekt metotlar ısıyı ürünün yüzeyine uygularlar ve ısıyı merkezine iletmek için ısı iletkenlikten faydalanırlar. Yüzeyden merkeze ısı iletme hızı ürünün ısı iletkenliğine ve yüzey ile merkez arasındaki sıcaklık gradyanına bağlıdır. Eğer ürün zayıf ısı iletkenliğe sahipse, merkeze ısıyı transfer etmek için oldukça yüksek sıcaklık uygulamak gerekmektedir. Bu durum da ürün yüzeyinin aşırı ısınmasına ve ürünün bozulmasına neden olur.

Direkt metotta, ısı ürünün kendi içinde üretilir. Bu tür metotlar mikro ve makrodalga ve radyo frekansı teknikleridir.

Diğer bir deyişle, geleneksel ısıtma problemler çıkarabilir çünkü ısı ürüne dışarıdan uygulanmaktadır ve ürünün merkezine doğru doğru kondüksiyon yolu ile gitmektedir. Elektriksel olarak az iletken maddeler zayıf ısı iletkeni de olduklarından, bu tür maddelerin ısıtma prosesi çok yavaştır. Ürünün merkezi istenilen sıcaklığa erişmeden yüzeyinin kavrulma riski çok fazladır.

Endirekt metotlardan farklı olarak direkt metotlar ısıyı dışarıdan içeriye transfer etmek yerine, onu ürünün içinde üretirler. Yüksek frekanslı elektromanyetik alanlar, malzemelerin içlerine girerek kütlelerince termal enerjiye çevrilirler. Üretilen ısı kullanılan frekansa ve ürünün kimyasal ve fiziksel karakteristiklerine bağlıdır.

Endüstrinin her türlü dalında ısıtma gereksinimi vardır. Gıdadan tekstile, temperlemeden ilaç sanayine, dökümden her türlü kurutma işlemine kadar geniş uygulama alanları mevcuttur.

2. YÜKSEK FREKANSLI ISITMADA NELER OLMAKTADIR?

Elektromanyetik enerjinin termal enerjiye ürünün kütlesince çevrilmesi, dielektrik ve manyetik histerisler, iyonik iletkenlik ve indüklenmiş akımlar ile ilişkilidir. Herhangi bir malzemenin böyle bir ortamda ısıtılma mekanizması, onun doğasına, fiziksel bileşimine, moleküler yapısına ve kullanılan frekansına doğrudan bağlıdır. Elektrik akımını iyi ileten metalleri bir kenara koyarsak, yüksek frekanslı elektromanyetik enerji uygulanan tüm malzemelerde ısı, temel olarak dielektrik histeris ve iyonik iletkenliğin kombinasyonu sonucu oluşan dielektrik kayıplarla ısıtma yöntemiyle elde edilir. Uygun moleküllü bir malzeme alternatif akımlı bir elektromanyetik alanın içine yerleştirilirse, moleküllerin kutuplaşması söz konusu olacaktır. Moleküllerin yönlendirilmesi elektrik alan ve kutup yüklerince yönetilir. Uygulanan elektrik alanın kutupları periyodik olarak ters çevrilirse, dipoller elektrik alanının titreşim frekansına bağlı olarak kendilerini yönlendirmek zorunda kalırlar.

Elektrik alanın yükü yüksek frekans uygulanarak saniyede milyonlarca kez ters yüz edildiğinde, tek tek moleküllerin zıt yönde hızlı yer değiştirmesiyle ısı oluşur. Bu, elektromanyetik alan enerjisinin moleküllerin hızlı mekanik hareketleriyle absorblanıp termal enerjiye çevrildiği şekilde izah edilebilir.

3. YÜKSEK FREKANSLA ISITILABİLECEK MALZEMELER NELERDİR?

Bütün dielektrik malzemelerin elektromanyetik enerjiyi termal enerjiye çevirmede aynı yeteneğe sahip olduklarını söylemek güçtür. Bu, kimyasal ve fiziksel karakteristiklerine, sıcaklığına ve uygulanan elektromanyetik alanın frekansına ve şiddetine bağlıdır. Daha detaylı incelenirse, dielektrik bir malzemenin yüksek frekans altında ısıtılma yeteneği direkt olarak malzemenin "kayıp faktörü" denen bir değerine bağlıdır. Kayıp faktörü ne kadar yüksekse, malzemece absorbe edilen ve ısıya çevrilen elektromanyetik enerji miktarı o kadar daha fazladır.

Malzeme	Kayıp Faktörü (25°C, 1MHz'de)
Karbon Tetraklorid	0.00009
Teflon	0.0004
Polietilen	0.008
PVC (Saf)	0.06
PVC (Plastikleştirilmiş)	0.4
Tahta	0.01-0.08
Kağıt	0.1
Üreik, Fenolik ve Melaminik Reçineler	0.2
Metanol	6.2
Yağlar	24
Su	100

Kurutma uygulamalarında, yüksek kayıp faktörüne sahip suyun, daha düşük kayıp faktörlü bir malzemede özellikle "seçici" olarak ısıtılabilir ve kolaylıkla buharlaşabilir. Su içeren düşük kayıp faktörlü malzeme dielektrik ısıtma prosesinden etkilenmeyecek ve su ondan uzaklaştırıldığında, dielektrik enerji malzeme tarafından absorbe edilmeyecek ve gereksiz aşırı ısınması önlenecektir.

4. ENDÜSTRİYEL YÜKSEK FREKANSLI MAKİNALAR NASILDIR?

Yüksek frekanslı ısıtma fırınlarının şekli ve boyutları üretici firmaca tasarlanır. Genel olarak yüksek frekanslı fırınlar iki kısımdan oluşur :

- Yüksek frekans üreticisi
- Uygulama tüneli (fırın)

Yüksek frekans üreticisi 50 - 60 Hz'lik normal elektrik enerjisini yüksek frekanslı elektrik enerjisine çevirir. Pratikte ve birçok ülkenin kanun ve yönetmelikleri uyarınca izin verilen ve kullanılan frekanslar 13.56 veya 27.12 MHz'dir.

Uygulama fırını elektromanyetik enerjiyi üreticiden alır ve ısıtılacak ürüne uygular. Fırının tasarımı ürünün şekline ve boyutlarına göre değişir. Asıl olan, elektrik alanının yönü ve yönlendirmesi açısından fırınların dikey, yatay ve eğimli olarak üç ana grupta yapılmalarıdır. Bulk ürünler dikey bombardımana, ince veya katmanlı ürünler ise yatay bombardımana tabi tutulmaktadır.

5. YÜKSEK FREKANSLI ISITMA KULLANMANIN AVANTAJLARI NELERDİR?

Geleneksel metotlara göre bu metodun iki avantajı mevcuttur :

- Ekonomik avantajlar
- Tekno - ekonomik avantajlar



Ekonomik Avantajlar

Birçok geleneksel ısıtma prosesinin ısı çevirme ve/veya transfer etme verimi % 10 - 35 arasında iken, bu tür proseste % 60 - 70 civarındadır.

Yüksek frekanslı ısıtma geleneksel ısıtma yöntemlerine göre çok daha fazla verimli ve ekonomik açıdan da son derece uygundur.

Yüksek frekans verimliliğinin nedenleri genel olarak :

- Isıtma prosesi **anlıktır**, anahtar çevrildiğinde ısıtma başlar. Diğer ısıtma proseslerindeki gibi devreye alma problemi ve bu nedenden oluşan kayıplar söz konusu değildir. Ayrıca, fırının içine hiç ürün gelmediğinde ihmal edilir bir enerji tüketmesi, farklı miktarlarda ürün geldiğinde ise **gerilim ayarı** özelliği ile az üründe az, çok üründe çok enerji tüketebilmesi sistemin en büyük avantajıdır. Gerilim ayarı, bu teknolojiye son yıllarda ortaya konan bir gelişmedir. Birkaç yıl öncesine kadar yüksek frekanslı fırınlara giren ürün miktarının belirli toleranslar dahilinde hep aynı miktarda olması gerekmektedir. Aksi takdirde, çok olduğunda nemli kalması, az olduğunda ise ürünü kavurması söz konusu olabiliyordu. Son birkaç yıl içinde geliştirilen gerilim kontrolü tekniğiyle bu fırınlar son derece hassas ve anlık kontrol edilmektedir. Kontrolün özü buharlaşan nem miktarına göre elektromanyetik alan şiddetini ayarlamaktır. Bu sistem aynı zamanda kalitenin de garantisidir. Fırın içindeki ürüne göre elektron bombardımanı yaparak ürünün kavrulmaması veya nemli kalması önlenmiş olur.

Prosesin bir diğer avantajı da kısa süreli uygulamalar için de ekonomik oluşur.

Bu kadar avantaj yanında, sistemin çok fazla duruş - kalkışı elektrot tüplerinin ömrünün kılmasına neden olur. Prosesin sürekli çalışması durumunda tüp ömrü de uzundur.

Diğer taraftan, yüksek frekanslı kurutma fırınlarının ilk yatırım maliyeti geleneksel fırınlara göre daha yüksektir. Örneğin 15 ton/gün elyaf kurutmalı bir fırının yatırım oranı yaklaşık 1/3' tür. Fakat düşük enerji tüketimi, sürekli ve artırılmış ürün kalitesi, düşük ürün ret oranı ve aşağıdaki diğer birçok nedenden ötürü, yüksek frekans gitgide daha fazla tercih edilen proses olmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, böyle bir yatırımın geri ödemesi oldukça kısa sürelerde gerçekleşmektedir.

Tekno-ekonomik Avantajlar

Bu kategorideki avantajları iki ana grupta incelemek gerekir :

- Elektrotermal ısıtma proseslerinin özel avantajları
- Duman, is, toz ve ses gibi tipik yanma proseslerinin kirlenmesi söz konusu değildir.
- Enerji proses için kolayca ve güvenli olarak sağlanır.
- Çevresel ekipmanlara ve çevreye hiçbir ısı kaybı olmaz.
- Uygulanan güç anlık olarak ölçülür ve kapatılıp açılabilir. Bu da proses parametrelerinin kesin ve yakın bir şekilde kontrolünü sağlar.
- Yüksek frekanslı fırınlar kolaylıkla modern üretim hatlarıyla entegre edilebilir ve işçilik maliyetlerini düşürecek şekilde kolaylıkla otomatize edilebilir.
- Çok küçük ve sürekli olmayan bakım gerektirir.



- Yüksek frekanslı fırınların yerleşimi modüler yapıları nedeniyle çok kolaydır. Ürün kapasiteleri göz önüne alındığında geleneksel sistemlere göre fabrika içinde daha az yer kaplarlar.

Hacimsel ısıtma metodunun özel avantajları

- **Yüksek ısıtma hızı**

Organik maddeler ve özellikle doğal maddeler uzun süreli ısıtma işlemlerine karşı son derece duyarlıdır. Gereksiz yüksek sıcaklık ve uzun süreli ısıtmaya maruz kalma, ürünün moleküler seviyesinde geri dönülmez bozulmalara neden olmaktadır. Bu da maddelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinde arzu edilmeyen kalıcı değişiklikleri ortaya çıkarmaktadır.

Düşük termal iletkenliğe sahip kütle yoğun (bulk) ürünlerin ısıtılması için geleneksel metodların kullanılması ve ürünün yüzeyini kavurmadan homojen bir ısıtma elde edilmeye çalışılması oldukça uzun proses süreleri gerektirmektedir.

Diğer taraftan, yüksek frekans ürüne hiçbir zarar vermeden oldukça kısa proses sürelerinde homojen ısıtma imkanı vermektedir. Geleneksel proseslerde saatlerce hatta günlerce ısıya maruz kalan ürünler bu yöntemle birkaç saatte kurutulabilmektedir. Ekonomik avantajlar özellikle yüksek proses hızından kaynaklanmakta, artan verimliliği ve malzemenin radyasyon ve kondüksiyondan dolayı oluşan kayıplardaki düşmeyi ön plana çıkarmaktadır.

- **Isıtma Homojenliği**

Geleneksel metodların tipik özelliği olan düzensiz ısıtma problemi yüksek frekansta yoktur. Yüksek frekans teknolojisi ürünü hacimsel olarak kurutma yeteneğine sahiptir ve malzemenin iletkenliğiyle bağlantılı değildir. Kavrulma olayı geleneksel metotta sık sık olabilir çünkü iletkenliği ne kadar düşükse, ürünün dışı ve içi arasındaki sıcaklık farkı o kadar daha yüksektir. Bu da dış katmanlarda ısı bozulmalara ve son üründe düzensiz kimyasal ve fiziksel özelliklere neden olmaktadır.

6. YÜKSEK FREKANS KURUTMA TEKNOLOJİSİ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Yaş bir ürün yüksek frekans alanına konduğunda, elektromanyetik enerjiyi dielektrik kayıpları nedeniyle absorbe eder ve iç sıcaklığı yükselir. Eğer yeterli miktarda yüksek frekansta tutulursa, su buhara çevrilir, ürünü terkeder ve ürün kurumuş olur. Yüksek frekans alanı sayesinde oluşturulan ısıtma/buharlaştırma prosesinin ana özellikleri şunlardır :

1. İçten dışa büyür.

Bunun anlamı, termal enerjinin üründe, dış bir ısı kaynağında üretilip yüzeyinden içine doğru transfer edilmediği, direkt olarak kütle için, bütün yaş noktalarında aynı anda üretilmektedir.

2. Seçicidir.

Elektromanyetik enerji ürünün kendisi tarafından değil, temel olarak su tarafından absorbe edilir. Isı sadece su olduğunda üretilir.

3. Hassasça kontrol edilebilir.

Elektromanyetik enerji, ürünündeki su içeriğinin oranına göre absorbe edildiğinden, nem miktarını arzu edilen kalıcı değeri altına taşımak yüksek frekans gücünü kontrol ederek mümkündür.



7. YÜKSEK FREKANS JENERATÖRLERİ ve GENEL DONANIMI

Jeneratörler 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75 ve 85 kW gücündedir.

• Triyotların Soğutma Sistemi

Standart su soğutma sisteminde içerde saf su, dışta normal soğutma suyu, bunlara bağlı paslanmazdan ısı değiştiricisi, su sirkülasyon pompası, akış düzenleyici vana ve her birkaç yılda bir değiştirilecek 10 kg'lık iyon değiştirici filtre vardır. Pompa iç saf su sistemini sirküle ederken, dışarıdan, 28°C civarında ısı değiştiriciden geçerek sağlanan dış su ile soğutulur. Bu sistem, triyotların mümkün olan en uzun ömre sahip olabilmesi için düzenlenmiştir ve periyodik bakım gerektirmez.

Ayrıca bazı tür kurutucularda hava soğutmalı sistem de kullanılmaktadır. Bu sistemde yüksek kapasiteli merkezkaç bir fan kullanılmakta, periyodik temizliklerin kolaylıkla yapılabildiği filtre ekipmanları yer almaktadır.

• Yüksek Frekans Güç Ayarı

Yeni nesil makinalarda, uygulama elektrotlarının ara mesafesi sabittir. Bu, jeneratöre yerleştirilmiş değişken bir kapasitörle ürüne verilen gücü kontrol eden yarı otomatik bir aygıtla sağlanır. Bu sistem bir devrimdir. Proses sırasında makinaya devamlı bir kişi bağlayarak ürünün boyutlarına veya nemine göre kontrol ve elektrot ayarı gerekliliğini ortadan kaldırır. Ayrıca, bu sistem ölçülen nem göre güç verme işlemini de düzenlediğinden mükemmel kontrol imkanı tanımaktadır. Böylece suyun olduğu her yerde ürünler homojen kurumaktadırlar.

• Ürün Üzerindeki Güç Yoğunluğu

Isıtma prosesinin oldukça yumuşak ve son ürün kalitesinin de olabildiğince yüksek olması için, ürüne düşük güç yoğunluğu uygulanmalıdır. Elektrotun 1m²'si başına 7kW'lık yoğunluk gelinen en iyi noktalardan birisidir. Teknolojisini yenilememiş makinalarda bu değer 10kW/m² ve hatta üstüdür. Bu bilgiyi test etmenin yolu, makinanın sentetikleri ve narin doğal elyafları sarartmadan veya kavurmadan ısıtıp ısıtamadığıdır.

• Modüler Yapı

Fırınlar modüler yapıdadır. İki veya daha fazla kurutma modülü birlikte ve peşpeşe kullanılabilir. Bu, bazı durumlarda istenen üretkenliğe ulaşmak için gerekebilir. İstenildiği an mevcut modüllere yeni modüller eklenebilir. Bu da yer ve yatırım tasarrufu sağlar. Ayrıca bu modülerlik, kurutucuları düşük güç yoğunluğuyla çalıştırarak kurumuş ürünlerde kalitenin yükselmesini de sağlamaktadır.

8. RADYO FREKANSLI FIRINLARDA DEĞİŞİK TASARIMLAR

• Standart Tasarım

Ürün sadece radyo frekansına tabi tutulur. Kaliteyi artırıcı ve ürünün özelliklerine göre jeneratör sayısı ve gücü belirlenir. Örneğin elyaf kurutmada, genelde üç ardışık jeneratör önerilmektedir. (60 kW, 40 kW, 40 kW)

İlk fırında ürün oldukça sert bir RF alana sokulur. Bu aşamada ürünün neminin % 50'si alınır. Üründeki yüksek nem miktarı ürünü kavrulmaktan korumakta ve iç kısımlardan yüzeye doğru buharlaşma neticesinde nemin çıkması hareketi başlamış bulunmaktadır.



İkinci fırında, RF alanı biraz daha azaltılmıştır. İçten dışa nem çıkma hareketi hızlanarak sürmekte, iç enerji dışarıya doğru hareketi zorlamaktadır. RF alan şiddetindeki zayıflama ürün içinde sıcaklık yükselmesini önlemektedir.

Üçüncü fırında ürün daha yumuşak bir RF alana tabi tutulur. Buradaki amaç, kalan nemi (üründeki ilk nemin % 20 - 30'u) atıp amaçlanan nem miktarının altına düşürmektir. Üründeki artık nem miktarı kuvvetli RF tüketimine izin vermeyeceğinden, ürün içinde yüksek sıcaklık söz konusu olmayacaktır.

• RFA Tasarımı

Bu tasarımın standart şekilden farkı, geleneksel ısıtma tekniğini de kullanmasıdır. Uygulamada, ikinci fırında sıcak hava üretilip sirküle edilmektedir. Bu sistemin kurumuş ürünün kalitesini daha fazla artırdığı ve kurutma maliyetlerini % 5 - 10 daha düşürdüğü gözlenmiştir.

• LTRF, TCRF, RFA/S ve RF/T Tasarımları

Bu fırınların hepsi özellikle tekstil için yapılmışlardır. Bazı ürünlerin 60 - 70°C'yi geçmeyen koşullarda kurutulması gerekmektedir. Aynı şekilde, gıdada da rekabetçi ortam, yeni kurutma / ısıtma yöntemlerinin gelişerek firmaların birbirine lezzet, gevreklik ve diğer özelliklerinde farklar üretmesine neden olmuştur. Bu nedenle, RF alanının gerek tek başına, gerek geleneksel ısıtma yöntemiyle değişik uygulanması bu farklı fırınların yapılmasına neden olmuştur.

9. CAM ELYAF ÜRÜNLERİ İLE RF DENEMELERİ

Direkt sarma fitilleri 4s ve 4s50' kurutulmuştur. Sonuçta kurumuşlar ama deforme olmuşlardır. Genel yaklaşım, örgüsü sıkı fitillerin 8s kuruması gerektiği, gevşeklerin ise 3s kurumasının yeterli olduğudur.

Elyaf demetleri 3s30', 2s ve 50' kurutulmuştur. Sonuçta demetler kuru ve iyi şekilde kalmıştır. Sadece 50' kuruyana kuvvetli RF alanı tatbik edildiğinden iki adedi deforme olmuştur.

Fitil bobinleri 30', 45' ve 1s kurutulmuştur. Fitiller istenilen nem değerinin altında kalmış ve fiziken de bozulmamıştır.

10. RF ÇALIŞMA ALANININ SAĞLIK ve EMNİYET KOŞULLARI

RF Makinalarında, eğer yüksek enerji miktarları yayarlarsa makina etrafındaki çalışanlar için sağlık, radyo yayın ve iletişim sistemleriyle de frekans kirliliği problemi söz konusu olabilir.

Dünyada 1945 yılından beri endüstride radyo frekansı kullanılmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerin kanun ve yönetmelikleri bu konuda çok katıdır. Hemen hemen her birkaç yılda bir şartlar daha da ağırlaştırılmakta, ölçümler daha katı şartlarda yenilenmektedir.

RF ile çalışan makineler için ISO / CEI-IEC / EN uyarınca :

Elektrik alan (E) 60V/m 'den az, manyetik alan (H) 0.17A/m 'den az olmalıdır. Bu değerler 1 saat çalışan makinada 10 dakikalık bölümündeki ortalama değerlerdir. Makinanın herhangi bir çalışma anındaki değerleri ise, elektrik alan için 200V/m 'den az ve manyetik alan için de 0.50A/m'den az olmalıdır.



Genelde Türkiye de dahil olmak üzere gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkeler bu tür makina alırken bu konulara dikkat etmemektedirler. RF makina alırken mutlaka manyetik ve elektrik alan değerlerinin garanti edildiği sertifikanın da alınması gereklidir. Yukarıda beyan edilen değerlerin çok daha altında çalışma koşulları için, kurutma tünelinin (fırının) giriş ve çıkışında yaklaşık 1m'lik Faraday kafesi türünden elektrik ve manyetik alan şiddetlerinin dışarıya sızmasını önleyen absorblayıcı kısımların olması tercih edilmelidir. Bu her ne kadar makinanın maliyetini artıran bir unsur olsa da, son derece önemlidir.

11. SONUÇ

- RF teknolojisi yatırımının geri ödeme süresi kısadır.
- Proses süresi kısadır.
- Sürekli ve homojen kalite sağlar.
- Proses firesi yok denecek kadar azdır.
- Gürültü, kir, is, pas, duman v.b. oluşmaz.
- Enerji kaybı olmaz.
- Satın alırken güç yoğunluğuna, elektrik ve manyetik alan sızmasına karşı giriş ve çıkışta ölü bölgeye dikkat edilmelidir.

SAYISAL ORTAMDA CAM AMBALAJ ÜRETİMİ PRESS-BLOW İŞLEMİ

Kayhan Yiğitler

Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.

ÖZET

Bas-üfle (press-blow) yöntemiyle cam ambalaj üretim işleminin cam basma (press) adımının sayısal benzetimini yapan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Problemin çözümünde Sonlu Hacimler Yöntemi (Finite Volume Method) kullanılmıştır. Programın geliştirme aşamasında test çözümleriyle karşılaştırma yapılarak doğruluğu saptanmıştır. Basma benzetim programının, daha önce geliştirilen üfleme benzetim programı ile bütünlük kullanım çalışmaları sürmektedir.

1. GİRİŞ

Cam ambalaj kullanımını yaygınlaştırmak için; hammadde, enerji ve taşıma giderlerini düşürmek gerekir. Ambalajda yapılan hafifletme ile bu giderler belirgin oranda düşürülebilir. Hafifletme ancak mekanik dayanımın artırılması ile mümkündür. Mekanik dayanım optimizasyonu, yük altındaki gerilim hesabına dayandırılır. Cam dağılımı, yük altındaki ambalajın gerilim alanını yani mekanik dayanımı doğrudan etkiler. Dağılımın doğru tahmin edilmesi optimizasyonu, bir başka deyişle hafifletmeyi kolaylaştırır. Dağılımın doğruya yakın kestirilmesi şekillendirme işleminin ayrıntılı incelenmesini gerektirir.

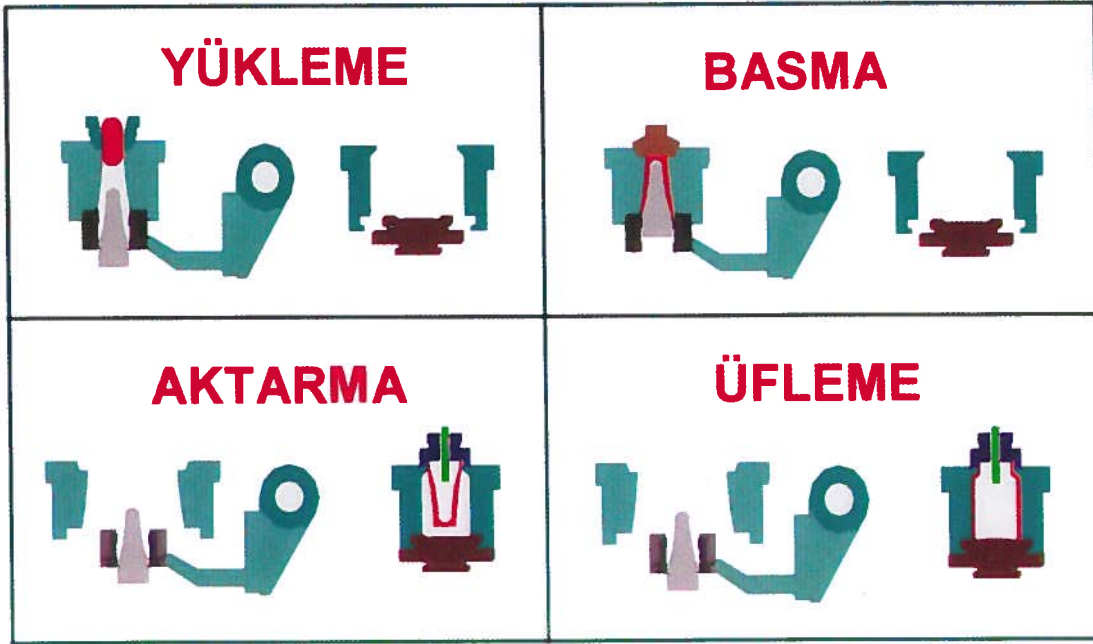
Şekillendirme işlemi sırasındaki sıcaklık, korozyon ve basınç koşulları camın kalıp içindeki akışını ölçmeyi zorlaştırır, bu durum şekillendirmede kontrolün zorlaşmasına yol açar. Sayısal modelleme yoluyla şekillendirme işlemi ayrıntılı olarak incelenebilir.

Böylece değişik parametrelerin, ürünün son şekli ve kalitesi üzerindeki etkisi belirlenebilir. Bu yöntem deneme üretimine göre daha kısa zaman alır ve maliyeti daha düşüktür. Bu nedenle sayısal modelleme yöntemi diğer tasarım yöntemlerinin yerini almaya başlamıştır.

ŞİŞECAM Cam Ambalaj ve Metal Grubunda cam ambalajın üretim işlemlerinin sayısal modelleme çalışmaları sürdürülmektedir [1-2]. Bu yazıda yuvarlak ürünlerde basma-üfleme işleminin, sonlu hacimler yöntemi kullanılarak yapılan sayısal modelleme çalışmalarındaki gelişmelere ilişkin bilgi verilecektir.

2. BAS-ÜFLE(PRESS-BLOW) İŞLEMİ

Cam ambalaj üretimi iki ayrı kalıp kullanılarak yapılır. Bunlardan biri hazırlayıcı(ebişör) kalıp diğeri ise son şekil(finişör) kalıbıdır. Bir basma-üfleme(press-blow) işlemi şu aşamalardan oluşur : Yüksek sıcaklıktaki cam kütlesi(damla) ön kalıba(ebişör) konur, tampon ebişörü kapatır, mastör yukarı çıkarak damlayı ön şekline(parison) basar, ebişör kalıbı açılır, parison dikey ekseninde 180 lik bir döndürmeyle finişöre alınır, finişör kapanır, aktarma sırasında kalıba temas etmeyen yüzeyler yeniden ısınır(reheat), parison bir süre kendi ağırlığı ile sarkar, içeriden basınçlı hava ve/veya dışarıdan vakum uygulaması ile parison son şekline(ürün) şişirilir, ürün kalıp ile temasta tutularak soğutulur, finişör açılır, ürün kalıp dışına alınır. Basma-üfleme işlemi şekil-1'de şema olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Üfleme-Basma İşlemi

3. PROBLEM TANIMI

IS makinasında şekillendirme sırasındaki cam, sıkıştırılmaz genel Newton akışkanı olarak kabul edilebilir. Camın viskozitesi sıcaklığın bir fonksiyonudur. Hareketli koordinat sisteminde akışkan ve ısı akışını yöneten denklem sistemi aşağıdaki gibidir:

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \quad (1)$$

$$\rho \frac{d\mathbf{u}}{dt} = \nabla \sigma + \rho \mathbf{b} \quad (2)$$

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} = \nabla \cdot \mathbf{q} \quad (3)$$

Denklemlerdeki \mathbf{u} hız vektörünü, σ gerilim tansörünü, ρ yoğunluğu, \mathbf{b} gövde kuvvetlerini, T sıcaklığı, c_p sabit basınçta özgül ısı kapasitesini, \mathbf{q} ısı akısını göstermektedir.

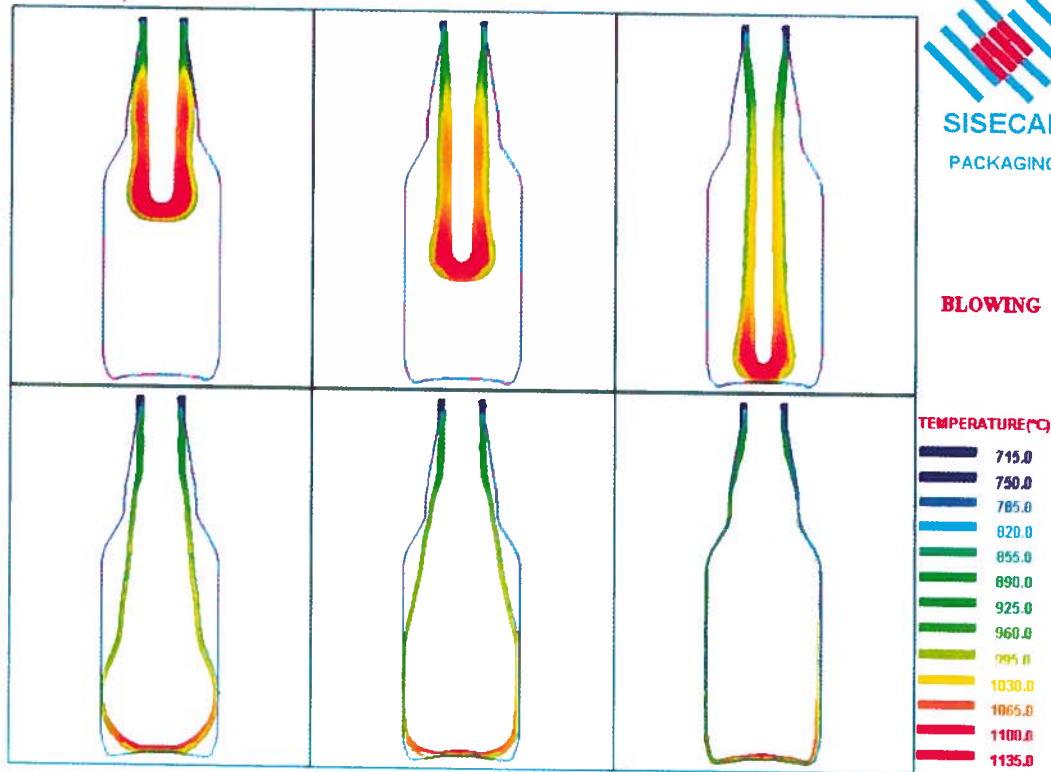
4. ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Yuvarlak ürünlerin ısı transferi ve akış alanları aksel simetriye sahip kabul edilerek problem iki boyutta çözülür. Diferansiyel denklemlerin çözümü için [3] nolu referansta tanımlanan sonlu hacimler yöntemi kullanılmıştır. Camın fiziksel özellikleri sıcaklığın bir fonksiyonudur, sıcaklık dağılımı da geometriye ve ısı sınır koşullarına bağlıdır. Bu nedenle ısı ve mekanik problemin ardışık çözülmesi gerekmiştir. Zamana bağlı ısı-mekanik problemin ardışık çözümünde Lagrange koordinat güncelleme algoritması kullanılmıştır[4]. Kullanılan çözüm yöntemi ve sınır koşulları [1-2] nolu referanslarda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

5. ÇÖZÜMLER

Geniş ağızlı yuvarlak ürünler için model sonuçlarıyla üretim değerlerinin karşılaştırılması çalışmalarıyla, geliştirilen programın doğruluğu sağlanmıştır[5]. Daha sonraki aşamada ise program hafifletme çalışmalarında kullanılmış ve programın tasarım sürecini kısalttığı gözlenmiştir. Programın deneme üretimlerinde kullanımı sürdürülerek sonuçlarının tekrar edilebilirliği incelenmektedir.

Aynı model programı klasik basma-üfleme işleminden daha yeni bir teknoloji olan dar-boyun-basma-üfleme(narrow-neck-press-blow) işleminin de modellenmesi için geliştirilmiştir. Bir şişenin dar-boyun-basma-üfleme(narrow-neck-press-blow) işlemiyle üretiminin sayısal modeline ait ağırlıklı sarkma ve üfleme aşamalarının çözüm geometrileri şekil 2'de gösterilmektedir.



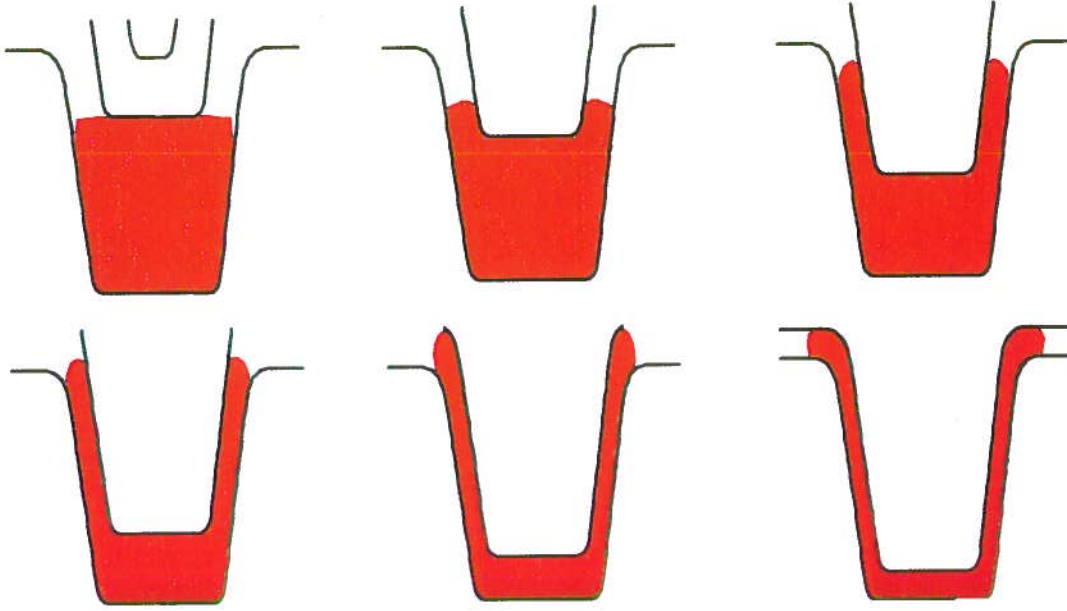
Şekil 2. Camın üfleme sırasındaki davranışı

Mastör ile cam arasındaki ısı transferinin daha ayrıntılı incelenmesi amacıyla basma sırasında cam akışının da modellenmesine başlanmıştır. Şekil 3'de geniş ağızlı yuvarlak bir ürünün eşitsiz basma hareketi görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Eksenel simetriye sahip(yuvarlak) bir cam ambalajın basma-üfleme işlemiyle üretiminin sonlu hacimler yöntemiyle sayısal model programı geliştirilmiştir. Geliştirilen program deneme üretimlerinde tasarım ve üretime yardımcı araç olarak kullanılmaktadır. Model programının yeni modüller eklenme ve yeni işlemlere uygulama yönündeki geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

PRESLEMEDE CAM HAREKETİ



Şekil 3. Presleme sırasındaki cam hareketi.

7. KAYNAKLAR

- [1] YİĞİTLER, K., "Numerical Simulation of Blowing of Axisymmetric Wide-Mouth Glass Containers", Proceedings of Colloquium on Modelling of Glass Forming Processes(EUROMECH 388), Pres. Univ. Valenciennes, Valenciennes, 1998.
- [2] YİĞİTLER, K., "A Finite Volume Model for the Hollow Glass Forming Processes", Moving Boundaries V, WIT Press, Southhampton, 1999.
- [3] PRAKASH, C., PATANKAR, S.V., "A Control Volume-Based Finite-Element Method for Solving the Navier-Stokes Equations Using Equal-Order Velocity-Pressure Interpolation", Numerical Heat Transfer, 8, p. 259-280, 1985.
- [4] ZIENKIEWICZ, O.C., "Flow Formulation for Numerical Solution of Forming Processes", Numerical Analysis of Forming Processes, John Wiley, New York, 1984.
- [5] YİĞİTLER, K., "Cam Ambalaj Üfleme İşleminin Sayısal Modellemesi", ŞİŞECAM 14. Cam Problemleri Sempozyumu, İstanbul, 1998.

ÜRETİM MAKİNALARINDA PROSES KONTROL ÇALIŞMALARI

Baha Taşköy - Selçuk Özer

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

Toplam kalite anlayışı ile bilincine vardığımız, prosesi kontrol altında tutarak kaliteyi yükseltirken maliyeti düşürme çalışmaları, içinde bulunduğumuz kriz ortamında daha da önem kazanmıştır. Proses kontrolü ile hatanın oluşmadan önlenmesi, iskartaları minimum seviyeye düşürüp maliyeti azaltmakta ve prosesin kararlı durumu ile ürün kalitesini yükseltmektedir. Sonuçta düşen maliyet, artan kalite ile rekabet gücümüz artmaktadır.

Fabrikamız üretim makinalarında 1998 yılında başlanılan proses kontrol uygulamaları ile ürün kalitesinin periyodik proses takibi ile korunması, gereksiz yerlere müdahale edilmesinin önlenmesi, değişkenlik gösteren kısımların öncelikli olarak tesbiti ve çalışmanın kolaylaştırılıp basitleştirilmesi amaçlanmıştır. Bunlara ek olarak makina arızalarının önlenmesi, ürünlerdeki hataların en kısa zamanda düzeltilmesi, arıza duruşlarından veya bayram duruşlarından sonra makineyi devreye alırken unutulmuş nokta olmaması bakımından faydalar sağlanmıştır.

Bu bildiri de fabrikamızda yapılan proses kontrol çalışmalarından örnekler verilecek ve elde edilen kazançlar açıklanacaktır.

1. GİRİŞ

1998 yılına kadar Paşabahçe fabrikamızın üretim makinalarının yanında yarım saatlik periyodlar ile yalnızca damla ağırlığı kontrolü ve henüz soğutmaya girmemiş tansiyonlu mamullerin sıcak kontrolü yapıp, hatalar kontrol kartlarına işleniliyordu. Buna ilave olarak üretim değer kartlarında imalat değişimlerinde doldurulan birçok bilgi bulunmaktaydı.

Mart 1998'de IGC den alınan eğitimi takiben prosesin birçok noktasına ölçme elemanları yerleştirildi ve yeni oluşturulan proses kontrol kartlarına datalar periyodik olarak işlenmeye başlandı. Zaman içinde doldurulan proses kontrol kartlarında fabrikamızın şartlarına göre birçok değişiklik yapıldı. Ayrıca proses kontrol kartlarından çıkarılan bazı sonuçlara göre yeni proses geliştirme ekip çalışmalarına başlanılarak enerji tasarrufu, kalitenin artırılması ve değişkenlik gösteren noktaların kaldırılması için önemli adımlar atıldı.

2. PROSES KONTROL

Üretimin önemli noktalarından periyodik olarak toplanılan verilerin kaydedilmesi ve değerlendirilmesidir.

3. PROSES KONTROLÜN AMAÇLARI

- Makina arızası ve mamul hatalarını önlemek.
- Mamul hatası çıktığında en kısa zamanda tedbirin alınmasına yardımcı olmak ve nerede, hangi işlemin yapılacağına kolay karar vermek.
- Tüm elemanların çalışma yönteminin homojenleşmesi, kayıt alınan noktalarda değişiklik yapılması gerekse bile bunun sebebi ile birlikte yazılı olarak kayıtlara geçmesini sağlamak.
- Üretim sırasında parametrelerin değişmesinin görünür hale gelmesi.

- Üretimi etkileyen birçok değerın ölçülebilmesi, en iyi set değerinin kayda alınarak ve bir sonraki çalışmada bunlardan faydalanılarak daha kısa sürede ayarların sonuçlandırılması, değerlerin standartlaştırılması.
- Ürün kalitesinin korunması üretimin başından sonuna kadar kontrol altında tutulması.

4. PROSES KONTROLÜN AŞAMALARI

4.1. Rakamsallaştırma:

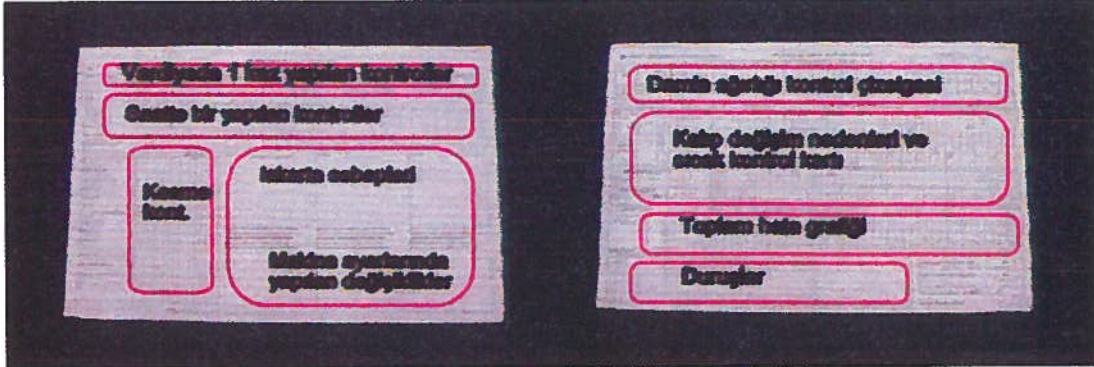
Proses kontrol yapılan değerlerin ölçülebilir hale getirilmesi ilk adımdır. Manometreler, mekanik skalalar, debimetreler, amperetreler, termo eleman ve fiber optikler, elektronik dijital göstergeler yardımı ile H28 makinalarında 62 noktada, Pres makinalarında 59 noktada rakamsallaştırılmış bilgiler periyodik olarak toplanmaya başlandı Pres Üfleme makinalarında 24, Pres makinalarında 27 noktada ise rakamsallaştırılmamış gözle kontrol uygulanmaktadır.

4.2. Ölçme:

Elemanlarımıza verilen eğitimden sonra değerlerin doğru okunması ve donanımın kullanılması sağlandı.

4.3. Kaydetme:

A3 ebadında yeni hazırlanan kontrol formları ile vardiyada bir kez veya saatte bir kez, alınan kayıtların, damla ağırlığı değişiminin, sıcak kontrol ve kalıp değişim nedenlerinin, iskarta sebeplerinin, makinede yapılan ayar değişikliklerinin, toplam hata yüzdesinin yazılı olarak kayıt altına alınması sağlandı.



Fotograf No 1 : Kullanılan Proses Kontrol Formunun görüntüsü

4.4. Kalibrasyon:

Ölçü aletleri belirlenen periyodlara göre kalibre edilerek veya sıfırlanılarak toplanan değerlerin güvenilirliği sağlandı.

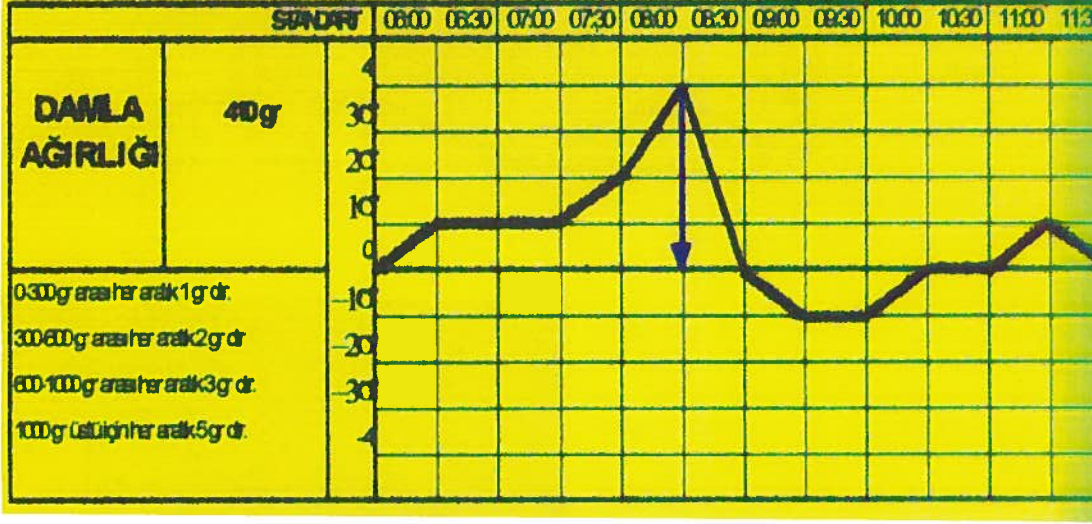
5. YAPILAN PROSES KONTROL ÇALIŞMALARINDAN ÖRNEKLER

5.1. Damla Ağırlığı

Dijital terazi ile ölçülen damla ağırlıkları önceleri grafik şeklinde dolduruluyordu. İlk aylarda aldığımız kayıtları bütün olarak değerlendirerek damla ağırlığı değişimlerinin standart sapmalarını hesapladık. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

60 - 300 gr arası için	: 1 gr
300 - 600 gr arası için	: 2 gr
600 - 1000 gr arası için	: 3 gr
1000 gr üstü için	: 5 gr

Bu standart sapma değerleri damla ağırlığının değişimini gösteren grafiklere ± 3 sigma olarak işlendi ve istatistiksel proses kontrol çalışmalarına temel oluşturması sağlandı. Makinistin damla ağırlığına müdahale ettiği durumlar aşağıdaki şekildeki gibi ok işareti ile gösterilmeye başlanmış ve bu şekilde aşırı oynama gösteren ve çok sık müdahale gerektiren hatlar daha kolay belirlenmiştir.



Şekil 1: Damla ağırlığı değişim kontrol çizelgesi örneği

5.2. Kalıp Değişim Nedenleri

Kalıp değişim nedenlerinin (Ömür, çizgi, yara, çatlak, yağ lekesi, dalga vb.) makinist tarafından yazılı olarak belirtilmesi sağlanılarak daha detaylı bir inceleme ve değerlendirme yapılması sağlanılmış, çok sık karşılaşılan hatalar için düzeltici faaliyetlerin başlatılmasına bilgi bankası oluşturulmuştur.

H28 sabit üfleme imalatlarında kalıp numarası ve Pres imalatlarında müldefon numarası izlemeye alınarak sürekli problem çıkaran kalıplar daha sıkı takibe alınmış ve kalıp kontrolden geçirilip tamire gönderilmiş veya hurdaya ayrılmıştır.

Kalıp değişim sayıları vardiya ustabaşları tarafından kendilerine verilen grafiğe (kontrol çizelgesine) işlenmekte olup, bu grafikte standart sapmalar ve alt üst kontrol limitleri önceki yılın değerlerine göre hesaplanmış durumdadır. Bu grafiklere kontrol çizelgelerinin 8 temel testi uygulanmakta olup herhangi bir sapma durumunda kapsamlı araştırmalara girilmektedir.

5.3. Toplam hata yüzdesi

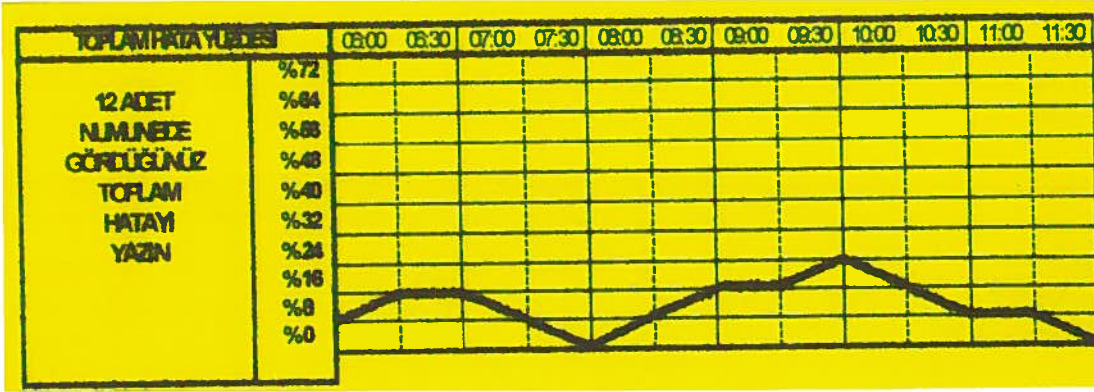
Her yarım saatte bir makinist tarafından sıcak uçta yapılan numune kontrolünde görülen toplam hata yüzdesi grafiğine işlenerek, imalatın genel seyri için düzelme veya kötüye gidiş de elemanımızın durumu görüp makinaya daha kontrollü müdahalesi sağlanmaktadır. Başka bir ifade ile bu grafik makiniste nereye kadar kendi müdahale edeceği, ne zaman amirine haber vereceğini belirlemektedir.

5.4. Kesme Kontrolleri

Kesme makinasının her kolundan vardiyada 2 kez alınan numune ile boy uzun - kısa, kordon kalın, ağız içe kıvrık, düğme büyük gibi hatalar tesbit edildiğinde karta işlenmektedir.

5.5. Duruşlar

Duruşların daha çok kaynağı üzerinde durulmuş, bir daha tekrar etmemesi için çalışanların fikirlerini yazılı olarak belirtmesi sağlanmıştır.



Şekil 2: Toplam hata yüzdesi grafiği örneği

5.6. F/H Sıcaklıkları

Çalışma havuzu, forehearth zonları ve spout sıcaklığı gibi değerler makinistler tarafından vardiyada bir kez bilgisayardan bakılarak forma kaydedilmektedir. Üçlü termoelemanın orta noktası için her makineye gösterge bağlantısı yapılmış olup, ani damla ağırlığı değişiminin sıcaklıklara bağlı olup olmadığı konusunda makiniste bilgilendirme ve karşılaştırma imkanı sağlanmıştır.



Fotoğraf No 2 : Makinist tarafından F/H sıcaklıklarının kayda alınması

5.7. Spout Basıncı

Vardiyada bir kez olmak üzere kayda alınmıştır. Basıncıta değişim olduğunda sebebi incelenilip düzeltilmektedir.

5.8. Tüp ve Karıştırıcıların Dönmesi

Karıştırıcılar ve tüpler çok çeşitli sebeplerden dolayı durabilmektedir, saate bir kere çalıştığı kontrolü makinist tarafından yapılarak forma işlenmektedir. Herhangi bir sebepten dönme durursa makinist amirine haber vererek problemin çözülmesini sağlamaktadır.

5.9. Tüp Yüksekliği

Tüp yüksekliği için dijital gösterge yaptırılmış olup makinistin F / H platformuna çıkmadan tüp yüksekliğini görmesi sağlanmıştır. Özellikle duruşlardan sonra veya gramaj oynamalarından sonra tüp çok aşağı veya yukarı alındığında ortaya çıkan fıska problemleri elimine edilmiştir.

5.10. Makas Spreyi Miktarı

Makas spreynin miktarı saatte bir kez kontrol edilerek , özellikle tıkanıklara karşı takibe alınmıştır.

5.11. Damlanın Kepçeye Düşüşü

Saatte bir kere damlanın kepçeye göre , sağa-sola ve öne-arkaya kayıp kaymadığı kontrol edilerek , hata varsa "x" işareti ile kaydedilir. Damla tamponu veya makas kollarından ayar yapılarak zamanında müdahale sağlanılır.

5.12. Kepçe - Oluk - Saptırıcı Sprey Miktarı

Devrelerde tıkanıklık veya basınçların değişmesi nedeni ile spreylere meydana gelebilecek dalgalanmalar saatte bir kez yapılan kontroller ile takibe alınmıştır.

5.13. Karbonlayıcı (Kalıp yağlayıcı) Merkeze Vurması

Saatte bir kere kontrolü yapılmaktadır.

5.14. Karbonlayıcı ile İlgili Basınçlar

Karbonlayıcılar ve oksijen basınçları vardiyada bir kez ölçülüp kayda alınarak ana devre basıncının düşmesi ,değişkenlik,tıkanıklık veya devre kaçağı gibi imalatı etkileyen dalgalanmalar oluştuğunda bir önceki değer ile karşılaştırılarak yorum ve değerlendirme yapılabilmesi sağlanmıştır.

5.15. Damlanın Ebüşöre Düşüşü: (H28)

Saatte bir kere damlanın ebüşöre düşüşü kontrol edilerek , damlanın üst ucunun pozisyonu forma işaretlenilir. Hata varsa saptırıcı ayarlarından veya senkronizasyon değerinden kontrol yapılır.

5.16. Senkronizasyon Değeri

Feeder ile makina arasındaki senkronizasyon değeri metale duyarlı iki sensör yardımı karşılaştırılarak milisaniye biriminde dijital olarak gösterilmektedir. Bu değer takibe alınmış olup , damla düşüş değerinin değişmesi durumunda , sebebi için yorum yapılmasına imkan vermiştir. Feeder kayışının bozulması, mekanizmalarda sıkışmalardan dolayı gecikme olması gibi arızalar daha kolay tesbit edilebilmektedir.

5.17. Elektrik Motor Akımları

Feeder, makina, kesme veya yakma makinasının amper değerleri vardiyada bir kez izlemeye alınmış olup, önceki vardiya değerlerine göre artış olduğunda bakımcı veya elektrikçi uyarılarak problem büyümeden araştırma yapılması sağlanmıştır. (Yağ kaçağı, rulmanlardan kaynaklanan sıkışmalar gibi.)

5.18. Ebüşör sıcaklığı (H28)

Ebüşöre üstten vuran alev sayısı, yandan verilen soğutma suyunun sayısı ve ebüşör soğutma havasının miktarı izlenmekte olup, özellikle duruşlardan sonra bunlardan birinin açılmasının unutulması gibi hadiseler ortadan kalkmıştır.

5.19. Kalıp Sıcaklıkları (Pres)

Kalıp sıcaklıkları kalıp sıcaklık ölçme aleti tarafından sürekli olarak ölçülmekte, saatte bir kez kayıtlanmaktadır. Sıcaklığı farklı olan kalıplar tespit edilerek gereken tedbirler alınmaktadır.



Fotoğraf No 3 : Pres makinalarında kalıp sıcaklık ölçümü ve göstergesi

5.20. Presleme ve Ana hava basıncı

Bu basınçlar vardiyada bir kez kontrol edilip , forma işlenmekte olup değişkenlik olduğu durumlarda regülatörün değiştirilmesi veya önemli hava kaçaklarının giderilmesi ile problem çözülmektedir.

5.21. Mastör Soğutma Hava Basıncı (H28)

Her kola mastör soğutma hava manometresi konulmuş olup, kolların aynı değere ayarlanması sağlanmıştır.

5.22. Presleme İniş Kalkış Zamanları (Pres)

Vardiyada bir kez kontrol edilip forma işlenmekte olup, düzeltici faaliyetler kapsamındaki ayarlar geçmişe dönük olarak takip edilebilmektedir.

5.23. Tabla Yaylanma Miktarı (Pres)

Vardiyada bir kez yaylanma miktarı ölçülerek hata durumunda gerekli düzeltmeler yapılmaktadır.

5.24. Egzoz Miktarı (Pres)

Mastör silindirin egzoz miktarı skaladan kontrol edilerek kayıt edilmekte, silindir hareketlerindeki değişiklikler tesbit edilmektedir.

5.25. Presleme Yay Sıkışma ve Yaylanma Miktarı (H28)

Aşırı sıkıştırılmış yay , yeterince yaylanamayacağı için cam kırığı hatasına yol açmaya müsaittir. Presleme yaylarının üst kısmından ölçülen sıkışma miktarı her imalata göre standart hale getirilip vardiyada bir kere forma kaydedilmektedir. Presleme yayının alt kısmından ölçülen yaylanma miktarı için ideal değer 8 mm'dir. Daha yüksek değer kullanıldığında aşırı presleme sonucu cam kırığı hatası çıkabilir, daha az kullanıldığında ise herhangi bir sebepten dolayı gramaj düştüğünde parizonlar presleme sonunda dolduramaz ve duruşa neden olur. Makinistlerimiz vardiyada bir kez yaylanma miktarını'da ölçmekte olup hata durumunda gerekli düzeltmeyi yapmaktadır. Her iki değerde kaydedilmektedir.

5.26. Ayırma Kamı (H28)

F/H sıcaklıkları, ebüşör sıcaklığının değişmesi, müldebak havasındaki değişmeler sarkmaları etkilemektedir. Sarkmalardaki değişmeler genellikle makinistlerimiz tarafından presleme ayırma kamından ayar yapılarak düzeltilmektedir. Ayırma kamının çok fazla erkene veya geçe alınması durumunda ise mamulün dip kalınlığı, ağız cidarı değişmektedir. Makinistlerimiz kendilerine verilen standart değerde çalışmalarını için yönlendirilmiş olup kritik imalatlarda vardiyada bir kez sıcak uçta 12 mamulün 4 noktasındaki cidar kalınlığı ölçülmektedir.

5.27. Müldebak Hava Basıncı (H28)

Çok düşük basınçlı olan müldebak havası için 40 mbar'lık yeni manometreler temin edilerek kayıt alınabilmesi sağlanmıştır. Yeterli hava gelmediğinde müldebak fanı ile ilgili kayışların vb. kontrolü için erken uyarı sistemi gibi görev yaparak fayda sağlanmıştır.

5.28. Kalıplar Kapanırken Parizonun Müldefona Mesafesi (H28)

Sarkma miktarı saatte bir yaklaşık olarak kaydedilmektedir. Bu değer ölçülmesi çok zor olduğu için rakamsallaştırılamamıştır.

5.29. Süflaj, Finisör ve Birinci Üfleme Kamları (H28)

İmalat kartından takip edilmekte olup, herhangi bir değişiklik yapıldığında sebebi proses kontrol kartına kaydedilmektedir.

5.30. Birinci ve İkinci Üfleme Hava Basıncı (H28)

Bu basınçlar vardiyada bir kez kontrol edilip değişkenlik olduğu durumlarda regülatör değişimi veya hava kaçaklarının giderilmesi ile düzeltilmektedir.

5.31. Kalıp ve Mamul Soğutma Hava Basıncı (Pres)

Vardiyada bir kez kontrol edilip, kaydedilmektedir. Böylece soğutma fanı ve/veya fan hava devresinde bir arıza olup olmadığı belirlenebilmektedir.

5.32. Müldefon Soğutma Suyu Basıncı (Pres)

Vardiyada bir kez kontrol edilip , regülatör ve/veya su devresindeki arızalar zamanında belirlenmektedir.

5.33. Müldefon ve Kalıp Soğutma Zamanı (Pres)

Vardiyada bir kez kontrol edilip forma ayrı ayrı kayıt edilmekte, düzeltici faaliyetler sonucu yapılan ayarlar geçmişe dönük olarak izlenebilmektedir.

5.34. T/O Manifold ve Konveyör Yan Hava Basınçları (H28)

Bu basınçlar yeni ilave edilen manometreler yardımı ile rakamsal olarak kayda alınmış, vardiyada basınçlar değiştirilerek mamul kalitesinde dip üstü ezik,bombe gibi hatalar çıkması ve kesme makinasına yüklemde bozulma olması önlenmiştir.

5.35. Frenleme Basıncı

Vardiyada birkez kayda alınmış olup, bu basınç düşük olduğunda ortaya çıkan tehlikeli durum derhal düzeltilmektedir.

5.36. Rulman Yağlama Basıncı

H28 makinalarında en çok korkulan arızalarda biri olan rulmanın yağsız kalıp sarmasına karşı vardiyada bir kez yağ pompasının basıncı kontrol edilmektedir.

5.37. Section Yağlama Basıncı (H28)

IGC tipi makinalarda section yağlaması yapıldığı sırada düdük sesi çalmakta olup bu sırada makine tarafından kayıt alınmaktadır. Basıncın düşük olması veya düdüğün çok uzun süre çalması büyük bir yağ kaçağının göstergesidir, bu durumda bakımçılara haber verilir.

5.38. Glass Dedektör Fonksiyonu

Vardiyada bir kere ebüşöre cam bırakılıp glass dedektörün normal çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.

5.39. Kesme Makinası Basınçları (H28)

Vakum,bırakma, gaz,oksijen yükleyici basınçları vardiyanın birinci saatinde kontrol edilmekte olup oynama olması durumunda genellikle regülatör değişimi veya kaçağların giderilmesi şeklinde çalışmalar yapılmaktadır.

5.40. Ağız Yakma , Gövde Parlatma Basınçları ve Bek Sayısı (Pres)

LPG, hava ve oksijen basınçları ile ağız yakma ve gövde parlatma bek sayısı herhangi bir değişikliğe karşı vardiyada bir kez kontrol edilip kayıt edilmektedir.

5.41. Turnike Tablası Sıcaklığı (H28)

Turnike tablasının altında yanan bek sayısı kaydedilerek turnike tablası sıcaklığı için vardiyanın takip yapması sağlanmaktadır. İmalatta çatlak ,bilezik atık gibi olağanüstü bir problem başladığında ise optik cihazlar yardımı ile ölçüm yapılıp değişiklik yapılabilmektedir.

5.42. Bant Altlarındaki Alevler

Isıtma veya islendirme amaçlı alevler, mamul kalitesinin sürekliliği açısından özellikle çatlak ve devrik problemlerine karşı ,imalat değişiminden sonra bırakıldığı şekilde devam etmesi için takip edilmektedir.

5.43. Makina Ayarlarındaki Değişiklikler

Kam,derece değişiklikleri,ebüşörlere su verilmesi, müldebak havası açılması, kesme makinası gaz ve oksijen regülatörlerinin ayarlarının değiştirilmesi, mastör mili değişimi, süflaj başlığı değişimi, damla yolu değişimi, altı köşe ayarları, bek ve vakum filtresi değişimi, asetilen memesi değişimi

gibi makinistin yaptığı olağan dışı değişiklikler nedeni ile birlikte ayrı açılan bir bölgeye kaydedilmektedir.

5.44. Bant ve Aktarma Elemanlarındaki Mamul Yığılmaları

Pres Üfleme makinalarına yerleştirilen 4 kamera yardımı ile T/O, Yükleyici ve Turnike, köşe transferi ve iticideki mamul yığılmaları makinist masasından ve ustabaşı yazıhanesinden izlenebilir hale gelmiştir.

Pres makinalarına yerleştirilen ikişer kamera yardımı ile alıcı ve soğutma girişindeki yükleme durumu izlenmektedir.

6. PROSES KONTROL ÇALIŞMALARININ SAĞLADIĞI İLERLEMELERE ÖRNEKLER

6.1. H28 MAKİNALARINDA

6.1.1. Müldebak hava basıncının bütün makinalardan sürekli olarak ölçülmeye başlanması ile birlikte mevcut imalatlar için kullanılan basıncın 5-15 mbar (50-150 mmSS) arasında olduğu görüldü. Makinalarımızda kullanılan müldebak fanlarının ise makina üretici firmaların önerilerine uygun olarak çok daha yüksek olduğunun farkına varıldı. Yapılan ilave ölçümler ile kullanılan fan kapasitelerinin makinadaki ihtiyacın üzerinde olduğu ve klapeler kısık olduğu için fazla enerji harcandığı tespit edildi. Frekans konvertörlü yeni müldebak fanının pilot uygulama olarak denenmesine karar verildi. Aşağıdaki tabloda debi basınç ve enerji tüketimi karşılaştırmaları görülmektedir.

	Basınç	Debi	Enerji Tüketimi
Mevcut fan	400 mmSS	10.000 m ³ /h	12 kW
Yeni fan	100 mmSS	2.500 m ³ /h	12 kW

Görüldüğü gibi mevcut fanlar yeni fanlar ile değiştirildiğinde enerji tasarrufu olarak yılda yaklaşık 2.5 milyar TL tasarruf sağlanacaktır.

6.1.2. Yüksek tazyik (ikinci üfleme) hava basınçlarında genel olarak bir oynama görülmüş ve yapılan inceleme sonucunda bu regülatörlerin uygun seçilmediği tesbit edilmiştir. Bu regülatörlerin değiştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

6.1.3. Presleme yaylarının normal preslemeyi sağlamak için farklı farklı ayarlanması gerekliliği ortaya çıkmış, yapılan incelemede bunların malzemelerinin ve ölçülerinin hatalı olduğu görülmüştür. Bu konudaki yenileme çalışmaları tamamlanmak üzeredir.

6.1.4. Kepçe-oluk-saptırıcı sprey sularının çok sık kesildiği gözlenmiş bu devreye regülatör konularak problem çözülmüştür.

6.2.PRES MAKİNALARINDA

Presleme basınçları kontrol altına alındığından preslemeler sırasındaki basınç oynamalarının azaltılması için, proje ekip çalışması başlatılmış, presleme tank kapasitesi ve basınçlı hava devreleri yeniden projelendirilerek P1 ve P4 makinalarında uygulanmıştır. Presleme sırasındaki basınç oynamaları %10 değerinden %1.2 değerine indirilmiştir.



7. PROSES KONTROL ÇALIŞMALARININ SONUÇLARI

- 7.1.** Değerlerin birçok noktadan kontrol altına alınması ve kaydedilmesi sonucu herhangi bir oynama veya değişkenlik olduğunda hangi parametrenin farklılaştığı daha kolay ve kısa sürede tesbit edilmeye başlanmıştır. Çalışma kolaylaşmış ve basitleşmiştir.
- 7.2.** ISO 9002 kalite güvence standardının zorunlu kıldığı ürün izlenebilirliğinin şartları tam olarak yerine getirilmiştir.
- 7.3.** Enerji kesilmesi veya arıza duruşlarından sonra makinanın eski değerlerine kolay ve kontrol-lü bir şekilde ulaşılması sağlanmıştır. Unutulan nokta olmaması bakımından fayda sağlanmıştır.
- 7.4.** Makina arızalarında azalma sağlanmıştır.
- 7.5.** Ürün kalitesi periyodik proses takibi ile korunarak , üretimin başından sonuna kadar aynı ka-litenin muhafaza edilmesi sağlanmıştır.
- 7.6.** Kalıplar veya krom kaplama ile ilgili bir hata olduğunda daha kısa sürede tesbit edilmesi ve erken tedbir alınması sağlanmıştır.
- 7.7.** F/H daki problemler için gramaj oynama periyodu ve sıcaklık oynamalarının kaynağının tes-biti kolaylaşmıştır.
- 7.8.** İmalat değişimlerinde geçmiş çalışmaların datalarına ulaşılabilmesi ve karşılaştırma yapılabil-mesi imkanı sağlanmıştır.

AC MERSİN 34 NO.'LU F/H'TA RENKLİ CAM ÜRETİM ÇALIŞMALARI

Suat Bozkurt - Cengiz Çabuk

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Ambalaj Grubu'muzda ilk defa yapılan bu çalışmada, fırından çıkan flint cam F/H içerisinde renk konsantresi ilavesiyle renklendirilmektedir. 34 no.'lu F/H'ın renklendirme F/H'ına çevrilmesinin proje çalışmaları 98 yılında başlamıştır. Mart 1999'da tüm hazırlıklar tamamlandı F/H kapatılmış, 15 gün içinde gerekli modifikasyonlar ve yeni sistemlerin montajları yapılarak yeniden devreye alınmıştır.

İlave Sistemler ve Forehearth'taki Modifikasyonlar

16 Mart 1999'da forehearth ve çalışma havuzu arasına su ceketini yerleştirilerek cam akışı kesilmiş, F/H kontrollü bir şekilde soğutulmuş yeni refrakterler yerleştirilmiştir. Önceden 8" olan cam derinliği yeni yapıda 9", karıştırıcı bölgede 12" olmuştur. Karıştırıcı zonuna, her birinde 4 adet olmak üzere 5 sıra refrakter karıştırıcı yerleştirilmiştir. Her sıra, bir öncekinin ters yönünde dönmekte, ancak hepsi camı yukarı kaldırmaktadır.

Renk konsantresi, F/H'ta üst yapıya yerleştirilen, hava soğutmalı bir besleme tüpü aracılığıyla cam yüzeyine dikilir. Konsantrenin, kesintisiz ve sabit miktarda beslenmesini Konsantre Tartma ve Besleme Sistemi sağlar. Silo, tartım bunker ve vibro besleyicilerden oluşan sistem, hedef tartım miktarı kadar konsantreyi tüp konveyör ile besleme tüpüne iletir.

Karıştırıcı bölgede cam derinliği 3" fazla olduğu için, renk değişimlerinde bir miktar eski renk konsantresinin burada kalarak yeni rengi bozma riski vardır. Bunu önlemek için, F/H tabanındaki dreyn deliği açılarak 1-2 saat cam akıtılır ve eski konsantrenin tamamen çıkması sağlanır.

Renk değişimlerinde RED-KABUL arasında geçen zaman rengin koyuluğuna bağlı olup, yaklaşık olarak, renksizden renkliye 3-4 saat, renkliden renkliye 3-4 saat, renkliden renksiz 5-8 saattir.

Sistemin Avantajları

Fırında yapılan renklendirmelere oranla düşük maliyetlidir. Renk değişimleri daha hızlı ve kayıplar daha azdır. Gelecekteki müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için fazla ürün yapmak gerekmez. Özel renk imalatı için küçük ve verimsiz fırın yapmak gerekmez.

1. FOREHEARTH'TAKİ MODİFİKASYONLAR

16 Mart 1999'da forehearth ve çalışma havuzu arasına su ceketini yerleştirilerek cam akışı kesilmiş, F/H kontrollü bir şekilde soğutulmuştur. ÇALIŞMA HAVUZU ile CRANK arasında kalan kısmın refrakterleri tamamen sökülerek çelik yapıda bazı modifikasyonlar yapılmış ve yeni refrakterler konulmuştur.

Renklendirmenin yapıldığı alcove bölgesinde, önceden kullanılan zircon-mullit (H- 333) kalite kanal taşları yerine Monofrax CS4 kalite elektrodöküm kanal taşları kullanılmıştır. Yaklaşık 13 metrelik bu bölgede elektrodöküm malzeme kullanılmasının nedenleri;

- Renk konsantresinin eritilebilmesi için sıcaklıkların yüksek olması,
- Renk konsantresinin kimyasal etkilerine karşı direnç,

- Refrakter karıştırıcıların dönmesi sonucu fiziksel aşınmanın fazla olması.



Çalışma havuzu ile forehearth arasına yerleştirilen su ceketi

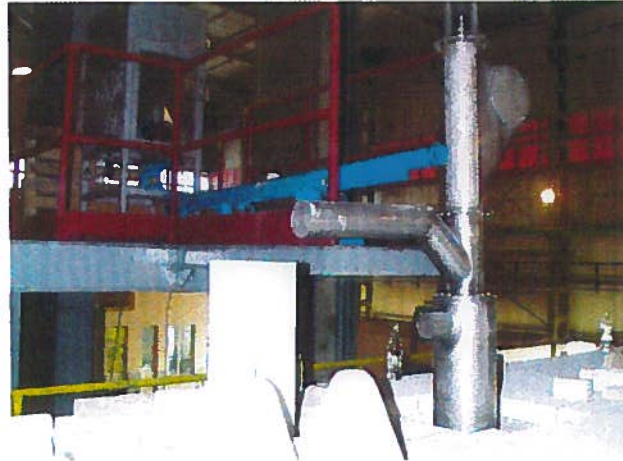
Yapılan araştırmalarda, DSF Chemcast G6 kalite üst yapı malzemesinin, özellikle renk konsantresi besleme ve karıştırma bölgeleri için daha iyi sonuç vereceği anlaşılmış ve AC-34 no.lu hatta üst yapıda bu malzeme kullanılmıştır.

Karıştırıcı zonunda kanal cam derinliğinin 12" olması nedeniyle, refrakter karıştırıcılarda, 2 vida adimli standart olmayan özel bir tasarım kullanılmıştır. Malzeme olarak genelde kullanılan zircon-mullit (H-333) yerine termal şok direnci yüksek olan ZEDMUL 7-30 KT C-F kalite tercih edilmiştir. Karıştırıcı zonunda, her sırada 4 adet olmak üzere 5 sıra karıştırıcı kullanılmıştır. Her sıra, bir öncekinin tersi yönünde dönmekte, ancak hepsi camı yukarı kaldırmaktadır.

Karıştırıcı zonunda kanal cam derinliğinin 12" olması nedeniyle, refrakter karıştırıcılarda, 2 vida adimli standart olmayan özel bir tasarım kullanılmıştır. Malzeme olarak genelde kullanılan zircon-mullit (H-333) yerine termal şok direnci yüksek olan ZEDMUL 7-30 KT C-F kalite tercih edilmiştir. Karıştırıcı zonunda, her sırada 4 adet olmak üzere 5 sıra karıştırıcı kullanılmıştır. Her sıra, bir öncekinin tersi yönünde dönmekte, ancak hepsi camı yukarı kaldırmaktadır.

2. RENK KONSANTRESİ TARTMA ve BESLEME SİSTEMİ

Renk Konsantresi, forehearth'ta üst yapıya yerleştirilen, hava soğutmalı bir besleme tüpüyle cam yüzeyine dökülür. Konsantrenin kesintisiz ve sabit miktarda beslenmesini Tartma ve Besleme Sistemi sağlar. Silo, tartım bunker ve vibro besleyicilerden oluşan sistem, hedef tartım miktarı kadar konsantreyi, feeder ve titreşimli tüp konveyör aracılığıyla besleme tüpüne iletir. Fabrikanın füzyon katında bulunan torba açma ünitesine boşaltılan renk konsantresi, elevatör ile tartma-besleme sisteminin bunkerine taşınır. Sistemde ayrıca toz toplama ünitesi mevcuttur.



Renk konsantresi tartma ve besleme sistemi

3. İŞLETME

Konsantrenin besleme oranı tedarikçi firma tarafından bildirilir. Forehearth tonajı esas alınarak verilmesi gereken konsantre miktarı hesaplanır ve sisteme set edilir. Karıştırıcı bölgede forehearth tabanı 3" daha derin olduğu için, renk dönüşümlerinde eski renk konsantresinin burada kalarak yeni rengi bozma riski vardır. Bunu önlemek için tabanda bulunan 20 mm. çapındaki dreyn deliği açılarak cam, 2-4 saat akıtılır ve eski konsantrenin forehearth'tan tamamen çıkması sağlanır. Buradan akıtılan cam, fabrikamızda ilk kez kullanılan vibro kazıyıcılara dökülür.



Renk dönüşümlerinde RED - KABUL arasında geçen zaman rengin koyuluğuna bağlıdır. Bu süre yaklaşık olarak, renksizden renkliye 3-4 saat, renkliden renkliye 3-4 saat, renkliden renksiz 5-8 saattir.

Kullanılan renk konsantrelerinin pahalı olmasından dolayı ürün maliyeti bir miktar artmaktadır. Ancak bunun yanında sistemin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Renk değişimleri daha hızlı, kayıplar daha azdır,
- Gelecekteki müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmek için fazla imalat yapıp stoklamak gerekmez,
- Özel renk imalat için küçük ve verimsiz fırın yapmak gerekmez,
- Yeni pazarlar edinme şansı yaratır.

Aşağıda, şimdiye kadar çalışmış olduğumuz renklere ait bazı bilgiler verilmiştir:

GEORGIA GREEN (GG199 N)

Besleme oranı	: % 0.3
Forehearth tonajı	: 73 ton/gün
Besleme miktarı	: 220 kg/gün
Konsantre Fiyatı	: 4.07 \$/kg
Konsant. birim maliyete etkisi	: 12.3 \$/toncam
LPG artışı	: 10 gr/kgcam

TURKUAZ (PX - 408 - K)

TURKUAZ (LU - 789 - P)

Besleme oranı	: % 1	% 1
Forehearth tonajı	: 82 - 62 ton/gün	62 ton/gün
Besleme miktarı	: 820 - 620 kg/gün	620 kg/gün
Konsantre Fiyatı	: 5.70 \$/kg	5.64 \$/kg
Konsant. birim maliyete etkisi	: 57 \$/toncam	56.4 \$/toncam
LPG artışı	: 10 - 18 gr/kgcam	21 gr/kgcam

YATIRIM MALİYETİ:

Başlangıçta iç-dış para 522,000 \$ olarak hedeflenen bu yatırım, iş bitimi **480,000 \$** 'a mal edilmiştir.

ŞİŞE KALIPLARINDA ÖN KAPLAMA UYGULAMASI

Eyüp Yağcı

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

Kaan Irmak

Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.

ÖZET

Kalıplara ön kaplama uygulamanın amacı start-up ve daha sonraki makinada çalışma sırasında yağlama ihtiyacını ortadan kaldırmaktır. Kalıbın makinada çalışması süreci boyunca hiç yağlamak mümkün olmakla beraber, genelde 1/3 oranında yağlamanın azaltılması amacı uygulamada daha çok rastlanan bir durumdur. Kalıp değişim sayısında azalma sağlanmasıyla randıman artışı ve kalitede iyileşme elde edilmektedir. Bu genellikle şişede parlaklık ve cam dağılımında kendini göstermektedir. Bilindiği gibi kalıp yağları insan sağlığına ve çevreye büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Hava kirliliğini azaltma çalışmaları yanı sıra, işletmelerde teneffüs edilen havadaki dumanın azaltılması yönünde düzenlemeler önümüzdeki günlerde ortaya çıkması muhtemeldir. Bunu sağlamanın tek yolu uzun süre dayanımlı yeni önkaplama malzemeleri uygulamaya sokmaktır.

1. KALIP YAĞLAMANIN ELİMİNE EDİLMESİ

Otoriteler tarafından endüstride daha güvenli çalışma şartları sağlamak amacıyla baskılar her alanda artmaktadır. Machinery Directive 92/392/EEC 'nin de yönetmeliği ile de cam ambalaj üretimi yapan IS makinalarında elle yağlamanın yerine daha az yağlama gerektiren kaplama uygulamaları veya otomatik yağlama metodu kullanımı gibi çözümlerin yeniden gözden geçirilmesi ihtiyacı belirtilmektedir.

CEN 151. Teknik Komisyonu, 13. Çalışma grubu tarafından cam şekillendirme makinalarının güvenliği için Avrupa Standartları oluşturulmaktadır. Bu grup, makinistin rutin olarak herhangi bir kalıp parçasını yağlamasına gerek olmayan durumlarında dahil olduğu IS makinalarının diğer güvenlik ihtiyacını da inceleyen bir alt gruba da sahiptir.

Şu anda neyin kalıp yağlama ihtiyacını ortadan kaldıracağına henüz çözüm bulunamamıştır. Bu konuda, Cam endüstrisi İşyeri Sağlık ve Güvenliği yetkilileri ile işbirliği içinde birçok proje desteklenerek bu probleme çare aranmaktadır. 1993 şubatında bütün İngiliz büyük cam ambalaj üreticisi firmalar, cam ambalaj makina üreticisi firmalar ve onarımcılar, önde gelen kalıp yağlama ekipman ve malzemesi üreticilerinde tam olarak katıldığı öncelikli bir proje tamamlandı. Bu projenin amacı mükemmel bir kalıp yağlama sistemi oluşturmaktır. Birçok sanayide incelenmiş alternatif metodlar değerlendirildi ve raporlandı. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre yağlama aşağıdaki şekilde tanımlanmış ve gruplandırılmıştır:

2. YAĞLAMA SİSTEMLERİ

Beş tip yağlama sistemi şu şekilde tasarlanabilmektedir :

Çok yönlü sistem : Hem katı film yağlayıcıları(SFL-solid film lubricants) hemde elektrolitik nikel kaplama gibi teknikleri aynı anda uygulanmasıdır. Şu anda katı film yağlayıcılar sanayide start-up kaplama olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca daimi bir kaplamanın yanısıra gerektiği zaman ilave yağlama sağlamak amacıyla otomatik yağlama sistemi ile beraber çalışma durumu araştırılmaktadır.



Grafit içermeyen, su bazlı yağlayıcı : Her imalata giriş öncesi püskütülerek uygulanır. Katı film yağlayıcıların sağladığı avantajlarla aynı paralelde ,kalıp temizleme sıklığında azalma sağlayarak kalıp aşınmasını ve ürün kaybını azaltır. Su bazlı olması içerdiği toksik bileşimlerin azlığı açısından diğer yağlayıcılara göre avantaj sağlar.

Uzun dayanımlı katı film kaplama: Daha iyi katı film kaplama ile ilgili araştırmalar konu ile ilgili firmalar tarafından yapılmaktadır. Eğer katı film yağlayıcıların dayanım ömrü 24 yada 36 saat gibi bir süreye çıkartılabilirse, bu durum elle yağlamayı enaza indirerek pratik bir sistem sağlanması hedeflenmektedir.

Daimi kaplama: Elektrolitik nikel kaplama yüzey sertleştirilmiş kaplamalar içinde çok kullanılan tiptir. Bununla beraber şu ana kadar yapılan uygulamalarda kaplamaların grafit esaslı bir yağdan daha az yağlayıcı olduğu ve uzun sürede camın metal dökme demir malzemeye yapışma probleminin olduğu gözlenmektedir.

Alternatif kalıp malzemesi kullanma: Gri dökme demir cam ambalaj sanayiinde şu an hala en çok kullanılan kalıp malzemesidir. Ayrıca korozyon ve aşınma direnci daha iyi olan alüminyum bronz özellikle müldefon ve müldebak kalıp parçalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

İyi kalıp yağlama uygulaması cam sanayiinde çok önemlidir. Yağlama ihtiyacı cam ve metalin doğasından kaynaklanmaktadır. Bunlar birbirleriyle kuvvetli kimyasal bağ oluşturan malzemelerdir. Yüzeydeki bağın serbest uçlarına karşılık gelen enerji temas eden malzemelerle bağ oluşturmaya hazır durumdadır. Yüzey gerilimi her birim alan için yüzeydeki serbest enerjinin ölçüsünü vermektedir. Bazı malzemeler için yüzey gerilimi değerleri aşağıda verilmiştir.

Yüzey gerilimi (dyne-cm)

Demir	:	1799
Bakır	:	1120
Erimiş cam	:	585
Grafit	:	200-400
Politetrafloretillen(teflon)	:	108

Temas halinde, ergimiş cam kalıp metaline her iki yüzeyinde enerjileri yüksek olarak yapışma eğilimi gösterir. Cam rahat bir şekilde akmaz , yapışık halden koparken yırtılır ve camda çatlak oluşur. Yinede, yüksek viskoziteli camın dış yüzeyi sıcak cam kalıbın cidarlarına yaklaşırken ve temas ettiğinde iç kısımlara göre çok daha soğuk olması yapışma eğilimini azaltan önemli bir faktördür. Yapışma ilk temas noktasında en az olur ve damla yayıldıkça yani içteki daha sıcak camla kalıp cidarı arasındaki temas başladıkça artar. Bazen dikkatli şekilde bir soğutma havası kullanma yapışmayı önleyebilir, fakat yine de düşük yüzey enerjili bir kalıp yağlayıcı malzeme kullanılması zorunlu olmaktadır. Grafit düşük yüzey enerjisine sahip ideal bir malzemedir, ayrıca tabaka lamelli yapısı ile de iyi bir yağlayıcı özelliğe sahiptir. Grafit için bir bağlayıcı kullanılması gerekmektedir. Karbonla reaksiyona giren malzemeler bu görevi yerine getirir. Sülfür kalıpta düşük enerjili metalsülfürleri ya da polisülfür yüzeyleri oluşturur.

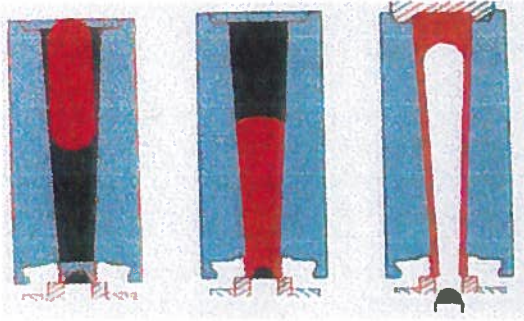
3. KALIP YAĞLAMA (Swabbing)

Kalıp yağlayıcılar normal olarak elle metal tutuculu pamuklu bir fırça kullanarak makina operatörü tarafından üretim esnasında kalıplara uygulanır. Kalıp yağlamanın temel ve en önemli fonksiyonu cam yüzeyi ile ebüşör kalıbı arasındaki parison oluşumu esnasındaki sürtünmeyi azaltarak, damla yükleme etkinliğini, cam dağılımını ve şişe yüzey kalitesini iyileştirmektir. Ayrıca parisonun kalıptan kolay ayrılmasını da sağlar. İlave olarak, yağ müldefon gibi diğer kalıp parçaları içinde, cam akışına yardımcı olmak ve metal yüzeyine yapışmayı önlemek şeklinde çok önemli fonksiyonlara da sahiptir.

Bütün kalıp yağları esas yağlayıcı malzeme olarak grafit içerir ve grafit yüzeyde kaplama şeklinde içinde çoğunlukla kalıp yüzeyine paralel lamel parçacıklarla yüzeyde birikir. Camın, temastan kolay bir şekilde ayrılmasının şişenin dayanımında ve yüzey kalitesinde çok önemli bir etkisi vardır.

Modern cam ambalaj üreticisi fabrikalarında kullanılan kalıp yağlarının ıslatma kabiliyeti iyi ve 500°C'nin üzerindeki metal yüzeylere kolayca yayılabilmeli, az duman çıkarmalı ve ürün üzerinde çok düşük bir iz bırakma eğilimi olmalı, düşük ve stabil bir sürtünme katsayısına sahip olmalı, üründe parlak bir yüzey oluşturmali, yağlama ihtiyacını minimum seviyede tutmalı ve kalıpta bıraktığı yağ kalıntısı kolayca temizlenebilir olmalıdır.

Uygulama sıradan ve basit olmasına rağmen , yağlama operatör açısından doğru şekilde ve zamanda olması için büyük oranda beceri ve karar verme yeteneği gerektirir. Kaliteli ürün elde edebilmek için bu ihtiyatlı uygulama son derece önemlidir. Örneğin ebüşör kalıbının yetersiz yağlanması damla yüklemde probleme sebep olarak ürünün hatalı olmasına yol açar. Gereğinden fazla yağlama, şişede yağ izi olmasına ve bölgesel soğumalara sebep olur, ayrıca kalıpta yağ birikmesine yolaçarak kalıbı kirletir ve sık kalıp değişimine neden olur. Bu durum üretim kaybına sebebiyet verir ve tamir öncesi yüklü bir temizleme işleminin kalıplara uygulanması gerekir.

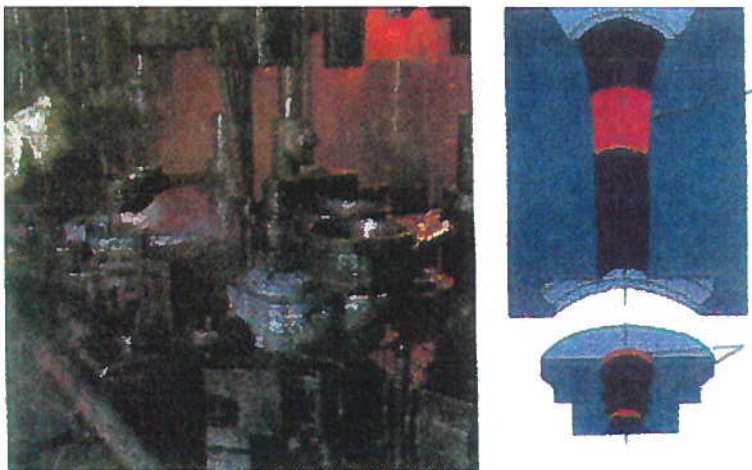


Şekil-1 Damlanın ebüşör kalıbına girmesi ve parison oluşumu

ile üst üste yığılarak birikme eğilimindedir. Bunun sonucu cam yüzeyinde portakal kabuğu yada sisli bir görüntü şeklinde pürüz teşkil eder. Bu duruma çözüm olarak tek çare kalıp değiştirmektir.

Yeni trend, makina hızları artarken uygulama için zaman dahada kısalmakta olduğundan dolayı kalıbı ve şişeyi daha temiz tutmak için yağlamayı mümkün olduğu oranda daha az sıklıkta kullanmaya yöneliktir. Bu yüzden, maksimum derecede uygulama kolaylığı sunan yağlama malzemesi geliştirmek cam ambalaj üreticileri için çok önemlidir.

Kalıp kavitesinde yağ biriktirisinden kaçınma sadece uygulama tekniği dikkate alınarak değil ayrıca doğru tip yağ kullanarak da yapılmalıdır. Yağ ebüşör kavitesinde kimyasal bir bağ



Şekil-2 Ebüşör kalıbının fırça ile yağlanması ve yağlanan bölge

4. KALIPLARA ÖNKAPLAMA UYGULANMASI (pre-coating)

Önkaplama kalıba camla temas eden yüzeyine makinaya bağlanmadan önce uygulanır. IS makinalarına yeni bir imalatı bağlamak için makinada, damla şeklinde, soğutma havalarında uygun çalışma şartlarının elde edilmesi için birçok ayarlar gerektirmektedir. Bütün bu işlemler saatler sürer ve bu süre esnasında birçok şişe kalite standartlarını sağlamadıklarından dolayı atılır.

Bu start-up süresinde zorluklardan biri de ebüşör kalıbı yağlamasıdır. Yeni takılmış kalıp yüzeyinde yağlayıcı bir tabaka oluşturmak gerektiğinden sık yağlama yapılmalıdır. Operatör makinayla ilgili daha başka birçok şeyle de ilgilenmek zorunda olduğundan, dikkatini tam olarak veremeyerek gereğinden fazla yağlama yapması ihtimali çok yüksektir. Bu durum daha öncede bahsedildiği gibi kalıpların kirlenmesine ve şişe hatalarına sebep olarak kalıp değişimini zorunlu kılar. IS Makina Operatörleri alışkanlık nedeniyle veya planlanmış yağlama cetveli kullanmak yerine sadece yağlama ihtiyacı belirlediği zaman yağlama yapmalıdırlar. Camda sürtünmeden kaynaklanan hata olup olmadığını gözlemlemelidirler.

Ebüşör kalıplarını ve diğer bazı kalıp parçalarını özel geliştirilmiş uzun ömürlü kaplamalarla kaplayarak, üretim verimi start-up ekipmanlarından birinin elimine edilmiş olmasıyla artar ve operatör diğer gerekli işlere daha fazla zaman ayırabilir. Aynı zamanda kalıp değişim sayısında azalma olarak da verime katkıda bulunur.

Önkaplama kalıp yağlamanın tamamen yerini alamaz fakat çok az ihtiyaç gösteren bir durum elde edilir. Eğer kaplama start-up esnasında uygun aralıklarla yağlanırsa kaplama sürülmüş yağın etkisini daha uzun süre devam ettirmesini de yardımcı olur. Bu durumla beraber kalitede genel bir artış daima gözlenmiştir. Bazı durumlarda yağlamadan bir üretimin sonuna kadar devam ettiği görülmüş olmakla beraber 1/3 oranında yağlamanın azaltılması daha genel bir durumdur. Erken kaplama aşınmasından kaçınmak için, damlanın kalıba düzgün olarak girmesi önemlidir. Uygulama kalitede %30-50 oranında iyileşme göstermektedir. İyileşme ; parlaklık, cam dağılımı ve şişede oluşan yağ izlerinde önemli bir azalma şeklinde olmaktadır.

Önkaplama için püskürtme işlemi iyi bir aydınlatma ve havalandırma ayrıca önısıtma ve fırında tavlama için bir tertibat gerektirmektedir. Katı film kaplama tiplerinden olan ve şu an uygulanmakta olan iki kaplama türü seramik kaplama ve solvent bazlı grafitik kaplamadır :

4.1. Seramik Katı Film Kaplama

Kaplama malzemesi su bazlıdır ve buharlaşıcı değildir. Düşük oranda toksik olarak sınıflandırılan krom VI bileşiği içerir. Bu amaçla kullanılan birçok kaplama malzemeleri eşit oranda ya da daha fazla oranda toksik elementler içermektedir .

Seramik kaplama öncesi metalik yüzey temizlenmeli ve yağ olmamalıdır. Yüzey hafif bir kumlama işlemine tabi tutularak oksitlerden temizlenir ve yüzeyde kumlama sonucu pürüzlülük oluşur. Böylece kaplamanın yüzeye daha iyi yapışması sağlanır.

Kaplama kalıp yüzeyinde homojen olarak 50-70 µm kalınlığında olması gerektiğinden, kaplamayı yüzeye püskürtme işlemi hassas ve beceri gerektiren bir iştir. Üç kat halinde uygulanır ; ilk iki kat alt kaplama (base coat) üçüncü katda üst kaplama (top coat)olarak adlandırılır. Üst kaplama IS makinasında iyi bir start-up sağlayabilmesi için grafit içerir.

Püskürtme işlemi özel boya püskürtme tabancası ile yapılır ve yağ ve su içermeyen ~3 barlık basınçlı havaya gerek vardır. Püskürtmeden sonra kalıplar 400°C de fırında enaz bir saat kaplama sertleşinceye kadar bekletilmelidir. Bir saatten fazla süre kaplamanın fırında beklemesinin kapla-



maya herhangi bir olumsuz etkisi yoktur. Fırında 400°C de bulunan ebüşör kalıpları doğrudan makinaya yedek olarak kullanılır. 400 °C de fırında bekletildikten sonra, kaplama tamamen reaksiyona girmeyen seramik bir yüzeye dönüşür. Kaplanmış ebüşör kalıpları yağlama ihtiyacı göstermeden saatlerce ideal şartlarda makinada kalabilmektedir. Bu etkisinden dolayı seramik kaplama yağlamayı önemli oranda azaltarak, işletme ortamını kirletici yağ dumanı riskinide azaltmaktadır. İşletme sahası ve makinalar daha temiz kalarak daha yeni ve temiz görünümlü işletme ortamında çalışılabilir.

Kaplama çok iyi termal karakteristik , aşınma direnci ve düşük bir sürtünme katsayısı avantajlarına sahiptir.

Abrasyon, adhezyon ve oksidasyon tipindeki aşınmalara şekillerine karşı çok iyi koruma sağlar. Sert film seramik yüzey nispeten yumuşak ana metali erozyona karşı korur. Çünkü seramik kaplama 8000 psi' a kadar dayanabilen yüksek bir mekanik ve kimyasal bağ ile ana metalle birleşmektedir. Oksidasyon veya ana metalin pitting aşınması yüksek sıcaklıkla ve çeşitli kimyasallara maruz kalarak sürekli hızlanır.

Seramik kaplama mükemmel oranda eşit bir ısı iletimine de sahiptir. Bu üniform olarak ısınmış yüzey, sıcaklık değişmelerini ve aşırı sıcak ya da soğuk oluşan noktaları elimine eder. Sıcaklık değişimleri uygulamaya bağlı olarak olumsuz etki yaratabilirler.

Seramik kaplama ayrıca bir yalıtım tabakası sağlayarak ana metalin hızlı sıcaklık değişimlerinden dolayı oluşacak ısıl yorulmasını azaltır.

Birbiri üzerinde hareket eden iki yüzey arasında oluşan sürtünme kuvveti olay esnasında ısı enerjisine dönüşür. Bu durum, sonuçta aşınma ve zayıf ısı iletkenliğine sebep olur. Seramik kaplamanın bir özelliğide son derece sert bir yüzey ve çok düşük sürtünme katsayısı sağlamasıdır. Bu durum sıcaklık nedeniyle oluşan erozyon ve metal yorulmasını azaltır.

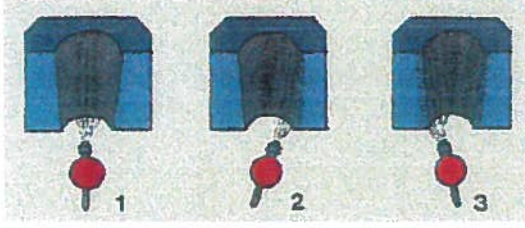
Bu durumlar üretimde göz önüne alındığında ,seramik kaplama bugün üretimde karşılaşılan en zor problemlere güvenilir, fleksibil ve maliyet düşürücü bir çözüm olmaktadır.

4.2. Grafitik Katı Film Kaplama

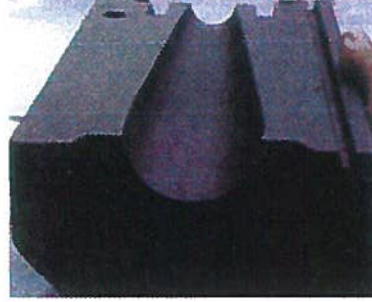
Bu kaplama yönteminde, kaplanacak yüzey sıvı bir temizleyici ile veya abrazyon kumlama işlemi ile tamamen yağ ve kirden arındırılır. Temizlenen yüzeye tekrar yağlanma olmaması için elle dokunulmamalıdır. 0.5 mm çaplı bir meme ile 3 bar basınç altında normal boya tabancası ile ince bir sprej şekli ayarlanarak püskürtülür. Kaplama kalınlığı 0.06 mm (60 m) olmalıdır. Kalın yapılmış kaplamadan fırında ısıtma esnasında çıkabileceğinden dolayı kaçınmak gereklidir.

Kaplama işlemi uygulaması seramik katı film kaplama uygulamasına benzer fakat tek kat olarak uygulanır ve püskürtme işlemi sonrası havada 10 dakika bekletildikten sonra fırında 400°C de bir saat kaplamanın sertleşmesi için bekletilir. Bu işlem sonrası kalıp yedek olarak kullanılmaya hazırdır. Bu kaplama uygulamasında kaplama yapan kişinin kaplamanın uygun kalınlığını ve homojen olarak yüzeyde dağılımını sağlamak için pratik el alışkanlığını çok iyi kazanmış olması gerekmektedir.

Grafit kaplamanın dayanımı 2 saat kadar sürmekte ve daha sonra saatte bir yağlama ihtiyacı göstermektedir. Bu süre seramik kaplamada 24 saate kadar hiç yağlamadan devam etmekte daha sonra 3-4 saat gibi periyotlarla yağlama ihtiyacı göstermektedir. Seramik katı film kaplama dayanım süresince grafit katı film kaplamaya göre çok daha üstündür.



Şekil-3 Kalıp kavitesini kaplamanın püskürtülerek uygulanması



Şekil-4 Kaplama yapılmış ebüşör kalıbı

5. CAM İLE TEMAS HALİNDEKİ KALIP MALZEMESİ

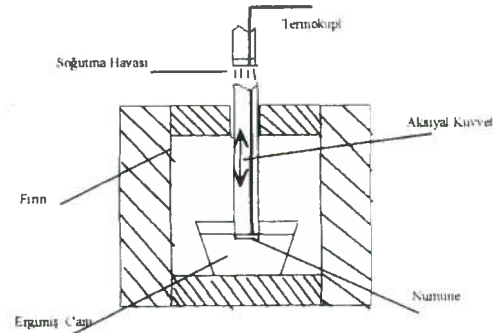
Daha pürüzsüz şişe yüzeyi ve şişede dayanımı düşürücü mikro hatalardan kaçınmak gibi şekillendirme prosesindeki avantajları elde etmek çeşitli parametrelere ve kalıp malzemesine büyük ölçüde bağlıdır. Kalıpların ısıl ve mekanik yüklenmeden dolayı yüzeylerinde korozyon ve aşınma oluşarak, kalıp yüzeyleri şişe yüzeyinde kaliteyi bozan izler bırakır ve şişenin dayanımını azaltır. Bu durum camın yapışmasına yol açar ve kurtulmak için ancak kalıplar sürekli parlatılır. Bu kalıpların üretim ömürlerinin azalmasına yol açar.

Kalıp malzemelerinden istenen en önemli özellik reaksiyon oluşturmeyen bir davranıştır, yani ergimiş cam ile kalıp yüzeyi arasında bir reaksiyon olmamasıdır. Ancak bu şekilde korozyon, yapışma yada adhezyon gibi aşınma olaylarından kaçınılabilir.

Çeşitli incelemelerde şiddetli ve izotermal şartlar kullanarak ergimiş camın kalıp malzemesine yapışması, yapışma sıcaklığını özel kalıp malzemesi ve kaplamaları geliştirilerek yada ergimiş camın yüzeyi modifiye edilerek ıslatma kabiliyetinin azaltılması ya da artırılması ile deney çalışmaları yapılmaktadır.

Bu konuda yapılmış bir deneyde bazı seçilmiş kalıp malzemelerinin ve kaplamalarının erimiş cam malzemesi karşısında kalıpların ömürlerini azaltan temas ve aşınma davranışları ile adhezyona ve cam yüzeyinde hatalara yol açan mekanizmalar incelenmektedir.

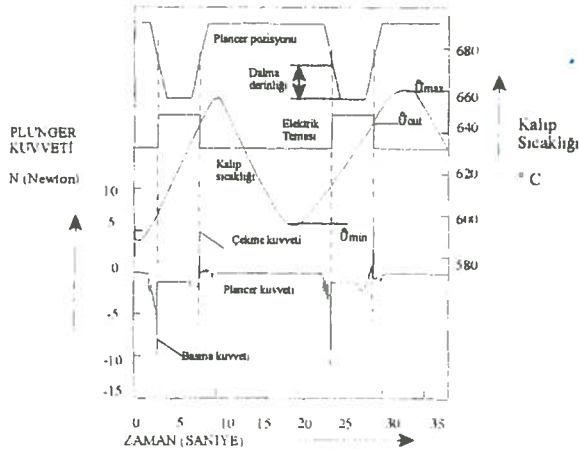
5.1. Bu konuda yapılmış bir deney çalışması



Şekil 5

Deney çalışmasında cam şişe üretiminde kullanılan kalıplarla aynı özellikte kalıp numunelerine camla temas ve periyodik sıcaklık değişimleri uygulanarak temas davranışı ve malzemelerin korozyon etkisi test edilmiştir. Deney düzeneği şematik olarak aşağıda (Şekil 5) görülmektedir. İçinde ergimiş cam bulunan seramik bir kazan şeklinde bir yüksek sıcaklık fırını ve ucunda kalıp malzemesi numunesi tutan ve dikey olarak hareketli bir plancerden oluşmaktadır. Numune cam eriyiği içine belli bir süre daldırılır ve çıkarılır, fırın dışında iken soğutulur. Her numune için 3000 devir temas sayısı uygulanmıştır.

Numune sıcaklığı, 1,5 mm çapında bir spiral yay vasıtasıyla düz parçanın arkasındaki bir deliğe yerleştirilen bir termokupl tarafından ölçülmektedir.



Şekil 6

ri cam yüzeyine numunenin girmesi esnasında kısa süreli sıkıştırma kuvveti pik değerini ve numunenin camdan ayrıldığı anda kısa süreli çekme gerilmesi pik değerini göstermektedir. Sıkıştırma kuvveti pik değeri genliği dalma esnasındaki camın viskozitesine bağlıdır, oysa çekme kuvveti genliği ayrılma kuvvetinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.

5.2. Test Edilen Malzemeler

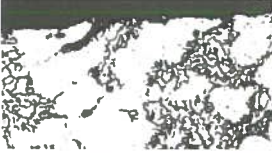
Dökme demir, bronz, paslanmaz çelik ve nikel alaşımı ve özel kaplama işlemi uygulanmış yüzeyler test edilmiştir. Demir içeren malzemenin nitrürlenmesi 550°C'de darbeli plazma metodu ile yapılmış, galvanik sert krom kaplama, yaygın olarak kullanılan bir metal kaplama tipi olarak bütün metal malzemelerde test edilmiştir. Ayrıca çeşitli kompozisyonlarda korozyon ve aşınma için tasarlanmış kolay uygulanabilir yüksek sıcaklığa dayanıklı seramik kaplamalarda test edilmiştir. Bu seramik kaplamalar metal kalıp numunesine 400 ila 800°C sıcaklıklarda sinterleme yoluyla ve kalınlığı 50-70 µm olarak uygulanmıştır.

Özellikle çok bileşenli reaktif PVD (physical Vapour Deposition) prosesi ile elde edilen nitrür ve karbür filmlerine kalıp malzemesi için mükemmel bir koruma sağladığından dolayı önem verilmektedir. Minimum yüzey pürüzlüğü, yüksek ısı iletkenliği ve düşük film gerilimi faktörleri dikkate alınarak seramik PVD film kalınlığı 0,5 ile 2 µm arasında seçilmiştir.

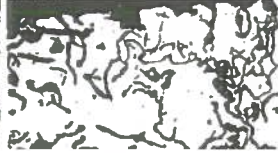
Malzeme tipi:	Malzeme tanımı:
Ana malzeme	
Dökme demir CrNi çeliği	EF6,EF8 X20CrNi17; 1.4057 X23CrNi17; 1.2787
Bronz	NiAl Bz 20 9 "D"
Nikel esaslı malzeme	Nimonic 90
Sinterlenmiş seramik	
Kaplama	
Plazma nitridasyon	
Galvanik kaplama	Krom (10 µm)
Seramik kaplama	(50- 70 µm)
PVD seramik kaplama	AlN,TiN,TiAlN (<2 µm)

5.3. Korozyon Durumu

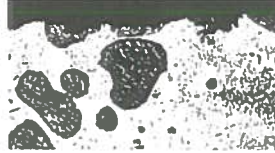
Kaplanmamış kalıp malzemesinde temas yüzeylerinin korozyon durumu şekil 7 den 10' a kadar olan metalografik kesitlerde görülmektedir. Mikrografikler, temas yüzeyindeki oksit tabakasını ve grafit inklüzyonlarda metal malzemenin dökme demirde, alaşımların yumuşak fazlarında ve bronzda yerel oksidasyon ve korozyonu göstermektedir. Bronz malzemede dökme demir malzemedeki aynı derece korozyon elde etmek için test süresini 3 kat uzatmak gerekmektedir. Bu durum bronz malzemenin korozyona karşı direncinin dökme demire göre çok daha iyi olduğunu göstermektedir.



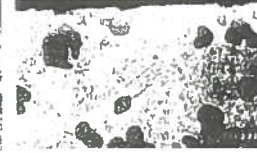
Şekil 7 -Dökme demir EF6



Şekil 8-Dökme demir RxG



Şekil 9 -Bronz 'D'



Şekil 10 -Bronz 'O'

Şekil 11, 10 µm Cr kaplanmış dökme demir numunenin metalografik kesidini göstermektedir. Çok ince bir koruyucu oksit tabakası galvanik kaplamanın üstünde oluşmuş fakat krom tabakasının bazı kılcal çatlaklar nedeniyle hasarlandığı görülmektedir. Bu durumda ana metaldeki oksidasyonun grafit inklüzyonlarda krom tabakasının altında olduğu görülmektedir. Şekil 12'de, metalografik kesitte bor-nitrür kaplamalı dökme demirde çok şiddetli korozyon ve seramik tabakanın altındaki grafit inklüzyonlarda derin oksidasyon kanalları görülmektedir.



Şekil 11 -Cr Kaplanmış dökme demir

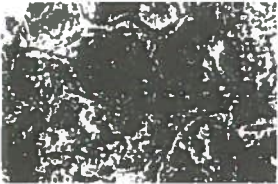


Şekil 12-Bor nitrür kaplanmış dökme demir

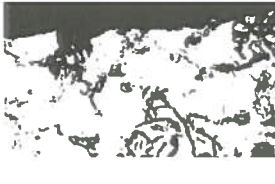
Bu çalışmada yürütülen testlerden elde edilenlerden, TiAlN (tityumalüminyum-nitrür)'den oluşturulan PVD film kompozisyonlarının en ümit verici olduğu görülmüştür. Kaplamalar metal malzemenin parlatılmış yüzeyine 0,5-2 µm kalınlıkta uygulanmıştır. Şekil 13 ve 14 TiAlN kaplanmış dökme demir numunenin camla temas testi öncesi ve sonrası yüzey görünümünü vermektedir. Mikrografikler, dökme demirin ferritik matrisi ve grafit inklüzyonlarının üstündeki seramik ince film kaplamanın görünümündeki farkı belirgin olarak göstermektedir.



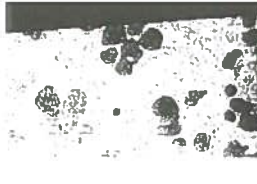
Şekil 13 -TiAlN kaplanmış dökme demir -testten önce-



Şekil 14-TiAlN kaplanmış dökme demir -testten sonra-



Şekil 15-TiAlN kaplanmış dökme demir metalografik kesiti



Şekil 15-TiAlN kaplanmış dökme demir bronz metalografik kesiti

Şekil 15'de test edilen numunenin metalografik kesiti PVD film yanındaki ferritik yüzeyi göstermektedir. Grafit inklüzyonların üzerinde seramik filmde hiç bir kalıntı görülmemektedir. Ben-

zer şekilde kaplanmamış numunelerdede grafit inklüzyonlarında şiddetli korozyon görülmüştür. Şekil 16'da TiAlN kaplı sert bronz malzemesi metalografik kesidinde seramik ince tabakada çok sayıda mikro çatlaklar görülmekle beraber testten sonra hiç bir korozyon ya da seramik tabaka altında soyulma görülmemiştir.

5.4. Yapışma

Ergimiş cam ile kalıp malzemesi arasındaki yapışma derecesi gerekli ayırma kuvveti nin büyüklüğü ile karakterize edilebilir. Yapışma ve adhezyon olayları arasında ayırım ise şu şekilde yapılmaktadır: Yapışma sonrası kalıp yüzeyinden camın ayrılması arayüzeyde herhangi belirgin bir hasar olmadan olmuştur, oysa adhezyondan sonra ayırma ya camda yada kalıp malzemesinde yada her ikisinde hasar oluşturmuştur.

Ayırma kuvvetleri için en az 10 temas tekrarıyla numune sıcaklığı her adımda ölçüldü. Test edilen kalıp malzemeleri ve kaplamaları numune sıcaklığı karşısında aynı ayırma kuvveti ilişkisini göstermiş ve 550 ve 650°C arasında ayırma kuvveti büyüklüğünde bir artış, 65°C' in üzerinde yapışmanın adhezyona değiştiği şekilde bir artış olmaktadır.

Ayırma kuvvetinin sıcaklıkla bağlantısına tek istisnai durum çeşitli metallere spin coating yöntemi ile uygulanan bor nitrür seramik kaplama olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak yapışma ,temas sıcaklığının sıvının yüzey gerilimini yenebilecek şekilde viskozite düşüklüğüne sebep olacak kadar yüksek olduğunda olmaktadır.

5.5. Adhezyon

Kalıp yüzeyini abrazyon ve adhezyondan dolayı oluşan yüzey kusurlarını test etmek için, dalma derinliği 1 mm düşürüldü, cam sıcaklığı 1050 °C' den 1100°C' ye artırıldı ve kalıp numunesi sıcaklığı camın yapışmasının bağ oluşturan bir yapışma şekli olması durumuna kadar artırıldı. Böylece bir miktar camı potadan fırının dışına çekip çıkarabilmek için yeterince bağ kuvveti oluştu. Plancer üst pozisyonda tutuldu ve nozulun plancer ucunun altına hava üfleme durduruldu. Çıkarılan cam kesildi ve elle bir kalıp bastırılarak küçük bir tablet haline getirildi. Kısa bir soğutma süresi sonra, tablet numunenin temas yüzeyinden soyularak , tavlama işlemi uygulandı.



Şekil 17 -Dökme demirden alınan cam



Şekil 18-CrNi çelik malzemedan cam

Her kalıp numunesi için cam parçaları oluşturularak, cam yüzeylerindeki kalıplardan dolayı oluşan etkiler incelendi, şekil 17 ve 18 iki tipik örneğin mikrografiklerini göstermektedir. Dökme demirden çıkan yüzeyde sadece çok miktarda camla bağ oluşturmuş oksit parçacıkları bulunmuş, oysa CrNi çelik kalıpta cam malzeme, erimiş camın oksitli yüzeyle kuvvetli bir bağ oluşturmasıyla mikro çatlaklara maruz kalmıştır.

5.6. Deneyde Çıkarılan Sonuçlar

Bütün testlerde periyodik cam temasına maruz tutulmuş kalıp malzemelerinde oksidasyonun korozyona en etken olduğu görülmüştür. Ortam atmosferindeki oksijen ana etkiyi yapmaktadır.



ŞİŞECAM

Bu etki uygulamada şekillendirme esnasında kalıp yağlayıcılar kullanılarak azaltılmaya çalışılmaktadır. Camın kendisinde ayrıca bir oksijen kaynağıdır. Bu durum vakumda izotermal şartlar altında yapılmış testlerde camdaki oksijenin kalıpta temas alanı içinde cam yüzeyine çok yakın yerlerde oluştuğu görülmüştür. Bu durumda oksidasyon derecesinin cam kompozisyonunada bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Cam eriyiğinin ergitme ve hazırlama şartlarında kontrol edilen oksijen ve su içeriğinin kalıp yüzeyi oksidasyonunda önemli etkisi olabilmektedir.

Dökme demir gibi ana metaldeki düşük dayanımlı adhezif kalın oksit tabakaları cama yapışma ve ana metalden kopma eğilimindedirler. Oksitin kopmasından sonra metal daha fazla oksidasyona maruz kalmaktadır. Bu tip korozyonla uzun süre kullanımda kalıbın şekli değişime uğramakta ve bu şekillendirilmiş üründe hacimsel değişikliklere sebep olmaktadır. Cam yüzeyine yapışan oksit parçaları şişenin darbe ve iç basınç dayanımını önemli ölçüde düşürür.

CrNi çeliklerinde ya da sert Cr kaplamalarda oluşan yüksek bağ dayanımı olan ince oksit tabakalar cam eriyiğine yapışınca çok nadir olarak ayrılmaktadır. Cam ve oksit tabakasının ayrıldığı birçok durumda cam yüzeyinde oldukça sık çok kırılğan bir mikroyapı gözlenmektedir. Kalıp yüzeyindeki oksit tabakasına yapışan cam parçacıkları da daha fazla cam yapışmalarına yol açarak prosesi olumsuz yönde etkilemektedir.

Kalıp malzemesini korozyondan korumak için, yüksek oksidasyon ve aşınma dayanımlı seramik PVD film direkt olarak malzemeye uygulamak yeterli olmayabilir. Filmin boşluksuz ve çokfazlı aşımelerde ve hatta grafit inklüzyonlu dökme demir malzemelerde çatlaksız olarak uygulanması gereklidir. Bu durumda önce yüksek homojenlikte ve sertlikte bir alt kat kaplama ve sonra seramik PVD film üzerine uygulamak kaçınılmaz görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Pask, J.A. ; Fulrath, R.M. ; **"Fundamentals of glass metal bonding."** Pt. 8. Nature of wetting and adherence .J.Am.Ceram.Soc.45 no:12
- 2- Winther, S ; Schaeffer, H.A.: **"Effect of aggressive gases on the behavior of glass surfaces in contact with mold materials."** Glastech. Ber.61 (1988) no:7
- 3- Mercant, H.D. : **"Influence of metal roughness on surface texture of glass "**.Am.Ceram Soc. Bull. 42 no :2
- 4- Ernsberger, F.M. : **"Detection of strength -impairing surface flaws in glass "**. Proc.R. Soc. A257
- 5- Fairbanks, H.V. : **"Effect of surface conditions and chemical composition of metal and alloys on the adherence of glass to metal."** Scheveningen 1964
- 6- Edward Matthews, Acheson Chemical Company Information package ,
- 7- Dr.John Terence Golden : **"Mold lubrication practices"** ; Glass magazine , November 1994
- 8- Grayhurst , P: **"The Elimination of Manual Mould Doping "**: Glass magazine , November 1994

SICAK CAM İLE TEMAS EDEN METALLER ve MALZEMELERDE YÜZEY İYİLEŞTİRME

Volkan Günay

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Hakan Sesigür

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

ÖZET

Cam ambalaj ve ev eşyası ürünlerinde şekillendirme aşamasında cam-metal etkileşimleri, kalıp ömrü ve özelliklerinin değişimiyle cam ürünlerinin yüzey özellikleri açısından büyük önem arz etmektedir. Cam-metal etkileşiminde proses gereği sıcaklıklar farklı olabildiği gibi kullanılan metal-lerde çok farklı olmaktadır. Genellikle, sfero dökme demir, az alaşımlı çelikler veya yüksek alaşımlı paslanmaz çelikler kullanılmakta olup, metal seçimi kullanım sıcaklığı, kayganlık, korozyona dayanım, maliyet v.b. özellikler gözönüne alınarak yapılmaktadır.

Cam-metal etkileşiminin en yoğun yaşandığı kalıp yüzeylerinin performanslarının artırılması ve daha kontrol edilebilir özellikler için, çeşitli yüzey iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. İşletmelerimizde halihazırda bazı şekillendirme elemanları örneğin mastörler, yüzey işlemleri yapıldıktan sonra kullanılmaktadır. Bu yüzey işlemlerini basit olarak; ısı işlemler (nitrürleme) ve kaplamalar (seramik esaslı veya alaşım esaslı) olarak ikiye ayırabiliriz. Bu bildiriye, yüzey iyileştirme tekniklerine ve amaçlarına genel bir bakış verilecek olup ayrıca nitrürleme ısı işlemine tabi tutulmuş, plazma püskürtme tekniğiyle Al_2O_3 , WC-Ni seramik ve alaşım (Colmaloy) kaplanmış ve PVD tekniğiyle seramik kaplanmış numunelerin özellikleri verilecek ve uygulamalar tartışılacaktır.

1. GİRİŞ

Malzemelerde yüzey işlemleri (ısı işlemler ve kaplamalar); fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyileştirilmesi, ana malzemede sadece camla temas edecek yüzeyin istenilen özelliklere getirilmesi, malzeme kazancı, dizayn esnekliği ve ekonomik kaygılar gibi nedenlerle yapılmaktadır.

Kaplama işlemleri kendi içinde oldukça farklı gruplara ayrılmalarına rağmen genel olarak optik özelliklerin kontrolü, oksidasyon ve korozyon direncinin artırılması, sertliğin artırılması ve aşınmanın azaltılmasına yönelik yapılmaktadır. Tüm bu teknik özelliklerin yanı sıra sadece görsel uygulamalar için renk verici kaplamalar da yapılmaktadır.

Bu çalışmada, metalik malzemelerde yüzey iyileştirme yöntemlerinden ısı işlem, metalik ve seramik film kaplamalar ele alınmıştır. İnceleme yöntemi olarak, halihazırda üretim şirketlerimizin kendi yaptıkları çalışmalar, üretimde kullanılan bazı metalik malzemeler belirli kaplamalarla kaplanması ve bunların üretim hatlarında denenmesi şeklinde seçilmiştir.

Metalik malzemelerle cam etkileşimi konusunda bilgi alışverişinin sağlanması işletmelerde bugüne dek yapılan çalışmaların belirlenmesi amacı ile Haziran 1999 içerisinde Cam Araştırma Merkezi'nde yapılan atölye çalışmasında ortaya çıkan sonuçların en önemlilerini şu şekilde özetleyebiliriz:

- Üretim şirketlerimiz yada gruplarımız bugüne kadar kendi bünyelerinde yüzey kaplamalı kalıp ya da alternatif metalik malzemeler ile çeşitli denemeler gerçekleştirmiştir. Ancak bu çalışmaların sonuçlarının büyük bir çoğunluğu diğer işletmelere yansımamaktadır.
- Yapılan deneme çalışmalarının sonuçları sadece “iyi” ya da “kötü” olarak değerlendirilmekte ancak nedenlerine yönelik bir inceleme yapılmamaktadır.

2. YÜZEY İYİLEŞTİRME İŞLEMLERİ

2.1- Nitrüleme Isıl İşlemi ile Yüzey İyileştirme

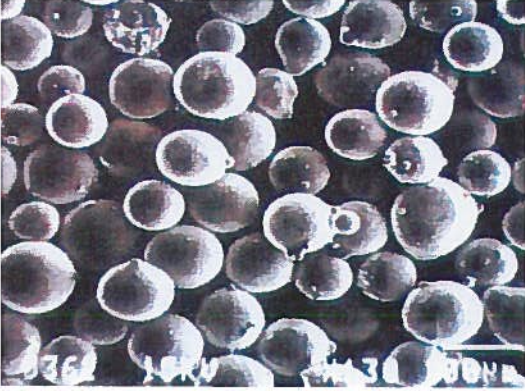
Demir esaslı malzemeler sıcaklığına bağlı olarak, çok farklı özellikte değişik kristal yapılarına sahiptirler. İyapı ve özellikler bakımından belirli bir durumu elde etmek üzere malzemenin solidüs sıcaklığının altında uygun sıra ve süre ile ısıtılıp soğutulmasına ısıl işlem denmekte olup işlem sırasında ortamın etkisi ile, örneğin nitrülemede olduğu gibi çelik yüzeyinin kimyasal bileşimi de değiştirilebilir. Nitrüleme ısıl işleminde sertliğin artışı azotun atomsal olarak parça yüzeyinden içeri yayınıp Fe_4N , Fe_2N ve alaşım elementlerinin nitrürlerini oluşturmasından meydana gelmektedir. 510-570°C de yapılan nitrüleme işlemine tabi tutulan demir esaslı malzemeler bu sıcaklığın üzerindeki çalışmalarda bir miktar özelliklerini kaybetmekle birlikte başlangıç özelliklerine göre çok daha iyi bir performansa sahiptirler.

2.2- Seramik Kaplamalar

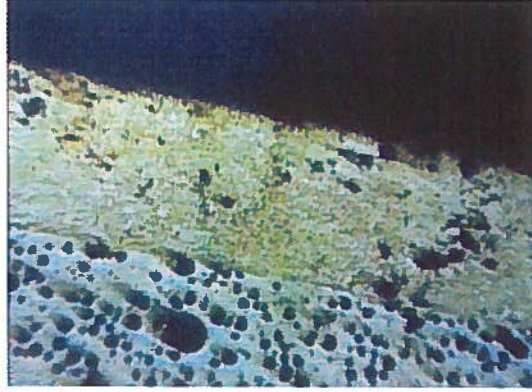
Seramik kaplamaların irdelenmesinden önce, tanımların doğru konması ve kullanılması gerekmektedir. Metalik malzemelerin seramik filmlerle kaplanmasında, yüzeyde oluşan fazın seramik malzeme tanımına uyması gerekmektedir. Örneğin Al_2O_3 kaplama dendiğinde, yüzeyde oluşan filmde Al_2O_3 seramiğinin özelliklerini taşıması beklenmektedir. Ayrıca “seramik” çok büyük bir malzeme grubuna verilen genel bir isim olup yapılan kaplamanın anlaşılması açısından kullanılan malzemenin belirtilmesi önemlidir. Çünkü seramik malzeme, oksit, karbür, nitrür veya bunların karışımları şeklinde olabilir. Bunların özellikleri ve kaplama olarak etkileri farklı olacaktır. Terminolojik olarak seramik kaplamaların, kompozisyonunda seramik katkıları içeren katı yağlayıcılar ile karıştırılması, bu malzemelere ait sonuçların yorumlanmasında hatalara neden olabilmektedir.

Genel olarak seramik kaplamalarda ticari uygulamaları olan üretim yöntemleri CVD (Chemical Vapour Deposition) ve PVD (Physical Vapour Deposition) tekniklerine dayanmaktadır. Bunların dışında geniş uygulaması olan plazma püskürtme yöntemi ile kaplama da bu çalışmada verilecek örneklerin üretildiği yöntemdir.

Yukarıda verilen yöntemlerden hem CVD hem de PVD hassas üretim koşulları gerektiren, kaplama tabakası kalınlığının ince olduğu ve parça boyutunun çok sınırlı olduğu üretim yöntemleri olup cam sanayiinde kullanılacak metalik malzemelerin kaplamasında zorluklar yaratabilmektedir. Plazma püskürtme yöntemi ise uygulama kolaylığı, kaplama çeşitliliği ve diğer yöntemlere göre daha ucuz olması bakımından tercih edilen yöntemdir. Bunların en önemli dezavantajı kaplama yapıldıktan sonra yüzeyin parlatma işlemine tabi tutulma zorunluluğudur. CVD ve PVD yöntemleri ile genelde birkaç mikron kaplama yapılırken plazma püskürtme yöntemi ile 500 mikrona kadar kalınlıkta kaplamalar yapılabilir. Şekil 1’de plazma yöntemi ile kaplama işleminde kullanılan tipik bir toz örneği görülmektedir. Şekil 2’ de ise bu toz kullanılarak sfero dökme demir malzeme üzerine yapılan kaplamaya ait bir kesit görüntüsü verilmektedir.



Şekil 1: Plazma püskürtme yöntemi ile yapılan kaplamada kullanılan tipik bir toz görüntüsü.



Şekil 2: Plazma Kaplama Yöntemi ile üretilmiş mastöre ait kesit görüntüsü.

2.3- Yapılan Çalışmalar

Sfero, pik ve çelik malzemeden üretilen el imalatı kalıp parçaları nitrüleme ile yüzey iyileştirme işlemine tabi tutulmuştur. Bunlardan çelik malzemeden üretilen el imalatı kalıbı işletme şartlarında denenmiştir. Söz konusu kalıp ile üretilen mamul ile sfero dökme demir kalıp ile üretilen aynı mamule ait yüzey görüntüleri Şekil 3'de verilmektedir.

Seramik kaplamaların cam sanayiinde denenmesi amacı ile Al_2O_3 , $Al_2O_3-TiO_2$, ZrO_2 kaplamalar plazma püskürtme yöntemi ile farklı metalik malzemeler üzerine kaplatılmıştır. Bunlardan $Al_2O_3-TiO_2$ kaplı sfero ve çelik kalıp el imalatı kalıpları, işletme şartlarında denenmiştir. Bu deneylerden önce yüzey kaplamalı ve kaplamasız malzemelere ait yüzey pürüzlülüklerinin belirlenmesi amacı ile her iki malzeme üzerinde yüzey pürüzlülüğü tayin cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Bu ölçümlere ait diyagramlar Şekil 4'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kaplamasız malzemede yaklaşık $5 \mu m$ olan yüzey pürüzlülüğü deşeri kaplı malzemede $0.6 \mu m$ 'a kadar düşürülmüştür.

Seramik kaplı ve kaplamasız sfero dökme demir bir kalıpla üretilen el imalatı cam ürünün dış yüzey topografyası Şekil 5'te verilmektedir. Her iki yüzey arasındaki fark çok açık olup seramik kaplamanın etkisi net bir şekilde gözlenmektedir.

2.4- Değerlendirme

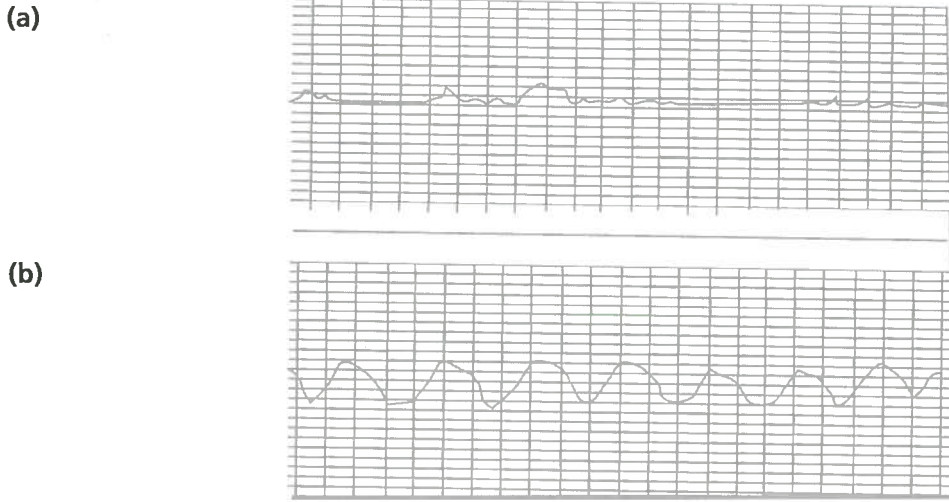
Ortaya çıkan sonuçlar sınırlı sayıda deneyler yapılmasına rağmen, büyük miktarda metalik malzeme kullanmakta olan ŞİŞECAM için üzerinde durulması, daha kapsamlı ve örgütlü çalışmaların sürdürülmesi gerekliliğini göstermektedir. Isıl işlem ve kaplama yönteminin avantaj ve dezavantajları şirketlerin çalışma koşulları ve lojistik dengeleri göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.



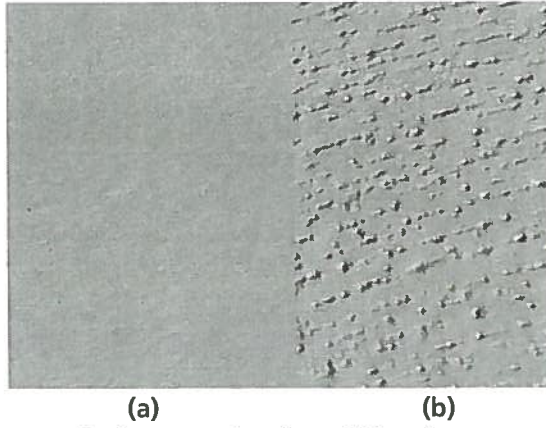
(a)

(b)

Şekil 3: Nitrürlenmiş kalıp (a) ve sfero kalıp (b) ile üretilmiş mamullerin yüzeylerinden elde edilen topografik görüntü.



Şekil 4: (a) Kaplamasız kalıba ait yüzey pürüzlülüğü
(b) Seramik kaplı kalıba ait yüzey pürüzlülüğü



Şekil 5: (a) seramik kaplı kalıp ile üretilen mamulün yüzey görüntüsü
(b) dökme demir kalıp ile üretilen mamulün yüzey görüntüsü

Teorik olarak yada laboratuvar uygulamalarında iyi sonuç veren yöntemlerin pratik uygulamalarda da aynı sonuçları verdiğinin denemesi gerekmektedir. Çalışmanın sonuçlanabilmesi için Araştırma-İş Geliştirme-İşletme koordinasyonu gerçekleştirilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmalarımızın işletme denemelerinde maddi ve manevi desteklerinden dolayı Genel Müdür Sn. Mehmet RABUŞ şahsında Denizli Cam Sanayii A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

3. KAYNAKLAR

- 1- A.J.SWIFT, "Modern Surface Analysis Materials Science" Metals and Materials, Kasım 1988, 688-692
- 2- C.G.S. SAUNDERS, "Ion Techniques in Surface Engineering" Metals and Materials, Kasım 1988,678-682
- 3- K.TOKMANOĞLU, "Ark Tekniği ile Seramik Kaplamalar ve Uygulamaları" Yüzey işlemler, Mayıs-Haziran, 1997 ,16-24

PRES-ÜFLEME ve PRES ÜRÜNLERİNDE YAĞ LEKESİ PROBLEMİNİN AZALTILMASI

Selçuk Özer - Oğuz Kartepe

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

H28 mamullerinde ebüşörde birikinti oluşmasının en önemli sebebi kullanılan asetilenin yaptığı birikinti (kurum) olup, yeni kullanılmaya başlanılan C53 karbonlayıcı ile kalitede artış ve değişen ebüşör sayısında azalma sağlanmıştır.

Pres ürünlerinde LPG ve kalıp yağlayıcılarının kullanımı ile oluşan birikinti (kurum) C53 kullanımı ile azaltılıp ürün yüzey kalitesi artmıştır.

Merkezi yağlama ile ilgili ekip çalışmasında yağ değiştirilmiş, yağlama sisteminin daha kontrollü olması sağlanmış, kullanılan yağ miktarı azaltılmıştır. Böylece H28 ve Pres makinalarında yağlama ile kalıplara bulaşan yağ en alt düzeye indirilmiştir.

Yine, sabit üfleme üretimlerde oluşan yağ lekesi problemi için kullanılan yağ cinsi sentetik yağ ile değiştirilmiş ve değişen kalıp sayısında azalma, kalitede artış sağlanmıştır.

Kalıp malzemelerinde yapılan değişiklikler ile kalitede ilerleme ve özellikle kromaj hatasından ve karıncalanmadan dolayı değişen kalıp sayısında azalma sağlanıp yüzey kalitesinde büyük iyileşmeler sağlanmıştır.

Bu bildiriye, yapılan çalışmalar sırasında yaşanan problemler ve çözümleri, elde edilen sonuçlar hakkında bilgiler verilecektir.

1. GİRİŞ

Pres ve pres üfleme makinaları züccaciye fabrikalarının makina parkının yaklaşık %90'ını oluşturmakta olup, 1957 yılından itibaren pres , 1959 yılından itibaren pres üfleme makinaları ile otomatik üretim yapılmaktadır.

Son yıllarda müşterilerimizden gravürü az, düz yüzeyleri fazla pres ve sabit üfleme pres üfleme (H28) yeni ürün talepleri artarak gelmiştir. Bu ürünler yağ lekesi gibi hataları çok fazla gösterdiği için daha berrak, net , parlak olarak üretimi gerçekleştirme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Kullanılan yağ , karbonlayıcı ve kalıp malzemesi cinsinde yapılan değişiklikler ile bu yeni ve zor ürünlerin yapılması başarılmıştır. Eski ürünlerimizde kalitede artış, kalıp değişim sayılarında azalma ve buna bağlı olarak maliyetlerde düşüş sağlanmıştır.

2. YAĞ LEKESİ PROBLEMİNİN KAYNAKLARI

- Pres üfleme makinalarında ebüşörde, pres makinelerinde kalıpta biriken kurumlaştırıcı- karbonlayıcı madde
- Makinada kullanılan yağ cinsi ve bunun herhangi bir şekilde kalıplara damlayarak veya silindir egzozlarından bulut gibi yayılarak leke yapması
- Kalıplardaki krom kaplamanın bozulması veya kalıp malzemesinin karıncalı olması sonucu bu bölgelerde birikim olması
- Kalıp sıcaklıklarının düşük olması

1998 yılına kadar yağ lekesi problemi fabrikamızdaki en önemli problemlerden biriydi. Bu problemin %80 kaynağı "a" şikkında belirtilen karbonlayıcı maddedir. 1997 Temmuz ayında denemelerine başlanılıp, 1998 yılından itibaren yoğun olarak kullanılan yeni bir karbonlayıcı gaz sayesinde yağ lekesi problemi ve kalıp değişim sayıları önemli ölçüde azalmış, mamullerimizin parlaklığı artmıştır.

3. KARBONLAMANNIN YAĞ LEKESİ HATASINA ETKİLERİ

3.1. Pres Üfleme Makinalarında Karbonlamanın Amacı, Yağ Lekesi Hatasının Oluşma Şekli

H28 makinalarında preslemeden önce ebüşör adını verdiğimiz damlanın düştüğü kalıp parçasına karbonlayıcı veya kurumlaştırıcı adını verdiğimiz, karbon miktarı yüksek bir madde püskürtülür. Bu karbonun bir kısmı damla düşene kadar ebüşörün içinde yanar. Bir kısım karbon ise ebüşöre yapışır. Preslemeden sonra parizon adı verilen preslenmiş cam kütlesine yapışan karbon tanecikleri, sarkma esnasında yanar. Ancak yanamayan çok az miktardaki hidrokarbonlar, sabit üfleme finişör yüzeyleri üzerinde birikinti yapmaya başlar, bu birikintiler çok arttığında mamulde istenmeyen yağ lekesi görüntüsü oluşur ve kalıp değiştirilerek problemin geçici olarak çözümü yoluna gidilir.



Fotoğraf No 1: H28 Makinalarında karbonlama uygulaması

Karbonlayıcı maddenin esas görevi preslemeden sonra camın ebüşörden kolay bir şekilde ayrılmasını sağlamaktır. Yeterli karbonlama yapılmazsa camın sıcaklığı direkt olarak ebüşöre geçer ve ebüşör ısınır. Ebüşör ısı yaklaşık 650°C geçtiğinde parizon ebüşöre yapışır ve imalat kaybına veya kalıp yaralanmalarına yol açar. Fazla karbonlama yapıldığında ise ebüşörde biriken karbon miktarı artar ve mamulde yağ lekesi adını verdiğimiz mat bir görüntü oluşur. Bakım veya uzun elektrik kesilmesi gibi herhangi bir durumda ebüşörler soğuduğu için, yüzeylerindeki aşırı karbon ebüşör yüzeylerine ayrılmayacak şekilde yapışarak yağ lekesi hatasına yol açar.

3.2. Pres Makinalarında Karbonlamanın Amacı, Yağ Lekesi Hatasının Oluşma Şekli

Pres makinalarında damlanın kalıba düşmesinden bir istasyon önce karbonlayıcı bir madde püskürtülerek kalıbın karbonlanması ve preslemeden sonra şekillendirilmiş ürünün kalıptan rahatça çıkması sağlanır. Karbonlayıcı maddenin düşük seviyede olması camın kalıba yapışmasına ve kalıptan kolayca ayrılamamasına, yüksek seviyede olması ise kalıp yüzeylerinde aşırı karbon birikmesine bunun sonucunda üründe yağ lekesi hatasına yol açmaktadır.

3.3. Geçmişte Kullanılan Karbonlayıcılar ve Yeni Karbonlayıcıya Geçiş Sırasında Elde Edilen Tecrübeler

1959-1983 yılları arasında karbonlayıcı olarak pres üfleme makinalarında kullandığımız kalıp yağları çok fazla karbon içerdiği için ebüşörde birikinti yapmakta ve çalışma ortamının kirlenmesine yol açmaktaydı. 1983 yılından itibaren kullandığımız gaz karbonlayıcı içindeki karbon miktarı ağırlıkça %92 dir. Oldukça yüksek olan bu yüzde nedeni ile karbonlayıcı, yağ lekesi hatasına çok sık yol açmaktadır. Yeni kullanmaya başladığımız karbonlayıcı gazın karbon yüzdesi düşük olup, ebüşör yağ lekesi hatasına çok az yol açmaktadır.

H28 sabit üfleme imalatlarında ise parizona presleme sonrası yapışan karbon tam yanamazsa finişörü kirletip daha büyük imalat kaybına yol açabilmektedir. Buna ilave olarak duruşlardan sonra



karbonlayıcı geç açılırsa veya unutulursa parizon tarafından ebüşörden çekilen karbon taneleri kalıbı çok kötü şekilde kirletmektedir. Yeni karbonlayıcı kullanıldığı durumlarda ebüşörler kirli olmadığı için bu problemlerle nadir olarak karşılaşılmaktadır.

Pres makinalarında yeni karbonlayıcı gaz , bardak türü derin imalatlarda krom-nikel alaşımlı kalıp malzemesi ile birlikte kullanılmaktadır. Krom-nikel alaşımlı kalıp malzemesi ile çalışan imalatlarda (Alıcıdan sonraki istasyonda ölçülen kalıp sıcaklığı 520-530°C) yüksek kalıp sıcaklıkları ile çalışmak mümkün olduğundan yeni karbonlayıcının kalıp içinde birikerek yağ lekesine sebep olması önlenmiştir. Bunun en önemli sonucu olarak mamul yüzey kalitesinde artış sağlanmıştır.

Yüzey kalitesinin artırılmasında ağız yakma ve gövde parlatma makinasında yapılan ayarlar ile kalite daha da iyi hale getirilmiştir.

Pres makinalarında üretilen tepsi türü gravürlü imalatlarda daha önceleri içinde %92 karbon bulunan gaz karbonlayıcı kullanılmaktaydı. Bu karbonlayıcı bu tür yassı imalatlarda iyi bir kalıp ayırıcı olmakla birlikte ürün yüzeyinde siyah lekeler oluşturmaktadır. Bu tür ürünlerde yeni karbonlayıcı gazın kullanılması siyah lekeleri önlemiş, ürün yüzey kalitesi yükselmiştir.

H28'lerde yeni karbonlayıcının kullanımı sırasında karşılaşılan en önemli problem mamulün üst orta bölgesinde çam ağacı kırışığı, dip üstü kırışık ve ebüşör-kalıp yaralanmalarıdır. Bu hatalara karşı iki bağımsız devre ve selenoid valf ile ebüşörler kurumlandırıldı. İki bağımsız devrenin yetmediği durumlarda yeni karbonlayıcıya, eski karbonlayıcıdan karıştırılan panolar bağlanarak kurumlandırma miktarı artırılmıştır. Halen üretici firma ile yeni karbonlayıcının içindeki karbon miktarının bir miktar artırılması için görüşmeler sürmektedir. Ebüşör dip çapı çok küçük olan bazı imalatlarda ve çok yüksek devirli bazı imalatlarda ise yeni karbonlayıcı ile olumlu sonuç alınamamış olup bu imalatlar eski karbonlayıcı ile karbonlanmaktadır. Yeni karbonlayıcı ebüşörlerde çok az kurum bıraktığı için damla yolları mekanizmasında boşluk olmaması gerekmektedir. Boşluğun fazla olduğu durumlarda dip üstü kırışık hatasına rastlanılmaktadır.

Aşağıdaki tabloda bir Pres Üfleme Makinası için eski ve yeni karbonlayıcı sarfiyatının karşılaştırılması ve birim fiyatlarla maliyet değerlendirilmesi görülmektedir.

Tablo 1: Karbonlama maliyetlerinin karşılaştırılması.

Eski Karbonlayıcı			Yeni Karbonlayıcı		
Sarfiyatı	Birim Fiyatı	Kullanım Maliyeti	Sarfiyatı	Birim Fiyatı	Kullanım Maliyeti
5.4 kg/gün	2.6 \$/kg	14 \$/gün	3.2 kg/gün	2.1 \$/kg	6.7 \$/gün

Görüldüğü gibi yeni karbonlayıcıya geçiş ile bir pres üfleme makinasında yılda 2628 \$ karbonlama maliyetinde tasarruf sağlanmaktadır.

4. KULLANILAN YAĞ CİNSİNİN YAĞ LEKESİ HATASINA ETKİLERİ

Pres Üfleme ve pres makinalarının, yağ lekesi probleminin çok artması nedeni ile 1996 yılında kurulan proje ekibi tarafından yapılan incelemeler sonucunda , mekanik ve pnomatik elemanlarda kullanılan ve sarfiyatı en fazla olan merkezi sistem yağının bu iş için uygun olmadığı, kalıplarda birikinti bıraktığı ve devrelerde tıkanıklıklara yol açtığı tespit edildi. Teknik işbirliği içinde olduğumuz IGC , yağ üretici ve makina üretici firmalarla yapılan görüşmeler sonucunda başka bir yağın daha uygun olduğu belirlendi. Yapılan denemelerden de olumlu sonuç alındığı için, 1996 yılı ağustos ayından itibaren merkezi sistem yağı değiştirildi. Proje ekibi daha sonra boru,devre ve keçe kaçaklarının düzeltilmesi amacıyla yapılan çalışmalarını ve yağlamanın daha uzun periyodlarla yapılmasını sağlayan zamanlama değişiklikleri ile yağ sarfiyatında %20 azalma sağlamıştır.



Kullanılan yağın değiştirilmesi ile elde edilen kazançlar aşağıdaki tabloda verilmektedir:

Tablo 2: Makina Yağının Değiştirilmesiyle Elde Edilen Kazançlar

DEĞİŞEN KALIP SAYISI		Kalite Kontrol Proseslerindeki Kalıp Yağ Lekesi Hatası		
	H28	PRES	H28	PRES
Eski Yağ	8 Ad./gün	14 Ad./gün	% 9	% 12
Yeni Yağ	4 Ad./gün	6 Ad./gün	% 4	% 5

Kullanılan yeni yağın fiyatı %56 daha pahalı olmakla beraber elde edilen üretim artışı ile yağ harcanan bedelin 7 misli kazanç sağlanmıştır. Bu hesaplarda kalıpların az değişmesi nedeni ile ömürlerinin uzaması ve kalıp tamir kazançları yoktur.

1998 yılında H28 sabit üfleme yeni ürün projesi olarak düz yüzeyleri çok fazla olan zor imalatlar denenmeye ve sete dönmeye başladı. Tamamen ihraç olan , kordonsuz kesme ve altın yıldız yapılan yüksek katma değerli bu ürünlerde yeni merkezi sistem yağının yeterli kaliteyi sağlayamadığı görüldü ve bu ürünlerde daha pahalı yağların kullanımına geçildi. Minimum kalıntı bırakan, yüksek sıcaklıkta kullanılmaya uygun olan bu yağlar ile kalitede önemli artışlar sağlandı, kalıp kolunun kapalı kalmasına bağlı bindirmelerde azalma görüldü. Bu yağların fiyatı normal yağın 6 misli olup elde edilen sonuçlar aynı dönemde yaptığımız kalıp malzemelerindeki değişiklikler ile birlikte bildirinin sonunda verilmektedir.

Bildirimizde teknik sır olduğu için ve reklam olmaması için kullanılan yağ markalarını belirtmiyoruz.

5. KALIP MALZEMESİNİN, YAĞ LEKESİ HATASINA ETKİSİ

H28 makinalarında sabit üfleme imalatların üretilmeye başlandığı 1984 yılından sonraki dönemde ebüşör ve finisör malzemesi olarak krom kaplama gerektiren çelikler kullanıldı. Uzun dönemli kullanımda özellikle 2-3 yıllık kullanımdan sonra bu malzemelerde karıncalanma (küçük gözenekler) oluştuğu görüldü . Bu karıncalı bölgede kromajın bozulması ve yağ taneciklerinin burada kurum olarak birikmesi nedeni ile çok fazla ıskarta verildi.

1995 yılından sonra IGC ile yapılan tartışmaların ışığında birçok malzeme denendi ve içindeki krom yüzdesi, ısı iletim katsayısının çalışma sıcaklığına göre değişimi, korozyon, karıncalanma özellikleri ve fiyatı gözönünde bulundurularak kalıp malzemesi değiştirildi. Kullandığımız kalıp malzemesi teknik sır olduğu için burada yazamıyoruz.

6. SONUÇLAR

Ebüşör ve kalıp malzemesi değiştirildikten sonra aynı dönemde kullanmaya başladığımız yeni yağların ve karbonlayıcının da etkisi ile sabit üfleme imatatlarda değişen kalıp ve ebüşör sayısında önemli azalmalar elde edildi. Aşağıdaki tabloda 1996 ve 1999 yıllarında aynı imatatlardaki kalıp değişim sayısı karşılaştırılmaktadır:

Tablo 3: Pres Üfleme 42863 ve 42868 Üretimlerinde Kullanılan Karbonlayıcı,Yağ ve Kalıp Malzemesi Değiştirilerek Kalıp Değişim Sayısında Elde Edilen Azalmalar

DEĞİŞEN KALIP SAYISI			FİNİSÖR DEĞİŞİM SAYISI	
	1996	1999	1996	1999
42863	8.7 Ad./gün	1.2 Ad./gün	9.6 Ad./gün	1.5 Ad./gün
42868	6.3 Ad./gün	0.9 Ad./gün	7.8 Ad./gün	0.9 Ad./gün



Bir ebüşörün makinadan çıkıp , Kalıp İşleri Şefliğinde temizlenip tekrar makinanın yanına gelmesinin maliyeti 14 \$ dir. Bir sabit üfleme finisör için aynı maliyet 22 \$'dır. Yapılan iyileştirmelerden sonra yılda 90 bin \$'lık bir tasarruf sabit üfleme çalışan bir pres üfleme üretim hattının, kalıplarının temizlenmesi ile ilgili işlemlerde sağlanmıştır. Bir ebüşörün en fazla 50 defa , bir sabit üfleme finisörün en fazla 75 defa temizlenebileceğini öngörürsek kalıp ömürlerinde de önemli artış sağlanacağı açıktır.

Pres makinalarında 1998 yılından sonra kullanılmaya başlanan krom-nikel alaşım malzemeli kalıplar ile birlikte kalıp ayırıcı olarak yeni karbonlayıcı kullanımıyla birlikte kalıp değişim sayılarında ve kalıp hatalarına bağlı iskarta oranlarına büyük düşüşler sağanmıştır. Aşağıdaki tabloda 1996 ve 1999 yıllarında aynı imatlardaki kalıp değişim sayısı karşılaştırılmaktadır.

Tablo 4: Pres Üretimler İçin Kalıp Değişim Sayısında Elde Edilen Azalma:

İmalat No	KALIP DEĞİŞİM SAYISI	
	1997	1999
52446	15.1 Ad./gün	9.6 Ad./gün
52449	12.8 Ad./gün	4.9 Ad./gün

Kalıp bakım birim maliyeti ve kalıp değişim sayısı ile ilgili kalıp maliyetleri incelendiğinde aşağıdaki tablodaki değerler elde edilir.

Tablo 5 : Pres Kalıp Bakım Maliyetleri

	Birim kalıp bakım maliyeti	Toplam maliyet/gün
Krom kaplama	22 USD	375 USD
Krom-nikeli	7.5 USD	56 USD

Yukarıda bahsedilen bütün sonuçlara, iskarta olmayan mamullerden elde ettiğimiz kazançları da ekleyip toparlarsak aşağıdaki tabloyu elde ederiz.

Tablo 6: Yağ Lekesi Probleminin Azaltılması İle Bir Yılda Fabrikamızda Elde Edilen Tasarruflar

Kalıp temizleme işlemlerinde	290.000 USD
Karbonlama maliyetinde	23.000 USD
Kalıp ömürlerinin artması ile	110.000 USD
İskarta ürünlerin azalması ile	315.000 USD
TOPLAM	738.000 USD

Bunlara ilaveten yapılan iyileştirmeler sonucunda düz yüzeyleri fazla olan sabit üfleme ve pres mamuller çok daha yüksek kalite ile üretildi, Avrupadaki pazar payımız arttı, pres ürünler ile Amerika pazarına girdik ve iç pazardaki mevcut ve muhtemel rakiplerimizle daha etkin mücadele sağlandı.

MEKANİK AĞIZ SERTLEŞTİRME MAKİNASI

Baha Taşköy - Oğuz Kartepe

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

Tavlama prosesi, cam ürünlerdeki şekillendirme sırasında oluşan kalıcı gerilimlerin azaltılması için oda sıcaklığına kadar yapılan kontrollü bir soğutma prosesidir. Fakat bazen kalıcı gerilimlerin bulunmasının avantaj olduğu durumlar da mevcuttur. Bu gerilimler camın mekanik mukavemetini arttıran gerilimler olup, camın sertleştirilmesi (temperleme) olarak adlandırılır.

Sertleştirme prosesi, şekillendirme işleminden hemen sonra camın yumuşama sıcaklığının hemen altındaki sıcaklığa kadar ısıtılmasını takiben basınçlı hava ile ani olarak soğutulması sonucu mekanik mukavemetinin artırılması işlemidir. Bu proses sonucu cam yüzeyinde basma gerilimleri oluşurken, bu gerilimler iç taraftaki çekme gerilimleri tarafından dengelenir.

Ağız sertleştirme prosesi ise sertleştirme işleminin, şekillendirme ve kalıcı gerilimlerin azaltılmasını sağlayan tavlama işlemini takiben ikincil bir proses olarak cam ürünlerin ağız kısmındaki bölgeye uygulanmasıdır. Proses sonucunda cam ürünün sadece ağız kısmında mekanik mukavemeti arttıran kalıcı gerilimler mevcutken, diğer bölgelerde kalıcı gerilim yoktur.

Özellikle Horeca kesiminde ağız sertleştirme görmüş züccaciye ürünlere olan yoğun talep, pres ve pres üfleme ürünlerde ağız sertleştirmeyi sağlayan bir makinanın tasarım ve imalatının gerçekleştirilmesini zorunlu kılmıştır.

GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYINLANMAMIŞTIR.

BORCAM KAPAK DELME MAKİNASI

Tuğrul Misoğlu

Cam Ev Eşyası Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

Zeki Alimoğlu

Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

Borcam Kapak Delme makinası, borosilikat pres üretim hattında imal edilen 'borcam tencere kapaklarına' plastik kulp takma amacıyla, merkezde delik açan yeni bir tam otomatik makina ve üretim prosesidir.

Söz konusu makina Kırklareli Fabrikamızın borosilikat pres üretim hattında sıcak uçta in-line olarak Nisan'99 da üretime alınmıştır. Üretim tekniği olarak, yüksek hızlı oksijen alevi ile eritme yöntemi kullanılmaktadır.

Kullanılan tüm proses ve mekanizmalar özgün olup; tasarımı ekibimize aittir. İmal edilen ürünü plastik kulp vidalanmasını takiben metal tencerelerde kapak olarak kullanılmaktadır.

Uygulanan Prosesin Açıklaması:

Pres makinasında şekillendirilen, yakma makinasında yakma-parlatma prosesinden geçirilen mamül sevo-elektronik ve pnömatik yükleyici ile delik delme makinasına yüklenmektedir. Delik delme makinası, indeksli hareket eden döner bir tabla üzerinde 8 istasyona sahiptir. Her istasyonda hareketli mekanizma üzerindeki yüksek hızlı alev oluşturan pilotlu özel yakma bekleri kapak merkezinde, isteğe göre 6-8 mm çapında delik açabilmektedir. Delme işlemi sırasında alev dışında kesici delici herhangi bir araç kullanılmamaktadır. Hareketler ve kumanda elektro pnömatik olarak ve PLC kontrolüyle sağlanmaktadır. Makina üzerinde kapakların termal şok ile kırılmasını önlemek üzere ikincil ısıtma yapılmaktadır.

Delik açma ve ısıl işlemi tamamlanan tencere kapakları, otomatik boşaltma mekanizması ile makineden boşaltılmaktadır.

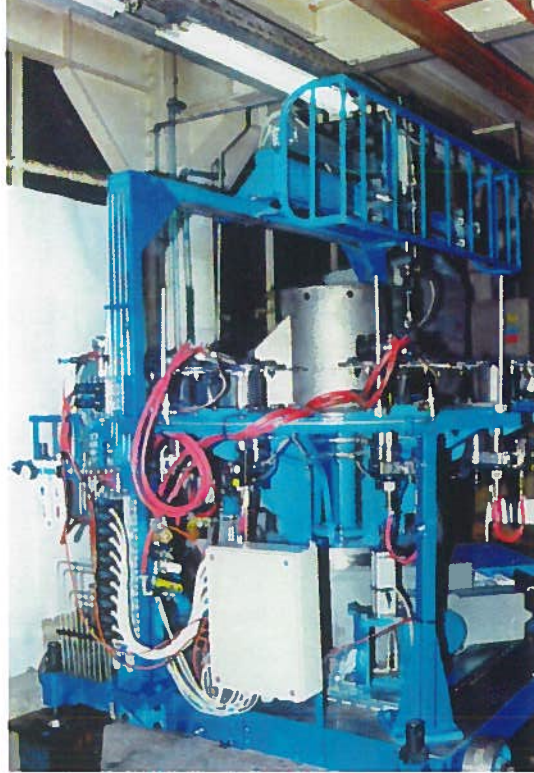
Makinanın maksimum üretim hızı: 25 adet/dak

Proje Bilgileri	
Proje Başlangıcı	Nisan'98
Prototip Denemeleri	Haziran'98
Tasarım	Eylül'98
İmalat ve montaj	Aralık'98
Deneme Üretim	Nisan'99
Toplam Bütçe	83.000 USD
TÜBİTAK AR-GE Desteği Müracaat tarihi	18 Şubat 1999

1.GİRİŞ

Teflon tencere üreticileri tarafından iki tür cam kapak kullanılmaktadır. Yurt içinde üretim yapan firmalar, düz camdan imal edilen çevresi metal şeritle takviye edilmiş cam kapak kullanılmaktadır. Yurt dışında üretilen teflon tencerelerde ise borosilikat kapak yaygın olarak görülmektedir. Plastik esaslı tutamak vida ile kapağa bağlanmaktadır. Tutamağın vida ile kapağa bağlantısının

otomatik olarak yapıldığı makinalarda deliğin kapak merkezinde olması önemli olmaktadır. Pres makinasında üretilen borcam ürünlerin merkezinde delik açma işlemi için "Borcam Kapak Delme Makinası" geliştirilmiştir. Proje ile yurt içi ve yurt dışı tencere üreticilerinin kapak talebinin karşılanması amaçlanmaktadır.



Makinanın Genel Görünümü

2. ARAŞTIRMA - İNCELEME

2.1 Metod ve Ekipman Araştırması

Kapak merkezinde istenen özellikte deliğin yaratılması için üç alternatif yöntem incelenmiştir. Bunlar sırasıyla;

- a. Laserle Delme Metodu
- b. Punching Metodu
- c. Alevle Delme Metodu.

2.1.1. Laserle Delme Metodu

Laserle delinen muhtelif numuneler yaptırıldı. Ürün üzerinde istenen özellikte delik açmak mümkün olmasına rağmen; laser ışık reaktörü yatırımına ihtiyaç vardır. Laserle açılan delik çevresinde oluşan termik gerilmelerin yok edilmesi için ürünün soğutma fırınından geçirilmesi gerekmektedir.

Laser reaktör yatırımı gerektirmesi nedeniyle bu alternatif çözüm uygun bulunmamıştır.

2.1.2. Punching Metodu

Bu yöntemde ürün merkezi alev altında yumuşatıldıktan sonra delik, metal bir uç ile delinmektedir. Alevle delme metodunda sağlanan başarı sonucu bu yöntemin incelenmesine gerek görülmemiştir.

2.1.3. Alevle Delme Metodu

Bu yöntemde ürün merkezi, pilot alevli premix gaz-oksijen bek alevi ile lokal olarak ısıtılarak delinmektedir.

Yöntemin en kritik ekipmanı uygun bek olmaktadır. Delik çapı, delme süresi tamamen bek tasarımına bağlıdır.

Uygun bek yurt dışından temin edilerek prototip düzeneklerde delme denemeleri yapılmıştır. Denemelerden elde edilen numunelerin istenen kaliteyi sağlaması üzerine delme prosesinin premix gaz-oksijen bekleri ile yapılmasına karar verilmiştir.

3. MAKİNA TASARIMI

3.1. Tasarım şartları

Pres makinasında üretilen mamül yakma makinasında işleminden geçtikten sonra delik delme makinasına otomatik yüklenecektir. Bir başka deyişle delik delme prosesi yakma makinasının hemen sonrasında yapılan in-line bir işlem olacaktır. Bu nedenle delik delme makinasının, 25 adet/dak. üretim hızı ile indeksli çalışan pres makinası ile senkronize olarak çalışması beklenmektedir.

Üretilen kapaklarda delik merkez kaçıklığı en fazla 0,5 mm. olmalıdır.

Tam otomatik işleme uygun otomasyon sistemine sahip olmalıdır.

Delik işlemi premix gaz-oksijen kullanan bekler kullanılacaktır.

Geliştirilecek makina ve üzerindeki donanım sıcak şartlarda 24 saat kesintisiz çalışmaya uygun olacaktır.

Tasarım şartlarına uygun olarak genel makina özellikleri ve fonksiyonlar belirlenmiştir.

3.2. Makina Özellikleri ve Fonksiyonları

Döner tabla, bek hareket mekanizması, mekanik indeksli tahrik ünitesi, döner distribütör, bek aşağı yukarı hareket silindirleri, yükleyici mekanizma, boşaltıcı mekanizma, ters çevirme ünitesi, ıskarta atma mekanizması, şase ve otomasyon sistemi delme makinasını oluşturan ana üniteler olmaktadır.

a. Döner tabla: Sekiz adet bek hareket mekanizmasını taşımaktadır. İndeks hareketi yapmaktadır.

b. Bek hareket mekanizması: Delme işlemi boyunca mamül ve delme bekini taşıyan mekanizmadır. Mamül, ısıya dayanıklı özel sınırlayıcılar ile bek merkezine getirilmektedir.

c. Mekanik indeksli tahrik ünitesi: Ferguson prensibi ile çalışmaktadır. Üzerinde bir adet asenkron elektrik motoru bulunmaktadır. Yurt dışından temin edilmiştir.

d. Döner distribütör: Döner tabla ile hareket eden delme beklerine gaz ve oksijen döner distribütör ile beslenmektedir. Mekanik indeks ünitesi üzerindeki sabit kolon üzerine bağlıdır. Yurt dışından temin edilmiştir.

c. Bek aşağı yukarı hareket silindirleri: Ma-



Bek Hareket Mekanizmasının Görünüşü

kinaya mamül yükleme istasyonunda bek yukarı hareket silindiri delme bekini yukarıya doğru iter ve bekin mamüle belli mesafede kilitlenmesini sağlar. Aşağı hareket silindiri Delme işleminin tamamlanmasından sonra bekin aşağı inmesini temin eder.

d. Yükleyci mekanizma: Yakma makinasından mamül direkt olarak delme makinasına yüklenmesi için servo elektronik yükleyici tasarımı yapılmıştır.

e. Boşaltıcı mekanizma: Delme işlemi tamamlanan kapaklar, makinadan lineer boşaltıcı mekanizma ile ters çevirme ünitesine transfer edilmektedir. Mamül mekanik olarak tutulmaktadır.

Yatay hareket stroku : 600 mm.

Dikey hareket stroku : 150 mm

d. Ters çevirme ünitesi : Mamül ters çevirici tarafından çıkış bantına ters çevrilerek bırakılır.

e. Iskarta atma mekanizması: Boşaltıcı tarafından alınamayan kapaklar makinadan bu mekanizma yardımı ile atılmaktadır.

f. Şase : Yükleyci ve boşaltıcı mekanizmalar dışında bütün makina donanımı monoblok şase üzerine yerleştirilmiştir.

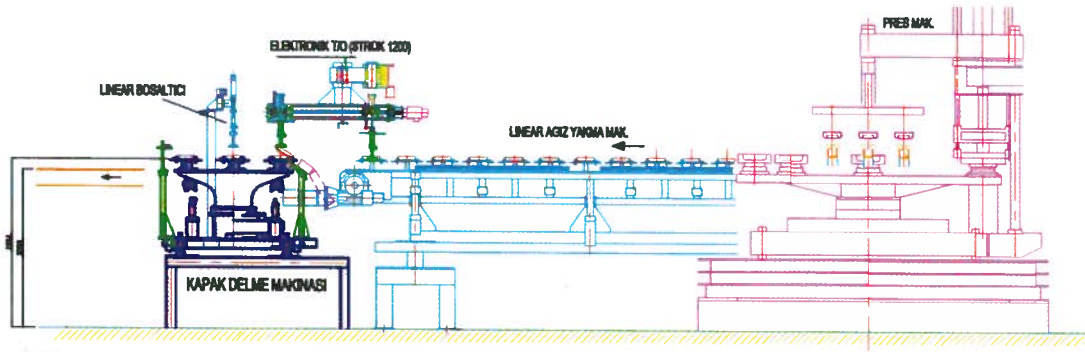
g. Otomasyon sistemi: Makinaya ait tüm fonksiyonlara elektro pnomatik olarak kumanda edilmektedir.

h. Diğer özellikler :

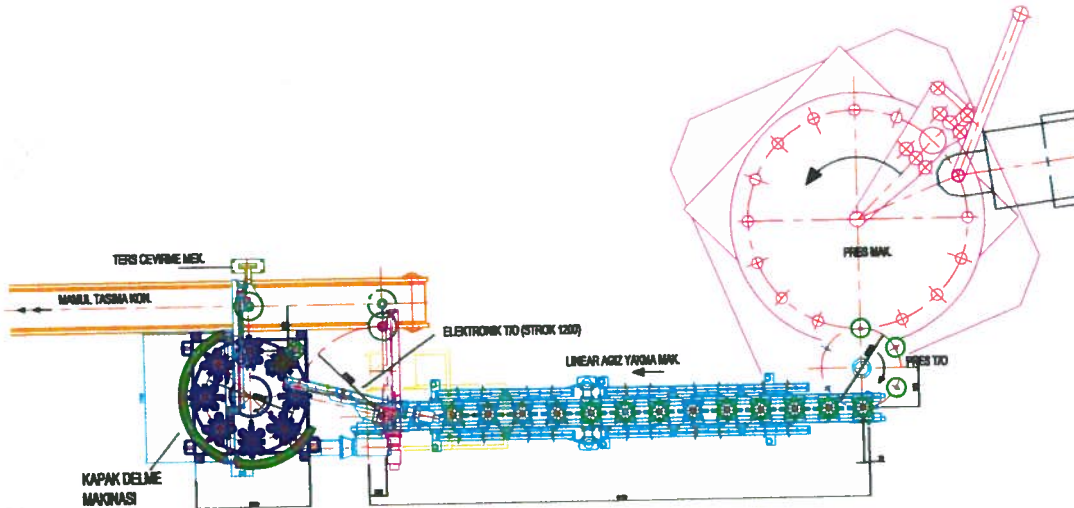
Ürün çapı : 150 mm- 400 mm.

Üretim hızı : 25 adet/dak.

Operatör sayısı : Bir kişi acil durumlarda ve arıza halinde müdahale için gereklidir.



Delikli Kapak Üretim Hattı



Delikli Kapak Üretim Hattı (Plan Görünüşü)

4. PROJE MALİYETİ

Prototip Yapımı	:	\$	4,600
Komple Makina Donanımı	:	\$	73,600
Otomasyon	:	\$	4,700
TOPLAM	:	\$	83,000
Ar-Ge Desteği	:	\$	27,000
NET MALİYET	:	\$	56,000
YILLIK CİRO (TAHMİNİ)	:	\$	1,500,000

5. PROJE ZAMAN PLANI

Proje iş adımları, tamamlama tarihleri ile aşağıda verilmektedir.

Proje Başlama Tarihi	1 Ay	1 Haziran 1998
Metot Araştırması	1 Ay	1 Tem. 1998
Komple Makina Tasarımı	2 Ay	8 Ekim 1998
Prototip Section İmalatı	1 Ay	5 Ekim 1998
Komple Makina İmalatı	2 Ay	29 Kasım 1998
Makina Montajı	1 Ay	27 Aralık 1999
Otomasyon	2 Hafta	5 Ocak 1999
Makina Testleri	3 Gün	8 Ocak 1999
Deneme Üretimi	2 Nisan	1999

Fikir düzeyinden çıkarak tüm mühendislik, tasarım, imalat, montaj 7 ay gibi bir sürede tamamlandı. Deneme üretimi Kırklareli Fabrikası'nda yapılan makina sıcak şartlarda test edildi; üretilen numuneler yurt dışındaki müşteri tarafından onaylandı. Sıcak şartlarda gözlenen sorunlar çözümlenerek proje tamamlandı.

6. SONUÇ

Fikir aşamasından itibaren imalat tekniği ve mekanik tasarımı ile özgün tam otomatik bir makina CEE mühendislik kaynakları ile başarılmıştır.

OTOMATİK CAM İMALAT HATLARINDA GELİŞTİRİLEN ELEKTRONİK KUMANDALI MEKANİZMALARA AİT İKİ ÖRNEK

Uğur Çoğal

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası

ÖZET

Bir fabrikanın en önemli uğraşlarından biri de maliyetleri olabildiğince aşağı düşürmektir. Makinalardaki duruşları en aza indirmek, imalat değişimlerinde ayar gerektiren mekanizmaları, ayar gerektirmeyecek veya çok kolay ayarlanabilecek hale getirmek, üretim sırasında oluşan kayıpları sıfırlamak hep bu amaca hizmet eden çabalardır. Kırklareli Fabrikamızda da sistemler sürekli sorgulanmakta ve geliştirmeye çalışılmaktadır. Bildiride bu çalışmalardan iki örnek sunulmaktadır.

1. GİRİŞ

1.1 PRES MAKİNALARINDA ELEKTRONİK MAKAS UYGULAMASI

Gerçekleştirdiğimiz elektronik makas sistemi ile pres makinalarında damla kesme işlemi bir servomotor yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Mevcut makas sisteminde; feeder tahrik sistemi; planger kamı ile makas kamına hareket verir ve makas kamındaki gale vasıtasıyla da makaslar açılma ve kapanma hareketi yapar.

Buradaki en büyük olumsuzlukları üretiminin damla kalitesini belirleyen en önemli faktör olan makas hızıyla on-line olarak çok dar bir alanda oynayabilmesi ve imalat değişimlerinde de yeni üretim hızına göre mecburen makas kamını uygun makas yardımıyla değiştirmesi ve bunun için zaman kaybetmesidir.

Elektronik makas sisteminde ise makasın kesme hızı makine hızından bağımsızdır ve kasnak hareketini bir servomotordan almaktadır.

Bu sistemde, üretimi makas hızını hızlanma ve yavaşlama ivmelenmesini ve damla kesme anını (gaz ayarını) bir operatör paneli üzerinden sisteme yüklemekte ve gerektiğinde on-line olarak değiştirebilmektedir. Ayrıca en iyi durumu hafızaya alıp bir sonraki aynı imalatta bu değerleri direkt olarak kullanabilmektedir.

Böylece kam değişikliklerinden kaynaklanan kayıp zaman ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca kesmede daha iyi ayarlama ve kontrol sağlandığından imalat hatası olan makas yarası hatalarında azalma ve makas ömürlerinde de artış sağlanmıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen bu sistemde;

- 1- Farklı imalat devirlerinde farklı makas kamı kullanılmaması ile, stok maliyetlerinde azalma ve imalat değişim sürelerinde azalma,
- 2- Hassas kesme hız ayarı yapılabilmesi ile de, makas yarası hatalarında azalma, makas ömürlerinde artma, kesmede daha iyi kontrol, dengeli ve istikrarlı damla yükleme, kalite ve verimlilik artışı sağlanmıştır.

1.2 İMALAT HATLARINDA ELEKTRONİK STAKER UYGULAMASI

Gerçekleştirdiğimiz elektronik staker sistemi ile, imalat hatlarında mamuller staker konveyöründen soğutma bandına sürtünme izi oluşmadan ve kayıpsız olarak aktarılmaktadır.

Mevcut staker sistemlerinde, tüm mekanizmalar tek bir asenkron motorla ve buna akuple bağlı fırın-kavrama ünitesi ve mekanik varyatörle tahrik almakta ve mamul, konveyörden soğutma bandına iterek aktarmaktadır.

Elektronik staker sisteminde ise, sistemdeki tüm yatay ve dikey eksenler servomotorlarla tahrik edilmektedir. Bir önceki örnekte de olduğu gibi, burada da motorların hızları, hızlanma ve yavaşlama ivmeleri ve start anları bir operatör paneli üzerinden sisteme yüklenmekte ve gerektiğinde imalatçı tarafından on-line olarak değiştirilebilmektedir.

Ayrıca gene, o imalat için en iyi durum hafızaya alınmakta ve bir sonraki aynı imalat için en iyi durum hafızaya alınmakta ve bir sonraki aynı imalatla bu değerler direkt olarak kullanılmaktadır.

Böylece elektronik staker sistemi, imalat değişimleri sonrası ayarların rahatça ve daha kısa sürede yapılmasına olanak sağlayarak zaman kayıplarını önlemiştir. Ayrıca mamulleri gripperler vasıtasıyla kaldırıp soğutma bandına bıraktığı için mamul üzerinde iticinin oluşturduğu gibi sürtünme izi oluşmadığı için kalite artmıştır. Sarsıntısız ve optimum hızlarla çalıştığından transfer kayıplarında en aza indirilmiştir.

2. PRES MAKİNALARINDA ELEKTRONİK MAKAS UYGULAMASI

Gerçekleştirilen elektronik makas sistemi ile pres makinalarında damla kesme işlemi, bir servomotor yardımıyla yapılmıştır

Mevcut makas sisteminde, feeder tahrik sistemi planger kamı ile makas kamına hareket verir ve makas kamındaki gale vasıtasıyla da makaslar açılma ve kapanma hareketi yapar.

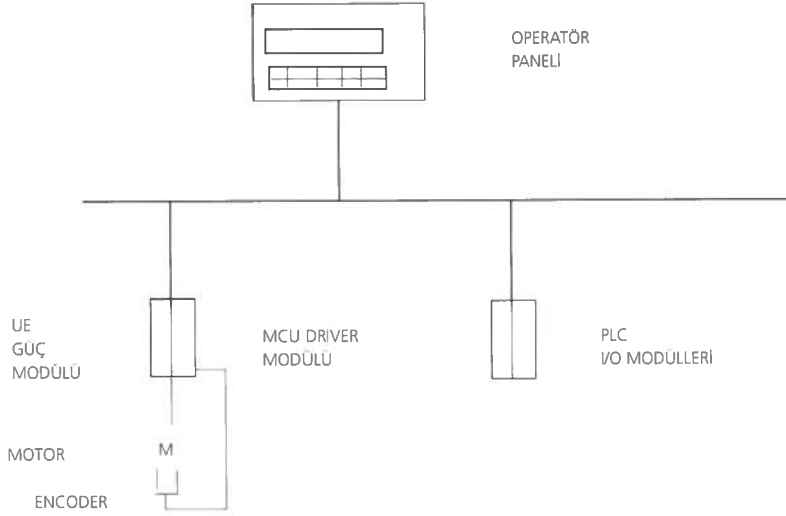
Buradaki en büyük olumsuzluk, imalatçının damla kalitesini belirleyen en önemli faktör olan makas hızıyla on-line olarak çok dar bir alanda oynayabilmesi ve imalat değişimlerinde de yeni üretim hızına göre mecburen makas kamını uygun makas kamlarıyla değiştirmesi ve zaman kaybetmesidir. İmalatın boyutlarına göre kullanılmak üzere fabrikamızda 6 farklı makas kamı mevcuttur. Elektronik makas sisteminde ise makasın kesme hızı makina hızından bağımsızdır ve kasnak hareketini bir servo motordan almaktadır.

Bu sistemde, imalatçı ;

- 1- Makas hızını (mm/dk),
- 2- Hızlanma ivmelenmesini (%),
- 3- Yavaşlama ivmelenmesini (%),
- 4- Damla kesme anını (faz ayarını) (sn),

bir operatör paneli üzerinden sisteme girmekte ve gerektiğinde on-line olarak değiştirebilmektedir. Ayrıca en iyi durumu hafızaya alıp bir sonraki aynı imalatla bu değerleri direkt olarak kullanabilmektedir. Böylece kam değişikliklerinden kaynaklanan kayıp zaman ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca kesmede daha iyi ayarlama ve kontrol sağlandığından imalat hatası olan makas yarası hatalarında azalma ve makas ömürlerinde artış sağlanmıştır.

Sistemi elektronik kumanda açısından incelersek basit olarak ;



şeklindedir.

Sistem, MCU modülüne yüklenen program ve operatör panelden girilen parametreler doğrultusunda çalışır. Operatör panelde, MCU modülü ile haberleşmeyi ve parametre konfigürasyonunu sağlayan bir program mevcuttur. Sistemin kontrolü yani parametre girişleri, pozisyon izlenmesi vb. operasyonlar operatör panel üzerinden yapılır.

PLC I/O modulu de, kumanda butonları, referans kontakları ve kontak akışları için MCU modülüne interface görevi yapar.

Enerji kesildiğinde veya herhangi bir acil durumda makasların açık kalması için pnömomatik bir devre mevcuttur.

Sisteme start verildiğinde, makaslar başlangıçta her durumda açık olacağından sistem başlangıç noktasını referans kabul eder ve belirtilen hız değerlerinde çalışmaya başlar. Sistem her damla kesme hareketi için gelen başlangıç sinyalini bekler. Sinyal geldiğinde hareketini yapıp ikinci sinyali bekler. Sinyal ile harekete başlama zamanı arasında bir gecikme zamanı parametresi vardır. Bununla kesme noktası zamansal olarak makinist tarafından ayarlanır.

2.1 SONUÇ

Sonuç olarak geliştirilen bu sistemle;

1- Farklı imalat devirleri için farklı makas kamı kullanılmaması sonucu ;

1.1- Stok seviyelerinde azalma :

Pres üretim makinalarında 6 çeşit makas kamı kullanılmakta ve her makas kamının 2 yedeği bulunmaktadır. Ortalama 450 USD/kam için stok maliyetlerinde azalma 8.100 USD'dir.

1.2- İmalat değişim sürelerinde azalma :

Kam değişiminden kaynaklanan kayıp zaman ortadan kalkmış, imalat değişim süreleri (bu hat için) ortalama 9 dakika kısalmıştır.

İmalattan Çıkan Kalıp	İmalattan Giren Kalıp	İmalatta Değişim Tarihi	Kam Değiştirme Süresi (dk.)
53006	52325	02/02/98	10
51018	51008	03/04/98	8
51008	51238	09/04/98	8
51068	54046	11/05/98	9
54108	51148	08/06/98	7
51148	51038	19/06/98	10
51038	51238	26/06/98	9
51238	51138	01/07/98	7
51138	51148	13/07/98	10
51148	51068	22/07/98	9
51068	51018	29/07/98	8
ORTALAMA	KAZANÇ	SÜRE (dk)	9

01.01.1999-30.06.1999 tarihleri arasındaki imalat değişimleri göz önüne alınarak (bu imalat hattı için)

Kazanç süre (dk)	İmalat Değ.Ad. (21/01/99-30/06/99)	Ort.Devir (damla/dk)	Ort.Verim (%)	Kazanç Ürün (adet/1/2 yıl)
9	24	34	82	8.029

Tüm pres hatları için bu veriler ışığında kazanç ürün yaklaşık 77.000 adet/yıl ve üretim artışının getirisi yaklaşık 15.500 USD/yıl ek cirodur.

2- Hassas kesme hız ayarı yapılabilmesi ile de :

- 2.1- Makas yarası hatalarında azalma,
- 2.2- Makas ömürlerinde artma,
- 2.3- Kesmede daha iyi kontrol,
- 2.4- Değerli ve istikrarlı damla yükleme,
- 2.5- Kalite ve verimlilikte artış

sağlanmıştır.

3. İMALAT HATLARINDA ELEKTRONİK STAKER UYGULAMASI

Gerçekleştirilen elektronik staker sistemi ile, imalat hatlarında mamuller staker konveyöründen soğutma fırını bandına sürtünme izi oluşmadan ve kayıpsız olarak aktarılmaktadır.

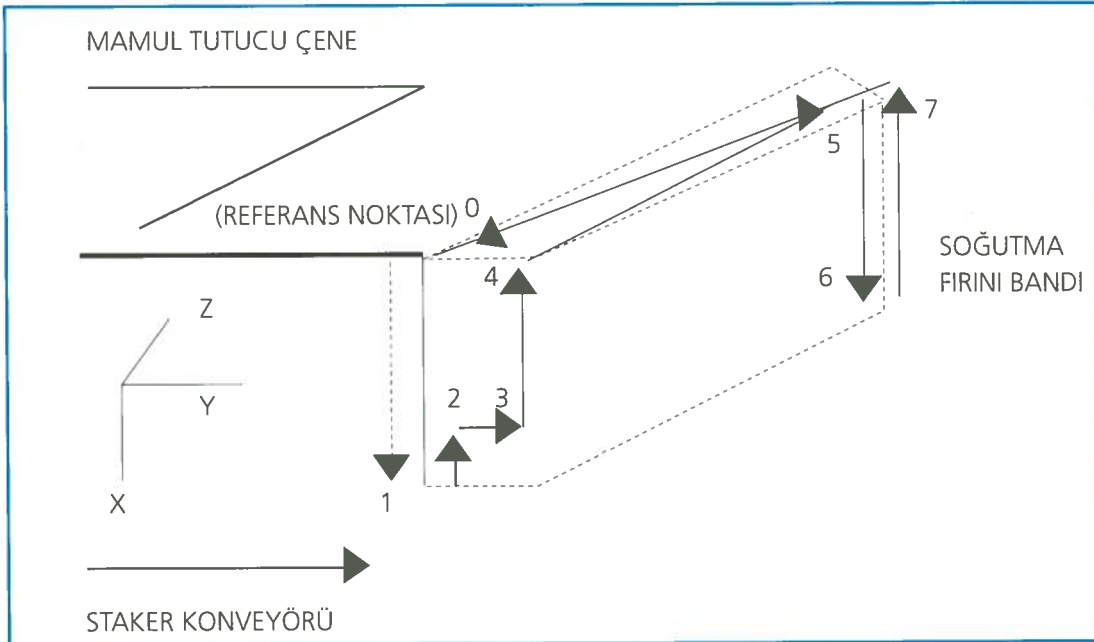
Mevcut staker sistemlerinde tüm mekanizmalar tek bir asenkron motorla ve buna akuple bağlı fren-kavrama ünitesi ve mekanik varyatörle tahrik almakta ve mamulü konveyörden soğutma fırın bandına iterek aktarmaktadır. Elektronik staker sisteminde ise, sistemdeki tüm yatay ve düşey eksenler ayrı ayrı servo motorlarla tahrik edilmektedir.

Bir önceki örnekte de olduğu gibi burada da motorların hızları, hızlanma ve yavaşlama ivmeleri start anları ve ayrıca mamul tutma ve bırakma noktaları x,y,z koordinatları bir operatör paneli üzerinden sisteme yüklenmekte ve gerektiğinde imalatçı tarafından on-line olarak değiştirilebilmektedir. Ayrıca gene o imalat için en iyi durum hafızaya alınmakta ve bir sonraki aynı imalatta bu değerler direkt olarak kullanılmaktadır.

Sistemi elektronik kumanda açısından inceleysek, yapı bir önceki örnekte verdiğimiz yapıyla hemen hemen aynıdır. Ancak buradaki motor sayısı bir değil üçtür. Çünkü, x,y ve z eksenlerinde lineer hareketi sağlayan üç adet servomotorumuz vardır. Mamuller, pnömatik olarak açılıp kapanan bir tutucu çene vasıtasıyla tutulurlar.

Çalışma prensibi şöyledir;

Referans noktasında bekleyen tutucu çene başlama sinyali geldiğinde açık olarak x ekseninde aşağı konveyör üzerine hareket eder ve konveyör üzerinde ilerleyen mamullerin hizasında konumunu aldığı anda pnömatik olarak kapanır. Arkadan gelen mamullere çarpmamak için hem bandın ilerleme yönünde yani y eksenini boyunca, hemde x eksenini boyunca yukarıya doğru hareket eder. Bu durumda mamuller tutucu çene tarafından tutulmuş ve havadadırlar. Z ekseninde hareketle çene soğutma bandı üzerine gelir ve x ekseninde alçalır. Bu arada selenoid valf devreye girer ve tutucu çene açılarak mamulleri soğutma bandı üzerine bırakır. Tutucu çene referans noktasına geri döner ve bir sonraki başlama sinyalini bekler.



4. SONUÇ

Elektronik staker sistemi, imalat değişimleri sonrası ayarların rahatça ve daha kısa sürede yapılmasına olanak sağlayarak zaman ve iş gücü kayıplarını önlemiştir. Ayrıca mamulleri tutucu çene vasıtasıyla kaldırıp soğutma fırını bandına bıraktığı için, mamul üzerinde iticinin oluşturduğu gibi sürtünme izi oluşmadığı için kalite artmıştır. Sarsıntısız ve optimum hızlarla çalıştığından arıza duruşları azalmış transfer kayıplarda en aza indirilmiştir.

Sistem H28/6 Pres üfleme makinasına 18.11.98'de monte edilmiştir. 44704 kalıp no'lu mamul de sistem takılmadan önceki ve takıldıktan sonraki üçer kampanya takip edilmiş ve transfer kayıplarında ortalama % 8'lik kazanç sağlandığı tespit edilmiştir.

TF-TO TOPLAM TEDARİK ZİNCİRİ

Mehmet S. Görkey - Haluk Gürelen

Düzcem Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı

ÖZET

Trakya Otocam Fabrikası'nın satışları ve üretimi pazar şartlarındaki değişimlerden hemen birebir etkilenmektedir.

1997 yılının ikinci yarısında Otomotiv pazarındaki rekabet sonucu ortaya çıkan yeni modeller Trakya Oto'nun ihracat ve oto yenileme pazarına girmesi sonucunda ürün çeşidi hızla artmaya, talep de aylar itibariyle ve ay içinde önemli değişiklik göstermeye başlamıştır.

TF ve TO'nun kuruluşları eşzamanlı olmadığı ve her iki fabrika kuruluş aşamasının şartları gereği stabil, büyük parti üretimlerine yönelik bir altyapıya sahip olduğu için talep değişkenliğine ve pazarın yeni şartlarına sistem olarak gecikmeli cevap vermeye başlamış ve sorunlar yaşanmıştır. Mamul ve yarı mamul stokları hızla artarken talebin karşılanamaması, makine yük dengelemesinin zorlaşması, malzeme yokluğundan üretimin durmaması için sık sık kriz yönetimine başvurulmasının yanısıra yoğun sevkiyat, teçhizat ve iletişim sorunları da giderek artmaya başlamıştır.

Bu bildiride söz konusu sorunların giderilmesi amacıyla TF ve TO'yu bir bütün olarak ele alan Toplam Tedarik Zinciri Yönetimi kapsamında,

- TO'nun pazarı ürün, üretim altyapısı ve üretim planlama sistemlerinin incelenmesi,
 - TF - TO Bilgi ve malzeme akışı yeniden düzenlenmesi,
 - TF Mamul Ambar düzeni değiştirilmesi,
 - TF Cam Kesme altyapısının bütün olarak ele alınması ve düzenleme çalışmaları,
 - TO bilgisayar destekli üretim çizelgeleme sistemi kurulması
 - TO yarı mamul stoklarının % 50 azaltılması
 - TO Cam Hazırlama hatlarına lojistik destek sağlanması
- konularında yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar ele alınmaktadır.

1. GİRİŞ

Trakya Otocam Fabrikası'nın satışları temel cam satışlarından farklı olarak pazar şartlarındaki değişikliklerden anında etkilenmektedir.

Trakya Otocam Fabrikası'nın ana faaliyetini otocamı üretimi oluşturmaktadır. Otocamı üretimi aşağıdaki iki ana ürün grubunda sürdürülmektedir.

- Temperli cam
- Lamine cam

Her iki grup da düz ve bombeli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Fabrikada ayrıca, İşlenmiş Camlar Satış Müdürlüğü'nün split ebat düz lamine talepleri ile Projeli Satışların özel kesimli lamine cam talepleri de karşılanmaktadır.

TO'nun aşağıdaki renk ve kalınlıklarda olmak üzere aylar itibariyle 300 - 650 adet arasında değişen ürünü mevcuttur :



- Renksiz	- 2.2 mm
- Yeşil	- 2.5 mm
- Koyu yeşil	- 3.0 mm
- Füme	- 3,2 mm
- Bronz	- 3,3 mm
	- 4.0 mm
	- 4,2 mm
	- 5.0 mm
	- 6.0 mm

Tedarik Zinciri ile ilgili çalışmalara başlandığında TO'nun toplam ürün çeşidi renksiz ve renkli üretim için 630 adet olarak belirlenmiştir. Bu 630 adet ürünün ancak 190 adedi talebi stabil olan ve sık tekrarlanan otomotiv ürünlerinden oluşmaktaydı.

TO'nun otomotiv müşterileri üç grupta toplanmıştır :

- Sanayici müşteriler
- OYC (Oto Yenileme Pazarı)
- Yurtdışı müşteriler

Sanayici ve yurtdışı müşterilere genellikle talep üzerine üretim yapılmakta, OYC pazarı için ise stoklu çalışma tercih edilmektedir. Sanayici ve yurtdışı müşterilerin talepleri de aydan aya, hatta haftadan haftaya değişkenlik göstermektedir. Örneğin :

Ocak 1998	72.000 m ²	Ocak 1999	45.000 m ²
Mart 1998	122.000 m ²	Mart 1999	86.430 m ²
Ağustos 1998	70.000 m ²	Mayıs 1999	96.000 m ²
Aralık 1998	73.000 m ²	Ağustos 1999	64.000 m ²

Trakya Otocam Fabrikası'nın üretim altyapısı 1990'lı yılların başında kütle üretimine uygun olarak kurulmuş olup aşağıdaki iş istasyonları mevcuttu :

- 4 adet Cam Hazırlama ve Kesme hattı
- 1 adet Lamine Bükme Fırını
- 2 adet Lamine Birleştirme Hattı (Bombeli ve düz)
- 1 Otoklav
- 2 Temperleme Hattı (Dikey ve yatay)

1997 yılında ikinci Lamine Bükme Fırını, bir Cam Hazırlama ve Kesme hattı ve bir otoklav, 1998 yılında ise yine bir Cam Hazırlama ve Kesme hattı ile bir yatay temperleme fırını devreye alınmıştır.

TO renksiz, bronz ve füme hamcam ihtiyacını TF'den karşılamakta idi. Yeşil hamcamlar ise TF'nin TR1 hattının 1997 yılındaki Soğuk Onarımı'na kadar ithal edilirken bu tarihten sonra TF'den karşılanmıştır.

TF'de TO'nun talebi olan camların bir bölümü TR1 ve TR2 üretim hatlarından doğrudan hamcam ebadında alınmakta, ancak büyük bir bölümü ise anahatlardan büyük plaka olarak alınıp daha sonra özel kesime tabi tutulmaktadır. TO'ya yönelik hamcam temininin en önemli sorunu talebin yaklaşık % 55'ini oluşturan ince camlar (2.2 - 2.5 mm) ile renkli camların (yeşil, k.yeşil, füme ve bronz) kampanya üretimi olarak üretilmesidir. Bu, talep tahminindeki yanlışları arttıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.



TF için üretilen hamcamların kesimli olması TF'nin özel kesim kapasitesinin de incelenmesini gerektirmektedir.

Özetle, TO'nun müşterisini termin, kalite ve miktar açısından memnun edebilmek için TF'nin ana hat ve özel kesim üretim altyapısından başlayıp TO mamul ambarında sona eren bir Toplam Tedarik Zinciri'nin oluşturulması gerekmektedir.

2. 1996 YILINDAKİ DURUM ve YAŞANAN SORUNLAR

2.1. TO'nun ÜRETİM PLANLAMA SİSTEMİ

TO'da etkin bir kapasite planlama ve üretim çizelgeleme sisteminin olmayışına bağlı olarak, siparişlerin TF'ye aktarılmasında hamcam ve yarı mamul stoklarının dikkate alınamamasını ve haftalık olarak faksla bildirilen siparişlerde yanılmaları arttırmıştır. TF'nin kütle üretim özelliğinden ötürü miktarsal bazda fazla verilen siparişler bu yanılmalarla birleşince TO'nun hamcam stokları ve TF'nin TO için ürettiği mamul stoklarında ciddi artışlar gözlenmiştir. Sıkıntının birebir yaşandığı diğer bir konu ise TO'nun yarı mamul stoklarındaki artış olmuştur. Bu, hem fiziksel olarak yer darlığı yaratmış hem de stoklama TF'nin kullandığı sevk teçhizatları üzerine yapıldığı için teçhizat sınırlaması yaşanmasına neden olmuştur. Zaman zaman teçhizat yokluğu nedeniyle TF'nin TO için kesim yapamadığı vardiyaalar yaşanmıştır.

Üretimi izlemedeki zorluğun yanısıra manuel planlama sistemleri analiz yapmayı güçleştirmiş ve bu yönüyle zaafiyet oluşturmuştur. Bir diğer zaafiyet ise TO'nun müşterilerinden gelen sipariş iptalleri veya değişikliklerinde yaşanmıştır.

2.2. TF'nin KESİM ALTYAPISI

Yukarıda da belirtildiği gibi Trakya Fabrikası ile Trakya Otocam Fabrikası'nın kuruluşları eş zamanlı olmadığı ve her iki fabrika kuruluş aşamasının şartları gereği stabil, büyük parti üretimlerine yönelik bir altyapıya sahip olduğu için oto yenileme ve yurtdışı pazarlara yönelik ile projeli satışlara yönelik üretimlerin gündeme gelmesi ürün çeşidini arttırmakla kalmamış parti büyüklüğünü de küçültmüştür. Bu kapasite sorununu beraberinde getirmiştir.

1996 yılında TF'de özel kesimli cam üretimine yönelik otomatik besleme ve kesmeli ancak toplama sistemi manuel olan bir özel kesim hattı mevcuttu. TO yeşil hamcam ihtiyacını ebadına kesili olarak ithal ettiği için TF'de sadece renksiz hamcam talepleri kesilmekte idi.

Ancak, Trakya Fabrikası'nın 1997 yılındaki soğuk onarım sonrası yeşil cam üretimine başlayacak olması Trakya Otocam Fabrikası'nın yeşil cam hammaddesinin de buradan temin edilmesini gündeme getirmiştir.

Aynı dönemde yurtiçinde Düzcamlar Grubu dışı müşterilerin ebadına kesili yeşil cam ihtiyaçlarının da Trakya Fabrikası'ndan temin edilmesinin planlanmış, böylece ithalatın önünün kesilmesi hedeflenmiştir.

Yine aynı dönemde, Cam İşleme Fabrikası'nda kurulan yeni temperleme fırınına cam besleyecek kesme ve işleme prosesleri için yapılan hesaplarda CI'de mevcut iki kesme masasının yeterli olmayacağı hesaplanmıştır. Cam İşleme Fabrikası'nda üçüncü bir kesme masası ihtiyacı doğmuştur. CI'deki mevcut masalarda manuel toplama yapıldığından, bunun sonucu olarakta adam başına üretkenlik oldukça düşük değerler verdiğinden kesimli cam ihtiyacının karşılanması işlemi TF'ye kaydırılması planlanmıştır.



Yukarıda sayılan gerekçeler dikkate alındığında TF'nin özel kesimli cam üretim rakamını çok büyük boyutlara taşımış ve bu ihtiyaca karşılık verebilmek için TF'de otomotiv ve mimari cam kesimine yönelik otomatik bir hattın kurulması kararlaştırılmıştır.

2.3. TF'nin YARI MAMUL STOKLARI

Renksiz ince cam ve yeşil cam dışındaki renkli TO hamcam talepleri TF'de kampanya üretimi olarak çalışıldığı için TF'nin işletmesindeki yarı mamul stoklarında belirgin bir artış gözlenmekte idi. Mevcut özel kesim hattının özelliği gereği her bir hamcam ebadı için farklı yarı mamul ihtiyacı ise stok artışının bir ikinci nedeni olmaktadır. Bu da sık sık stokta yarı mamul cam olup TO'nun hamcam taleplerini karşılanamamasını beraberinde getirmekteydi.

2.4. KALİTE DURUMU

TO'nun hamcam kaynaklı kalite hataları zaman zaman üretimi aksatacak boyutlara gelmekte idi. Manuel toplama yapılan özel kesim hattında bunu azaltma amacıyla yapılan kalite incelemeleri ise üretimi miktarsal bazda aksatmakta idi.

2.5. SİPARİŞLERİN TF'ye AKTARILMASI

1996 yılında TO'nun hamcam siparişleri TF'ye faks ile aktarılmakta ve bir haftalık sipariş birden geçilmekte idi. Günlük olarak da sipariş değişiklikleri ya yine faks ile ya da telefon ile bildirilmekte idi. Bu, fazla ve mükerrer üretim gibi sorunları beraberinde getirmekte, bir yandan da günde üç kereye kadar varan değişiklikler TF'deki stok artışına neden olmaktaydı.

3. 1996-1998 YILLARI ARASINDA TEDARİK ZİNCİRİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

3.1. TF'nin KESİM ALTYAPISI

Yukarıda sayılan gerekçeler dikkate alındığında TF'nin özel kesimli cam üretim rakamı çok büyük boyutlara taşınmıştır. Bu ihtiyaca karşılık verebilmek için TF'de otomotiv ve mimari cam kesimine yönelik otomatik bir hattın kurulması kararlaştırılmıştır.

Bu aşamada Düzcam Grubu'nun kesim ihtiyacının bir bütün olarak ele alınması ve TF'nin özel kesim altyapısının baştan değerlendirilmesi gereği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda CI'nin küçük ebatlı fırın camları TF'nin eski Özel Ebat hattına kaydırılarak yeni kurulacak hatta sadece otomotiv ve mimari cam taleplerinin kesilmesi programlanmış, böylece belli ölçüde bir rasyonalizasyon sağlanmıştır.

Yeni hattın tasarım çalışmalarında TO'nun beş yıllık satış rakamları, TF'den talep edeceği ürünler renk, ebat ve kalınlık bazında hesaplamalara katılmış ve hamcam ihtiyacının bütünüyle karşılanabilmesi amacıyla otomatik kesme, koparma ve toplama yapabilen ve minimum bir teçhizatlık (yaklaşık bir ton) üretimi sıkıntısızca yapabilecek bir hat seçilmiştir. Böylece, hem TF'ye belli bir üretim esnekliği sağlanmış hem de TO'da oluşan hamcam ve TF'de oluşan stok artışına bir ölçüde çözüm getirilmiştir.

3.2. TO'nun ÜRETİM PLANLAMA SİSTEMİ

TO'nun planlama sorununa çözüm amacıyla öncelikle TO için IMS firması ile anlaşarak bir kapasite planlama ve hatlara üretim çizelgeleme programı satın alınmıştır. Her iki program da TO'nun şartlarına uygun olarak butik tarzda yazılmış ve uygulamaya konulmuştur. Hat çizelgelemesini takiben program hamcam ihtiyaçlarını belirlemektedir.

TF' için de aynı firmaya bir üretim çizelgeleme programı sipariş edilmiş olup bu çalışma tamamlandığında her iki programın on-line haberleşmesi sağlanacaktır.

MMS programı ile uygulama göstermiştir ki, böyle bir sistemin sağlıklı işleyebilmesi ancak bu yapının düzenli bir üretim takip sistemi ile bütünleşmesine bağlıdır. Bunun da en iyi yöntemi barkod'lu üretim takibidir. Her ne kadar MMS firması TO için işletmede ekranlara veri giriş olanağı sağladı ise de operatör için uygulama kolaylığı olmayan her sistem gibi bu da sürdürülememiş ve bir süre sonra farklı çözümler arama yoluna gidilmiştir.

Sonuçta hamcam ihtiyacı sistemden alınarak TF'ye faks ile aktarılmaya başlanmıştır. Bu en azından TO'nun ihtiyacı kadar hamcam siparişinin TF'ye geçilmesini sağlamış ve stok artışını önleme yolunda adım atılmıştır.

3.3. TF'nin YARI MAMUL STOKLARI

Hattın tasarımı aşamasında Toplam Tedarik zinciri konusunda üzerinde çalışılan bir diğer konu ise TO'nun kesimli ebatlarına yönelik olarak alınan yarı mamul büyük plaka camların her kalınlık için bir veya iki ebattan oluşmasına karar verilmiş ve kesme kaybını minimize eden ebatlar belirlenmiştir. Bu yönde ebat detayında yapılan program çalışmalarında standart yarı mamul kullanılması ile her bir nihai mamul ebadına tekabül eden büyük plakalar için fazladan % 5 - 7 arası verim kaybı olacağı belirlenmiş ve benimsenmiştir.

Yarı mamul ebatlarının standardizasyonu ile TF'nin yarı mamul stoklarında en az % 50 azalma hedeflenmiş ve fazla yarı mamul ile çalışılması durumunda karşılaşılan stokta cam olup siparişi karşılayamama durumunun da ortadan kalkabileceği görülmüştür.

3.4. KALİTE SORUNLARI

Otomotiv hattı tasarlanırken TO'nun hamcam kaynaklı kalite sorunları da dikkate alınmış ve bunların kaynağında belirlenerek ayrılması ve sorunun TO'ya taşınmaması için hattın üzerinde gözlem istasyonu ile toplama istasyonlarının yanına numune alma masaları talep edilmiştir.

Otomotiv ve Mimari Cam Kesim hattının tasarımı ve siparişini müteakip yukarıda sözedilen lojistik çalışmalara ilave olarak sipariş aktarımı konularında aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır :

3.5. SİPARİŞ AKTARIMI

Faks sisteminin olumsuzluklarını bertaraf etmek amacıyla mevcut network yapısından yararlanılmasına ve Groupwise kullanılarak sipariş geçilmesine karar verilmiştir. Tüm makinelere program yüklenmiş ve sipariş geçişi için kullanılacak ekran hazırlanarak TO'nun kullanımına sunulmuştur. TO'nun her gün saat 14:30'a kadar bir sonraki gün sevk edilmesini istediği siparişleri günlük olarak TF Üretim Planlama Şefliği ekranına aktarması kararlaştırılmıştır.

TF yetkilileri, TF mamul ambarındaki TO'ya ait stokları tarayıp stokta olan camları düşecek ve üretim talimatını işletmeye aktaracaktır. Aynı bilgiler Mamul Ambar Şefliği PC'sine aktarılacak ve bu aynı zamanda bir sevk talimatı olacaktır.

3.6. TEÇHİZAT SORUNU

TO'ya ebadına kesili camların sevk edildiği teçhizatlarda zaman zaman yaşanan sıkıntıların önlenmesine yönelik olarak sorunlu zamanlarda kullanılmak üzere ahşap endcap lerin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu end-cap'ler için ebat standardizasyon çalışması yapılmış ve doğrudan TO kes-



me ve cam hazırlama hatlarına beslenebilecek şekilde ve geridönüşlü olarak dizayn edilmiştir. Uygulamanın öncelikle çevrimi daha hızlı olan ince camlara yapılmasına karar verilmiştir. Bu uygulama ile hem teçhizat sıkıntısının çözülmesi hem de yeni sehpa yatırımına gerek duyulmayacak bir yapının kurulması hedeflenmiştir.

3.7. TO'nun YARI MAMUL STOKLARI

TF - TO Toplam Tedarik Zinciri çalışmaları ile bütünleştirilecek bir diğer çalışma ise TO'nun yarı mamul stoklarının azaltılmasına yönelik çalışmalardır. TO'da hamcamın kesilmesi ile Mamul Ambar'a alınması arasında ki süreçte oluşan yarı mamul stokları fabrikaya büyük bir mali yük oluşturmanın yanısıra işletme içinde fiziksel engeller yaratmaya başlamıştır. Çalışmalar sırasında uzun bir dönemdeki yarı mamul hareketleri incelenmiş ve işletme sahasında mamul niteliğinde de camların bulunduğu ve bunların sayım sonucu yarı mamul olarak muhasebeleştiği belirlenmiştir. Bu tip yarı mamuller tüm stoğu %35'ini oluşturmaktadır.

Söz konusu çalışma henüz tamamlanmış olup sadece çözüm önerileri geliştirilmiştir. Uygulamaya ilerleyen günlerde geçilebilecektir. Yarı mamul stok oluşumunu engellemek amacıyla aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir :

Yeni siparişlerde yarı mamul stoğunda yer alan her türlü işlemi tamamlanmış mamuller dikkate alınarak iş emri açılmalı , böylece zaman içinde bu stokların eritilmesi sağlanmalıdır.

Üretim standartları gözden geçirilerek hatlardaki tahmini fire payları asgariye çekilmeli ve üretim artıkları azaltılmalıdır.

Üretim ekonomik lot büyüklüğüne göre değil, siparişe yetecek kadar yapılmalıdır.

Mevcut MMS programı ile bağlantılı olarak bir üretim takip sisteminin kurulması ile üretimin hangi aşamasında hangi ürüne ait yarı mamulden ne kadar bulunduğu gerçek zamanlı olarak izlenebilecek, yeni siparişlerde ara stoklardaki nihai ürünler kolaylıkla dikkate alınarak eritilebileceklerdir. Bundan hareketle üretim takip sistemi ile ilgili çalışmalar önceliğini muhafaza etmektedir.

4. SONUÇ

Sonuç olarak, ŞİŞECAM'ın çok yakın müşteri - tedarikçi ilişkisine sahip iki kuruluşunda mevcut olabilecek sorunlar üzerinde çalışma yapılması durumunda konunun bir bütün içinde ele alınıp Tedarik Zinciri'nin her halkasının gözden geçirilmesinin gerekliliğini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Zincirin, genel kuralda olduğu gibi en zayıf halkası kadar kuvvetli olduğu unutulmamalıdır.

TRAKYA CAM SAN. A.Ş. OTOCAM FABRİKASI'NDA BENCHMARKING UYGULAMALARI

Ali Şekerli

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

ÖZET

Benchmarking Kavramı son yıllarda en çok telaffuz edilen kavramlar arasında yer almaktadır.

1800 yıllardan beri sanayide uygulanan benchmarking uygulamasının sanayi dışındaki uygulamaları ise insanlık tarihi kadar eskidir. Örneğin Nasreddin Hoca damdan düştüğünde hekim çağırmak isteyenlere "siz hekimden önce, damdan düşmüş birini bulun!" diyerek benchmarking mantığını özetlemiştir. Benchmarking çok kısa bir şekilde başkalarının tecrübelerinden yararlanmak olarak tanımlanabilir. Nasreddin Hoca kendinden önce damdan düşen birinin tecrübelerinden yararlanacak kadar akıllı biridir.

Uygulamada alınan örnekler aynı sektörden olabileceği gibi genellikle farklı sektörlerden alınmaktadır. Örneğin Henry Ford'un Newyork mezbahalarını izleyerek bant usulu otomotiv üretimine girmesi gibi.

Başarılı kişiler ve organizasyonların tipik özellikleri profesyonel yaklaşımlarıdır. Profesyonel yaklaşımın temeli işi şansa bırakmamaktır. Profesyoneller sadece kendi deneyimleri ile sınırlı kalmazlar, başkalarının deneyimlerinden de yararlanırlar. Bu ilkeden yola çıkan TOF yönetimi, (işbirliği olan kuruluşlar) ve bu kuruluşlar dışında kendi alanında başarılı kuruluşların deneyimlerinden yararlanmaktadır. Kalite yolculuğundaki bu deneyimlerini de topluluğa bağlı kuruluşlarımızla paylaşmak isteğindedir.

1. GİRİŞ

BENCHMARKING (KIYASLAMA):

Benchmarking kavramının en iyi tanımı 1995 yılında Sarah Cook tarafından şu şekilde yapılmıştır: **"Benchmarking , performansı geliştirmek amacıyla aynı kuruluş içindeki ya da başka işletmelerdeki seçkin ve başarılı uygulamaları belirleme, anlama ve uyarlama sürecidir."**

Bir başka tanım da yönetim sözlüğünde **"Diğer ürünler ve süreçlere göreceli olarak , en iyi uygulamanın saptanmasıdır."** şeklindedir.

2. NİÇİN BENCHMARKING ?

Rekabet kurallarının egemen olduğu serbest pazar koşullarında , şirketler faaliyetlerini sürekli olarak iyileştirmek ve müşterinin rakiplerini değil kendisini tercih etmesini sağlamak zorundadır. Sektörün en iyileri bile her alanda en iyi değildir. En iyileri araştırmak ,öğrenmek ,öğrendiklerini uygulamak ve geliştirmek her firmanın izlemesi gereken bir yoldur. Benchmarking kalite yolculuğundaki her firma için etkin bir araçtır. Asla uygulanması gereken tek yöntem değildir. Sorulması gereken ilk sorular şunlar olmalıdır:

- MÜŞTERİ BİZİ VEYA RAKİBİ NİÇİN TERCİH EDİYOR?
- ŞİRKET MÜŞTERİLER ÜZERİNE ODAKLANMIŞ MI?
- ŞİRKET DEĞİŞİME VE GELİŞİME AÇIK MI?



- YÖNETİM DEĞİŞİMİ VE GELİŞİMİ DESTEKLİYOR MU?
- BENCHMARKING UYGUN BİR STRATEJİ Mİ?

Bu soruların cevabını bulmak için benchmarking uygulamasına karar veren şirketler için karşımıza konu ile ilgili olarak şöyle bir tablo çıkmaktadır:

3. BENCHMARKING TÜRLERİ

- 1- ŞİRKET İÇİ BENCHMARKING
- 2- SEKTÖR İÇİ BENCHMARKING
- 3- SEKTÖRLERARASI BENCHMARKING

4. BENCHMARKING ADIMLARI

4.1. ADIM: HAZIRLIK

- A- ÜST YÖNETİMİN DESTEĞİNİN SAĞLANMASI
- B- PROJE KONUSUNUN BELİRLENMESİ
- C- PROJE SPONSORUNUN ATANMASI
- D- PROJE EKİBİNİN OLUŞTURULMASI
- E- ORGANİZASYONUN KENDİ DURUMUNU TESPİT ETMESİ
- F- DOKÜMANTASYON VE İLETİŞİM AYAĞININ OLUŞTURULMASI
- G- ZAMAN PLANLAMASI

4.2. ADIM: BELİRLEME (TESPİT) SÜRECİ

- A- EKİBİN BENCHMARKING EĞİTİMİ
- B- ÖLÇÜM KRİTERLERİNİN VE AŞAMALARININ TESBİTİ
- C- BENCHMARKING'İN KİMİNLE YAPILACAĞININ TESBİTİ
- D- YÖNTEMLERİN TESBİTİ
- E- SONUÇLARIN ANALİZİ

4.3. ADIM : PLANLAMA VE EYLEM

- A- BULGULARLA TAVSİYELERİN İLİŞKİLENDİRİLMESİ
- B- YENİ HEDEFLER OLUŞTURULMASI
- C- EYLEM PLANLARININ TESBİTİ
- D- DEĞİŞİMİN UYGULANMASI

4.4. ADIM: İZLEME VE AYARLAMA

- A- GELİŞİMİN İZLENMESİ
- B- BENCHMARKING'İN GÜNCELLEŞTİRİLMESİ
- C- İYİLEŞMELERİN ÇALIŞANLARA AKTARILMASI

5. STRATEJİK KALİTE PLANLAMASINDA BENCHMARKING

Stratejik Kalite Planlaması tüm organizasyonda kaliteye yönelik, spesifik, uzun dönemli hedeflerin tesbiti ve gerçekleştirilmesi için kullanılan bir yöntemdir.

SKP (Stratejik Kalite Planlaması) aşamaları aşağıdaki gibi oluşturulabilir:

- 1- VİZYON
- 2- MEVCUDUN DEĞERLENDİRİLMESİ

- 3- UZUN VADELİ PLAN
- 4- KISA VADELİ PLAN
- 5- UYGULAMA
- 6- SONUÇLARIN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

6. TRAKYA OTOCAM FABRİKASI'NDA BENCHMARKING UYGULAMALARI

Trakya Otocam Fabrikası, otomotiv sektörünün yapısı itibarı ile çok dinamik, müşterileri ile sürekli ve ileri derecede işbirliği içerisinde ve başından beri zorlu bir rekabetle karşı karşıya işletme hüviyeti taşımaktadır. Bu rekabet ilk önce yurt içinden olmasına rağmen son iki yıl içerisinde yurtdışı firmaların rekabeti ile yüzyüze kalmıştır. Sektörün dinamikleri ve rekabetin sürekliliği, adı anılan ve hatta bilinen yöntemlerin bilinmekle kalmayıp, uygulamayada geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Benchmarking uygulamaları da gelişmeye yol açan unsurların en önemlilerinden ve belkide uygulaması en kolaylarından birisidir.

Fabrikamızdaki benchmarking uygulamaları ilkönce ilişkide olduğumuz müşterilerimizde mevcut olan, bize göre daha iyi olan uygulamaları kendi bünyemize adapte etmek şeklinde başladı. Bu süreç ToyotaSA ile ürün kalitesini geliştirme konusunda yapılan ortak çalışmalar döneminde giderek gelişti. Sürecin başlangıcında en önemli sorun daha iyi olabileceğimize inanmaktı. Çünkü sürekli gelişme karşısındaki en ciddi engel zaten iyi olduğunuza inanarak bilinçsiz de olsa gelişme faaliyetlerini durdurmaktır. Bu konuda "ben en iyiyim" anlayışı yerleştiğinde, gelişme süreci önündeki en büyük engelde ortaya çıkmaktadır. Toyota ile yapılan ortak çalışmalar ve ToyotaSA tesislerine yapılan ziyaretler sonucunda bir heyecan ile bünyemize çeşitli uygulamalar aktarıldı. Başarılı sonuçlar alınınca heyecan arttı ve başka kuruluşların da iyi uygulamaları olduğu aynı anda farkedildi. Bu bize yapılması gereken değişimler için fikirler verdi. ToyotaSA'nın bir Japon yöneticisinin de yer aldığı ortak bir çalışma sonucunda kalıp değiştirme sürelerinde çok olumlu bir değişim sağlandı(iki aşamada %75 oranında). Daha sonra işletme düzen, temizliğini sağlamak amacı ile 5S uygulamalarında da ToyotaSA ile ortak çalışmalarımız yapılmıştır. Japon mentalitesindeki sürekli gelişme kavramının, teknik işbirliği anlaşması bulunan NSG firmasına teknisyen de dahil olmak üzere tüm üretim personelinin ziyaret etmiş olması herkesçe anlaşılmasını ve insanların inanmasını temin etmiştir.

Özellikle yurtdışındaki firmalar ile yapılan benchmarking uygulamalarında bu firmaların kararlı finansal ortamlarda, uzun vadeli planlar yapabilmeleri; satınalma, pazarlama gibi konularda daha uzakları daha istikrar ile görebildikleri için kendilerini daha iyi programlayabildikleri ve bunun doğal uzantısı olarak üretim birimlerinin de daha sürekli ve yüksek randımanlar ile çalıştıkları da görülmüştür.

7. SEKTÖR İÇİ BENCHMARKING UYGULAMALARI

Sektör içi benchmarking uygulamalarında fabrikamızın rakibi olan yerli kuruluşların performansı, müşteriler, ticari ortaklar, müşterek tanıdıklar vasıtası ile izlenmektedir. Elde edilen bilgilerle şirketimizin bilgileri kıyaslanarak durumumuz tespit edilmektedir. Mevcut durumumuzun daha iyi hale nasıl getirilebileceği yönündeki teknikler de bu arayışlarla ortaya çıkarılmaktadır.

Örneğin Japonya, Amerika ve Avrupa'da ziyaret edilen otocamı fabrikalarında ;

- Çalışan kişi başına kaç metrekaare otocamı üretilmektedir?
- Benzer sistemlerde kalıp değiştirme süreleri nedir ?
- Arıza ve diğer nedenlerle boş geçen süreler(downtime) nedir?

Organizasyon yapıları (birimler itibarı ile çalışanların sayısı;büro personelinin toplam çalışan sayı-

sına oranı) gibi bilgiler izlenmektedir. Geçmişte büyük bir sır olan bu bilgilere şimdi daha rahat ulaşabilmektedir. Bunun esas sebeplerinden birisi şirketlerin daha açık ve katılımcı bir yönetim anlayışına kavuşmaları ve bilgi sirkülasyonunun gelişen teknoloji ile birlikte çok daha hızlı hale gelmiş olmasıdır.

Somut olarak verilebilecek örnekler arasında fabrikamızda çalışan kişi başına üretilen birim cam üretiminin yurtdışındaki tüm örneklerden daha az veya eşit olması; TOF bünyesinde düşük kabul edilen % 97 gibi bir üretim randımanının bir Amerikan şirketinde % 85 olduğu zaman iyi kabul edilmesi vardır.

Yine benchmarking çalışmaları esnasında ortaya çıkan enteresan bir sonuç ise ,temperleme fırınlarında kalıp değişim süresinin Otocam fabrikasında sürekli iyileştirmeler ile kısaltılarak, aynı tip fırınlar gözönüne alındığı zaman dünyadaki en hızlı model değiştiren sistem haline gelmiş olmasıdır.

8. SEKTÖR DIŞI BENCHMARKING UYGULAMALARI

Bu konuda bir benchmarking ortağımız dışında sektör dışından bir ilaç firması Eczacıbaşı ; gıda firmaları Coca Cola,Efes Pilsen; giyim firması Levis; otomotiv kablo firması Volkswagen ; çelik tel firması Beksa ; Toyota başta olmak üzere tüm otomotiv firmaları , topluluk içinden Cam Elyaf A.Ş. ziyaret edilerek uygulamaları incelenmiştir. Bu ziyaretler sonucunda bazı uygulamalar olduğu gibi bazıları da kendi bünyemize uyarlanarak kabul edilmiştir.

Örneğin işletme içinde her bölümde Kaizen çalışmaları amacı ile kullanılan üniteler tam ölçüleri ile Toyota'dan alınmıştır. İşletme tuvaletleri temiz olmasına rağmen bu konuda bize benchmarking uygulayan şirketlerin değerlendirmeleri sonucunda restorasyona gidilmiş ve çağdaş örneklerde yararlanarak bugünkü haline getirilmiştir. Temizlik firması arayışımız sürerken Eczacıbaşı ilaç firmasını başarı ile temizleyen Reka firması ile çalışmaya başlanmıştır.

1998 yılında % 100 Amerikan sermayesi ve teknolojisi ile kurulan TENNECO AUTOMOTIVE firmasının Çorlu'daki Monroe Amortisör Fabrikası ile Benchmarking ortaklığı kurulmuştur. Bu ortaklık kapsamında iki firma karşılıklı olarak birbirlerini ziyaret ederek tanıma ve farklı uygulamaları izleyerek uygun olanları ise kendi bünyesine aktarmak şeklinde sürdürülmektedir.

Cam Elyaf fabrikamız ile yapılan benchmarking uygulamasında ise ortaya çıkan enteresan ve müşterek bir durum olarak kabul edilebilecek konulardan birisi ise mevcut ekonomik konjonktür dolayısı ile, üretim makine ve sistemleri o yönde dizayn edilmemiş olmasına rağmen geniş bir yelpazede ve çok çeşitli üretim yapılması gerekliliğidir. Çalışanlar ise bu mecburiyetin bir gereği olarak esnek ve hızlı değişkenliğe yatkın bir hale gelmiş olup, memnuniyet verici bir husustur. Bugünkü üretim şartları son derece esnek ve hızlı değişebilen, küçük lotları yüksek verimle çalışabilen , lot size ne olursa olsun randımanının yüksek kaldığı sistemleri gerektirmektedir.

T.C.S.A.Ş. Otocam fabrikasında benchmarking uygulamalarına devam edilmekte olup, yukarıda sadece özet olarak bilgi verilmektedir. Gelişmelerin ilk başta kabul görmesine karşı olan direnç, uygulamalar devam ettikçe daha iyi ve farklı olanın bilinçli bir şekilde araştırılması isteğine dönüşmektedir. Bu değişim ve gelişmenin bir parçası olabilen ve parçası olabileceğine inanan insanların varlığı ise sistemin devamının sağlanmasında en önemli unsur olmuştur.

9. SONUÇ

Bütün bu anlatılanlardan sonra konuyu özetlemek amacı ile bir Nasreddin hoca fıkrası uygun olacaktır. Başı döndüğü için damdan düşen ve yaralanan Hoca ya komşuları telaş içerisinde hekim çağırarak isterler. Hoca onlara engel olarak, **"Siz hekimi bırakın, bana damdan düşmüş birini getirin"** der.

TRAKYA CAM SAN. A.Ş. OTOCAM FABRİKASI'NDA KAZIEN UYGULAMALARI

Yavuzhan Nas

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

ÖZET

KAIZEN sözcüğü Japon Sisteminden Türkçemize olduğu gibi geçen ve küçük adımlarla sürekli iyileştirme anlamına gelen bir kavramdır. (**KAI**=değişiklik, **ZEN**=iyiye doğru)

Kaizen felsefesi yaşamın her alanında olduğu gibi iş alanında da sürekli gelişme çabalarının bir bütünüdür. Küçük gelişmelerle büyük sonuçlar yaratmak hedeflenmektedir.

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası'ndaki Kaizen uygulamalarının hedefi de bu doğrultudadır. Kaizen TOF çalışanları için bir yaşam tarzı haline gelmiştir. Aylık Kaizen sunuşları ile küçük adımlar atılmaktadır. Son derece ekonomik ve bir o kadar da zevkli bir takım çalışması olan Kaizen'in TOF uygulamalarını, topluluk ile paylaşmak amaçlanmaktadır.

1. BİR FİLİ NASIL YERSİNİZ?

Tabii ki lokma lokma. Kaizen felsefesini anlatan çok güzel bir örnek. Kaizen çalışmaları da küçük, küçük adımlarla büyük mesafeler kateden bir gelişme faaliyetidir. Kaizen mucizevi buluşlar değildir. Kaizen adeta bir iş oyunudur.

2. KAIZENİN AMAÇLARI

- İşletmedeki çalışma ve yaşam tarzını sürekli iyileştirmek
- Kaliteyi yükseltmek
- Maliyeti düşürmek
- Herkesin katılımını sağlamak
- Çabaları birleştirmek
- Takım ruhunu geliştirmek

Faaliyetlerinin bir bütünüdür. Aylık Kaizen sunuşları ile küçük adımlar atılmaktadır. Son derece ekonomik ve bir o kadar da zevkli bir takım çalışması olan Kaizen TOF çalışanları için bir yaşam tarzı haline gelmiştir. Çalışanların herbirinin bir kaizen sunuşunda görev alması hem motivasyon, hem de yapılan çalışmalara sahip çıkılmasını sağlamaktadır.

3. KAIZEN SÜRECİ

P Planla

- 1- Konunun seçimi
- 2- Mevcut durumun anlaşılması
- 3- Gerçek sebebi tespit etmek için verilerin analizi
- 4- Verilerin analizi sonucunda düzeltici önlemleri karşılaştırılması.

U Uygula

- 5- Düzeltici önlemlerin uygulanması

K Kontrol et

6- Düzeltici önlemlerin sonuçlarının onaylanması

Ö Önlem al

7- Problemin tekrarlanmasını önlemek için standartların revize edilmesi veya yeni standart

8- Aynı prosesin bir başka konu için tekrarlanması

4. KAIZEN NEDİR ?

- Kaizen yavaş ve sürekli küçük iyileşmelerdir.
- Kaizen ayrıntılarla ilgilidir.
- Kaizen herkesin katılımını hedefler
- Kaizen paylaşıma açıktır.
- Kaizen takım oyunudur.
- Kaizen mevcudu korumayı amaçlar.
- Kaizen küçük yatırımlar gerektirir.
- Kaizen İnsana ve prosese yöneliktir.
- Kaizen geleneksel know -how'dır,
- Kaizen insanların ortak çabalarıyla ilgilidir.
- Kaizen bir kişi yada bir grubun işi değil tüm işletmenin işidir.
- Kaizen ekibindeki herkesin fikri önemlidir.
- Kaizen ekibi her çalışmada "0" hatayı hedefler.
- Kaizen verim ve kalite artışını hedefler.
- Kaizen çalışma ortamının sağlıklı olmasını hedefler.
- Kaizen sürekli gelişmeyi bir yaşam tarzı haline getirir.
- Kaizen çalışmaları yönetimce desteklenir.
- Kaizen gizli bir buluş değildir.
- Kaizen teknolojik bir atılım değildir.
- Kaizen standartlaşmayı amaçlar
- Kaizen sunuşu ekip üyeleri tarafından yapılır.
- Kaizen sadece üretim biriminde değil şirketin tüm birimlerinde uygulanır.
- Kaizen küçük gelişmelerle topyekün gelişmeye gitmeyi hedefler.
- Kaizen çalışmasında hedef en basit ve "0" maliyetli çözümdür.

5. KAIZEN KAPSAMI

TOPLAM ÜRETKEN BAKIM (TPM)
ÖNERİ SİSTEMİ
TOPLAM KALİTE KONTROL
TAM ZAMANINDA ÜRETİM (JIT)
5 S YÖNTEMİ
SIFIR HATA
KÜÇÜK ÇALIŞMA GRUPLARI
İNSAN İLİŞKİLERİ
ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
VERİMLİLİĞİN ARTMASI
KANBAN
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ
ÇALIŞAN MEMNUNİYETİ

6. KAIZEN KAVRAMLARI

- **GEMBA** (kaizen evi- Kaizen yönetimi)
- **MURA** (gerekli masraflar ,hedef azaltmak)
- **MURİ** (Gereksiz masraflar - hedef "0")
- **MUDA** (tasarruf)

7. KAIZEN EKİBİNDE SORUNLARIN ELE ALINMASI

- 1- SORUNLARDAN KORKMAYIN
- 2- ÇÖZÜMÜ PAHALI OLMAYAN SORUNLAR SEÇİN
- 3- KENDİ SORUNLARINIZLA BAŞLAYIN
- 4- PARASAL ÖLÇÜTÜ TEK KRİTER OLARAK ELE ALMAYIN
- 5- ÖNCELİKLERİ TESPİT EDİN
- 6- PUKÖ (PLANLA,UYGULA, KONTROL ET, ÖNLEM AL) DÖNGÜSÜNÜ İZLEYİN
- 7- UYGUN TEKNİKLERİ KULLANIN

8. KAIZENİN BAŞARI ŞARTLARI

- 1- BAKIŞ AÇISI ,HATTA FIRMA KÜLTÜRÜ DEĞİŞMELİDİR.
- 2- ÜST YÖNETİM DEĞİŞİMİ YÖNETMELİDİR.
- 3- HER ZAMAN DAHA İYİ VARDIR.

9. KAIZEN UYGULAMA AŞAMALARI:

1- BAŞLANGIÇ

Amaç : Temel kaizen bilgilerini vermek

2- EĞİTMENLERİN EĞİTİMİ

Amaç: Kaizen eğitmenlerini eğitmek.

3- ÇALIŞANLARIN EĞİTİMİ

Amaç: Çalışanların kaizen felsefesi ve tekniklerini öğrenmesi.

4- SÜREKLİ İYİLEŞME

Amaç: Küçük gelişmelerle sürekli iyileştirme üzerinde yoğunlaşma.

5- KAIZEN EKİBİ

Amaç: İyileştirmelerin hızlı gerçekleşmesi için kaizen gruplarını destekleyen sürekli kaizen ekibinin oluşturulması.

10. TRAKYA OTOCAM FABRİKASI'NDA KAIZEN UYGULAMALARI

Fabrikamızda KAIZEN uygulamaları TOYOTA ile ilişkilerimizin gelişmesi aşamasında başlamıştır. Benchmarkingle TOYOTA'nın çeşitli uygulamaları fabrikamıza taşınırken Kaizen tekniği de çok beğenilerek ilk uygulaması 1996 yılında Toyota'dan bir yetkilinin de yer aldığı ilk KAIZEN projesi gerçekleştirildi. Bu proje kalıp değiştirme sürelerinin azaltılmasına yönelik bir çalışma idi . Geniş bir katılım ile NSG dikey temperleme fırınında yapılan ilk çalışma bomba gibi bir etki uyandırdı. Çünkü çalışmaya katılanlar dahi sonucunu tahmin edememişlerdi. Japon yetkilinin hedef olarak koyduğu süre dahi aşılmıştı. 110 dakika olan süre 45 dakikaya düşürülmüştü. Kimse inanmadı . Olacak şey değildi. Kaizen ekibinin tümü o makinada çalışan kişilerdi. Ekipte bulunan bir mühendis daha yeni işe başlamıştı ve otocamı, temperlenmiş cam veya cam üretimi hakkında hiçbir bilgisi yoktu. Toyota'dan gelen yetkilinin de aynı şekilde otocamı üretimi hakkında hiçbir fikri yoktu. Yapılan çalışmalar sunuş yapılarak açıklanınca herkeste KAIZEN'e hayranlık uyandı. Bu projeden sonra düzenli olarak yapılan Kaizen ekip çalışmaları ve sunuşları ile KAIZEN Otocam'da

yaşam tarzı haline geldi. Kaizen'in sonuçları iddialı hedefler konulması için bir başlangıç oldu. Örneğin daha önce 110 dakika olan kalıp değiştirme işleminin 15 dakikaya düşürülmesi hedefi herkese normal geliyordu. Sunuşlarda ele alınan her konu takdir edildi. Yönetim desteği tamdı . Bu durum çalışanların tamamını olumlu etkiliyordu. Kaizen ekibinde yer alan ve sunuş yapanların sayısı hızla artıyordu. Her zaman heyecanlı bir sunuş tarzı ile sunulan konular grubumuzdaki diğer yöneticilerimizin de katıldığı bir sunuş toplantısı ile topluluk ile paylaşılmaya başlandı. Kaizen otocam çalışanları için adeta bir yaşam tarzı oldu. Adeta gelişmenin diğer adı da kaizen oldu . Kaizen çok sevilmesine karşın asla bir amaç olamadı. Kaizen otocamın kalite yolculuğundaki hedeflerine ulaşması için sadece bir araçtır. Esas olan Otocamdaki mükemmelere doğru yolculuktur.

19 Mart 1999 tarihinde yapılan bir Kaizen sunuşundan proje başlıkları Kaizen hakkında önemli ipuçları veriyor.

- 1- Quench ayarında yapılan iyileştirme
- 2- Düz lamine çubuklarının iyileştirilmesi
- 3- PVB ambarına toz girişinin engellenmesi
- 4- CH8 yıkama makinesinde küçük cam çalışabilmesi
- 5- Yarı Mamul paletlerinde naylon tasarrufu
- 6- Simco seperatörlerinin çevreyi kirletmesinin engellenmesi

11. SONUÇ

KAİZEN ÇALIŞMALARI BİZE NELER KAZANDIRIYOR?

- Kaizen çalışmaları büyük düşünmeye giden yolları açıyor.
- Kaizen kaliteyi arttırıyor
- Kaizen yaşam kalitesini arttırıyor.
- Kaizen özgüven sağlıyor.
- Kaizen potansiyelimizi ortaya koyma fırsatı sunuyor.
- Kaizen bizim de de yaratıcı olabileceğimizi kanıtlıyor.
- Kaizen işe akıl katarak verimi arttırıyor.
- Kaizen iletişimi arttırıyor.
- Kaizen bilgi paylaşımını destekliyor.
- Kaizen takım oyununu öğretiyor.

SEMPOZYUMA KATILANLAR LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

AC	ANADOLU CAM SANAYİİ A.Ş.
AP	CAM AMBALAJ PAZ A.Ş.
AG	CAM AMBALAJ VE METAL GRUBU
CE	CAM ELYAF SANAYİİ A.Ş.
CEE	CAM EV EŞYASI GRUBU
CY	ÇAYIROVA CAM SAN. A.Ş.
DC	DENİZLİ CAM SANAYİİ A.Ş.
DG	DÜZCAM GRUBU
KG	KİMYASALLAR GRUBU BAŞKANLIĞI
MC	MİTRACAM PLASTİK SAN. VE TİC. A.Ş.
MD	CAMIŞ MADENCİLİK A.Ş.
MN	MİNA (KSANİ CAM AMBALAJ FABRİKASI) - GÜRCİSTAN
SC	T. ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.
SC-ADH	ANALİTİK DESTEK HİZMETLERİ MÜDÜRLÜĞÜ
SC-ARM	ARAŞTIRMA VE MÜHENDİSLİK MÜDÜRLÜĞÜ
SC-BBM	BELGE BİLGİ MERKEZİ
SC-BDHM	BİLGİSAYAR DESTEK HİZMETLERİ MÜDÜRLÜĞÜ
SC-EGT	EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
SC-ELK	CAMIŞ ELEKTRİK OTOPRODÜKTÖR GRUBU A.Ş.
SC-ENF	ENFORMASYON TEKNOLOJİSİ MÜDÜRLÜĞÜ
SC-İGM	İŞ GELİŞTİRME MÜDÜRLÜĞÜ
SC-PRJ	PROJELER MÜDÜRLÜĞÜ
PB	PAŞABAHÇE CAM SAN. VE TİC. A.Ş. PAŞABAHÇE FAB.
PB-SCHOTT	PAŞABAHÇE SCHOTT CAM SAN. VE TİC. A.Ş.
PK	PAŞABAHÇE CAM SAN. VE TİC. A.Ş. KIRKLARELİ FABRİKASI
PM	PAŞABAHÇE CAM SAN. VE TİC. A.Ş. MERSİN FABRİKASI
TK	TOPKAPI ŞİŞE SANAYİİ A.Ş.
TM	TRAKYA CAM SAN. A.Ş. MERSİN FABRİKASI
TO	TRAKYA CAM SAN. A.Ş. OTOCAM FABRİKASI
TY	TOPKAPI ŞİŞE SAN. A.Ş. ÇAYIROVA FABRİKASI

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(09 Ekim 1999 tarihine kadar tarafımıza yapılan bildirimler itibariyle soyadına göre sıralanmıştır)

- A -

Akay, Mustafa (MN)
Akçakaya, Reha (SC-IGM)
Akın, Fahir (SC-ARM)
Akın, Halil (KG)
Akıncı, Ahmet (CE)
Akköseoğlu, Faruk Tamer (KG)
Akgün, Kemal (SC-BDH)
Akmaz, Fehiman (SC-ARM)
Akmoran, Esra (SC-ARM)
Akray, Malik (AC)
Aksan, Nurfer (KG)
Akşanlı, Selahattin (AC)
Aksit, Ayşe (SC-ADH)
Albayrak, Gülçin (SC-ARM)
Alimoğlu, Zeki (PB)
Altınay, Oktay (PK)
Arıburnu, Dadal (SC-ARM)
Arıkan, Murat (PB)
Arıkan, Uğur (SC-ARM)
Arman, Bülent (SC-ADH)
Arzan, Neşet (CE)
Asal, Hüseyin (DC)
Aşkın, Özlem (KG)
Atay, Mine (CEE)
Atay, Pınar (CE)
Aydın, Eşref (SC-ADH)
Aydın, Yaşar (PB)
Aygen, İlker (PB)
Azeri, Gülsüm (CEE)

- B -

Barhana, Selçuk A.Ş. (MD)
Barlas, Ekrem (AG)
Başakar, Abdülkadir (SC-ARM)
Baydemir, N.Kemal (SC-ELK)
Bayhan, Nilgün (CE)
Bayram, Jülide (SC-ARM)
Bellici, Sumru (AG)
Beşkurt, Selda (SC)
Bilsen, A.Süreyya (CEE)
Bilsen, Engin (PB)
Bolcan, Dilek (SC-ARM)
Bozkurt, Rüştü (SC)
Bozkurt, S.Suat A.Ş. (AC)
Boztekin, Ayşe (CE)
Börekçi, Banu (AG)

Bucak, Ali (SC-ARM)
Budak, Zeki (TM)
Büke, Savaş (PB-SCHOTT)
Büyükkapu, Semih (TK)

- C, Ç -

Canberk, Yıldırım (AG)
Cebeci, Cüneyt (TK)
Cebecioğlu, Ergül (PB)
Ceylan, İsmail (KG)
Coşkun, Şakir (SC)
Çabuk, Cengiz (AC)
Çağlayan, Adnan (SC)
Çebi, Atilla (SC-ADH)
Çelik, Çelebi (MD)
Çiray, Hülya (TK)
Çıtmacı, Ümit (PB)
Çizmeçi, Mehmet Argun (SC-ELK)
Çoğal, Uğur (PK)
Çopuroğlu, Banu (SC-ARM)
Çorumluoğlu, Orhan (SC-ADH)

- D -

Davutoğlu, Bilal (TK)
Demircan, Bayram (CE)
Demirkol, Gürol (PB)
Demirli, Şürkan (SC-ADH)
Demiryont, Hülya (SC)
Demren, Özgür (SC-EGT)
Dere, Remzi (TM)
Didin, Atilla (KG)
Doğanlarlı, Suat (PK)
Doygun, Fazıl (AC)

- E -

Elçi, Nurettin (TK)
Elibol, Mustafa (PB)
Eltutar, Zeynep (SC-ARM)
Emçioğlu, Faruk Eyüp (MC)
Erdal, Tank (KG)
Erdeğirmenci, Kayhan (AG)
Erdem, O.Haluk (PB)
Erdemir, Ali (PB-SCHOTT)
Erdemli, Sebahat (CE)
Erdenir, Can (CEE)
Erdoğan, Sevinç (CE)
Erdoğan, Volkan (BDHM)
Erduran, H.Hüseyin (PM)

Eren, Ahmet (PK)
Erentürk, Alpaslan (SC-ADH)
Erentürk, Aylin (AG)
Ergönül, Atilla (PB)
Erikçi, Özgür (TK)
Erinç, Nedim (SC-PRJ)
Erkan, Serdar (AC)
Erkin, Asuman (TK)
Eroğlu, Mehmet (SC-ADH)
Eroğul, Imran (KG)
Ersoy, Ayşe (SC-ARM)
Ertürk, Eyüp (KG)
Esen, Erkut (SC-ADH)

- G -

Gökben, Suha (AG)
Gökmenoğlu, Selçuk (PK)
Gökoğlu, Belgin (AG)
Göksulu, Nihal (CEE)
Göktaş, Kaya (PB)
Gözüm, Güner (AG)
Güldal, Ünay (KG)
Gülergün, A.Hamdî (CEE)
Gültekin, Yavuz (PM)
Günel, Emre (AG)
Günay, Volkan (SC-ARM)
Günceler, Sabahattin (SC-ELK)
Günertürkün, Esat (SC-ADH)
Günsür, Murat (SC-ENF)
Gürsey, İbrahim (KG)
Güven, Mehmet Emin (CE)
Güvenç, İzzettin (TK)

- H -

Hacıoğlu, İsmail Hakkı (CE)
Hadımlı, Hüseyin (DC)
Haldenbilen, Tamer (DC)
Haybat, Hale (CE)
Hekimoğlu, Mehmet Bülent (TY)
Heral, Talat (TO)
Hosan, Mehmet (KG)
Hürpek, Yasemin (PK)

- İ, İ -

İlgin, Melike (CE)
İlter, Erhan (CEE)
İrmak, Kaan (AP)
İrmak, Mahmut (SC-EGT)
İşıkser, Şenol (TK)
İçli, M.Attila (AG)

İşevi, Semih (SC-ADH)
İyiel, Arca (SC-ARM)

- J,K -

Javeherian, Aref (CE)
Kaçan, Erdal (DC)
Kahraman, Ercan (AG)
Kanlı, Serdar (AG)
Kaplan, Can (SC-ARM)
Kaplan, Orhan (PB)
Karaağaç, Berna (SC)
Kartepe, Oğuz (PB)
Kaya, Levent (SC-ARM)
Kayakol, Nuray (SC-ARM)
Keke, Lütfü (TK)
Kerestecioğlu, Ayşe (SC-ADH)
Kılavuz, Osman (MD)
Kılıç, Levent (SC-ELK)
Kılıçalp, Nurettin (SC-ADH)
Kınayyığıt, Fersen (CE)
Koç, Süleyman (PK)
Konrapa, Deniz (CEE)
Kösekul, Neşe (CE)
Kuban, Baha (SC-IGM)
Kuca, Bülent (PM)
Kumru, Cüneyt (TK)
Kurtuluş, Faruk (TK)
Kurtuluş, Şule (AC)
Kuşçuluoğlu, Sema (SC-EGT)
Kut, Ateş (KG)
Kutay, Coşkun (CE)
Küntay, Cankaya (MN)
Kürkçüoğlu, Figen (SC-ADH)

- M,N -

Mahmutluoğlu, Muhteşem (PK)
Mehter, Bedri (TK)
Mercan, Yılmaz (DC)
Misoğlu, Tuğrul (CEE)
Nas, Yavuzhan (TO)

- O,Ö -

Oğuz, Adil (DC)
Oğuz, Metin (SC-ARM)
Oğuz, Serap (AP)
Okan, Ahmet (PM)
Oktekin, Refika (SC-ADH)
Oran, Mustafa (SC-ARM)
Orhon, Habib (TK)
Orhon, Mehmet (KG)
Orhon, Melek (SC-ARM)

Önen, Mehmet (PK)
Önsel, Lale (SC-ARM)
Ötken, Ali (SC-ARM)
Öz, Sevil (BBM)
Özabacı, Ali (PB)
Özcan, Akif (SC-ADH)
Özcan, Mustafa (TY)
Özcan, Süreyya (TK)
Özen, İlker (SC-ARM)
Özer, Selçuk (PB)
Özgün, Ahmet (CE)
Özkan, Arzu (PM)
Öztekin, Seçil (CEE)
Öztürk, Feride (CEE)
Öztürk, Nurettin (MD)
Öztürk, Tamer (AG)

- P -

Parlar, Hüseyin (SC-ARM)
Polat, Hasan (DC)
Poyraz, Süreyya (SC-ELK)
Rabuş, Mehmet (DC)

- S,Ş -

Sander, Faruk (SC-ARM)
Saraç, Ahmet (TK)
Saraç, Yusuf (SC-ARM)
Sarı, Adnan (AC)
Sarpege, Fedai (CE)
Say, Sami (TK)
Sayın, Fatih (SC-ARM)
Sayın, Gizem (KG)
Selçuk, Barhana (MD)
Sengel, Hande (SC-ARM)
Sesigür, Hakan (SC-ADH)
Seyhan, Erdal (AG)
Sezer, Hayrettin (PK)
Soykut, A.Yüksel (CEE)
Soysal, Şahin (CEE)
Soytürk, Hayati (CEE)
Şahin, Hakan (PM)
Şahin, Hasan (SC-ARM)
Şardağ, Haluk (AG)
Şekerli, Ali (TO)
Şen, Mustafa (PB)
Şenol, Hasan (TK)

- T -

Tan, Selda (CE)
Tan, Ufuk (CE)

Taşköy, Baha (PB)
Taşlıca, İsmail (CE)
Tekin, Ahmet (BBM)
Tezcan, Osman (PB)
Tiftikçi, Ebru (AG)
Titiz, Tınaz
Tokat, Mustafa (TK)
Topçuoğlu, Ferhan (SC-ADH)
Toptaş, Arzum (SC-ADH)
Töre, İrem (TK)
Tuğrul, Haluk (PM)
Tunalı, İlhan (CEE)
Tuzcu, İlke (AG)
Tümerkan, Işıl (SC-ARM)
Türk, Ufuk (BDHM)
Türkay, Murat (PK)
Türker, Mustafa (SC-ARM)

- U,Ü -

Uçaroğlu, Akif (AG)
Uluçay, Gülay (SC-PRJ)
Ulutaş, Ferda (SC-ARM)
Ustaoğlu, Cavit (PB-SCHOTT)
Uz, A.Taner (CEE)
Uzun, Hüseyin (SC-ARM)
Ünalı, Zeynep (BDHM)
Ünsal, Atilla (SC-ARM)
Ünsal, Gülden (AG)
Üstün, Mehmet (PK)

- Y -

Yağcı, Eyüp (TK)
Yalçındağ, Halit (PM)
Yalçinkaya, Muhammet (PM)
Yamaç, Nilay (SC-ADH)
Yaraman, Alev (DG)
Yavaşlar, Hakan (PB)
Yay, Ertuğrul (SC-ARM)
Yazıcıoğlu, Tuğrul (KG)
Yenigün, Teoman (AG)
Yiğit, Murat (PK)
Yiğit, Vural (AG)
Yiğitler, Kayhan (AP)
Yılmaz, Serpil G. (SC-ADH)
Yücesoy, Deniz (SC-EGT)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(09 Ekim 1999 tarihine kadar tarafımıza yapılan bildirimler itibariyle şirket ve müdürlüklere göre sıralanmıştır)

Anadolu Cam San. A.Ş.

Akay, Malik
Akşanlı, Selahattin
Bozkurt, S.Suat
Çabuk, Cengiz
Doygun, Fazıl
Erkan, Serdar
Kurtuluş, Şule
Sarı, Adnan

Analitik Destek Hizmetleri

Müdürlüğü

Akşit, Ayşe
Arman, Bülent
Aydın, Eşref
Çebi, Atilla
Çorumluoğlu, Orhan
Demirli, Şürkan
Erentürk, Alpaslan
Eroğlu, Mehmet
Esen, Erkut
Günertürkün, Esat
Işevi, Semih
Kaya, Kader
Kerestecioğlu, Ayşe
Kılıçalp, Nurettin
Oktekin, Refika
Özcan, Akif
Sesigür, Hakan
Topçuoğlu, Ferhan
Toptaş, Arzum
Yamaç, Nilay
Yılmaz, Serpil G.

Araştırma ve Mühendislik

Müdürlüğü

Akın, Fahir
Akmaz, Fehiman
Akmoran, Esra
Albayrak, Gülçin
Arıburnu, Dadal
Arıkan, Uğur
Başakar, Abdülkadir
Bayram, Jülide
Bolcan, Dilek
Bucak, Ali
Çopuroğlu, Banu
Demiryont, Hülya
Eltutar, Zeynep
Ersoy, Ayşe
Günay, Volkan
Iyiel, Arca
Kaplan, Can

Kaya, Levent
Kayakol, Nuray
Oğuz, Metin
Oran, Mustafa
Orhon, Melek
Önsel, Lale
Ötken, Ali
Özen, İlker
Parlar, Hüseyin
Sander, Faruk
Saraç, Yusuf
Sayın, Fatih
Sengel, Hande
Şahin, Hasan
Tümerkan, Işıl
Ulutaş, Ferda
Uzun, Hüseyin
Ünsal, Atilla
Yay, Ertuğrul

Belge-Bilgi Merkezi

Öz, Sevil
Tekin, Ahmet

Bilgisayar Destek Hizmetleri

Müdürlüğü

Akgün, Kemal
Erdoğan, Volkan
Türk, Ufuk
Ünalmiş, Zeynep

Cam Ambalaj Paz. A.Ş.

Irmak, Kaan
Oğuz, Serap
Yiğitler, Kayhan

Cam Ambalaj ve Metal Grubu

Barlas, Ekrem
Bellici, Sumru
Böreççi, Banu
Canberk, Yıldırım
Erdeğirmenci, Kayhan
Erentürk, Aylin
Gökben, Suha
Gökoğlu, Belgin
Gözüm, Güner
Güenal, Emre
Içli, M. Attila
Kahraman, Ercan
Kanlı, Serdar
Öztürk, Tamer
Seyhan, Erdal
Şardağ, Haluk
Tiftikçi, Ebru

Tuzcu, Ilke
Uçaroğlu, Akif
Ünsal, Gülden
Yiğit, Vural

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

Akıncı, Ahmet
Arzan, Neşet
Atay, Pınar
Bayhan, Nilgün
Boztekın, Ayşe
Demircan, Bayram
Erdemli, Sebahat
Erdoğan, Sevinç
Güven, Mehmet Emin
Hacıoğlu, İsmail Hakkı
Haybat, Hale
İlgın, Melike
Javeherian, Aref
Kınayyigit, Fersen
Kösekul, Neşe
Kutay, Coşkun
Özgün, Ahmet
Sarpege, Fedai
Tan, Selda
Tan, Ufuk
Taşlıca, İsmail

Cam Ev Eşyası Grubu

Atay, Mine
Bilsen, A. Süreyya
Erdenir, Can
Göksulu, Nihal
Gülergün, A.Hamdi
İlter, Erhan
Konrapa, Deniz
Misoğlu, Tuğrul
Öztekin, Seçil
Öztürk, Feride
Soykut, A. Yüksel
Soyşal, Şahin
Soytürk, Hayati
Tunalı, İlhan
Uz, A. Taner

Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.

Baydemir, N.Kemal
Çizmecı, Mehmet Argun
Günceler, Sabahattin
Kılıç, Levent
Poyraz, Süreyya

Camiş Madencilik A.Ş.

Barhana, Selçuk
Çelik, Çelebi
Kılavuz, Osman

Öztürk, Nurettin
Denizli Cam
San. ve Tic. A.Ş.
Asal, Hüseyin
Hadımlı, Hüseyin
Haldenbilen, Tamer
Kaçan, Erdal
Mercan, Yılmaz
Oğuz, Adil
Polat, Hasan
Rabuş, Mehmet

Eğitim Müdürlüğü

Demren, Özgür
İrmak, Mahmut
Kuşçuloğlu, Sema
Yücesoy, Deniz

Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü

Günsur, Murat

T.Şişe ve Cam Fab. A.Ş.

Azeri, Gülsüm
Bozkurt, Rüştü
Çağlayan, Adnan
Kut, Ateş
Yaraman, Alev
Yenigün, Teoman

Halkla İlişkiler

Beşkurt, Selda
Karaağaç, Berna

İş Geliştirme Müdürlüğü (ATEMY)

Akçakaya, Reha
Kuban, Baha

Kimyasallar Grubu

Akın, Halil
Akköseoğlu, Faruk Tamer
Aksan, Nurfer
Aşkın, Özlem
Ceylan, İsmail
Didin, Atilla
Erdal, Tarık
Eroğul, İmran
Ertürk, Eyüp
Güldal, Ünay
Gürsey, İbrahim
Hosan, Mehmet
Orhon, Mehmet
Sayın, Gizem
Yazıcıoğlu, Tuğrul



ŞİŞECAM

**Mina (Ksani Cam Ambalaj)
Fabrikası - Gürcistan**

Akay, Mustafa
Küntay, Cankaya

Mitracam Plastik San. ve Tic. A.Ş.

Emçioğlu, Faruk Eyüp

**Paşabahçe Cam San.ve Tic. A.Ş.-
Kırklareli Fabrikası**

Altınay, Oktay
Çoğal, Uğur
Doğanlarlı, Suat
Eren, Ahmet
Gökmenoğlu, Selçuk
Hürpek, Yasemin
Koç, Süleyman
Mahmutluoğlu, Muhteşem
Önen, Mehmet
Sezer, Hayrettin
Türkay, Murat
Üstün, Mehmet
Yiğit, Murat

**Paşabahçe Cam San.ve Tic. A.Ş.-
Mersin Fab.**

Erduran, H.Hüseyin
Gültekin, Yavuz
Kuca, Bülent
Okan, Ahmet
Özkan, Arzu
Şahin, Hakan
Tuğrul, Haluk
Yalçındağ, Halit
Yalçınkaya, Muhammet

**Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş.-
Paşabahçe Fab.**

Alimoğlu, Zeki
Arıkan, Murat
Aydın, Yaşar
Aygen, İlker
Bilsen, Engin
Cebecioğlu, Ergül
Çıtmacı, Ümit
Demirkol, Gürol
Elibol, Mustafa
Erdem, O.Haluk
Ergönül, Atilla
Göktan, Kaya
Kaplan, Orhan
Kartepe, Oğuz
Özabacı, Ali
Özer, Selçuk

Şen, Mustafa
Taşköy, Baha
Tezcan, Osman
Yavaşlar, Hakan

**Paşabahçe Schott Cam
San. ve Tic. A.Ş.**

Büke, Savaş
Eldemir, Ali
Ustaoğlu, Cavit

Projeler Müdürlüğü

Erinç, Nedim
Uluçay, Gülay

Sağlık Merkezi

Coşkuner, Dr. Şakir

Topkapı Şişe San. A.Ş.

Büyükkapu, Semih
Cebeci, Cüneyt
Çıray, Hülya
Davutoğlu, Bilal
Elçi, Nurettin
Erikçi, Özgür
Erkin, Asuman
Güvenç, İzzettin
Işıkser, Şenol
Keke, Lütfü
Kumru, Cüneyt
Kurtuluş, Faruk
Mehter, Bedri
Orhon, Habib
Özcan, Süreyya
Saraç, Ahmet
Say, Sami
Şenol, Hasan
Tokat, Mustafa
Töre, İrem
Yağcı, Eyüp

**Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
Çayırova Fabrikası**

Özcan, Mustafa
Hekimoğlu, Mehmet Bülent

**Trakya Cam San.A.Ş.
Mersin Fab.**

Budak, Zeki
Dere, Remzi

**Trakya Cam San.A.Ş.
Otocam Fab.**

Heral, Talat
Nas, Yavuzhan
Şekerli, Ali

SEMPOZYUM PROGRAMI

ANADOLU AUDITORIUM

AÇILIŞ (08:30-10:20)

- 8:30-9:30** **Kayıt**
- 9:30-9:40** **AÇILIŞ**
- 9:40-9:50** **Açış Konuşması**
Adnan Çağlayan
Genel Müdür
- 9:50-10:20** **AR-GE Stratejileri**
Tınaz Titiz
Davetli Konuşmacı

KAPANIŞ (16:30-18:00)

- 16:30-16:50** **Cam ve Sağlık**
Dr. Şakir Coşkun / TŞCFAŞ, Sağlık Merkezi
- 16:50-17:10** **Trakya Cam Sanayii Otocam Fabrikası'nda**
İnsan Kaynakları Uygulamaları
Talat Heral /Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fab.
- 17:10-17:30** **Bir Geliştirme Öyküsü: Isıcam Konfor 70/46**
Proje Ekibi
- 17:30-18:00** **Kapanış Konuşması**
Adnan Çağlayan
Genel Müdür
- 18:00-20:00** KOKTEYL (Haliç Salonu)



TOPKAPI A SALONU

A1 OTURUMU (10:30-11:30)

Oturum Başkanı: Çetin Aktürk

- 10:30-10:50 Kalite ve Maliyet Açısından Cam Hammaddeleri**
Eşref Aydın / TŞCFAŞ, Analitik Destek Hiz. Müdürlüğü
- 10:50-11:10 Topluluğumuzda Cam Hammaddelerinden Beklentiler ve Yeni Kum Kaynakları Kullanımına İlişkin Örnekler**
Melek Orhon / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
- 11:10-11:30 Harman Örtüsü Özelliklerinin Birleşik Modellerle Değerlendirilmesi ve Farklı Fırın Çekişlerinin İncelenmesi**
Zeynep Eltutar - Lale Önsel / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
- 11:30-12:00 ÇAY ARASI**

A2 OTURUMU (12:00-13:00)

Oturum Başkanı: Melike Ilgın

- 12:00-12:20 E-Camında Kompozisyona Bağlı Viskozite ve Geçirgenlik Özelliklerinin İrdelenmesi**
Hale Haybat / Cam Elyaf San A.Ş.
Fehiman Akmaz / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
- 12:20-12:40 Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası Otomatik Züccaciye Kompozisyonunun Değiştirilerek Şekillendirme Özelliklerinin Geliştirilmesi**
Ahmet Okan - Hüseyin Erduran / Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fab.
Hande Sengel / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
- 12:40-13:00 Cam Ambalaj ve Cam Ev Eşyası Ürünlerinde Cat Scratch (Kedi Tırmağı) Hatalarının Elektron Mikroprob İncelemeleri**
Bülent Arman - Eşref Aydın
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hiz. Müdürlüğü
- 13:00-14:00 YEMEK ARASI**



TOPKAPI A SALONU

A3 OTURUMU (14:00-15:00)

Oturum Başkanı: Ünay Güldal

- 14:00-14:20** **Float Cam Yüzeyinin Korunması**
Orhan Çorumluoğlu - Eşref Aydın - Bülent Arman - Akif Özcan
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hiz. Müdürlüğü
Zeki Budak - Remzi Dere / Trakya Cam San. A.Ş. Mersin Fab.
- 14:20-14:40** **AC Mersin Fabrikası'nda Sınai Cam Kap Üretiminde Sıcak ve Soğuk Kaplama Uygulamaları**
Serdar Erkan - Fazıl Doygun / Anadolu Cam San. A.Ş.
- 14:40-15:00** **Düz Ekran Camları - Yeni Ürün, Yeni Pazar**
Baha Kuban - Reha Akçakaya / TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü
- 15:00-15:20** **ÇAY ARASI**

A4 OTURUMU (15:20-16:20)

Oturum Başkanı: Atilla Didin

- 15:20-15:40** **Şamotta Kalan Platinin Geri Kazanımı**
Fedai Sarpege - İsmail Taşlıca / Cam Elyaf San. A.Ş.
- 15:40-16:00** **Polietilen Malzemelerin Shrink Özellikleri**
Adnan Sarı / Anadolu Cam San. A.Ş.
- 16:00-16:20** **Yüksek Frekanslı Kurutma Teknolojileri ve Elyaf Kurutma**
Ufuk Tan / Cam Elyaf San. A.Ş.



TOPKAPI B SALONU

B1 OTURUMU (10:30-11:30)

Oturum Başkanı: Yıldırım Canberk

- 10:30-10:50** **Sayısal Ortamda Cam Ambalaj Üretimi Press-Blow İşlemi**
Kayhan Yiğitler / Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.
- 10:50-11:10** **Üretim Makinalarında Proses Kontrol Çalışmaları**
Baha Taşköy - Selçuk Özer
Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Paşabahçe Fab.
- 11:10-11:30** **AC Mersin 34 No.'lu F/H'ta Renkli Cam Üretim Çalışmaları**
Suat Bozkurt - Cengiz Çabuk / Anadolu Cam San. A.Ş.
Serap Oğuz / Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.
Metin Oğuz / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
- 11:30-12:00** ÇAY ARASI

B2 OTURUMU (12:00-13:00)

Oturum Başkanı: Taner Uz

- 12:00-12:20** **Şişe Kalıplarında Ön Kaplama Uygulaması**
Eyüp Yağcı / Topkapı Şişe San. A.Ş.
Kaan İmrek / Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.
- 12:20-12:40** **Sıcak Cam ile Temas Eden Metaller ve Malzemelerde Yüzey İyileştirme**
Volkan Günay / TŞCFAŞ, Araştırma ve Müh. Müdürlüğü
Hakan Sesigür / TŞCFAŞ, Analitik Destek Hiz. Müdürlüğü
- 12:40-13:00** **Pres-Üfleme ve Pres Ürünlerinde Yağ Lekesi Probleminin Azaltılması**
Selçuk Özer - Oğuz Kartepe / Paşabahçe Cam San. A.Ş. Paşabahçe Fab.
- 13:00-14:00** YEMEK ARASI (Haliç Salonu)



TOPKAPI B SALONU

B3 OTURUMU (14:00-15:00)

Oturum Başkanı: Ömer Boyacıoğlu

- 14:00-14:20** **Mekanik Ağız Sertleştirme Makinası**
Baha Taşköy - Oğuz Kartepe
Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Paşabahçe Fab.
- 14:20-14:40** **Borcam Kapak Delme Makinası**
Tuğrul Misoğlu / Cam Ev Eşyası Grubu İş Geliştirme Müdürlüğü
Zeki Alimoğlu / Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Paşabahçe Fab.
- 14:40-15:00** **Otomatik Cam İmalat Hatlarında Geliştirilen Elektronik Kumandalı Mekanizmalara Ait İki Örnek**
Uğur Çoğal / Paşabahçe Cam. San. ve Tic. A.Ş. Kırklareli Fab.
- 15:00-15:20** ÇAY ARASI

B4 OTURUMU (15:20-16:20)

Oturum Başkanı: Ersin Kınlı

- 15:20-15:40** **TF-TO Toplam Tedarik Zinciri**
Mehmet S. Görkey - Haluk Gürelen
Düzcem Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı
- 15:40-16:00** **Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fabrikası'nda BENCHMARKING Uygulamaları**
Ali Şekerli / Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fab.
- 16:00-16:20** **Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fabrikası'nda KAIZEN Uygulamaları**
Yavuzhan Nas / Trakya Cam San. A.Ş. Otocam Fab.