

Yayına Hazırlayan
A. Semih İŞEVI



Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Teknik Grup
(Hizmete Özel)

TŞCFAS, Araştırma Merkezi Kütüphanesi Kataloğu

9. Cam Problemleri Sempozyumu bildiri metinleri:

7 Ekim 1994, Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu/
yay. haz. A. Semih İŞEVI.- İstanbul: TŞCFAS, Teknik Grup 1995.

138 s.: Şekil Tablo - (Araştırma Merkezi Kütüphanesi Sempozyumlar dizisi ; 9)

Dizin

1. GLASS TECHNOLOGY 2. CONGRESSES

I. İşevi, A. Semih II. TŞCFAS, Teknik Grup III. Seri

UDC: 666.1(56) "1994" (063)= 943.5 DOKi 1995

YAPIM

AJANS REPA

(0212) 227 26 82 - 227 26 83

BASKI

GÜRTAŞ OFSET

(0212) 519 11 78

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ	5
AÇILIŞ KONUŞMASI Adnan Çağlayan Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürü	7
Hammadde ve Harmanda Granülasyon, Peletleme ve Biriktleme Uygulamaları Alpaslan ERENTÜRK - Nurettin KILIÇALP - Hande SENDEL	9
Şişe İç Basıncının İstatiksel Takip Yöntemi Mustafa AKAY	21
Etkin Kalıp Soğutma (Vertiflow) Suha GÖKBEN - Bedri MEHTER	35
Cam Fırınlarında Toz ve SO₂ Emisyonlarının Kontrolü Faruk SANDER - Dilek BOLCAN	51
Cam Fırınlarında Oksijen Yakma Tekniğinin Uygulanması Ahmet AKINCI - Neşet ARZAN	57
Cam Elyaf Takviyeli Polipropilen ve Naylon 66 Kompozitlerde Elyaf/Matris İlişkileri Dr. Baha KUBAN - Reha AKÇAKAYA Bülent EREN - Sebahat ERDEMLİ	67
Cam Ürünlerinde Habbe Mustafa ORAN	73
Şişe ve Kalıp Tasarımında Bilgisayar Kullanımı Yusuf COŞKUN - Kemal AKGÜN	85
Yüksek Demirli Camların Isı Absorblama Özellikleri Dr.Ömer KARABULUT	93
Savurma Tekniği İle Züccaciye Üretimi Engin BİLSEN - Mustafa ŞEN	107
C3 Hattına IS-8 Makinası Yapım ve Montajı Sami SAY	113
H-28 Makinalarında Büyük Mamul Üretimi Selçuk ÖZER - Sinan ULUFER	121

EKLER

Sempozyum Programı	129
Sempozyuma Katılanların Listesi	131
9. Cam Problemleri Sempozyumu Bildiri Hazırlayan ve Sunanlar	134
Listede Kullanılan Kısaltmalar	137
Yazar Dizini	138

ÖNSÖZ

7 Ekim 1994 tarihinde,
Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu'nda yapılan
" 9. Cam Problemleri Sempozyumunda "
sunulan bildirileri daha öncekiler gibi kitap
kapsamında derleyerek, değerli bir belge olarak,
Topluluğumuz hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız.
Üretim Şirketlerimizin ve Teknik Grubun katılım ve katkıları
ile gerçekleştirilen Sempozyum'a destek veren
başta Genel Müdürümüz
Sn. Adnan ÇAĞLAYAN olmak üzere,
tüm ilgililere ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunuyoruz.

ARAŞTIRMA MERKEZİ

AÇILIŞ KONUŞMASI

Adnan ÇAĞLAYAN

Genel Müdür

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Sevgili Şişecam'lılar çok değerli çalışma arkadaşlarım Cam Problemleri Sempozyumumuzun 9.'sünü açıyorum. Bu vesile ile tekrar sizlerle birlikte olmaktan duyduğum memnuniyeti ifade ediyor ve sizlerin hepimize teker teker sempozyumumuza hoşgeldiniz diyorum. Çok yoğun, hareketli, heyecanlı bir yılı yavaş yavaş geride bırakmış bulunuyoruz. Ülkemizin yaşadığı sosyal, ekonomik ve siyasal sorunlar karmaşası içerisinde bizler Şişecamlılar olarak en önemli olayımız uzun zamandır üzerinde çalıştığımız, yoğun bir şekilde üzerinde çalıştığımız ve mesaimizin büyük bir kısmını ona hassettiğimiz değişim olgusuna hayat vermemiz ve onu geliştirme yolunda çok önemli kalıcı ve etkin uygulamaları başlatmış ve büyük ölçüde uygulamaya koymuş olmamızdır. Bu yıl tam bir işbirliği ve inanç içerisinde 1000'i aşkın arkadaşımızın katılımıyla, organizasyonlarımızdan iş akımı süreçlerimize kadar tüm faaliyetlerimizi her yönüyle masa üzerine yatırarak incelemiş bulunuyoruz. Ve bunlardan sonuçlar çıkartıp en iyiyi, en mükemmeli yakalamaya gayret ettik. Elde ettiğimiz ve inandığımız sonuçları da derhal uygulamaya koyduk, bunlarla ilgili detaylı bilgileri kapanış konuşmamda vermek istiyorum. Daha yapılacak pekçok şey olmasına rağmen hemen her alanda yeni dinamiklerle birlikteyiz. Tempo ve verimliliğimizin hemen her alanda, her geçen gün daha da iyiye gideceğinden kesinlikle eminim, çünkü artık gerçekleştirmeye azmettiğimiz ve gerçekleştirmek için üst yönetimimize ve Türk insanına taahhüt ettiğimiz bir hedefimiz var. Bu hedef hepimizin bildiği gibi Türkiyede lider, 1998'e kadar karlılık ve büyümede dünyada ikinci olan global, entegre bir cam şirketi olmak. Memnuniyetle ve gururla ifade etmek istiyorum ki hepimiz aynı hedefe doğru emin, güçlü ve kararlı adımlarla ilerliyoruz. Şunu rahatlıkla ifade edebilirim ki Türkiye'de pekçok büyük sınaî kuruluştan daha çok yarınlarımızı güvence altına almış, gümrük birliğinin getireceği yoğun rekabet ortamında rakiplerimiz ile sağlıklı bir mücadeleye hazır duruma gelmiş bulunmaktayız. Bunu söyleme cesaretini gerçekten kendimde buluyorum. Şu anda bugüne kadar dünya pazarlarında rekabeti öğrenirken, rekabetin temel unsuru olarak teknolojiyi yakalamak, teknolojiyi görmek çağdaşlığını zamanında kavradık ve gereklerini de zamanında yerine getirdik. İş alanlarımızın bugün hemen hemen tamamında rakiplerimiz ile en azından eş teknoloji ile mücadele veriyoruz. Bu noktada tekrar vurgulamak istiyorumki başarının

temel şartı iş stratejisi ile teknoloji stratejisini birbirine etkin bir şekilde entegre etmektir. Değerli arkadaşlarım bugün çok iddialı ama inançlı hedefimize uygun teknoloji stratejilerimizi belirlemek ve yarınımızı buna göre planlamak noktasındayız. Bizi hedefimize ulaştıracak teknolojik haritalarımızı oluşturacağız. Hepimiz planlı, biliçli ve inançlı bir şekilde aynı hedefe hızlı adımlarla koşacağız. Bu amaçla yeni kurduğumuz gruplarımızda da ilk defa büyük bir önem verdiğimiz geliştirme birimlerini oluşturmuş bulunuyoruz. Geliştirme sürecimiz içerisine uygulama aşamalarında hayati önemi gördüğüm bir oyun kuralı yerleştirmiş bulunuyoruz. Dünyanın teknoloji geliştirmelerde en başarılı kuruluşlarında olmazsa olmaz diye değerlendirdikleri proje yaklaşımı çerçevesinde, elbirliğini işbirliğini de disipline edeceğiz. Şundan eminimki bugünde örneklerini kıvançla dinleyeceğimiz teknoloji geliştirme çalışmalarımız, gelecek yıl daha da artacak ve bugünlerde duyduğumuz coşku daha da yoğunlaşacaktır. Bu cümleden olarak bugün sizlere bir ikide müjde vermek istiyorum. Bunlardan bir tanesi Avrupa Cam Ev Eşyası Birliği CPIV'in üyesi olan European Domestic Glass Committe, 1995 yılında genel kurulunu Türkiye'de yapacaktır. Ve bu genel kurulun başkanlığını ve de evsahipliğini biz Şişecam olarak üstlenmiş bulunuyoruz. Ayrıca Uluslararası Cam Komisyonu (ICG) yapmış olduğumuz daveti kabul ederek 1996 yılı yıllık toplantılarını Türkiye'de yapmayı kabul etmiş ve kararlaştırmış bulunmaktadır. Bu toplantı bizim 11. Cam Problemlerimi Sempozyumumuz bünyesinde yer alacak ve toplantımız bu kez Uluslararası bir hüviyet taşıyacaktır. Dünyanın önde gelen cam bilim adamlarında bildiriler vereceği bu müstesna olayı en başarılı şekilde organize etmek ve katkıda bulunmak üzere hepimiz yine hep birlikte çalışacağız. Yeni yatırımlarımızın devreye girmesi arefesinde Intercam deneme üretimine geçerken, Kırklareli D hattımız bir kaç ay içerisinde ailemize katılacak Trakya Cam 3. Float hattının temelini ise Aralık içerisinde atacağız. Siz değerli arkadaşlarım ile böylesi bir birlikteliği tadarken Şişecam olmanın gurur ve mutluluğunu kalbimin en derin noktalarında hissettiğimi belirtmek isterim. Bu vesile ile 9. Cam Problemleri Sempozyumumuzun hepimize hayırlı olmasını ve başarı ile geçmesini temenni ediyorum sizlere sevgiler sunuyorum.

Teşekkür ederim.

HAMMADDE VE HARMANDA GRANÜLASYON, PELETLEME VE BİRİKETLEME UYGULAMALARI

Alpaslan ERENTÜRK,
Nurettin KILIÇALP, Hande SENDEL
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi

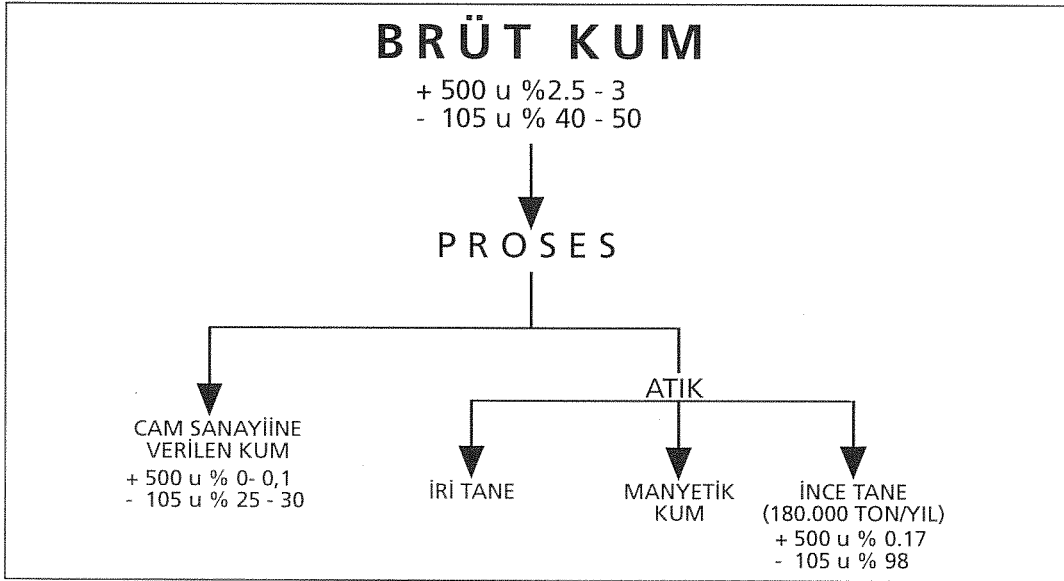
ÖZET

Bu çalışmada cam sanayiinde kullanılan hammaddeler için belirlenmiş olan tane boyutu speklerinin dışında kaldığı için atık niteliğinde olan, hammaddelerin tane boyutu 105 mikron altında kalan kısmının aglomerasyon ve peletleme yöntemleri ile cam üretiminde kullanılabilirliği araştırıldı ve borcam harmanının erimesini kolaylaştırmak amacıyla biriketlenmesi konuları incelendi.

Cam üretiminde kaliteyi belirleyen , maliyeti etkileyen faktörlerden biri , belkide en önemlisi hammaddedir . Bu nedenle kalitenin ve maliyetin belirlenmesinde hammadde başlangıç noktasını oluşturmaktadır.

Cam üretiminde kullanılan hammaddelerin tane boyut dağılımının 105 mikron ile 500 mikron arasında olması istenir.

Camiş Madencilik tarafından Yalıköy yöresinden çıkartılan kumların tane boyut dağılımı doğası nedeniyle cam sanayii için oldukça incedir .



Şekil 1: Yalıköy kum işletmesi kum hazırlama prosesi

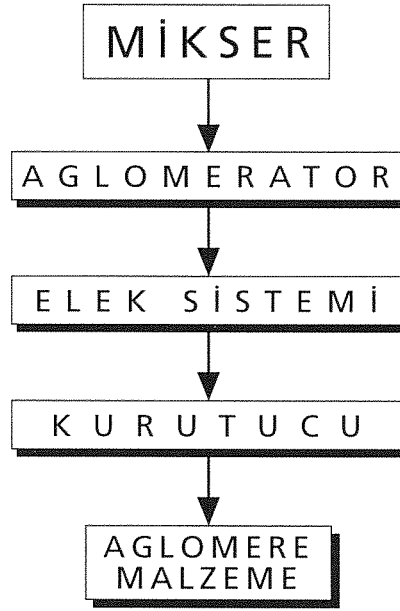
Yalıköy kum tesisinde proses sırasında siklonlardan ayrılarak göletlerde toplanan ve kurumaya bırakılan kum miktarı yaklaşık yılda 180.000 tondur. Bu ince kumun değerlendirilmesi üç şekilde mümkündür.

Kumun ince taneli fraksiyonu:

- Cam sanayii dışında değerlendirme
- Cam kırığı üretimi
- Cam üretiminde kullanımı (aglomerasyon, peletleme)

Araştırma Merkezimizde Cam Sanayii dışında değerlendirilmesi ve cam kırığı üretimi konularında daha önce çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada atık niteliğinde olan ince taneli hammaddenin aglomere edilerek veya peletlenerek cam üretiminde kullanılmak üzere tekrar kazanılması konusu incelendi .



Şekil 2: Aglomerasyon düzeneği.

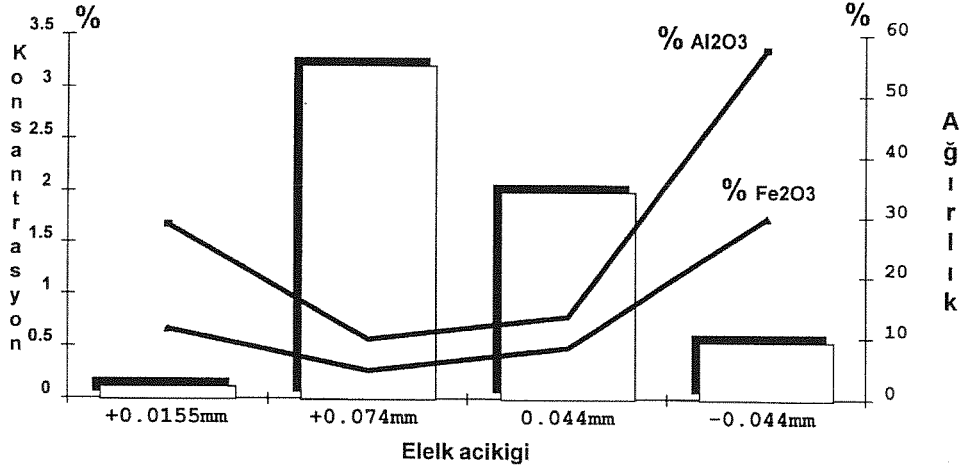
Agglomerasyon ince taneli kumun uygun bir bağlayıcı kullanılarak istenilen boyutta taneler haline getirilmesidir.

İnce kumun aglomere edilerek cam üretiminde kullanılması halinde öngörülen potansiyel yararlar:

- Kum rezervlerinin israfının önlenmesi,
- Erime avantajı nedeniyle enerji tasarrufu,
- Fırın içi tozumanın azalması,
- Çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azalması,
- Hammadde maliyetlerinde azalmadır.

Agglomerasyon çalışmalarında Trakya Cam Sanayiinde kullanılan Sarıbayır kumunun hazırlanması sırasında siklonlardan ayrılarak göletlerde toplanan ince kısım kullanıldı. Malzemenin kimyasal kompozisyonu ve tane boyut dağılımı Şekil-3'te verildiği gibidir.

Brüt Sarıbayır kumu

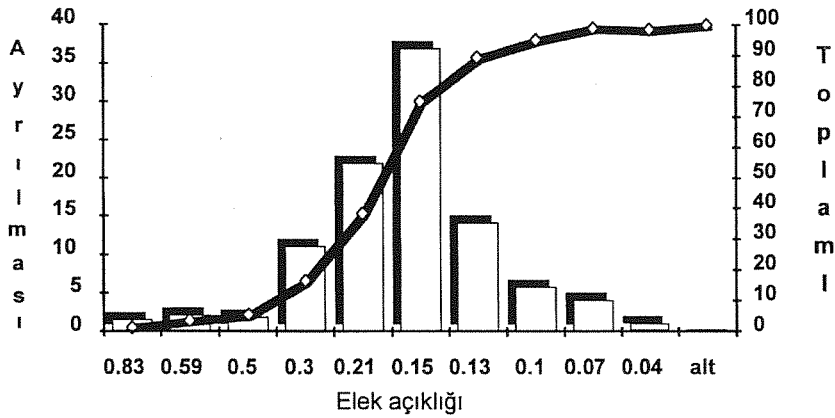


Şekil 3: Brüt sarıbayır kumunun fiziksel ve kimyasal özellikleri

Çalışmalarda demir içeriği yüksek olan feldspatik karakterdeki 44 mikron altında kalan kısım ayrıldı.

Yapılan denemeler sonunda en uygun bağlayıcının üç modüllük sıvı sodyum silikat olduğu tespit edildi. Aglomerasyon sonrası tane boyu dağılımı Şekil-4 te verilmektedir.

Aglomere Kumu Tane Boyut Dağılımı



Şekil 4: Aglomere kumun tane boyut dağılımı.

Grafikten de görüldüğü gibi aglomere kumun tane boyut dağılımı cam hammaddeleri için verilen speklere uymaktadır.

Aglomere malzemenin camın erime ve afinyasyon özelliklerine olabilecek etkileri incelemek amacıyla laboratuvar eritişleri yapıldı. Söz konusu eritişlerde Trakya Cam

Sanayii float kompozisyonu hedeflendi. Eritişlerde;

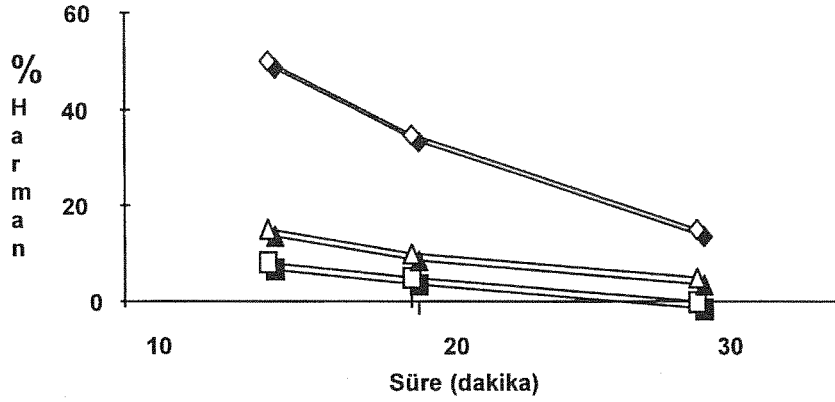
- Mevcut hammaddeler,
 - Tüm hammaddelerin 0,105 mm altında kalan kısmı,
 - Aglomere kum ve ince hammaddeler
- kullanılarak 3 farklı harman hazırlandı.

Afinasyon ve erime karakterini gözlemek için eritilen bu harmanlar birbirleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirildi.

Erimeye olan etkiyi incelemek için:

100 gr olarak hazırlanan harmanlar % 95 Pt %5 Au alaşımı krozelde 1450 °C da farklı sürelerde tutularak erime karakterleri incelendi.

Harmandan Arınma



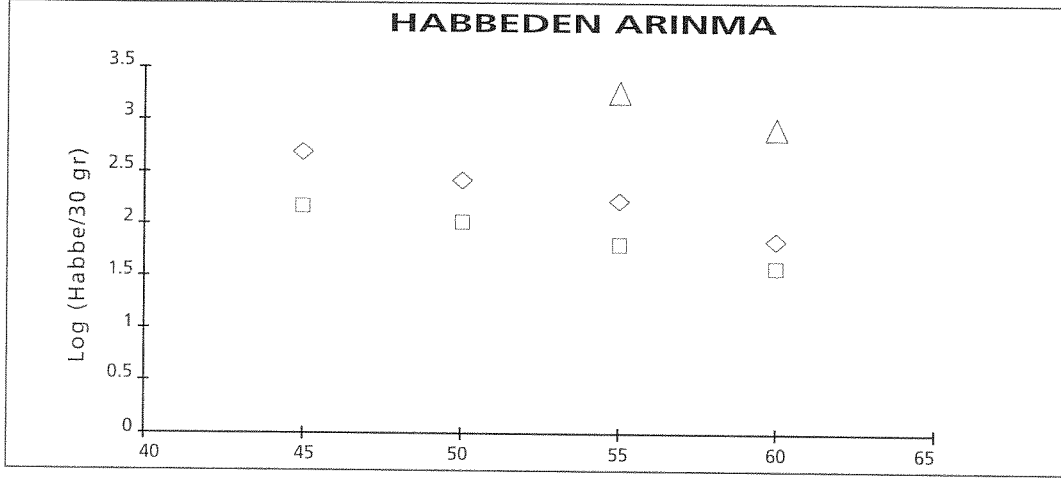
Şekil 5: Harmandan arınma.

Grafiktende netlikle görüldüğü gibi eğriler arasında çarpıcı farklar vardır. İnce kum ve aglomere malzeme ile hazırlanan harmanlar mevcut harmana oranla daha kolay eridi. Bu da her iki harmanda da en büyük komponent olan kumun ince olmasından kaynaklanmaktadır.

Ancak bu iki grafik kendi aralarında karşılaştırıldığında aglomere malzeme ile hazırlanmış olan harmanın diğerlerine oranla daha erken eridiği görülmektedir. Bunun sebebi ise aglomerasyon işlemi sırasında kumun sıvı sodyum silikat ile karıştırılması sırasında SiO_2 tanecikleri eritken Na_2O tarafından sarılmakta ve eritken malzeme gevşek harmana göre kum taneleri ile daha sıkı temasta bulunmaktadır.

Aglome malzemenin afinasyona olan etkisine bakacak olursak. Aynı biçimde hazırlanan harmanlar bu kez daha uzun süreler fırında tutularak erimeyi takip eden habbeden arınma süreleri incelendi.

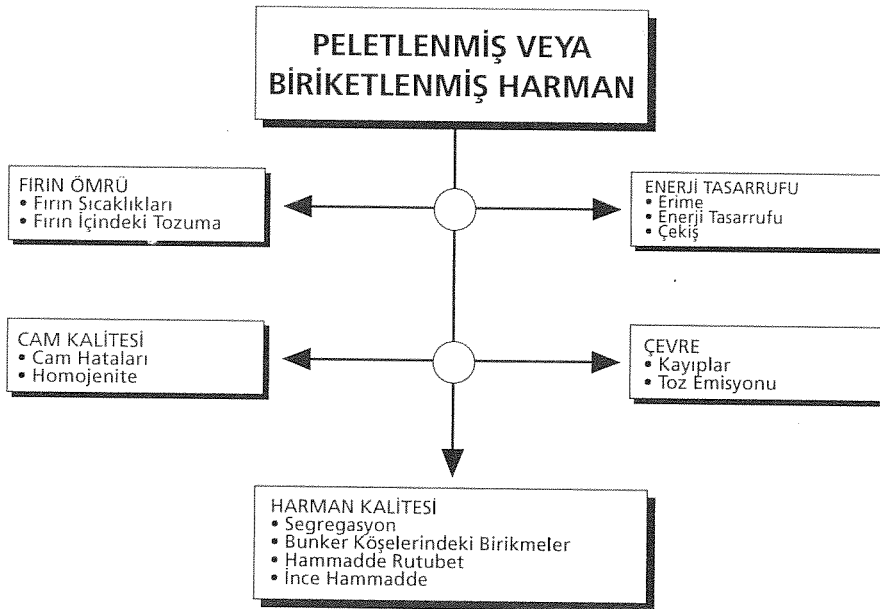
% 100 Pt potalarda eritilen camlar dökülerek habbeleri sayıldı. 30 gr. cam bazındaki habbe miktarı olarak değerlendirildi. Bu grafikten de görüldüğü gibi ince kumdan hazırlanan harman en kötü değere sahiptir. Bu noktada hammaddenin ince taneli olmasının afinasyonu kötü yönde etkilediği bilgisini göz önünde tutmak gerekir.



Şekil 6: Habbeden arınma.

Böylelikle mevcut harmanın , ince taneli hammadde ile hazırlanan harmana oranla daha iyi çıkması beklenen bir sonuçtur. Ancak burada çarpıcı olan aglomere kum ile hazırlanmış olan harmanın " kullanılabilir cam" diye tariflenen 30 gr camda 10 adet habbe sınırına mevcut harmanla aynı sürede gelmiş olmasıdır. Üstelik erimenin bitip afinyasyonun başladığı safhalarda mevcut harmana oranla daha az habbe ihtiva etmektedir. Bu çalışmada açık olarak görülen sonuç: Aglomere kum ile hazırlanan harman, ince hammadde ile hazırlanan harman ve mevcut harman karşılaştırıldığında

- Harmandan arınma süresi daha kısa.
- Habbeden arınma süresi en az mevcut harman kadar iyi.



Tablo 1

Laboratuvar boyutundaki incelemelerin olumlu sonuçlar vermesi nedeniyle sanayi boyutunda uygulanabilirliği konusundaki çalışmalar sürdürülmektedir. Hammaddenin ince taneli kısmının cam üretiminde değerlendirilebilmesinin bir başka yöntemide ince taneli harmanın peletlenmesidir.

Peletlenmiş harmanın cam üretimi üzerindeki olumlu etkilerini 5 ana başlık altında toplayabiliriz.

Harman kalitesi:

- Peletleme veya birikeltme sayesinde mikser çıkışından sonra meydana gelebilecek harman segregasyonu problemi ortadan kalkmaktadır.
- Harman bunkerlerinin köşelerinde meydana gelen birikmeler nedeniyle oluşan problemler görülmektedir.
- Peletler veya biriketler hazırlanırken rutubetlendirildiğinden hammadde rutubetlerinin olumsuz etkisi önemini kaybetmektedir.
- Spek dışı ince tane değerlendirilebilmektedir
- Uygun paketleme şekli seçilerek peletler uzun süre saklanabilirler.

Cam kalitesi:

- Literatürde peletlenmiş harman kullanılması halinde cam hatalarının azaldığı verimin arttığı belirtilmektedir.
- Peletlerin homojen olması nedeniyle daha homojen cam elde edilmektedir.

Enerji tasarrufu:

- Peletler veya biriketler normal harmana göre daha kompakt olduklarından ısı radyasyonunu daha iyi absorbe ederek daha iyi bir ısı transferi sağlarlar dolayısı ile daha kolay erirler.
- Literatürde çekiş değişmeden aynı cam kalitesinde % 15 kadar enerji tasarrufu sağlanabildiği belirtilmektedir.
- Cam kalitesi değişmeden çekiş arttırılabilmektedir.

Fırın ömrü:

- Peletlenmiş veya biriketlenmiş harman kullanıldığında cam kalitesi ve çekiş değişmemek kaydıyla fırın sıcaklıklarında azalma sağlanabilmektedir.
- Fırın içindeki aşırı tozuma ve yüksek sıcaklık üst yapı ve kemer refrakterlerindeki korozyonun temel sebeplerinden biridir.
- Tozuma minimuma ineneğinden carryover azalacak, rejeneratör ve reküparatorlardaki korozyon ve zaman içinde oluşan tıkanmalar büyük ölçüde azalacaktır.

Çevre üzerindeki etkileri:

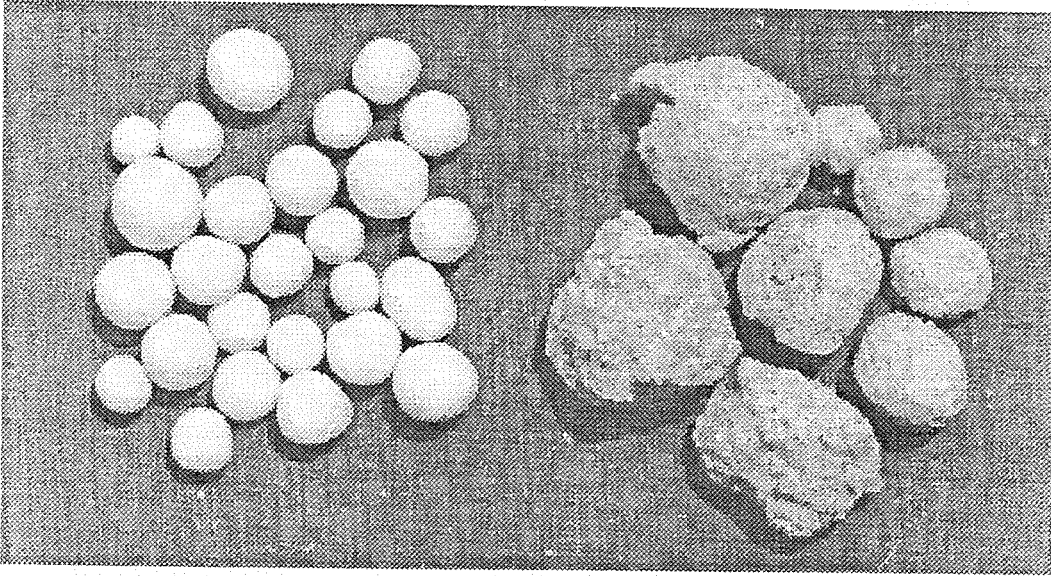
- Harman taşınması ve fırına beslenmesi sırasında tozuma dolayısı ile olabilecek kayıplar ortadan kalkmaktadır.
- Fırın içindeki tozuma minimuma ineneğinden bacadan atmosfere atılan toz miktarı büyük ölçüde azalacaktır.

% 24 kurşunlu kristal üreten bir Alman üreticinin çeşitli noktalardan yapmış olduğu toz ölçümleri tablo-2 de verilmektedir.

Toz Ölçüm Değerleri (mg/m ³ olarak)		
Ölçüm Noktası	Normal Harman	Pelet
Fırından 3 m uzakta	0.7	0.05
Harman yükleme noktasında	6.2	0.8
Yükleme sırasında bacadan	> 100 < 500	9.5

Tablo 2

Harmanın peletlenmesinde kısıt peletlenecek malzemenin tamamının tane boyutunun 74 mikron altında olmasını gerektirir. (Şekil 7)



Şekil 7: İri ve İnce Taneli Hammadde ile Hazırlanan Peletler

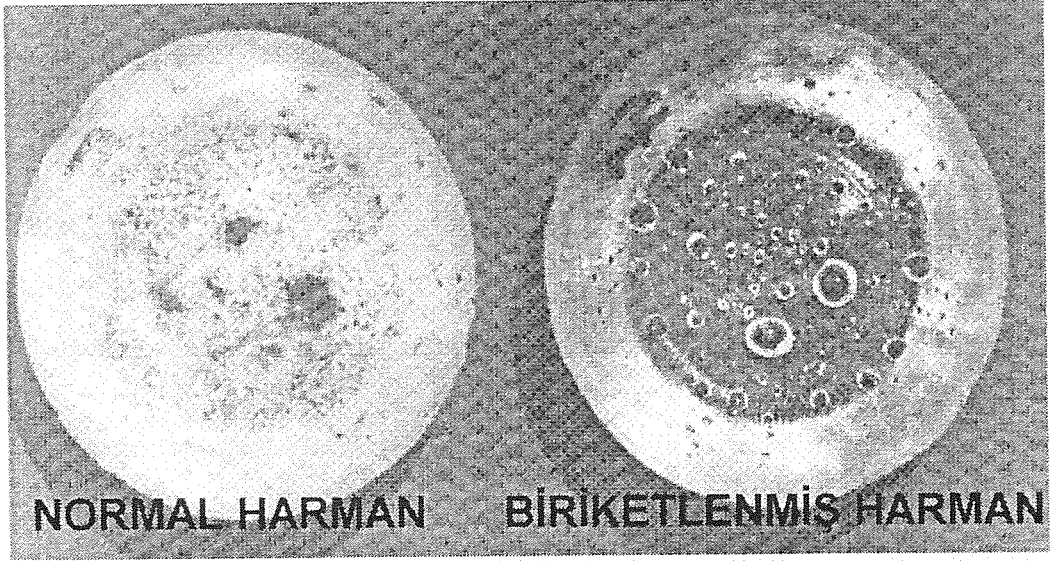
Aksi takdirde iri tanelerin birbirini sarması zor olduğundan peletlenmesi zordur ve peletleme esnasındaki segregasyon nedeniyle homojen peletler elde edilemez

Borcam Harmanının Biriketlenmesi

Borcam harmanının erimesini kolaylaştırmak amacıyla harmanı peletleme ve biriketleme çalışmaları yapıldı.

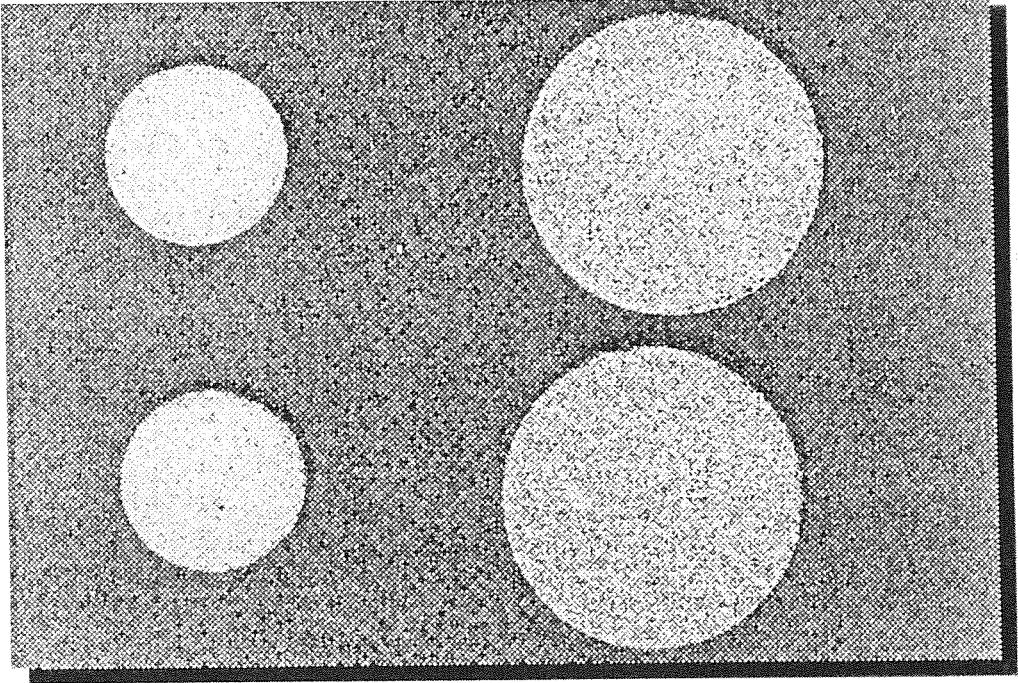
Yapılan eritiş denemelerinde peletlenmiş harmanın normal harmana göre daha iyi eridiği görülmektedir. (Şekil 8)

Borcam harmanını oluşturan hammaddelerin tane boyutlarının iri olması nedeniyle peletlemeye uygun değildir. Bu nedenle harmanın biriketlenmesine karar verildi.



Şekil 8: Normal Harman ve Peletlenmiş Harmanla Yapılmış Eritişler

KÜÇÜK VE BÜYÜK BİRİKETLER



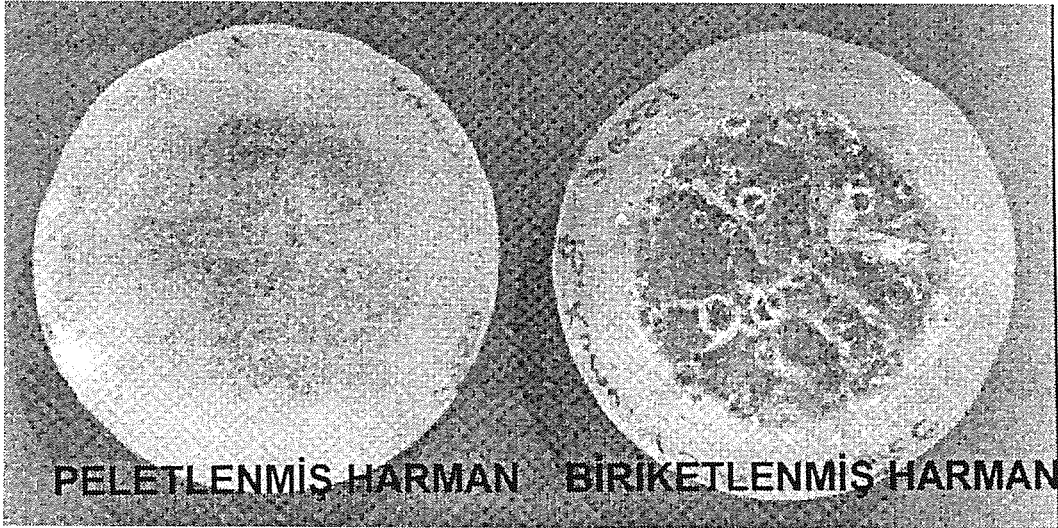
Şekil 9: Harman Biriketleri

Biriketlemede belirli ölçüde rutubetlenmiş harman basınç altında kalıpta şekillendirilmekte ve kurutulmaktadır.

Biriketleme işleminde harmanın homojen olarak rutubetlenmesi sırasında suda

çözünen harman bileşenleri çözünerek kuvars ve Al_2O_3 tanelerinin etrafını sarmakta ve erimeyi kolaylaştırmaktadır.

Peletlenmiş harman ve biriketlenmiş harman 1550 °C da 2,5 saat tutulduğunda biriketlenmiş harmanın tamamen erimiş olduğu peletlenmiş harmanda ise erimenin tamamlanmadığı görülmektedir. (Şekil 10)



Şekil 10: Peletlenmiş ve biriketlenmiş harmanla yapılan eritişler.

SİBELCO KUMU	KUARSİT	FINDIKDERE KUMU
<ul style="list-style-type: none">• Tane Boyu Dağılımı	<ul style="list-style-type: none">• Tane Boyu Dağılımı	<ul style="list-style-type: none">• Tane Boyu Dağılımı
+ 0.5 mm % 0	+ 0.5 mm % 0.9	+ 0.5 mm % 0.2
- 0.1 mm % 0.03	- 0.1 mm % 26.9	- 0.1 mm % 57.7
• Rutubet = % 0	• Rutubet ~ % 6	• Rutubet ~ % 6
• % Fe_2O_3 = 0.09	• % Fe_2O_3 = 0.004	• % Fe_2O_3 = 0.020
• % TiO_2 = 0.024	• % TiO_2 = 0.004	• % TiO_2 = 0.069

SORUN	ÇÖZÜM
<ul style="list-style-type: none">• Yerli Hammaddelerin İnce Tane İçermesi• Rutubet	<ul style="list-style-type: none">• Biriketlenmiş Harman

Şekil 11: Belçika kumu ve yerli hammaddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri.

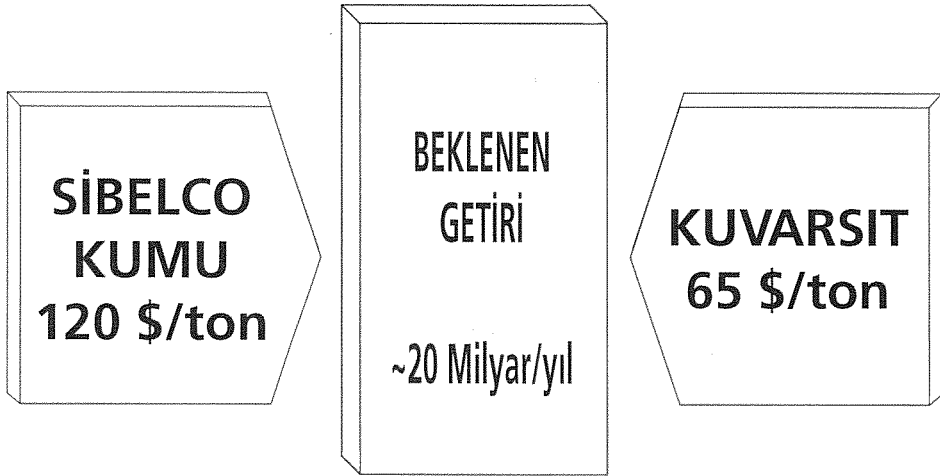
Normal harman biriketlenmiş harman ile karşılaştırıldığında biriketlemenin erime üzerindeki olumlu etkisi açıkça görülmektedir. Teknik Cam Sanayiinde borcam üretiminde yabancı kaynaklı olan ve yerli hammaddelere göre daha yüksek maliyetli Sibelco kumu kullanılmaktadır. Yerli hammadde kullanılmayışının nedeni Yerli

hammadelerin tane boyut dağılımlarının ince oluşu ve yaklaşık %5-6 rutubet içermelerindedir. Harmanın biriketlenmesi halinde bu iki sorunda önemini kaybetmektedir.

Camiş Madencilik tarafından , Borcam harmanı maliyetinin azaltılması konusunda yapılmış olan çalışmada , Sibelco kumu yerine kuvarsit veya Fındıkdere kumu ile kuvarsit karışımının kullanılması planlanmakta idi. Bu çalışmada yerli hammaddelerin tane boyut dağılımlarının Sibelco kumununkine eşdeğer hale getirilmesi ve rutubetinin 0 a indirilmesi için 1994 yılı başında öngörülen yatırım tutarı 6 milyar 825 milyon Türk lirası ve 230.000 \$ dır. Ayrıca işletim maliyetleri nedeni ile proses sonunda elde edilecek hammaddenin maliyeti Sibelco kumuna yakın olmaktadır.

Borcam harmanında Sibelco kumu yerine kuvarsit kullanılarak biriketlenmesi halinde beklenen avantajlar

- Yabancı hammadde yerine yerli hammadde
- Harman maliyetinde azalma
- Erime kolaylığı (enerji tasarrufu)
- Cam kalitesinde iyileşme, verim artışı
- Cam kalitesi değişmeden çekiş artışı
- Fırın ömrü
- Fırın sıcaklıklarının düşmesi
- Tozumanın minimuma inmesi
- Biriketlerin atık ısı ile kurutulabilmesi (enerji tasarrufu)
- Kuvarsitin Sibelco kumuna göre daha kolay erimesi (tane yapısı) (Şekil 12)



Şekil 12

Normal harman ile biriketlenmiş harmanın erime açısından karşılaştırılabilmesi için Araştırma merkezimizde bir dizi eritme denemesi yapıldı.

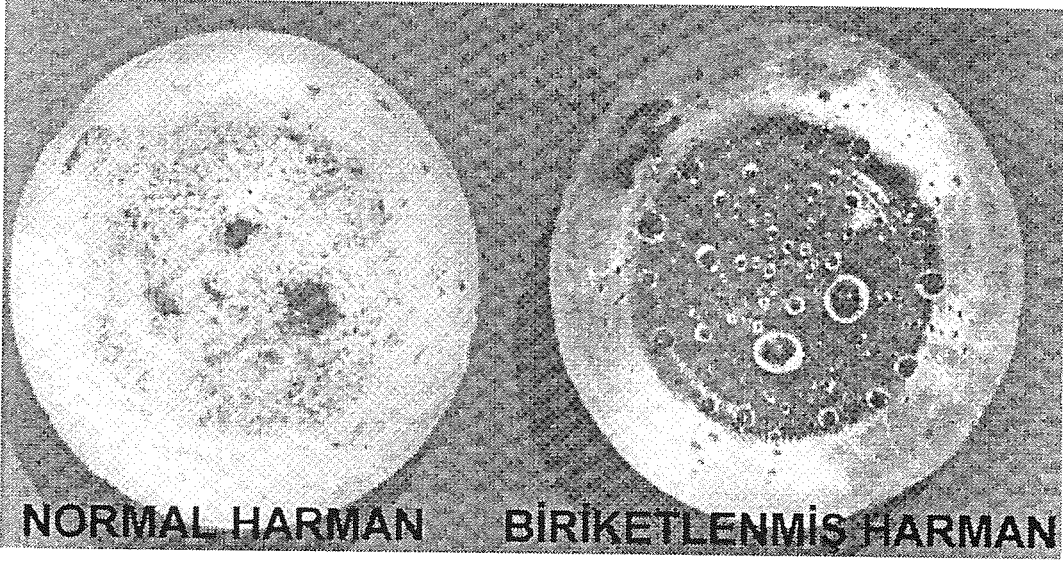
Bu çalışmada laboratuvarında borcam harmanı kompozisyonuna uygun olarak sentetik harmanlar hazırlandı ve bir seri harman biriketlendi.

Normal harman ve biriketlenmiş harmanlar 1500 °C ve 1550 °C değişik sürelerde

fırında tutularak eritiş denemeleri yapıldı. 1500 °C da Sibelco kumu kullanılarak yapılan eritişler:

Biriktelenmiş harman 3 saat sonunda tamamen eridiği halde normal harmanda 3,5 saat sonunda dahi erime tamamlanmamıştır.

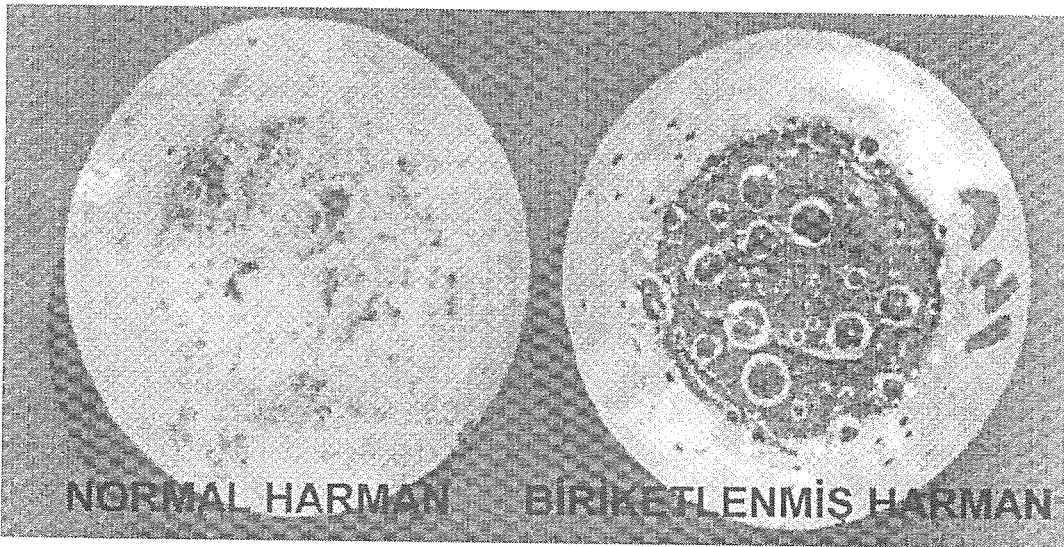
Sıcaklık: 1500 °C - Süre: 3 Saat 30 Dakika



Şekil 13

1550 °C sıcaklıkta Sibelco kumu kullanılarak yapılan eritişler:

Sıcaklık: 1550 °C - Süre: 3 Saat 30 Dakika



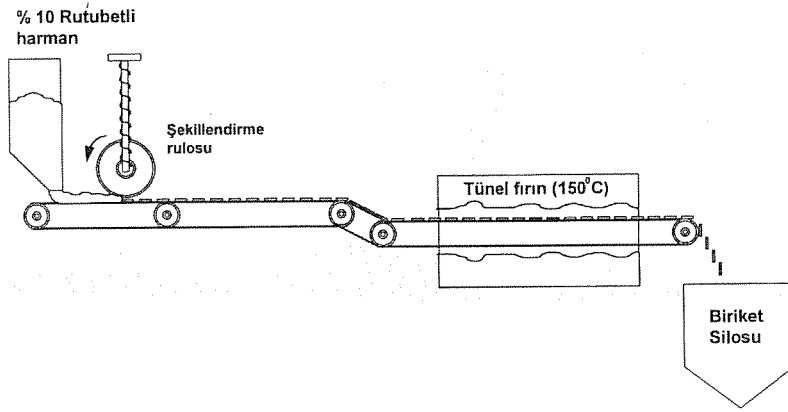
Şekil 14

1550 °C de yapılan eritiş denemesinde biriketlenmiş harman 2 saat sonunda tamamen eridiği halde normal harmanın erimesi 2.5 saatte tamamlanmamıştır.

Benzer çalışmalar Sibelco kumuna alternatif olarak düşünölen kuvarsit kullanılarak tekrarlandı. Benzer sonuçlar elde edildi.

Sibelco kumu kullanılarak yapılan eritişler kuvarsit kullanılarak yapılan eritişlerle karşılaştırıldığında, kuvarsit kullanıldığında erimenin tane yapısı nedeniyle daha hızlı tamamlandığı gözlemlendi.

Laboratuvar boyutunda yapılan çalışmalardan olumlu sonuçlar alınması nedeniyle biriketlemenin sürekli yapılabileceği sistem üzerinde çalışmalar yapılmış ve roller tipi presin amaca en uygun olduğu göröldü. Prototip bir roller presin yapımı çalışmaları sürdürölmektedir.



Şekil 15: Biriketleme ünitesi

Yapılan çalışmalardan edinilen bilgi ve tecrübeler sonunda beklenen getiriler:

- Hammaddenin atık niteliğindeki ince fraksiyonunun değerlendirilmesi,
- Harman maliyetlerinde azalma,
- Enerji tasarrufu,
- Cam kalitesi değişmeden çekiş artışı,
- Fırın ömürleri üzerinde olumlu etki,
- Toz emisyonunun azalması,
- Çevre açısından atıklar nedeniyle oluşan sorunların azalmasıdır.

Pilot boyuttaki deneme sonuçlarının alınmasından sonra, sanayi boyutunda uygulama çalışmaları yapılacaktır.

Mustafa AKAY
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Bu bildiride Anadolu Cam Sanayii'nde Soğutma Sonunda uygulanmakta olan kalıp bazındaki şişe iç basıncı kontrol yöntemine ek olarak getirilmiş bulunan istatistiksel takip yöntemi anlatılmaktadır. Bu yöntemle elde edilen bazı patlama nedenleri ve çareleri verilmiştir.

Son olarak yöntemin ortaya çıkardığı ve henüz kesin çare bulunamayan patlama nedenlerinin en önemlileri sıralanmıştır.

GİRİŞ

Anadolu Cam Sanayii'nde soğutma sonunda öteden beri uygulanmakta olan şişe iç basıncı kontrol yönteminin bir imalat sırasında yetersiz olduğu anlaşılmış ve yeni bir yöntem arayışına girilmiştir.

İMALAT HATTI SONUNDAKİ ESKİ BASINÇ KONTROL SİSTEMİ

Soğutma Sonunda;

1. Row sortta her saat, 1 set kalıpta sınır basıncı değeri (limit'in üstü) denenir.
2. Bir kalıptan patlayan olursa aynı kalıptan 3 şişe daha alınır. Alınan 3 şişeden en az bir tane daha patlarsa o kalıp (şişe) ıskartaya atılır.
3. Kalite Kontrol Servisi'ne haber verilir. Kalite Kontrol aynı kalıptan ek numune alarak kalıbın bozulduğu veya hatanın bağladığı noktayı tesbite çalışır.
4. Kalite Kontrol patlama bulursa veya Soğutma Sonunun talebiyle o paleti reddeder.

Kalite Kontrol'de;

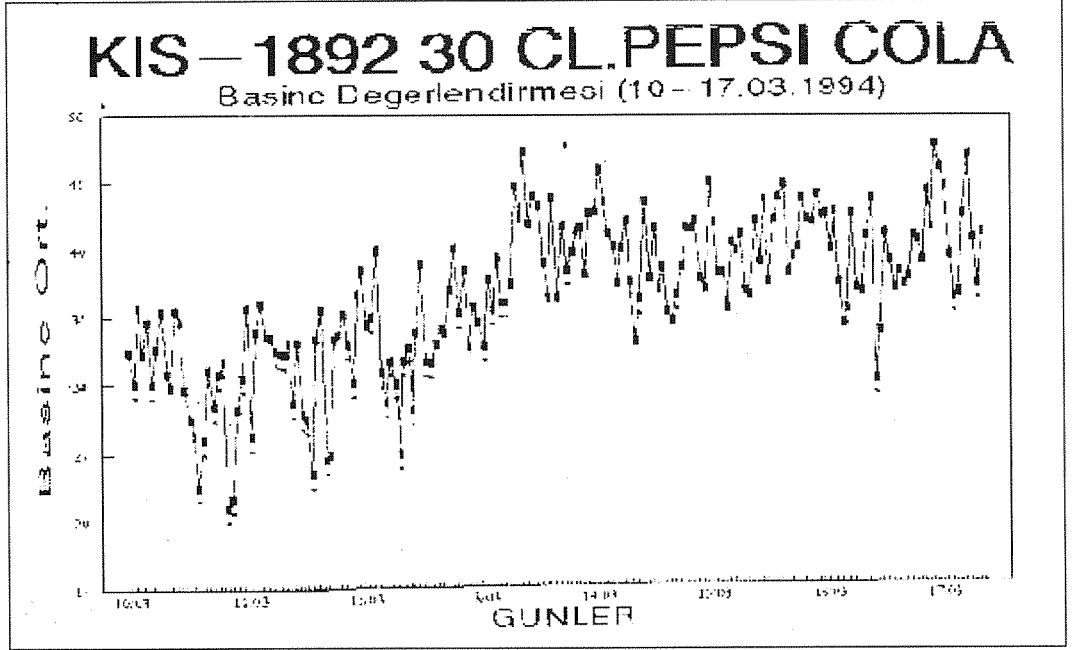
1. Her saatte bir veya normalde her vardiyada bir soğutma sonunda hattın ucundan (gömlekleme varsa gömlekli olarak) bir set kalıp patlatılır ve değerler (ortalama-s) grafiğine işlenir.
2. Bu arada düşük basınçta patlayan birden fazla şişe bulunursa o palet reddedilir. Eğer bir şişe patlarsa aynı kalıptan 3 numune daha alınır, biri patlarsa o palet reddedilir.
3. Grafiğe işlenen değerler istatistiksel olarak anormal ise sadece ikaz edilir.

Görüldüğü gibi red-kabul yöntemimiz "patlayan kalıbın tekerrürü" durumunda red (ve ayırma) sağlayan fakat genel basınç düşüklüğü durumunda hareket etmeyen bir yöntemdi.

Örneğin bütün şişeler alt basınç limitinin 1 kg/cm² üstünde değer verse, bu kontrol yöntemine göre hepsi kabul olur. Fakat böyle bir dağılım epey riskli olurdu.

YAŞANAN BAZI PROBLEMLER

Şirketimiz bazı LW BB imalatlarında müşterilerinden şikayet almıştır. Bunlarda genel basınç seviyesi şartnamelerde aranan değerlerden yüksek olmakla beraber % 0.1'den az olarak hat kırılması gözlenmiştir. Bu sonuçlar üzerine şirketimizde yapılan kontrol yönteminin yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Örneklerle belirtmek gerekirse ŞEKİL 1'de 30 cl. Pepsi Cola şişesinin ilk günlerinde Kalite Kontrol'de yapılan basınç değerlerinin grafiği verilmektedir.



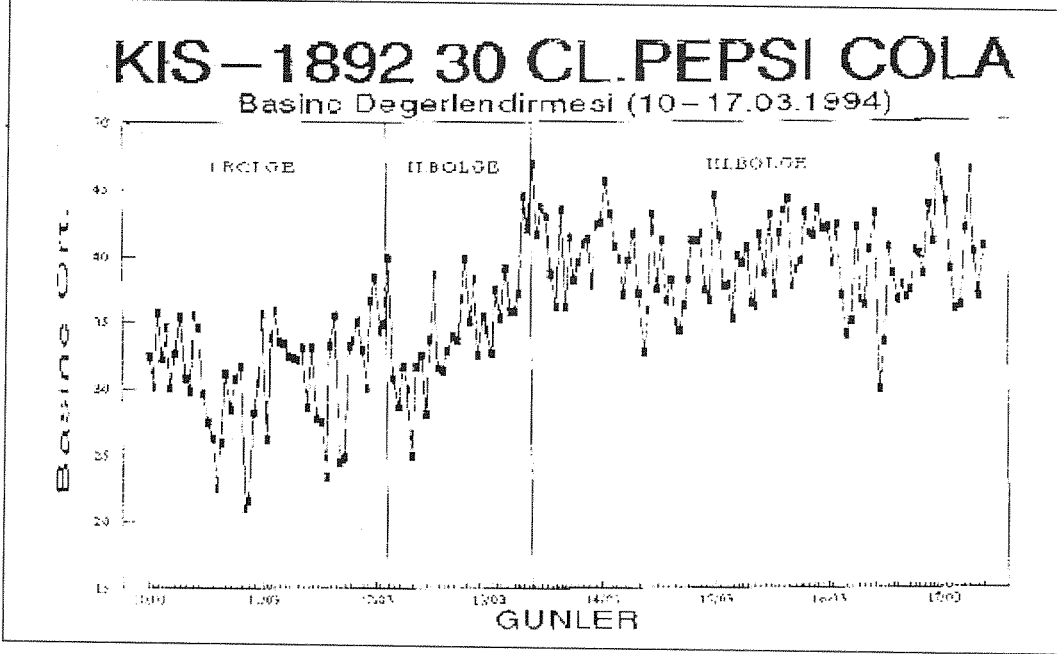
Şekil 1

Burada görüldüğü gibi imalatın ilk bir kaç gününde basınçların seyri kararsızdır ve bu günlerde bir miktar basınç reddi alınmıştır. (1. bölge) Müşterinin de şikayet ettiği imalat partisi bu günlere aittir. Ancak ortalama basınç seviyesinin her zaman şartname değeri olan 15.8'den yüksek olduğuna dikkat ediniz. Bu grafikte yanına "*" konmuş olan noktalar eski kalite kontrol yöntemimize göre içlerinde birden fazla düşük seviyede basınç bulunan değerlerdi. Bu saatlerin imatları eski yöntemle göre red edilmiştir. Ancak redlerden hemen sonra alınan başka numuneler aynı basınç tablosunu göstermediğinden redlerin sağlıklı yapıp yapılmadığı konusunda bir tereddüt vardı. Burada karar bekleyen şey, şartnamelerin ne kadar üstündeki bir ortalama seviyede veya hangi sapma değerlerinde bir imalatın zayıf kabul edilmesi gerektiğiydi.

YÖNTEM ÖNERİLERİ

Kısaca, aradığımız yöntem, içinde müşterinin itiraz edeceği oranda kırılma bulundurmayan, basınç seviyesi ve dağılımı oldukça emin bir yerde olan imalatla öyle olmayanları ayırt edebilecek bir yöntemdi. Üç alternatif düşünülmüştür:

1. Alternatif: Aynı imalatın bir önceki çalışmasından veya müşteri için geçerli olduğu kesinleşmiş bir imalat döneminden tesbit edilen basınç patlama ortalamalarından yararlanılarak bir X çizelgesi hazırlamak. Bu çizelgede istatistiksel olarak kontrol dışı olan noktaları, özellikle "uzun süreli ortalama düşüklüğü veren noktaları" RED etmek.



Şekil 2

Bu alternatifi az önceki grafiğe uyguladığımızı ŞEKİL 2’de görmekteyiz. Gördüğümüz gibi bu durumda imalatın ilk bir kaç günlük kısmını tamamen red olması gerekiyordu. Şüphesiz sınırlar imalatın kararlı olan 3.bölgesinden alınmıştır.

2. Alternatif: Basınç ortalamaları normal dağılım gösterir. Bu özellikten yola çıkarak belli bir basınç dağılımının "ortalamasının limit değerden kaç standart sapma uzakta" olduğu şişelerin genel mukavemetinin bir ölçüsüdür.

Formül olarak şöyle yazılabilir:

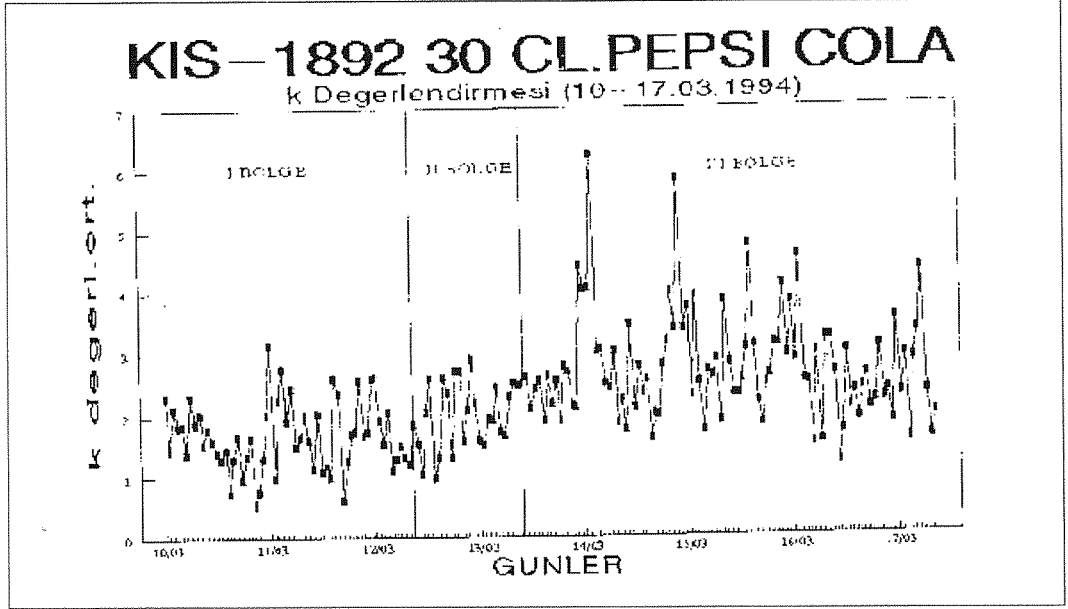
$$k = \frac{\bar{X} - T_A}{S} \dots\dots\dots (1)$$

Burada;

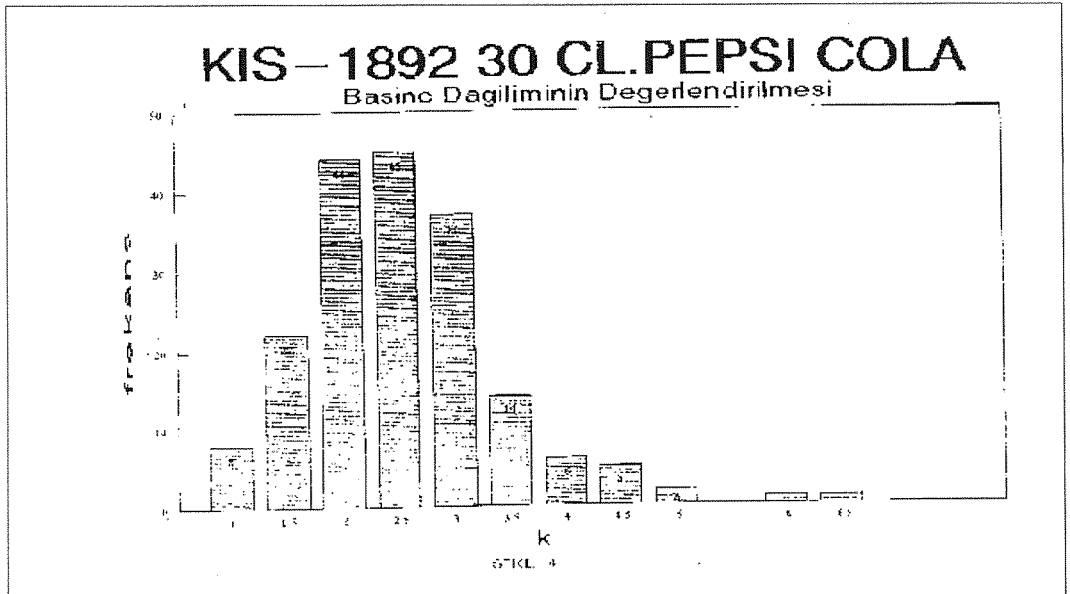
- k = mukavemet sayısı (düşükse şişeler zayıftır)
- \bar{X} = 12 veya 16’lı ortalama patlama değeri
- T_A = Basınç alt değeri (Teorik veya şartname değeri)
- S = 12 veya 16’lı test değerleri standart sapması

Müşteri için kabul edilebilir minimum k değeri burada bilinmemektedir. Ancak benzer karbonasyonlar, şişe stres endeksi değerleri ve daha önceki imalat değerlerinden bir rakam bulunabilir.

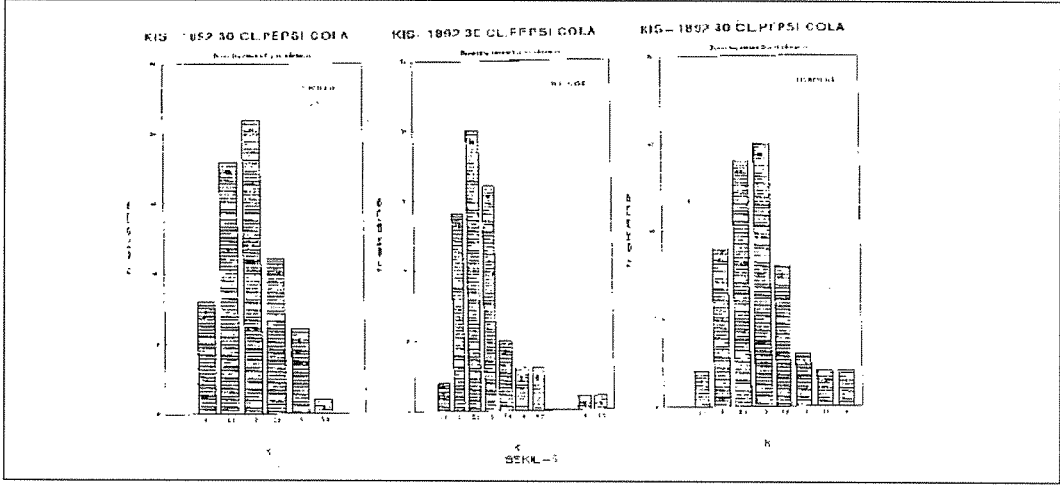
ŞEKİL 3'de az önceki grafiklerden hesaplanan k değerinin grafiğini görmekteyiz. Burada daha önce belirtilen 1., 2. ve 3.bölgelerin yine ayrılabilirdiği, fakat bu bölgelerin dağılımlarının yani sapmalarının farklı olduğu görülmektedir. k'nın frekans dağılımı ŞEKİL 4'de görülmektedir. Ancak bu iyi dönem ve kötü dönemi ihtiva ettiği için aynı dağılım 1.dönem, 2.dönem ve 3.dönem için ayrı ayrı yapılmış olup ŞEKİL 5'de görülmektedir.



Şekil 3



Şekil 4



Şekil 5

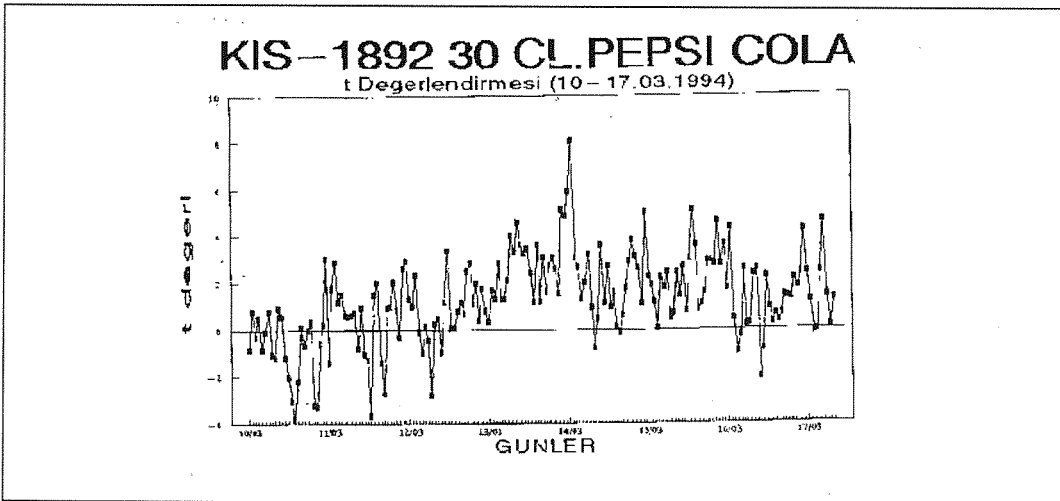
Bunlardan anlaşılacağı gibi k değeri genel basınç mukavemetinin bir ölçüsü olabilecektir.

3. Alternatif: Geçmiş performansını bilmediğimiz bir şişede belli bir ana kadar gerçekleşen basınç ortalamalarının o anda elde edilen yeni değerle karşılaştırılmasıyla bir t değeri elde edilebilir. Bu t değeri şöyle tanımlanabilir:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{X}_i}{S / \sqrt{n}} \quad (2)$$

Burada;

- \bar{X} = O ana kadar tüm basınç ortalamaları
- \bar{X}_i = O andaki yeni basınç ortalaması
- S = O andaki standart sapma
- n = O andaki numune adedi



Şekil 6

Bu yöntemle göre çizilen t grafiği ŞEKİL 6'de görülmektedir. Bu imalatta baştaki kötü gidişin testi olumsuz etkilediği ve bulması gereken noktalara cevap vermediği görülmektedir.

SEÇİM

3.alternatif, bir imalatın iyi başlaması halinde sonraki bozulmaları hemen gösterebilmekle beraber, kötü başlaması halinde zayıf kalmaktadır.

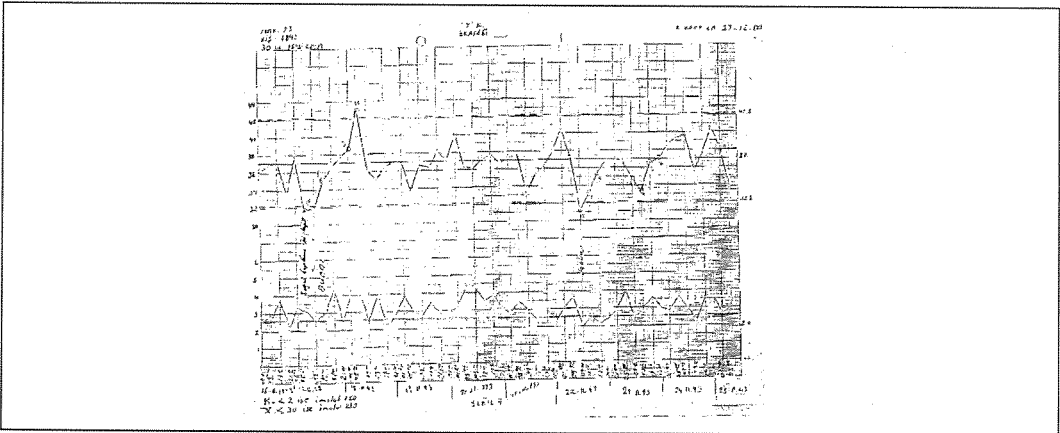
Bu nedenle ilk iki alternatif ele alınmıştır. Birinci alternatif, bir imalat kendi seviyesinin herhangi bir zaman altına düştüğünde ikaz vermekle beraber müşteri açısından bu imalatın red edilecek kadar kötü olup olmadığı belli değildir. Dolayısıyla bu alternatiften sadece ikaz amacı ile yararlanılabilir. Müşterinin istediği performansı en iyi temsil ettiğine inandığımız yöntem ikinci alternatiftir. Çünkü burada basınç dağılımının tamamının müşterinin itiraz etmesi muhtemel olan düşük basınç seviyelerinden ne kadar uzakta olduğu denenmektedir.

Büyük bir k, kritik değerlerden uzakta olduğumuzun, küçük k ise tehlikeli bölgeye yaklaştığımızın bir işaretidir. Şüphesiz burada emniyetli k değerinin ne olabileceği başlangıçta tahmin edilmiştir. İlk baz alınan değerler az önce şekilde gösterilmiş olan frekans dağılım grafikleridir. Buradan çıkartılan sonuca göre k değerinin 1.5 olmasının kesinlikle tehlikeli, 2 min. değerinin ise emniyetli olduğuna geçici olarak karar verilmiştir. Şimdiye kadarki uygulamalarımız yanılmadığımızı göstermiştir.

UYGULAMA

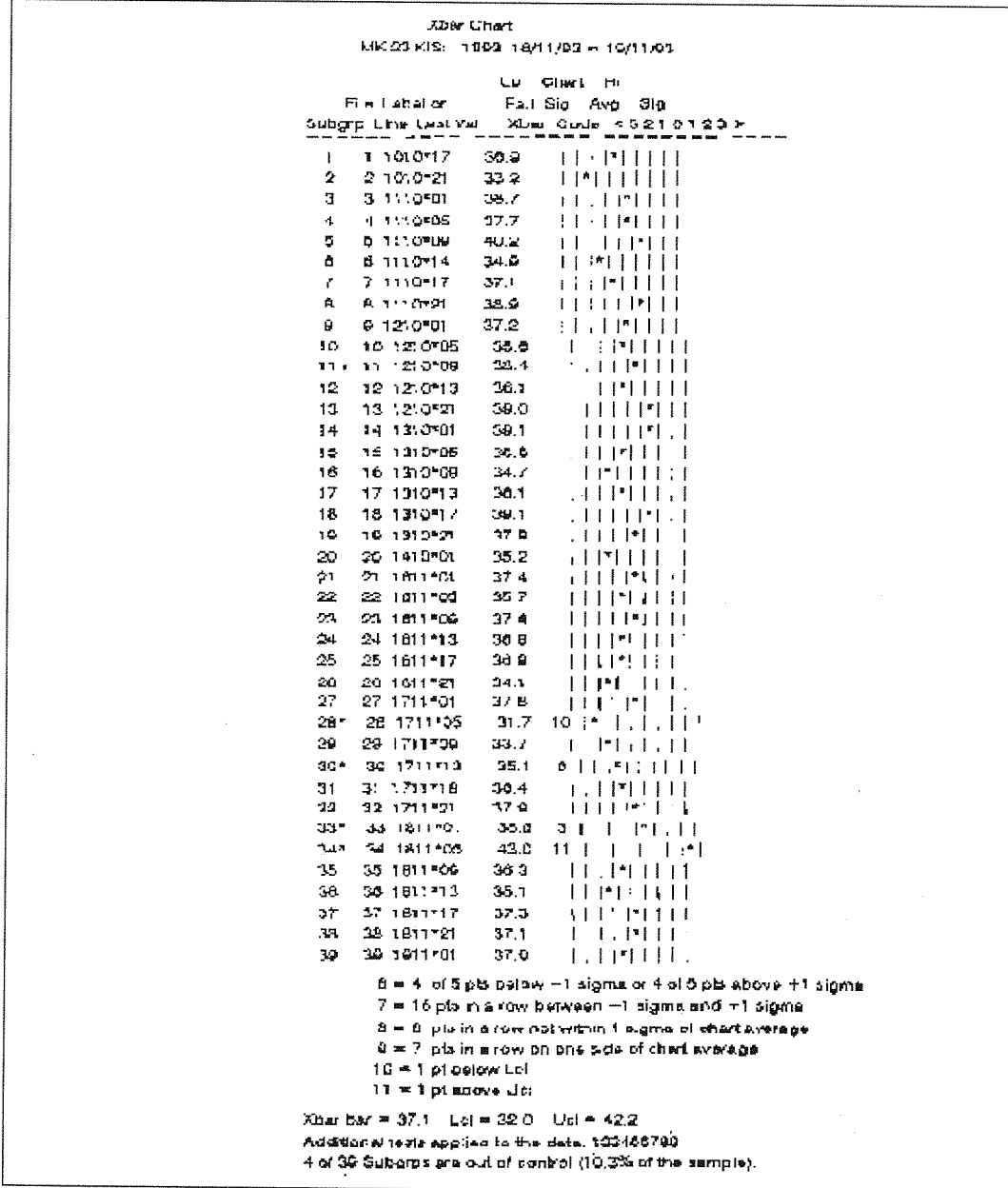
İşletmemizde her iki yöntemin bir karışımının kullanılması kararlaştırılmıştır. İlk yöntem bir ikaz aracı olarak ele alınmış ve ortalama değişimlerinde Kalite Kontrol tarafından inceleme başlatılması karar altına alınmıştır. k'nın takibi ise esas red kriteri olarak takip edilmektedir.

Şüphesiz eski metottan kalan kalıp bazındaki değerlendirme de red kriteri olarak kullanılmaktadır. Kullanmakta olduğumuz yeni yöntemi çeşitli geliştirme kademelerini atlayarak detaylı olarak şu şekilde vermek istiyorum:



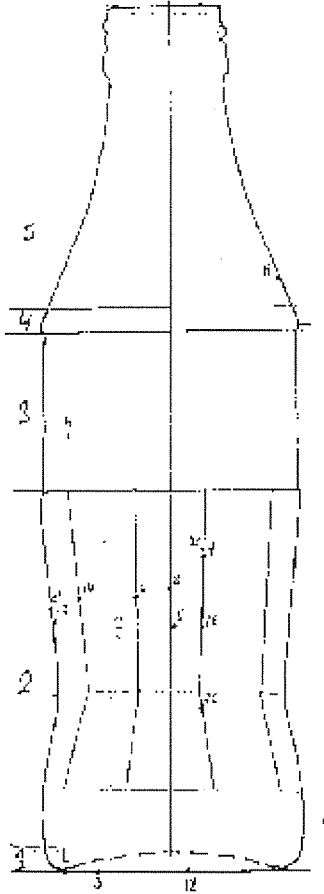
Şekil 7

Her vardiyada normal olarak bir defa olmak üzere hat sonundan bütün kalıplardan birer numune alınıp patlatılmaktadır. Bulunan ortalama değer ve k değeri bir kontrol grafiğine işlenmektedir. Bunun bir örneğini ŞEKİL 7'de görmekteyiz. k değeri 2'nin altında ise red verilmekte ve işletmenin dikkati çekilmektedir. Bulunan basınç değerleri hemen Kalite Kontrol Servisi'ndeki terminalden bilgisayara girilmektedir. Aynı değerler Proses ve Kalite Kontrol şefliği'ndeki özel istatistiksel paket programına alınmakta ve ÇPK grafiğine eklenmektedir. Bir örneğini ŞEKİL 8'de görmekteyiz. Akabinde bu grafik PC'den ana bilgisayara aktarılmakta ve Kalite Kontrol Servisi ekranlarından izlenebilmektedir.



Şekil 8

İstatistiksel grafikte ortalamanın altında peşpeşe iki anormal nokta varsa Kalite Kontrol Servisi ortalama basınç seviyesinin düştüğüne kanaat getirerek bir neden araştırması yapmaktadır. Bunun için bir set kalıp alınmakta, şeffaf gömlek geçirilmekte, patlatılmakta ve patlama noktaları mikroskopta incelemeye alınmaktadır. Bir örnek sonuç raporu ŞEKİL 9'da görülmektedir.



K. NO	Pat. Basıncı	Patlama Yeri	
1	22.2	Oturma Yüzeyi	Tırnak Üzerinde Darbe
2	19.7	Alt GÖvde	İç Habbe
3	44.9	Oturma Yüzeyi	
4	34.6	Orta GÖvde	
5	15.8	Alt GÖvde	İç Habbe
6	42.2	Alt GÖvde	
7	32.9	Alt GÖvde	
8	44.3	Alt GÖvde	
14	47.1	Alt GÖvde	
16	25.7	Alt GÖvde	
18	27.9	Oturma Yüzeyi	
19	34.7	Omuzda	
20	43.2	Alt GÖvde	
21	21.7	Alt GÖvde	Habbe
22	20.8	Alt GÖvde	Çatlak
23	19.4	Alt GÖvde	İç Habbe
X	31.06		
S	10.73		

Adet	K=158	X	S	
3	1. OTURMA DÜZEYİ VE DİP	31.67	11.81	
11	2. ALT GÖVDE	30.25	11.92	
1	3. ORTA GÖVDE	34.6		
	4. ÜST GÖVDE	-		
1	5. OMUZ VE BOYUN	34.7		

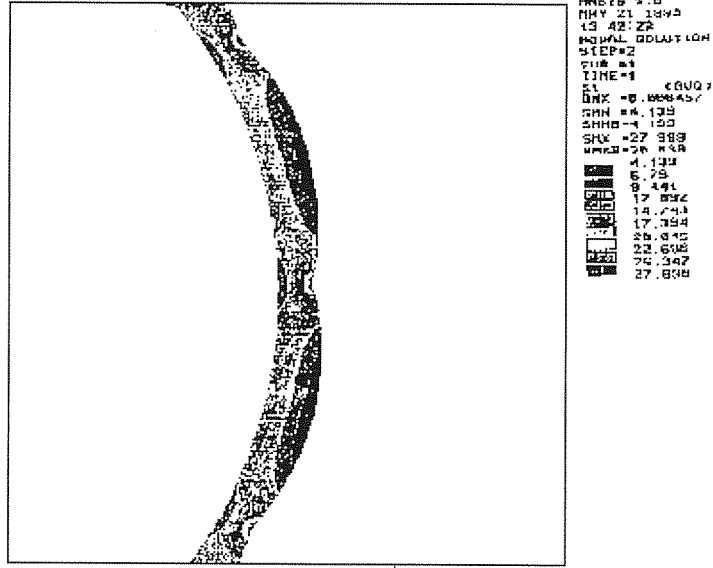
Şekil 9

ELDE EDİLEN BAZI SONUÇLARA ÖRNEKLER

Yapılan incelemelerle şişeleri zayıflatan bir çok işletme nedeni ortaya çıkartılmıştır. Bunların giderilmeleriyle az sonra göreceğimiz gibi ortalama basınç seviyelerinde iyiye doğru bir gelişme gözlenmiştir.

1. Gövdede keskin kanal

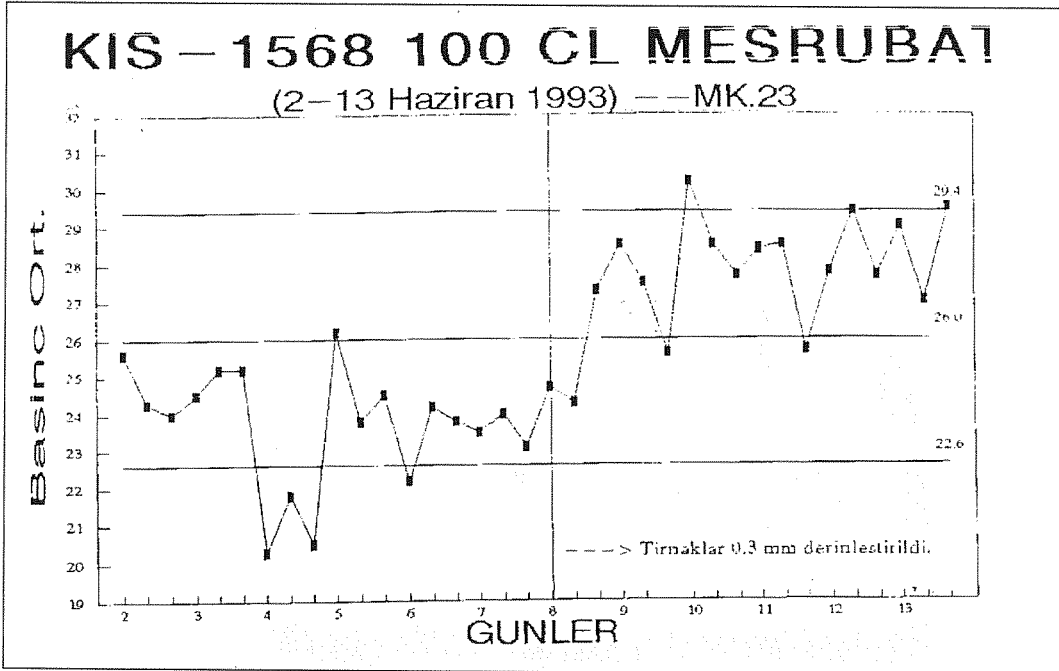
Konuşmamın başında verdiğim örnekteki şişenin gövdesinde dizayndan gelen keskin kanallar bulunmaktaydı. Bunun kesitini ŞEKİL 10'da görmekteyiz. Bu keskin kanalların yuvarlatılmasıyla elde edilen basınç düzelmesi ŞEKİL 1'de yer almaktadır.



Şekil 10

2. Şişe tabanındaki tırnakların etkisi

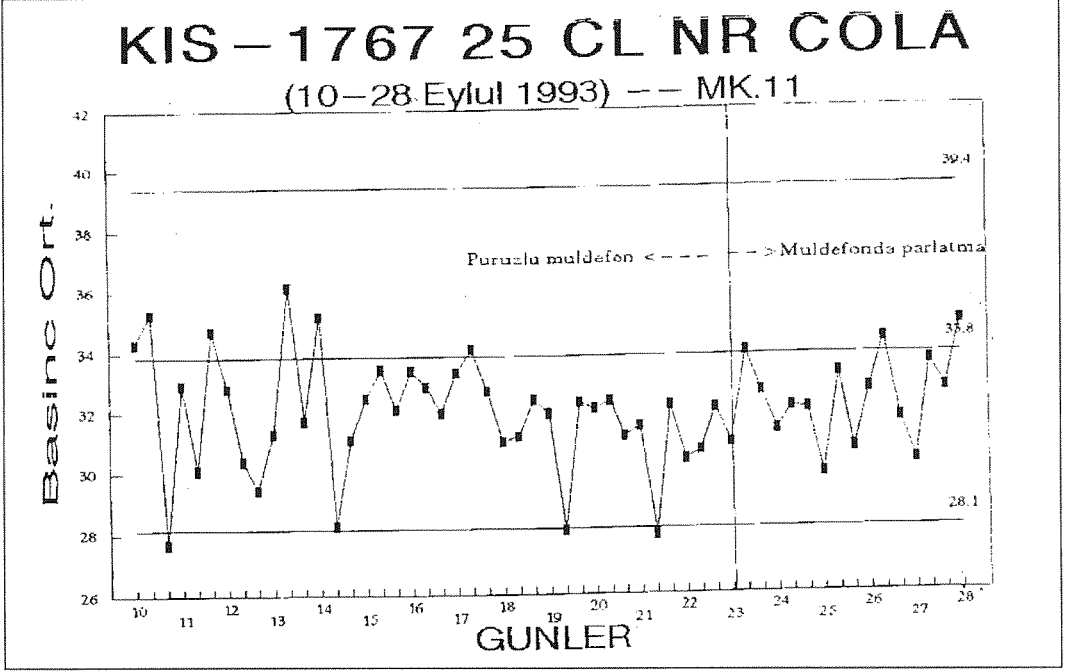
Bu tırnaklar yeterince derin veya soğuk olmazsa tepelerinde ince çatlak oluşmakta ve basınç düşüşü ortaya çıkmaktadır. Bunun etkisine örnek olarak ŞEKİL 11 de verilmektedir. Okla gösterilen yerde tırnak derinleştirilmesi yapılmıştır.



Şekil 11

3- Pürüzlü müldefon

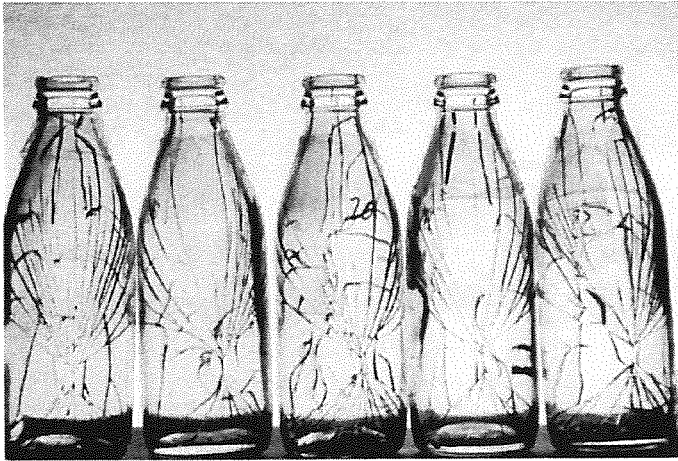
Müldefonlar uzun süre çalışmakla pürüzlenir. Pürüzlenen müldefonda oluşan ince çatlaklar basınç düşüşüne neden olmaktadır. Parlatılan bir müldefonun ortaya çıkardığı düzelmeyi ŞEKİL 12’de görmekteyiz.



Şekil 12

4- Hat sürtünmeleri

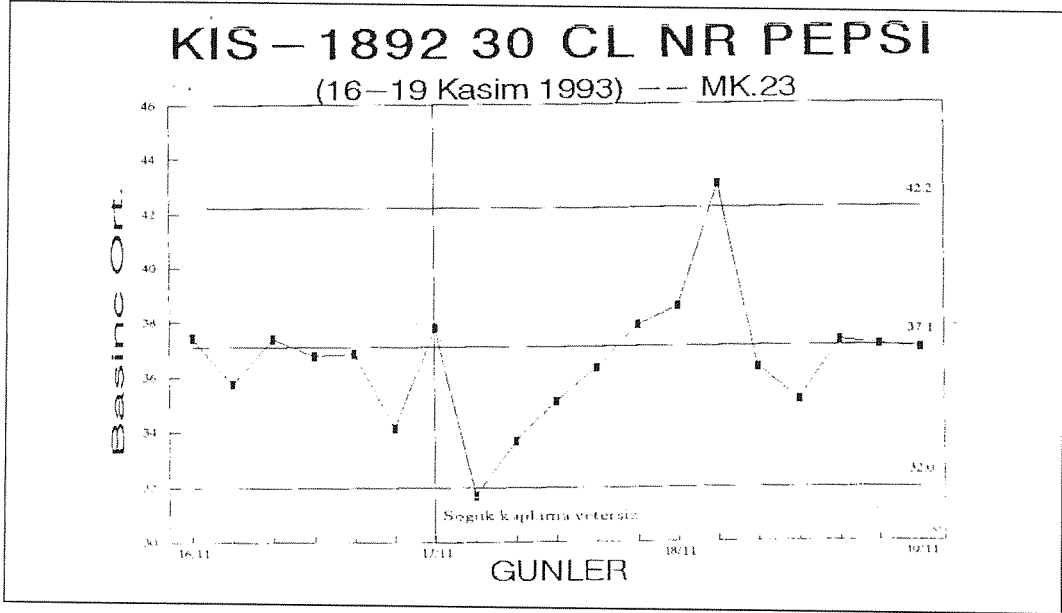
Bazan nakil hatlarındaki bir çıkıntı veya sivrilik şişeleri sürekli aynı yerden çizer. Ortaya çıkan bir patlama örneği ŞEKİL 13’dedir. Burada gördüğümüz gibi patlamalar şişe tabanından hep aynı yükseklikte oluşmaktadır.



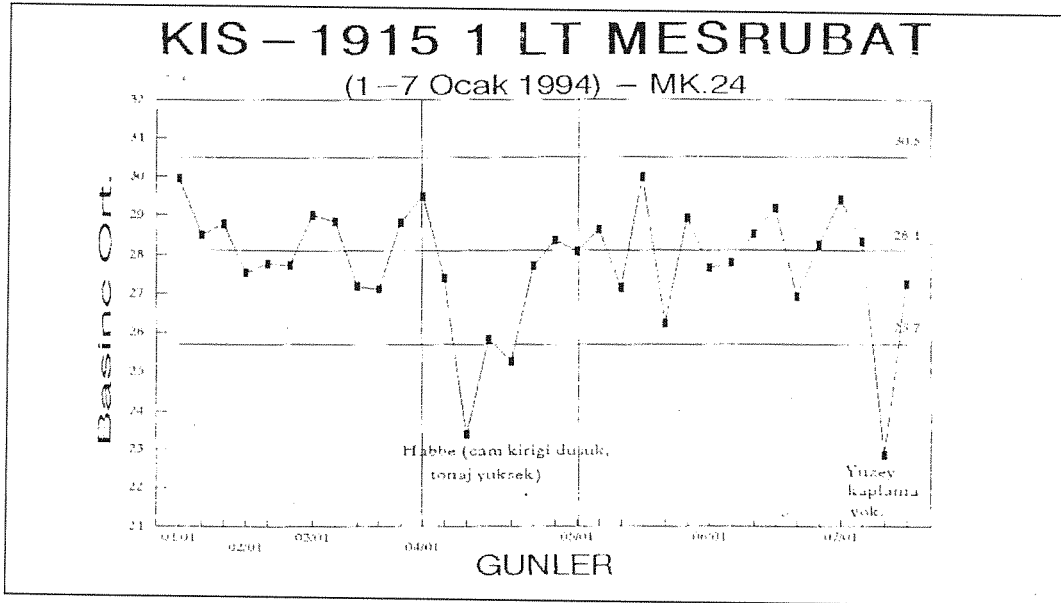
Şekil 13

5- Soğuk yüzey kaplama yetersizliği

ÇPK yöntemi böyle nedenleri hemen yakalamaktadır. Örnek, ŞEKİL 14'de görülmektedir.



Şekil 14

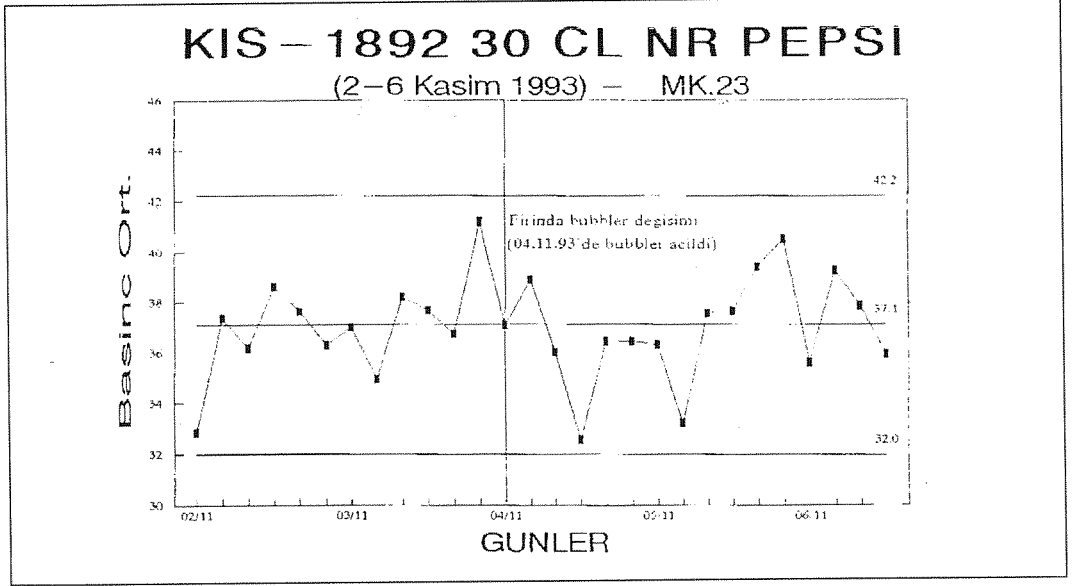


Şekil 15

6- Habbeler

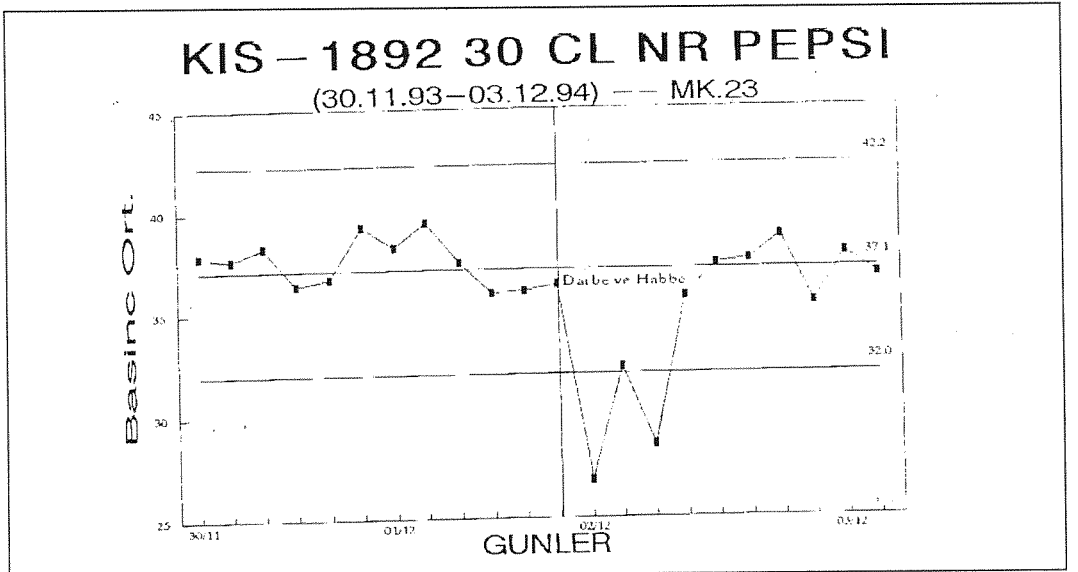
Şişe iç yüzeyindeki, özellikle iç dip çevresindeki habbeler çok önemli patlama kaynağıdır. ŞEKİL 15'deki örnek, nedeni fırına bağlanabilecek olan habbe kaynaklı bir patlamanın etkisini göstermektedir. İşaretlenmiş olan bölgede fırında cam kırığı

düşük ve tonaj yüksektir. Neticede fırında habbe artışı ve irileşmesi görülmüştür. Bir sonraki örnekte de yine fırındaki bubbler değişimine bağlanabilen habbeden kaynaklanan bir basınç düşüşü görmektesiniz (ŞEKİL 16).



Şekil 16

Habbe konusu Araştırma Müdürlüğü'müzün yaptığı detaylı bir araştırma ile incelenmiştir. Ancak henüz tehlikeli habbeleri kaynak veya özellikleri bakımından teşhis edecek bir metod elimizde yoktur. Bir sonraki şekilde (ŞEKİL 17) görülen örnekte basınç düşüşüne yol açan habbeler kesinlikle fırındaki arızı bir olaydan kaynaklanmamaktaydı.



Şekil 17

7- Cam içinde yabancı maddeler

Bunlar fırın kaynaklı taş, düğme, makina kaynaklı grafit veya demir parçacığı, yine alüminyum kapaktan kaynaklanan metalik silis taşı vs. olabilmektedir. Genellikle her taş tehlikelidir. Ancak küçük kromit taşlarının tehlikeli oldukları hakkında kesin bir hüküm verilememiştir. Grafitin ana kaynağı kalıp yağlama yağı veya basınçlı havadaki yağlardır.

Demir parçacıkları ise özellikle göbek ve müldebak mekanizmaları arasındaki sürtünmelerden veya kalıp temizleme tozlarının tekrar şişe yüzeylerine nakledilmesinden kaynaklanmaktadır. Tabiatıyla şişenin iç yüzeyi bu hatalara karşı dış yüzeyden çok daha hassastır.

8- Çeşitli darbeler

Özellikle şişe tabanındaki tırnaklar üzerinde, özellikle şişe nakil bantları üzerindeki geçiş plakalarından ve buralardaki cam kırıntılarında kaynaklanan darbeler ve çizikler büyük düşüğe sebep olmaktadır. Bu gibi noktaların zaman zaman elden geçirilmesi çok gereklidir.

SONUÇLAR:

Şirketimizde kalıp kaynaklı patlama nedenlerini bulmaya yarayan bir kontrol yöntemine ek olarak şişe genel zayıflığı durumunda ikaz veren ve nedenlerin bulunmasına yardımcı olan bir yöntem geliştirilmiş olup kullanılmaktadır.

Çareleri kesin olarak bulunamamış olan ve dolum hatlarında veya dolum sonrasında kırılmalara yol açan esas nedenler;

- Cam içindeki taşlar, düğmeler
- İç yüzey habbeleri olarak öne çıkmaktadır.

Bunların ana nedenleri kesinlikle giderilene kadar mümkün olduğunca hatlarımızdan ayrılıp atılması gerekmektedir. Çünkü müşterilerimizin çok küçük (on binde 2 gibi) hat kırılmalarına bile tahammülleri yoktur. Patlamalara yol açan habbelerin teşhis edilememesi şüphesiz özel bir sıkıntı yaratmaktadır.

Son olarak şunu söyleyebiliriz;

Yöntemimiz sağlam ve zayıf şişeleri ayırdetmektedir. Ayrıca nedenlerin araştırılmasında ışık tutmaktadır. Ancak çok düşük patlama yüzdelerinin sağlanmasında kullanılamamaktadır.

ETKİN KALIP SOĞUTMA (Vertiflow)

Suha GÖKBEN - Bedri MEHTER
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

IS makinelerinde çalışma hızının arttırılması makinenin performansı ve kalıp soğutma kapasitesinin arttırılması ile ilişkilidir.

Emhart tarafından geliştirilen Verti-flow (dikey soğutma) sistemi ile makinenin kalıp soğutma kapasitesi arttırılmış ve kalıplarda homojen bir sıcaklık dağılımı sağlanmıştır. Bu sistem sonlu elemanlar yöntemiyle hazırlanan bir paket program kullanılarak kalıplara en uygun çapta ve yerlerde delikler delinmesi ve soğutma havasının bu delikler içinden geçirilerek kalıpların soğutulması esasına dayanmaktadır.

4 1/4 MM C4 hattımızda başlanan uygulama sayesinde 70 cl. Yeni Rakı ürünümüzde yaklaşık % 20 devir artışı sağlanmıştır. Bu ilk deneme başarılı sonuçlandığında D1 (5 MM), D2 (5 1/2MM), D3 (5MM) hatlarında da kademeli olarak uygulanmaya başlanmıştır.

1. GENEL AÇIKLAMA

1. a) Tarihçe ve I.S.'lerde mevcut soğutma;

1901 yılında kalıp içindeki pasajlardan bir soğutma sıvısının geçirilmesine dayanan bir patent uygulaması kalıp soğutmasında kullanılmıştır.

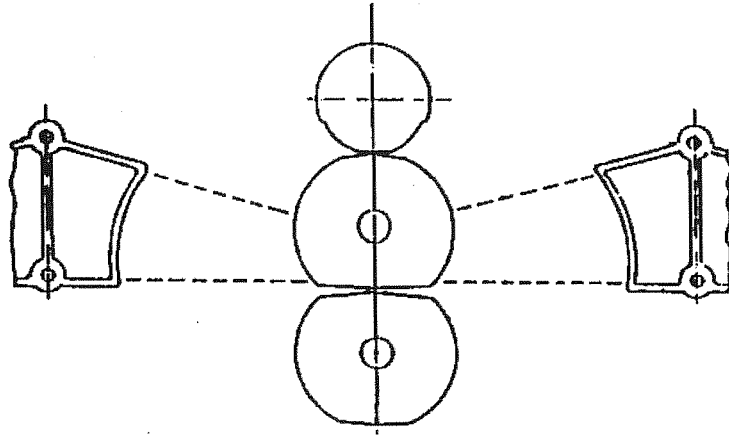
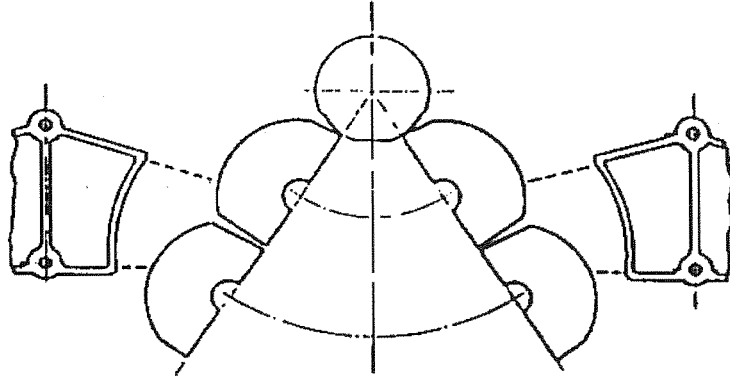
O zamandan beri benzer düşüncelerin uygulamalarına rastlanılmıştır. Bunlar, kalıp çevresine açılan dairesel ve aksel deliklerdir. Bunlarda soğutucu olarak kullanılan akışkanlar ise hava, buhar ve sudur.

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de Emhart firması yapımı I.S. tipi üretim makineleri kullanılmakta olup, Kalıp Soğutma sistemi genellikle konvansiyoneldir (Radyal) (Bkz. Şekil 1)

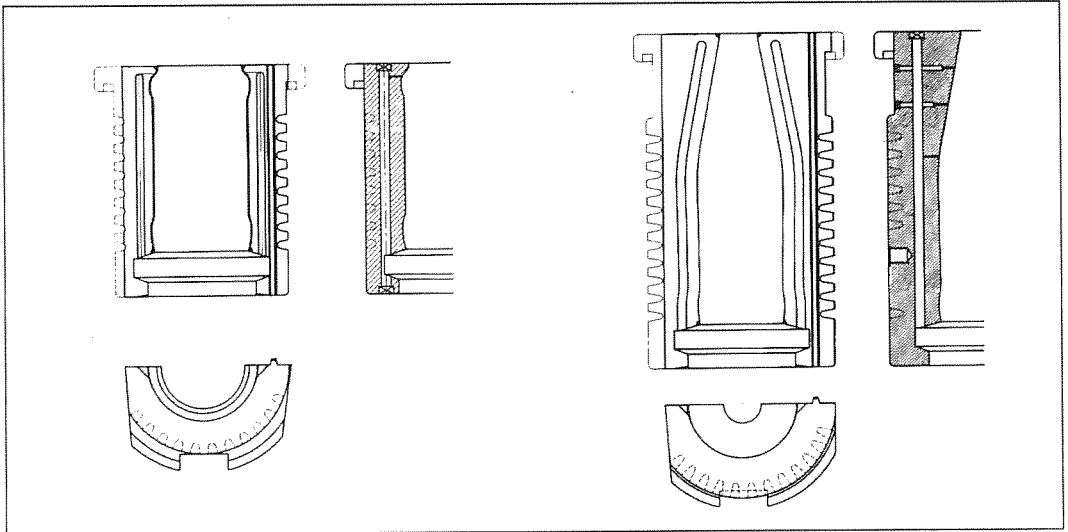
Bu soğutma sisteminde hava portlarından çıkan kalıp soğutma fan havası, yanlardan yönlendirilerek ve serbest olarak kalıp dış yüzeylerine çarpmakta ve soğutma havası kalıplarda uniform olarak dağıtılamamaktadır. Özellikle kalıp ek yerlerine yeterince hava verilemediğinden homojen olmayan sıcaklık dağılımı ve yetersiz ısı transferi meydana gelmektedir.

Devir yükseltildiğinde yetersiz kalan ısı transferini arttırmak için kalıpların dışına soğutma kanalları açılmak sureti ile yüzey arttırılıp yeterli ısı transferi sağlanmaya çalışılmaktadır (Bkz.Şekil: 2-3).

Ancak, yukarıda bahsi geçen havanın uniform dağıtılamaması dolayısı ile yapılan işlemlerde elde edilen hız arttırımı sınırlı kalmaktadır.



Şekil 1

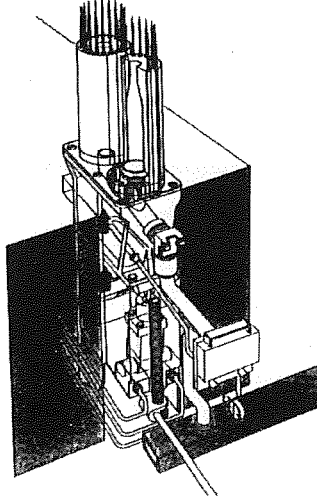


Şekil 2

Şekil 3

1.b) V.F. açıklaması:

V.F. sisteminde mevcut kalıp soğutma havası section frame'den finişör soğutma mekanizmasına yönlendirilir ve kalıp içine delinmiş dikey deliklerden geçirilerek kalıp soğutması temin edilir. Soğutma, mekanizma yapısı gereği kalıplar kapalı durumda iken uygulanır. (Bkz. Şekil 4)



Şekil 4

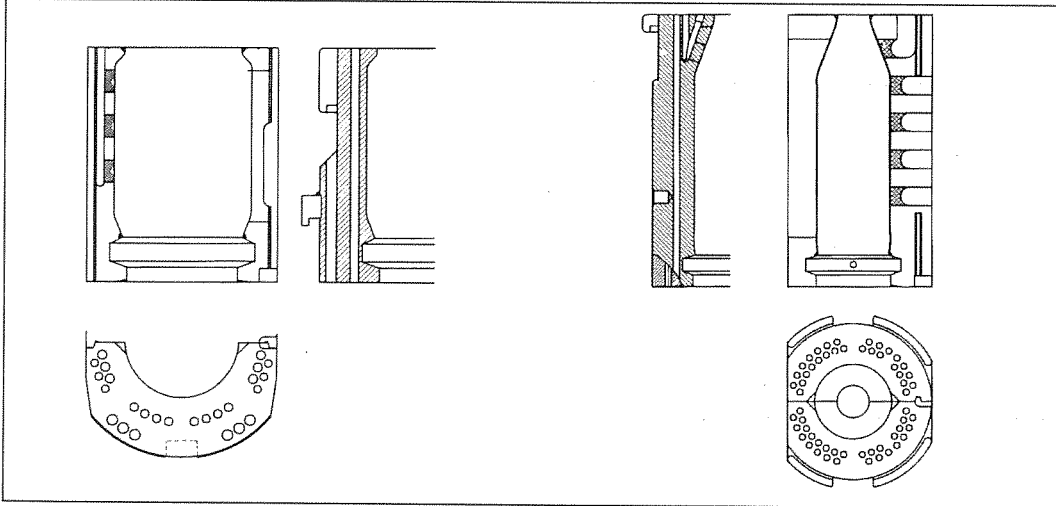
Bu sistem ile finişör kalıplarında daha etkin soğutma sağlanır.

Bu soğutmanın etkinliği;

a) Soğutma hava basıncı,

b) Soğutma zamanı,

c) Finişörlerdeki soğutma delik parametreleri (adet, düzen, çap, yerleştirme) ile kontrol edilir. (Bkz. Şekil: 5-6).



Şekil 5

Şekil 6

* Bu sistemin özellik ve faydaları ise tablo 1 de anlatılmaktadır.

ÖZELLİKLERİ	FAYDALARI
Hassas soğutma uygulaması ve kontrolü	Soğutma faktörünün kalıp dizaynında hesaplanma imkanı
Daha üniform sıcaklık dağılımı	Daha iyi cam dağılımı, hafifletme, daha yüksek iç basınç
Daha az ebişör yağlarına	Daha uzun kalıp ömrü, imalatta artış, daha az kirli şişe
Daha yüksek soğutma verimi	Prodüktivite artışı

Tablo 1

1. c) Uygulamalarda ulaşılan değerler;

Şirketimizin Kalite Politikası uyarınca, Prodüktiviteyi arttırmak ve maliyeti düşürmek amacı ile devir yükseltmek gerektiğinden, Hedeflerle Yönetim projeleri kapsamında olan "Kalıplarda Etkin Soğutma" projesi (Proje No: 13) doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucunda, Emhart firmasınca geliştirilmiş bulunan V.F. cooling (Dikey Soğutma) sisteminin amacımıza uygun olduğu saptanmış, üst yönetimin desteği ile 29.11.1992 tarihinde C4 makinasına monte edilmiş ve 503870 Tekel Rakı üretimi ile hayatiyete geçirilmiştir. Uygulama öncesi Tablo 2'de, uygulama sonuçları Tablo 3 te görülmektedir.

TARİH	HAT	ÜRETİM GÜNÜ	ÇALIŞMA SÜRESİ (h)	DURUŞ	DURUŞ %	DEVİR	ORT. RAND.	ADET/GÜN	NET ADET (TOPLAM)	NET TON (GÜN)	FİRİN ÇEKİŞİ (GÜN)
16.09./30.09	C4	15	360	19h 50"	5.5	96	86	118,886	1,682,040	54.1	62.9
01.10/05.10	C4	4	96	55"	1.0	96	89	123,033	492,000	56.0	62.9
04.05/14.05	D1	10	240	1.3h 00"	5.4	96	80	110,592	1,036,740	50.3	62.9
23.06/30.06	D1	8	192	10h 30"	5.5	96	81	111,974	838,800	50.9	62.9
01.07/22.07	D1	21	504	23h 25"	4.7	96	84	116,121	2,340,000	52.8	62.9
12.08/31.08	D1	20	480	19h 55"	4.2	96	85	117,504	2,238,630	53.4	62.9

Tablo 2

ÇALIŞMA DÖNEMLERİ İTİBARIYLA MALİYETLERDEKİ AZALIŞ

	I. DÖNEM VERT. ÖNCESİ	III. DÖNEM 9/12-7/1	IV. DÖNEM 8/1-30/1	V. DÖNEM 31/1-22/2	HEDEF
DEVİR (DAM/DAK)	96	110	118	116	118
% RANDIMAN	84	83	84	84	90
GRAMAJ	450	433	433	433	433
MALİYET (TL/ADET)	1065	986	947	955	923

Fiili Devir ve Randımana Göre:
Maliyet düşüşü dolayısıyla getiri:
1065 TL/Adet - 955 TL/adet = 110 TL/adet

Günlük Net Üretim Adedi Farkı:
143,654 - 118,886 = 24,768 adet /gün

Günlük Getiri:
143,654 adet x 110 TL/adet = 15,801,940 TL/gün

Yatırımın toplam tutarının 1,133,414,197 TL olduğu düşünülürse;
amorti süresi 1,133,414,197 - 15,801,940 = 72 gündür.
Bir başka deyişle yatırım kendisini 2.5 ayda amorti etmektedir.

Tablo 3

1994 yılı itibarı ile V.F. cooling sistemi kullanılarak çalışan ürünlerde ulaşılan değerler ise aşağıdaki gibidir (Tablo: 4.).

VERTİFLOW ÖNCESİ						VERTİFLOW SONRASI					
KOD NO	HIZ	R (ORT)	AĞIRLIK	ÜRETİM MİKTARI (ORT)	MALİYET TL/ADET	HIZ	R (ORT)	AĞIRLIK	ÜRETİM MİKTARI (ORT)	MALİYET TL/ADET	FARK TL/ADET
50 38 70	96	84	450	116.121	2664	116	85	440	141.984	2410	254
50 37 35	126	86	290	156.038	1890	140	86	290	173.376	1795	95
43 25 99	100	87	560	125.280	2813	108	90	530	139.968	2622	191
10 34 72	170	83	340	203.184	2012	180	92	310	238.464	1830	182

Tablo 4

2. V.F. TANITILMASI

V.F. teknolojisini,

2.a) Mekanizma

2.b) Yazılım, kalıp dizaynı ve üretimi olarak 2 ana bölümde inceleyebiliriz.

2.a) Mekanizma;

V.F. cooling (Dikey soğutma) mekanizması iki kısımdan oluşmaktadır.

2.a.1) Alt kısım,

2.a.2) Üst Kısım,

2.a.1) Alt Kısım :

Mekanizmanın alt kısmını, soğutma havasının on/off kontrol damperi ve müldefon yükseklik ayar vidası oluşturmaktadır (Bkz.Şekil 7)

Alt kısımda bulunan damper çift yönlü pnömatik piston yardımı ile hareket ettirilir ve soğutma havasının üst kısımdaki hava odacağına girmesini ve kesilmesini temin eder.

2.a.2) Üst Kısım :

Üst kısım, hava odacağı (Plenum chamber) ve vakum kanallarından oluşmaktadır. Bu hava odacağı, kalıplara açılan deliklerden eşit basınçta hava geçmesini temin eder.

Üst kısım, alt kısma 4 adet saplama ile monte edilmiş olup T.D veya Ç.D. proseslerinde kolayca değiştirilebilmektedir.

Bir hava manifoldu gibi görev yapan üst kısmın üstüne Kalıp delik düzenine uygun hava dağıtım plakası sıkıca tespit edilmiştir. Bu plakanın üstünde müldefon bağlama pimleri mevcuttur.

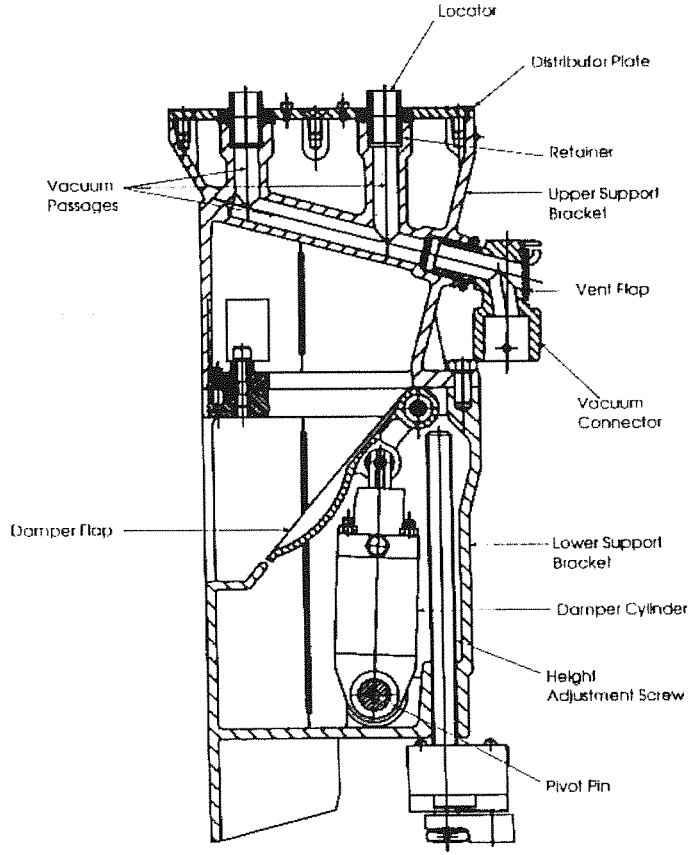
Vakum uygulaması, bu pimlerin içinde bulunan deliklerden yapıldığından soğutma havasının vakum kanalına kaçmasını önlemek için sızdırmazlık sağlanmıştır (Şekil 7).

2. b) Yazılım, kalıp dizayn ve üretim;

Bu konuyu iki bölümde inceleyebiliriz.

2.b.1) Yazılım (Bilgisayar Modeli),

2.b.1.a) Tarihçe;



Şekil 7

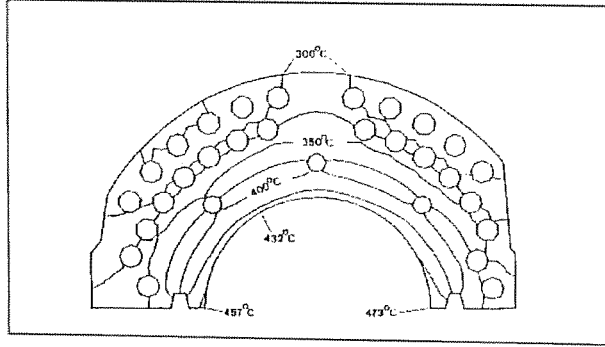
Konvansiyonel soğutma sisteminin hız arttırmasına getirdiği sınırlama bütün potansiyel soğutma metotlarının daha az enerji kullanan, daha az gürültü çıkaran, modern proses kontrol metodlarıyla kontrol etmeye uyumlu, ucuz ve orta ölçekli cam ambalaj üreticilerine cazip gelebilecek bir yöntem bulunması için gözden geçirilmesini gerekli kıldı.

Emhart tarafından yapılan araştırmalar, alçak basınçlı (6 kpa'dan az) hava kullanımının en uygun soğutma metodu olduğunu ve bu havayı kalıba açılan deliklerden geçirmenin beklenen en büyük verim artışını sağlayacağını gösterdi. Bu deliklerden geçen hava akışını ve oluşan ısı transferini etkileyen parametrelerin araştırılması için bilgisayar modelleme tekniklerinin kullanılmasına karar verildi. Sonlu elemanlar tekniğini kullanarak herhangi bir delik grubunun sebep olacağı ısı transferini modelleme olanağı bulundu. Bir sonraki aşamada ise, istenen sıcaklık dağılımı elde edilene kadar bu delik gurubunu yeniden düzenleme imkanı bulundu. En sonunda ise, bu delik düzeni üretimde denendi, sonuçlar, bilgisayar sonuçlarıyla karşılaştırılarak her iki sonucun küçük sapmalar ile uyumlu olduğu görüldü.

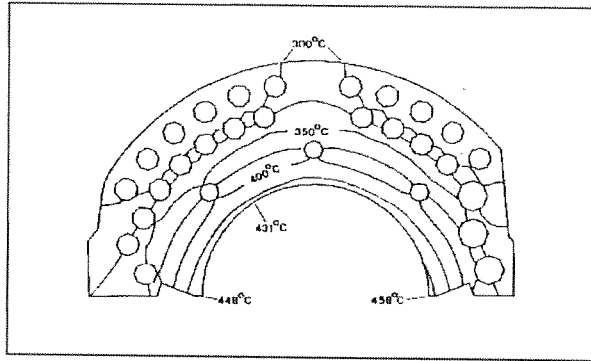
Yapılan deneysel ve bilgisayar modelleme çalışmaları sırasında delik düzenleri, çapları ve adetlerinin dışında görünen en önemli etki deliklerin hava çıkış tarafında

delik boyunun belli bir bölümünün çaplarını büyütme ile ortaya çıktı. Bu durumda, çapın büyütüldüğü bölgede, hava hızı düştüğünden ısı transferi zayıflamakta buna karşılık dar çaplı bölgede ısı transferi bir miktar artmaktadır. Bu özellik dikey sıcaklık dağılımının düzenlenmesinde kullanılmaktadır.

2.b.1.b) Yatay Sıcaklık dağılımı (Şekil: 8-9):



Şekil 8



Şekil 9

Çalışan bir kalıpta camdan kalıba ısı transferi zamana bağlıdır. Gene de bu hareket belli bir periyotta tekrarlandığında transfer bir zaman sonra kalıbın camla temasa gelen yüzünden az bir uzaklıkta temelde uniform olan bir akış halini alır. Soğutma delikleri hemen hemen sabit sıcaklığın bulunduğu bölgelerde olduklarından değişken ısı girdisinin etkisi çok azdır ve eşdeğeri olan sabit ısı akışı gibi düşünülebilir. Bu ısı transferinin sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesinde, üç boyutlu modeller gerekiyor isede dizayn işinin büyük bir bölümü iki boyutlu ve basit üç boyutlu modeller kullanılarak yapılmış ve ısı transferini incelemek mümkün olabilmektedir.

İki boyutlu bir analizin kullanıldığı örnek aşağıdadır.

Şekil: 8'de 1/4 lt'lik bir maden suyu şişesi kalıbının ortasından alınmış bir kesit görülmektedir. Bu kesit soğutma deliklerinin yerleştirilmesi için bir ön çalışmadır (içteki üç adet delik vakum uygulaması içindir).

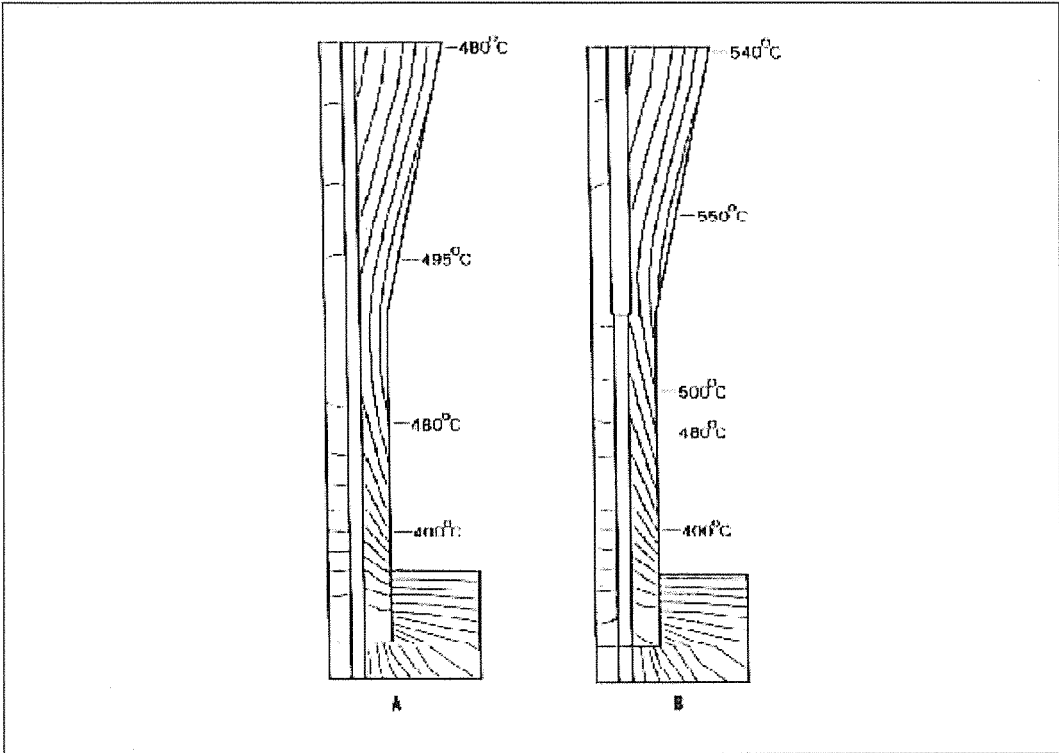
Bu aşamada amaç soğutma etkinliğini arttırmaktır. Fakat deliklerin adet ve yerleşim düzenleri; müldefon yan kesmeleri, kalıbın tek taraftan kesilmesi sonucu azaltılan metal kalınlığı gibi nedenlerle sınırlanmıştır.

Şekil üzerindeki izotermeler 25 °C farklı sıcaklıkları göstermektedir. Ayrıca, cam temas yüzeyindeki en düşük sıcaklık, iki kalıp ek yerindeki sıcaklıklarla birlikte gösterilmektedir. Yüzey boyunca sıcaklık farkı 40 °C üzerindedir.

Bu sonuçlar; daha sonra şekil 9'da görülen geliştirilmiş dizaynın oluşturulmasında kullanıldı. Sağda gösterilen 4 delik daha büyük 3 delikle değiştirildi. Bu sayede kalıbın sıcak bölümünün soğutulmasında bir artış sağlandı. Bu sebeple soğutma hava miktarı arttırılmış oldu. Bu arada, yeniden dizayn edilen vakum kanalları ek yerlerindeki sıcaklığı 9 C kadar düşürdü, ayrıca, cam temas bölgesindeki sıcaklık farkı 27 °C'a düştü. Bu modele uygun şekilde kalıplar delindi ve imalata alındı. İmalatta fazla bir soğutma kapasitesinin olduğu görüldü. Bir üretim çevriminin %46'sının soğutmaya ayrılmasının yeterli olduğu saptandı.

Sonuç olarak, laboratuvar testlerinde, hava harcamasının radyal soğutmaya göre %20 azaldığı ve gürültü seviyesinde konvensiyonel sisteme göre önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

2.b.1.c) Dikey sıcaklık dağılımı (Şekil 10):



Şekil 10

Bir kalıptaki dikey sıcaklık dağılımının düzenlenmesi için kullanılan bilgisayar modellemesine ait bir örnek, Şekil 10'da görülmektedir.

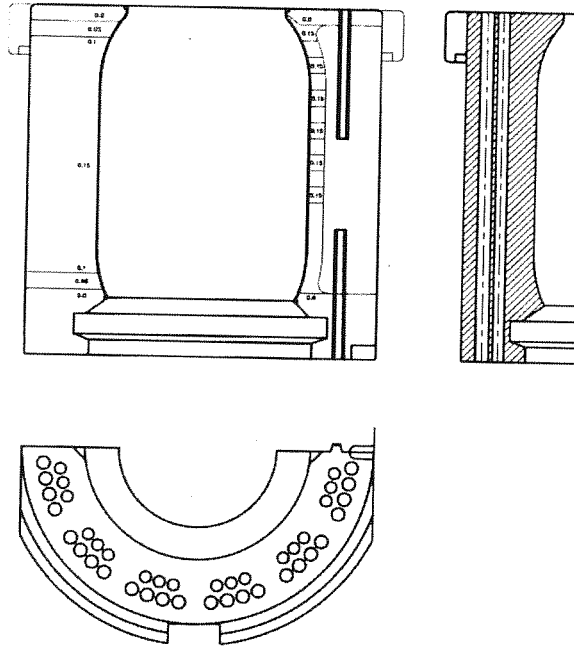
Kalıp alçak omuzlu bir bira şişesine aittir. Problem omuz ve boyun bölgesini fazla soğutmadan şişe diplerinde iyi bir soğutma elde etmektir. Bu amaçla tek sıra delik delinerek oluşturulan kalıba ait bilgisayar modeli şekil 10-a'da görülmektedir.

Şişe dibinde elde edilen sıcaklık tatminkar görülmesine karşın şişe boyunca, uniform bir dağılım elde etmek için, ne değişiklik yapılabileceği düşünülmüş ve şişenin omuzuna rast gelen bölümde delik çapları büyütülmüştür. Sonuç olarak, şekil 10-b'de görüldüğü gibi, dip sıcaklığı değişmediği halde omuz ve boyunda 50 C varan sıcaklık artışı sağlanmıştır.

2.b.2) Kalıp dizayn ve üretim:

V.F. delik yerleşimleri gerek dizayn aşamasında gerek, kalıp üretimi esnasında çeşitli sorunları beraberinde getirir. Bunların çözümünde aşağıdaki kriterler önem kazanır.

- a) Özellikle kalıp birleşim yerlerinde, kalıpların merkezlemesinde önemli rolü olan ve sığıl (Seal) adı verilen çıkıntılar ve bunları karşılayan yuvalar, ayrıca vakum uygulaması için kanallar mevcut olup bu bölgelere delik yerleşimi öncesi dikkat edilmesi gerekmektedir (Şekil 11).



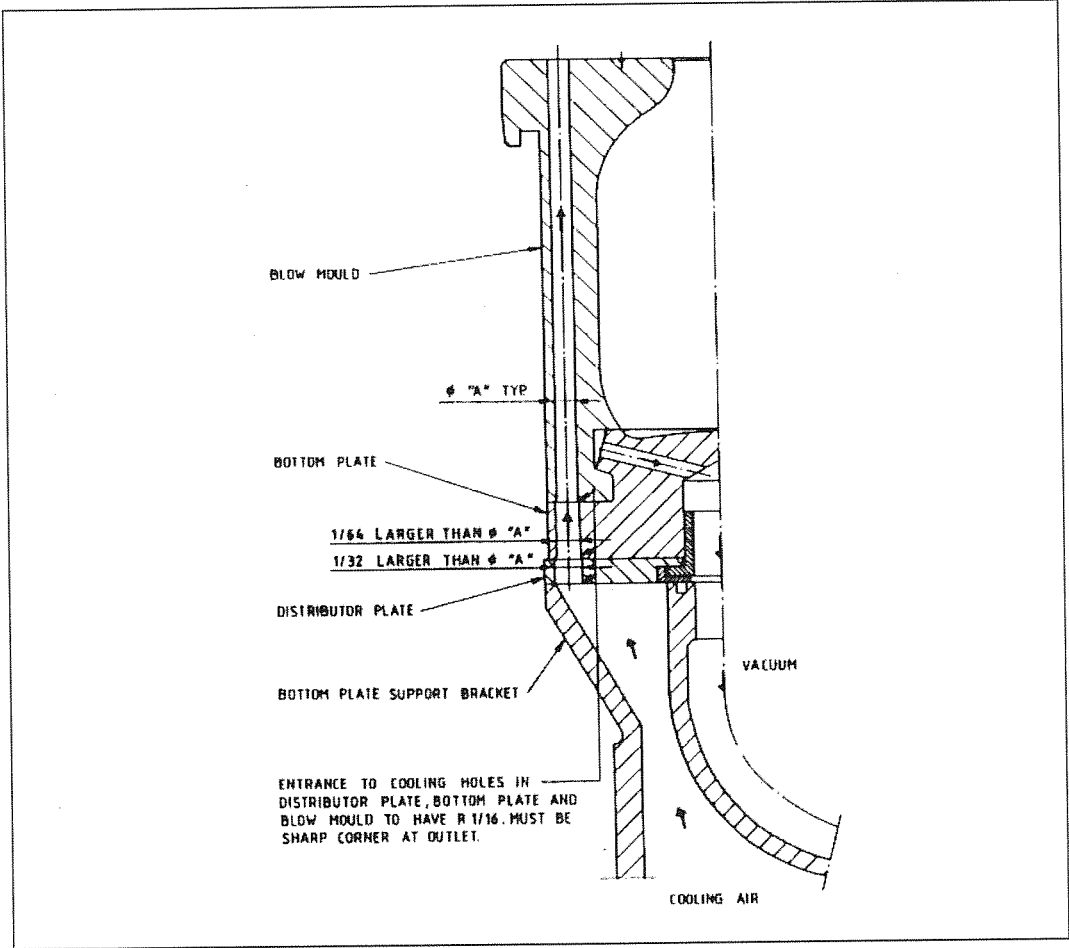
Şekil 11

- b) Havanın girdiği yöndeki deliklerin köşeleri türbulansın önlenmesi amacı ile 1 veya 1.5 R ile yuvarlatılmalıdır.

- c) Tüm delikler, yani dağıtım plakası, müldefon ve finişör üzerinde bulunan aynı

eksenli delikler birbirlerini çok iyi karşılamalıdır (Şekil 12)

d) Süflaj başlığının V.F. deliklerini kapatmamasına dikkat edilmelidir (Şekil 12)

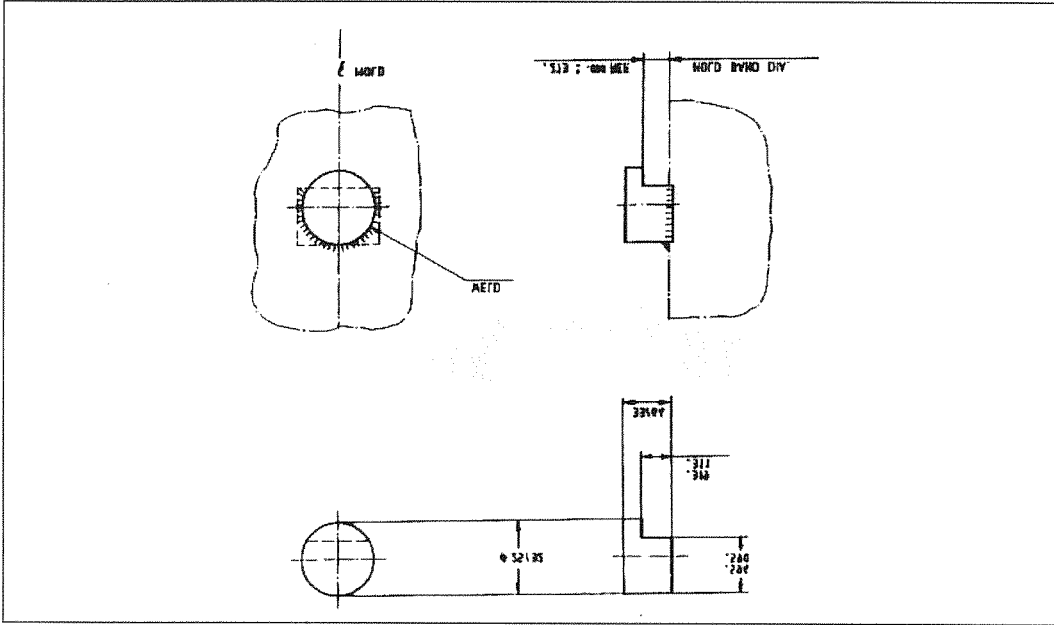


Şekil 12

e) Alt insört tutucusu, V.F. deliklerine engel olmaması için kalıba kaynakla tutturulmalıdır (Şekil:13)

f) V.F. delikleri eksantriklik toleransı 0.1 mm. olmalıdır. Bu deliklerin sağlıklı delinmesi için özel uzun delik delme tezgahları üretilmiştir. Bu tezgahın boru şeklindeki matkapının içinden verilen soğutma sıvısı hem matkap ucunu soğutur hem de, talaşları temizler.

g) Kalıpların kullanım aşamasında, dağıtım plakasının müldefonun ve finişörün birbirleri ile temas eden yüzlerinin temiz ve düzgün olmasına, bu deliklerin tıkalı olmamasına özen gösterilmelidir.

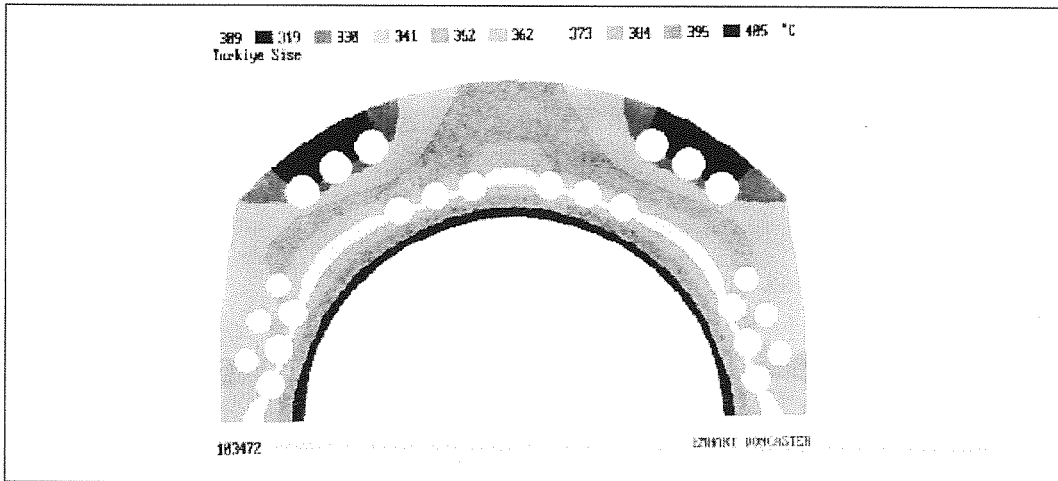


Şekil 13

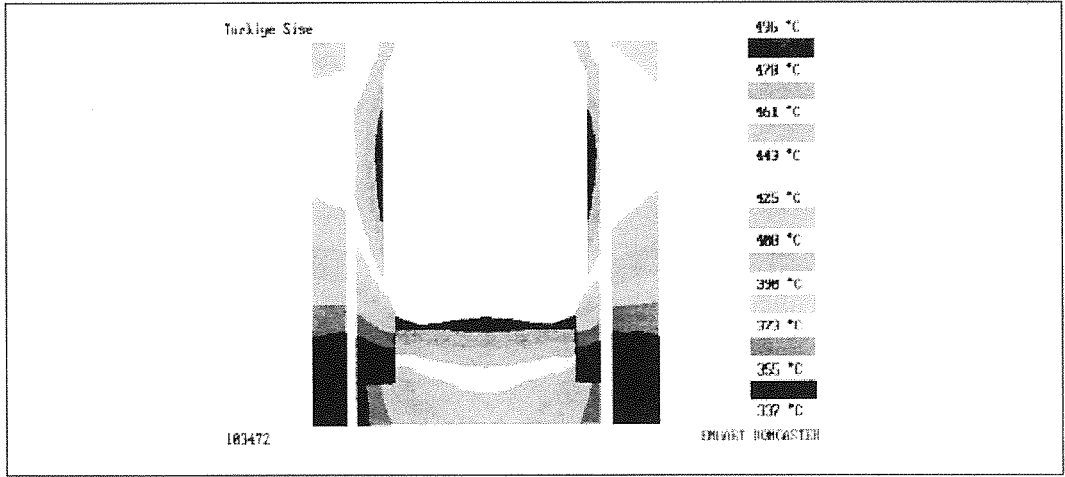
3. FABRİKAMIZDAKİ BİR DİZAYN UYGULAMA ÖRNEĞİ:

Emhart'ın V.F. konusunda ilk geliştirdiği program V.F. adını taşımakta olup, sadece seçilen şişe kalıbı için gerekli olan soğutmayı (Kwatt cinsinden) ve seçilen parametreler vasıtası ile uygulanabilen soğutmayı gerekli soğutmanın bir yüzdesi olarak vermektedir.

Son geliştirilen ve tarafımıza gönderilen program ise Verti therm adını taşımakta olup, kalıplardaki sıcaklık dağılımı, farklı sıcaklık bölgelerini birbirinden ayıran izo-term eğrileri vasıtası ile gösterilmektedir. Yatay kesit (Şekil 14), dikey kesit (Şekil 15)



Şekil 14



Şekil 15

Bu programın kullanılışı şöyledir;

Yatay ve dikey kesitler için ayrı ayrı olmak üzere;

- Kalıp dış ölçüleri ve kavite ile ilgili değerler girilir.
- Delikler ile ilgili parametreler girilir.
- Makina ve çalışma şartları ile ilgili değerler girilir.
- Bu girdilerin karşılığında yazılı değerler ve renk ayrımı ile üzerindeki sıcaklık farkları belirtilen kalıp kesit resmi alınır.
- Yeterli homojenlikte dağılım elde edilemezse başa dönülüp gerekli değişiklikler yapılır.

Fabrikamızda ilk uygulanan 503870 Tekel Rakı kalıpları V.F. dizayn, Emhart tarafından yapıp tarafımıza gönderilmiştir.

503870 ürününden sonra tarafımızdan yapılan V.F. dizaynlarından bir örnek aşağıda gösterilmiştir (Şekil:14-15, Tablo: 5-6-7-8-9-10)

Version 3.20 Licence 000060 Türkiye Şişe	PROJECT ISMI : 103472	14 Sep 1994 Time: 06:26				
Cartesian						
Linetype	Start Point		Mid Point		End Point	
Straight line	45.20	0.00			63.00	0.00
Straight line	63.00	0.00			63.00	22.00
Straight line	63.00	22.00			59.17	49.28
Arc	59.17	49.28	0.00	76.10	-59.17	49.28
Straight line	-59.17	49.28			-63.00	22.00
Straight line	-63.00	22.00			-63.00	0.00
Straight line	-63.00	0.00			-45.20	0.00
Arc	-45.20	0.00	0.00	45.20	45.20	0.00
Bottom Plate Cutout			48.0 mm			

Tablo 5

Version 3.20
Licence 000060
Türkiye Şişe

PROJECT ISMI : 103472

14 Sep 1994
Time: 06:26

Hole part	Hole type 1		Hole type 2		Hole type 3		Hole type 4	
	Diam	Length	Diam	Length	Diam	Length	Diam	Length
1	6.0	176.0	5.0	176.0	7.0	107.9	6.0	6.0

Height of Cross - Section	60.0 mm
Distributor Plate Thickness	8.0 mm
Air Temperature in Frame	45.0 °C
Mould Material Thermal Conductivity	40.0 W/m K
Mould Material Specific Heat	500.0 J/KgK
Glass Thermal Conductivity	3.0 W/m K
Parison Temperature after Reheat	900.0 °C
Average Wall Thickness	2.6 mm
Number of Gobs	2
Number of Machine Sections	10
Machine Speed	170.0 bpm
Forming Cycle Time	7.1 s
VERTI - FLOW On	750.0 Points
Final Blow On	100.0 Points
VERTI - FLOW Off	450.0 Points
Mold Open	450.0 Points
9700 Series Mechanism	
5 inch Machine Centres, Double Gob	
Heat Flux from Glass	176483.3 W/m ²
Frame Pressure	660.0 mm WG
Plenum Pressure	628.9 mm WG
Minumum Mould Temperature	309 °C
Maximum Mould Temperature	405 °C

Hole type	HTC W/m ² K	Air Temp deg °C
1	203.28	91.5
2	198.34	101.5
3	222.77	83.7
4		

Tablo 6

Version 3.20
Licence 000060
Türkiye Şişe

PROJECT ISMI : 103472

14 Sep 1994
Time: 06:26

Hole No.	Polar		Cartesian		Hole diam	Hole type
	Radius	Angle	X value	Y value		
1	53.00	9.0	52.35	8.29	6.0	1
2	53.00	18.0	50.41	16.38	6.0	1
3	53.00	27.0	47.22	24.06	6.0	1
4	53.00	153.0	-47.22	24.06	6.0	1
5	53.00	162.0	-50.41	16.38	6.0	1
6	53.00	171.0	-52.35	8.29	6.0	1
7	59.00	13.5	57.37	13.77	5.0	2
8	59.00	22.5	54.51	22.58	5.0	2
9	59.00	157.5	-54.51	22.58	5.0	2
10	59.00	166.5	-57.37	13.77	5.0	2
11	68.50	56.0	38.30	56.79	7.0	3
12	68.50	63.5	30.56	61.30	7.0	3
13	68.50	116.0	-30.03	61.57	7.0	3
14	68.50	123.5	-37.81	57.12	7.0	3
15	59.00	31.5	50.31	30.83	5.0	2
16	59.00	148.5	-50.31	30.83	5.0	2
17	68.50	131.0	-44.94	51.70	7.0	3
18	68.50	48.5	45.39	51.30	7.0	3
19	53.00	81.0	8.29	52.35	6.0	1
20	53.00	72.0	16.38	50.41	6.0	1
21	53.00	63.0	24.06	47.22	6.0	1
22	53.00	99.0	-8.29	52.35	6.0	1
23	53.00	108.0	-16.38	50.41	6.0	1
24	53.00	117.0	-24.06	47.22	6.0	1

Tablo 7

Version 3.20
Licence 000060
Türkiye Şişe

PROJECT ISMI : 103472

14 Sep 1994
Time: 06:10

Cartesian

Linetype	Start Point		Mid Point		End Point	
Straight line	0.00	0.00			30.61	-3.70
Straight line	30.61	-3.70			33.28	-4.67
Arc	33.28	-4.67	34.37	-4.52	35.15	-3.99
Arc	35.15	-3.99	35.47	-3.78	35.86	-3.70
Arc	35.86	-3.70	37.67	-3.17	38.77	-1.77
Straight line	38.77	-1.77			39.45	0.00

Linetype	Start Point		Mid Point		End Point	
Straight line	39.45	0.00			44.20	12.21
Arc	44.20	12.21	44.95	14.86	45.20	17.60
Straight line	45.20	17.60			45.20	112.80
Arc	45.20	112.80	44.74	115.19	43.44	117.24
Straight line	43.44	117.24			39.41	121.55
Arc	39.41	121.55	38.81	122.50	38.60	123.60
Straight line	38.60	123.60			38.60	125.90
Arc	38.60	125.90	38.78	126.32	39.20	126.50

Tablo 8

Version 3.20
Licence 000060
Türkiye Şişe

PROJECT İSMİ : 103472

14 Sep 1994
Time: 06:10

Frame Pressure 660.0 mm WG
Plenum Pressure 643.2 mm WG
Heat Flux to Mold 176478.9 W/m²
Heat Flux to Bottom Plate 186403.4 W/m²
Minumum-Mould Temperature 337 °C
Maximum Mould Temperature 496 °C

Height above inlet mm	Inner row		Middle row		Outer row	
	HTC W/m ² K	Temp °C	HTC W/m ² K	Temp °C	HTC W/m ² K	Temp °C
10.00	280.26	45.0			270.36	45.0
27.35	225.61	64.3			219.16	68.5
42.05	214.53	75.1			208.92	81.6
53.12	209.21	85.0			204.03	93.5
60.56	206.53	89.7			201.59	99.2
68.00	204.27	94.3			199.58	104.7
75.44	202.35	98.8			198.19	110.0
82.89	200.72	103.2			198.41	115.1
90.33	199.50	107.4			199.00	120.2
97.77	199.65	111.5			199.59	125.2
105.21	200.14	115.6			200.16	130.0
112.65	200.62	119.6			200.71	134.8
120.09	201.09	123.6			201.25	139.5
127.53	201.55	127.5			201.77	144.0
134.97	202.01	131.3			202.28	148.5
142.41	202.45	135.1			202.77	152.9
149.86	202.88	138.8			203.26	157.2
157.30	203.30	142.4			203.73	161.5
164.74	203.72	146.0			204.19	165.6
172.18	204.12	149.6			204.63	169.7

Tablo 9

Version 3.20
Licence 000060
Türkiye Şişe

PROJECT İSMİ : 103472

14 Sep 1994
Time: 06:10

Hole part	Inner Row		Middle Row		Outer Row	
	Diam	Length	Diam	Length	Diam	Length
1	6.0	175.9			5.0	175.9

Lower Band Diameter 152.2 mm
Upper Band Diameter 130.0 mm
Depth Of Upper Band Diameter 70.0 mm
Height Of Bottom Plate 49.4 mm
Thickness Of Bottom Plate Flange 20.0 mm
Wedge Angle 7.5 Degrees
Inner Pitch Circle Diameter 106.0 mm
Outer Pitch Circle Diameter 118.0 mm
Frame Pressure 660.0 mm WG
Air Tempature in Frame 45.0 °C
Mould Material Thermal Conductivity 40.0 W/m K
Mould Material Spesific Heat 500.0 J/Kg K
Bottom Plate Material Spesific Heat 70.0 W/m K
Bottom Plate Material Spesific Heat 500.0 J/Kg K
Glass Thermal Conductivity 3.0 W/m K
Parison Temperature after Reheat 900.0 °C
Average Wall Thickness 2.6 mm
Number OF Gobs 2
Number Of Machine Sections 10
Machine Speed 170.0 bpm
Forming Cycle Time 7.1 s
VERTI - FLOW On 750.0 Points
Final Blow On 100.0 Points
VERTI - FLOW Off 450.0 Points
Mold Open 450.0 Points
9700 Series Mechanism
5 ich Machine Centres, Double Gob

Şekil 10

KAYNAKÇA:

Kalıplarda etkin soğutma proje notları.
Vertiflow seminer notları.
Vertiflow mold cooling system-Emhart Glass Manual

CAM FIRINLARINDA TOZ VE SO₂ EMİSYONLARININ KONTROLÜ

Faruk SANDER - Dilek BOLCAN
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi

ÖZET

Cam fırınlarından baca gazları ile atmosfere atılan bazı toz ve gaz halindeki bileşikler, hava kirliliğinin önlenmesi amacı ile, birçok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de çevre koruma yönetmelikleri ile kısıtlanmaktadır. Üretilen cam türü nedeni ile harman bileşimine katılan maddelere ve kullanılan yakıtın kimyasal bileşimine bağlı olarak tür ve miktarları değişen bu emisyonların başlıcaları, toz, SO₂, NO_x, inorganik klorür ve florür bileşikler olup, ayrıca kurşun, bor, selenyum, kobalt, nikel, vanadyum gibi tehlikeli maddeler de toz ve/veya gaz emisyonlarının bileşimine katılabilmektedir. Belirtilen emisyonlardan toz ve SO₂ emisyonlarının oluşumundaki temel faktör ise, kullanılan yakıtın kükürt oranı olmaktadır.

6 No. fuel-oil kullanımında, yasal kısıtlamaların üstünde bulunan toz ve SO₂ emisyonları, doğal-gaz kullanımında sınır değerlerin altına inebilmektedir. Ancak, bu durumda cam fırınlarından çıkan toz emisyonlarının konsantrasyonu, üretim koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir. Emisyonların teknolojik yöntemlerle azaltılmasından önce, oluşumlarını etkileyen faktörlerin incelenerek, kaynaktan azaltmaya imkan verecek şekilde işletme koşullarının belirlenmesi, teknolojik ve ekonomik açılarından büyük yararlar sağlayacaktır.

Bu çalışmada da, soda-kireç camı üretimi özelinde, toz ve SO₂ emisyonlarının oluşumunu etkileyen faktörler incelenmekte olup, emisyon sınır değerlerinin sağlayabilecek işletme koşulları, literatürde yayınlanan ve Topluluğumuz cam fırınlarında yapılan çalışmaların sonuçlarından yararlanılarak irdelenmektedir.

1. SODA-KİREÇ CAMI ÜRETİMİNDE TOZ VE SO₂ EMİSYONLARININ OLUŞUMU

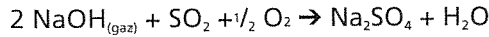
Cam fırınları baca gazlarındaki toz emisyonları, cam harmanından gazlar ile sürüklenen katı parçacıklar (carry-over) ile fırında buharlaşan alkalilerin baca gazı sıcaklığının azalması sonucunda yoğunlaşmasından meydana gelmektedir. Genellikle ortalama çapı 0.5 µm'dan küçük parçacıklardan oluşan toz emisyonu, Tablo.1'den de görüldüğü gibi, %90'ın üzerinde alkali sülfat ve ağırlıklı olarak da sodyum sülfat içermektedir.

BİLEŞEN	KULLANILAN YAKIT	
	FUEL-OİL	DOĞAL-GAZ
Na ₂ O	26.1	38.7
K ₂ O	2.0	2.5
CaO	8.9	1.7
MgO	4.6	0.6
SiO ₂	3.75	2.95
Al ₂ O ₃	0.45	1.0
SO ₃	50.0	46.9
F ⁻	<0.02	0.09
CL	<0.05	4.7
V ₂ O ₅	2.4	-

Tablo 1: Kullanılan Yakıt Türüne Göre Cam Fırınları Toz Emisyonunun Kimyasal Bileşimi (%) (1)

Bu nedenle, toz emisyonunun oluşumunda temel faktör, harman ve ergimiş camdaki sodyum bileşiklerinin buharlaşması olarak kabul edilmektedir. Cam fırınlarında alkali buharlaşmasının diğer bir olumsuz etkisi de, bilindiği gibi, alkali sülfatların rejeneratörlerde yoğunlaşarak, refrakter dolgularının korozyonuna ve tıkanmalarına neden olmasıdır. Bu nedenle, cam üretiminde alkali buharlaşması geniş bir şekilde incelenmiştir (2,3,4).

Soda-kireç camı fırınlarında, ergimiş camdan oksitleri halinde buharlaşan Na, fırın atmosferindeki su buharı ile birleşerek NaOH'ı meydana getirmektedir. 1100 °C'in üstünde gaz fazında olan NaOH ise, ergime reaksiyonları ve/veya yakıtın bileşimindeki kükürdün yanması sonucunda fırın atmosferine karışan SO₂ ile aşağıdaki denkleme göre reaksiyona girmektedir⁽³⁾.



Baca gazı sıcaklığının 1100 °C'nin altına düşmesi ile, bu reaksiyondaki dönüşüm sağ tarafa doğru artarak, fırına göre daha soğuk olan rejeneratörlerde sodyum sülfat yoğunlaşmaya başlamaktadır. Yoğuşan sodyum sülfatın bir kısmı refrakter dolgu üzerinde birikirken, diğer kısmı da baca gazları ile sürüklenerek toz emisyonu içinde atmosfere atılmaktadır.

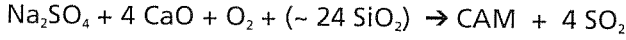
Soda-kireç cam üretiminde karşılaşılan toz emisyon değerlerini incelemek amacıyla, literatürden derlenen bilgiler ve Topluluğumuz şirketlerinde yapılmış ölçümlerin sonuçları, Tablo 2'de verilmektedir.

FIRIN TİPİ	YAKIT TÜRÜ	TOZ EMİSYON DEĞERLERİ	
		ARALIK	ORTALAMA
ÇEŞİTLİ (5)	Fuel-Oil (6 No) Doğal-gaz	103-356	200
		68-280	130
Arkadan Ateşlemeli, rejeneratif (ŞİŞECAM)	Fuel-Oil (6 No) Doğal-gaz	183-354	269
		72-102	88
Yandan ateşlemeli, rejeneratif (ŞİŞECAM)	Fuel-Oil (6 No) Doğal-gaz	303-574	457
		104-209	145
SINIR DEĞER			150

Tablo 2: Soda-Kireç Cam Üretiminde Toz Emisyon Değerleri. (mg/Nm³; %8 O₂ bazında)

Tablo 2'den de görüldüğü gibi, doğal-gaz kullanılan cam fırınlarında, fuel-oil kullanımına göre, toz emisyonlarında 3 katına varan bir azalma olmaktadır.

Soda-kireç cam üretiminde toz emisyonlarının artmasına neden olan yakıtın kükürt oranı, aynı zamanda baca gazındaki SO₂ emisyon miktarını belirleyen en önemli etkidir. Esasen, camın ergitilmesi sırasında da, aşağıda verilen tipik cam ergime reaksiyonuna göre, bir miktar SO₂ açığa çıkmasına rağmen, bu miktar yakıt olarak fuel-oil kullanıldığında oluşan SO₂ miktarının yanında ihmal edilecek seviyededir.



Kullanılan yakıtın SO₂ emisyon değerlerine etkisi, Topluluğumuz soda-kireç cam fırınlarında yapılmış emisyon ölçüm sonuçlarının verildiği Tablo 3'den de görülmektedir. Doğal-gaz kullanımında, fırın tiplerine göre değişiklik gösteren SO₂ emisyonları, sadece harmandaki sülfatın bozunması sonucunda meydana gelmektedir.

FIRIN TİPİ	YAKIT TÜRÜ	SO ₂ EMİSYON DEĞERLERİ	
		ARALIK	ORTALAMA
Arkadan Ateşlemeli, rejeneratif	Fuel-Oil (6 No) Doğal-gaz	2812-2979 31-74	2896 52
Yandan ateşlemeli, rejeneratif	Fuel-Oil (6 No) Doğal-gaz	2371-2983 140-500	2738 296
SINIR DEĞER			1800

Tablo 3: Topluluğumuz Soda-Kireç Cam Fırınlarında SO₂ Emisyon Değerleri (mg/Nm³; %8 O₂ bazında)

2. SODA-KİREÇ CAMI ÜRETİMİNDE TOZ VE SO₂ EMİSYONLARININ KONTROLÜ

Ülkemizde üretilen 6 No. fuel-oil'deki kükürt miktarının ortalama %2.5 - 3.5 gibi yüksek değerlerde olması nedeni ile, bu yakıtın kullanıldığı soda-kireç cam fırınlarında toz ve SO₂ emisyonlarının azaltılması, doğalgaz'a dönüşümün öngörülmediği bölgelerde, ancak emisyon azaltma sistemlerinin kurulması ile mümkün olabilecektir. Diğer taraftan, doğal-gaz kullanımında ise, Tablo 2 ve 3'den görüldüğü gibi, SO₂ emisyonları sınır değerinin altında kalmakta, ancak toz emisyonları sınır değeri aşabilmektedir. Bu nedenle, doğal-gaz kullanılan cam fırınlarında toz emisyonlarının azaltılması için toz emisyonlarının oluşmasına etki eden işletme koşullarının irdelenmesi büyük önem kazanmaktadır. 2. bölümde belirtildiği üzere, toz emisyonunun meydana gelmesindeki en etkin faktör, fırındaki sodyum buharlaşmasıdır. Bu nedenle, sodyum buharlaşmasına etki eden faktörlerin kontrol altına alınması sonucunda, toz emisyonlarından kaynaklanan sorunlara çözüm getirilebileceği gibi, rejeneratörlerin verimlerine de olumlu katkı sağlanabilecektir. Bu bağlamda, soda-kireç camı fırınlarında sodyum buharlaşmasına etki eden faktörler incelendiğinde,

- fırın sıcaklığı,
- cam harmanındaki sodyum oksit ve SO₃ miktarı,
- fırın atmosferindeki SO₂ miktarı, ve
- fırın yüzey alanının

artması ile sodyum buharlaşmasının da arttığı kabul edilmektedir. Bu faktörler sıra ile ele alındığında;

- günümüzde yüksek çekişli cam fırınlarında, fırın sıcaklıklarının azaltılmasını mümkün olamayacağı,
- cam harmanına katılan toplam sodyum oksit ve SO_3 'ün ağırlıklı olarak soda ve sodyum sülfattan geldiği ve bu bileşiklerin de cam kalitesine ve ergitme koşullarına olumsuz bir etkisi olmayacak oranda azaltılması gerektiği,
- fırın atmosferindeki SO_2 miktarının, kükürdü düşük yakıt kullanımına ve/veya harmandaki SO_2 'li bileşiklerin azaltılmasına bağlı olduğu, ve
- faaliyette olan bir fırında, yüzey alanının bir parametre olarak değerlendirilemeyeceği, görülmektedir.

Bu konu ile ilgili literatürde yayınlanmış çalışmalar (5,6,7) incelendiğinde; toz emisyonunun kontrolü için, genellikle fırına verilen Na_2SO_4 miktarı dikkate alınarak, toz emisyonunun azaldığı koşullar irdelenmektedir. Belirtilen çalışmalardan, yandan ateşlemeli ve doğal gaz kullanılan bir cam fırınında yapılan tespitlerde (5), fırına verilen harmandaki toplam sülfat miktarının azalmasına bağlı olarak, toz emisyonunun da azaldığı belirtilmektedir. Diğer bir çalışmada ise (6), ambalaj üretimi yapılan fırınlarda, istatistiksel değerlendirmelerin yapılmasına imkan verecek ölçüde veri toplanarak, toz emisyonu kütleli debisinin, fırına verilen toplam SO_4 miktarı ile fırın sıcaklığına bağlı olarak değiştiği matematiksel olarak gösterilmektedir. Doğal gaz kullanılan bir float fırınında baca gazı bileşimlerinin termodinamik yöntemle incelendiği çalışmada ise (7), doğal-gaz kullanımında Na_2SO_4 'ın, toz ve SO_2 oluşumunda en etkin faktör olduğu belirtilerek, afinasyon şartlarının imkan verdiği ölçüde, harmandaki Na_2SO_4 'ın azaltılması önerilmektedir.

3. TOPLULUĞUMUZ FLOAT FIRINLARINDA TOZ EMİSYONLARI

Cam fırınlarında doğalgaz kullanımının toz ve SO_2 emisyonlarına olan olumlu etkiler, Trakya Cam San. A.Ş. float fırınlarında da gözlenmektedir. Bu fırınlarda 1992 yılından beri çeşitli tarihlerde yapılan emisyon ölçüm sonuçlarının verildiği Tablo 4'den de görüldüğü gibi, SO_2 emisyonları sınır değerinin çok altındadır. Ancak, toz emisyonları 1992 yılı ölçümlerine göre 150 mg/Nm_3 sınır değerinin üstünde bulunmuştur. Diğer taraftan, 1993 yılı başında harmana katılan Na_2SO_4 'un %18 kadar azaltılmasından sonra yapılan ölçümlerde, toz emisyonunun 150 mg/Nm_3 sınır değerinin altına düşerek, $104\text{-}128 \text{ mg/Nm}_3$ değerleri arasında değiştiği saptanmıştır.

FIRIN NO	TARİH	TOZ	SO_2
TR-I	ARALIK 1992 NİSAN 1994	167 119-122	251 219
TR-II	ARALIK 1992 NİSAN 1993 NİSAN 1994	161-176 104-115 122-128	325 140 249
LİMİT DEĞERLER		150	1800

Tablo 4: Float Fırınları Baca Gazı Emisyon Değerleri (mg/Nm_3 ; %8 O_2 bazında)

Yukarıdaki bölümlerde belirtildiği üzere, çeşitli deneysel ve teorik çalışmalar ile kanıtlanan, toz emisyonları ile harmandaki Na_2SO_4 miktarı arasındaki ilişki, float fırınlarında da görülmektedir. Diğer bir ifade ile, harmandaki Na_2SO_4 'ün %18 kadar azaltılması ile, baca gazı toz emisyonunda %35'lere varan bir azalma sağlanmıştır. Elde edilen bu deneysel sonucun, float fırınlarımıza özgü matematiksel bir ifadesinin oluşturulması için ise, harmana katılan toplam alkali ve sülfat miktarlarının değerlendirmelere imkan tanıyacak ölçüde değiştirildiği zamanlardaki verilere gerek duyulmaktadır.

4. SONUÇ

- Soda-kireç camı üretiminde, toz ve SO_2 emisyonlarının miktarı, öncelikle kullanılan yakıtın kükürt içeriğine bağlıdır.
- 6 No. fuel-oil kullanımında, toz ve SO_2 emisyonları ancak teknolojik önlemlerle azaltılabilmektedir.
- Doğal-gaz kullanımında, SO_2 emisyonları sınır değerinin altında bulunmaktadır.
- Doğal-gaz kullanımında toz emisyon değerleri, harmana katılan toplam alkali ve sülfatlı bileşiklerin miktarına bağlıdır.
- Soda-kireç camı fırınlarında, ergitme ve afinyasyon koşullarının izin verdiği ölçüde, alkali ve sülfatlı bileşiklerin azaltılması ile, toz emisyonları sınır değerinin altında tutulabilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Glass furnaces, W.Trier, Society of Glass Tech., Sheffield, 1987.
2. Beerkens, R.G.C.; Deposits and condensation from flue gases in glass furnaces, Univ. Technol, Eindhoven (The Netherlands), PhD Thesis, 1986.
3. Kirkbride, B.J.: The chemical changes occurring during the cooling of hot gases from flat glass furnaces, Glass Technol. 20, (1979) No.5, 174-180.
4. Williams, R.O.; Pasto, A.E.: High temperature chemistry of glass furnace atmospheres. J.Am. Ceram. Soc. 65 (1982) No.12, 602-606.
5. Kircher, U.; Emissionen Von Glasschmelzöfen-Heutiger Stand, Glastech. Ber. 58 (1985), Nr.12, 321-330.
6. Stewart, G.M., Ratnarajah. N., Particulate emissions controlled by batch sulphate reduction, Glass Ind., (1985), 5, 17-21.
7. Blank, K.; Gebhardt, F., Zur Frage der Zusammensetzung des Abgases von Float glaswannen, Glastech. Ber. 59 (1986), Nr.12, 350-359.

CAM FIRINLARINDA OKSİJEN YAKMA TEKNİĞİNİN UYGULANMASI

Ahmet AKINCI - Neşet ARZAN
Cam Elyaf San A.Ş.

ÖZET

Cam fırınlarında oksijen kullanımı son yıllarda dünyada, sağladığı birtakım avantajlar nedeni ile yoğun biçimde uygulanmaya başlamıştır. Bu teknik, yanma sırasında yüksek sıcaklıktaki yakma havası nedeni ile oluşan NO_x ve kullanılan aşırı havadan dolayı artan tanecik yayılımını (Carry-over) azalttığı gibi fırın işletme koşullarını da iyileştirmektedir. Bugün pek çok oksijen ve cam üreticisi, cam kalitesini iyileştirmek, brüt çekişi arttırmak, enerjiden tasarruf sağlamak ve NO_x yayılımını azaltmak için oksijen takviyesi yada tamamen oksijen ile yakma tekniğini kullanmayı denemektedir. Cam Elyaf San A.Ş.' de bu tekniği; üretim, cam kalitesi, brüt çekiş, atık gaz koşulları ve çevre açısından sağlayacağı yararları saptamak ve gelecekteki olası bir kullanımın sonuçlarını izleyebilmek amacıyla CE-1 fırınında denemiştir. Yapılan deneme sonuçları göstermiştir ki oxy-fuel yakma tekniği, üretimi etkilemeden fırın ve reküperatör ömrünü uzatarak cam kalitesini ve yakıt performansını büyük ölçüde arttırmaktadır. Buna ek olarak fırın brüt çekişi de üretim prosesine göre % 7 ile % 25 arasında artabilmektedir.

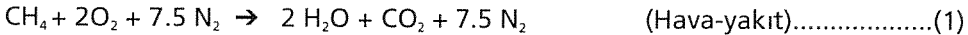
GİRİŞ

Cam üretim teknolojisi dünyada son yıllarda oldukça önemli değişiklikler geçirmektedir. Bu değişikliklerin başlıca zorlayıcı etkenlerinden birisi NO_x, SO_x ve diğer yayınımların kontrol altına alınması için hükümetler tarafından getirilen kısıtlamalardır. Cam endüstrisinin karşılaştığı diğer zorluklar ise pahalı fırın tamirleri için gerekli yüksek miktardaki anaparayı sağlayabilme gayretleri, pazar payını arttırabilmek ve maliyetleri düşürebilmek amacı ile üretimi arttırabilme çabaları, artan enerji maliyetleri ve nihayet son derecede önemli olan ürün kalitesini arttırmaya olan gereksinmedir. İşte bu aşamada gittikçe artan sayıda cam üreticisi tüm bu gereksinmelere yanıt verebilmek amacı ile oksijenle yakma tekniğini seçmişlerdir. Önce bu tekniği kısaca inceleyelim :

OKSİJENLE YAKMA TEKNİĞİ

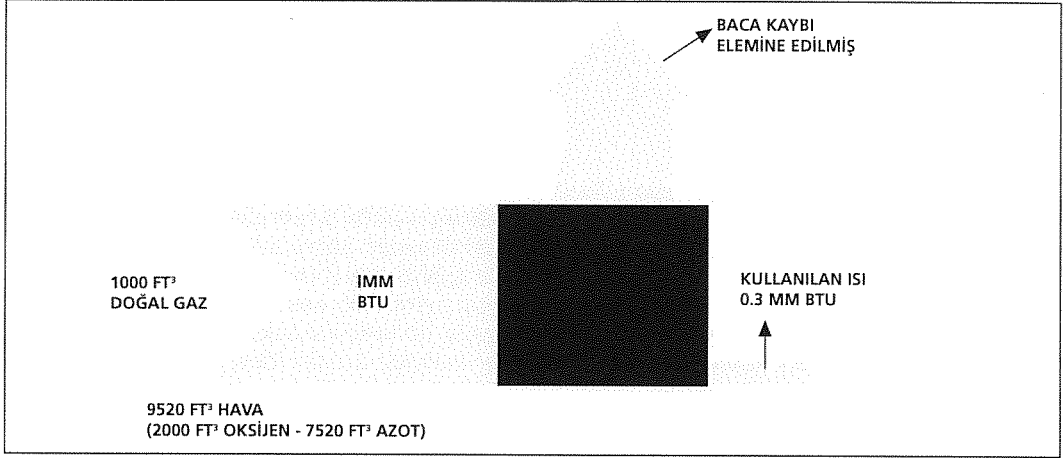
Ana fikir

Bu yöntemde ana fikir, havadan gelen azotu elimine ederek azot oksitleri oluşturmadan baca gazlarının miktarını azaltmaktır. Örneğin doğal gaz için (metan, ana bileşen olarak alırsak) durum aşağıdaki gibidir.

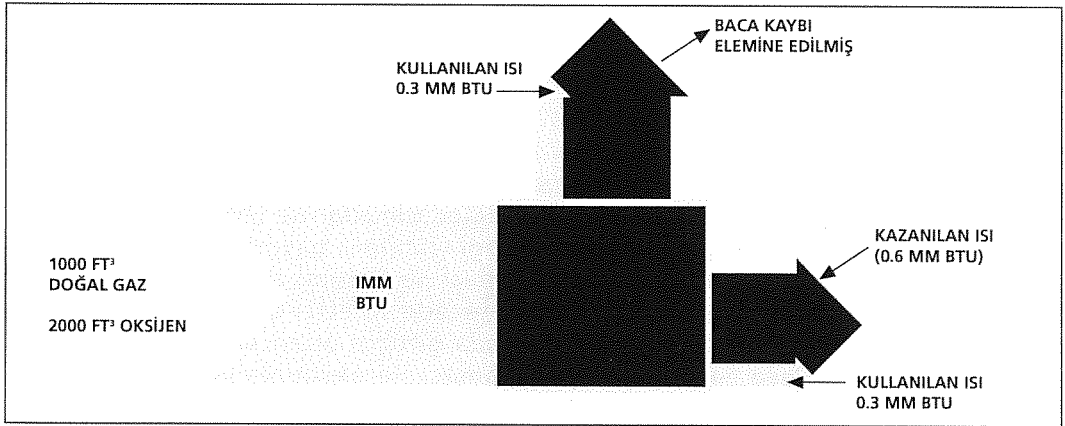


şekil 1 ve şekil 2 de hava-yakıt ve oksijen-yakıt için Sankey diyagramları verilmektedir. Hava-yakıt diyagramından görüleceği gibi fırından giden ısının önemli bir kısmı azotla kaybedilmektedir. İşte oxy-fuel yakmada yakıt tasarrufu - ki %70'e kadar olabilmektedir- bu noktada gerçekleşmektedir. Baca gazı miktarındaki düşüş

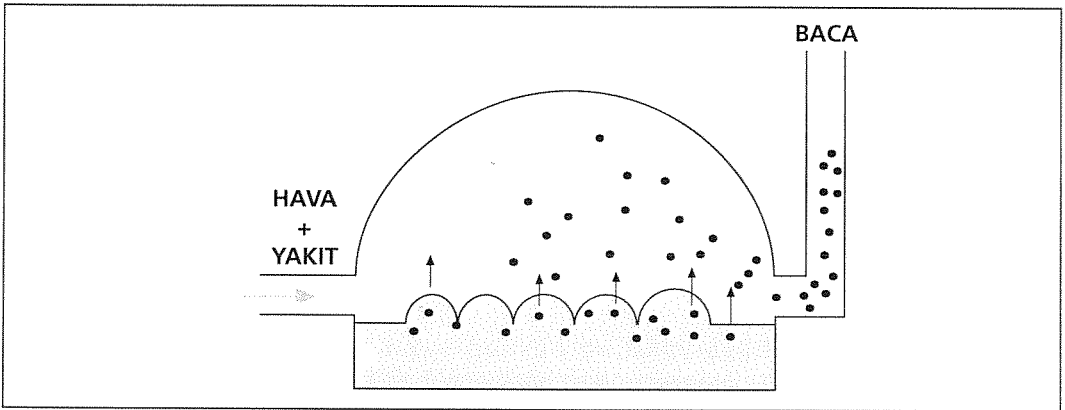
ise tanecik yayınınını (carry-over) önemli ölçüde düşürmektedir. Bu da şekil 3 ve şekil 4 de gösterilmiştir. Termodinamik dengeye dayalı modellemeler göstermiştir ki partikül yayınınındaki düşüş %70-%80'e kadar çıkabilmektedir (1).



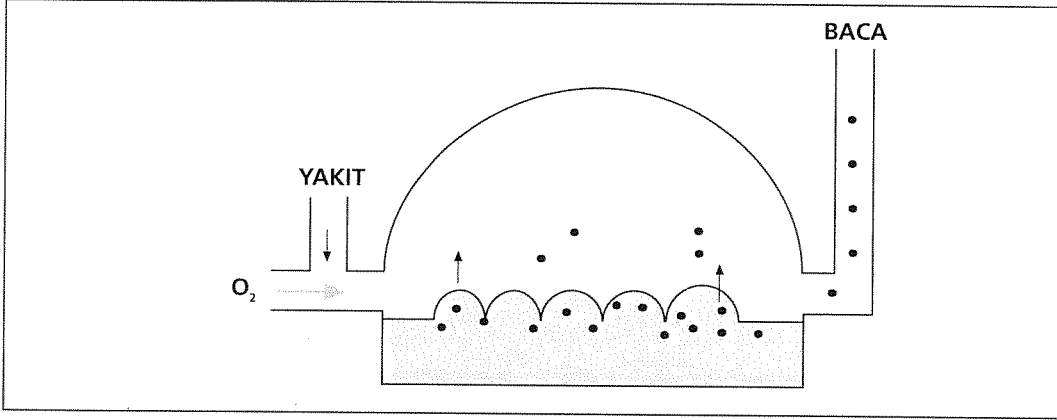
Şekil 1: Hava - Yakıt İçin Sankey Diyagramı



Şekil 2: Oxy - Fuel İçin Sankey Diyagramı



Şekil 3: Hava - Yakıt İçin Carry - Over ve Uçucular



Şekil 4: Oxy - Fuel İçin Carry - Over ve Uçucular

Oksijen kullanma teknikleri

En çok kullanılan oksijen yakma teknikleri şöyle özetlenebilir :

- Oksijenle zenginleştirme,
- Alev altı oksijen jeti,
- Kısmi oxy-fuel yakma,
- Tamamen oxy-fuel yakma.

Hepsinin bazı üstünlükleri olmasına karşın şu anda en çok kullanılan ve yararları en açık görülen teknik olması nedeni ile bu bildiriye, tamamen oxy-fuel yakma tekniğinden ve kısmi oxy-fuel yakma tekniği kullanılarak Cam Elyaf San A.Ş.'de yapılan bir denemeden söz edeceğiz.

Tamamen oxy-fuel yakma

Burada yakma olayı tamamen oxy-fuel bekleri kullanılarak yapılmaktadır. Corning başta olmak üzere bugün ABD 'de bu tekniği kullanan pek çok fırın bulunmaktadır. Oxy-fuel bekleri ile yakma oksijen kullanımının en iyi yöntemidir. Yararları olarak

- 0.226 kg NOx / ton cam 'a kadar NOx azaltma,
- hava-yakıt ile karşılaştırıldığında % 70'e kadar partikül yayılımında azalma,
- ısı kazanımı olmayan fırınlarda % 75'e kadar yakıt tasarrufu,
- % 25'e kadar üretim artışları,
- kapital maliyetlerini düşürme (EP, reküp./regen., ammonia deNOx ünitesi) harman tasarrufları,
- cam kalitesindeki iyileştirmeler,
- refrakter aşınmasının azaltılması,

sayılabilir. Eritme maliyetleri Tablo 1'de verilmiştir. Görüldüğü gibi oxy-fuel teknolojisi kirlilik kontrolü yapılmayan bir regeneratif fırınla aşağı yukarı aynı eritme maliyetine sahiptir. Kirlilik kontrolü için içine girdiğinde ise oxy-fuel tekniği en ucuz eritme teknolojisi olmaktadır. Harman kazanımları, cam kalitesi gibi diğer tüm teknolojik yararlar da işin içine katılırsa oksijenle eritme hem teknolojik hem de proses ekonomisi açısından açık bir üstünlük sağlamaktadır. Bu tekniğin kullanıldığı bir örnek Tablo 2'de verilmiştir (1).

	Regeneratif fırın (Kirlilik kont. yok)	Regeneratif fırın NH ₃ DeNOx\$EP	Elektrik eritmeli fırın	Oxy-fuel (Kirlilik kont. yok)
İşletme Maliyeti	18 \$/ton	20 \$/ton	38 \$/ton	22 \$/ton
NOx yayını	6-10 lb/ton	3-6 lb/ton	-	0.5 -1.5 lb/ton
Partikül	yüksek	yüksek	-	düşük
Kapital Maliyeti	9 MM \$	12 MM \$	4.5 MM \$	5 MM \$
Fırın Ömrü	8 yıl	8 yıl	2.5 yıl	8 yıl
Üretilen Toplam Cam	730,000 ton	730.000 ton	230.000 ton	730.000 ton
Ton başına Kapital Maliyeti	12 \$/ton	16 \$/ton	20 \$/ton	7 \$/ton
Toplam Eritme Maliyeti	30 \$/ton	36 \$/ton	58 \$/ton	29 \$/ton

Tablo 1

	Parkersburg		Etowah	
	Oxy - fuel önce	Oxy - fuel sonra	Oxy - fuel önce	Oxy - fuel sonra
Cam Tipi	Hi-alkali borosil.	Hi-alkali borosil.		
Eritme Kapasitesi (Ton/gün)	110	110	105	118
Boost (kw)			500	500
Bek sayısı (Adet)	22	8	32	12
Bek Yerleşimleri	Karşılıklı	Çapraz	Karşılıklı	Çapraz
Port Kesit Alanı (m ²)	1.3	0.4	2	0.2
Doğal Gaz Harcamı (m ³ /sa)	850	565	850	565
Carry-over (kg/gün)	109	75	87	60
Baca Gazı Miktarı (m ³ /sa)			10000	1785
Üst Yapı refrakter sıcaklığı (C)		-65		-40
Harman tasarrufu (\$/yıl)		100.000		500.000
Yakma Havası (C)	650	650	593	593

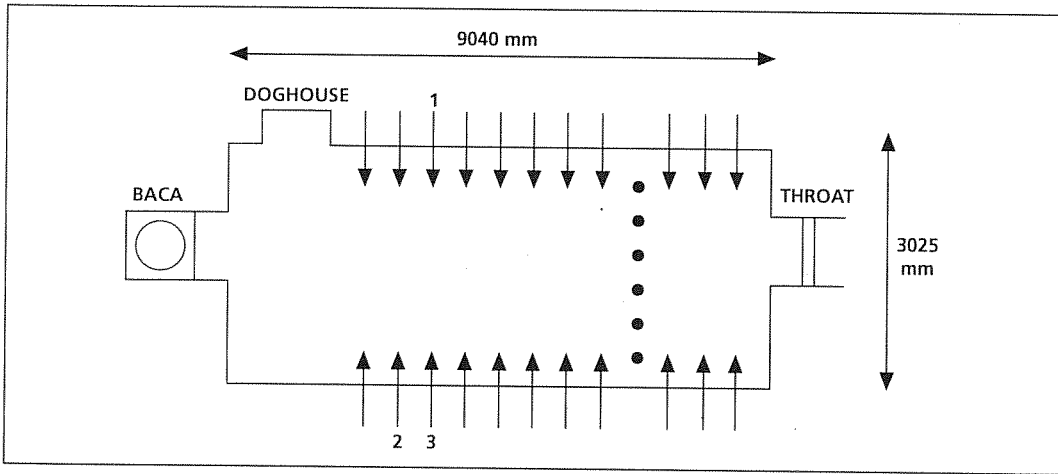
Tablo 2

Cam Elyaf San AŞ.' de yapılan deneme :

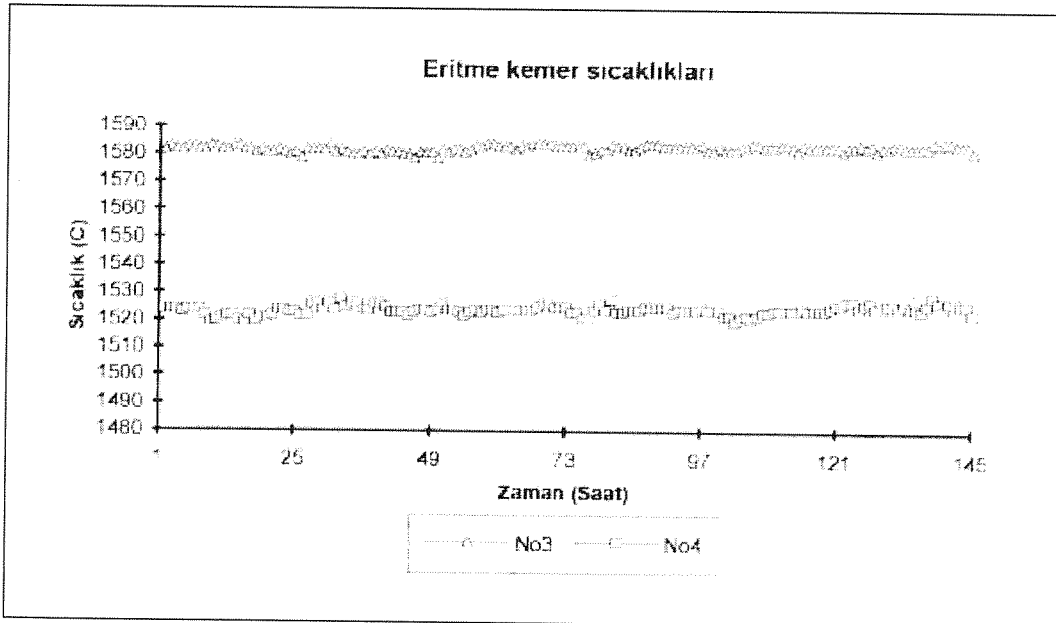
Cam Elyaf San AŞ. ' de bu tekniğin yararlarını görmek üzere 1992 yılında CE-1 No lu fırınında, bir Koç Holding kuruluşu olan BOS (Birleşik Oksijen San.) ile ortak bir deneme yapılmıştır.

CE-1 fırını metalik reküperatörlü bir Unit-meltdir ve 6 No. fuel-oil yakan 22 beke sahiptir. Günlük çekiş 18 tondur. Denemede üç tane oxy-fuel beki kullanılmıştır. Bek yerleşimleri şekil 5' de gösterilmiştir. Deneme boyunca fırın üretimini etkilememek için fırın sıcaklıklarının aynı değerlerde tutulmasına çalışılmıştır (şekil 6). Motorin yakmak üzere tasarlanmış su soğutmalı oxy-fuel beklere cama 5 derece açılı ile konuşlandırılmıştır. Oksijen bir evaporatörden 9 bar basınçla gelmektedir. Oksijen, su ve basınçlı hava ölçülmekte, debileri ve basınçları regüle edilmektedir. Ayrıca

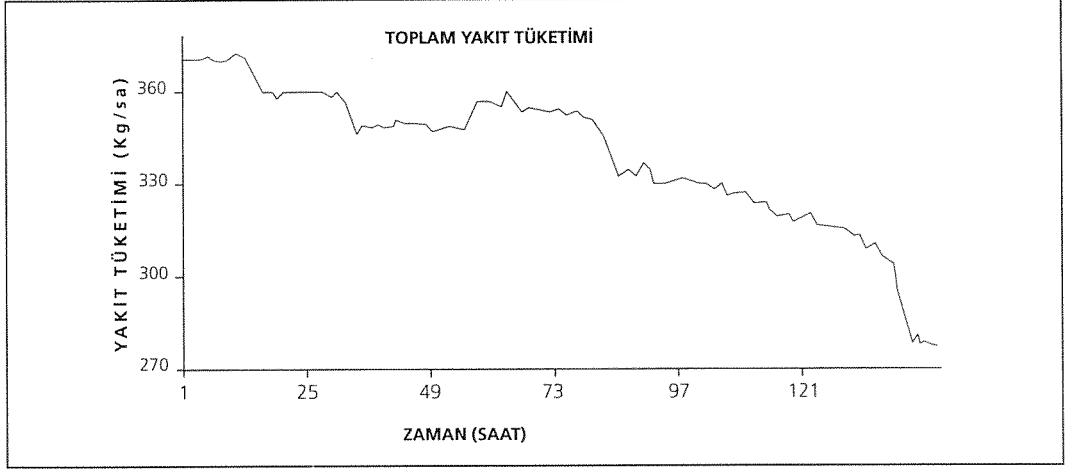
elemanlardan herhangi birinin devre dışı kalması halinde bir alarm sistemi devreye girmektedir. Deneme altı gün sürmüştür ve aşağıdaki sonuçlar alınmıştır. Oxy-fuel bekleri tek tek, koşullar kontrol edilerek fırın ana bekleri ile değiştirilmiştir. Toplam yakıt harcaması yaklaşık % 10 (şekil 7), toplam yakma havası miktarı yine yaklaşık % 10 (şekil 8) azalmıştır, baca gazı oksijen fazlası değeri % 1.5 tan % 3 civarına çıkmıştır. Kısa süreli bir deneme olduğu için bu değeri eski yerine çekmek için herhangi bir çaba gösterilmemiştir. Habbe miktarı şekil.9. da gösterildiği gibi düşmüştür ve deneme sona erdikten sonra da bir miktar düşmeye devam etmiştir. Cam homojenitesi ise şekil 10' da görüldüğü gibi bir miktar iyileşmiştir ancak denemenin kısa süreli olması nedeni ile tam bir sonuç elde edilememiştir.



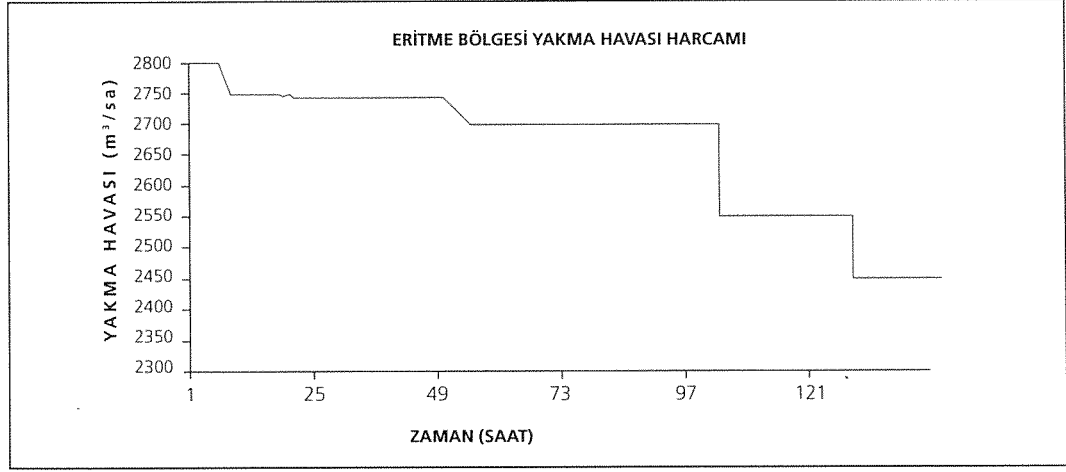
Şekil 5: Oksijen Bekleri Yerleşimi



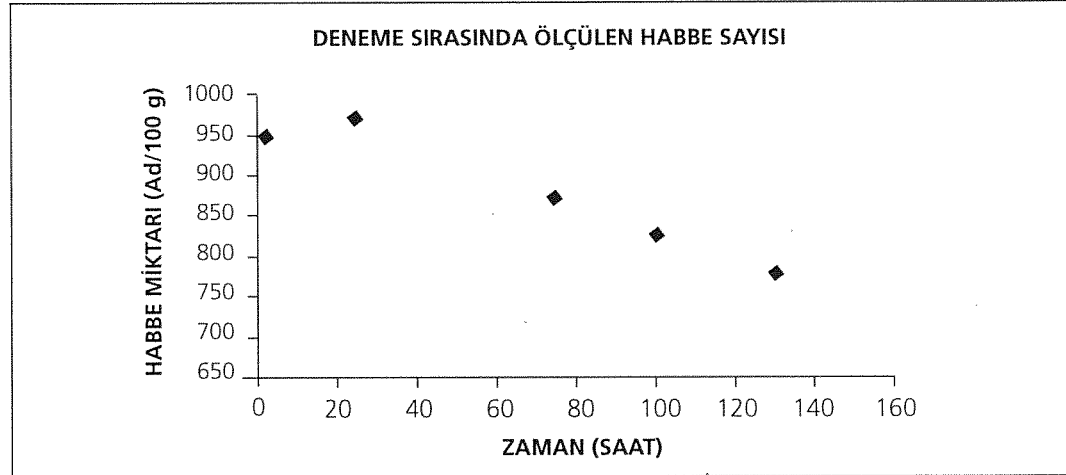
Şekil 6: Eritme Bölgesi Kemer Sıcaklıkları



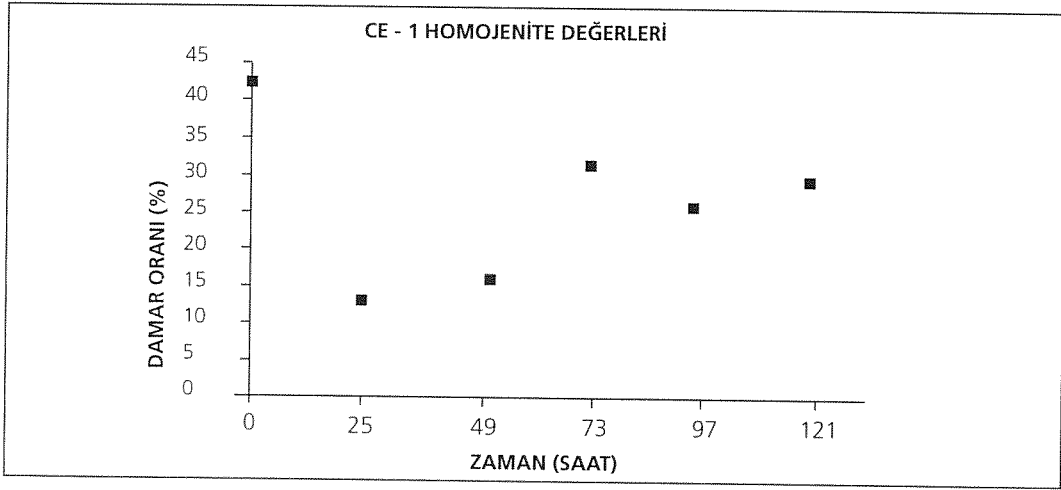
Şekil 7: Eritme Bölgesi Yakıt Tüketimi



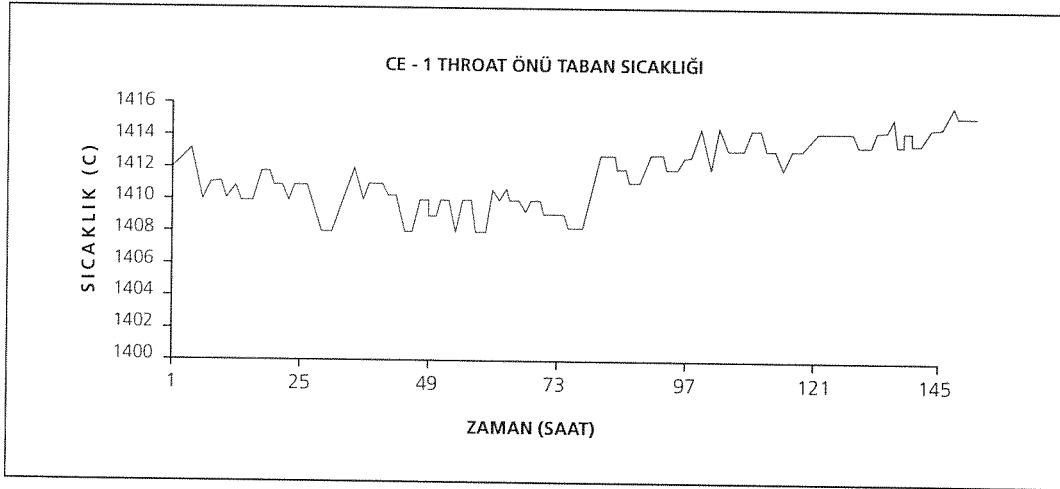
Şekil 8: Yakma Havası Miktarı



Şekil 9: Habbe Miktarı



Şekil 10: Deneme Sırasında Cam Homojenitesi

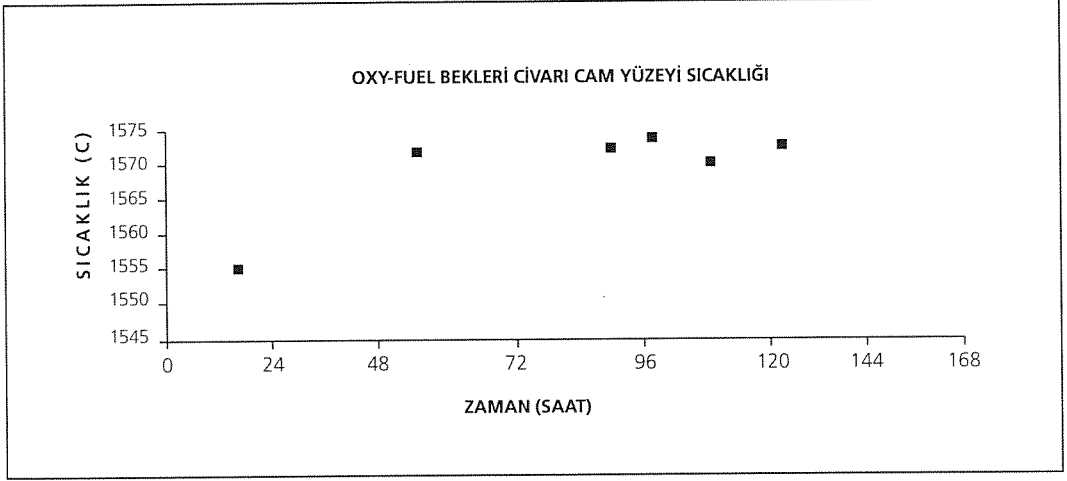


Şekil 11: Throat Önü Taban Sıcaklığı

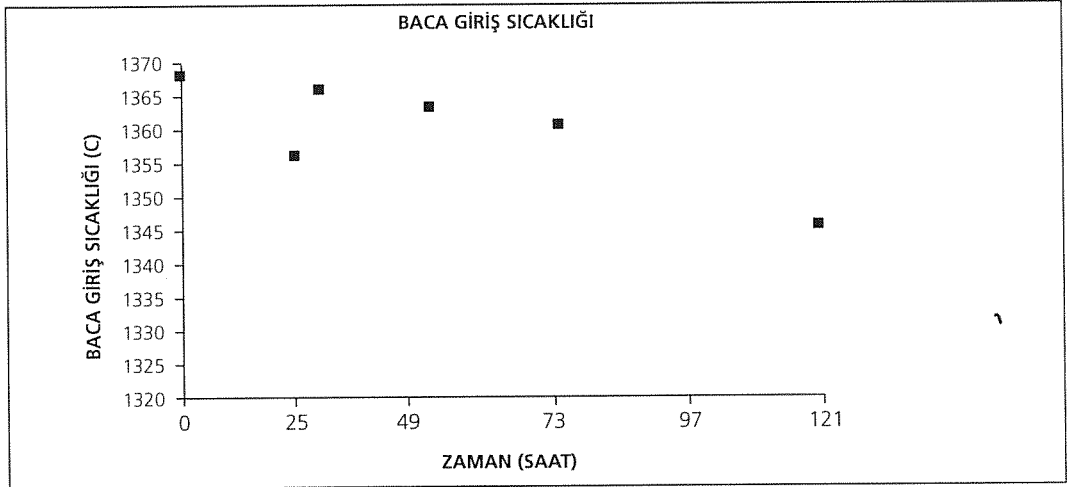
Throat önü taban sıcaklığı 4 derece kadar yükselmiş (şekil 11) ve kemerden bir miktar düşürmek gerekmiştir. Bunun nedeni, oxy-fuel bekleri yandıkça harman örtüsünün ve cam yüzeyindeki köpük tabakasının incelmesidir. Oxy-fuel bekleri yakınındaki cam yüzey sıcaklıkları yaklaşık 20 derece kadar yükselmiş (şekil 12), baca giriş sıcaklığı ise şekil 13 de görüldüğü gibi düşmüştür.

Maliyetler olarak durum aşağıdaki gibidir :

Kullanılan oksijen miktarı (kg/gün)	287
Oksijenin fiyatı (TL/kg)	3.000
Oksijenin maliyeti (TL/gün)	860.753
Tasarruf edilen yakıt miktarı (kg/gün)	941
Yakıt fiyatı (TL/kg)	1.700
Yakıt tasarrufu (TL/gün)	1.599787
Toplam tasarruf (TL/gün)	739.034



Şekil 12: Bekler Civarı Cam Yüzey Sıcaklığı



Şekil 13: Baca Giriş Sıcaklığı

Ancak deneme çok kısa sürdüğünden ve beklerin yanması sırasında sık sık tıkanmalar nedeni ile geri çekip yeniden ayar yapmak gerektiğinden dolayı oksijen miktarı ve maliyetler konusunda ihtiyatlı davranmak gerekir. Deneme sırasında görülen oksijen kullanımını cazip duruma getiren esas olay taban sıcaklıklarındaki yükseliştir. Deneme sırasında bushing değiştirilmediğinden brüt akışta bir artış gözlenmemekle beraber, hem taban sıcaklığında hem de cam yüzey sıcaklıklarında ve dolayısı ile konveksiyon akımlarında görülen artış oksijenle yakmanın brüt akış ve dolayısı ile üretim artışına neden olacağını kanıtlamaktadır. Bu şekilde gerçek kazanç ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan baca sıcaklığının düşmesi baca gazı sıcaklıklarındaki düşüşe ve dolayısı ile refrakter ömrünün artacağına işarettir. Deneme sırasında NO_x değerlerinde düşme görülmemiştir. Ancak denemenin çok kısa sürdüğü ve ancak üç bek yakıldığı göz önüne alınırsa bunun normal olduğu düşünülebilir.

Sonuç

Cam Elyaf örneğinde görülememekle beraber oxy-fuel sisteminin NOx yayılımını %90 kadar düşürdüğü diğer deneylerle saptanmıştır (2). Ayrıca azotun elimine edilmesi enerji verimini, ısı geri kazanımı olmayan fırınlarda % 75, üretimi de %25 kadar arttırmaktadır (1). Ek olarak baca gazının miktarındaki düşüş carry-over dediğimiz tanecik yayılımını azaltmaktadır. Her durumda oxy-fuel tekniği ilk yatırım maliyetlerini önemli ölçüde düşürmektedir. Bunun da ötesinde carry-over' daki azalma, cam ile cam yüzeyindeki gaz fazın dengeye daha yakın olmasını ve buharlaşma oranlarının düşmesi sonucunu doğurmaktadır. Sonuç ise harman kimyasallarının kalma zamanının artması yani hammadde kazanımıdır.

Sonuç olarak oxy-fuel tekniği aynı yatırım maliyetleri ile daha kaliteli cam, daha temiz bir baca gazı sağladığı gibi fırın ömrünü uzatmakta ve önemli bir oranda üretim artışı getirerek üzerinde önemle durulması gereken bir proses olduğunu kanıtlamaktadır.

KAYNAKÇA

1. A.G.Slavejkov, C.E.Baukal, M.L.Joshi & J.K.Nabors: "Oxy-fuel Glass Melting with the Cleanfire™ Burner", Sixth Annual Glass Technology Seminar, 19 September, Farmington, PA
2. P:B Eleazer, A.G.Slavejkov, A.Baxter & G.Neff: "Hot End Optimisation of Oxy-fuel Fired Glass Melting", glassmachineryplants&acesories

CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİPROPİLEN VE NAYLON 66 KOMPOZİTLERDE ELYAF-MATRİS İLİŞKİLERİ

Baha KUBAN - Reha AKÇAKAYA
İş Geliştirme Müdürlüğü
Bülent EREN - Sebahat ERDEMLİ
Cam Elyaf Sanayi A.Ş.

ÖZET

Polipropilen ve Poliamid (Naylon 66) gibi polimer malzemeler ca elyafı ile takviye edilerek polimer matris kompozitleri olarak adlandırılan mühendislik malzemeleri haline gelirler. Bu şekilde güçlendirilen polimer malzemelerin çeşitli mekanik özellikleri (darbe, eğilme mukavemetleri vb.) yanında başka bazı fiziksel özellikleri de iyileşmektedir. Bu çalışmada, kırılmış cam elyafı ile takviye edilen polipropilen ve Naylon 66 kompozitlerin mekanik özellikleri yanında özellikle elyaf/matris ilişkileri konusunda ipuçları verebilecek kırılma yüzeyi incelemeleri yer almaktadır. Cam elyaf yüzeyinde kullanılan silan bağlayıcıları, poliamid matrislerle yeterli fiziksel bir bağ sağlamakta ancak nötr polipropilen matrisini yeterli düzeylerde güçlendirememektedir. Polipropilen matrisi az miktarlarda katılan aşılınmış (grafted) polipropilen, elyaf/matris ilişkisini değiştirmekte, bağı güçlendirmekte ve sonuçta mekanik mukavemetleri yükseltmektedir.

I. GİRİŞ

Hem tüketim malı pazarlarında, hem de otomotiv ve inşaat gibi büyük hacimli uygulamalarda cam elyaf takviyeli polimer esaslı kompozit malzeme kullanımı yaygınlaştıkça, bu malzemelerin üretim teknolojileri ve hammadde ihtiyaçları alanındaki bazı eğilimler de belirginleşmektedir. Birim üretim sürelerinin kısalması, ısıl şekillendirmeye uygunluk, atıkların geri dönüşümü gibi kaygılar termoplastik malzemeleri takviyeli plastikler içinde öne çıkarmaktadır. Termoplastiklerin taşıma ve depolamalarının, girdi ve kalite kontrollerinin daha kolay olması, nem hassasiyetlerinin düşük ve raf ömürlerinin daha uzun olması da bu tür plastiklerin avantajları arasındadır.

Poliamidler (PA) %30 kadar cam elyaf ile takviye edildiklerinde çekme dayanımlarında iki, darbe dayanımlarında ise dört kat iyileşme görülmektedir. PA'ın aksine polar olmayan bir molekül yapısına sahip olan polipropilen (PP) matrislerde ise, PA ile karşılaştırıldığında daha az düzeyde mekanik dayanım artışı elde edilebilmektedir. PP'nin PA'ya oranla çok ucuz bir malzeme olması, bu zaafını bertaraf etmek amacıyla cam elyaf takviyeli PP üzerinde yoğun geliştirme çalışmaları yapılmasına yol açmıştır. Kimyasal yapısı nedeniyle, cam elyaf üzerine kaplanan bağlayıcı içindeki aminosilanların etkisine daha az açık olan PP bu yüzden içine konan cam elyafı ile sağlam bir bağ kuramamaktadır. PA ve PP'nin karışımları da araştırma konusu olmaktadır (1).

Yüzeyi silan bileşikleriyle kaplı cam elyafın matris malzemelerle kurduğu bağlara ilişkin çeşitli mekanizmalar önerilmiştir (2). Reaktif silanlar ve kimyasal bağlarla bağ kurulan termoset plastiklerinin aksine, termoplastikler için daha çok ara yüzeyde mekanik/kimyasal bağlanma mekanizmaları hakim olmaktadır. Bunlardan en ilgi

çeken Pluedmann'ın birbirine geçen polimer ağları (IPN) mekanizmasıdır (3). Bu kurama göre siloksan IPN'leri elyaf-matris yüzeyinde kalıp sıcaklıklarında reçine için çözücü rol oynarlar. Soğutma sırasında yüzeyin çeşitli noktalarında ayrılmaya başlayan reçine hapsolür. Bunun gerçekleşebilmesi için termoplastik molekülleri ile elyaf üzerindeki bağlayıcı madde (coupling agent) arasında yeterli uyum olması şarttır. Bu sayede iki yüzey arasında bir miktar geçiş gerçekleşecek, elyaf matris için yapışkan bir hal alacaktır.

Burada sunulmakta olan çalışmada cam elyaf takviyeli PA ve PP malzemelerde elyaf-matris ilişkisinin mekanik dayanıma etkisini incelemek amacıyla bir dizi deney yapılmıştır. PP matris içinde PA uyumlu elyaf, maleik anhidrit katkı (grafted) PP matris içinde PP uyumlu elyaf incelenmiştir. PA matrislerde ise bağlayıcı kompozisyonu ve elyaf çapının mekanik dayanıma etkisi ele alınmıştır. Elde edilen malzemelerin çekme, eğme ve darbe dayanımları ölçülmüş, kırık yüzeyleri elektron mikroskopisi ile gözlenmiştir.

2. DENEYLER

Deneylerde ICI Nylon 6.6 (PA) ve ticari bir PP polimeri kullanılmıştır. Katkılı PP deneyleri için PP matrise yapılan katkı, maleik anhidrit katkı PP'dir. Kompozit granüller Bethol ekstruder ile üretilmiş ve daha sonra enjeksiyon ile deney numuneleri kalıplanmıştır. Cam elyaf oranı %30 olup piroliz ile teyid edilmiştir. Eğme, çekme ve darbe dayanımları ASTM standartlarına göre hazırlanmıştır (4), kırık yüzeylerinin elektron mikroskopisi ise 100 nm altın kaplandıktan sonra Jeol Superprobe ile yapılmıştır.

3. DEĞERLENDİRME

3.1 PP Matrisin Takviyesi

Tablo 1 cam elyaf takviyeli PP matrislerle yapılan çeşitli testleri özetlemektedir.

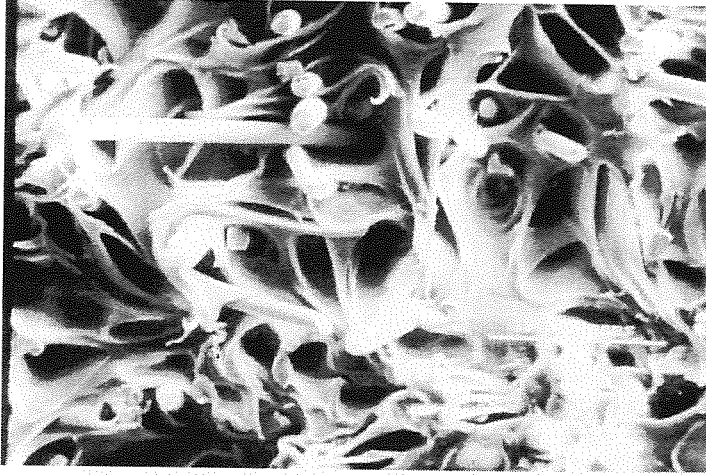
Matris	Numune Elyaf	İzod Darbe Dayanımı (kJ/m ²)	Eğme Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Esneklik Sabiti (MPa)
PP	PA Uyumlu	4.9	66.3	40.6	5560
PP	PP Uyumlu	7.7	84.0	69.7	5400
Katkılı PP	PA Uyumlu	7.0	105.6	85.0	5020

Tablo 1: Cam elyaf PP matrislerle yapılan deneyler (Standart sapma belirtilen değerin %3'ü kadardır)

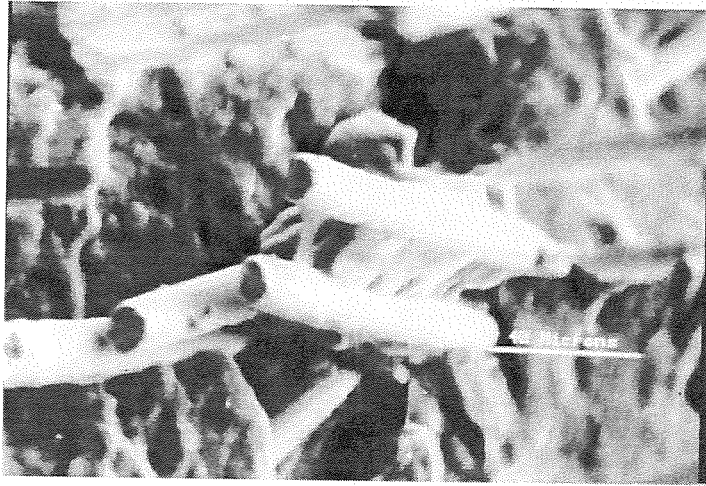
Tablo 1'de verilen sonuçların yorumu, ele alınan üç mekanik deneydeki kırılma Tablo tarzları dikkate alındığında daha kolay olacaktır. Yavaş yük arttırımı ve

deformasyona yol açan çekme ve eğme deneylerindeki kırılma, düzlemsel bir çatlakın matris içinde oluşup ilerlerken kırılan elyafların matris içinden sökülmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Darbe deneyinde ise deformasyon ve çatlak ilerlemesi çok daha hızlıdır. Matrisin viskoelastik özellikleri ve elyaf-matris arayüzey özellikleri, statik deformasyon durumuna göre daha belirleyici olmaktadır.

Buradan çıkarılması gereken en önemli sonuçlardan biri de elyaf-matris arayüzey bağının mekanik dayanımdaki belirleyiciliğidir. PP matris içinde yer alan PA uyumlu elyaflar matrisle yeterli bağı kurup matris üzerindeki yükü devralamazken, aynı PP matrise katkı uygulandığında matris elyafa yapışmakta, kırılma sırasında elyafın yuvasından sökülüp çıkarılması için çok daha fazla miktarda enerji gerekmektedir. Elyaf-matris bağının güçlü olması yalnızca elyaf sökülmesini zorlaştırarak enerji soğurmamakta, aynı zamanda, elyaf çevresindeki matriste önemli miktarda deformasyona yol açmaktadır. Deformasyonlarda daha çok elyaf çekilme ve elyaf kırılma mekanizmasının etkili olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 1A



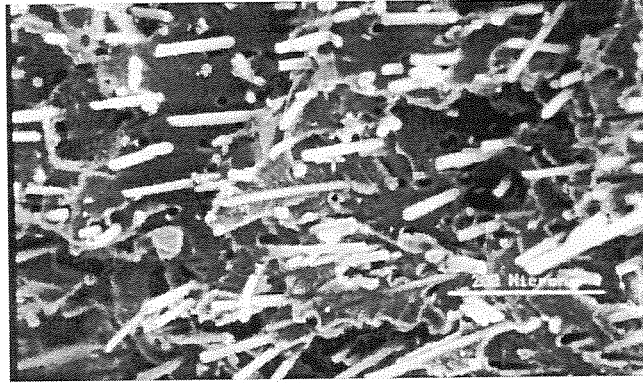
Şekil 1B

3.2 PA Matrisin Takviyesi

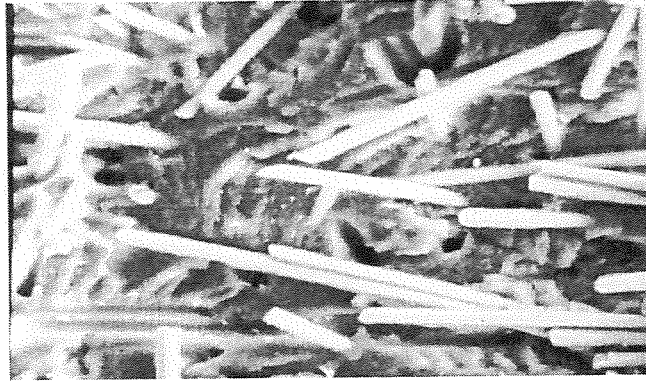
Tablo 2, PA matrisli malzemeler üzerinde yapılan mekanik deneyleri ve alınan sonuçları özetlemekte Şekil 2'de ise kompozit deney numunelerinin kırık yüzeylerinden örnekler gösterilmektedir.

Numune	İzod Darbe Dayanımı (kJ/m ²)	Eğme Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)
Standart miktar aminosilan (bağlayıcı)	10.1	218	132
%30 fazla aminosilan (bağlayıcı)	9.5	212	124
10.5 µm elyaf çapı	11.5	220	135
11.5 µm elyaf çapı	11.3	215	126
12.5 µm elyaf çapı	11.3	210	128
14.0 µm elyaf çapı	10.5	205	127

Tablo 2: PA esaslı kompozit malzemeler üzerinde yapılan deneyler ve alınan sonuçlar (Standart sapma belirtilen değerin %3'ü kadardır)



Şekil 2A



Şekil 2B

Şekil 2: PA Esaslı Kompozitlerin Kırık Yüzeyleri

Tablo 2'de ve Şekil 2'de ortaya konan verilerden şu sonuçlar çıkarılabilir: Elyaf üzerindeki bağlayıcıda bulunan ana bağlayıcı madde olan silanın belli bir miktardan fazla kullanımı mekanik özelliklerde bir iyileşme sağlamadığı gibi bu özellikleri olumsuz da etkileyebilmektedir. Elyaf çapındaki artma ise mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilemektedir. Şekil 2'deki kırık yüzeyleri incelendiğinde elyaf kırılma ve çekilme mekanizmalarının yanında, elyaf demetlerine paralel çatlakların da oluştuğu görülmektedir. Bu ikinci tür çatlakların oluşumunda enerji soğurma mekanizmalarının pek fazla geçerli olamayacağı ve bu yüzden malzemenin mekanik dayanımı bakımından bu bölgelerin yetersiz performansa neden olacağı iddia edilebilir.

4. SONUÇ

PP ve PA esaslı cam elyaf takviyeli malzemeler üzerinde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar ve kırık yüzeyleri üzerinde yapılan incelemeler ışığında aşağıdaki sonuçlara varılabilir:

1. Cam elyaf takviyeli plastiklerde elyaf-matris arayüzeyi, diğer faktörlere oranla mekanik dayanım üzerinde daha büyük etkiye sahiptir.
2. PP takviyesinde matrisin maleik anhidrit esaslı bir katkı maddesiyle zenginleştirilmesi mekanik dayanımda önemli iyileşme sağlamaktadır.
3. PA takviyesinde elyaf bağlayıcısı içinde bulunması gereken silan miktarı için geçerli olan bir minimum değer bulunmakta, bundan daha yüksek oranda silan kullanılması mekanik dayanımı olumsuz yönde etkilemektedir. Elyaf çapının artması ile mekanik dayanımda azalma meydana gelmektedir.
4. Kırılma yüzeylerinin elektron mikroskopisi ile incelenmesi, kırılma mekanizmaları ve dolayısıyla elyaf-matris bağının niteliği hakkında ipuçları verebilmektedir.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışmaya yardımlarından dolayı Teknopolimer A.Ş.'ye şükran borçludur.

KAYNAKÇA

1. A.Perwuelz, C.Caze, W.Piret, J.Ther.Com.Mat., 6(1993)176.
2. J.A.Gomez, J.A.Kilgour, 49th Annual Conference, Composites Institute, SPI, Feb.1994.
3. E.P.Pluedmann, Silane Coupling Agents, Plenum Press, 1982.
4. ASTM D256-78

Mustafa ORAN
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi

ÖZET

Cam endüstrisi, bilim ve teknolojiadaki gelişmelerden olabildiğince faydalanarak yeni ürünler peşinde koşarken, bir yandan da, konvansiyonel sorunlar üzerindeki çalışmalarını geliştirerek her boyutta kaliteyi iyileştirme amacındadır.

Bu alanda üzerinde önemle durulan konulardan birisi cam ürünlerinde habbedir. Kalite parametrelerinin en önemlilerinden biri olan habbe; en yalın tanımı ile cam üretimi sırasında oluşan gaz kapanımıdır.

Habbe dinamiği, cam içerisindeki akışkanlar dinamiği teorisine dayalı bir süreç olup; sürekli gaz, basınç ve yer değişimlerini içermektedir. Sürecin bu özellikleri, cam ürünlerindeki habbe sorununa neden olan kaynak(lar)ın tespitini ve sorunun çözümüne yardımcı olacak uygulamaları, olası alternatifler ile sınırlamaktadır.

Uygun alternatifleri oluşturabilmek için de, uygun örnekleme, enstrümental gaz analizi, işletme gözlemleri ve diğer parametrelerin değerlendirilmesini içeren sistematik bir habbe analiz yöntemi gerekmektedir.

Araştırma Müdürlüğümüzde bu tür bir sistematik yöntem içerisinde çalışan habbe laboratuvarı; kurulduğundan bugüne kadar bilgi dağarcığını aşamalı olarak artırarak işletmelerimizin habbe sorunlarını çözmeye yardımcı olur hale gelmiştir. İşletmelerimizdeki her vaka etüdü bu bilgi dağarcığının artmasına neden olmaktadır.

Bu bildiri kapsamında, Araştırma Merkezimizde kullanılan habbe analiz yöntemi ile habbe probleminin belirlenmesi ve giderilmesine yönelik çalışma sistemi, geçtiğimiz yıllarda gerçekleştirilen birkaç vaka etüdü ile desteklenerek anlatılmaktadır.

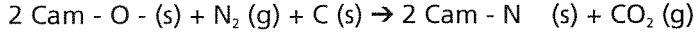
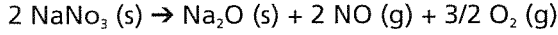
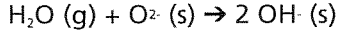
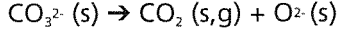
1. GİRİŞ

Günümüz cam endüstrisi bilim ve teknolojiadaki gelişmelerden olabildiğince faydalanarak yeni ürünlerin arayışı içinde iken; diğer taraftan da, halen var olan cam üretim süreçleri üzerine yapılan çalışmalar, üretim artışı ve kaliteyi geliştirme amacına yönelik olarak devam etmektedir. Bu tür çalışmaların kapsamı özellikle, cam kompozisyonu, harman erimesi, afinyasyon, cam akımları, fırın davranışları ve cam hatalarının kaynakları gibi üretim sürecinin kritik konuları üzerine odaklanmaktadır. Bu alanlardan biri olan cam hatalarının kaynakları üzerine yapılan çalışmaların önemli bir bölümünü de habbe hataları teşkil etmektedir.

Cam ürünlerinde kalite parametrelerinden biri olan habbe; en yalın tanımı ile cam üretimi sırasında oluşan gaz kapanımıdır. Bir cam üretiminde meydana gelen habbe sorununa yönelik bilgilere geçmeden önce, temel habbe dinamiği ve habbe oluşum mekanizmalarının açıklanması faydalı olacaktır.

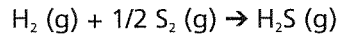
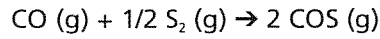
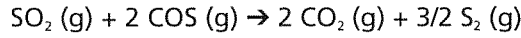
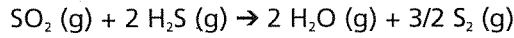
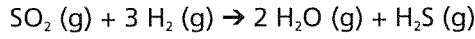
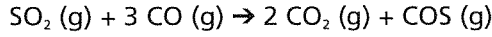
2. Habbe Dinamiği

Cam üretim sürecinin aşamalarında, oksidan - indirgen ortam özelliklerine bağlı olarak, farklı kaynakların neden olduğu kimyasal reaksiyonlar oluşmaktadır. Bu reaksiyonlara örnek olarak;



(ayrıca, Azot'un (N_2) indirgen ortamda fiziksel olarak da çözünmesi)

Fırın atmosferi ve camın herhangi bir oksidan - indirgen bileşimi aşağıdaki reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Sülfür içeren camlarda :



Bu tür reaksiyonlardan her hangi birisinin sonucu doğan bir habbenin yok olmasına yada denge haline ulaşmasına kadar geçen süre içerisinde, içermiş olduğu gaz bileşimi değişim göstermektedir. Habbe - cam arasındaki gaz değişiminin temel dinamiği aşağıdaki bağıntı ile açıklanmaktadır.

$$P_{\text{icam}} > = < P_{\text{ihabbe}}$$

P_{ihabbe} = i gazının habbe içerisindeki kısmi basıncı

P_{icam} = i gazının camdaki miktarına karşılık gelen denge basıncı

Yukarıdaki bağıntı üç farklı durumu ortaya çıkarmaktadır.

1. Eğer bağıntının işareti $>$ ise : Camdaki gazlardan habbeye doğru bir hareket

olduğu için habbe hacmi zaman içerisinde büyüyerek cam yüzeyine daha kolay ulaşır camdan atılacaktır.

2. Eğer bağıntının $<$ ise: Habbe gazları cama geçerken habbenin boyutunda küçülecektir. Ancak bu küçülme en az bir çözünmeyen gaz (N_2) bulunduğu anda duracaktır.
3. Bağıntı işareti = ise: Habbe boyutu zaman içerisinde sabit kalmaktadır. Yani bu şart altında habbe hiçbir zaman camdan atılamaz.

Yukarıda açıklanan temel kimyasal reaksiyonlardan görüleceği üzere habbe oluşumuna neden olacak bir çok gaz üretilmektedir. Bu reaksiyonlara, mekanik etkenlerin neden olduğu habbe oluşumlarını (hava kapanımları gibi) da ekliyecek olursak; cam üretim sürecinde habbe oluşumuna neden olan bir çok kaynak bulunmaktadır.

Habbe kaynaklarını iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

A- Doğal Kaynaklar

- a. Harman malzemesi çözünmeye başlarken oluşan habbeler,
- b. Harman rutubeti ve cam kırığı erimesi ile oluşan habbeler,

B- Bozulma (Hata) Kaynakları

- a. Cam kompozisyonun değişmesi
- b. Yabancı (metal gibi) malzemenin cam eriyiğinde bulunması
- c. Elektrokimyasal reaksiyonlar
- d. Mekanik hareketler (karıştırıcı, dışarıdan cama müdahale)
- e. Devitrifikasyon
- f. Düzensiz yanma koşulları
- g. Cam hareketinin düzensiz olması (cam seviyesi değişikliği)
- h. Soğutuculardan cama olan sızıntılar
- ı. Cam ve fırın atmosferindeki karşılıklı reaksiyonlar
- i. Cam ile teması olan refrakter gözeneklerin açılması, diğer cam - refrakter reaksiyonları

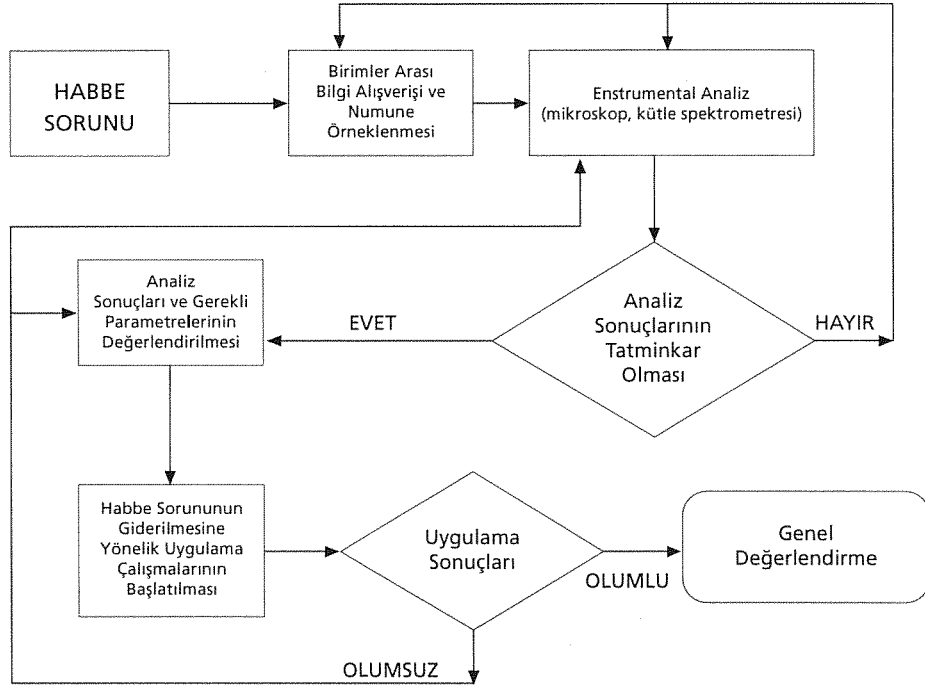
Yukarıda verilen habbe kaynakları, cam üretim sürecinde habbeye neden olan kaynakların tümü olmayıp, önem sırasına göre de sıralanmamıştır. Üretim biçimi ve şartlarına bağlı olarak her fırın için farklı habbe kaynakları daha önemli olmaktadır.

3. Sistematik Habbe Analiz Yöntemi

Herhangi bir cam üretiminde meydana gelen habbe probleminin oluşum nedenini belirlemeye ve sorunu çözmeye yönelik çalışmalar sistematik yöntemi kapsamaktadır.

Araştırma Merkezi Habbe Laboratuvarı 1989 yılından itibaren üretim şirketlerimizin habbe sorunlarını çözmeye yardımcı olmak amacı ile bir yöntem oluşturma çalışmaları başlatmıştır. Günümüzde belirli bir aşamaya gelmiş bulunan sistematik

habbe analiz yönteminin akış diyagramı Şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1: Sistematik Habbe Analiz Yöntemi Akış Diyagramı

Uygulanmakta olan yöntemi, örnekleme, enstrümental analiz ve sonuçların değerlendirilmesi olarak üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

3.1. Örnekleme

Habbe hatalarının olduğu ürünlerde habbe dağılımının ve boyut sınıflandırılmasının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sayım ve sınıflandırma esas olarak ürünlerdeki habbelerin buldukları yerlerin tespiti ve ürünlerdeki habbe dağılımını en iyi şekilde temsil edecek sayı ve boyutta habbe analizi amacına yöneliktir.

Habbelerin ürünlerdeki dağılımlarının homojen olması yada belirli bölgelerde yoğunlaşması (örnek: bir şişede gövde veya boyunda, bir float şeritinin sağ alt bölgesinde olması gibi) bölgesel habbe kaynakları; ya da oluşan habbelere üretim sürecindeki homojen olmayan bir özelliğin katkısı hakkında bilgi verebilmektedir.

3.2. Enstrümental Analiz

Habbe analizleri enstrümental yöntemlerle iki aşamada gerçekleştirilmektedir.

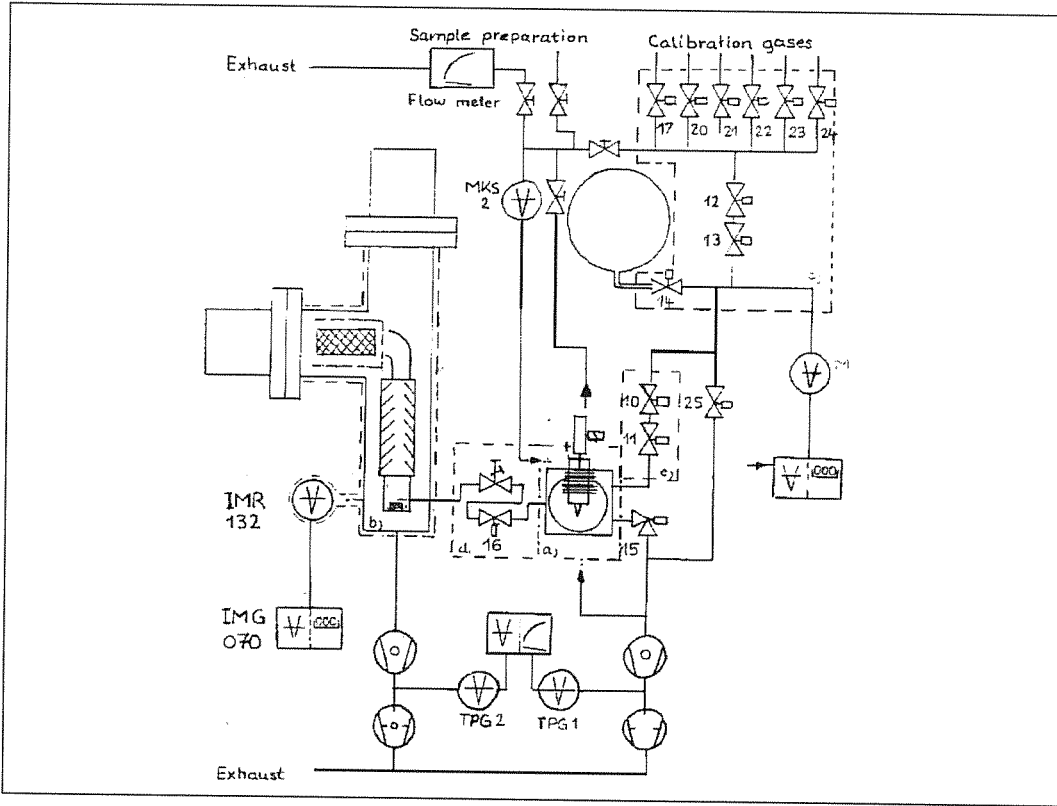
3.2.1. Deposit (Birikinti) Analizi

Habbe gazlarının analizinden önce bu habbelerin deposit içerikleri mikroskopik gözlem veya gerektiği durumlarda elektron mikroprob ile tespit edilmektedir.

3.2.2. Gaz Analizi

Enstrumental analizin ikinci aşaması habbe gazlarının analizlenmesidir. Habbe gazı analizi, habbenin diğer özellikleri (büyüklük, üründeki yeri, deposit özellikleri gibi) ile birlikte, hata tanısının doğru yapılmasında en önemli araç konumundadır. Gazların analizi günümüzde mikrokimyasal yöntemler yerine, kütle spektrometresi ve/veya gaz kromatografisi ile yapılmaktadır. Habbenin kırılarak analizinin yapıldığı bu yöntemlerin dışında, habbeyi kırmadan gaz analizi yapabilecek laser raman spektrometresi kullanılan yeni bir yöntem için de araştırma çalışmaları yapılmaktadır.

Araştırma Merkezimizde habbe gazı analizleri kütle spektrometresi yöntemi ile yapılmaktadır. Balzers QMG 511-GIA 707 tipi kütle spektrometresi (Şekil 2) ile 0.1 mm. boyutlu (~ 500 pl hacimli) habbelerin gaz analizi yapılabilmektedir.



Şekil 2: Balzers QMG 511 Kütle Spektrometresinin Şematik Gösterimi

4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Sistemik habbe analiz yönteminin en önemli kısmını elbette diğer tanısız (diagnostik) analiz çalışmalarında olduğu gibi, elde edilen analiz sonuçlarının değerlendirilmesi teşkil etmektedir. Habbe analiz sonuçları irdelenirken kabul edilen en temel nokta, analiz sonuçlarının ancak probleme neden olabilecek olası kaynaklar hakkında bir bilgi oluşturduğudur. Cam üretim sürecinde, bir habbenin doğmasından

itibaren içerisindeki gazların dengeye ulaşmalarına kadar sürekli bir gaz, dolayısıyla iç basınç değişimi göstermektedir. Habbenin donma noktası diye adlandırılan bu denge durumunda zaten o habbe camdan atılamamış ve bir hata olarak üründe kalmıştır. Dolayısıyla gaz analizi, habbenin denge durumundaki son gaz içeriğini yansıtmaktadır.

4.1. Vaka Etüdüleri

Cam üretiminde karşılaşılan habbe kaynaklarının başlıca olanları önceki bölümde belirtilmişti. Toplumumuz bünyesinde farklı cam kompozisyonlarında değişik cam ürünleri üretilmekte ve bu üretimlerde zaman zaman habbe problemi yaşanmaktadır.

Araştırma Merkezimizdeki habbe laboratuvarı ve üretim şirketlerimiz ile ortaklaşa yapılan çalışmalarda tesbit edilen habbe kaynakları ile ilgili örnek vaka etüdüleri aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Yetersiz Afinasyon

Ergimenin ilk safhalarında, yani hala katı harman partiküllerinin bulunduğu ve camın kaynaması olarak adlandırılan dönemde en çok gaz çıkışı olmaktadır. Bu nedenle harman metaryalinin bozunmasının (dekompozisyon) gerçekleştiği bu ortamda maksimum habbe yoğunluğu oluşur. Habbe oluşumu, camın akışkan forma geçme sürecinde, azalan bir hızla da olsa devam etmektedir.

Cam üretim sürecinin aşamalarından biri olan afinasyon, camın habbelerden arındırılması işlemini kapsamaktadır. Afinasyon; geleneksel bir tanımlama olarak; afinasyon malzemesi olarak kullanılan kimyasalların oluşturduğu reaksiyonlar sonucu yeni habbe ve/veya hızlı difüze olabilen gazlar üretmeleri ve bunların o anda var olan habbelere geçişleri sağlanarak habbelerin büyümeleri, dolayısıyla şamandıra kuvveti oluşturularak habbelerin cam yüzeyine ulaşım yok olma sürecidir.

Yüksek çekişli (~ 230 t/g) bir fırın olan Topkapı Şişe Sanayii A.S. D fırınında yukarıda açıklanan afinasyon süreci zaman zaman yeterli düzeyde olmadığından ürünlerdeki habbe seviyesi de artmaktadır. D - fırınındaki bu probleme yönelik habbe analiz çalışmalarının sonuçları aşağıda özetlenmektedir.

- Habbe seviyesinin normal olduğu ve yüksek habbe seviyeli (hatların kırıldığı) dönemlerde D fırınının hatlarından alınan mamul, damla ve forehart numunelerinin habbe sayımları yapılmıştır. Bu sayımlarda, hat çekişleri ile hatlardaki habbe seviyelerinin doğru orantılı olduğu; habbelerin ürün ve damlalarda homojen bir dağılım gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca, damla habbelerinin tamamının küresel formda olduğu, elipsoid formdaki habbelerin ise sadece ürün numunelerinde bulunduğu gözlenmiştir. Damla habbeleri şekillendirme sırasında, hacimleri genellikle aynı kalmasına karşın, küresel formları elipsoit forma dönüşerek boyutlarının uzaması sonucu iri habbe karakterini almaktadır. Böylelikle üründe kalite kontrol limitlerini aşan boyutta habbeler bulunmakta ve üretimin kırılmasına neden olmaktadır.

- Hatlardan alınan damla ve ürünlerdeki habbelerin gaz analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 1 de verilmiştir.

Boyut (mm)	Gaz Analizi
0.2 - 3.0 (ort. 0.75)	$N_2 + CO_2 + O_2 + COS$

Tablo 1: D - Fırını Habbelerinin Gaz Analizi

Habbelerin gaz kompozisyonu, harman dekompozisyonu ve/veya afinyasyon süreci sırasında oluşan gazlarda meydana gelmektedir. N_2 gazı difüze olmayan bir gaz olup, afinyasyon için gerekli gaz transferine kolaylıkla olanak tanımamaktadır. Dolayısıyla, N_2 içeren habbeler, özellikle yetersiz afinyasyon (camın fırında kalış süresi ve/veya sıcaklık rejimi) koşullarında camdan daha zor atılmaktadır. Habbedeki N_2/CO_2 veya N_2/O_2 gibi oranlar afinyasyonun kalitesi hakkında bilgi verebilmektedir. Bu oranın büyük olması cama verilen afinyasyon gazlarının yeterli düzeyde olmadığını veya yeterli afinyasyon koşullarının oluşmadığını göstermektedir. Ayrıca, afinyasyon yetersizliği nedeni ile oluşan habbeler, gerek gaz transferinin yavaş olması, gerekse denge durumuna sürecin önceki aşamalarında ulaşması nedeni ile, iç basınçları göreceli olarak düşüktür. Yapılan gaz analizlerinden bu doğrultuda da sonuçlar alınmıştır.

4.1.2. Reboil Habbeleri

Erime sürecinin başlarında ham maddenin bozunması (dekompozisyonu) sırasında açığa çıkan gazların bir kısmı habbe oluştururken diğer bir kısmı da cam içerisinde çözülmüş olarak bulunurlar. Üretim sürecinin ileriki aşamalarında ani termal (örnek: çalışma havuzunda olabilecek bir sıcaklık - basınç değişikliği) ya da mekanik (örnek: karıştırıcı arızaları) bir değişiklik; çözülmüş gazların yeniden aşırı doygun olarak tekrar gaz fazına geçmelerine dolayısıyla da habbe oluşmasına neden olmaktadır.

Topkapı Şişe San. A.Ş. D - Fırınının yaşamış olduğu bir habbe probleminde, yapılan habbe analizlerinde afinyasyona ek olarak termal reboil mekanizmasında ikinci bir habbe kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Bu tür habbelerin gaz analizi sonuçları tablo 2 de verilmektedir.

Boyut (mm)	Gaz Analizi
1 - (ort. 3 mm)	$SO_2 + O_2 + Diğer Gazlar$
	Bos

Tablo 2: D - Fırını Habbe Analizi

Termik reboil mekanizmasında öncelikle SO₂ gazı habbe oluşturmaktadır. Aynı zamanda habbeler sülfat depositi de içerebilmektedir. Bunun yanında, özellikle SO₂ oda sıcaklığına yaklaşırken yoğunlaşıp habbe iç çeperlerinde damlacık halinde bulunabildiğinden, reboil habbelerinde çoğu zaman SO₂ çok az ya da hiç (vakum habbesi) bulunmaz.

Topkapı Şişe San. A.Ş.'de yapılan bu çalışmada, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, fırın sıcaklıklarında yapılan ayarlamalar sonucu, gerek afinasyon gerekse reboil habbesi seviyelerinde belirli bir azalma gözlenmesine rağmen, özellikle yüksek fırın çekişlerinde istenilen düzeyde olmamıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmaların indirgen ergitme/afinasyon uygulaması aşamasında ise istenilen düzeyde sonuçlar elde edilmiştir. Bilindiği gibi, silis-kireç-silika (SLS) camların indirgen ergitme/afinasyon uygulamasında cam içerisinde çözünen gazların miktarı oksidan ortama göre daha düşük seviyede olmakta, dolayısıyla da SO₂ kökenli reboil habbe oluşumu daha az olmaktadır. Yine aynı nedenden dolayı termal reboil oluşma koşulları bu uygulamada daha zor olmaktadır. Nitekim, D - Fırınında indirgen/afinasyon sistemi için gerçekleştirilen kömür uygulaması öncesi reboil kaynaklı habbeler toplam habbe seviyesinin % 20 -25 ini oluştururken; uygulama sonrası, toplam habbe seviyesinde kabul edilebilir bir düşüş gerçekleştirilmiş; bu sonuca reboil habbelerinin katkısı ise oranlarının % 10 -15 seviyesine düşmesi olarak saptanmıştır.

4.1.3. Elektroliz

Fırın içerisindeki iletken bir sistem (elektrot, tüp, vb.) ve bu ortamda bulunan cam eriyiği uygun şartlar altında elektroliz ortamı oluşturmaktadır. Böyle bir ortamda iki kutup arasında potansiyel bir fark oluşmakta ve cam içerisinden iyon akışı meydana gelmektedir. Bu reaksiyonun en önemli ürünü ise O₂ gazıdır. Elektroliz reaksiyonu fırın içerisindeki genellikle lokal olarak ve üretim sürecinin ileriki aşamalarında olduğundan, meydana gelen habbelerin hacimleri büyük, iç basınçları yüksektir.

Cam - refrakter ara yüzeyi de elektrokimyasal reaksiyonlar için diğer bir kaynaktır. Cam eriyiğinden refraktere doğru olan alkali göçü, refrakter yüzeyinde bozulmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla cam - refrakter arayüzeyinde alkali konsantrasyonu ile orantılı olarak bir elektro motor kuvveti (e.m.f) oluşmaktadır. Bu kuvvetin doğurduğu elektroliz habbelerinde de yüksek miktarda O₂ bulunmaktadır.

Teknik Cam San. A.Ş. 1. Fırını elektrik takviyeli bir fırın olup, fırın tabanına yerleştirilmiş dört ayrı elektrot grubundan oluşan toplam 2400 Kws (4x600 Kws) lik bir elektrik enerjisi uygulanmaktadır. Elektrotlar arası ve/veya elektrot/refrakter arasında her zaman oluşma olasılığı bulunan elektroliz reaksiyonlarını önlemek için fırın, uygun noktalardan topraklanarak iyon akışının toprağa olması sağlanmıştır. Ancak zaman zaman, fırının diğer işletme parametrelerinde olabilecek bir değişiklik veya topraklama sisteminin yetersiz/işlemez hale gelmesi nedeni ile yüksek miktarda O₂ (Tablo 3) içeren elektroliz habbeleri oluşmaktadır. Bu habbeler, çok kolay hareket edebilen bir gaz olan O₂ içermeleri ve başlangıçta iç basınçlarının yüksek olması nedeni ile, üretim şekline göre farklılık göstermektedir. Pres ürünlerde elektroliz habbeleri fazla sorun olmazken, LH 16 ürünlerinde bu tür habbeler "yaprak habbe" olarak adlandırılan ve boyutları 5 - 50 mm. olan habbelere dönüşmektedir.

Teknik Cam A.Ş. 1. Fırınında elektroliz sorunu gündeme geldiğinde, fırının topraklama sistemi gözden geçirilmekte, ayrıca göreceli olarak daha kolay yok olabilecek O₂ habbeleri için işletme parametreleri optimize edilmeye çalışılmaktadır.

Elektroliz kaynaklı habbe sorununa diğer bir örnek ise, Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. C - Fırınının C.6 (H 24/1) hattındaki problem gösterilebilir. H 24/1 hattının platin kullanılan spout bölümünde oluşan habbelerin elektroliz reaksiyonu sonucu oluştuğu saptanmıştır (Tablo 3). Fırın yetkililerinin, Pt-feeder - şase ve cam - şase arasındaki voltaj ölçümleri sonucunda; elektroliz reaksiyonlarını önleyecek uygun gerilimler uygulanarak bu tür habbelerin oluşması engellenmiştir.

Habbe Sorunu	Boyut (mm)	Gaz Analizi
Teknik Cam	5 - 50 mm	O ₂
Kırklareli Cam	0.9 - 2.6 mm	O ₂ (% 98) + Diğer

Tablo 3: Elektroliz Habbeleri

4.1.4. Mekanik Hareketler (Hava Kapanımı)

Cam üretim biçimine bağlı olarak fırın içerisinde farklı mekanik uygulamalar yapılmaktadır. Karıştırıcı ve bubler uygulamaları mekanik hareketlerin örnekleri arasındadır. Karıştırıcı veya bubler hızlarının uygun değerlerde olmaması ve/veya fırının diğer parametreleri ile uyumlu olmaması, cam katlanması veya bubler gazlarının neden olduğu, habbeleri yaratmaktadır.

Bunun dışında, el imalatı üretiminde fırın uvrolarından cam alımları, cama dışarıdan müdahalenin yapıldığı mekanik uygulamaların diğer bir örneğidir. Habbeden arınmış ve şekillendirme aşamasına gelmiş olan camın pipo veya robot ile alımları sırasında oluşan aksaklıklar yine habbeye neden olmaktadır.

Paşabahce Cam Sanayii A.Ş. nin el imalatı yapan 1, 2 ve 4 (kristal) nolu fırınlarında pipo ve robot ile cam alımları sırasında oluşan fıska türü habelere rastlanmaktadır. Uvrolarda yapılan gözlemlerden;

- Uvrolardan cam alım sitilleri; pipoyu cama daldırmadan, camın sarılması ve koparılmasına kadar; farklılık göstermektedir. Genellikle sarım işleminden sonra cam sert bir şekilde koparıldığından, camın arasında hava kalacak şekilde katlanmasına neden olmaktadır.
- Cama her pipo daldırışı nedeni ile oluşan habbeler bir sonraki daldırışa kadar camdan atılmadığından uvronun habbe potansiyeli artmaktadır. Ancak habbeler, uvronun sadece çalışma alanı içerisinde buldukları, diğer kısımlarda ise habbe olmadığı gözlenmiştir.
- Robot uygulaması olan uvrolarda da robot kolunun cama girmesi, camı sarması

veya robot topundan damlayan cam parçaları gibi mekanizmalar nedeni ile habbe oluştuğu gözlenmiştir.

- İki farklı cam kompozisyonunda, uvrolarda habbe oluşturma mekanizmaları ve habbelerin hareketleri gözlenmiş; mekanik müdahale ile habbe oluşumunun kompozisyona bağlı olmadığı saptanmıştır. Uvrolardan cam alımlarını simule etmesi için laboratuvarında pota eritişleri yapılarak benzer mekanizmalar yardımı ile habbe oluşumu gözlenmiştir.
- El imalatı uvrolarının ürün ve damla numunelerindeki habbeler ve deneysel eritiş ile elde edilen habbelerin gaz analizlerinde yapılarak sonuçları irdelenmiştir (Tablo 4).

Habbe Tipi	Gaz Analizi
1. Fırın	$N_2 + (O_2) + Ar + CO_2 + Diğ\text{er}$
2. Fırın	$N_2 + (O_2) + Ar + CO_2 + Diğ\text{er}$
Kristal Fırını	$N_2 + (O_2) + Ar + Diğ\text{er}$
Deneysel Eritişler	$N_2 + (O_2) + Ar + CO_2 + Diğ\text{er}$

Tablo 4: Hava Kapanımı Habbeleri

Yukarıda açıklanan mekanizmalar sonucu oluşan habbelerin ortak özellikleri yüksek iç basınçlı olmaları ve hava kompozisyonu $\{N_2 + (O_2) + Ar\}$ içermeleridir. Bazı habbelerde O_2 gazı olmamasına (çok kolay cama transfer olduğundan) rağmen özellikle N_2/Ar bileşiği hava kapanımı habbelerin çoğunda bulunmaktadır.

- El imalatı ürünlerindeki hava kapanımı habbelerini önlemek için, habbe kaynağı oluşturan mekanik hareketlerin üretim şartlarına göre optimize (damla alım şekli, uvronun farklı yerlerinden alma, iki cam alımı sırasında temizlik, karıştırıcı vb.) edilmesi gerekmektedir.

4.1.5. Yabancı Malzeme (Metal) Reaksiyonları

Cam eriyiği içerisinde istenmeyen malzeme (refrakter, metal vb.) bulunduğu zaman gerçekleşen reaksiyonlar habbe kaynağı oluşturmaktadır. Bu reaksiyonların ürettikleri gazlar fırın içerisinde etkili oldukları bölgelere bağlı olarak habbe sorunu yaratmaktadır. Habbeler genellikle H_2 , O_2 , CO_2 gibi cam - habbe arasında kolay transfer olan gazlar içermektedir. Dolayısıyla, cam - metal reaksiyonu ergimenin ilk anlarında başlayıp bitiyor ise genellikle bu tür bir habbe sorunu oluşmamaktadır. Ancak daha ileri kademelerde devam eden bir reaksiyon ve bu reaksiyonun ürünü olan gaz(lar) cam eriyiğinin doğasında olanlardan farklı ise (H_2 gibi); bu durumda habbe sorunu gündeme gelmektedir.

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. de bal rengi cam üreten A fırınında yaşanan bir habbe probleminin yapılan analizler sonucunda, yukarıda sözü edilen metal reaksiyonlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Tablo 5). Benzer bir habbe kaynağını laboratuvar koşullarında da oluşturmak için bal rengi cam kırığı potada eritilerek habbeden arınması sağlanmış, daha sonra içerisine; fırınlarda kullanılan cam kırığında bulunan istenmeyen metal parçalarına örnek olacak şekilde; şişe kapakları atılmıştır. Pota içerisinde oluşan habbelerin gaz analizlerinin, A fırını ürünlerinde görülen habbelerin analizi ile uyumlu oldukları gözlenmiştir (Tablo 5).

Habbe Tipi	Gaz Analizi
TR- 1 Habbeleri	Co ₂ + N ₂ + Diğer

Tablo 5: Metal Reaksiyonu Habbeleri

Analiz sonuçlarından, habbelerin içermiş olduğu en önemli gaz bileşenin H₂ olduğu saptanmıştır. Ayrıca habbelerin iç basınçlarının yüksek olması, bu tür habbelerde gaz değişimlerinin daha zor olduğunu göstermektedir.

A - Fırınında böyle bir habbe probleminin oluşması; fırınlarda kullanılan cam kırığının ön temizlemeden geçirildikten sonra kullanılmasına rağmen, zaman zaman bu tür istenmeyen malzemenin fırına girebildiğini göstermektedir.

4.1.7. Devitrifikasyon Habbeleri

Harman dekompozisyonunun ve harmanın erimeye başlamasının en önemli habbe kaynaklarından olduğu daha önce belirtilmişti. Bu tür habbelerin karakteristik gaz içeriği N₂ ve CO₂, COS gibi diğer gazlar olup, N₂ gazının oranı genellikle diğer gazlara göre daha yüksektir. Üretim sürecinin ileriki aşamalarında devitrifikasyon oluşması ve/veya, devitrifiye olmuş bir cam tabakasının yeniden erimesi sonucunda, yine ilk ergime sırasında ortaya çıkan gazlar oluşmaktadır. Difüzyon hızı N₂'a göre yüksek olan CO₂ gazı ilk afinyasyon durumundakinin aksine fazla zaman ve uygun sıcaklık bulamadığı için habbeyi kolaylıkla terkedememektedir. Bu nedenle habbelerde CO₂ daha yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Ayrıca bu tür habbeler geç dönem habbeleri olduğundan iç basınçları da yüksek olmaktadır.

Trakya Cam Sanayii A.Ş. 1. Fırınında yaşanan bir habbe sorununa yönelik yapılan analiz çalışmalarında yukarıda açıklanan özelliklere uyan habbeler tesbit edilmiştir (Tablo 6).

Habbe Tipi	Gaz Analizi
A - Fırını Habbeleri	H ₂ + CO ₂ + Diğer
Deneysel Eritiş Habbeleri	H ₂ + (CO ₂) + Diğer

Tablo 6: Devitrifikasyon Habbeleri

CO₂ > N₂ kompozisyonlu ve göreceli olarak afinasyon habbelerinden daha yüksek iç basınçlı bu habbelerin, TR-1 de renk geçişi sonrası fırın sıcaklıklarındaki değişikliğin sonucu olan bir devitrifikasyon kaynağından geldiği düşünülmüştür.

5. Sonuç

Bir cam üretiminde karşılaşılan diğer sorunlarda olduğu gibi, ürün kayıplarını en düşük ve kalite seviyesini daha iyi düzeyde gerçekleştirmek için habbe sorununun çözümüne de ivedi olarak ulaşmak gerekmektedir. Bunun için öncelikle sürekli yenilenen bir bilgi birikimine gereksinim vardır. Önceden de belirtildiği gibi, gaz analizi sonuçları genellikle habbenin en son haline yansıtılmaktadır. Bu durum, habbe analizi değerlendirmelerinin olasılık temeli üzerine oturmasına neden olmaktadır. Bu nedenle her türlü cam üretim sürecinde, cam - habbe arasında her kademedeki gerçekleşen gaz değişimlerinin çok iyi tanımlanması gerekmektedir. Günümüzde bilinmeyen halen çok olan bu konu ile uğraşan cam teknologları, gerek deneysel gerekse modelleme çalışmaları ile sorulara cevap aramaktadırlar.

Araştırma Merkezimizin Cam Teknolojisi Grubu bünyesinde kurulan Habbe Laboratuvarı, üretim şirketlerimizin işletme deneyimlerinden faydalanarak bilgi birikimini artırmaya çalışmaktadır. Gündeme gelen her habbe sorununda, işletme parametrelerinin habbe analizleri ile desteklenerek irdelenmesi her fırının habbe özelliklerinin belirlenmesinde önemli katkı sağlamaktadır. Karşılaşılan habbe sorunlarına yönelik olarak, olanaklar ölçüsünde yapılan habbe deneyleri de bilgi birikimini geliştirici niteliktedir.

Habbe sorununa çözüm bulmada işletme deneyimi - analiz bilgisi sistematigi uygulaması sürdürülürken, diğer taraftan da yukarıda söz edilen habbe dinamiğinin özelliklerini daha iyi anlamak için deneysel ve model çalışmalarını da önem vermek gerekmektedir.

ŞİŞE VE KALIP TASARIMINDA BİLGİSAYAR KULLANIMI

Yusuf COŞKUN

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

Kemal AKGÜN

Sistem Otomasyon Müdürlüğü

ÖZET

Üretim sürecinin bir parçası olarak tasarım içinde bilgisayar olanaklarının kullanımı son yılların en popüler konuları arasındadır. Bilgisayar destekli tasarım sistemleri bir tasarımın oluşturulması, düzeltilmesi, iyileştirilmesi, çözümlenmesi (analizi), eniyilenmesi ve sunulması için oldukça etkin olanaklar sağlar.

Bu bildirinin konusu Anadolu Cam Sanayi A.Ş. ve Topkapı Şişe Sanayi A.Ş.'de şişe ve kavanoz gibi tüm ürün ve kalıp parçalarının tasarım ve çiziminde bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin kullanılmasıdır. Bildirinin ağırlığını şişe ve kalıp tasarım / çiziminde kullanılmak üzere Şişecam elemanları tarafından geliştirilen TASARIM programı oluşturacaktır. TASARIM programı sözkonusu fabrikaların kalıp işleri elemanları ve Sistem ve Otomasyon Müdürlüğü elemanlarının işbirliği ile geliştirilmiş olup halen bu iki fabrika esas olmak üzere Şişecam kuruluşlarında kullanılmaktadır.

Şişe ve Kalıpta Tasarım Süreci

Geleneksel olarak tasarım süreci gereksinimin algılanmasından itibaren, ürünün tanımlanması ve kavramlaştırılması, ilk tasarım, tasarımın üretim, görünüm ve kullanım açılarından değerlendirilmesi ve geri dönüşlerden oluşur. Tasarım süreci içinde deneme ve numune üretimlerinin yapılması da gerekebilir. Bu döngü içinde uygun tasarıma ulaşıldığında tasarım sunuşa hazır hale gelir.

Şişe, kavanoz, bardak, züccaciye gibi ürünlerin tasarımları görünüşün (profil) oluşturulması; istenen boy, çap, ağırlık, cidar kalınlığı ve dolun hacmi gibi değerlerin hesaplanması; kullanım amacına ve üretim hatlarına uygunluğun tartışılması ile teknik resimlerin çizilmesinden oluşur.

Tasarımın her aşamasında çok sayıda geriye dönüş yaşanır. Yeni tasarlanmakta olan bir ürün için gerekli hesaplamaların yapılması, çizim ve üretime uygunluk tartışmaları içiçedir. Belirlenen bir ürün şekli için hesaplama ve değerlendirmelerin zaman alıcı olması, müşterilere kısa zamanda yanıt verme zorunluluğu tasarımcının çok sayıda seçenek oluşturarak aralarından seçme yapmasını engeller. Ürün tasarımı sırasında hesaplama ve çizimlerin zaman alıcı olmaktan çıkarılması tasarım süresini kısaltacağı gibi tasarımların kalitesini de iyileştirir. Ürünün görünümünü ve ölçüleriyle oynama ve çizim zaman alıcı olmaktan çıktığında tasarımın üretime ve pazara uygunluğunu değerlendirmek için daha fazla zaman ve seçenek sağlanmış olur. Tasarım ve çizim otomasyonu ayrıca hesaplamalarda hassasiyetin artmasını ve hataların azalmasını sağlar.

TASARIM programı şişe, kavanoz, bardak, züccaciye vb. gibi cam ürünlerin tasarımında bilgisayar olanaklarından yararlanma fikri esas alınarak geliştirilmiştir.

Program eksene göre simetrik (yuvarlak) ürünlerin tasarımı (form tanımlama, hesaplamaların yapılması ve çizim) işini bilgisayar ortamına aktarır. Program asıl olarak cam ürünlerin biçim tasarımı için geliştirilmiş olmasına karşılık, zaman içinde kalıp tasarımı işinde de benzer hesaplama yöntemlerinin kullanılmasından yararlanarak layout (parizon) tasarımında da kullanılacak biçimde genişletilmiştir. Kalıp tasarımında önemli bir yeri olan layout tasarımından sonra kalıp parçalarının seçimi ve tüm çizim işlemlerinin AutoCAD bilgisayar destekli tasarım programı içinde otomatik olarak çizdirilmesi işi de eklenmiştir. Layout tasarımı önceden başarılı olmuş parizon şekilleri temel alınarak uyarlama ve değişiklikler yapılmasına, çizim otomasyonu da gruplanmış şekillerin parametrik olarak çizdirilmesine dayanmaktadır. TASARIM programı kalıp parçalarının seçimi sırasında kullanıcıya yardımcı olmakta ve AutoCAD bilgisayar destekli çizim programı içinde çizim otomasyonu sağlamaktadır.

Program Anadolu Cam ve Topkapı Şişe için iki değişik sürüm olarak geliştirilmiş olup ileride ortaya çıkacak üretim biçimleri ve teknolojik gelişmelere göre uyarlanabilmeye açıktır. TASARIM programının hesaplama kısmı simetrik ürünlerin tasarım ve çizimini yapan her yerde kullanılabilir olmasına karşılık layout tasarımı ve kalıp parçalarını çizdirilmesi için işletmeye özgü ek çalışmalar yapılması gerekir.

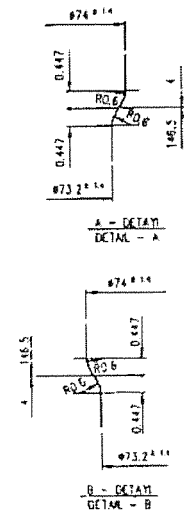
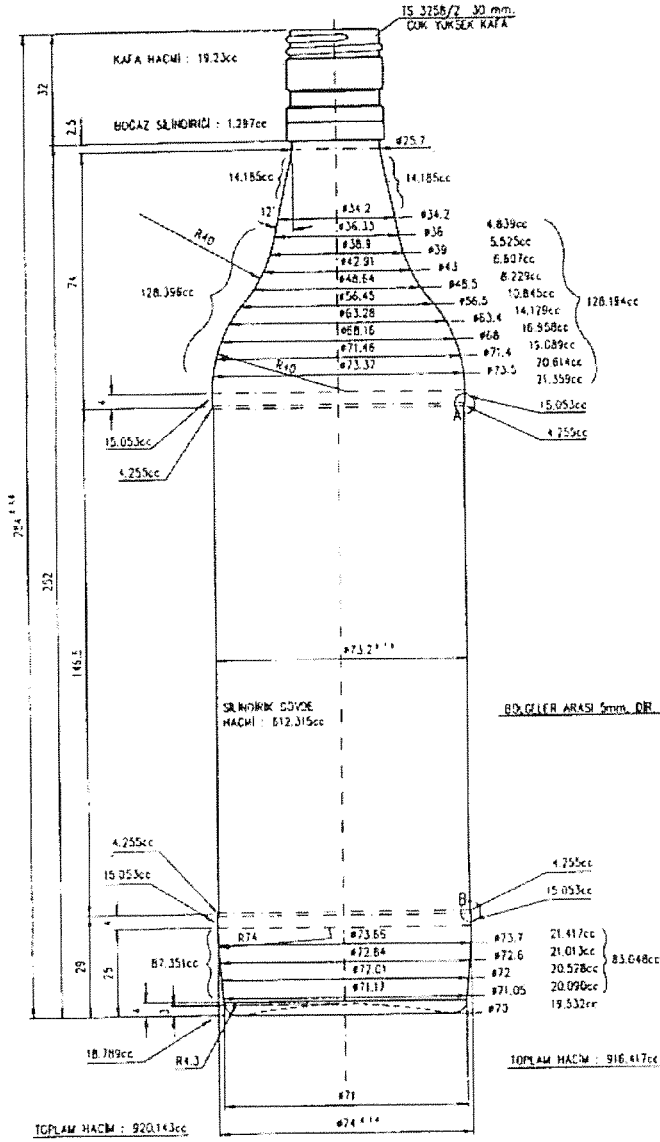
Şişe ve Kalıp Tasarımında Bilgisayar Olanaklarının Kullanımı

1970'li yıllarda şişe ve kavanoz şekillerinin oluşturulması sırasında çok önemli bir parametre olan hacim hesapları karmaşık ve belirleyici olmasına karşın elle hesaplamak için yeterli formüller yoktu. Hesaplamalar oldukça zor, hassasiyet düşük ve zaman alıcıydı. 1978 yılında ACS'de 32KB belleğe sahip IBM üzerinde RPG lisansı kullanılarak bir hacim hesaplama programı geliştirilmişti.

Bu program daha çok elle yapılan hesapların ikinci bir kontrolü için kullanılmaktaydı. 1983'ten sonra hacim, alan, cidar kalınlığı vb hesapları için yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar önce programlanabilir bir hesap makinası üzerine aktarılmış, ardından ACS'ye gelen yeni NCR bilgisayar üzerinde BASIC dili kullanılarak hesaplamaları yapan TASARIM adlı program geliştirilmiştir. 1986'dan sonra kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ile TASARIM programı PC üzerinde gelişmesine devam etmiş, hesaplama yeteneklerine ek olarak grafik ve görüntü olanakları artırılmıştır. 1988'li yıllarda Şişecam kuruluşlarında bilgisayar destekli çizim sistemlerinin yaygınlaşması ile TASARIM programı AutoCAD ile etkileşimli hale getirilmiş; AutoCAD'in LISP programlama dilinin olanakları da kullanılarak layout tasarımı ile kalıp parçalarının parametrik olarak çizdirilmesi gibi olanaklar eklenmiştir.

Bilgisayar destekli çizim sistemlerinin yanısıra TASARIM programının kullanımıyla tasarım ve çizimde hız artışı sağlanmış; daha önceden hesaplanamayan cidar kalınlığı, ağırlık merkezi, yüzey alanı ve stres indeksi gibi kavramlar tasarım parametreleri arasına katılmış; hesaplama ve çizim hataları azalmış, tasarım ve sunuş kalitesinde iyileştirme sağlanmış, deneme üretimlerinin sayısı azaltmıştır.

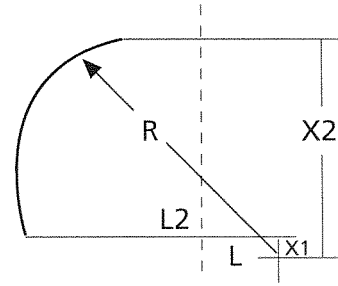
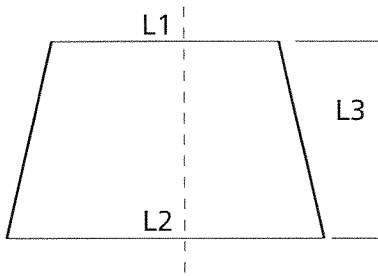
Bugün Şişecam'ın tüm birimlerinde çizim / tasarım uygulamalarında bilgisayar destekli tasarım sistemleri kullanılmaktadır. Şişe ve şişe kalıbı tasarımı otomasyonun en gelişmiş olduğu uygulama alanlarından birisidir.



NO.	DEĞİŞİMLER / REVİZYON	TARİH/DATE	KONT./CHK'D BY
CR. NO: 284-M 5'	Top/Ref: Dök. 15.1.1988 Toprak 4/50 Sond	Şef./Dış: T.K. 51 - 20	
TARİH/DATE	6.7.1994	TOPLAM HACMI/TILL CAP.	700 cc.
ÇİZİM/DRW BY	B.S.	SİLME HACMI/BRINEFULL CAP.	730 cc. ± 10
KONT. ZEKİ'S BY	Y.C.	AĞIRLIK/WEIGHT	430 gr.
ÖLÇEK/SCALE	1:1	70 cl. TEKEL RAKL.ŞİŞESİ (HACMI ÇALIŞMASI)	RESİM NO/DRWG NO K1 KOD NO/CODE NO 2

TASARIM Programında Kullanılan Matematiksel Model

Bir şişe profilini oluşturan geometrik elemanlar incelendiğinde hesaplama işlemlerinin karmaşıklığı kolayca anlaşılır. TASARIM programı hesaplamalar için ürün resmini oluşturan verilerden hareketle profili oluşturan parçaları yay ve doğrulara ayırır. Her bir doğru için başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarını; her bir yay için yarıçap, merkez koordinatları, başlangıç ve bitiş açılarını bulur. Özetle profili oluşturan doğru ve yay özellikleri hesaplanır. Başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatları bilinen bir doğrunun şişenin merkezinden geçtiği varsayılan eksen etrafında dönmesiyle oluşan yüzey kesik koni yüzeyi ve doğru ile eksen arasında kalan alanın süpürdüğü hacim kesik koni olduğundan yüzey alanı ve hacim formülleri aşağıdaki gibidir.



$$HACİM=(/2)*(L1+L2)*SQRT(((L1-L2)^2/4)+L3^2)$$

$$ALAN=(/12)*L3*(L1^2+L1*L2+L2^2)$$

Yay parçalarının eksen etrafında dönmesiyle oluşan yüzeyin alanı yay parçasının uzunluğu ile yay parçasının ağırlık merkezinden geçen çemberin çevresinin çarpımına eşittir.

Yay fonksiyonu,

$$Y= SQRT (R^2-X^2)-L;$$

yayın ağırlık merkezinin Y eksenini üzerindeki izdüşümü
(ℓ yayın boyu olmak üzere)

$$Y*\ell= (SQRT(R^2-X^2)-L)*SQRT(1+(dY/dX)^2)*dX$$

Bu durumda yayın şişe eksenini etrafında dönmesiyle oluşan yüzeyin alanı,

$$A(X)=2* *Y*\ell$$

$$A(X)=2* * (SQRT(R^2-X^2)-L)*SQRT(1+(dY/dX)^2)dX$$

...

$$A(X)=2* *R*X+2* *R*L*ATN(X/(R*SQRT(1-(X/R)^2)))$$

Yay parçası ile eksen arasında kalan alanın süpürdüğü şeklin hacmi yay parçası ile eksen arasında kalan alanın, bu alanınağırlık merkezinden geçen çemberin uzunluğu ile çarpımına eşittir.

Yay fonksiyonu

$$Y(X)=\text{SQRT}(R^2-X^2)-L$$

Yay ile eksen arasında kalan alanın ağırlık merkezinin eksene uzaklığı

$$Y^*A= Y^*dA$$

$$Y=dA/dX ; dA=Y^*dX$$

$$Y=1/A^* Y^*Y^*dX$$

Bu durumda eğri ile eksen arasında kalan alanın eksen etrafında dönmesiyle oluşan hacim

$$H(X)=2^* \int Y^*A$$

$$H(X)=2^* \int Y^2^*dX$$

$$H(X)=2^* \int (\text{SQRT}(R^2-X^2)-L)^2^*dX$$

.....

$$H(X)= \int (R^2^*X-X^3/3+L^2^*X+X^2^*L^* \text{SQRT}(R^2-X^2)+R^2^*L^* \text{ATN}(X/(R^*(\text{SQRT}(1-(X/R)^2))))$$

TASARIM programı deneyimli bir kullanıcının geleneksel olarak bildiği yöntemlere benzer şekilde girilen verileri olası bölge biçimlerinden birine eşledikten sonra yay ve doğrulara ayırır ve hacim alan hesaplarını yapar. Girilen bilgiler anlamlı bir bölge, ya da sürekli bir şekil oluştu-ramadığında kullanıcıyı uyararak gerekli değişikliklerin yapılmasını ister. Verilen değerlere uygun olarak hesaplanan sonuçları ekranda gösterir. Verilerin oluşturduğu şekli de ekranda göstererek tasarım-cının görünüm konusunda da değerlendirme yapmasına olanak verir. Tasarımcı istediği sayısal değerleri ya da şekli ya-kalayana kadar geri dönüşler yaparak yaparak istediği sonuca ulaşır.

Programın Akışı

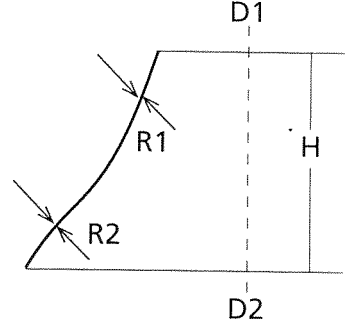
TASARIM programı çalıştırıldığında ekrana yandaki ana menü gelir. Menüdeki Program ayarları seçeneği programın çalıştığı bilgisayarın dosya ve izin yapısı ile renk ayarlarının düzenlenmesinde kullanılır.

Kafa bilgileri seçeneği ile de programda kullanılan kafa dosyalarında değişiklik yapılması veya yeni kafa standartlarının eklenmesi sağlanır. Eski bir tasarımı kullanma seçeneğinde önceden tasarımı yapılmış ve bilgileri saklanmış dosyalar arasından seçim yapılarak bu bilgiler başlangıç verileri olarak kullanılır. Layout hazırlamada da önceden yapılmış parizonlar arasından seçim yapıлып, üzerinde istenen değişikliklerin yapılmasıyla sonuca ulaşılmaya çalışılır.

Ürün Adı:
Kalıp No:
Cidar Kalınlığı:
Ağırlık
Yoğunluk:
Dolum Hacmi
Silme Hacmi:
Pushup Katsayısı:
Makina:
Metod:
Ölçek:
Çizen:
Kontrol:
Tarih:

Yeni bir tasarıma başlama seçeneğinde ilk olarak tasarımla ilgili bilgilerin girilmesini sağlayan soldaki bilgi giriş ekranı gelir. Tablodaki bilgiler doldurulduktan sonra ürün profilini tanımlayan verilerin girilmesi için bilgi giriş ekranı gelir. Bilgi girişi sırasında ürün profilini oluşturan değerler yandaki örnek bölgede görüldüğü gibi tanımlanır. Şekilde açıklandığı gibi bölge değerlerinin girişinde deneyimli kullanıcıların uzun yıllardan bu yana kullandığı değer tanımlama mantığı programda aynen korunmuştur.

1. Yeni bir tasarıma başlama
2. Eski bir tasarımı kullanma
3. Layout hazırlama
4. Kafa Bilgileri
5. Program ayarları



Örnek olarak 70 CL TEKEL RAKI ŞİŞESİ profilini tanımlayan veriler aşağıdaki gibidir.

Bölge	H	D1	D2	R1	R2	R3
1	2.2	25.7	25.7			
2	71	25.7	74.3		40	-40
3	3	74.3	74.3			
4	2	74.3	73.2	1.9	-1.9	
5	143.6	73.2	73.2			
6	2	73.2	74.3	-1.9	1.9	
7	3	74.3	74.3			
8	20.9	74.3	71.3	74		
9	4.1	71.3	62.335	(4.5R)	(0.4A)	
10	4	D: 62.096	R1 = 4.5	R2 = 118	(Pushup)	

Ürün profilini tanımlayan tüm veriler girildikten sonra program kendi içinde verilen değerleri karşılaştırarak her bir bölgeyi tanımladıktan sonra hesaplama modülüne gönderir. Girilen bilgiler anlamlı bir bölge ya da sürekli bir çizim oluşturmadığında veya hatalı giriş yapıldığında program kullanıcıyı uyarır. Hesaplamalar tamamlandığında ekrana yandaki değerlendirme menüsü gelir.

Değerlendirme menüsünde Kafa seçimi seçeneği kullanılacak kafanın seçimi için kullanılır. Ekrana çizim ile şeklin ekrana çizdirilmesi sağlanır. AutoCAD'e geçiş ile AutoCAD programına geçiş ve özellikleri tanımlanmış olan ürün resminin AutoCAD içinde çizim haline getirilmesi sağlanır.

Değer değiştirme ile ürün profilini belirleyen değerlerde değişiklik yapılması sağlanır.

Toplam Hacim:
Toplam Alan:
Hacmi
Toplam Yükseklik:
Ağırlık:
Müldefon
Yüksekliği:
Müldüfon Yuva
Çapı:
Müldefon Çapı:
Kafa Adı:
Cam Silme Hacim:
Cidar Kalınlığı:
Damla Çapı:

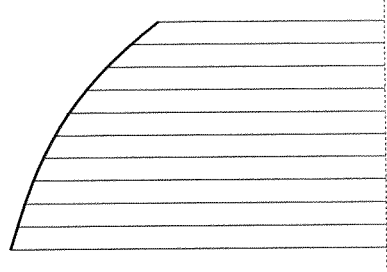
Sonuçları saklama seçeneği ile o ana kadar girilen değerlerin son durumları daha sonraki tasarımlarda kullanılmak üzere bilgisayar ortamında saklanır.

Hesap sonuçları seçeneğinde verilen bilgilere göre hesaplanan değerler ekrana gelir. Kullanıcı isterse bu hesap sonuçlarını her bir bölge için ayrı ayrı hesaplanmış olarak ekranda görebilir. Hesap sonuçları ekranından değerlendirme menüsüne geri dönülerek istenilen sonuçla elde edilinceye kadar değerler üzerinde oynanarak tasarım işlemi sürdürülür.

1. Hesap Sonuçları
2. Değer Değiştirme
3. Ekran Çizim
4. Sonuçları Saklama
5. AutoCad'e Geçiş
6. Kafa Seçimi

Değerlendirme

1980'lere gelinceye kadar şişe hacim hesapları, 1988'lere gelinceye kadar da teknik resim çizimleri geleneksel yöntemlerle yapılmaktaydı. Hacim hesabı için şişe profili doğru ve yaylardan oluşan bölümlere ayrılırdı. Kesik koni ve silindirik olan bölümlerin hacimleri formüller yardımıyla hassas olarak hesaplanırdı. Ancak profili yay olan bölgelerin hacim hesapları için profil 10 kat büyütülerek ve olabildiğince hassas olarak kağıda çizilir ve uygun paralel çizgilerle olabildiğince alt bölgeye ayrılırdı. Her bir bölge için kağıt üzerinden alınan ölçüler kullanılarak ve bölgeler kesik koni kabul edilerek hacim hesapları yapılırdı. Çizimin hassasiyetine ve bölge sayısına bağlı olarak hesapların hassasiyeti de değişirdi.



Yine de sonuçlardan emin olmak için deneme kalıbı ve üretim yapılarak hacim kontrolü yapılırdı. 1978'de RPG ile, 1982'lerde hesap makinaları geliştirilen yöntemler sayesinde hacim hesaplarında hassasiyet artırılmış, hacim hesaplarının yanısıra yüzey alanı ve cidar kalınlığı da hesaplanabilir hale gelmiştir. Daha sonra bu programların ACS'ye gelen ilk kişisel bilgisayara aktarılması ile tasarım hızı dramatik olarak artmış, tasarım sırasında değişik seçeneklerin denenmesi olanağı sağlanmıştır.

Bir karşılaştırma yapmak üzere Tekel rakı şişesi resminde sol tarafta TASARIM programı ile bulunan hacim hesabı sonuçları, sağ tarafa da bilgisayar destekli tasarım olanakları kullanılarak koniklere ayrılarak hacim hesabı yapılmıştır. Burada toplam olarak 4cc'lik hacim hesabı hatası ortaya çıkmaktadır.

1988'den itibaren topluluk kuruluşlarında kullanılmaya başlanan bilgisayar destekli tasarım paketi proje bürolarının görünümünü tamamen değiştirmiş, bilgisayar ve

çiziciler çizim masalarının yerini almıştır. Bu gelişmelere paralel olarak şişe resmi çizimleri de doğrudan bilgisayar destekli çizim paketi AutoCAD ile çizilmeye çalışılırken TASARIM programı ile üretilen verilerin AutoCAD'e geçiş için kullanımı gündeme gelmiş ve yapılan geliştirme çalışmaları sonucunda TASARIM programında oluşan verilerin AutoCAD'e aktarılarak şişe resminin otomatik olarak çizdirilmesi sağlanmıştır.

Şişe tasarım ve çiziminde kullanılacak işlemlerin bilgisayara aktarılmasından sonra kalıp tasarımına esas olacak parizon tasarımı da programa eklenmiştir. Layout tasarımı için öncelikle şişe çiziminde kullanılan veri kullanılmaktadır. Boy, çap ve hacim için gerekli çekme ve büzülme faktörleri uygulanarak tamamlayıcı kalıp ölçüleri belirlenir. Blow-Blow parizon tasarımında çok önemli bir parametre olan hava oranı ve Press-Blow parizon tasarımında cam hacmi birkaç deneme ile kolaylıkla hesaplanarak olması gereken değere ulaşılır. Makina ve kalıp kollarının bilgisayar ortamında seçiminden sonra bu veri AutoLISP lisanı ile hazırlanan programlar aracılığıyla otomatik olarak çizim haline getirilir. Otomatik olarak çizdirilen resimler üzerinde standart dışı resim düzeltmeleri yapıldıktan sonra kalıp resimleri tamamlanır.

Bir karşılaştırma yapmak için bilgisayar destekli tasarım uygulamalarından önce 3-4 gün alan düz bir şişeye ait kalıp tasarım ve çizimi artık bir günden daha kısa bir sürede üstelik daha kaliteli olarak tamamlanabilmektedir.

Hafif şişe üretiminin rekabetin en önemli parçası haline geldiği günümüzde şişenin sadece ağırlık ve şekliyle oynayarak hafifletilmesi yeterli değildir. Bu işlem için teorik cidar kalınlığını hesapladıktan sonra, buradan minimum fiili cidar kalınlığını tahmin edip basınca ve ısıl şoka dayanıklılık için gerekli enaz ağırlığı saptamak gerekir. Tasarım programı teorik cidar kalınlığının hesaplanmasında önemli bir sıçrama sağlamıştır. Hesaplanan cidar kalınlıkları kullanılarak şişenin gerilim indeksi hesaplanabilmekte, daha şişe tasarım aşamasındayken gerekli önlemler alınabilmektedir.

Bu arada şişelerin hafiflemesinin yanısıra üretim hızının da artması üretim ve dolum hatlarında devrilmelere ve hat tıkanmalarına neden olmaktadır. Bu durumda şişenin dengesinin kontrol parametresi olarak ağırlık merkezinin değme noktasına yaptığı açının hesaplanması gerekmektedir ki gerekli prosedürlerin bilgisayara yüklenmesi ile bu problem de kısa sürede çözülmüştür. Artık dengesiz şişeler için taban kalınlığını artırmak veya değme noktası çapını artırmak gibi tedbirler alınmaktadır. Bilgisayar yardımı ile şişenin şekli, hacmi ve cam dağılımı kontrol altına alındığından kritik görülen ürünler dışında artık deneme üretimi yapılmamaktadır. Uzun süre kullanımdan dolayı genişlemiş kalıpları taşıyarak hacmini daraltmak için gereken kalıp açılma yüzeyi profil kesit alanı da aynı paket içerisine yerleştirilen modüllerle hesaplanmaktadır.

YÜKSEK DEMİRLİ CAMLARIN ISI ABSORPLAMA ÖZELLİKLERİ

Dr. Ömer KARABULUT
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi

ÖZET

Genellikle ısı aktarım (transfer) gradyanlı sıcaklık düşüşleri biçiminde gerçekleştiği cam fırınlarında, cam dibi önemli ölçüde soğumaktadır. Buna bağlı olarak ortaya çıkan kristallenme (devitrifikasyon) ve soğuk cam oluşumu, cam üretiminde verim düşüşü ve kalite bozukluklarına neden olmanın ötesinde, bazı yüksek demirli (yeşil renkli) cam çeşitlerinin üretimini tümüyle engelleyebilmektedir.

Yapılan araştırmalar, bu oluşumdan, birinci derecede cam kompozisyonunda yüksek oranda bulunan Fe_2O_3 ile bunun indirgen yanma koşullarında ortaya çıkan bileşeni durumundaki ve ısı soğurumu (absorpsiyonu)'nun yüksek olduğu bilinen $Fe^{2+}O$ 'nun varlığını ve miktarını sorumlu tutmaktadır. Özellikle yeşil renkli camlarda, yüksek orandaki Fe_2O_3 içeriği (% 0.5 dolayında) ve $Fe^{2+}O$ iyon oksidi nedeniyle sıcaklık eğimi (gradyanı) daha çok artmaktadır.

Soruna çözüm getirmek amacıyla yapılan araştırma kapsamında, çeşitli camların ısı aktarım mekanizması, pota fırını boyutlarındaki laboratuvar fırını kullanılarak incelenmiştir. Cam eritişlerindeki sıcaklık ölçüm bilgisi ile XRF ve Spektrofotometrik ölçüm ve analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesiyle, ele alınan camlardaki yüzey sıcaklığı ve sıcaklık eğiminin, camdaki $Fe^{2+}O$ yüzdesi ile orantılı olarak değiştiği saptanmıştır. Ayrıca renksiz ve yeşil renkli float camlarına ilişkin olarak, belirli yanma koşullarındaki sıcaklık profillerinin karşılaştırılmasından bu camların üretimine yönelik bazı fırın tasarım ve işletme parametrelerine dönüştürülecek deneysel bilgiye ulaşılmıştır.

1. GİRİŞ

Cam, seramik ve porselen gibi, ısı iletkenliği kötü olan malzemedir. Bu özellik, genellikle bütün cam fırınlarında, cam yüzeyinden tabanına doğru sıcaklığın düşmesine ve cam dibinin soğumasına yol açmaktadır. Bu olgu, ısı dağılımı denetiminin önemli ve o ölçüde de zor gerçekleştiği büyük boyutlu düzcam ve özellikle float fırınlarında, kristallenme (devitrifikasyon) ve soğuk cam oluşumlarına neden olmaktadır. Bu oluşumlar, cam üretimini olumsuz etkilemekte, üretimde verim ve kalite düşüklüğüne yol açmakta, bunun da ötesinde yüksek demirli bazı camların (yeşil camlar gibi) üretimini durma noktasına getirmektedir.

Isı aktarım (transfer) mekanizmasının gradyanlı sıcaklık düşüşleri biçiminde gerçekleştiği cam üretiminin bu temel sorunu, yarım yüzyılı aşkın bir süredir cam bilimi ve teknolojisi araştırmalarının gündeminde bulunmaktadır. Bu konudaki en kapsamlı araştırma, 1939-1948 yılları arasındaki 10 yıl içinde E.W. Turner, R. Halle ve arkadaşlarınca yürütülmüştür. Bu araştırmalarda, incelenen renksiz ve renkli çeşitli camlardaki ısı aktarım mekanizmaları açıklanmış, sorunun çözümü ve bu camların üretimine ilgili başlıca öneriler açıklanmıştır. Bu araştırmaları izleyen yıllarda, konu

cam araştırmaları içindeki yerini korumuş, zaman zaman yapılan araştırma sonuçları literatürdeki yerini almıştır.

Bugüne kadar yapılan araştırma ve işletme deneyimlerinden çıkan sonuçlar, sorunun bu şekilde ortaya çıkışının sorumluluğu, camdaki toplam Fe_2O_3 içeriğine yüklenmektedir. Fe_2O_3 'ün buradaki rolü, bu oksidin $Fe^{2+}O$ 'ya dönüşen kısmının ısı soğurumu kapasitesinin ykseklėi dolayısıyla, cam kalınlığı arttıka ısı geçişini daha çok engellemesidir. Kuşku yok ki, bir içsel neden olan Fe_2O_3 'ün bu oluşumun ortaya çıkışında etkinlik kazanması, dışsal bir etken olan fırının yanma ve redoks koşullarına doğrudan bağlı bulunmaktadır.

Bu noktadan hareketle yapılan araştırmada, topluluğumuz işletmelerinde üretimi yapılan renksiz, bronz, füme ya da otomotiv camı olarak yurt dışından alınmış olan yeşil renkli float camlarındaki ısı aktarım mekanizması, pota fırını boyutlarındaki laboratuvar fırını kullanılarak incelenmiştir. Yaklaşık 150 kg cam kırığının eritilmesiyle elde edilen ve 40 cm derinlikte tutulan eritişlerinde cam derinliği boyunca ölçülen sıcaklık bilgisiyle XRF ve Spektrofotometrik ölçüm ve analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, cam yüzeyi sıcaklıklarının (YS) ve sıcaklık gradyanının (SG), $Fe^{2+}O$ ile doğrusal değişimi saptanmış; sıcaklığın derinlikle değişiminin doğrusal oluşundan yararlanılarak renksiz ve yeşil renkli float camların sıcaklık profilleri karşılaştırılarak bu camların üretimine yönelik fırın tasarımı ve işletme bilgisine dönüştürülecek deneysel bilgi birikimine ulaşılmıştır.

2. DENEYSEL ALIşMA

Deneysel alışma kapsamında, 4 ayrı çeşit camdaki derinlik boyunca (düşey) sıcaklık dağılımı, önceden belirlenmiş yakıt debilerindeki farklı yanma koşullarında ölçülerek değerlendirilmiştir. Eritme ve ölçüm işlemleri, pota büyüklüğündeki deneme fırınında yapılmıştır.

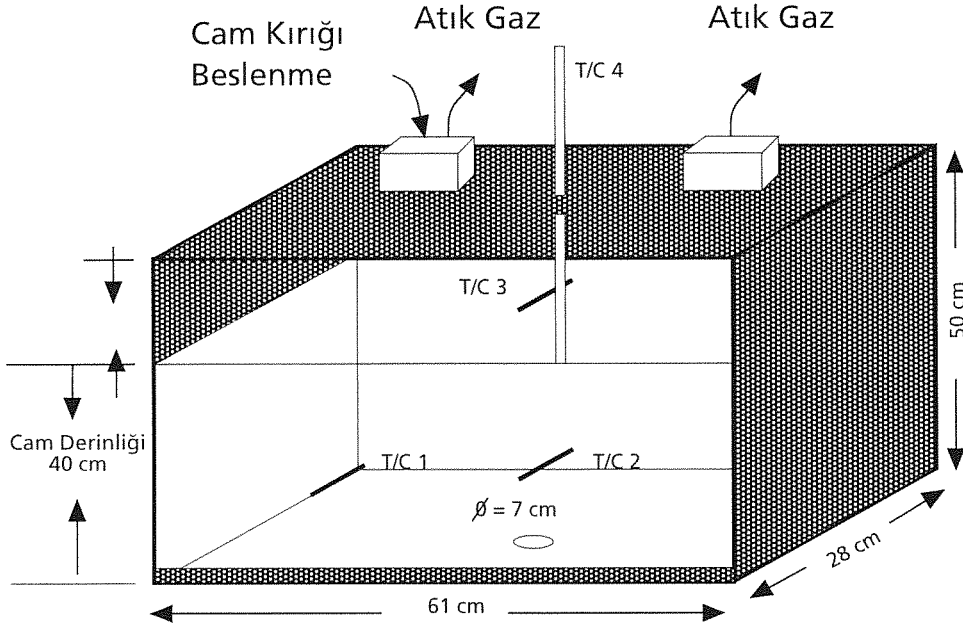
2.1. Deney Fırını ve Ölçüm Düzenegi

Cam kırığının eritilip sıcaklık ölçümlerinin içinde gerçekleştirildiği deneysel fırın, laboratuvar ölğindeki bir fırındır (şekil 1). Tabanı ve yan duvarları elektrodöküm AZS blok refrakterlerinden meydana gelen fırının ısı yalıtımı, bu refrakter yapının dışına örülen 1 sıra şamot yalıtım tuğlası ve en dışarıya sarılan fiber-frax ile sağlanmıştır.

Boyutları 61x28x50 cm olan fırına, 150 kg cam konduğunda 40 cm'lik cam derinliği elde edilmiş, bunun üstünde kalan 10 cm ykseklėindeki boşluktan yanma odası olarak yararlanılmıştır. Atık gazların atılmasında baca olarak işlev gören fırın üstündeki iki boşluktan huni biçimli olanı, aynı zamanda cam kırığı beslemesinde de kullanılmıştır.

Ölçüm düzenegi, esas olarak cam içindeki sıcaklıkların ölçümünü sağlayan ısıl çiftler (termo couple, T/C) ile bunlardan alınan sıcaklık sinyallerini sayısal bilgiye dönüştürüp okunmasını sağlayan aygıtları kapsamaktadır.

Sıcaklık ölçümleri, fırın içinde ısıl denge denetimi ile cam içindeki çeşitli derin-



Şekil 1: Deney fırını ve T/C yerleşim noktaları

liklerdeki sıcaklık dağılımlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Isıl denge denetimi amaçlı sıcaklık ölçümleri, fırının taban köşesine, taban kenarı ortasına ve uzun yan yüzey ortasına yerleştirilmiş olan 1, 2 ve 3 no.lu ısıl çiftlerle gerçekleştirilmiştir. Cam derinliklerindeki sıcaklıklar ise, fırının ortasından düşey olarak daldırılan hareketli ısıl çiftle ölçülmüştür.

Isıl çiftlerden alınan sıcaklık sinyalleri, 4 kanallı bir kaydedicinin x-t eksenlerine yazdırılarak sürekli izlenirken, hareketli ısıl çiftten alınan sinyaller, sayısal bir sıcaklık ölçüm aracıyla doğrudan okunarak saptanmıştır.

2.3. XRF Analizleri

Deneylere konu olan camların, eritmeden önceki ve sonraki kimyasal kompozisyonlarının karşılaştırılması ve yurtdışı kaynaklı camların kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi amacıyla, hem eritilen cam kırıklarının, hem de eritilmiş olan camdan alınan örneklerin XRF analizleri yapılmıştır.

2.4. Spektrofotometrik Ölçümler

Bu ölçümler, yanma ve fırın içi redoks koşullarının camın spektrometrik özelliklerinde yaratacağı değişikliklerin erimiş camın ısı aktarımına etkisini kestirmek ve bu kestirimden hareketle alınacak önlemleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Spektrofotometrik özellikler içinde, sözkonusu etkiyi yansıtması bakımından camda

ışık geçirgenliği (%T), toplam Fe_2O_3 içindeki $Fe^{2+}O$ yüzdesi gibi temel parametreler ölçülmüştür.

3. YAPILAN ÖLÇÜMLER ve ELDE EDİLEN BULGULAR

3.1. Sıcaklık Ölçümleri

Sıcaklık ölçümleri, 2.2’de açıklanan düzenekle yapılmıştır. Isıl dengenin sağlandığı, sabit ısı çiftlerinin sıcaklık sinyallerinin değişmez durum kazanmasıyla anlaşıldıktan sonra, hareketli ısı çifti kullanılarak belirli cam derinliklerindeki sıcaklıklar ölçülüp kaydedilmiştir.

Sıcaklık ölçümünde önemli olan bir nokta da, her tür camın eritilmesinde uygulanacak yanma ve redoks düzeylerinin belirlenmesidir. Başvuru camı olarak seçilen renksiz camın yüzey sıcaklıklarının elde edildiği yakıt debileri, bütün camların eritilmesinde sabit redoks düzeyleri yaratmak amacıyla değerlendirilmiştir. Kullanılan LPG gazının miktarını ölçmeye kalibreli flowmetrenin gösterdiği yakıt debisi ile bu yanma koşullarında elde edilen cam yüzeyi sıcaklıkları tablo 1’de gösterilmiştir.

Yakıt Debisi		Yüzey Sıcaklığı
(Nm ³ /h)	(k.cal/h)	(°C)
3.65	91 000	1450
3.50	87 400	1400
3.35	83 600	1300
3.00	74 900	1200
2.75	68 700	1100

TABLO 1: Renksiz camda, belirli yakıt debilerinde saptanan yüzey sıcaklıkları

Yanma için gereksinilen oksijen, basınç kapasitesi en çok 750 mm su sütunu basıncında olan bir fanla sağlanmıştır. Fan basıncı, 700 mm su sütunu düzeyinde sabit tutulurken, fanın 50 mm su sütunluk bir basınç kapasitesi yedekte bırakılmıştır. Fanın kullanım kapasitesi, bütün yanmalarda sabit kalmıştır. Fan havasının sabit kalması, yakıt debisinin yüksek olduğu yanma koşullarını indirgen, düşük olduğu yanma koşullarını ise nispeten oksidanlaştırmıştır. Bu durum, aynı redoks koşullarında ölçülen ayrı renkteki camlara ilişkin sıcaklıkların karşılaştırılmasının sözkonusu olduğu bu çalışmada önemli bir sakınca yaratmayacaktır.

3.3. Sıcaklık Ölçüm Bulguları

Açıklanan ilke ve kısıtlamalar içinde kalarak eritilen çeşitli camların yüzeyinden tabanına kadar çeşitli derinliklerdeki sıcaklıkları, hareketli ısı çifti kullanılarak ölçülmüştür.

Düşey sıcaklık dağılımı ölçümleri, daha önce anılan bütün cam çeşitlerinde yapıldığı halde, buradaki amacın yüksek demirli camlarda ısı aktarımı olduğu dikkate alınarak bronz ve füme cama ilişkin ölçümler konu dışı bırakılmış; yalnız renksiz, yeşil-1 ve yeşil-2 camlarındaki sıcaklık dağılım verileri değerlendirmeye alınmıştır. Yeşil-1 ve yeşil-2, yakın kompozisyonlu ve aynı Fe₂O₃ (%0.5) içeriğine sahip olmalarına karşın, yeşil-1 indirgen, yeşil-2 ise daha az indirgen redoks koşullarındaki eritilmiş cam anlamına gelmektedir.

Bu şekildeki ölçümlerle alınan sıcaklık değerleri tablo 2,3 ve 4'te verilmiştir.

FARKLI YAKIT DEBİLERİNDEKİ SICAKLIKLAR (°C)						
Derinlik h (cm)	3.65	3.50	3.35	3.00	2.75	2.35
0	1514	1465	1432	1310	1218	1102
2	1456	1394	1341	1271	1172	1022
4	1439	1377	1323	1254	1152	1001
5	1429	1372	1315	1242	1141	987
7	1410	1360	1298	1224	1117	968
10	1388	1338	1276	1195	1087	933
12	1365	1312	1250	1174	1068	912
15	1343	1290	1225	1148	1038	879
19.5	-	-	-	-	-	834
20	1301	1246	1179	1108	988	-
25	1247	1199	1138	1072	941	-
30	1218	1168	1102	1036	893	-
35	119	1147	1084	1005	854	-
36	-	-	-	-	845	-
40	1175	1117	1064	-	-	-

TABLO 2: Renksiz float camında sıcaklığın düşey dağılımı

FARKLI YAKIT DEBİLERİNDEKİ SICAKLIKLAR (°C)						
Derinlik h (cm)	3.65	3.50	3.35	3.00	2.75	2.35
0	1514	1465	1432	1310	1218	1102
2	1456	1394	1341	1271	1172	1022
4	1439	1377	1323	1254	1152	1001
5	1429	1372	1315	1242	1141	987
7	1410	1360	1298	1224	1117	968
10	1388	1338	1276	1195	1087	933
12	1365	1312	1250	1174	1068	912
15	1343	1290	1225	1148	1038	879
19.5	-	-	-	-	-	834
20	1301	1246	1179	1108	988	-
25	1247	1199	1138	1072	941	-
30	1218	1168	1102	1036	893	-
35	119	1147	1084	1005	854	-
36	-	-	-	-	845	-
40	1175	1117	1064	-	-	-

TABLO 3: Yeşil-1 float camında sıcaklığın düşey dağılımı

FARKLI YAKIT DEBİLERİNDEKİ SICAKLIKLAR (°C)					
Derinlik h (cm)	3.65	3.50	3.35	3.00	2.75
0	1142	1465	1348	1328	1246
2	1159	1391	1338	1279	1202
4	1176	1268	1284	1238	1160
5	1179	1230	1254	1218	1140
7	1190	1246	1221	1175	1103
10	1190	1182	1146	1114	1045
12	1198	1109	1099	1078	1012
15	1192	1050	1022	1024	958
20	1209	958	893	943	875
25	1166	839	790	857	788
25.5	-	-	-	-	777
27	-	-	-	818	-
30	1121	747	653	-	-
35	1095	670	-	-	-
37.5	1096	-	-	-	-

TABLO 4: Yeşil-2 float camında sıcaklığın düşey dağılımı

3.4. X R F Analizleri

Eritme işlemine sokulan camların, eritme öncesindeki ve eritme sonrasındaki kimyasal kompozisyonlarını denetim altında tutmak amacıyla XRF analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda, eritmeden önceki cam kırıklarından ve ısı işlem sonrasında eritilmiş camdan alınan örneklerden hazırlanan deneklerde cam yapıları analizlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları tablo 5'te sunulmuştur. Tabloda, yalnızca değerlendirmeye alınan renksiz ve yeşil renkli float camlarına ilişkin analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

	Kimyasal Kompozisyon (% Ağırlık)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
Renksiz	71.49	1.42	0.09	0.157	8.30	4.21	14.01	0.07	0.21
Renksiz (Eritiş)	71.49	1.42	0.091	0.157	8.33	3.98	13.98	0.07	0.25
Yeşil-1	70.47	0.65	0.50	0.039	9.97	4.00	14.08	0.11	0.11
Yeşil-1 (Eritiş)	71.53	0.82	0.52	0.157	8.30	3.98	13.36	0.08	0.11
Yeşil-2	71.80	0.14	0.54	0.012	9.24	3.86	14.12	0.02	0.20
Yeşil-2 (Eritiş)	71.72	0.21	0.55	0.015	9.27	3.87	14.09	0.03	0.21

TABLO 5: Bazı camların XRF analizleri

35. Spektrofotometrik Ölçümler

Aynı cam deneklerde yapılan spektrofotometrik ölçümler tablo 6'da verilmiştir. Tablodaki ışık geçirgenliği (T) değerleri, deneysel bulgular kullanılarak, 1000 nm dalga boylu ışık geçirgenliği temel alınarak 3 mm lalınlıktaki cam için standartlaştırılmıştır.

Cam Türü	Fe ²⁺ + O (%)	Işık Geçirgenliği, T (%)	Sıcaklık Gradyanı (°C/cm)
Renksiz	0.024	67.16	9.20
Renksiz (Eritiş)	0.051	67.16	
Yeşil - 1	0.161	37.78	17.90
Yeşil - 1 (Eritiş)	0.302	14.07	
Yeşil - 2	0.134	40.04	12.65
Yeşil - 2 (Eritiş)	0.137	39.19	
Füme Cam	0.066	60.94	6.45
Füme (Eritiş)	0.073	58.58	

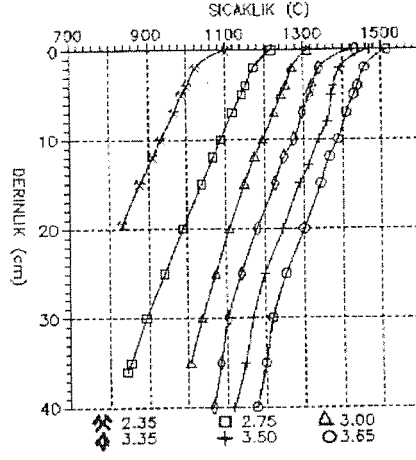
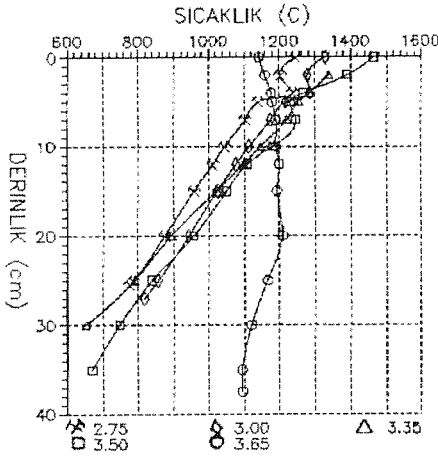
TABLO 6: Renksiz ve Yeşil renkli camların spektrofotometrik özellikleri

4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde, bölüm 3'teki deneysel bulgular kullanılarak sıcaklığın derinlik boyunca değişimi, cam yüzeyi sıcaklığının yanma koşullarına bağımlılığı, cam derinliğince oluşan sıcaklık eğiminin camdaki Fe²⁺+O (%) ve dolayısıyla camın ışık geçirgenliği ile değişimi, belirli yüzey sıcaklıkları düzeyindeki yeşil cam sıcaklık profillerinin, renksiz camınkine göre derinlik azalmasının hesaplanarak bu camların üretimine yönelik fırın tasarım ve işletme önlemlerinin saptanması gibi konular incelenmiştir.

4.1. Sıcaklığın Derinlikle Değişimi

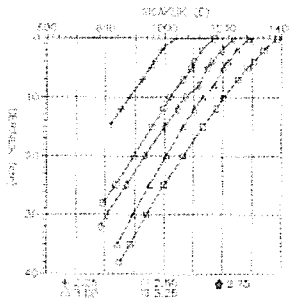
Tablo 2,3 ve 4'teki sıcaklık ölçüm değerleri kullanılarak renksiz, yeşil-1 ve yeşil-2 camlarına ilişkin olarak, farklı yanma koşullarındaki sıcaklığın derinlikle değişimi şekil 2,3 ve 4'te grafik değişimler halinde verilmiştir.



Şekil 2: Renksiz camda sıcaklığın derinlikle değişimi.

Şekil 3: Yeşil-1 camında sıcaklığın derinlikle değişimi

Bu grafik değişimlerin incelenmesinden, renksiz camda ve az indirgen yanma koşullarında eritilip ısıl işleme sokulan yüksek demirli yeşil-2 camında sıcaklığın derinlikle değişimi oldukça düzenli olduğu halde, indirgen koşullarda eritilmiş olan yeşil-1 camında, indirgenliğin fazla olduğu 3.65, 3.50 ve 3.35'lik yakıt debilerindeki yanma koşullarında kaotik bir durum egemendir. Bu camda düzgün sıcaklık dağılımı, yakıt debinin 3.00 ve 2.75 olduğu nispeten daha oksidan yanma durumlarında elde edilmiştir.

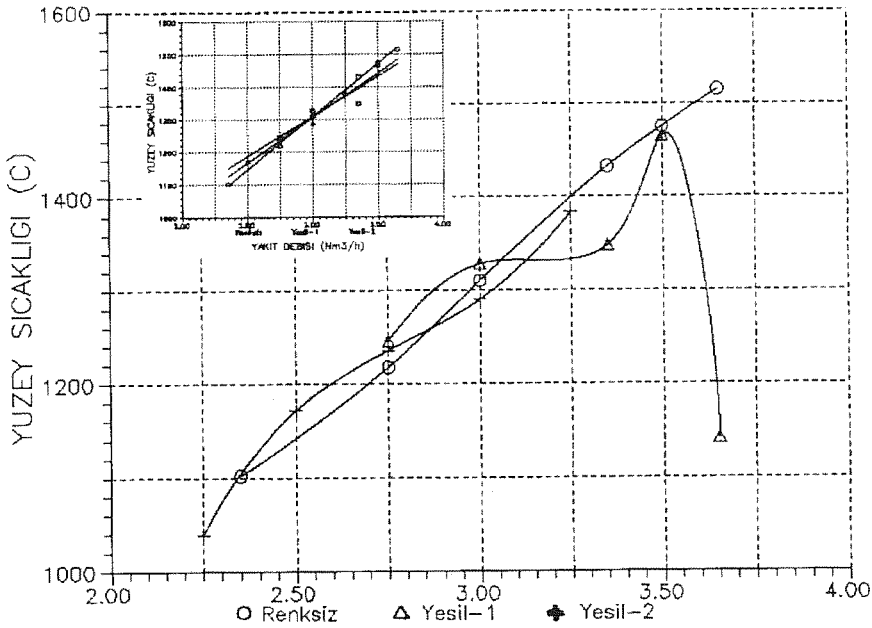


Şekil 4: Yeşil-2 camında sıcaklığın derinlikle değişimi

4.2. Cam Yüzeyi Sıcaklıklarının Değişimi

Ele alınan camlara ilişkin yüzey sıcaklıklarının, bu sıcaklıkların elde edilmesi için harcanan yakıt debileri ile değişimi ilginç sonuçlar vermektedir (Şekil 5). Bu değişimlerin olağan sayılabilecek yanı, yüzey sıcaklıklarının, yakıt debisi arttıkça

artması, yakıt debisi azaldıkça düşmesidir. Şaşırtıcı yanı ise, indirgenliği yüksek yanma koşullarında, yüzey sıcaklıklarının, renksiz camlarda daha düzgün artış göstermesine ve daha yüksek değerlere ulaşmasına karşın, yeşil renkli camlarda bu değişimin düzensiz oluşu ve yakıt debisindeki artışın cam yüzeyi sıcaklığında paralel bir artışı gerçekleştiremediğidir. Yeşil renkli camların yüzey sıcaklığı arasında, F_2O_3 içerikleri hemen hemen aynı olduğu halde, önemli farklar bulunmaktadır. Yeşil-2 camının yüzey sıcaklıkları, renksiz caminkine yakın şekilde artmakta, yeşil-1 camının yüzey sıcaklıklarında ise artış miktarları daha düşük kalmaktadır. Dahası, yakıt debisinin 3.65 olduğu en indirgen yanmada, bu camda ölçülen cam yüzeyi sıcaklığı büyük ölçüde düşmekte ve adeta cam yüzeyi "soğumaktadır!". Bu durum, ölçüm sırasında, cam yüzeyinin çıplak gözle gözlenebilmesi ve yüzeyde "soğuk görünümlü" kabuksu oluşumların varlığı ile de doğrulanmıştır.



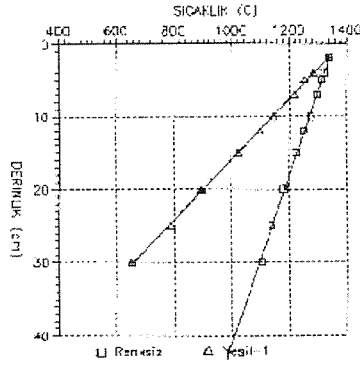
Şekil 5: Renksiz ve yeşil renkli camlarda cam yüzeyi sıcaklıklarının harcanan yakıt debisi ile değişimi. Küçük şekil, aynı değişimin, doğrusal ilişki biçimindeki gösterimidir.

Oksidantlığın giderek arttığı 3.00 ve 2.75'lik debilik yanma koşullarında, yukarıdaki durumun tersine, renksiz camın yüzey sıcaklıkları düşerken, yeşil-1 camının yüzey sıcaklıkları daha yüksek kalmaktadır. Yeşil-2 camının sıcaklık davranışı ise, ortalama olarak renksiz camın sıcaklık eğimine yakın davranış göstermekle birlikte, yeşil-1 camı gibi hafif dalgalı bir değişim sergilemektedir.

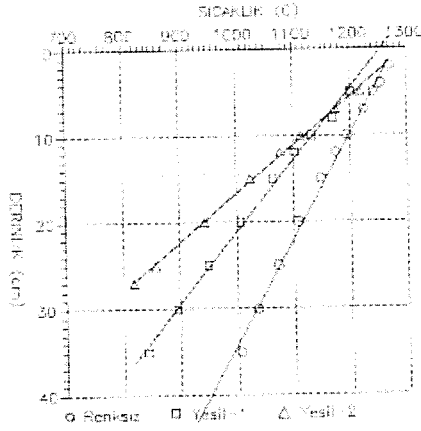
4.3. Sıcaklık Gradyanının Işık Geçirgenliği ve FeO ile ilişkisi

Şekil 2,3 ve 4'teki grafikler, sıcaklık değişimlerinin, cam yüzeyinin 4-5 cm altından başlayarak doğrusal şekilde düştüğünü göstermektedir. Bu doğrusallık, genellikle cam dibinin 5-10 cm yakınlarına değin sürmektedir. Hem yüzeyden cam dibine doğru oluşan sıcaklık gradyanının, hem de (4.4)'te açıklanacak olan renkli camların sıcaklık profilindeki kayma oranının hesaplanmasına olanak veren bu doğrusal değişimler,

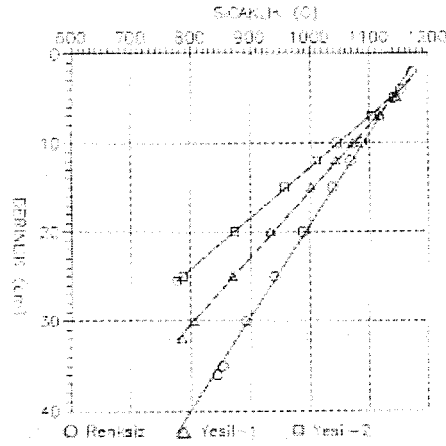
şekil 6,7 ve 8' de belirtilmiştir.



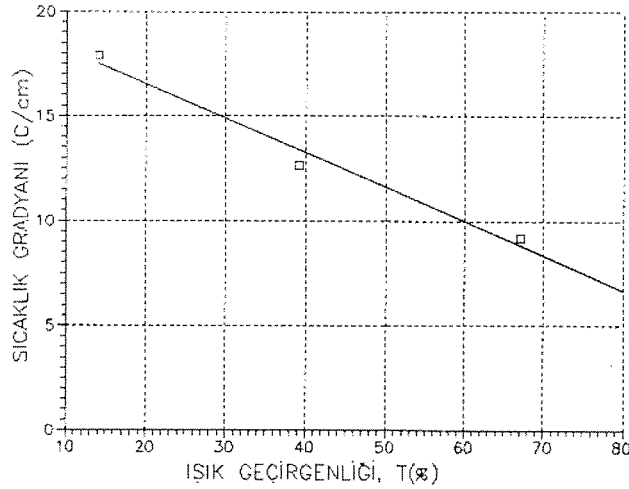
Şekil 6: Renksiz ve yeşil-1 camlarda sıcaklığın doğrusal değişimi



Şekil 7: Renksiz, yeşil-1 ve yeşil-2 camlarda sıcaklığın doğrusal değişimi



Şekil 8: Renksiz, yeşil-1 ve yeşil-2 camlarda sıcaklığın doğrusal değişimi



Şekil 9: Çeşitli camlarda oluşan sıcaklık gradyanının Işık Geçirgenliği ile değişimi

Sıcaklığın doğrusal olduğu bu grafik değişimlerden hesaplanan sıcaklık gradyanları, tablo 6'ya işlenmiştir. Tablodaki eritilmiş cam deneklerde 1000 nm'de ölçülen ışık geçirgenliği (T) değerleriyle sıcaklık gradyanları arasındaki değişim de doğrusaldır (Şekil 9). Bu grafik üzerine, eritme öncesi camlarda ölçülen T değerleri işlendiğinde, başlangıçtaki camların üretimine yönelik sıcaklık düşüş eğimlerinin kestirilmesi olası duruma gelmektedir. Buradan bulunacak sıcaklık gradyanları (SG) ile fırın ve üretim değerlerinin karşılaştırılması ve irdelenmesi ile öngörülen camın üretim koşullarına ilişkin parametrelerden bir bölümü elde edilebilecektir. Örnek olarak Şekil 9'daki doğrusal değişimden yararlanarak erimiş durumundaki çeşitli camlarda sıcaklık gradyanının ne olacağını bakalım. Tablo 6'daki T değerlerini kullanarak yapılacak ilk kestirimde, olası sıcaklık gradyanlarının, renksiz camda 6.5-7; füme camda 9.5-10; yeşil camda ise 13-13.5 °C/cm arasında olduğu görülmektedir. Burada bulunan SG'lerin, yalnızca deneysel koşullarda geçerli olacağını belirtmek gerekir. Bu noktadan hareket ederek üretim koşullarındaki SG değerlerinin ne olacağını kestirilmesi ise, üretim sırasındaki sıcaklık ölçümleri bilinen bir cama, diyelim ki renksiz cama ilişkin SG değerleri ile aynı cam için elde edilen deneysel SG değerlerinin karşılaştırılması yoluyla geçiş parametrelerinin belirlenmesine bağlıdır. Yeşil camın deneysel SG değerlerinin, bu parametrelerle işlenmesiyle, sözü geçen camların üretimine ilişkin SG değerleri bulunabilir. Örneğin, renksiz cam için dinlendirme bölgesinde SG=2.0 °C/cm alındığında, üretim sırasındaki SG olarak, füme renkli camda 2.8-2.9, yeşil camda ise 3.8 - 4.0 °C/cm değerleri elde edilmektedir. Üretim koşulları ve SG değerleri birlikte irdelenerek yeşil cam üretimi için beklenen sıcaklık düşüşü, en yakın olasılıkla kestirilebilir. Işık geçirgenliği ve SG değişimi de bu amaçla kullanılabilir.

4.4. Sıcaklık Profillerinin Değişimi ve Karşılaştırılması

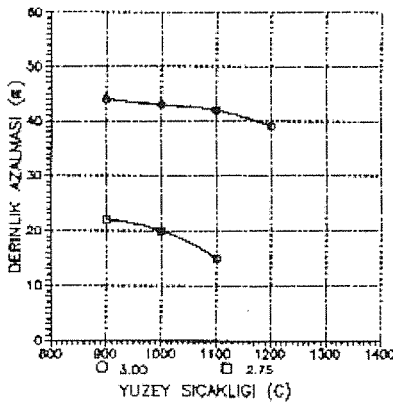
Şekil 6,7 ve 8'de belirtildiği gibi, sıcaklık değişimlerinin doğrusal değişimi, renkli cam sıcaklık profillerinin renksiz camınki ile karşılaştırılması olanağını vermektedir. Bunun için, belirli yüzey sıcaklıklarından çıkan dik doğruların sıcaklık profillerini kestiği noktaların derinlik değeri, bu camların sıcaklık profili derinliği olarak adlandırılabilir.

Bu profil derinlikleri arasındaki farkın, renksiz camın profil derinliğine oranı, iki profil arasındaki derinlik azalmasını verecektir. Bu yolla, renksiz cama göre her iki yeşil cam için hesaplanan derinlik azalması oranları, farklı yakıt debileri de dikkate alınarak tablo 7 de sunulmuştur.

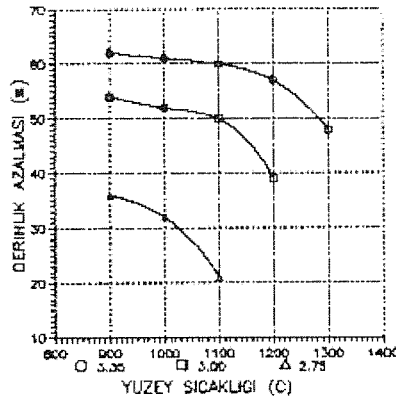
Cam Çeşidi	Yakıt Debisi (Nm ³ /h)	Çeşitli Sıcaklıklardaki Profil Derinliği Oranları x 100				
		(900°C)	(1000°C)	(1100°C)	(1200°C)	(1300°C)
Yeşil - 1	3.35	62	61	60	57	48
	3.00	54	52	50	39	-
	2.75	36	32	21	-	-
Yeşil - 2	3.00	44	43	42	39	-
	2.75	22	20	15	-	-

TABLO 7: Renksiz ve yeşil camların sıcaklık profillerinin karşılaştı

Tablodaki oranlar kullanılarak çizilen grafikler, yeşil renklerle ilgili sıcaklık profil derinliklerinin, renksiz camın sıcaklık profili derinliğine oranla ne kadar azalacağını göstermektedir (Şekil 10). Bunun anlamı, eğer yeşil cam sıcaklık profili, bu camın kristallenme ya da soğuk cam oluşumu yoluyla katılacağı bir sıcaklıkla çakışıyorsa, bu durumda katılacak camın oranı derinlik farkının renksiz cam derinliğine oranı kadar olacak demektir.



-a-

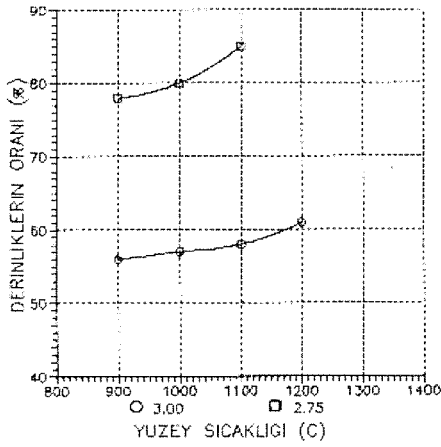


-b-

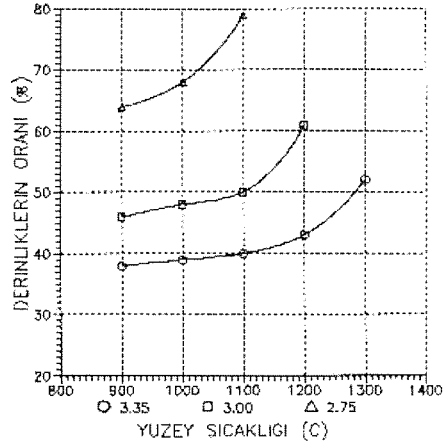
Şekil 10: Yeşil-1 (a) ve Yeşil-2 (b) camlarının profil derinliklerinin renksiz caminkine göre azalma oranı.

Daha kolay anlaşılır bir yaklaşım ise, yeşil cam profil derinliklerinin, doğrudan aynı yüzey sıcaklığı hizasındaki renksiz cam profil derinliğine oranlamaktır. Bu oran, yeşil cam sıcaklık profil derinliğinin, renksiz caminkine göre hangi oranda değişeceğini gösterecektir.

Tablo 7'deki değerlerin 100'e bütünleyeni olarak da bulunabilecek olan bu oranlara göre çizilen grafik de şekil 11 dedir.



-a-



-b-

Şekil 11: Yeşil-1 (a) ve yeşil-2 (b) camlarının profil denliklerinin renksiz caminkine oranlarının değişimi

SONUÇ

Elde edilen deneysel bulgular ve bunların değerlendirilmesi, bazı somut ve net yargılara ulaşmamızı sağlamıştır. Ulaşılan sonuçlar, ana hatlarıyla aşağıda açıklanmıştır.

1. Yanma koşulları ve camın Fe_2O_3 içeriği, sıcaklık dağılımını etkilemektedir. Eritilen camın yüzeyi ile tabanı ya da belirli noktalar arasında ortaya çıkan sıcaklık farkı, camın türüne ve dolayısıyla içerdiği oksitlerin cins ve miktarına olduğu kadar, eritme koşullarının indirgen ya da oksidan olmasına da bağlıdır. Genel bir söyleyişle, demir oksit içeriği yüksek olan camlarda, indirgen eritme koşullarında, ısı soğurma yeteneği fazla olan $Fe^{2+}O$ 'ya dönüşen demir oksit miktarının daha yüksek olması nedeniyle, ortaya çıkan sıcaklık farkı da daha fazla olmaktadır. Örneğin, deneysel çalışma içinde renksiz camda cam yüzeyi - taban arasındaki fark 250-300 °C arasında ölçülürken oksidan koşullarda eritilmiş olan yeşil camda bu fark 450 - 500 °C arasında bulunmuş, indirgen koşullarda eritilmiş olan yeşil camda ise 600 °C'nin üstüne çıkmıştır. Bunun tersine, eritme koşullarının indirgenliği, $Fe^{2+}O$ yüzdesini ve buna bağlı olarak sözü geçen sıcaklık farkını düşürmektedir. Buradan çıkarılan sonuca göre, yüksek demirli camların eritme koşulları, işletme olanaklarının elverdiği ölçüde oksidan olmalıdır. Böylelikle camın dip sıcaklığının daha fazla düşmesi önlenmiş olacaktır.
2. Cam yüzeyi sıcaklığı, yanma koşulları ile birlikte camın Fe_2O_3 iriğine bağlıdır. Deneysel bulgular, yanma koşulları indirgenleşirken, cam yüzeyi sıcaklığında artış öngörmesine karşılık, bu artış yüksek demirli camlarda daha düşük düzeyde kalmakta, demir oksit içeriği düşük olan camlarda ise daha fazla olmaktadır. Oksidan yanma koşullarında ise, bu olgunun tersinin geçerli olduğu saptanmıştır. Buradan çıkarılan bir başka sonuç da, oksidan eritme koşullarındaki cam yüzeyi sıcaklığının, camın demir oksit içeriğine bağımlılığının daha zayıf olduğudur.

3. Cam içindeki sıcaklık gradyanı (SG) oluşumu, camın $Fe^{2+}O$ yüzdesine ve bunun sonucu olarak camın (1000 nm deki) ışık geçirgenliğine bağlıdır.
4. Yüksek demirli camların üretimi sırasında, camın dip kısmında ortaya çıkan kristallenme ve soğuk cam oluşumları, sıcaklığın bu camlardaki dağılımının, renksiz camınki ile karşılaştırmalı analizi sonuçlarından hareketle, özel fırın tasarımı başta olmak üzere bazı zorunlu önlemlerin alınmasıyla önlenmektedir.

Renksiz ve yeşil renkli camların yüzey - taban sıcaklık profilleri arasındaki fark, kristallenme ve soğuk cam oluşumunun engellenmesinde başvurulacak ipucu ve ölçütleri vermektedir. Bu oluşumların önlenmesinde uygulanan önlemler, sürekli yüksek demirli cam üretilecek fırınlarda, fırının dinlendirme bölgesinde kademeli taban uygulaması, farklı içerikte demir oksit içerecek cam fırınlarında bu bölgeye elektrik boosting, daha kalın ve yoğun yalıtım uygulanması, ısı kayıplarını azaltacak özelliklerde refrakter seçimi... gibi uygulamalardır.

5. Uygulama sırasında, bu çalışmada elde edilen sonuçların, laboratuvar koşullarında elde edildiği dikkate alınmalıdır. Ölçümler, cam kütlesinin hareketsiz, cam akımlarının oluşması yönünden koşulların tümüyle statik ve ısı aktarımının alevli yanma ortamında alınmıştır. Deney fırınındaki eritilmiş camdan örnek alınması sorun olmaya devam etmektedir. Alınan örneklerin, fırındaki cam kütlesini ne ölçüde temsil ettiği konusundaki kuşkular, bugünkü olanaklarla tümüyle giderilememektedir. Camın üretim koşulları ise dinamiklidir. Bu nedenle, laboratuvar deneyleri ile elde edilen parametrelerin, işletme uygulamalarına olduğu gibi aktarılması doğru sonuçlar vermeyebilir. Bu uygulamadan başarılı sonuçlar alınması, deneysel bulgularla işletme verilerinin çok yönlü olarak karşılaştırılması ve irdelenmesi ile bulunacak geçiş parametrelerinin kullanılmasına bağlıdır.



SAVURMA TEKNİĞİ İLE ZÜCCACIYE ÜRETİMİ

Engin BİLSEN - Mustafa ŞEN
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Artan rekabetçi ortamda daha az maliyet ile daha çok ürün sağlayarak iç ve dış pazardaki yerimizi geliştirebilmek için yeni teknolojiler ve üretim teknikleri arayışına giren fabrikamızda MKS'de imal edilen Şişecam'ın ilk savurma yöntemi ile üretim yapan Savurma/1 makinası D fırını soğuk tamirinin sonuçlanması ile Ocak ayında sıcak test çalışmalarına başlamıştır. Mart ayında normal performansa ulaşan makina, şu anda şirketimiz için büyük bir satış potansiyeli oluşturmuştur. Savurma teknolojisi ile her boy kase ve tabak üretebilmek mümkündür. Pres tekniği ile üretilen boyutların üzerinde mamul elde edilebilmesi büyük bir avantaj olduğu gibi, aynı ebatla bir pres mamulünden en az 40 % daha az cam kullanması da önemli maliyet avantajı getirmektedir. Bunun yanısıra üretim adedi olarak kıyaslandığında, çift damla pres makinasında gerek boyut, gerekse ağırlık nedeni ile imal edilemeyen ürünlerde iki, bazı durumlarda üç misli daha fazla ürün elde etmek mümkündür.

Dünyanın belli başlı züccaciye üreticilerinin makina parklarını oluşturan üretim makineleri, üretim tekniği açısından en yaygın olarak üfleme, pres-üfleme ve pres makineleridir. Bu makineler ile kütleli üretime uygun, yüksek adetli ve yüksek verimli imalat yapmak mümkündür.

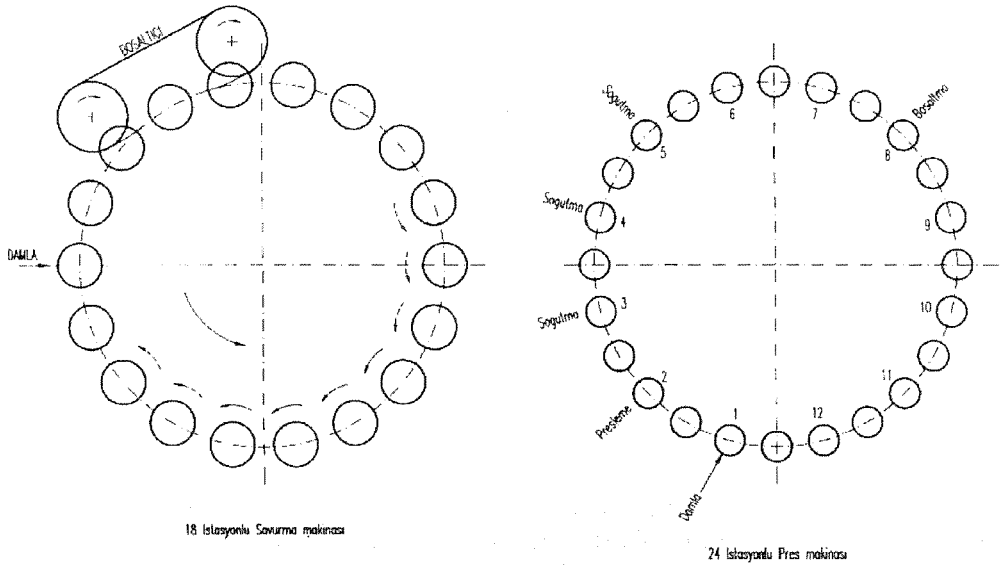
Üfleme ve pres-üfleme makineleri yapabildikleri mamuller açısından birbirleri ile benzerlik taşırlar. Bu tür makinelerde değişik ebatlarda bardaklar, ince cidarlı vazolar ve kapak türü mamuller üretilir. Pres üfleme makineleri, üfleme makinelerine göre çok daha yüksek miktarda ürünü yüksek randımanla üretebilirler, ancak üfleme makinelerinde üretilen mamullerin görüntü kaliteleri, presleme işlemi olmadığı için pres-üfleme makinelerine göre daha iyidir. Günümüzde pres-üfleme makineler çok daha yaygın olarak kullanılmakta ve sürekli olarak geliştirilmektedir. Şişecam bünyesinde bu gelişmelere paralel olarak ilk önce kendi pres-üfleme makinemizi imal ettik, arkasından da standart bir makinede dünyada ilk defa olarak kapasitenin 70 % kadar üzerindeki çapları üretebilecek makineyi tasarlayarak işletmeye aldık ve halen çalıştırmaktayız.

Günlük yaşantımızda kullandığımız cam tabak ve kaseler büyük çoğunlukla pres makinelerinde üretilmektedir. Bir diğer üretim yöntemi olan savurma sistemi ise makine üreticileri yüksek üretim kapasitesine sahip makineleri pazara sunamadıkları için avantajlarına karşın yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Paşabahçe Cam Sanayii olarak El Üretim fabrikamızda 3 istasyonlu savurma makinası ile başlayan üretim tecrübemizi Makina Kalıp Sanayii'nde üretimi 1993 sonunda tamamlanan tam otomatik 18 istasyonlu savurma makinası ile oldukça geliştirdik.

Savurma makinasında pres makinelerinde serbest şekil "free press" olarak üretilen her türlü düz tabak, oval tabak, büyük ve küçük kase türlerini üretebilmek

mümkündür. Ancak pres makinalarında üretilen bardakların ve derin gravürlü tabakların bu yöntem ile yapılabilmesi olası değildir. Pres makinaları ile savurma makinalarının şematik resimleri şekil 1'de verilmiştir. Pres makinasında üretim yapabilmek için, makinanın ebadına ve özelliklerine göre değişmekle beraber 12,16 veya 24 adet kalıp, 1 veya 2 adet mastor gereklidir. Bu sistemde damla (gerekten sıcaklık, şekil ve ağırlıktaki cam) kalıba düşer, bu esnada makina bir indeks hareketi yapar ve yüklenen kalıp sabit duran mastor silindirin altına gelir. Mastor istenen basınçta ve sürede kalıbın içindeki camı presler ve mamul oluşur. Diğer indeks hareketleri ile oluşan mamul soğutulur ve konveyör üzerine boşaltılarak (serbest şekilli mamul üretimi için) soğutma fırınına yüklenilir.



Şekil 1

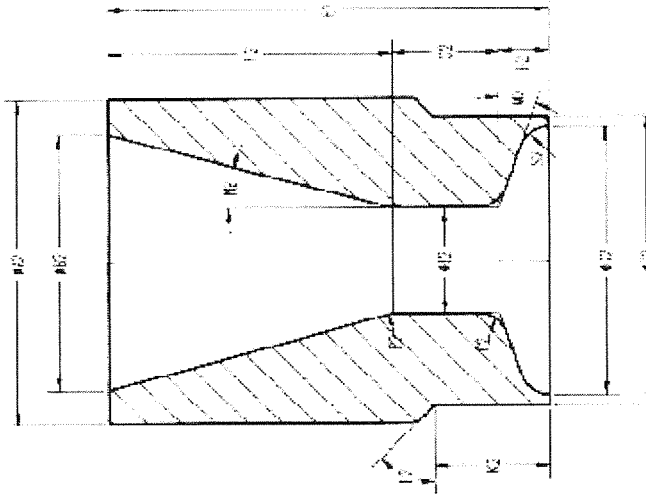
Savurma yöntemi ile üretim ise kalıba düşürülen damlanın istenilen süre ve hız ile döndürülerek santrifuj kuvvet ile mamul hale getirilme prensibine dayanır. Cam şekillendirmek için pres makinasındaki gibi mastor kullanılmaz, dolayısı ile çıkan ürünler daha temiz ve parlak olur.

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de D fırını soğuk tamirinin tamamlanılarak makinaların devreye alınması ile beraber D1 hattımızda savurma makinasının montajı tamamlandı. Yapılan soğuk test çalışmalarının ardından 06.01.1994 tarihinde sıcak test çalışmalarına başladık. Makinanın devreye alınması, üretim yapabilecek konuma gelebilmesi için bir mühendis, iki teknisyen, dört ustabaşı ve dört makinistten oluşan bir çekirdek kadro oluşturduk. Makina hiç karmaşık olmayan bir yapıda olmasına rağmen imalat yapım tekniği hakkında hiçbir deneyimimizin olmaması dezavantaj yaratıyordu. El üretim fabrikamızda 3 istasyonlu savurma makinesi çalıştırarak tabak ve kase üretimi yapmamıza rağmen makinaların arasındaki büyük yapısal farklar bilgi birikimimizin yeni makinaya uyarlanmasını engelliyordu.

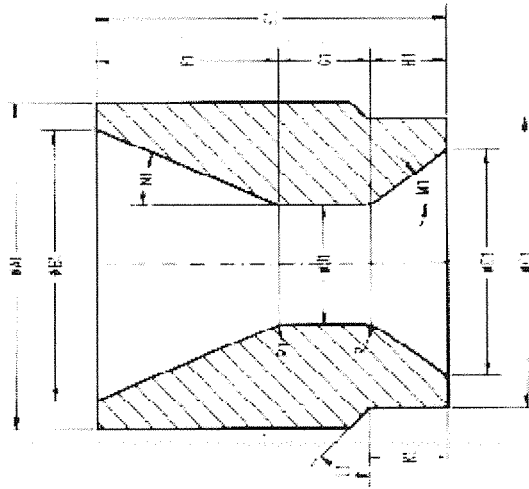
İlk sorun damlanın oluşumunda ortaya çıktı pres makinalarında 1000 ile 1180 derece santigrad arasında değişen damla sıcaklığı ile, yine alışılan "armut biçimli" damlayı

oluşturduğumuzda ortaya mamul çıkmadığını gördük. İlk üretime başladığımızda şamut çapı, makina devri, damla sıcaklığı ve mamul ağırlığını tam olarak belirleyememizin verdiği zorluklar sebebi ile uzunca bir süre uğraştık.

Sonuçta uygun damla sıcaklığı ve formunu bulduk ve her istasyonun üzerinde kendisine ait birer silindire bağlı olarak duran ve imalatın ağırlık ve çapına bağlı olarak değiştirilen, damlanın kalıbın merkezine düşmesini sağlayan hunilerin dizaynının doğru olmadığı kanaatine vardık. Başlangıçta kullandığımız huni ile yapılan çalışmalarda damla merkeze düşmesine rağmen düzgün yayılmıyordu.



Nihai huni formu



Baslangıçta kullanılan huni formu

Şekil 2

Denemeler sonucunda nihai huni şeklini bularak damlanın yayılmasının düzelmesini sağladık. Aynı zamanda değişik ağırlıklardaki mamuller için dizayn kriterleri konusunda belirli matematiksel formüller çıkararak zaman kazanımı (huni tasarımı) sağladık (şekil 2).

350 gramdan daha ağır mamullerin denemelerine geçtiğimizde mevcut hunilerin bu mamullerin üretimi için yeterli olmadığını gördük ve huni tutucuları ile hunilerde yapısal değişiklikler yaptık.

Hunilerin kalıbın tam merkezine göre ayarlanması mamullerin düzgün ve kaliteli çıkması için şarttır. Bu amaçla huni tutucu braketlerinde yapılan değişiklikler ile ayar işlemini basitleştirdik. Makinada bulunan 18 adet istasyonun herbirinin arası elektronik olarak 1000 eşit parçaya bölünmüştür. Makina kumanda panosunda bulunan ekran vasıtası ile aşağıdaki tabloyu görmek ve değerleri değiştirebilmek mümkündür. Bu sayede değişik üretim parametrelerini kısa aralıklarla makinarya uyarlayarak değişimin neticelerini kolayca görebildik.

Savurma imalatının ilk aşamasında huni silindirleri aşağı indikten sonra damla kalıba düşer ve huni yukarı çıkar. Bir müddet sonra kalıp hızı ve süresi ayarlanarak (tablo 1) dönme işlemi başlar ve mamul belirli bir süre içinde oluşur. Mamullerin özellikleri (boy, çap, ağırlık, cidar kalınlığı) bu aşamalarda belirlenir. Daha sonra mamuller soğutulur. Makina ilk devreye alındığında mamul soğutma makinasının dışından 2 m boyundaki bir manifold'da fan havası uygulanılarak yapılıyordu.

İmalat No:		Bekleme Zamanı	
Huni Aşağı		Hızlanma Zamanı	
Huni Yukarı		Sabit Hız Zamanı	
Su Açık		Yavaşlama Zamanı	
Su Kapalı		Kalıp Hızı	
Hava Açık		Makina Hızı	
Hava Açık		Feeder Makina Açık Farkı	

Tablo 1

Mamul No	Devir (d/d)	Arttırılmış Devir (d/d)	Devir Artış Oranı %
10221	52	72	38.5
10222	44	55	25.0
10223	40	50	25.0
10226	50	68	36.0
10227	50	67	34.0
10231	40	54	35.0

Tablo 2

Zamanla bu soğutmanın yetersiz olduğunu gördük ve yapılan gelişme toplantıları neticesinde mamul soğutmayı makinasının içinden (her istasyon için bir soğutma

manifoldu olacak şekilde) yapmayı kararlaştırdık. Bu sistem ile istediğimiz kadar ve istediğimiz zaman soğutma yapabilme imkanına kavuştuk. Yaklaşık iki ay zarfında sistemi makınaya uygulayabildik. Bu sayede oldukça büyük devir artışları elde edebildik. (tablo 2)

şekillendikten sonra soğutulan mamul (take-out) boşaltıcı tarafından makinadan alınarak konveyöre konur ve direkt olarak soğutma fırınına ve pakete gider. Makina ile birlikte devreye aldığımız take-out mekanizmasının kase tipi derin mamulleri alabilmek için yeterli olacak nitelikte olmadığını gördük. Yapılan geliştirme toplantılarının neticesinde makina ile noktasal temas sağlayan değil, 30 derece boyunca makina ile birlikte giden yeni bir boşaltıcı yapılması kararlaştırıldı. Üç aylık bir çalışmadan sonra sistem devreye alınarak kase üretimlerine başlandı ve tabak türü mamullerin de verimleri arttı.

Savurma makinasında kalıpların soğutulması su ve hava ile yapılabilir. Ancak artan devirler ile su soğutması 100% olarak uygulanmaktadır.

şu anda savurma makinamızda "GELİNCİK" serisinin üretimine devam etmekteyiz. Makinanın fizibilitesine esas teşkil eden değerleri alırken gelincik imalatının eşdeğeri kabul ettiğimiz, rakip firmanın devir ve verim değerlerini ele geçirmiştik. Buna göre tablo 3'de görüldüğü gibi yaklaşık ağırlık, devir ve verim olarak başlangıçta koyduğumuz hedefleri geride bırakmanın mutluluğunu yaşıyoruz.

AĞIRLIK (gr)		DEVİR (d/d)		GÜNLÜK ADET	
FİİLİ	ÖNGÖRÜLEN	FİİLİ	ÖNGÖRÜLEN	FİİLİ	ÖNGÖRÜLEN
150	155	72	60	93312	80000
365	360	55	55	69696	70000
640	725	50	40	57600	50000
950	930	36	30	41472	35000
1550	1570	25	21	28800	24000
260	245	68	51	89424	65000
520	565	54	40	68428	50000
920	870	40	30	46080	35000

Tablo 3

Savurma mamulleri, pres mamulleri ile benzer oldukları için karşılaştırdığımızda devir,verim ve günlük adet olarak ortaya çıkan netice tablo 4'de verilmiştir.

Çıkan netice irdelendiğinde mamul boyutları büyüdükçe üretilebilen miktarlar arasındaki fark oldukça artmaktadır. Bunun doğal neticesi olarak makinanın günlük getirisi aynı ebattaki mamullerde yüksek miktarlara varmaktadır.

Savurma makinasında ilk sekiz ay boyunca ilk iki ayı sıcak test çalışması halinde geçmesine ve iyileştirme çalışmaları beşinci ayda tamamlanmasına rağmen, tamamı

satışa yönelik 10.117.159 adet mamul (3890 ton) üretilmiştir. Piyasada gelincik serisine görülen ilgi hepimize güç ve sevk katmıştır. 1995 yılında öngörülen 29.000.000 adet imalat sayısını gerçekleştirmek için çalışmalarımıza hız vermekle birlikte 1996 yılı için öngörülen 58.000.000 adet üretimi tek makina ile gerçekleştirmek mümkün olmayacağı için ikinci savurma hattını önümüzdeki yıl tamamlayabilmek amacı ile yatırım programında öngörmekteyiz.

Mamül No	İmalat Şekli	Boy mm	Çap mm	Ağırlık gr	Devir (d/d)	Günlük Üretim Adedi	Günlük Satış Hasılatı TL x 1000	Hasılat Farkı 1000 TL
10226	Savurma Tabak	20	195	260	71	92016	850000	365000
54018	Pres Tabak	20	190	310	36	46656	485000	
10227	Savurma Tabak	30	210	320	69	89424	935000	450000
54821	Pres Tabak	36	210	465	28	36288	485000	
10231	Savurma Tabak	25	270	520	54	68428	1225000	955000
54728	Pres Tabak	25	275	670	17	22320	470000	
10233	Savurma Tabak	30	320	920	40	46080	1560000	900000
54832	Pres Tabak	28	334	1100	15	19440	660000	
10221	Savurma Kase	53	125	150	72	93312	645000	-65000
53811	Pres Kase	55	125	165	70	90720	700000	
10223	Savurma Kase	92	230	640	50	61920	1900000	630000
54024	Pres Kase	95	245	950	25	32400	1270000	
10224	Savurma Kase	103	265	950	36	41472	1650000	Pres Olarak
10225	Pres Kase	120	305	1550	25	28800	1530000	Eşdeğeri Yoktur

Tablo 4

C3 HATTINA IS-8 MAKİNASI YAPIMI VE MONTAJI

Sami SAY

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de C3 hattı ağırlıklı olarak penisilin üreten Emhart EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-6 makinasına sahip idi. Hat bu yapısı ile 10 cc penisilin dışındaki küçük reçel ve bal kavanozlarını da üretme mecburiyeti olmasına rağmen, zaman zaman yurt içi ihtiyacımız olan penisilini dahi zor karşılamakta ve diğer ürünleri ise kapasite yetersizliği yüzünden üretmekte zorlanır durumdaydı.

Bu zorlanmalar, eldeki mevcut olanakları kullanarak, eksikleri ise yurt içi ve yurt dışından temin ederek ve buna Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'nin bilgi birikimini de katarak bir adet Emhart EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-8 makinası yapımı fikrini doğurdu.

Yapılan ön çalışmalarla, hat, teknik karakteristikleri yönünden, FIH'tan paketleme makinasına kadar incelendi ve çok ciddi dar boğazların olmadığı, olanların ise tarafımızdan aşılabacağı görüldü.

Bunun üzerine gerekli projeler çizildi, eksiklikler saptandı. Yurt içi ve yurt dışı siparişlere geçilerek ihtiyaçlar temin edildi.

Daha sonra ise C3 hattındaki IS-6 makinası demonte edilerek yerine temin edilen parçalarla tarafımızdan yapılan IS-8 makinası monte edildi. Monte edilen bu makina ise 8/9/1993 tarihinden bu yana çalışmaktadır.

1. GİRİŞ

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de C3 hattı penisilin ve küçük reçel kavanozlarının iç ve dış pazar taleplerini karşılamak üzere kurulmuş Emhart EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-6 D.G üretim yapan bir hat idi.

Hat bu yapısı ile ortalama 230.000 Adet/gün penisilin ürettiğinden sadece 6.000.000 Adet/ay'lık ihtiyacı karşılayabilmekte hatta bazı dönemlerde talepleri süresinde karşılayamamakta ve küçük reçel kavanozlarını da üretmekte zorlanmaktaydı. Bu nedendir ki 1993 yılı iş programında yurt dışı talepleri kapasite yetersizliğinden dolayı karşılanamadı ve taleplerin tamamına yakını yıl sonuna kaydırıldı. Hat'tın bu yapısı ile yapılan hesaplamalarda 1994 yılı penisilin taleplerini de karşılayamayacağı görülmüştür.

Bu zorunluluklar makina kol sayısının artırılmasını gündeme getirmiştir. Ancak, yeni veya recondetion bir IS-8 makina alımı hem uzun zamanda gerçekleşecek hem de yatırım maliyeti yüksek olacaktır. Ayrıca C3 hattındaki IS-6 makinasına 1993 yılında C bakımı yapılacak bakım harcamaları içinde yaklaşık 1.000.000.000 T.L'sı harcanacaktı. Bütün bunlar değerlendirilerek yerli ve yeni bir şase imal ettirilerek veya Emhart'tan bir çıkma şase satın alınarak TK ve MKS'deki atıl makina, section box ve yedek

parçalar değerlendirilerek bir IS-8 makinası yapımı için çalışmaların başlatılmasına karar verildi.

2. ÖN İNCELEME, TESPİTLER VE YAPILAN İŞLER

Hattaki tüm makina ve sistemlerin, F/H tan, paketlenme makinasına, kadar mevcut durumları saptanarak çalışmalara başlandı. Bunlar sırası ile;

1. Cam ve makina seviyelerinin incelenmesi ve yapılan işler.
2. F/H karakteristiklerinin incelenmesi ve yapılan işler.
3. Feeder karakteristiklerinin incelenmesi ve yapılan işler.
4. Üretim makinası ve grubunun incelenmesi ve yapılan işler.
5. Soğutma fırını karakteristiklerinin incelenmesi ve yapılan işler.
6. Soğutma sonu makinalarının karakteristiklerinin incelenmesi ve yapılan işler.

2.1 Cam ve Makina Seviyelerinin İncelenmesi ve Yapılan İşler

C Fırını metal seviyesinin 42.000 mm kotunda olduğu ve aynı fırının C4 hattında Emhart EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-8 makinası çalıştığından cam ve makina seviyesinden kaynaklanan problemlerin olmadığı görüldü.

2.2 F/H Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Yapılan İşler

Mevcut F/H'nin 12' 7 1/2" KUHT tipi ve 0-10 ton/gün kapasiteli olduğu, ağırlıklı olarak üretimi yapılan penisilin şişesi için 6 kollu makinadan 4.8 ton/gün cam çekildiği görülmüş 8 kollu makinada ise bu değer 6.4 ton/gün olacağından F/H kapasitesinde uygun olduğu görülmüştür. Daha büyük gramajlı üretimlerde ise kol düşürülerek üretime devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Ancak F/H dikmeleri 8 kollu makinanın konulmasına engel olduğundan gerekli tadilatlar yapılarak IS-8 makinasının yerleştirilmesine zemin hazırlanmıştır.

2.3. Feeder Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Yapılan İşler

Mevcut feeder 144 type std. feederdir. Bu feederin kapasitesi 0-20.4 ton/gün cam ve 7-170 gr/damla D.G cam verebildiğinden feederin dar boğaz yaratmadığı görülmüştür.

Ancak feeder ve makas mekanizmalarının C bakımı yapılarak lincoln, makas suyu ve G.D soğutma suyu devreleri yeniden çekilmiştir.

2.4. Üretim Makinası ve Grubunun İncelenmesi ve Yapılan İşler

Mevcut makina ve grubunun ;

Emhart EF tipi IS-6 4 1/4" merkez mesafeli 3" Gob Distürbitör'lü, hidrolik yastıklama'lı, Futronik elektronik zamanlama'lı (Elektro pnömatik valf blok'lu), Maul elektronik itici'li, sessiz zincir'li ve dişli'li IS-6 makina konveyör'lü, Shepee tahrik sistem'li, transfer mekanizmasının olmadığı ve Powers staker'li olduğu görüldü.

Hedeflenen makina ve grubunun ise;

Emhart EF tipi IS-8 4 1/4" merkez mesafe'li, 3" Gob Distürbitör'lü, hidrolik yastıklamalı, Futronik elektronik zamanlamalı, Maul elektronik itici'li, sessiz zincir ve dişli'li, IS-8 makina konveyör'lü, Shepee tahrik sistem'li, Shepee transfer mekanizma'lı ve Shepee mekanik staker'li olmasına karar verildi.

Hedeflenen makina ve grubunun yapılabilmesi için hatta çalışan mevcut 6 kollu EF tipi makina ve grubunun dışında ana kalem olarak Topkapı Şişe A.Ş'de;

2 Adet Section box;
1 Adet Futronik elektro pnömatik valf blok;
2 Adet Emhart elektro pnömatik valf blok;
3 Adet Hidrolik yastıklamalı Take-Out mekanizması;
2 Adet Hidrolik yastıklamalı Invert mekanizması;

1 Adet 3" merkez mesafeli Gob Distürbitör sistemi ve braketi;
ve 1 Adet Emhart EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli mekanik valf blok'lu, kepçe'li, IS-6 makinasının da MKS'de olduğu görüldü.

Seçilen hedefler ve yapılan tespitler sonrasında ise makina ve grubu için sırası ile şu işler yapıldı.

2.4.1 B Fırını soğuk tamiri sırasında B3 hattından sökülen ve daha sonra A1 hattına monte edilen EF tipi IS-8 4 1/4" merkez mesafeli makinanın döküm olan ana şase resimleri çizildi.

2.4.2 Frame'in Türkiye'de sıhhatli dökülemeyeceği tespit edilince IS-10 kol'lu makinanın yapısından esinlenerek frame için platinadan yapılmak üzere yeni resimler çizildi. Gerekli prosedürler tamamlanarak bir adet EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-8 makinası için frame, upright'lar ve beam imal ettirildi.

2.4.3 Özellikle frame'in işlenmesi sırasındaki, teknik zorluklardan dolayı meydana gelecek gecikme dikkate alınarak makina planlanan zamanda yetiştirebilmek için Emhart'tan bir adet kullanılmış EF tipi 4 1/4" merkez mesafeli IS-8 frame'i, upright'lar beam satın alındı. (Makina yapımında bu şase kullanılmıştır.)

2.4.4 Emhart'tan gelen ana şase'de oluk bağlama braketleri olmadığı için imal ettirildi ve monte edildi.

2.4.5 IS-8 makinasında C3'te çalışan IS-6 makinasının oluk braketleri 2-7 kollarında kullanıldı, 1-8 kollarında ise yedeklerden kesilip kaynatılarak yeni oluk braketleri yapıldı.

2.4.6 C3 makinasına daha önce B3'ten çıkarılan 3" merkez mesafeli Gob Distürbitör ve braketi kullanıldı.

2.4.7 Section box'ların üst yüzeyleri frezede 0.6 mm alınarak kalıp kolu braketlerinin yerine iyi oturması sağlandı.

2.4.8 Section box'larda hidrolik yastıklama ve on-off kontrol sistemleri için gerekli

değişiklikler yapılarak iç boru devreleri tamamen değiştirildi.

- 2.4.9** Mekanik valf blok mekanizmaları Elektro pnömatik valf blok mekanizmalarına dönüştürüldü.
- 2.4.10** İki takım E.P.V.B ve kumanda panosu ilaveleri için gerekli parçalar sipariş ve temin edildi.
- 2.4.11** Hazır hale getirilen valf bloklara C3'ten çıkan 6 Adet ve Futronikten temin edilen 2 Adet E.P.V.B. kartları ve kapakları monte edildi.
- 2.4.12** Kalıp açma-kapama, plunger, tampon, huni, süflaj mekanizmaları ile ebişör ve finişör tarafı kalıp kolu braketleri 6 takım M.K.S'den alınan makinadan, 2 takımında C3'teki makinadan alınarak ve C bakımı yapılarak monte edildi.
- 2.4.13** İnvirt ve take-out mekanizmaları 6 takım C3 makinasından alınıp C bakımı yapılarak ve 2 adet'te yedeklerden temin edilerek monte edildi.
- 2.4.14** 8 Adet neck-ring mekanizması hidrolik yastıklamalı olacak şekilde mevcut yedeklerden toplandı ve monte edildi.
- 2.4.15** 8 Adet müldefon mekanizması makinaların vakumlu hale getirilmesi çalışmaları çerçevesinde yeni imal ettirilerek monte edildi.
- 2.4.16** Take-out mekanizmaları sabitlendi.
- 2.4.17** Upright'lar ve manifoldlar için gerekli boru, regülatör, trip, selenoid valf, manometre, filtre ve fitting gibi malzemelerin tespiti yapıldı, sipariş ve temin edildi.
- 2.4.18** Geniş tip upright'ların iç boru devreleri tarafımızdan dizayn ve monte edildi.
- 2.4.19** Mandren ve persaj hava borularının çapları 1/2" 'ten 5/8" 'e çıkartılarak basınç kayıpları azaltıldı.
- 2.4.20** Ebişör açma kapama mekanizması, invert ve revert hava manifoldu yeni imal edildi. (60x130mm)
- 2.4.21** Valf blok çalıştırma havası manifoldu yeni imal edildi. (130x130mm).
- 2.4.22** Pilot havası manifoldu mevcut eklenilerek kullanıldı. (60x60mm).
- 2.4.23** Finişör tarafı vakum manifoldu mevcut eklenilerek kullanıldı.(50x100mm).
- 2.4.24** Finişör açma kapama ve süflaj mekanizması çalıştırma havası manifoldu mevcut eklenilerek kullanıldı. (50x100mm).
- 2.4.25** Süflaj havası manifoldu yeni yapıldı.Konveyörün altından alınarak mekanizmaların üzerine konuldu. 3/2 konumlu 24 V DC normalde kapalı

valflerle valf bloktan elektrikle kumanda edilerek süflaj havasının devrede kalma dolayısı ile üfleme zamanı arttırıldı.(100x100mm).

2.4.26 Tampon yerleştirme ve çalıştırma havası manifoldu mevcutlar eklenilerek kullanıldı. (50x100mm).

2.4.27 Kafa soğutma havası kollektöründen branşmanlar bırakıldı vanalar takıldı.

2.4.28 Tüm Lincoln devreleri yeni yapıldı.

2.4.29 Hat üzerindeki Hidrolik yastıklama tankı kullanıldı, yalnız IS-8 için yeni bir kollektör imal edildi.

2.4.30 8 Adet yeni kalıp soğutma klapesi imal ettirildi.

2.4.31 Mevcut makinanın kalıp soğutma kanallarına, IS-8'e uygun kanal imal ve monte ettirildi.

2.4.32 Çalışma havası bünyesindeki ve tahliye olduğunda zemine yayılan lincoln yağları ile devreden kaçan hidrolik yastıklamalı mekanizma yağlarının makina katına yayılmaması için 10 mm platinadan makina altına bir tava yapıldı.

2.4.33 Makina konveyörü için;

- İki ayrı IS-6 makina konveyörü kesilip kaynak edilerek 1 Adet IS-8 makina konveyörü elde edildi ve üstü planya edildi.
- Konveyör yedekler de kullanılarak elektronik itici'li ve sessiz zincirli hale getirildi.
- Elektronik itici motorlarını sıcaktan korumak için bir hava kollektörü yapılarak her bir motor ayrı ayrı soğutuldu.

2.4.34 Ware transfer; yedeklerdeki 1 Adet W/T bakımı yapılarak ve 32 tırnaklı hale getirilerek monte edildi. (Yalnız bu transfer ile penisilinde başarılı olunamadı.)

2.4.35 Staker; Powers staker yerine bakımı yapılan Sheppee mekanik staker konuldu.

2.4.36 Makinalarda Sheppee'nin mevcut tahrik sisteminin yeterli olduğu görüldüğünden bakımı yapılarak yerine monte edildi.

2.4.37 Ve bütün bu hazırlıklar yapıldıktan sonra makina 26/9/1993-8/9/1993 tarihleri arasında kapatılarak 12 günde IS-6 makinası söküldü yerine IS-8 makinası monte edildi ve 8/9/1993 tarihinden beride üretime devam etmektedir.

2.4.38 Tüm malzeme alımları ve fazla mesailer için gerekli ödemeler yapılmıştır.

2.5 Soğutma Fırını Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Yapılan İşler

- Mevcut soğutma fırını CNUD 150/40 tipi açık alevli 4 beklili 264.000 Kcal/h kapasiteli ve 2.5 m 2 Ad. izolasyonlu ve sirkülasyonlu kasası olan toplamda 22.800 mm boyunda idi.

- Yapılan hesaplama sonucu bu soğutmanın IS-8 makinasına cevap veremeyeceği görüldü.
- İhtiyaç duyulan kasalar ise daha önce B2 hattından sökülen aynı karakterdeki 2 Ad. kasa ile karşılandı.
- Soğutma tahrik redüktörünün kapasitesinin her iki durumda da yeterli olduğu görüldü.
- Soğutmaya yeni Mary-land tipi tel band takıldı.
- Soğutmaya 8 bekli yakma sistemi için yeni soğutma panosu yapıldı ve tüm elektrik, elektronik kabloları yenilendi.

2.6 Soğutma Sonu Makinalarının Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Yapılan İşler

- Soğutma sonunda Dawson tipi single-liner, Gronomayer tipi soğutma sonu konveyörleri, 12 cepli R-210 mm radius'lu Starwheel, 3/4"-2" çapındaki şişeleri kontrol edebilen ve max. 252 şişe/dak. hızlı CO makinası ile 54.25 mm çapındaki ürünlerde 242 Adet şişe/dak. paketleme yapabilen bir PLM makinası vardı. Bunlardan single - liner, hat konveyörleri ve PLM'de kapasite yetersizliği görülmemiştir. Ancak CO makinası IS-8 makinasında üretilecek 256 Ad. şişe/dakika'yı kontrol edemeyeceğinden yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle A1 hattı için yeni sipariş edilen 24 cepli mini CO makinası ile C3 hattındaki mevcut CO makinasının yer değiştirilerek; (ki bunun kapasitesi 272 şişe/dakika'dır.) CO problemi bu şekilde çözülmüştür.
- Ayrıca hat konveyörleri de sökülerek bakımı yapılmış ve yeni hat dizaynı çerçevesinde monte edilmiştir.
- PLM makinası bakımı yapılmıştır.

3.YENİ DURUMUN İZLENMESİ VE İRDELENMESİ

3.1 Yatırım Tutarı

IS-8 makinası için yapılan iç-dış harcamalar ve fazla mesailer'de yapılan işçilikler dahil olmak üzere; fiili harcamalar, öngörülen harcamalar tutarının altında kalmıştır.

3.2. Üretim ve Kalite

- IS-6 ve IS-8 makinaları ile yapılan üretimler ve kalite değerleri mukayese edildiğinde; üretim açısından makina bazında % 33 artış sağlanmıştır.
- IS-6 makinası Nisan-Mayıs-Haziran 1993 ayları toplam üretimleri ile IS-8 makinası Ekim-Kasım-Aralık 1993 ayları (3'er aylık) toplam üretimleri mukayese edildiğinde;
- 3 Aylık sürede toplam üretimler mukayese edildiğinde aynı hattan IS-6 ile çalışırken 5 ürün 7 imalat değişikliği ile 20.221.545 adet net üretim yapılırken, IS-8 ile 8 ürün 9 imalat değişikliği olmasına rağmen 24.624.220 adet net üretim alınmıştır. Bu da %21.77 'lik bir artış getirmiştir.
- Bu artış müşteri taleplerinin karşılanmasındaki dar boğazı ortadan kaldırdığı gibi maliyetlerimizde de % 2.8'lik bir düşüş sağlamıştır.

Toplam hata oranlarına bakıldığında ise;

IS-6	% 14.6	
IS-8	% 14.4	olduğu görülmüştür.

IS - 6 MAKİNASI			IS - 8 MAKİNASI		
1993 NİSAN - MAYIS - HAZİRAN			1993 EKİM - KASIM - ARALIK		
KALIP NO	NET KG	NET ADET	KALIP NO	NET KG	NET ADET
142210	73.814	785.532	142210	73.882	786.009
620405	37.530	387.990	141004	46.749	680.350
700502	72.799	2.382.345	700502	114.095	3.712.716
700301	39.408	1.538.496	700301	49.231	1.920.672
700101	271.729	15.127.182	700101	283.420	15.815.22
			141002	31.510	611.489
			504205	30.343	416.816
			713201	27.863	680.840
TOPLAM	495.280	20.211.545	TOPLAM	657.093	24.624.220
	7 İMALAT DEĞİŞİMİ			9 İMALAT DEĞİŞİMİ	

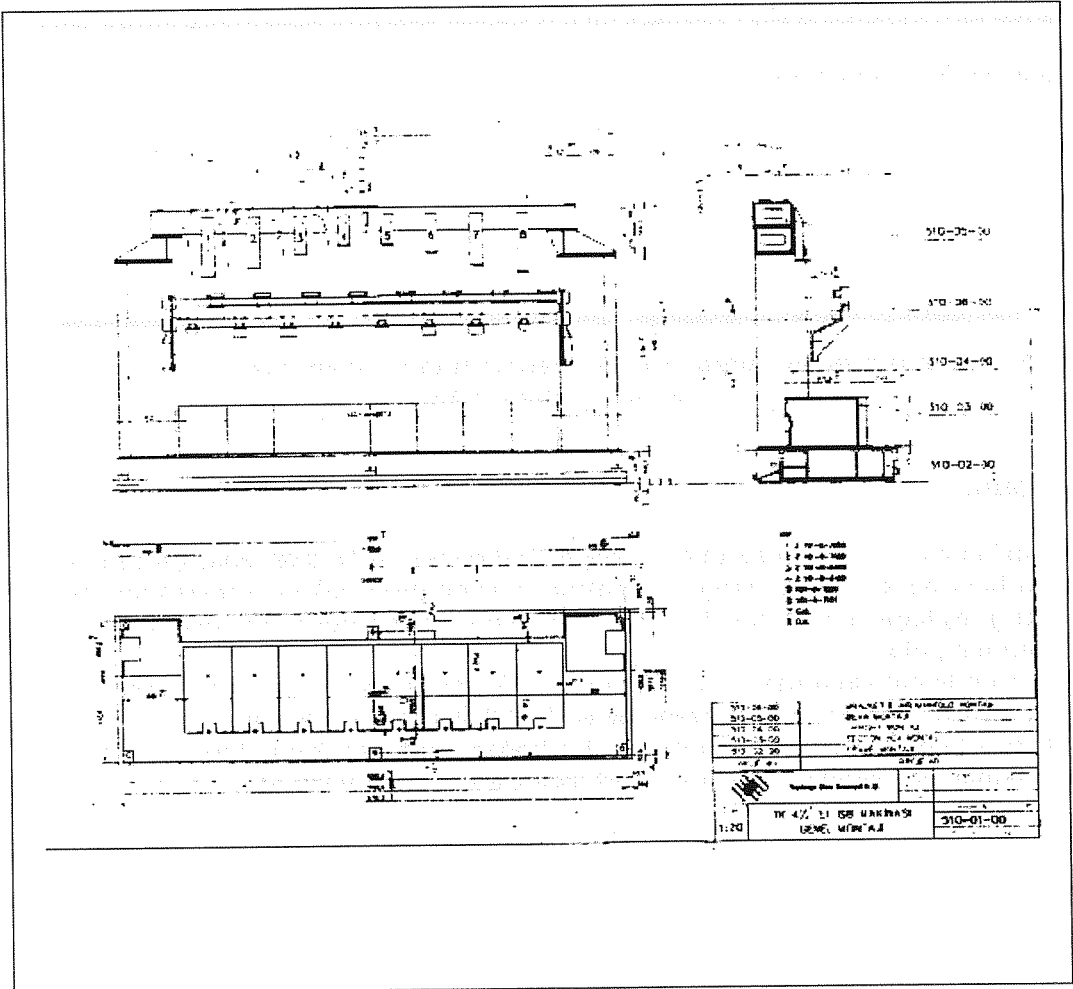
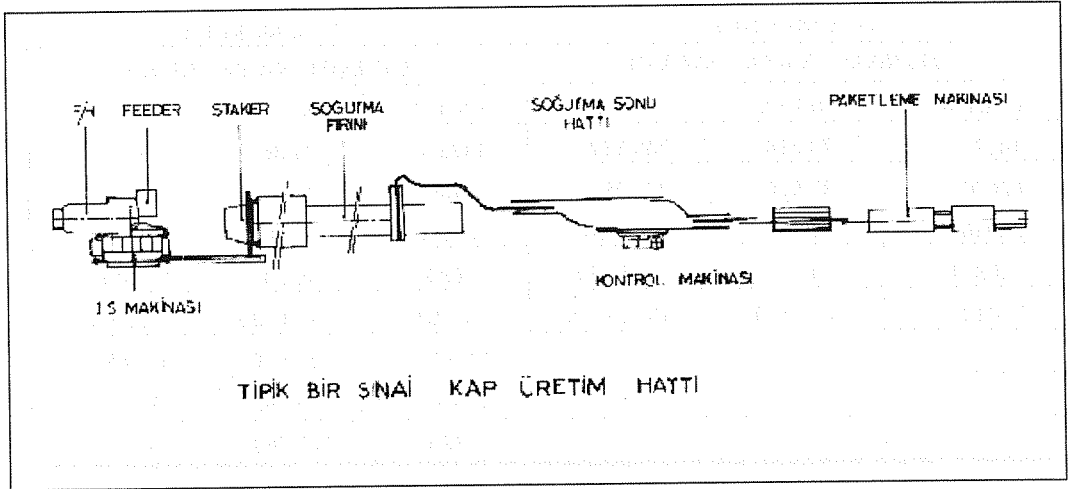
Kabul edilen ürünlerdeki hata oranları ise;

	KNS	IS-6	IS-8
KRİTİK HATA %	0.0	0.0	0.0
BÜYÜK HATA %	1.5	0.41	0.47
KÜÇÜK HATA %	4.0	0.33	0.53

3.3 Yatırımın geri dönüş süresi = Toplam yatırım tutarı/Toplam kazanç
= %67 Yaklaşık 8 Ay'dır.

4. SONUÇ

- Yapılan bir yatırımla mevcutlar da değerlendirilerek ve TK Şişe sanayii A.Ş.'nin bilgi birikimi de katılarak Emhart firmasının recondetion bakım çerçevesinde teklif ettiği eşdeğer bir EF tipi 4 1/4" IS'8 makinası daha düşük bir fiyatlameydena getirilmiş oldu.
- Bu suretle hat kapasitesi % 33 arttırılmış ilk 3 aylık çalışma sonucu fiili üretimde % 21.77 artış kaydedilmiş maliyetlerde ise % 2.8'lik düşüş sağlanmıştır.
- Ayrıca taleplerin karşılanmasındaki dar boğazın ortadan kaldırılmasının yanı sıra makinanın kendisini 8 ay'da amorti edebileceği tespit edilmiştir.



H-28 MAKİNALARINDA BÜYÜK MAMUL ÜRETİMİ

Selçuk ÖZER - Sinan ULUFER
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET:

Pres üfleme makinalarında üretilebilen mamul boyutlarını 65 % büyütebilmek için projelendirilen ve 7. Cam Problemleri Sempozyumu'nda sunuşu yapılan 9" H28 makinası 1992 yılı Ağustos ayından itibaren Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de C fırınında üretim yapmaktadır. Züccaciye üretiminde devir ve verimi en yüksek imalat türlerinden biri olan H28 üretim makinalarında 185 mm çap büyüklüğünde mamul yapabilmemiz neticesi el üretim fabrikasında yüksek maliyet ile üretilmesi zorunlu olan birçok mamulü otomatik olarak üretebilme şansı bulunmuştur. Halen 44 adet kalıp setimiz bulunmakta olup, 1993 yılında yaklaşık 4.650.000 adet büyük mamul üretimi gerçekleştirilmiştir. Yedinci sempozyumda verilen bilgileri tamamlayabilmek amacı ile bu kez makinada üretim esnasında ve mamullerde ortaya çıkan sorunlar ve giderilmesi için yapılan çalışmalara yönelik bilgiler verilecektir.

GİRİŞ

Pres üfleme üretim tekniği ile büyük mamul üretimi için Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de geliştirilen makina 1992 Ağustos ayında seri üretime başlamıştır. Bu bildiriye makinanın ve mamullerin geliştirilmesi, makinanın özellikleri, diğer makinalardan farklılıkları ve avantajları, üretilen mamuller, ortaya çıkan problemlerin nasıl çözüldüğü ve devam eden geliştirme çalışmaları hakkında bilgi verilecektir.

PRES - ÜFLEME ÜRETİM TEKNİĞİ

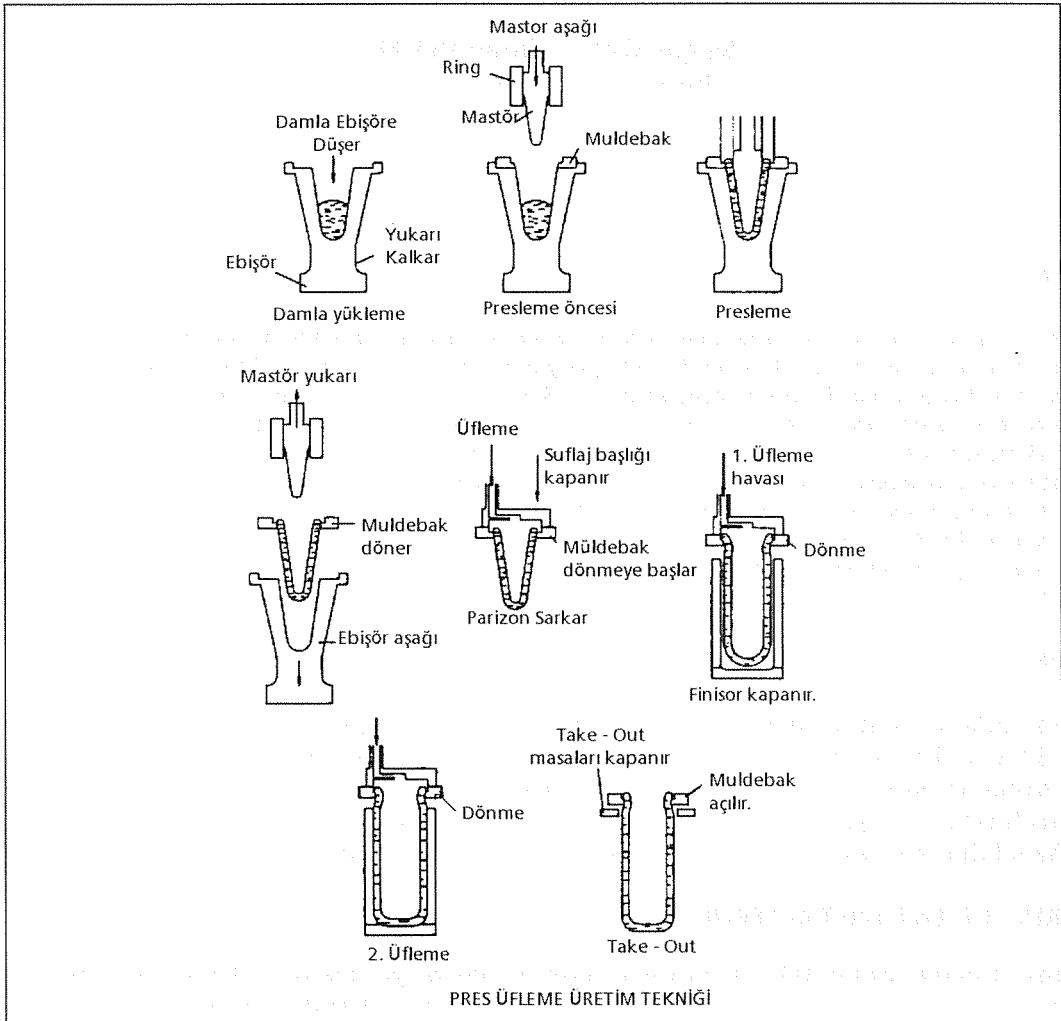
Pres - üfleme üretim tekniği züccaciye üretiminde yaygın olarak kullanılır. Bu üretim tekniğinin prensibi şekil 1'de gösterilmektedir. Feeder mekanizmasında şekillendirilen ve makaslar ile kesilen damla ebüşöre düşürülür. Ebüşör silindiri yukarı kalkar, Mاستor silindiri aşağı iner, preslenen damla yukarı doğru ilerleyerek müldebak ve ring adı verilen bölgeyi doldurur. Daha sonra silindirler ayrılır, müldebakta asılı kalan cam aşağı doğru sarkar.

Müldebak dönmeye başlar, süflaj başlığı kapanır, kalıp kolu kapanır ve sırasıyla 1. üfleme, 2. üfleme havası verilerek mamul şişirilir. Kalıp kolları açılır, müldebak dönmesi durur ve kam yardımı ile müldebak damakları açılır. Aynı anda kapanan take-out maşaları ile mamul yakalanır ve daha sonra banta bırakılır.

Bantta da soğutulan mamul, yükleyici kolları yardımı ile yakalanır, ters çevrilir ve kesme makinasına yüklenilir. Kesme işleminden sonra bantlar, aktarıcı ve itici yardımı ile mamul soğutma fırınına verilir.

GELİŞİM

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de ilk H28 pres üfleme makinası 1959 Kasım ayında



Şekil 1: Pres Üfleme Üretim Tekniği

çalışmaya başlamıştır. Daha sonra 1969'da ikinci makina, 1972'de ise üçüncü makina devreye alınmıştır.

H28 Makinaları ile 1960 - 1980 yılları arasında yalnızca çay ve su bardakları üretilmekteydi. O yıllarda kullanılan 5" kalıp kolları ile maksimum çapı 100 mm, maksimum boyu 150 mm olan 34 çeşit mamul üretiliyordu, bunlardan 10 çeşidi sürekli işlem görüp satılıyordu.

1980 - 1990 yılları arasında devam eden Avustralya C. Corning firması ile yapılan teknik işbirliği anlaşmasının yardımı ile maksimum mamul çapı 120 mm'ye çıktı. Makina güvdesi, take-out ve kesme makinasında yapılan değişiklikler ile en uzun mamul boyu 245 mm değerlerine ulaştı. Yine bu dönemde teknik işbirliği anlaşması yardımı ile tablalı - ayaklı ve sabit üfleme mamullerinin üretimine başlandı. Ayrıca kendi geliştirdiğimiz kapak üretimi ile birlikte bu dönemde mamul çeşidi 140'a çıktı.

1988 yılında, 120 mm'den daha büyük çapta mamul üretimi için gerekli kalıp kolu

mekanizmasının tasarım çalışmalarına başlandı. Önceleri 8" kalıp kolu, özel müldebak braket ve büyük ebüşör portu yapıldı. İlk deneme kolu 1990 yılında tamamlanarak, El Üretim Fabrikasında , robotun hazırladığı cam makas ile kesilerek ve zaman ayarlı selenoid valfler yardımı ile triplere kumanda edilerek ilk büyük mamul üretimi gerçekleştirildi. Aynı yıl bayram duruşunda prototip kol mevcut makinalarımızdan birinin gövdesine takılarak kalıp kolunun, take out kolu ile uyumlu çalışması için gereken kontroller ve değişikliklerin yapılması sağlandı. Bir sonraki aşama olarak kollarda daha uzun mastor ve ebüşör kullanımı için değişiklikler yapıldı. 8" kalıp kollarına ilave olarak 9" kalıp kolları da geliştirildi ve 185 mm çapında mamul üretimi sağlandı. Ayrıca kesme makinasının kapasitesini 280 mm boy ve 185 mm çapta mamulu kesecek şekilde arttıracak dizayn değişiklikleri yapıldı.

1992 yılının ilk yarısında Makina-Kalıp Fabrikasında gerekli makina parçaları üretilirken fabrikamızda ilk 20 mamul için denemeler gerçekleştirildi ve kalıp parçalarının üretimine başlandı. Makinanın montaj işlemleri yaklaşık 2 ay sürmüştür.

C Fırını soğuk tamirinin bitimi ile 9" pres üfleme makinası Ağustos 1992'de devreye alınmıştır. Makina 12 kollu , kesme makinası 24 kolludur.

DiğER MAKİNALAR İLE KARŞILAŞTIRILMASI:

Standart bir H28 makinasında üretilebilecek maksimum çap 5" kalıp kolları ile 100 mm iken Şişecam yapılan tadilatlar ile standardını 6" kalıp kolları ile 120 mm olarak benimsemiştir. Daha büyük mamuller ise ancak büyük makinada üretilebilir. Aşağıda mamuller ve makina özellikleri bakımından karşılaştırma verilmektedir:


A- MAMULLER:

	5"	6"	9"
Maksimum Mamul Çapı (mm)	100	120	185
Maksimum Boy (mm)	245	245	285
Hacim (lt)	0.1 - 1.1	0.3 - 1.2	0.5 - 4.0
Damla Ağırlığı (gr)	80 - 500	200 - 600	400 - 1250
Net Ağırlık (gr)	60 - 440	160 - 520	320 - 1100

B- MAKİNA ÖZELLİKLERİ:


	5 - 6"	9"
En Büyük Müldebak Çapı: (mm)	86	120
En Büyük Ebüşör Çapı: (mm)	77	110
En Büyük Mastor Çapı: (mm)	71	103
En Büyük Ebüşör Uzunluğu: (mm)	150	200
En Büyük Mastor Uzunluğu: (mm)	140	163
Kalıp Kolu Çapı: (mm)	127 - 152	225

Görüldüğü gibi üretim yelpazemizin geliştirilmesinde büyük bir ilerleme sağlanmıştır. Diğer makinalarımız ortalama günlük 300 - 400 milyon TL ciro sağlamakta iken 9" pres - üfleme üretim hattı 700 milyon - 1,5 milyar TL arasında ciro sağlamaktadır. Ortalama günlük üretim 5-6" H28 makinasında 40.000 - 124.000 adet iken , 9" H28 üretim hattında 9.000 - 45.000 adettir. Şekil (2)'de üretilen mamullerden örnekler görülmektedir.



KALIP NO.	41448	41458	41476	41478	41488	41498	45201	45211	43762
HACİM	1300	1070	1600	2200	1000	2250	-	-	1200
CAP	164	146	185	185	140	185	180	178	148
YUKSEKLİK	130	131	114	158	145	180	117	121	120


VAZOLAR



KALIP NO.	43416	43426	43436	43236	43456	43246	45018	43266	43276
HACİM	2800	1700	2200	1900	2200	3300	1700	2300	2700
CAP	146	132	142	175	175	175	175	172	168
YUKSEKLİK	240	210	240	145	185	243	120	165	200

VAZOLAR

AKVARYUM PEYNİRLİK




KALIP NO.	43346	43356	43366	43888	43156	43166	45088	43618
HACİM	2800	2800	3400	3200	1200	2000	3000	-
CAP	180	155	175	174	155	185	185	180
YUKSEKLİK	240	245	240	240	130	180	180	154

KASELER

KAPAKLAR

PAGODA SEKERLIK

DÖRDÜRT-GEN VAZO



KALIP NO.	42740	42770	42980	43885	43415	43295	43375 42791 42790	43615	45071
HACİM	2500	2850	1350	-	-	-	-	2500	650
CAP	185	176	158	137	137	137	180	180	-
YUKSEKLİK	125	145	113	84	94	94	230	184	140

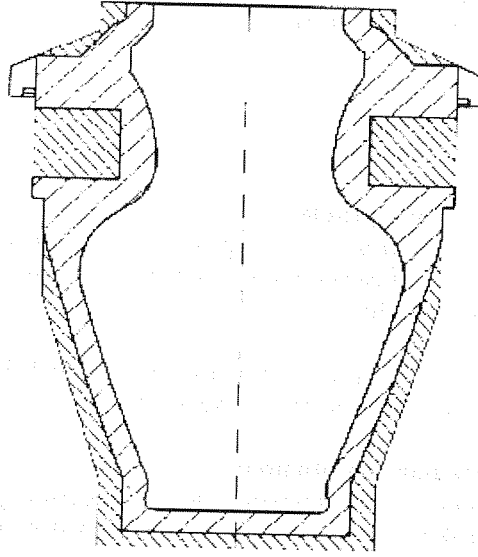
Şekil 2 Üretilen Mamüllerden örnekler

Şekil 2

9" PRES ÜFLEME MAMUL ÜRETİMİNDE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR VE GİDERİLMESİ İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR:

a- Kalıp değişim problemleri:

Kalıplar ağır (yaklaşık 18 kg) olduğu için kalıp değişiminde güçlükler ortaya çıktı . Başlangıçta bazı imalatlarda kalıplar makina durdurularak değiştirildi. Bu duruşlardan sonra makinanın tekrar ısıtılmasından dolayı kayıplarımız oldu. Kalıpların şekil (3)'deki örnekte olduğu gibi mümkün olan bütün kısımları inceltilecek yaklaşık % 25 hafifletilmesi ve kalıpların makina dönerken takılabilmesi sağlandı. Ancak bu hafifletme işleminde çok ileri gittiğimizde ise kalıbın mantarının kısa sürede yanması problemi ortaya çıktı.



Şekil 3

b- Kalıpların ıslanma problemleri:

Kalıpların kısa sürede yanmasını engellemek ve daha iyi ıslanmasını sağlamak için, özel su süzgeci geliştirildi. Kalıpta ise su süzgecinden gelen suyu mantara daha iyi aktaracak delik ve kanal sistemi uygulandı. Kalıp suyunun mantarlı kalıp yüzeyinde daha iyi yayılmasını sağlamak için katkı maddesi kullanıldı.

c- Süflaj lastiklerinin yanma problemi:

Üretim hattı devreye girdikten kısa bir süre sonra kovan ve süflaj başlığı parçaları arasında kullandığımız ve süflaj lastiği adını verdiğimiz parça yüksek sıcaklığın ve basıncın etkisi ile yanıyordu. Bu parçanın yanması sonucu üfleme havalarında oynama ve iki metal parçanın birbirini kazıyıp bozması problemi ortaya çıktı. Süflaj lastiğinin malzemesi için çeşitli plastik üreticileri ile görüşülerek yumuşak ve ısıya dayanıklı bir malzeme bulundu . Ayrıca süflaj lastiğinin formu yuvarlaktan ters T şekline çevrilerek problem ortadan kaldırıldı.

d- Dip kayıklığı problemleri:

Özellikle dip çapı geniş imalatlarda kendini gösteren dip kayıklığı hatası için mastör -

ebüşör dizaynları ile uygun çözümler geliştirildi. Dip kayıklığının düzeltilmesi için ebüşörün dip çapının geniş olması, imalatın dibinde cam sıcaklığının finisörün dibine yayılabilecek kadar yüksek ve miktarının yeterli olması ve doğru kam değerlerinin seçilmesi gerekmektedir. 6 mamulümüzde karşılaştığımız bu problemde çalışmalarımız sonucu düzeltilmiştir.

e- Presleme zorluğu problemi:

Uzun parizonlarda karşılaştığımız presleme zorluğu problemi için 3.5 - 4 derece yerine 5 - 6.5 derece gibi daha büyük mastor açıları kullanıldı. Mastor üst profili çift açılı veya yay şeklinde olan kalıp dizaynları ile preslenen camın yürüme zorluğu olan bölgelerde ilerlemesi kolaylaştırıldı. Bunlara ilaveten daha sivri uçlu mastör kullanıldı. Ayrıca ebüşör çapı ile mastor çapı arasındaki fark arttırılarak 6.35 mm yerine 8 hatta 9 mm'ye çıkarılarak presleme kolaylaştırıldı.

f- Burulma:

43346 kalıbında karşılaştığımız burulma problemi için burulan kısımda finisör açısı 30 dereceden 45 dereceye arttırılarak problem ortadan kaldırıldı.

g- Finisörlerin alttan açık kalma problemi:

Uzun kalıplarda 2. üfleme havası verildiğinde kalıpların alttan açık kalması ve mamulün daha büyük çapta oluşması sonucu kesme makinasında vakum başlıklarına sığmaması problemi ile karşılaşıldı.

Finisör yayları kısaltılarak ve kalıp kollarına alttan destek yapılarak, kalıpların birbirine daha yüksek kuvvet ile bastırması sağlandı.

h- Take-out'da mamul yakalama problemleri:

Mamulun gövdesinin take-out maşalarına çarparak çatlak yaratması problemi ile karşılaşıldığında özel take-out maşası ve braketini yaptırılarak problem ortadan kaldırıldı.

KESME MAKİNASI PROBLEMLERİ:

a- Yükleme problemleri:

Mamuller ağır olduğundan kesme makinasına vakum ile yüklemde ortaya çıkan problemler için aşağıdaki işlemler yapıldı.

- Vakum devrelerinin girişten itibaren kesitleri büyütüldü, ağır imalatlar için gerekli olan 450 mmHg vakum değeri, yeni vakum pompası devreye alınarak sağlandı.
- Hortum ve boruların ayda bir periyodik olarak temizlenmesine başlandı. Sızdırmazlık elemanları (salmastralar) düzenli olarak yenilendi.
- Yükleme kamı değiştirildi, standart makinalarda 4.5 derece olan yükleme açısını 8 dereceye çıkartacak şekilde yükleme kamı bilgisayar yardımı ile dizayn edildi. Kesilmemiş imalat ile vakum başlığının yükleme sırasında daha uzun süre birlikte hareket etmesi sağlandı.

b- Kesme problemleri:

- Cidarı kalın (2 - 2.7 mm) mamullerde başlangıta kesme zorluğu yaşandı. Kesme hattındaki gaz ve oksijen devreleri etüd edildi, daralan noktalar tesbit edilerek

genişletildi.

- Başlangıçta standart makinalardaki oksijen distribitörü ile iyi bir sonuç elde edilemedi. Kesme makinasının daha ağır ve büyük olmasından dolayı oksijen distribitöründe kısa sürede aşınma ve kaçaklar ortaya çıktı. Yeni oksijen distribitörü dizayn edilerek yataklama yüzeyleri ve kanal kesitleri arttırıldı ve malzemesi değiştirildi.
- Kesme yamukluğu problemi için;
Kape başlığı yükseklikleri aynı seviyeye alındı. Daha az parçadan oluşan basit bir sistem uygulandı. Ayrıca malzemesi değiştirildi. Vakum mili, kape mili ve bek yatağı aparatla periyodik olarak aynı eksene alındı. Başlangıçta ince daha sonra yüksek içten kape merkezleme uygulandı. Yüklemeden hemen sonraki bölgede yaylı kape kamı sistemi uygulandı.
- Ağız ezik problemi için;
Kesme işlemi bittikten sonra, vakum milleri özel kam ile yukarı kaldırılarak mamul ağızının beklerden uzaklaşması ve soğuması sağlandı. Turnike tablasına bırakma esnasında ortaya çıkan eziklik önlendi.

c- Vakum başlığı izi problemi:

Dibi kalın mamullerde ortaya çıkan vakum başlığı izi problemi için makina çıkış konveyörüne alttan soğutma uygulandı ve vakum başlığındaki delik çapları 2 mm'den 1.5 mm'ye düşürüldü.

DIğER PROBLEMLER:

a- Fırın, f/h ve feeder problemleri:

- Fırın çekilişinin yüksek olduğu zamanlarda karşımıza çıkan damar problemi için foreheart'ın arka kısmında 2 sıra X 3 adet karıştırıcı kullanıldı.
- Özellikle 1 Kg'a yakın damlalarda şekillendirme zorluğu olduğu için deep spout ve 5" yerine 6" tüp kullanıldı.

b- Uzun mamulleri soğutma fırınına yükleme problemleri:

- Devrilmeyi önlemek için soğutma giriş gönyesi daraltıldı ve ince hatveli soğutma teli kullanıldı.
- İtici kamı mamulü ittikten sonra geri gelecek şekilde değiştirildi.

MAKİNA DEVREYE GİRDİKTEN SONRA YAPILAN VE DEVAM EDEN DIğER GELİşTİRME ÇALIşMALARI:

a- Sabit Üfleme Mamul Üretimi:

Teknik olarak zor bir mamul çeşidi olan büyük dikdörtgen vazo (10x8 cm) denemesi ve üretimi yapıldı. Bu güne kadar el üretim tekniği ile imal edilen ve satış hacmi yüksek olan dikdörtgen vazo 9" pres üfleme makinamızda üretildiğinde yüksek üretim adedi ile 2 milyar TL gibi yüksek bir satış hasılatı elde etmektedir. Bu üretimin gerçekleştirilebilmesi için kalıp kolu ısınmasına karşı özel hava soğutmalı 7" kalıp kolu yaptırıldı. Ayrıca presleme sırasında ebüşör silindirinin, müldefona çarpmasını engellemek için özel ebüşör portu ve dikdörtgen şeklinde müldefon yapıldı. Yüzey kalitesi olarak el üretime göre çok daha kaliteli bir mamul elde edildi.

b- Üç Parçalı Kalıp Kolu:

Kalp şekli gibi karmaşık şekilli mamul üretimi için üç parçalı kalıp kolu mekanizması dizayn edilerek denemesi yapıldı. Geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

c- Ters Çevirme Aparatı:

Tecrübesi yapılmış olan şişe gibi dar ağızlı ve geniş dipli mamullerin aktarma elemanlarında devrilmesini önlemek için düşünülen mekanizmanın dizaynı ve geliştirilmesi devam etmektedir.

d- Kulp Yapıştırma Projesi:

Makinanın 1.5 ve 2 litre olarak sürahi gövdesi yapma kapasitesinin kullanılabilmesi için proje çalışmaları başlatılmıştır.

e- Şişe Üretimi:

Makinanın uzun parizon avantajını kullanan şişe üretim denemesi olumlu sonuçlanmış olup yakında üretime başlayacaktır.

f- Büyük Mamullere Talep Daraldığı Zamanlarda Ortaya Çıkan Çözümler:

- 5 mamulümüzün optikli çeşitleri geliştirildi.
- Makinanın normal bir pres-üfleme makinası gibi 5-6" imalatları yapması için kalıp kolları yapıldı. Şu anda makina yaklaşık 2.5 saat içinde 9" bir imalattan 5-6" imalata çevrilebilmektedir.

MAKİNANIN SON İKİ YILININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇ:

Makina son iki yılda 9" kalıp kolları ile çalıştığı 456 günde 7 milyon adet büyük mamul üretimi yapmış olup, geriye kalan 200 günde 5-6" imalatları çalışmıştır. İç ve dış piyasadaki müşterilerimizin büyük mamul ihtiyacının çoğu bu makina tarafından karşılanmıştır. Daha önce el üretim olarak üretilen mamullere göre;

- işçilik
- günlük net üretim miktarı
- kesilen kape miktarı
- net mamul ağırlığı

bakımından kesin avantajları bulunmaktadır. 9" çalıştığı dönemde diğer makinalara göre ciro ve kar bakımından getirisi fazladır. Halen 44 çeşit mamulümüz set olarak çalışmaktadır. Pres-üfleme makinalarındaki bilgi birikimizin yeni bir makina geliştirecek, devreye alacak ve müşterilerimizi memnun edecek mamuller üretecek kadar artması hepimiz için gurur verici bir olaydır.

9. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU 7 EKİM 1994

PROGRAM

SUNUŞ

GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN AÇIŞ KONUŞMASI
(10:00 - 10:10)

I. OTURUM (10:10 - 11:10)

Başkanlık: Erol ERGÜN - Yıldırım CANBERK - Gürol DEMİRKOL
10:10 - 10:30

Hammadde ve Harmanda Granülasyon, Peletleme ve Birikitleme Uygulamaları
Alpaslan ERENTÜRK - Nurettin KILIÇALP - Hande SENDEL
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi
10:30 - 10:50

Şişe İç Basıncının İstatiksel Takip Yöntemi
Mustafa AKAY
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
10:50 - 11:10

Etkin Kalıp Soğutma (Vertiflow)
Suha GÖKBEN - Bedri MEHTER
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
11:10 - 11:50

ÇAY ARASI

II. OTURUM (11:50 - 12:50)

Başkanlık: Teoman YENİGÜN - Melike ILGIN
11:50 - 12:10

Cam Fırınlarında Toz ve SO₂ Emisyonlarının Kontrolü
Faruk SANDER - Dilek BOLCAN
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi
12:10 - 12:30

Cam Fırınlarında Oksijen Yakma Tekniğinin Uygulanması
Ahmet AKINCI - Neşet ARZAN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
12:30 - 12:50

Cam Elyaf Takviyeli Polipropilen ve Naylon 66 Kompozitlerde Elyaf/Matris İlişkileri
Dr. Baha KUBAN - Reha AKÇAKAYA
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi
Bülent EREN - Sebahat ERDEMLİ
Cam Elyaf San. A.Ş.
13.00 - 14.30

YEMEK ARASI

III. OTURUM (14:30 - 15:30)

Başkanlık: Yeşim KAYA - Dr. Metin BAŞARAN - Hasan ÖZER
14:30 - 14:50

Cam Ürünlerinde Habbe
Mustafa ORAN
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi
14:50 - 15:10

Şişe ve Kalıp Tasarımında Bilgisayar Kullanımı
Yusuf COŞKUN
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
Kemal AKGÜN
TŞCFAŞ, Sistem Otomasyon Müdürlüğü
15:10 - 15:30

Yüksek Demirli Camların Isı Absorblama Özellikleri
Dr.Ömer KARABULUT
TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi
15:30 - 16:00

ÇAY ARASI

IV. OTURUM (14:30 - 15:30)

Savurma Tekniği ile Züccaciye Üretimi
Engin Bilsen - Mustafa Şen
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
16:00 - 16.20

C3 Hattına IS-8 Makinası Yapım ve Montajı
Sami Say
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
16:40 - 16:40

H-28 Makinalarında Büyük Mamul Üretimi
Selçuk Özer - Sinan Ulufer
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
16:40 - 17:00

KAPANIŞ 17:00

YEMEK (PENDİK SOSYAL TESİSİ)
19:30 - 22:30

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(26.09.1994 tarihine kadar tarafımıza yapılan bildiriler itibarıyla soyadına göre alfabetik sıralanmıştır.)

(A)

ADA, Ziyaeddin (SC)
AĞAOĞLU, Ferhat (CM)
AKAGÜL, Kadriye (SC-SO)
AKARSU, Hüseyin (AC)
AKAY, Mustafa (AC)
AKÇAKAYA, Reha (SC-ARŞ)
AKGÜN, Kemal (SC-SO)
AKIN, Fahir (SC-ARŞ)
AKINCI, Ahmet (CE)
AKINCI, Alpaslan (SC)
AKINCI, Hilmi (SC-PTHM)
AKKAYA, Serap (TC)
AKMAN, Tuncer (CY)
AKMAZ, Fehiman (SC-ARŞ)
AKMORAN, Esra (SC-ARŞ)
AKOZAN, Oya (SC-PEAM)
AKPOLAT, Çetin (TR)
AKSÜT, Çiğdem (CT)
AKTÜRK, Çetin (TR)
ALBAYRAK, Gülçin (SC-ARŞ)
ALİMOĞLU, A. Zeki (PB)
ALTINER, Dr. Ali (KC)
ARIKAN, Hamza Uğur (SC-PTHM)
ARMAN, Bülent (SC-ARŞ)
ARSLAN, Gönül (SC-ARŞ)
ARZAN, Neşet (CE)
ASAR, Metin (KC)
ASİLKAZANCI, Şevket (TR)
ATAOKAY, Zafer (CT)
ATAY, Mine (SC)
ATIKKAN, Gökhan (TR)
ATLI, Mustafa (FD)
AYDIN, Dr. Eşref (SC-ARŞ)
AYDIN, Ferit (TK)
AYDIN, Salih (SO)
AYDIN, Yaşar (PB)
AYKUL, Kazım (CY)
AYTUĞ, Gülgün (SC-ARŞ)

(B)

BABA, İsmail (SC)
BAKICI, Fahri (CM)
BALPINAR, Ali (TC)
BARHANA, Selçuk (SC)
BASSA, Melih (CMK)
BAŞAKAR, Abdulkadir (SC-PTHM)

BAŞARAN, Erdem (SC-PEAM)
BAŞARAN, Dr. Metin (FD)
BAŞKAYNAK, Mehmet (TR)
BAYBURT, Sinan (SC-PEAM)
BAYHAN, Nilgün (CE)
BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)
BERKKAN, Ahmet Naim (TR)
BİLSEN, Engin (PB)
BOLCAN, Dilek (SC-ARŞ)
BOZKURT, Dr. Rüştü (SC)
BÜYÜKKAPU, Semih (TC)

(C)

CEBECİOĞLU, Ergül (PB)
CEBECİOĞLU, Tahir (PB)
CİBAŞ, Sercan (SO)
COŞKUN, Yusuf (AC)

(Ç)

ÇAĞLAYAN, Adnan (SC)
ÇETİNKAYA, Osman (SC-PEAM)
ÇİFTÇİ, Dr. Vahit (CY)
ÇİZMECİ, Emin (TK)
ÇOBANLI, Melih (CI)
ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRCAN, Bayram (CE)
DEMİREL, İrem (CT)
DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)
DEMİRKOL, Gürol (TC)
DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)
DENİZ, Ahmet (CY)
DİDİN, Atilla (CE)
DİLEK, M. Şerif (TC)
DOĞANLARLI, Suat (KC)
DUMAN, Esra (SC-ARŞ)

(E)

EKMEN, Selim (TR)
ELÇİ, Nurettin (TK)
ELDEMİR, Ali (KC)
ELİBOL, Mustafa (PB)
ELTUTAR, Zeynep (SC-ARŞ)
ERDAL, Tarık (SC-ARŞ)

ERDEM, Ceyda (SC-PEAM)

ERDEM, Mehmet (CM)

ERDEMLİ, Sebahat (CE)

ERDOĞAN, Sevinç (CE)

EREL, Derya (TR)

EREN, Ahmet (KC)

EREN, Bülent (CE)

ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)

ERGINAY, Cihat (CY)

ERGÜN, Erol (TR)

ERGÜN, Handan (TK)

ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)

ERKAL, Cahit (TC)

ERKİN, Asuman (TK)

EROĞLU, Mehmet (SC-ARŞ)

EROĞLU, Ramazan (TR)

ERSOY, Ertuğrul (CY)

ERSÖZ, Erol (CI)

ESEN, Erkut (SC-ARŞ)

EYİĞÜNGÖR, Tunç (CE)

(F)

FEKE, Hadi (CMK)

FIÇICIOĞLU, Dr.Necla (SC-ARŞ)

(G)

GEÇEN, Osman (TC)

GİRİŞMEN, Süreyya (CY)

GÖÇTÜ, Ruhiye (CE)

GÖKBEN, Suha (TK)

GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)

GÖKOĞLU, Belgin (CT)

GÖKTAN, Kaya (PB)

GÖNEN, Suha (CMK)

GÖRK, Ergin (SC-PEAM)

GÖRKEY, Mehmet Sabri (TR)

GÖZÜM, Güner (TK)

GÜLDAL, Ünay (SC)

GÜLTEKİN, Atay (CM)

GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)

GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)

GÜNEY, G. Yalçın (TC)

GÜNEY, Mahmut (FD)

GÜREREN, Haluk (SC-SMM)

GÜVEN, Mehmet Emin (CE)

GÜVENÇ, İzzettin (TK)

(H)

HACIALIOĞLU, İsmail H. (CE)

(İ)

İÇLİ, Atilla (TR)

İŞEVİ, A. Semih (SC-ARŞ)

(K)

KABACAOĞLU, Ahmet (KC)

KARABIYIK, Celil (TR)

KARABULUT, Dr. Ömer (SC-ARŞ)

KAYA, Hikmet (SC-ARŞ)

KAYA, Levent (SC-ARŞ)

KAYNAK, M.Gür (PB-TİC)

KEKE, Lütfü (AC)

KERESTECİOĞLU, Ayşe (SC-ARŞ)

KILIÇ, Güvenç (SC-PEAM)

KILIÇALP, Nurettin (SC-ARŞ)

KINAYYİĞİT, Fersen (CE)

KINLI, Ersin (SC-ARŞ)

KIRCA, Bülent (CMK)

KIZILKAYA, M. Emin (TR)

KOÇ, Süleyman (KC)

KONRAPA, Deniz (SC-PEAM)

KONYA, Çetin (CT)

KOŞAR, Selçuk (TK)

KÖSEKUL, Neşe (CE)

KÖŞDERE, Zeki (TR)

KUBAN, Dr. Baha (SC-ARŞ)

KUMRU, Cüneyt (TK)

KUŞCULUOĞLU, Sema(SC-EM)

KUT, Dr. Ateş (SC)

KUTAY, H.Coşkun (CE)

KÜÇÜK, Hakan (CMK)

KÜNTAY, Cankaya (TK)

KÜRKÇÜOĞLU, Figen (PB)

(M)

MAHMUTÇAVUŞOĞLU, Mustafa (FD)

MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)

MASMANACI, Ayşegül (CY)

MEHTER, Bedri (TK)

MEMİŞOĞLU, Muzaffer (CT)

MENİZ, Tansu (SC-SMM)

MİSOĞLU, Tuğrul (SC-PTHM)

MÜHÜR, Mustafa Necati (SC-OM)

(O)

OBEN, Koray (SC-SO)

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)

OKAN, Ahmet (PB)

ORAN, Mustafa (SC-ARŞ)
ORHON, Mehmet (CT)

(Ö)

ÖKTEN, Bahaettin (SC-PTHM)
ÖNDEŞ, Ali (TK)
ÖNER, Ahmet Turan (SC)
ÖNSEL, Lale (SC-ARŞ)
ÖZABACI, Adnan (KC)
ÖZABACI, Ali (PB)
ÖZAYDIN, Murat (TC)
ÖZCAN, Akif (SC-ARŞ)
ÖZÇETİN, Ö. Faruk (TC)
ÖZDURMUŞ, Semih (TR)
ÖZER, Selçuk (PB)
ÖZER, Serdar (SC-SMM)
ÖZER, Ümit (CY)
ÖZERCAN, Mustafa (SC-OM)
ÖZKER, Kerem Ziya (CM)
ÖZKUL, Sibel (TK)
ÖZMAN, Hülya (SC-PEAM)
ÖZÖGREN, Ender (TR)
ÖZSOY, M. Uran (SC)
ÖZTÜRK, Nurettin (CM)

(P)

PARLAR, Hüseyin (SC-ARŞ)
PEKER, Güngör (TR)
PEKER, İlhan (TR)
PINARLI, Mehmet (CY)

(R)

RABUŞ, Mehmet (PB)

(S)

SAĞLAM, Celal (TC)
SAĞLAM, Zafer (CY)
SALTAT, Güniz (CMK)
SANDER, Faruk (SC-ARŞ)
SARAÇ, Dr. Yusuf (SC-ARŞ)
SARPEGE, Fedai (CE)
SAY, Sami (TK)
SAYIN, Gizem (SC-PEAM)
SENGEL, Hande (SC-ARŞ)
SERT, Aliye (CMK)
SOYSAL, Şahin (SO)

(Ş)

ŞAHİN, Hasan (SC-PTHM)
ŞARDAĞ, Haluk (SC-PTHM)
ŞEN, Mustafa (PB)
ŞENER, Ulus (TR)

(T)

TALA, Melek (TC)
TALA, Tarık (TC)
TAŞKÖY, Baha (PB)
TELATAR, Semih (CY)
TEOMAN, Dr. Yıldırım (SC)
TİNAY, Yusuf (CT)
TİRYAKİ, Mehmet Ali (TR)
TOKMAN, Ünal (CM)
TUNALI, İlhan (PB)
TUNALI, Yıldız (TR)
TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)
TÜRK, Muzaffer (CM)

(U)

UÇAROĞLU, Akif (TK)
UGURLU, Günay Nazan (SC-PTHM)
ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)
ULUFER, Sinan (PB)
USLAN, Mehmet (CY)
USTAOĞLU, Cavit (KC)
UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜER, Metin (CY)
ÜNSAL, Atilla (SC-PTHM)

(Y)

YALÇINKAYA, Muhammet(KC)
YAMAÇ, Nilay (SC-ARŞ)
YARAMAN, Alev (SC)
YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)
YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)
YILDIRIM, Selçuk (TR)
YILDIZ, Ümit (SC)
YULUĞ, Hüseyin (CMK)
YURTÇU, Levent (PB)
YÜCESOY, Deniz (SC-EM)

9. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU BİLDİRİ HAZIRLAYAN VE SUNANLAR

I. OTURUM

Alpaslan ERENTÜRK

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Fizik Bölümü Mezunu. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak 1981 yılında çalışmaya başladı. Halen Araştırma Müdürlüğü, X-Işını Floresans Grubu Şefi olarak görev yapmaktadır.

Nurettin KILIÇALP

İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı üniversitede, İşletme Fakültesinde Yüksek Lisansını tamamladı. 1986 - 1991 yılları arasında Camış Madencilik A.Ş.'de Kimya Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 1991 yılından bu yana Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Hande SENDEL

Boğaziçi Üniversitesi Kimya Bölümünden mezun oldu. 1987 yılından beri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Mustafa AKAY

Robert College'den Yüksek Makina Mühendisi olarak mezun oldu. 1973 yılında Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de çalışmaya başladı. Sırasıyla İşletme Mühendisi, Araştırma Şefi, Kalite Kontrol Şefi olarak çalıştı. Halen Teknik İşler Müdürü olarak görevine devam etmektedir.

Suha GÖKBEN

İstanbul Teknik Üniversitesi Teknik Okulundan mezun oldu. Makina Mühendisi olarak Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de 1977 yılında çalışmaya başladı. Bu şirkette Kalıp İşleri Şefi olarak görevine devam etmektedir.

Bedri MEHTER

Yüksek Denizcilik Okulundan mezun oldu. 1978 yılında Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de çalışmaya başladı. Sırasıyla İmalat Mühendisi, İşletme Bakım Şefi olarak çalıştı. Halen Üretim Şefi olarak görevine devam etmektedir.

II. OTURUM

Faruk SANDER

İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Yakıt Teknolojisi dalında Portsmouth Polytechnic'de lisansüstü eğitimini tamamladı. 1985 yılında Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde çalışmaya başladı. Halen Çevre Grubu sorumlusu olarak görev yapmaktadır.

Dilek BOLCAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1989 yılından beri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Çevre

Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Ahmet AKINCI

İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1985 yılından beri Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de Üretim Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Neşet ARZAN

Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı bölümde lisansüstü eğitimini tamamladı ve araştırma görevlisi olarak çalıştı. Marmara Üniversitesi Çağdaş İşletmecilik Gece Programını bitirdi. Temmuz 1993 tarihinden beri Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de Elyaf Üretim Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Dr.Baha KUBAN

Manchester Üniversitesi(İngiltere) Metalurji Bölümünden mezun oldu. Lisansüstü eğitimini University of British Columbia(Kanada), doktorasını da Louisiana Devlet Üniversitesinde tamamladı. 1988 yılından beri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Reha AKÇAKAYA

Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı Fakültede Yüksek Lisansını tamamladı. Daha sonra Alfred Üniversitesinde Cam Teknoloji üzerine Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 1988 yılından bu yana Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.

Bülent EREN

Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1989 yılından bu yana Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de Bağlayıcı Hazırlama Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.

Sebahat ERDEMLİ

İstanbul Devlet Mimarlık - Mühendislik Akademisi Galatasaray Müh.Yüksek Okulu mezunu. 1981 yılında Cam Elyaf A.Ş.'de çalışmaya başladı. Sırasıyla Laboratuvar ve Kalite Kontrol Kontrol bölümlerinde çalıştı. Halen Kalite Kontrol Şefi olarak görevine devam etmektedir.

III. OTURUM

Mustafa ORAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünden mezun oldu. Aynı üniversitenin Deniz Bilimleri Enstitüsünde Akışkanlar Dinamiği üzerine Yüksek Lisansını tamamladı. 1988 yılından beri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görevine devam etmektedir.

Yusuf COŞKUN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1978'de Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de Kalıp Tasarım Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 1983'ten bu yana Kalıp İşleri Şefi olarak görevine devam etmektedir.

Kemal AKGÜN

Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1983'te Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de Kalıp Tasarım Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 1986'tan bu yana Sistem Otomasyon Müdürlüğünde, bilgisayar destekli tasarım, üretim, ofis otomasyonu, barkod, bilgisayar donanımlarının bakımı ve onarımı konularında Mühendis ve Uzman olarak çalışmaktadır.

Dr. Ömer KARABULUT

Ege Üniversitesi Fizik Bölümünden mezun oldu. Yıldız Teknik Üniversitesinde Doktorasını tamamladı. 1983 yılından beri Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü'nde Araştırma Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

IV. OTURUM

Engin BİLSEN

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Bölümünden mezun oldu. 1982 yılında Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de çalışmaya başladı. Halen Otomatik Üretim Müdürü olarak görev yapmaktadır.

Mustafa ŞEN

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Bölümünden mezun oldu. 1987 yılından beri Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de İşletme Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Sami SAY

Devlet Mimarlık - Mühendislik Akademisi (Yıldız), Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1968 yılından beri Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de çalışmaktadır. Sırasıyla, Etüt Plan, Teknik Ressam, Konstrüksiyon Mühendisi, Etüt Plan Şefi olarak çalıştı. Halen İşletme Bakım Onarım Şefi olarak görevine devam etmektedir.

Selçuk ÖZER

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Bölümünden mezun oldu. Lisans üstü eğitimini aynı Fakülte'de tamamladı. 1990 yılından beri Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de OZF Üretim Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen Pres Üfleme Üretim Şefi olarak görevine devam etmektedir.

Sinan ULUFER

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Bölümünden mezun oldu. 1988 yılında Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'ye girdi. Sırasıyla Proje Mühendisi, Konstrüksiyon Büro Şefi ve Makine Bakım Şefliği görevlerinde bulundu. Halen İşletme Bakım Onarım Şefi olarak görevine devam etmektedir.

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

GENEL MÜDÜRLÜK

SC	: Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
SC-ARŞ	: Araştırma Müdürlüğü
SC-EM	: Eğitim Müdürlüğü
SC-PEAM	: Planlama ve Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü
SC-PTHM	: Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
SC-SO	: Sistem ve Otomasyon Müdürlüğü
SC-SMM	: Sanayi Mühendisliği Müdürlüğü

ŞİRKETLER

AC	: Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
CE	: Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
CI	: Cam İşleme Sanayii A.Ş.
CM	: Camiș Madencilik A.Ş.
CMK	: Camiș Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş.
CS	: Camsar Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş.
CT	: Camtaş Düzcamlar ve Ambalaj Pazarlama A.Ş.
CY	: Çayirova Cam Sanayii A.Ş.
DC	: Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.
FD	: Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.
KC	: Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
PB	: Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
PT	: Paşabahçe Ticaret ve Ltd. Şti.
TC	: Teknik Cam Sanayii A.Ş.
TK	: Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
TR	: Trakya Cam Sanayii A.Ş.

YAZAR DİZİNİ

		SAYFA
AKAY, Mustafa	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	21
AKÇAKAYA, Reha	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	67
AKGÜN, Kemal	TŞCFAŞ, Sistem Otomasyon Müdürlüğü	85
AKINCI, Ahmet	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	57
ARZAN, Neşet	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	57
BİLSEN, Engin	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.	107
BOLCAN, Dilek	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	51
COŞKUN, Yusuf	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	85
ERDEMLİ, Sebahat	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	67
EREN, Bülent	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	67
ERENTÜRK, Alparslan	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	9
GÖKBEN, Suha	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	35
KARABULUT, Dr. Ömer	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	93
KILIÇALP, Nurettin	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	9
KUBAN, Dr. Baha	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	67
MEHTER, Bedri	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	35
ORAN, Dr. Mustafa	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	73
ÖZER, Selçuk	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.	121
SANDER, Faruk	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	51
SAY, Sami	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	113
SENGEL, Hande	TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi	9
ŞEN, Mustafa	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.	107
ULUFER, Sinan	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.	121