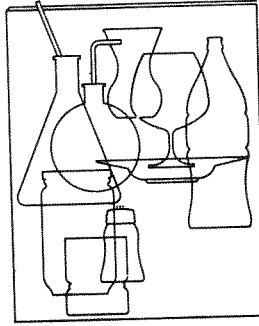


6



◆ CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

7 ARALIK 1990 DESTEK REASÜRANS T.A.Ş.

(Hizmete Özel)



ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Teknik Grup

Yayıma Hazırlayan
Gülser AVŞARCAN
Yazan
Gülgün AYTUĞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ

GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Cam Ambalaj Üretiminde Oksidan Madde Olarak CeO_2
Kullanımı

1

Alpaslan ERENTÜRK-Gülçin ALBAYRAK

Borosilikat Cam Fırınında Üretim Randımanını Artırma
Çalışmaları

11

Cahit ERKAL-M. Şeref KIRAN-Levent KAYA

I No'lu E-Camı Fırınında Üretimi Artırmak İçin Yapılan
Teknolojik Düzenlemeler

18

Bayram DEMİRCAN

Otomatik Züccaciye ve Cam Ambalaj Üretiminde Camın
Koşullandırılması

30

Metin OĞUZ

Züccaciye Fırınlarında Forehearth'da Cam Renklendirmesi

53

Dr. Ali ALTINER-Metin ASAR

Modern Hammadde Stok, Nakil ve Harman Hazırlama Tesisi
Uygulaması

64

Bahattin ÖKTEN-Asuman ERKİN

Çift Cam Ünitelerinde Performans Artırmak İçin Gaz Kullanımı

75

A. İlkay ÇATALOĞLU -N. Sevil BATUR

Cam Fırınlarda Taşınan Madde (Carryover) Tespitleri	83
Sabahattin GÜNCELER-Engin OCAK	
Feldspatlarda İri Tanenin Cam Kalitesine Etkisi	92
Bülent ARMAN-Hale HAYBAT	
Rejeneratör Tasarımı ve Dolgu Malzemelerinin Seçiminde	
Rol Oynayan Faktörler	103
Hüseyin UZUN	
H-28 Pres-Üfleme Makinalarında Periyodik Bakım Uygulamaları	119
Ahmet OKAN	
Harç Püskürtme Yöntemi ile Sıcak Tamir Uygulamaları	
(1989-1990)	127
M. Atilla IÇLİ-V. Hilmi AKINCI	
Dr. Baha KUBAN-Ferhan TOPÇUOĞLU	
GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU	
KAPATIŞ KONUŞMASI	143
EKLER	
Sempozyum Programı	I
Sempozyuma Katılanların Listesi	IV
Listede Kullanılan Kısaltmalar	VIII
Yazar Dizini	IX

ÖNSÖZ

6. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU, Üretim Şirketlerimizin ve Teknik Grubun katılım ve katkıları ile

7 Aralık 1990

tarihinde Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonunda büyük bir coşkuyla gerçekleştirildi.

Her geçen yıl biraz daha gelişerek "uluslararası düzeye ulaşan, Topluluğumuzun problemlerine çözüm getirmeyi amaçlayan, uygulamalarıyla gelişemize katkıda bulunacak nitelikteki" Sempozyum bildirilerini kapsayan bu kitabı **6. kez** Şişecam'ın hizmetine sunmaktan kıvanç duyuyoruz.

6 yıldan beri uygulamacılar ile araştırmacıların yakın ve sıkı işbirliğiyle amacına ulaşan ve Şirketimizin teknik gücünün göstergelerinden biri olan bu sempozyumların başarıyla sürdürülmesinde bizleri güçlendiren ve destek veren başta Genel Müdürümüz Adnan Çağlayan olmak üzere tüm ilgilere ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunuyoruz.

TEKNİK GRUP

GENEL MÜDÜR
ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Değerli arkadaşlarım, sevgili Şişecamlılar,

Cam Problemleri Sempozyumu'nun 6. sında sizlerle birlikte burada olmaktan büyük bir mutluluk duyuyor, yeni bir yıla yaklaşırken Şişecam'ı bugünden yarına yarıştıracak olan siz değerli arkadaşlarımı sevgi ve saygı ile selamlıyorum.

Değişim rüzgarlarının hızla estiği dünyamızda, global dengeler tahminlerin ötesinde bir hızla yeni oluşumlara sahne oluyor. Gelişen olayların ve de özellikle yeni politik yapılanmaların oluşturduğu yepyeni bir dünya ortaya çıkıyor.

1992 yılında Avrupa 462 milyon kişilik bir tüketici grubu ile en büyük dünya pazarı haline gelirken, 250 milyon tüketicisi olan ABD'nin ve de 125 Milyon tüketicisi olan Japonya'nın önüne geçiyor. Bir taraftan yeni pazarlar oluşurken diğer taraftan da yeni rakiplerle rekabet daha da yoğunlaşıyor ve de acımasız bir hale geliyor.

Bu hızlı değişim süreci içerisinde, gelişen dünyamızda toplumlar, endüstri toplumundan bilgi toplumuna geçerken ulusal ekonomiler de yerini tek bir dünya ekonomisine, global bir ekonomiye bırakıyor. Yönetimler karmaşık, çapraşık, bürokratik yönetim sistemlerinden basit ve işin esasına yönelik olmaya, stratejik planlama stratejik yönetime dönüşürken, güdümlülükten girişimcilğe ve özünde önderliğe yöneliyor. İş gücünden beyin gücüne doğru bir kayış oluyor dünyamızda bugün. Hızlı uyum ve yaratıcılık artık ön plana çıkıyor.

Toplumların tüm kurumlarını etkileyen bu süreç içerisinde kazanmak ileri teknoloji ile birlikte daha çok bilgiyi, daha çok özveriyi, daha çok inanç ve

daha çok coşkuyu gerektiriyor. Biz Şişecamlılar da aynı yarışta, değişen dünyamızın içerisinde bulunduğu bu yarışta olabilmek için yönetimimizden üretimimize bu önemli değişikliklere, bu hızlı gelişimlere ayak uydurmak zorundayız.

Değerli arkadaşlarım, geçen yıl yine bu salonda 5. Cam Problemleri Sempozyumu'nu açarken yapmış olduğum konuşmada sizlerle dünyada ortaya çıkan hızlı gelişmelerin ve içinde bulunduğumuz koşulların genel bir değerlendirmesini yapmış, 1990 yılının Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş. için çok zor bir yıl olacağını ifade etmiştim.

Güç şartlara rağmen, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'nin Türkiye'nin güzide bir kuruluşu olarak görevini başarıyla sürdürdüğünü ifade etmiş ve tek güvencemizin siz çalışanlarımız olduğunu söylemişim.

1990 yılında Trakya Cam Sanayii A.Ş. ve Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'de çok önemli iki dev tesisimizi çok kısa bir sürede ve başarı içerisinde devreye soktuk. Topluluğumuzun genel kârlılığını bütçemizde öngördüğümüz hedeflerimizin üzerine çıkardık. Bu sonuçlar için gerçekten hepimize ayrı ayrı en içten duygularıyla teşekkür etmek istiyorum.

Ancak şu noktayı da belirtmeden geçemiyorum. Artık yapmakta olduğumuz hiçbir şeyi yeterli görmememiz gerekmektedir. Bugün dünden çok farklı olmak zorundayız, değerli arkadaşlarım. Her yeni yılın bir önceki yıla kıyasla daha zor olacağını bilinci içerisinde gerek iç, gerekse dış pazarlarımızda pazar payımızı ve kârlılığımızı daha fazla arttırmak ana hedefimizdir. Kâr edebilmenin tek yolunun sürekli olarak maliyetlerin düşürülmesinden ve de prodüktivitenin sürekli olarak arttırılmasından geçtiğini bir kez daha önemle vurgulamak istiyorum. Biz artık bundan sonra iç piyasalarda rakibimiz yoktur diyemiyoruz arkadaşlar. Artık duvarlar yıkılmıştır. Artık ekonomiler liberalleşmiştir. Enflasyon ölçüsünde fiyatları artırarak kâr etme şansımız kalmamıştır.

Hükümetlere gidip bizi koruyun, tekrar vergileri yükseltin, fonları yükseltin

demek de Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.'nin saygınlığına uygun düşmemektedir. Özellikle bu durumda yapmamız gereken maliyetlerimizin düşürülmesinden geçmektedir. Ve de bilhassa işçiliğin yoğun olduğu üretim kollarımızda işçilik maliyetlerinin düşürülmesi hayati bir önem arz etmektedir. Otomasyona kaymadığımız, ileri teknolojileri uygulamadığımız takdirde ayakta kalma şansımız yoktur.

Bu sadece bizim için değil, bütün sanayi kolları için de geçerli olan bir kuraldır. Bugün ulaştığımız başarı çizgimizi sadece muhafaza etme çabası bizi önümüzdeki yıllarda kesinlikle geriye götürecektir. Bisikletin üzerinde durabilmek için devamlı olarak pedal çevirmek mecburiyeti vardır arkadaşlarım.

Görevimiz hepimize meydan okuyan baş döndürücü değişim olgusu içerisinde en akılcı yaklaşımlarla yenilikleri yaratmak, uygulamak ve de güçlü olmaktır. Ekonomik gücün, ekonomik kuvvetin arkasında veya önünde duracak başka hiçbir güç görmüyoruz arkadaşlarım. Üretim verimliliğimizi ve kalitemizi yükseltmeli, diğer ülkelerin üretim maliyetlerinin altında üretim yapacak şekilde çalışmalarımızı geliştirmeli ve de yönlendirmeliyiz. Bunun yolu tereddütsüz olarak bilimsel düşünceden geçmektedir. Her birimiz kendi görevimizde daha çok gayretle yaratıcılığımızı ve yeni buluşlarımızı yansıtmalı ve her birimiz kendi çapımızda birer kişi olarak araştırma-geliştirme odağı olmalıyız. Daha iyi teknik becerilerle, daha mükemmel ürünler üretip açık fikir ve açık eleştirilerle işbirliği içerisinde hareket etmeliyiz.

Bizim hedefimiz yarın varolabilecek sınıflar içerisinde yüksek teknolojimiz, verimliliğimiz ve kalite seviyelerimizle yerimizi alabilmektir. Bunu hatırımızdan kesinlikle çıkarmamalıyız. Hepimiz bu hedefe ulaşmak için çalışmalı ve de başarılı olacağımıza başlangıçta kesinlikle inanmalıyız. Bu noktada yapılacak olan sadece mevcut potansiyelimizi kullanabilmektir. Ürünleri ile dış pazarlarda dünya devlerine meydan okuyan, bilim ve teknolojiye verdiği önemle böyle bir sempozyumu 6 yıldır arka arkaya sürdüren, uzmanları uluslararası bilimsel platformlarda yarışan Şişecam'ın bütün zorlukları yeneceğine olan

inancımı birkez daha huzurlarınızda belirtmek isterim. Şişecam'daki bilimsel ve teknolojik düşünce boyutunun diğer bir göstergesi olan Cam Problemleri Sempozyumlarında her yıl başarılarımızı ve yeni hedeflerimizi hep birlikte coşku içinde paylaşmak üzere 6. Cam Problemleri Sempozyumu'nu açıyor, hepinize başarılar diliyorum.

Teşekkür ederim.

CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE OKSİDAN MADDE OLARAK CeO₂ KULLANIMI

Alpaslan ERENTÜRK - Gülçin ALBAYRAK
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Pekçok diğer endüstri kollarında olduğu gibi ekolojik problemler ve dünya hammadde kaynaklarının rasyonel kullanımının gerekliliği cam ambalaj sanayiini de ananevi yöntemlerine yeni alternatifler getirmeye zorlamıştır. Bu bağlamda ki belli başlı uygulamalar arasında harmanda yüksek oranda cam kırığı kullanılması, afinasyonun harman redoksunun indirgene kaydırılarak geliştirilmesi ve As₂O₃ gibi konvansiyonel oksidasyon maddelerinin harmandan çıkarılması sayılabilir. Yine aynı bağlamda diğer bir uygulama ise yüksek Fe₂O₃ içerikli hammaddelerin cam ambalaj üretiminde kullanılmasıdır. Ancak bu durumda önemli renksizleştirme problemleriyle karşılaşılmaktadır.

Yukarıda anılan hususlardan hareketle, yüksek Fe₂O₃ içeren camların CeO₂ kullanılarak renksizleştirilebilme imkanları laboratuvar skalasında yapılan bir çalışmayla araştırılmıştır. Farklı Fe₂O₃ seviyeleri (% 0.03, 0.06, 0.09) eritme sıcaklığı, harmana oksidan ve indirgen madde ilavesi gibi parametrelerin CeO₂ ile renksizleştirmeye olan etkileri ayrıntılı olarak incelenmiş, sonuçlar deneysel numunelerde elde edilen kimyasal renksizleştirme cinsinden ifade edilerek tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Çevre sorunları ve hammadde kaynaklarının rasyonel kullanımının gerekliliği pekçok endüstri kollarını geleneksel yöntemlerine yeni alternatifler getirmeye zorlamıştır.

Bu bağlamda, cam ambalaj üreticilerince gerçekleştirilen belli başlı uygulamalar arasında, harmanda yüksek oranda cam kırığı kullanılması,

afinasyonun-harman redoksunu indirgene kaydırarak- iyileştirilmesi ve As_2O_3 gibi konvansiyonel oksidasyon maddelerinin harmandan çıkarılması sayılabilir.

Cam ambalaj malzemelerinin hemen tamamı, hammaddelerden gayri safiyet olarak cama intikal eden bir miktar Fe_2O_3 içerirler. Fe_2O_3 uygun şekilde renksizleştirilmediğinde cama arzu edilmeyen mavimsi veya yeşilimsi bir ton verir. Diğer taraftan, renksizleştirme ile elde edilen sonuçlar da limitli olup tatminkar bir renksizlik seviyesi camın toplam Fe_2O_3 içeriği % 0.06'dan az olduğu koşulda sağlanabilmektedir. Düşük Fe_2O_3 içeren hammadde kaynaklarının kısıtlı olması ve getirdiği maliyetin doğal sonucu olarak yüksek miktarda Fe_2O_3 içeren hammaddelerin cam ambalaj üretiminde kullanılması, cam üreticileri için bir seçenek olmaktadır. Ayrıca yüksek oranlarda cam kırığı kullanımının getirdiği kirlenme riskleri de camın Fe_2O_3 seviyesini artırabilecek bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda da önemli renksizleştirme problemleri ile karşılaşmaktadır.

Camın renksizleştirilmesi iki kademe gerçekleştirilir:

Kimyasal Renksizleştirme: Burada amaç camda mevcut Fe^{2+} 'nin mümkün mertebe Fe^{3+} 'ya oksitlenmesidir. Zira Fe^{3+} , camda görünür bölgede, eşit konsantrasyondaki Fe^{2+} 'ye oranla 10 kez daha az absorpsiyon oluşturur.

Fiziksel Renksizleştirme: Burada amaç geriye kalan rengin mavi ve pembe tonlarla maskelenerek nötr gri tonlarına getirilmesidir.

Geçmişteki uygulamalarda Fe^{2+} 'nin oksitlenmesi harmana katılan As_2O_3 + $NaNO_3$ ile sağlanmakta idi. Ancak yakın geçmişte CeO_2 veya Ce- konsantrere gibi malzemeler As_2O_3 'in yerini almıştır.

Yukarıda belirtilen noktalardan hareketle, bu çalışmada, CeO_2 'in değişik Fe_2O_3 seviyelerindeki (% 0.03, 0.06, 0.09) kimyasal renksizleştirme etkinliği laboratuvar skalasında incelenmiştir. Yüksek oranda Fe_2O_3 içeren camlara ağırlık verilerek eritme sıcaklığı, harmana $NaNO_3$ ve karbon ilavesinin etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

2. DENEYSEL

Ana kompozisyonu Tablo 1'de verilen deneysel cam numuneler genellikle ticari hammaddeler kullanılarak eritilmiştir.

Tablo 1: Deneysel Camların Ana Kompozisyonu

<u>Oksit</u>	<u>% Ağırlık</u>
SiO ₂	72.5
Al ₂ O ₃	1.59
Fe ₂ O ₃	0.03-0.09
TiO ₂	0.07
CaO	8.36
MgO	3.49
Na ₂ O	13.74
K ₂ O	0.01
SO ₃	0.18

Camların Fe₂O₃ içerikleri harmana saf Fe₂O₃ katılarak değiştirilmiştir. Yine saf CeO₂ ve teknik NaNO₃ oksidan madde olarak kullanılmış, cam kırığındaki gayrisafiyetlerin indirgen etkisi harmana saf karbon ilavesiyle simüle edilmiştir.

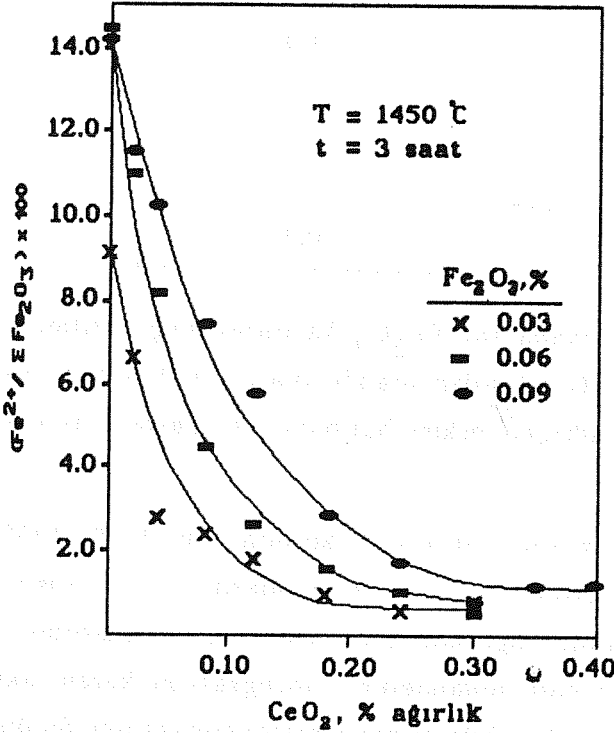
80 g cam verecek harmanlar normal atmosfer koşullarında 1430, 1450 ve 1480°C sıcaklıktaki elektrik fırınında, porselen potalarda 3 saat süreyle eritilmiş ve 550°C'da tavlansarak soğutulmuştur. Deneysel eritişlerden hazırlanan 10 mm kalınlığındaki cam numuneleri integrasyon küresi aksesuarı kullanılarak Perkin Elmer Lambda-9 spektrofotometresinde ölçülmüştür. Fe²⁺ konsantrasyonları 1000 nm dalgaboyunda ölçülen % geçirgenlik değerlerinden, renk koordinatları ve parlaklık ise 400-700 nm dalgaboylarında 10 nm aralıklarla yapılan % geçirgenlik ölçümlerinden Ağırlıklık Ordinatlar Yöntemi ve "C" ışık kaynağı kullanılarak (1) hesaplanmıştır.

Deneysel camların kimyasal analizi X-Işını Floresans yöntemiyle tespit edilmiştir. Anılan yöntemlerden elde edilen sonuçlarla hesaplanan camdaki $Fe^{2+}/\xi Fe_2O_3$ seviyesi, camın oksidasyon düzeyinin göstergesi olarak kullanılmıştır.

3. DENEYSEL SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

3.1. CeO_2 'nin Değişik Fe_2O_3 Seviyelerindeki Etkisi

CeO_2 'nin oksidasyon etkisi, % 0.03, 0.06 ve 0.09 seviyelerinde Fe_2O_3 içeren camlara % 0.02-0.40 arasında değişen miktarlarda CeO_2 ilave edilerek incelenmiştir. Şekil 1'den de görüldüğü üzere CeO_2 'in oksidasyon etkisi, harmandaki miktarı arttıkça, giderek azalan bir hızla artmaktadır. $Fe^{2+}/\xi Fe_2O_3 = \% 1$ oranından sonra CeO_2 artışı camın oksidasyon seviyesini geliştirmez.



Şekil 1: CeO_2 'nin farklı Fe_2O_3 konsantrasyonlarındaki oksidasyon etkinliği.

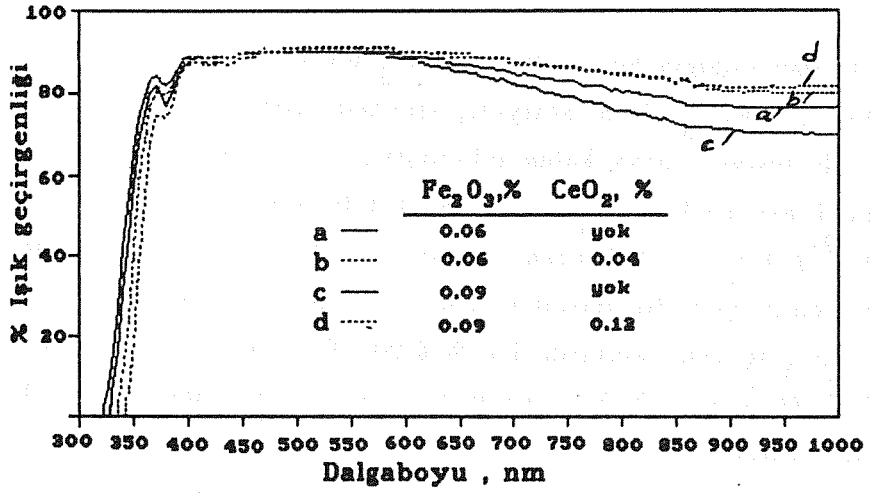
Ticari üretimde, toplam Fe_2O_3 içeriği % 0.06 olan camlarda $Fe^{2+}/\xi Fe_2O_3$ oranı, harman ve fırının redoks konumuna bağlı olarak % 15-25 arasında seyredir. Laboratuvar çalışmalarında ise, elektrik fırınlarındaki ortam yakıtla ısıtılan üretim fırınlarına oranla daha

oksidan olduğundan, % 0.06 Fe_2O_3 içeren camlar için $\text{Fe}^{2+}/\xi\text{Fe}_2\text{O}_3 = \% 8$, seviyesi, kimyasal renksizleştirme açısından yeterli seviye olarak kabul edilmiştir. Şekil 1 ve Tablo 2'den görüldüğü üzere toplam Fe_2O_3 içeriği % 0.06 olan camlarda $\text{Fe}^{2+}/\xi\text{Fe}_2\text{O}_3 = \% 8$ oranı harmana % 0.04 CeO_2 ilave edildiğinde elde edilmiştir. Bu durumda cam % 0.005 Fe^{2+} içermektedir. % 0.09 Fe_2O_3 içeren camlarda ise % 0.005 Fe^{2+} değeri, diğer deyişle $\text{Fe}^{2+}/\xi\text{Fe}_2\text{O}_3 = \% 5.6$ seviyesine, camın CeO_2 içeriği % 0.12 olduğunda ulaşılabilmektedir.

Tablo 2: Şekil 2'de Verilen Deneysel Camların Renk Koordinatları Ve Oksidasyon Seviyeleri

%	Cam			
	a	b	c	d
% Fe_2O_3	0.062	0.063	0.092	0.093
% Fe^{2+}	0.0089	0.0054	0.0130	0.0053
% ($\text{Fe}^{2+}/\xi\text{Fe}_2\text{O}_3$)	14.4	8.5	14.1	5.6
% CeO_2	-	0.04	-	0.12
x	0.3089	0.3101	0.3086	0.3109
y	0.3180	0.3187	0.3186	0.3198
% Y	89.66	90.30	89.35	90.32

Yukarıda anılan bulguların gözlendiği numunelerin Şekil 2'de verilen % geçirgenlik grafikleri ve Tablo 2'deki renk parametrelerinden de görüleceği üzere, b ve d kodlu camların renkleri arasındaki fark fiziksel renksizleştirme ile giderilebilecek seviyededir. Ayrıca konuya daha ince cidar kalınlığında cam ambalaj malzemelerinin üretimine doğru olan trend açısından yaklaşıldığında, bu şiddetteki renk farklılıklarının ihmal edilebilecek düzeyde olduğu söylenebilir.



Şekil 2: Deneysel camların % geçirgenlik grafikleri.

3.2. Sıcaklığın CeO₂'in Oksidasyon Etkinliği Üzerine Tesiri

Toplam Fe₂O₃ içeriği % 0.09 olan ve farklı miktarlarda CeO₂ içeren camlar 1430, 1450 ve 1480°C sıcaklıkta 3 saat süreyle eritilmiş ve bunların Fe²⁺/ΣFe₂O₃ oranları tespit edilmiştir (Şekil 3).

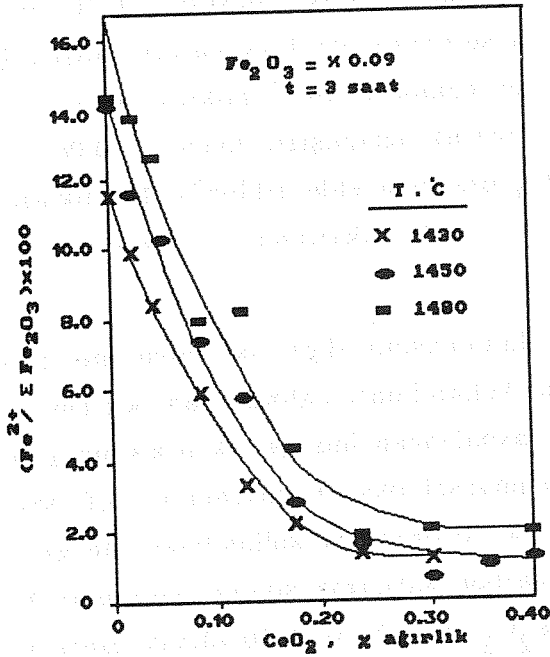
Literatürde de ifade edildiği üzere (2), belli bir CeO₂ seviyesinde, sıcaklık düştükçe daha düşük Fe²⁺/ΣFe₂O₃ değerleri elde edilmiştir. Ancak Fe₂O₃'in hiçbir oksidasyon maddesi ihtiva etmeyen camlarda ki redoks dengesi düşünüldüğünde konuya bir başka açıdan yaklaşmak mümkündür.

Camda redoks dengesi, genellikle sıcaklık arttıkça indirgene kayma temayülündedir (3). Bu nedenle CeO₂ ihtiva etmeyen bir cam, örneğin 1480°C gibi yüksek bir sıcaklıkta eritildiğinde, 1450 ve 1430°C'ta aynı koşullarda eritilen benzerlerine oranla, daha indirgen bir seviyede kararlı hale gelmiştir (Şekil 3). Bu camlara bir miktar CeO₂ ilave edildiğinde ise, başlangıç noktalarına göre Fe²⁺/ΣFe₂O₃ oranlarında gözlenen azalma, yüksek sıcaklıkta eritilenlerde daha fazla olmuştur. Şekil 3'deki bulgulardan elde edilen karşılaştırmalı değerler Tablo 3'de

verilmektedir.

Tablo 3: CeO_2 'in Çeşitli Eritme Sıcaklıklarındaki Etkinliği

Eritme Sıcaklığı, °C	$\text{Fe}^{2+}/\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$		Fark a- b, %
	(a) % 0 CeO_2	(b) % 0.20 CeO_2	
1430	11.5	1.9	9.6
1450	14.1	2.3	11.8
1480	16.4	3.4	13.0



Şekil 3: Eritme sıcaklığının çeşitli CeO_2 konsantrasyonlarında $\text{Fe}^{2+}/\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ oranına etkisi.

Tablo 3'ün verilerine göre CeO_2 'in oksidasyon verimliliğinin sıcaklık akışına paralel olarak arttığı söylenebilir.

Bu noktaya kadar konu edilen tüm deneysel camlar CeO_2 içeriklerini

belirlemek üzere XRF cihazıyla analiz edilmiştir. Tespit edilen CeO_2 miktarları harmana ilave edilenlerden farklı olmamıştır.

3.3. NaNO_3 ve Karbonun Etkisi

Oksidasyonun As_2O_3 ile sağlanması uygulamasında, NaNO_3 As^{3+} 'yi As^{5+} 'ya oksitlemek için "oksijen kaynağı" olarak kullanılır. CeO_2 , As_2O_3 yerine kullanılmaya başlandıktan sonra NaNO_3 'da genellikle harmanlardan çıkarılır. Çalışmanın bu bölümünde, yüksek Fe_2O_3 içeren camlarda CeO_2 ile birlikte NaNO_3 'ın da harmana katılması ile ilave faydaların elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır.

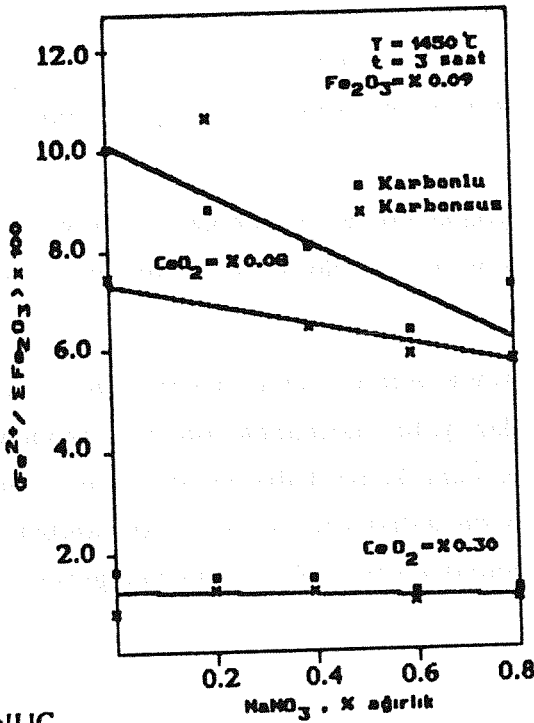
% 0.09 Fe_2O_3 , % 0.08 ve 0.30 olmak üzere iki ayrı seviyede CeO_2 içeren camlara % 0.2-0.8 NaNO_3 ilave edilmiş, tekabül eden harmanlar 1450°C sıcaklıkta 3 saat süreyle eritilmişlerdir. Şekil 4'de verilen sonuçlardan da görüleceği üzere NaNO_3 ilavesi % 0.30 CeO_2 ihtiva eden camların oksidasyon seviyelerinde fark yaratmamıştır. Diğer taraftan % 0.08 CeO_2 içeren camlarda Fe^{2+} miktarı artan NaNO_3 konsantrasyonuna bağlı olarak azalmıştır. Ancak % 0.08 NaNO_3 ilavesi ile $\text{Fe}^{2+}/\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ oranında elde edilen % 1-6'lık azalma, CeO_2 miktarının % 0.08'den 0.11'e çıkarılması ile bertaraf edilebilecek niteliktedir.

NaNO_3 'ın CeO_2 ile birlikte kullanılmasının diğer bir muhtemel nedeni, özellikle yüksek oranlarda kullanılması halinde cam kırığının ihtiva ettiği gayrisafiyetinden kaynaklanan indirgenlik etkisinin giderilmesi olarak düşünülmüştür. Kimyasal oksijen ihtiyacı (C.O.D. sayısı) 400 ppm olan cam kırığının % 50 oranında kullanılması ile getireceği indirgen etki, harmana karbon katılarak simüle edilmiştir. Bu bölümdeki camlar da % 0.09 Fe_2O_3 , % 0.08 ve 0.30 olmak üzere iki seviyede CeO_2 ve % 0-0.8 arasında değişen miktarlarda NaNO_3 ihtiva etmektedir. Eritme sıcaklığı 1450°C ve eritme süresi 3 saattir (Şekil 4).

Şekil 4'den görüleceği üzere % 0.08 CeO_2 ihtiva eden camlara karbon ilavesi ile indirgen etki elde edilmiş, ancak harmandaki NaNO_3

miktarı artırılarak bu etki giderilmiştir. Yüksek CeO_2 oranlarında ise (örneğin % 0.30), NaNO_3 ilavesinde olduğu gibi, karbon da camın $\text{Fe}^{2+}/\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ dengesini değiştirmemiştir zira harmanda mevcut olan CeO_2 zaten aşırı miktardadır.

Yukarıda özetlenen bulgular çerçevesinde, harmanda kullanılan CeO_2 miktarı ayarlandığı takdirde NaNO_3 'ün oksidan etkisinin dengelenebildiği ve karbonun indirgen etkisinin kompanse edilebildiği söylenebilir.



Şekil 4: NaNO_3 ve karbonun, CeO_2 'in oksidasyon fonksiyonuna etkisi.

4. SONUÇ

Yukarıda ana bulgular çerçevesinde açıklanan deneysel çalışmada şu sonuçlara varılmıştır.

1. Laboratuvar skalasında, % 0.06 Fe_2O_3 içeren camlar için tatminkâr kabul edilen kimyasal renksizleştirme seviyesi, % 0.09 Fe_2O_3 içeren camlarda harmana % 0.12 CeO_2 ilave edilerek elde edilmiştir.
2. CeO_2 ihtiva etmeyen camların oksidasyon seviyesi referans alındığında, CeO_2 'in oksidasyon verimliliğinin yüksek sıcaklıklarda daha fazla olduğu söylenebilir.

3. Cam kırığındaki gayrisafiyetlerden kaynaklanan indirgen etki CeO_2 'in harmana yeterli miktarda katılmasıyla giderilebilir. Bu uygulama ile, yüksek oranlarda cam kırığı kullanımı mümkün olmakta ve harman maddeleri arasında baca gazı emisyonları açısından en önemli NO_x kaynaklarından olan $NaNO_3$ 'ün harmana ilavesine gerek kalmamaktadır.
4. Çevre korumacılık ilkeleri açısından diğer bir olumlu özellik ise CeO_2 'in uçucu olmamasıdır.

Elde edilen bu sonuçlardan hareketle, geçtiğimiz yıllarda Anadolu Cam Sanayii A.Ş. ve Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de özellikle çevre koruma ilkeleri ve Avrupa ülkelerine ihracat açısından önemli sakıncalar yaratan, harmanda As_2O_3 kullanımına son verilmiş ve camların CeO_2 ile renksizleştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Rekabet koşullarının son derece yoğun olduğu günümüzde camımızın kalitesini, prodüktiviteyi artırma ve maliyetleri düşürme yönündeki çabalarımızı tüm hızıyla sürdürmemiz şarttır.

Bu bağlamda cam ambalaj üretiminde erime hızını artırıp daha iyi afinyasyon sağlamanın tartışmasız en etkin yolu, harmanda indirgen redoks seviyelerine kaymak ve yüksek oranda cam kırığı kullanmaktır. Bu uygulama paralelinde camın renk kalitesinin de geliştirilmesi için cam ambalaj üretiminde düşük Fe_2O_3 içerikli hammaddelerin kullanılmasının gereği tartışılmazdır.

KAYNAKLAR

1. Hardy, A.C.: Handbook of Colorimetry, 1966, The M.I.T. Press, Cambridge (U.S.A.).
2. Herring, A.D., Dean, R.W., Drobnick, J.L.: Decolorizing Soda-Lime Glasses (Parts 1-3). Glass Ind. (1970), pp. 316-322, 350-356, 394-399.
3. Paul, A.: Chemistry of Glasses, 1982, Chapman and Hall, New York.

BOROSİLİKAT CAM FIRININDA ÜRETİM RANDIMANINI ARTIRMA ÇALIŞMALARI

Cahit ERKAL - Şeref KIRAN

Teknik Cam Sanayii A.Ş.

Levent KAYA

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Teknik Cam Sanayii A.Ş. I no'lu fırında cam hataları kampanya başı itibariyle önemli oranda artış göstermiştir. Cam hatalarının azaltılmasına yönelik olarak Teknik Cam Sanayii A.Ş., Teknik Grup ve Japon NEG firması tarafından ortaklaşa yürütülen çalışmalar yapılmıştır.

Fırında yapılan çalışmalar:

- . Yakma sistemi ve harman beslemede karşılaşılan aksaklıkların giderilmesi,
 - . hata yoğunluğunun yüksek olduğu LH-16 forehearth'ında işletme şartlarının iyileştirilmesi ve,
 - . fırın ergitme performansının artırılması,
- yönünde olmuştur.

Yapılan çalışmalar neticesinde cam kalitesi bakımından önemli bir gelişme sağlanmış ve bu şekilde net ürüne dönüştürme oranı da artırılmıştır.

1. GİRİŞ

Teknik Cam Sanayii A.Ş.'nin yandan ateşlemeli, elektrik takviyeli ve borosilikat cam eritilen I no'lu fırını, 11 Kasım 1989 tarihinde soğuk tamiri tamamlanarak devreye alınmıştır.

Yeni kampanyada kapasite artırımına yönelik olarak fırında yapılan en önemli dizayn değişikliği, elektrik takviye gücünün 1200 kW'tan 1800 kW'a çıkartılması olmuştur. Bu şekilde ergitme alanı aynı kalırken elektrik takviye gücünde yapılan 600 kW'lık bu artışla fırının ergitme kapasitesi 40 ton/gün'den 55 ton/gün'e yükseltilmiştir.

Ancak fırında 48 ton/gün seviyesinden itibaren camdaki hata yoğunluğunun artması, üretim performansını olumsuz yönde etkilemiş, üretim şekli itibarıyla, hataların daha görünür olduğu LH-16 hattında net ürüne dönüştürme oranı % 30 gibi düşük seviyelerde kalmıştır.

Bu bildiri kapsamında I no'lu fırında cam kalitesinin iyileştirilmesi ve üretim randımanının artırılmasına yönelik olarak Teknik Cam Sanayii A.Ş., Teknik Grup ve Japon NEG firmasının birlikte yaptıkları çalışmalar anlatılmaktadır.

2. KAMPANYA DÖNEMİ BAŞINDA I NO'LU FIRININ GENEL DURUMU

Cam Kalitesi

Fırında cam hatalarının hatlara göre dağılımı üretim şekline bağlı olarak farklılık göstermektedir. Buna göre hatalar ince cidarlı mamullerin üretildiği LH-16 hattında belirginleşirken, kalın cidarlı mamullerin yapıldığı preslerde küçük boyuttaki hataların daha zor farkedilebilmesinden dolayı hata seviyesi düşük olmaktadır.

LH-16 hattında taş hataları kg camda 2-4 adet arasında olup, toplam hatalar içinde 1/3'lük bir oran oluşturmaktadır. Taş hatalarının büyük bir bölümünde mineralojik yapının erimemiş kuvars ve devitrifiye kristobalit olduğu görülmüştür.

Yine LH-16 hattı için sayıları kg camda 2-4 adet arasında değişen düğme ve damar hataları genelde benzer karakteristikler göstermektedir. Düğme hatalarının büyük çoğunluğunda yüksek silis matrisi içinde yoğun AZS damarları, küçük habbecikler, devitrifiye kristobalit ve erimemiş kuvars tanecikleri bulunmaktadır.

Damar hataları da yukarıda bahsedilen özelliklerin bir bölümünü bünyesinde bulunduracak şekilde benzer bir yapı göstermektedir. 100 gram camdaki habbe sayısı ise çekiş seviyesine bağlı olarak 60-170 adet arasında değişmektedir.

Yakma Sistemi

Fuel-oil bekleri bek taşlarından 30 mm geride konumlandırılmıştır.

Beklerin bu konumu nedeniyle önemli miktarda soğuk hava, yakıt jetinin sürüklenme etkisiyle bek taşı deliklerinden fırın içine girmektedir.

Atomizasyon havası mevcut beklerin konstrüksiyonu itibariyle fazladır. Yapılan incelemelerde yakıtın tam yanması için gerekli havanın ancak % 60'ının rejeneratörlerden ön ısıtılmış olarak fırına verildiği, geri kalan bölümün ise atomizasyon havası ve bek taşı deliklerinden emilen soğuk hava ile karşılandığı belirlenmiştir.

Ana hattaki fuel-oil basıncı;

- . yakıtın daha az verildiği portlarda kapasite altı çalışmanın getirdiği kirlenme ve tıkanmalar,
- . her bekten geçen yakıt miktarını ayarlayan motorlu iğne vanaların sağlıklı bir şekilde çalışmaması ve birbirlerini etkilemeleri,

nedeniyle enversiyon boyunca sürekli olarak kendiliğinden değişmektedir. Bu durum portlara ve beklere giden yakıt miktarlarının oynamasına, dolayısıyla fırın sıcaklıklarının kararlı bir seviyede tutulamamasına neden olmaktadır.

Yakma havasının bir bölümü enversiyon şiberlerinin sızdırması nedeniyle baca gazına karışmaktadır. Ayrıca baca kanalları müşterek olan 1., 2. ve 3., 4. rejeneratörlerde hava paylaşımları nedeniyle portlara verilen yakma havası miktarlarında sorunlar bulunmaktadır.

Harman Besleme

Fırına harman şarjı 4 adet yavaş ve hızlı konumda çalışabilen vidalı besleyiciler ile yapılmaktadır. Ana silodan serbest akışla doldurulan besleyici bunkerlerinin zaman zaman boş kalması nedeniyle harman beslemesinin aksadığı ve harman örtüsü dağılımının da olumsuz olarak etkilendiği görülmüştür.

Harman örtüsünün bitiş çizgisi genelde 2. port hizasındadır. Köpük tabakası 2. port sonrasında alın duvarı köşelerine kadar uzanmakta, sadece throat önündeki küçük bir alanda ayna yüzeyi bulunmaktadır.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

I no'lu fırında cam hatalarının aşağı seviyelere çekilmesi, bu şekilde üretim randımanının fırın için öngörülen 54-55 ton/gün çekişlerde, ulaşılabilecek en

üst mertebelere çıkartılması amacıyla Aralık 1989 tarihi itibariyle başlatılan çalışmalar şu konu başlıkları altında sürdürülmüştür.

- . Yakma sistemi ve harman besleme gibi ana birimlerde karşılaşılan aksaklıkların giderilmesi,
- . hata yoğunluğunun yüksek olduğu LH-16 forehearth'ında işletme şartlarının iyileştirilmesi ve
- . fırın ergitme performansının artırılması.

3.1. Yakma Sistemi İle İlgili Çalışmalar

Fırına soğuk hava girişinin azaltılması amacıyla bekler, aradaki mesafe 10 mm olacak şekilde bek taşlarına yaklaştırılmıştır. Ayrıca bek açıları alevlerin cam yüzeyine yakınlaştırılması için azaltılmıştır.

Mevcut fuel-oil beklerinde, daha iyi bir alev formunun sağlanmasına yönelik geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Bu kapsamda, kısa olan alev boylarını uzatmak için bek ucunda primer havanın geçtiği kesit daraltılmış ve yakıt meme çapları küçültülmüştür. Bu şekilde imal edilen yeni bekler, önce Araştırma Müdürlüğümüzde bulunan bir bek test düzeneğinde denenerek atomizasyon performansı açısından incelenmiş ve daha sonra yapılan fırın uygulamalarında iyi sonuçlar vermiştir.

Portlara verilen yakıt miktarlarının daha kararlı bir seviyede tutulabilmesi için her port'a debi kontrol vanaları konarak yakıt miktarı oynamaları minimuma indirilmiştir.

Yakma havası kanallarının rejeneratör altlarında birleştiği yerlere enversiyon sistemine bağlı klapeler takılarak yanmayan tarafa olan hava kaçakları büyük ölçüde giderilmiştir.

3.2. Harman Besleme Ve Hammadde İle İlgili Çalışmalar

Harman verici bunkerlerini sürekli dolu tutacak bir sistem projelendirilerek uygulamaya konulmuştur. Bu şekilde fırına düzenli harman şarjının yapılabilmesi sağlanmıştır.

Kum tane iriliğinin kontrolü amacıyla Harman Dairesi'ne bir elek sistemi kurularak 0.350 mm üzeri taneler ayrılmaya başlanmıştır. Yapılan analizlerde suda çözünmeyen 0.595 mm üstü tanelere rastlanan tuzun yerine, daha kaliteli ve temiz olan rafine tuz kullanımına geçilmiştir.

3.3. LH-16 Forehearth'ı İle İlgili Çalışmalar

Yüksek çekişlerde eritme havuzundan inhomojen yapıda gelebilecek camın forehearth şartlarındaki olumsuzluklara bağlı olarak kolaylıkla scum oluşturabileceği bu şekilde mamullerde düğme ve damar şeklinde hataya neden olabileceği düşünülerek LH-16 forehearth işletme şartları iyileştirilmeye çalışılmıştır.

Bu şekilde yapılan düzenlemeler şu şekilde özetlenebilir:

- . Scum ile kaplı olduğu görülen spout taşması yüzeyi periyodik olarak temizlenmeye başlanmıştır.
- . Karıştırıcılara üflenen soğutma havasının cam yüzeyine temas ederek soğutma etkisi yapacağı ve bu şekilde scum oluşturabileceği düşünülmüş, buna önlem olarak soğutma borularının uçları cam yüzeyinden yukarıya kaldırılmıştır.
- . Camın, durgun olan bölgelerde uzun süre kalarak hata oluşturabileceği düşüncesiyle forehearth yıkaması yapılmıştır. Bunun için spout bölgesi dışında kalan tüm zonlarda sıcaklıklar 1500°C 'ye kadar yükseltilmiş ve 5 saat süreyle bu seviyede tutulmuştur.
- . Çalışılan imalat için LH-16 forehearth sıcaklıkları düzenlenerek eski kampanya şartlarına getirilmiştir. Buna göre 1. ve 2. zon sıcaklıkları düşürülürken, 3., 4. ve 5. zonlarda sıcaklıklar artırılmıştır. Bu şekilde 1260°C civarında olan damla sıcaklığı da 1275°C 'ye yükselmiştir.
- . Forehearth zonlarındaki yanmaların iyi olmadığı, hava/yakıt oranlarının yüksek olduğu görülmüş, buna göre yakma şartları yeniden düzenlenmiştir.
- . Spout tüp devri ve dönme yönünde değişiklikler yapılmıştır. Buna

göre tp devri 5 devir/dakika'dan 7 devir/dakika'ya yükseltilirken dönüş yönü tersine cvrilmiştir.

LH-16 forehearth'ında yapılan bu düzenlemeler sonrasında damar hataları bakımından olumlu bir gelişme sağlanmıştır.

3.4. Fırın Ergitme Performansının Artırılmasına Yönelik Calışmalar

İlk aşamada habbe ve taş hataları üzerinde etkili olduğu görülen doghouse'a yakın taban sıcaklığının artırılmasına yönelik olarak elektrot cifti dizilişlerinde değişiklik yapılmıştır. Buna göre mevcut durumda 6-5-5 olan elektrot cifti dizilişi, throat tarafındaki 2 cift iptal edilerek 4-5-5 şeklinde düzenlenmiştir. 1. zonda elektrot cifti başına düşen gc miktarının artışına bağlı olarak elektrot yüzeylerinden olan akım yoğunluğunun artması ile doghouse tarafındaki taban sıcaklığları kısa süre içinde hızlı bir yükselme göstermiştir. Bu dönemde harman örtüsünde görülen ileriye kaymanın ortadan yapılan hızlı beslemeye bağlı olabileceği düşünülerek besleyici devirleri değiştirilmiş ancak beklenen etki sağlanamamıştır.

Doghouse'a yakın cam sıcaklığının yükseltilmesi beklenenin aksine cam hataları üzerinde olumsuz bir etki göstermiştir. Elektrot cifti dizilişinin değiştirilmesini takiben, doghouse'a yakın taban sıcaklığlarındaki yükselmeye paralel olarak taş, düğme ve habbe hatalarında bir artış olmuştur.

İkinci aşamada fırına üstten verilen enerjinin ağırlıklı olarak doghouse tarafına yönlendirilmesi, bu şekilde üstten erimenin artırılması amacıyla port yakıt dağılımlarında düzenleme yapılmıştır. Buna göre daha önce en fazla yakıtın verildiği 3. portta yakıt miktarı azaltılırken 1. ve 2. portlardan verilen yakıt miktarları artırılmıştır. Port yakıt dağılımları bu şekilde düzenlenirken, elektrot cifti diziliş düzeni de orijinal durum olan 6-5-5 şekline getirilmiştir. Bu değişiklerle üstten erime koşullarının iyileştirilmesi sonucunda cam hataları giderek azalmış ve beklenen seviyelere inmiştir.

4. SONUÇ

I no'lu fırında kampanya başı itibariyle artış gösteren ve önemli oranda üretim kaybına neden olan cam hatalarının azaltılmasına yönelik olarak yaklaşık 3 ay süren çalışmalar yapılmıştır.

Teknik Cam Sanayii A.Ş., Teknik Grup ve Japon NEG firmasının birlikte yaptıkları çalışmalar sonucu cam kalitesi yönünden belirgin bir iyileşme sağlanmıştır. Çalışmaların sonuçlandırıldığı Şubat ayı sonu itibariyle taş hataları giderek azalmış ve 0.5 adet/kg cam seviyesinin altına inmiştir. Benzer şekilde düğme ve damar hataları da ağırlıklı olarak 1 adet/kg cam mertebesinin altına kadar çekilebilmiştir.

Birim camdaki hata yoğunluğunun azaltılması ile üretim randımanında da önemli bir artış gerçekleştirilmiştir. Kampanya başlarında 45 ton/ay olan LH-16 hattındaki satılabilir ürün miktarı cam kalitesindeki gelişmeye bağlı olarak 110 ton/ay seviyelerine yükselmiştir.

1 NO'LU E-CAMI FIRININDA ÜRETİMİ ARTIRMAK İÇİN YAPILAN TEKNOLOJİK DÜZENLEMELER

Bayram DEMİRCAN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

I no'lu fırında 15.10.1988 tarihinde soğuk tamir çalışmaları tamamlandı ve bu tarihten itibaren üretime geçildi. 1200x600 HS - 2 mm \emptyset , 12 x 680 HS - 1,9 mm \emptyset bushing düzeniyle üretime başlandıktan beş gün sonra 12,5 ton/gün kapasiteye ulaşıldı. Bundan sonra üretimin 16 ton/gün seviyesine çıkartılabilmesi için gerekli çalışmalar başlatıldı.

İlk olarak çapları 8" olan colletlerin 12" çaplı olacak şekilde değiştirilmesine karar verildi. Yaklaşık olarak 1 ton/gün üretim artışıyla 13,5 ton/gün seviyesine ulaşıldı. Daha sonra bushing sayısını artırmak mümkün olmadığı için yüksek verimli bushing dizayn çalışmaları başlatıldı.

720 HS - 2,1 mm \emptyset nozzle çaplı yeni bir bushing üzerinde deneme çalışmaları yapıldı. Bu değişiklik yapılırken herhangi bir platin artışı öngörülmedi. Aynı ebattaki taban plakasına 720 HS sığdırıldı. Deneme çalışmalarının sonucu olumlu bulundu ve 6 ay içerisinde 24 adet bushing değiştirildi. Bu dönem sonunda üretim miktarının 15 ton/gün olarak seyrettiği görüldü.

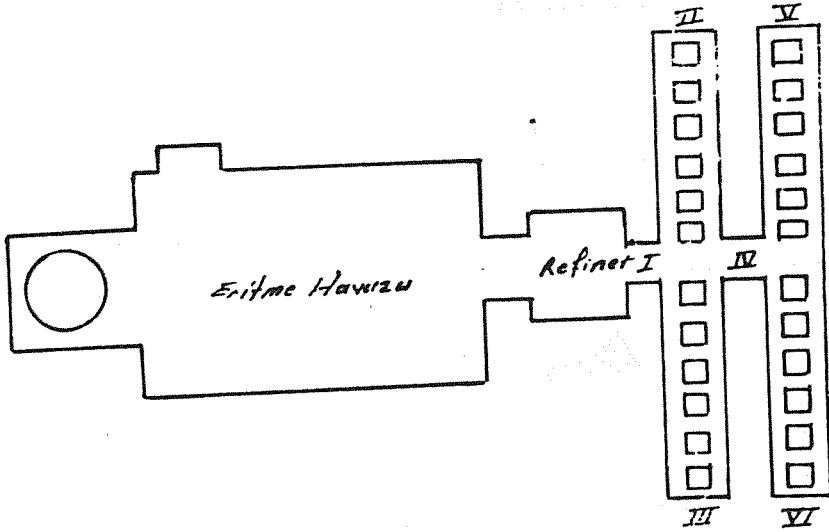
Daha sonra bushinglerin verimliliğinin artırılması ve elyaf kopmalarının azaltılması yönünde yapılan ek çalışmalar sonunda üretim miktarının hedeflenenin üzerinde 16,5 ton/gün olarak gerçekleştirilmesi sağlandı.

1. GİRİŞ

I no'lu fırında üretimi artırmak için yapılan teknolojik düzenlemelere geçmeden önce Şişecam topluluğu içinde özellikle elyaf üretimi açısından oldukça değişik teknolojiye sahip olan Cam Elyaf Sanayii A.Ş. I no'lu fırının hakkında çok kısa bilgi vermek gereğini duyuyorum.

2. FIRIN

İlk işletmeye 1974 yılında alınan I no'lu fırın 27.6 m^2 eritme havuzu, 49 cm cam derinliği, H tipi forehearth'ı olan reküperatif bir fırındır (Şekil 1).

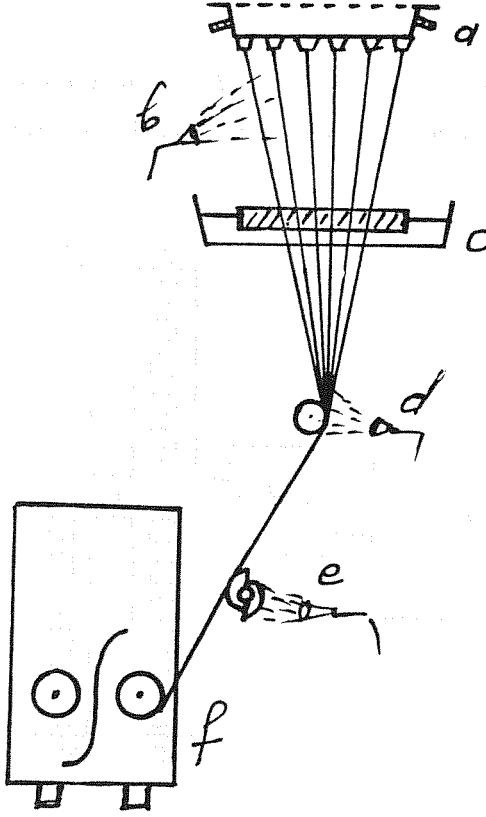


Şekil 1.

Eritme havuzunda fuel-oil, F/H'da LPG kullanılmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi F/H 6 kanaldan ibarettir. I ve IV. kanallar camın çalışma bölgelerine geçişini temin ederler. II. III. V. VI. kanallar çalışma bölgeleridir. Her bir çalışma bölgesinde 6 adet olmak üzere toplam 24 adet bushing bulunmaktadır. Fırında toplam 22 adet fuel-oil beki, F/H'da ise 250 adet LPG beki bulunmaktadır. Eritme havuzunda ve F/H'da camla temasın bulunduğu yerlerde Chrom-oxide ve Dense Zirkon üst yapıda Mullite, Standart Zirkon, Şamot ve Elektrodöküm refrakterler kullanılmaktadır.

3. ELYAF SARMA

Elyaf sarma üretim hattını Şekil 2'de kısaca şematik olarak gösterebiliriz.



- a. Bushing
- b. Su spreyi
- c. Aplikatör
- d. Grafit makara
- e. Traverse
- f. Sarma makinası

Şekil 2.

a. BUSHING

Bushing'leri taban plakasında camın filamentler halinde akışını temin edecek nozzle'ları, her iki tarafından elektrik akımını terminal bloklarla tatbik etmeye yarayan kulakları ve taban plakasının üstünde herhangi bir nedenle fırından gelebilecek iri pislik ve refrakter parçalarının tabana, dolayısıyla nozzle'ların üzerine oturmasına mani olacak çok sayıda ince delikler ihtiva eden screen plate'i bulunan pt/Rh alaşımından yapılmış kovanlardır diye basitçe tarif etmek mümkündür.

Çok hassas bir üretim ekipmanıdır. Üretim esnasında tatbik edilen elektrik enerjisiyle yaklaşık olarak F/H'daki cam sıcaklığından $\sim 15 - 20^{\circ}\text{C}$ daha düşük bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Isısı cam sıcaklığının hiçbir zaman üstüne çıkarılmamalıdır. Aksi halde camın damlalar halinde akışına ve

taban plakasındaki nozzle aralarına yapışmasına neden olur. Bundan sonra ısı düşürülüp normal sarma koşullarına indirilse bile nozzle aralarına yapışan ve soğuyan cam taban plakasında ısı dağılım bozukluklarına neden olur. Bunun sorucu olarak da kopmalar artar. Bushing randımanı düşer. Herhangi bir bushingin cam akışı aşağıdaki formülle hesap edilir.

$$F \propto \frac{r^4 \times h}{L \times n}$$

F = Cam akışı

r = Nozzle yarıçapı

h = F/H cam derinliği

L = Nozzle boyu

n = Viskozite

Ayrıca, bushing taban plakasının ısı dağılım bozukluklarının ve camın nozzle aralarına yapışmasının önüne geçilmesi ve nozzle'lardan akan camın düzgün damla formunda akmasını temin edecek, her yöne hareketli nozzle'ların araları boyunca uzanan palladyum'dan yapılmış soğutma suyu boruları bulunmaktadır. Bushingin kendisi kadar önemli bir ekipmandır.

b. ÜST SU SPREYLERİ

Bushing nozzle'larından akan, ürün cinslerine göre 10 ile 20 μ kalınlığındaki filamentlerin üzerine su sprej edilerek soğutulmasını sağlar. Bushingin büyüklüğüne, buna bağlı olarak filament sayısına ve filamentin kalınlığına göre sprej sayısı 1 ile 6 arasında değişir.

Eğer bu sprejler kullanılmayacak olursa veya sayıları yeterli değilse, filamentler yeterince soğuyamayacak, daha sonra sözümlü edeceğimiz aplikatör grafit rulosu üzerindeki bağlayıcı ile temas ettiğinde rulo üzerinde Gum-up oluşumuna neden olacaktır. Bu durum ise elyafın kopmasına ve üretim kaybına sebep teşkil edecektir.

c. APLİKATÖR

İçerisinde $\emptyset 50 - \emptyset 75$ mm çapında, filament kümesinin genişliğinden daha uzun boyda, kendi eksenini etrafında değişik hızlarda döndürülebilen bir grafit rulo ihtiva eden, 0.5 kg sulu bağlayıcı alabilen küçük bir haznedir.

Bushington çıkan filamentler aplikatör grafit rulosu üzerine çok düşük bir tansiyonda değerek geçer. Bu esnada grafit rulo, üzerine aldığı bağlayıcıyı filament üzerine aktarır. Üretim cinsine göre filament üzerindeki bağlayıcı miktarı rulonun dönme hızıyla ayarlanır.

Cam elyafı üzerindeki bağlayıcının fonksiyonu son derece önemlidir. Son kullanım yerine göre uygun bağlayıcı formülasyonu olmadığı takdirde ürün satılamaz. Bu nedenle bağlayıcı formülasyonu içindeki kimyevi maddeler hakkında çok kısa bilgi verilecektir. Bağlayıcı içindeki kimyevi hammadde-leri 4 grup altında sınıflandırmak mümkündür.

1. FİLM FORMER'LAR

Genel olarak PVA (poly vinil asetat) polyester ve poliüretan emülsiyonlardır. Bu malzemeler elyaf üretimi esnasında filamentlerin üzerinde film yaparlar. Elyafın kopmasına mani olurlar. Elyaf üretiminden çıkan bobinler kurutulduktan sonra bu film karakteri oldukça sağlam bir yapı kazanır ve elyafın pamuklanmadan, kırılmadan, strand kopmasına meydan vermeden işlenmesine yardımcı olurlar. Son ürün kullanım anında da tatbik edilecek reçine ile uyum sağlayacak karakterde seçilmeleri şarttır. Aksi takdirde son ürünün kimyasal ve mekanik mukavemetleri üzerinde olumsuz etki yaparlar.

2. COUPLING AGENT'LAR (Volan - Silanlar)

Bu malzemeler ürünün son kullanımı esnasında tatbik edilen reçinelerle cam elyafının çok sağlam bir yapı teşkil etmesini sağlarlar. Ürünün mekanik mukavemetini artıran ana malzemelerdir.

3. LUBRICANT'LAR

Gerek elyaf üretimi, gerekse elyafın işlenmesi esnasında kaydırıcı fonksiyonlarından dolayı sürtünmeleri azaltırlar. Elyaf üretimi esnasında kopmaların azaltılmasına, elyaf işleme esnasında pamuklanma ve kırılmaların azaltılmasına, kısmen de statik elektriğin düşürülmesine yardımcı olurlar.

4. ANTİSTATİK AGENT'LAR

Cam elyafının üzerindeki statik elektriğin önemi çok büyüktür. Gerek ara üretim esnasında elyaf işleme bölümünde, gerekse son ürünün kullanımı esnasında değişik boylarda elyafın kırılması söz konusu olduğu için statik elektrik asla tercih edilmez. Bunu önlemek için hem elyaf üretim bölümünde bağlayıcı formülasyonunda, hem de elyaf işleme bölümünde hariçen kullanılırlar.

d. SPLIT AYIRICILAR

Bir bushingten akan toplam filament sayısının ürün cinsine ve kullanım özelliklerine göre gruplara, splitlere ayrılmasını temin eden grafitten yapılmış makara şeklindeki malzemelerdir. Ürün cinsine göre split sayısı 1 ile 16 arasında değişir. Bu split ayırıcısının karşısına sürtünmeleri azaltmak ve gum-up teşekkülüne meydan vermemek için bir adet su spreyi yerleştirilmiştir.

e. TRAVERSE WIRE

Splitlerine ayrılmış elyafın makina colletlerine geçirilmiş karton miğfer üzerine düzenli bir örgü yapacak şekilde sarımını temin eden ekipmandır. Çok önemli bir ekipmandır. Sarımın çok sağlıklı olması lazımdır. Elyaf işleme bölümünde bobinler sarıldığı gibi çözülebilmelidirler. Ayrıca, bobinler kaç split sarıldı ise çözülme esnasında bunlar birbirlerine yapışmamalıdır. Aksi takdirde işlenen elyaf istenilen özellikleri göstermez. Aynı zamanda çözülme problemi varsa elyaf işleme esnasında zayıflar büyük olur. Bu mahzurları ortadan kaldırmak için uygun formda traverse-wire geliştirmek ve collet hızıyla birlikte senkronize bir şekilde dönme hızını ayarlamak gerekir. Aynı şekilde yine traverse üzerine bir sprey vasıtasıyla su püskürtülür. Böylece devamlı şekilde traverse wire'lar yıkanır ve gum-up oluşumunun önüne geçilir.

f. SARMA MAKİNALARI

Bünyesinde, elyafın üzerine sarılabileceği, elyaf cinslerine göre devirleri ayarlanabilen bir veya iki adet değişik çaplarda colletleri bulunan

makinalardır. Çapları 6", 8", 12" olacak şekilde değişebilir. I no'lu elyaf sarmada dzeneli sarım yapabilmek için collet ve bunun bağlı bulunduğu motor hareketli, traverse sabittir. II no'lu elyaf sarmada collet hareket-siz, traverse ise belli bir strok'ta (100 mm) ileri geri hareket etmektedir.

Yine I no'lu elyaf sarmada collet ve traverse devirleri ürün cinslerine göre ayrı ayrı jeneratörlerle en uygun pozisyona ayarlanırlar. II no'lu elyaf sarmada makina imalatı esnasında collet ve traverse bütün ürün çeşitlerine göre her hızda senkronize çalışacak şekilde aynı tahrik sistemine monte edilmiştir. Ayrı ayrı hız ayarlamalarına ihtiyaç yoktur. I no'lu elyaf sarma makinaları tek collet'li manuel tip makinalardır. Her kekin sarma zamanı sonunda makina durdurulur ve operatör tarafından yeniden sarıma hazırlanır. II no'lu elyaf sarmada ise makinalar çift colletlidir. Bir kekin sarma zamanı dolduğunda makina otomatik olarak change-over yapar ve kesintisiz olarak sarım devam eder.

Operatör yalnızca diğer collet'teki sarımı tamamlanmış bobini alır ve makinaı tekrar sarıma hazırlar. Bu tip makinalar üretim verimi çok daha yüksek, aynı zamanda eleman tasarrufuna son derece müsait makinalardır.

4. ÜRETİMİ ARTTIRMAK İÇİN YAPILAN DEęİŐKLIKLER

I No'lu fırında 15.10.1988 tarihinde soğuk tamir çalışmaları ve ısıtma programı tamamlandı. Bu tarihten itibaren üretime geçildi.

12 x 600 HS - 2 mm  ; 12 x 680 HS - 1.9 mm  bushing dzeniyile üretim başlandı. 600 HS'luk bushinglerin taban plakaları kaynak metodu ile 680 HS bushinglerinki ise press metoduyla imal edilmişti. Sonuçta tabii ki amaç bütün bushinglerin press metodu ile imal edilmesiydi. Fakat bu fırın için press metoduyla bushing imalatı konusunda fazla tecrübemiz olmadığı için yukarıda sözü edilen bushing parkına karar verildi. retime başladıktan 5 gün sonra 12.5 ton/gün net ürün kapasitesine ulaşıldı. Bu miktar yukarıda sözü edilen bushing parkıyla gerçekleştirilebilecek maksimum üretim miktarıydı. Bundan sonra üretim miktarının 16 ton/gün seviyesine

çıkartılabilmesi için gerekli çalışmalar başlatıldı. Bunun için I no'lu elyaf sarmada hangi olayların üretim kaybına neden olduğu incelenmeye başlandı. Daha önce belirtildiği gibi sarma makinaları otomatik kontrollü değildi. Aynı zamanda colletlerin çapı 8" idi. Bu collet çaplarıyla uygun formda kek üretmek için sarma zamanı 9-10 dakikaydı. Bu zaman sonunda bobinin alınması ve yeniden sarıma başlatılması zorunluydu. Aksi takdirde bobinin formu bozuluyor, işleme zayıflığı artıyordu. Bu işlemler sırasında hem fazla zaman kaybediyorduk, hem de her yeni sarıma başlangıçta tabii olarak elyafın kopma rizikosunu artırıyordu.

Bunun için ilk olarak 8" colletlerin II no'lu elyaf sarmada olduğu gibi 12" olarak değiştirilmesine karar verildi. Önce bir makina pilot olarak seçildi. Daha önce bu düşünceyle imal ettirilmiş collet elimizde mevcuttu. Collet ve traverse geometrisi bozulmayacak şekilde diğer değiştirme parçaları imal ettirildi ve makinaya monte edildi. Sonuçlar incelenmeye başlandı.

8"	colletle	üretilen	kek	ağırlığı	6 kg
8"	"	"	"	"	sarma zamanı 10 dak.
8"	"	"	"	"	et kalınlığı 2.5 cm
12"	"	"	"	"	ağırlığı 12 kg
12"	"	"	"	"	sarma zamanı 20 dak.
12"	"	"	"	"	et kalınlığı 3 cm

Yukarıdaki değerlerden anlaşıldığı gibi kek sarma zamanı % 100 artırıldı. Kurutma ve elyaf işleme koşulları incelendi ve sonuçlar oldukça olumlu bulundu. Ayrıca, elyaf işleme bölümünde kekin işlenebilmesi için gerekli uç bulma kayıplarımız kek ağırlığı % 100 arttırıldığı için % 40 oranında düşürüldü.

Bunun üzerine bütün makina colletlerinin değiştirilmesine karar verildi. Yaklaşık 3 ay içinde gerekli parçalar imal ettirildi ve makinalara monte edildi.

Yapılan bu değişiklik ile 12.5 ton/gün civarında seyreden demet üretimi-miz 1 ton/gün artışla 13.5 ton/gün olarak gerçekleştirildi. Bu üretim artışı sadece kayıp zamanı azaltmakla boşa akan camı demete dönüştürerek

sağlandı. Fırına daha fazla harman şarjı söz konusu olmadı. Aksine sık sık makinaları durdurup tekrar sarmaya başlanması anında bushingten düzensiz cam akışlarının önüne de geçilmiş oldu. Bunun sonucu olarak izabe koşulları daha stabil hale getirildi.

I no'lu fırında izabe koşulları tekrar incelendiğinde daha fazla kapasite artışının mümkün olduğu görüşüne varıldı. Sarma makinalarımızın eski tip oluşu itibariyle üzerlerinde başka bir değişiklik yapılması mümkün değildi. Bu yüzden üretimi arttırmak için verimi yüksek olan bushing dizayn çalışmaları başlatıldı. Daha önce belirtildiği gibi ilk üretime başlandığında bushing parkı şöyleydi.

12 x 600 HS - 2 mm \emptyset kaynak metoduyla imal edilmişti.

12 x 680 HS - 1.9 mm press metoduyla imal edilmişti.

Nozzle çaplarındaki farklılıktan dolayı her iki tip bushingin verimi birbirlerine çok yakındı. Bushing dizaynına bağlı olarak üretimi artırmanın iki yolu vardır.

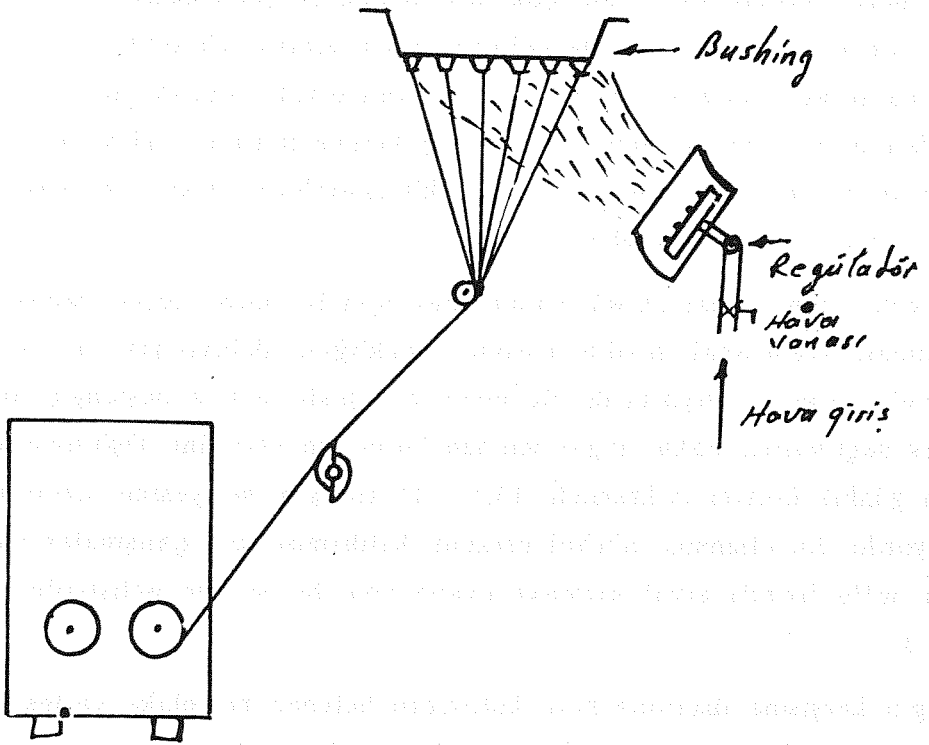
- a. Bushing nozzle çapını değiştirmek istemiyorsanız, nozzle sayısını artırmak.
 - b. Bushing nozzle sayısını artırmak istemiyorsanız, nozzle çapını büyütme.
- Bu iki şıktan birincisini tercih etmemiz bizim için mümkün değildi. Çünkü nozzle sayısını artırmak demek daha büyük bushing yapmak demektir ki bizim F/H dizaynımız daha büyük bushing kullanmaya müsait değildi ve herhangi bir değişiklik yapılması da söz konusu olamazdı. Üstelik daha büyük bushing daha fazla pt ihtiyacı demektir ki bu da ayrı bir maliyet unsurudur. Bunun üzerine zorunlu olarak ikinci yol tercih edildi. En kısa sürede hiçbir pt artışı söz konusu olmadan press metoduyla dış ölçüleri değiştirilmemek koşuluyla 720 HS ve nozzle çapı 2.1 mm \emptyset olan yeni bir bushing imal ettirildi. Deneme çalışmaları başlatıldı. Sonuçlar oldukça olumluydu. Yapılan hesaplar sonucu 24 adet bushing değiştirilmiş olsa günlük net üretim 2.5 ton/gün artışla 16 ton/gün ortalamaya çıkacaktı. Bunun üzerine zaman içerisinde bütün bushinglerin değiştirilmesine karar verildi. 6 ay içerisinde 24 adet bushing değiştirildi.

Deneme bushingi takıldığında performansı bir hayli yüksekti. Fakat 24 adet bushingi değiştirmiş olmamıza rağmen günlük net üretimin 16 ton/gün değil 14.5 - 15 ton/gün civarında gerçekleştiği görüldü. Bunun üzerine nedenleri araştırılmaya başlandı. Genel olarak şu kaniya varıldı. Bushing nozzle çapları büyütüldüğü için buna paralel olarak cam akışı arttı. Sarıma makinalarımız manuel tip olduğu için her yeniden sarıma başlangıç anında nozzle'lardan akan cam çok hızlı damlacık (menüscüs) oluşturuyordu. Sarıma başlangıç anında colletin devri süratle yükseldiği için nozzle'da süratle meydana gelen damlacıktan elyaf çekmek güçleşiyordu. Yani damlacık formu (menüscüs) elyaf çekmeye müsait değildi. Bu durum makinanın sarıma başlatılması için gerekli işlemlerin birkaç kez tekrarına neden oluyor ve zaman kaybediliyordu.

Operatörler daha rahat sarıma yapabilmek için bu sefer uygun damlacık teşekkülünü sağlayacak şekilde bushing sıcaklığını, dolayısıyla cam akışını düşürmek zorunda kalıyorlardı. Bu müdahale şekli sarıma başlangıç anında kolaylık sağlıyordu. Fakat diğer yandan bushingin verimini düşürüyordu. Bu yüzden günlük üretim miktarında 14.5 - 15 ton/gün seviyesinin üzerine çıkılamıyordu. Bu olumsuz faktörü ortadan kaldırmak için çalışmalar başlatıldı. I no'lu fırında elyaf sarmaya uygun yeni bir sistem geliştirildi (Şekil 3).

Bushingin karşısına üzerinde hava kolektörü bulunan bir plaka yerleştirildi. Kolektörün alt kısmında yeterli sayıda havayı önce plakaya çarptırarak dağıtacak şekilde küçük delikler açıldı. Yeterli hava debisini sağlayacak şekilde hat üzerine regülatör yerleştirildi. Bushing sıcaklıkları normal sarıma sıcaklığına ayarlandı. Sarıma başlangıç anında operatörler önce havayı açıyor, kolektörden çıkan hava önce plakaya çarptırılarak dağıtılıyor ve plakanın konumu bushing taban plakasına doğru ayarlı olduğu için hava düzenli bir şekilde bushing nozzle'larında çıkan cam damlacıklarını soğutuyor. Böylece bushing sıcaklıkları ile oynanmadan sarıma başlangıç anında cam akışı kontrol altına alınmış oldu. Makina colletlerinin devri ~15 saniyede normale yükseldiği anda operatörler hava vanasını kapatıyor. Bu andan itibaren colletin hızı nozzle'dan çıkan damlacığın oluşumunu

düzenli bir şekilde koruduğu için kopma nedeni ortadan kaldırılmış oluyordu. Bu uygulama 24 adet bushinge tatbik edildiğinde 16 ton/gün olarak gerçekleşmesini beklediğimiz üretim miktarı beklenenin üstünde ~ 16.5 ton/gün seviyesine çıkarılmış oldu.



Şekil 3.

SONUÇ

Yapılan bu çalışmalar sonunda I no'lu fırında sağlanan olumluluğu şöyle özetleyebiliriz.

8"ten 12" colletlere geçişteki üretim artışı 365 ton/yıl

720 HS 2.1 mm \emptyset bushinglere geçişteki üretim artışı 1100 ton/yıl

Kek ağırlıklarının artırılmasıyla sağlanan uç bulma olumluluğu	50 ton/yıl
Toplam kapasite artırımını	1515 ton/yıl
Bu artışı sağlamak için yapılan masraf	60 Milyon TL

Bu çalışmalardan önce ~ 4500 ton/yıl olan yıllık kapasitenin % 33 artırılarak ~ 6000 ton/yıl kapasiteye ulaştırılmasının bizler için ne derece önemli olduğunu ifade etmek isterim.

OTOMATİK ZÜCCACİYE VE CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE CAMIN KOŞULLANDIRILMASI

Metin OĞUZ

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

ÖZET

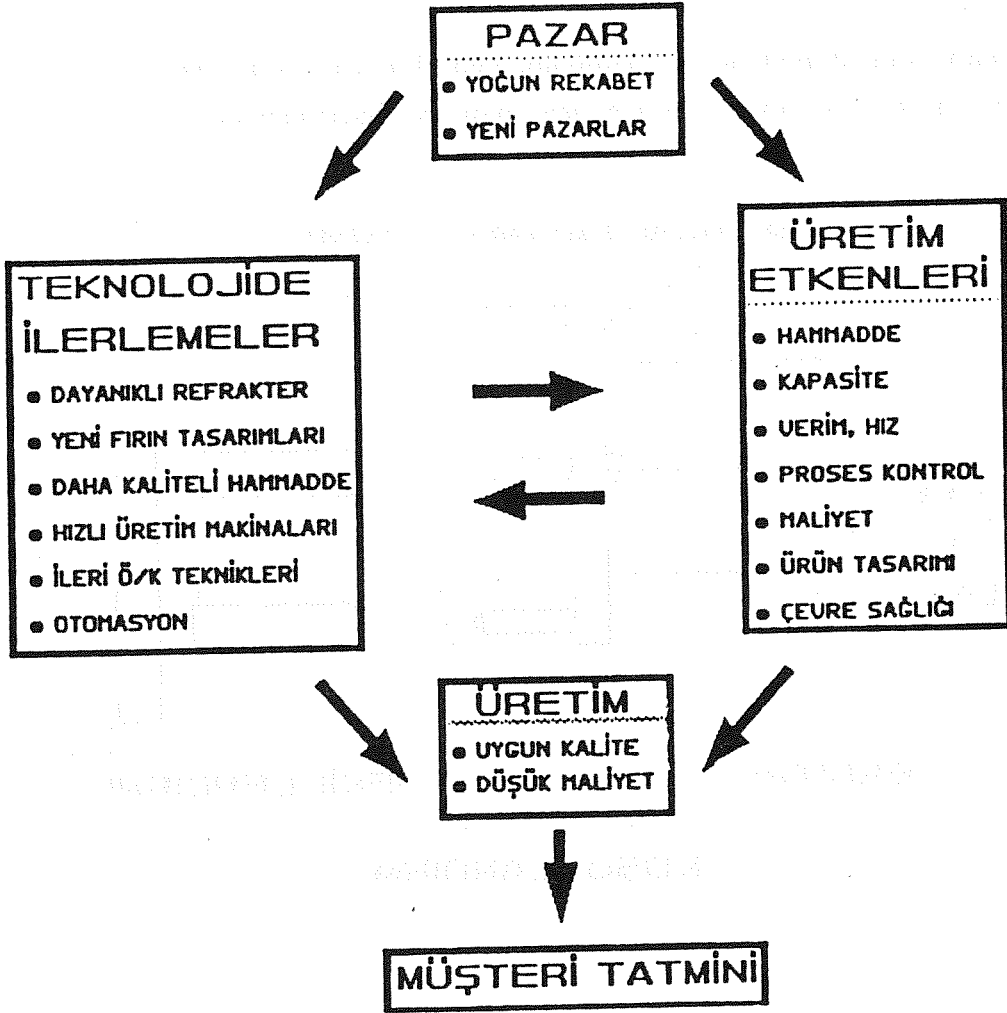
Bütününde, hammaddeden mamulün ambara teslimine kadar uzanan cam üretimi sürecinde, ergitme, koşullandırma ve şekillendirme başlıkları altında ele alınan sıcak uç operasyonları zincirinin ortasındaki halkayı oluşturan camın koşullandırılması, sonuç kaliteyi etkileyen en önemli unsurlardan birisidir. İsarımından ölçü kontrole, refrakter kalitesinden ekipman seçimine kadar birçok konuda hassas ve ileri bir teknoloji gerektiren bu proses son yıllarda üzerinde en çok durulan konuların başına geçmiş ve çeşitli gelişmelere sahne olmuştur.

Bu çalışmada otomatik makinelerle üretilen züccaciye ve cam ambalaj üretiminde, çalışma havuzu, forehearth ve feederlerde camın koşullandırılması konusundaki gelişmeler ve bu konuda günümüz teknolojisinin sunduğu yeni olanaklar incelenerek topluluğumuzdaki uygulamalara değinilecektir.

GİRİŞ

Diğer sanayilerde olduğu gibi cam sanayii de giderek ağırlaşan pazar şartlarının yüküne dayanabilmek için yoğun bir çaba içerisinde. Nedir bu çaba? sorusunun altında, kısaca pazarın istediği uygun kalitedeki üretim ve bu üretimin en düşük maliyetle gerçekleştirilmesi yatmaktadır. Tabii buna camın diğer ambalaj malzemeleriyle olan rekabetini de eklemek gerekmektedir. Hedeflerimiz böyle saptandığında cam üretiminde karşımıza çıkan etkenleri Şekil 1'deki gibi özetleyebiliriz.

Konuya cam sanayii özelinde otomatik züccaciye ve cam ambalaj üretimi açısından bakıldığında üretim prosesini oluşturan birimler Şekil 2'de sıralanmıştır.



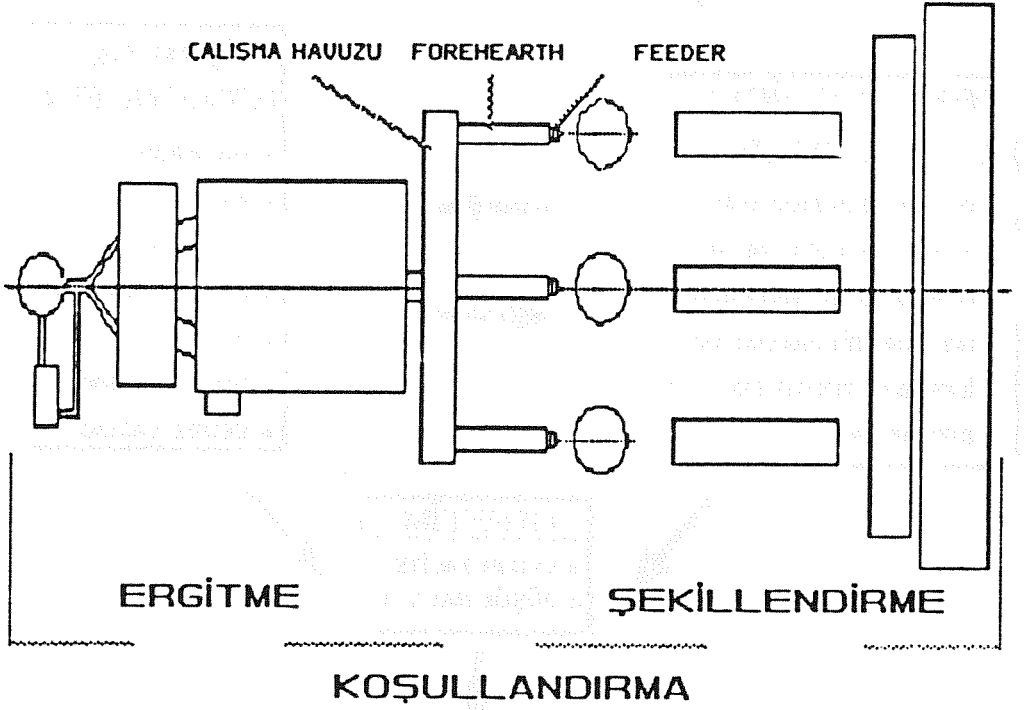
Şekil 1.

Camın hammadde ve harmanla başlayıp mamul ambarda biten yolculuğunu birçok farklı bölümler halinde ele alıp incelememiz mümkündür. Biz buradaki yaklaşımımızda prosesi şu üç ana başlık altında toplayacağız;

- . camın ergitilmesi
- . camın koşullandırılması
- . camın şekillendirilmesi

Üretim zincirinin ortasındaki halkayı oluşturan camın koşullandırılmasından beklenen; değişen fırın şartları ve çekiş hızlarında camın ısıl ve kimyasal

homojenitesinin düzenlenerek, damlanın belli bir ürün için istenen sabit bir sıcaklık, ağırlık ve şekilde üretim makinalarına hazırlanmasıdır.



Şekil 2.

Koşullandırma işlemi sırasıyla aşağıda belirtilen üç birimde gerçekleşmektedir;

- . çalışma havuzu
- . forehearth
- . feeder

Fırında ergitilen camı şekillendirme makinalarına gönderen bu birimler zaman içinde gereksinimlerimize göre gelişme göstermişlerdir. Bugünün gereği ise pazara yönelik uygun kaliteyi sağlamak ve bu kaliteyi daha düşük maliyetlerle üretmektir.

TARİHSEL GELİŞİM

Camın en basit şekilde yapılması istendiğinde harmanın bir pota içinde

erilmesi yeterli olacaktır. Cam üretimiyle uğraşanlar 1840'lı yıllara gelindiğinde, daha fazla üretim için, pota fırınlarından kaçmanın yollarını bulmaya çalışmışlardır. 1860 yılında Friedrich Siemens tarafından camın sürekli çekilebildiği bir pota geliştirilmiştir (1). Eritme, afinyasyon ve çalışma bölgelerinden oluşan bu pota ile ilk defa olarak camın üretim için alındığı bölge ayrılmıştır.

Nihayet 1867 yılında yine Friedrich Siemens bugünkü anlayışımıza yakın, rejeneratörlü ilk sürekli cam fırını geliştirmiştir. Bu fırında eritme, afinyasyon ve çalışma havuzları tek bir kemer altındadır. Çalışma havuzu ise afinyasyon bölgesinden kısa bir duvarla ayrılmıştır.

Fırındaki gelişmeler paralelinde, camın şekillendirme makinalarına beslenmesi konusunda ilk önemli girişim Homer Brooke tarafından 1880'li yıllarda gerçekleştirilmiştir. Henüz forehearth fikrinin oluşmadığı bu yıllarda cam çalışma havuzundan serbest bir şekilde akıtılarak kalıplara besleniyordu (2). 1911'lere gelindiğinde Karl E. Peiler tarafından geliştirilen otomatik "Punt Feeder" ile çalışma havuzundan el imalatına benzer tarzda cam kütlesi alınıyordu. Camı ilk defa olarak damla halinde, önceden belirlenmiş bir ağırlık ve formda, şekillendirme makinalarına besleyebilen "Paddle Feeder" Peiler tarafından ortaya konmuş ve 1915 yılında süt şişesi ve pres bardak üreten makinalarla birlikte kullanılmıştır.

Paddle feederin ince kenarlı üretim için yetersiz kalması yanında daha hafif üretim ve geniş limitlerde üretim hızı istemleri üzerine, damla oluşumunda plunger mekanizmasını içeren bir sistem üzerinde çalışmalarını yoğunlaştıran Peiler 1922'de tek damlalı feederi ticari kullanıma sunmuştur. Bu feeder (Single Feeder) bugün kullanılan 144 ve 115 tip feederlerin öncüsüdür.

Cam eritme kapasitesindeki büyüme ve şekillendirme hızındaki artışlara uyum sağlama çabaları sonucunda camın soğutulması problemi gündeme gelmiştir. Forehearth'ların kullanımıyla ilgili başarısız sayılabilecek ilk uygulamalar 1920'li yıllarda yapılmıştır. 1930 yılı başlarındaki forehearth deneyimleri cam seviyesi kontrolünün önemini ortaya çıkarmıştır. 1980'lere kadar geçen 60 senede çeşitli kapasite ve boyutlarda değişik tip forehearth'lar öngörülerek

uygulama alanı bulmuş olmakla birlikte gelişmeler çok yavaş olmuştur. Bunun nedeni de foreheart'dan beklenen temel işlevlerin ürün için yeterli kabul edilmesidir. İlerleme daha çok, hız ve tonajı hedefliyordu. Fakat son yıllarda yakıt fiyatlarında olan artışlar yeni tasarımları zorlarken camın diğer ambalajlama malzemeleriyle rekabet etmesinde daha iyi ve ileri teknoloji kullanımını gerektirmiştir.

Bu arada önceleri afinasyon bölgesiyle aynı kemer altında bulunan çalışma havuzları gölge duvarı ile ayrılırken, yüksek çekişlerde cam sıcaklığını düşürme gücünü karşısında afinasyon bölgesinden tamamen ayrılarak bağımsız sıcaklık kontrolünün yapılabilirdiği bir birime dönüşmüştür.

BUGÜNÜN TEKNOLOJİSİ

Camın koşullandırılması konusunda 1920'lerde sahip olunan teknolojik birikim, temelde fazlaca bir değişikliğe uğramadan, otomatik züccaciye ve cam ambalaj üretimini 1980'lere kadar taşımıştır.

Son on yılın gereksinimlerine ve paralelindeki teknolojik sıçramaya, bugünün rekabet dünyasının gözüne bakarsak; yüksek kalitedeki ürünleri düşük fiyatlarla üretmek giderek daha da önemli olmaktadır. Kalitenin iyileştirilmesiyle satılabilir veya paketlenilebilir ürün yüzdesindeki artışla düşen maliyetlerde "camın koşullandırılması" işleminin payı büyüktür.

6 kolludan 16 kollu şekillendirme makinalarına, tek damladan dört damlalı feederlere geçmede sağlanan ilerlemeler hafif ve ince cidarlı ürünlerin üretilmesi istemiyle birleştirildiğinde "camın koşullandırılması" daha da önem kazanmaktadır. Koşullandırma işlemi, afinasyonu tamamlanmış camın throat' dan geçmesiyle başlayıp feeder'de damla haline gelmesiyle tamamlanmaktadır. Koşullandırmadan neyi beklediğimizi ortaya koymak için işleme tersinden yani üründen başlamak uygun olacaktır. Üründen öncelikle beklenen, şekillendirme kalitesidir. Bunun sağlanması için damlanın;

- . mamule göre değişen en uygun şekle sahip olması
- . kalıba doğru olarak yüklenmesi ve
- . kalıp öncesi ısıl homojenitesinin, prosesin ileriki aşamalarını da etkili kılabileceği düzeyde, sağlanması gerekmektedir.

Böylece züccaciyede;

- . güzel optik görünüm,
- . iyi sıcak kesme kalitesi.

Cam ambalajda;

- . düzgün cam dağılımı, ince cidarlı üretim, hafiflik ve
- . dayanıklılık

gibi ileri özellikleri de elde etmek mümkün olacaktır. Mamuldeki cam dağılımının sağlanması öncelikle parizon homojenitesinin sağlanmasına ve dolayısıyla ısı homojenitenin tam olmasına bağlıdır. Bu da damlanın, kalıba yüklenmesinde kalıp içine tam oturması böylece eşit sürede temas ederek camın kalıp içinde mükemmel dağılmasıyla gerçekleşecektir. Sonuçta da damlada aranan niteliklerin kontrolü ön plana çıkmaktadır. Bunlar damlanın;

- . sıcaklığı,
- . ısı homojenitesi,
- . kimyasal homojenitesi,
- . ağırlığı ve
- . şeklidir.

Koşullandırmanın son basamağı olan damla oluşumunda feeder ve feeder mekanizması önemli bir rol oynar. Bu aşamada yapılması gerekenler;

- . forehearth'tan feedere gelen camın ısı homojenitesinin korunması,
- . cam akışının kontrolü (çekiş hızı) ve
- . damla oluşumunun kontrolüdür.

Cam akışının kontrolü tüpün aşağı-yukarı hareketi ile ayarlanırken ısı homojenitenin nihai düzenlenmesinde;

- . dönen refrakter tüp veya
- . duran tüp ile etrafında dönen 3-paddle rotor kullanılmaktadır.

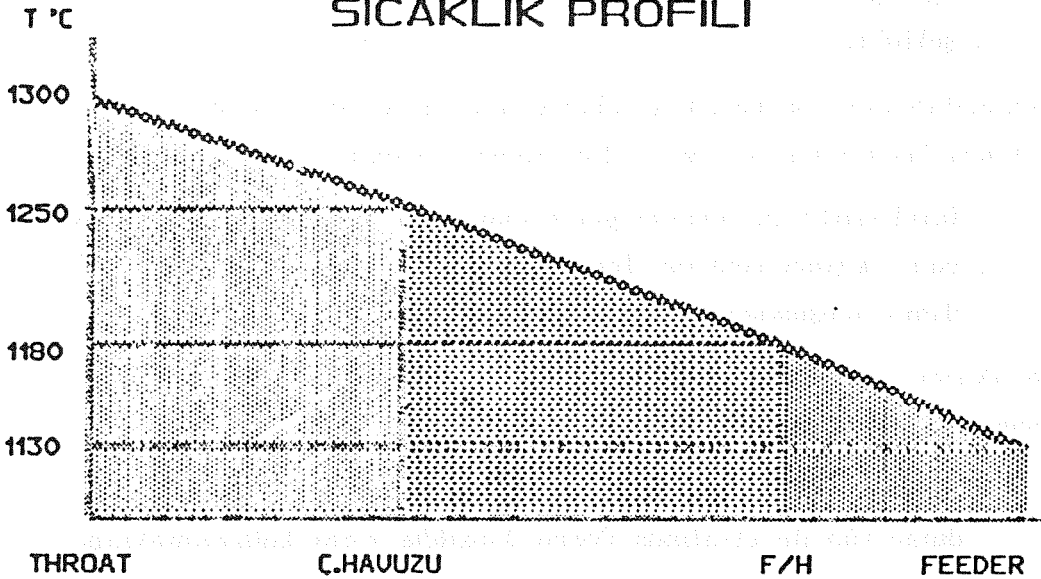
Damla şeklinin oluşmasında iyi yastıklanmış ve eksenlenmiş plunger'ların kullanılması ile camın çok hızlı çekişine ve şekillendirilmesine olanak veren kesme sisteminin birlikte uyum içindeki hareketi bilgisayar kontrollü servo

sistemler ile gerçekleştirilmektedir.

Plunger'in periyodik hareketi camın hidrostatik basıncına göre de ayarlandığı için damla ağırlığını sabit tutmada cam seviyesi kontrolü önemli olmaktadır. Forehearth cam seviyesindeki % 1'lik oynama damla ağırlığında yaklaşık % 1'lik değişmeye neden olmaktadır (3). Toplumumuzda cam seviyesi minimum ± 1 mm ile kontrol edilmektedir. Özellikle şişe fırınlarında, damla ağırlığının kararlılığı açısından ± 1 mm'den daha hassas kontrol gerekmektedir.

İstenen özelliklerdeki damlanın oluşması için ön koşul istenen sıcaklık ve termal homojenizasyonu tamamlanmış camın feedere girmesidir. Throat'dan damlaya cam sıcaklığına bakıldığında (Şekil 3) $100-250^{\circ}$ arasında değişen bir sıcaklık düşmesi dolayısıyla da ısı kaybı söz konusudur. Çalışma havuzu ve forehearth boyunca yer alan cam kütesinin söz konusu ısıyı, camın ısı homojenizasyonundan ödün vermeden kaybetmesi asıldır.

THROATDAN-DAMLAYA SICAKLIK PROFİLİ



Şekil 3.

Bu süreçte rol oynayan etkenleri şöyle gruplandırabiliriz;

- . tasarım ,
- . soğutma sistemi,
- . yakma sistemi,
- . sıcaklık kontrolü,
- . karıştırma sistemi.

Önceki çalışma havuzu tasarımlarında throat'dan alınan camın sıcaklığı çalışma havuzunda düşürülüyor ve bağlı forehearth'lara verilerek camın şartlanması tamamlanıyordu. Fırın kapasitelerinin büyümesiyle forehearth'ların ısı yükü artmış daha geniş ve uzun forehearth'lara ihtiyaç duyulmuş bir yandan da ürün çeşitliliği nedeniyle komşu forehearth'la olan çekiş farklılıkları büyümüştür. Bir ısı regülatörü olarak da tanımlanabilen forehearth'lar, genelde eğer küçük tonajlı iseler sıcak, yüksek tonajlı iseler düşük sıcaklıklarda cama gereksinim duyduklarından çalışma havuzundan alınan camın sıcaklığı her iki durum için de zorlayıcı olmaktadır. Soruna, her forehearth'ın kendi çekişine ait sıcaklığın çalışma havuzunda oluşturulmasıyla bir çözüm getirilmiştir. Böylece, çalışma havuzu bir anlamda forehearth'ın geriye doğru bir uzantısı haline gelerek camı forehearth'lara gönderen bir dağıtım sistemine (distribütör) dönüşmüştür. Çalışma havuzu her forehearth için ayrı bir yakma ve/veya soğutma sistemi içeren bölgelere ayrılarak camın ısı homojenitesinin sağlanması bir adım öne çekilmiş ve camın şartlanmasında forehearth'ların kabiliyeti artırılmıştır.

Çalışma havuzu ve forehearth tasarımının temelinde throat'tan damlayan camın istenen sıcaklığa düşürülmesi veya düzenlenmesi yatmaktadır. Söz konusu sıcaklık düşüşünü gerçekleştiren projelerin özünde üç ana hedef vardır. Bunlar;

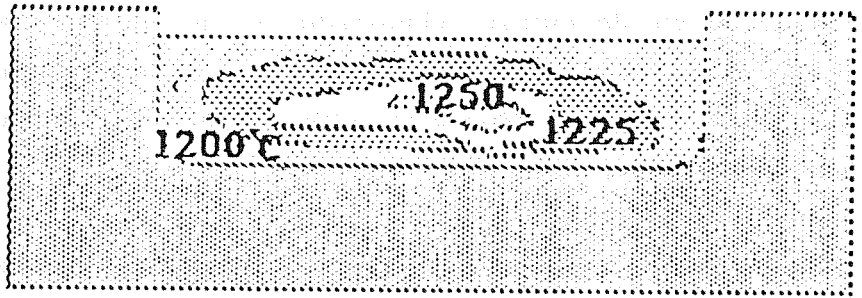
- . sıcaklık ve homojenite seviyesinin kontrolü ve iyileştirilmesi,
- . ürün değişiminde istenen yeni sıcaklık dengelerine kısa sürede ulaşmak ve
- . enerji tasarrufudur.

Yukarıda belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesinde kullanılan sistemlere ayrıntılı olarak girmeden önce, hedefleri biraz açarak incelemek uygun olacaktır:

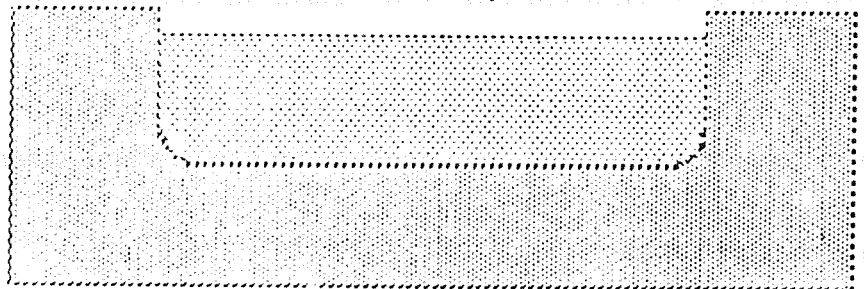
1. Isıl homojenitenin sağlanmasında, cam kütesine, çok iyi seçilmiş bir ısıtma ve soğutmanın uygulanması şarttır. Öyle ki, alınacak enine bir kesitin her bölgesinde aynı sıcaklık dağılımı gözlenebilsin (Şekil 4). Refrakterle temas eden kısımlarda kondaktif ısı kaybı daha fazla olduğu için cam soğuyarak viskozitesi artarken akışı yavaşlayacak, böylece kanalın ortasından akan cam miktarı çoğalırken, sıcaklığı da dış bölgelerden yüksek olacaktır.

1-SICAKLIK VE ISIL HOMOJENİTE

FOREHEARTH GİRİŞİNDE TAM ŞARTLANDIRILMAMIŞ CAM



SICAKLIK VE ISIL HOMOJENİTESİ TAMAMLANMIŞ CAM



Şekil 4.

Teoride, ısı homojenitenin mükemmel olması için sonsuz izolasyona ve belli bir süreye ihtiyaç vardır. Pratikte yapılan ise, şartlanma süresinin uzatılmasıdır. Bu iki yolla gerçekleştirilebilir;

- . sıcaklık düşüşünün hızlandırılması ve
- . şartlandırma işleminin daha gerideki birimlerde başlatılması ile.

Sıcaklık düşüşünün hızlandırılması için uygun bir soğutma sistemi gereklidir. Çağdaş bir soğutma sistemi;

- . camın daha sıcak olduğu merkez hattında etkili olmalı,
- . cam yüzeyiyle doğrudan ilişkili olmamalı,
- . otomatik kontrole imkan verecek nitelikte olmalı ve
- . yüksek bir soğutma kapasitesine sahip olmalıdır.

Soğutmanın yanında, üstünde durulması gereken konulardan ilki; daha çok kenar ve köşelerde bulunan soğuk camın, basit ama etkili bir ısıtma sistemiyle ısıtılması, ikincisi; dinamik durumdaki cam kütesinin ısı profilini düzenleyebilecek izolasyon seviyesinin seçimidir.

Şartlandırmanın başlayabileceği ilk birim çalışma havuzudur. Ancak, geleneksel çalışma havuzlarının sahip olduğu dezavantajların giderilmesi gerekmektedir. Sıralarsak;

- . soğutma sistemlerinin etkisiz oluşu veya tamamen olmayışı,
- . yüksek üst yapı nedeniyle ısı kayıplarının fazla oluşu,
- . her bir forehearth için ayrı zon bulunmayışı ve
- . sıcaklık ölçümlerinin (özellikle kemerden yapılan), hassas sıcaklık homojenitesi sağlamada zorluk yaratmasıdır.

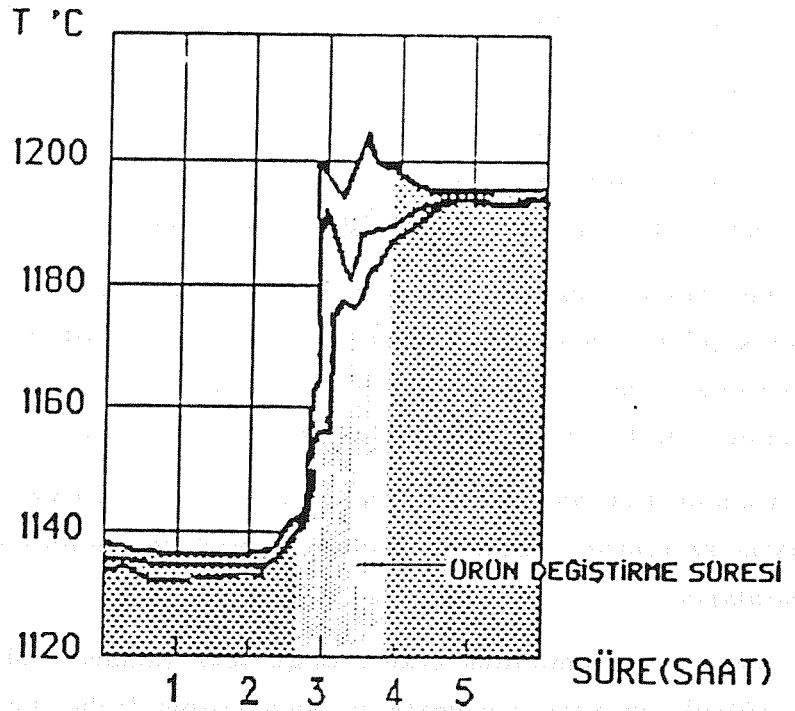
2. Ürün değişimi ile birlikte, hatta kurulu bulunan sıcaklık ve homojenite düzeninin yeni ürün için öngörülen değerlere ayarlanması gerekmektedir (Şekil 5).

Bu işlemin yerine getirilmesinde istenenler;

- . ısıtma ve soğutma sistemlerinin,
- . kendi içlerinde,
- . birbirleriyle ve

- komşu zonlarla,
- olan kontrollerında ileri ve hassas teknoloji uygulayarak, istenen şartları oluşturma ve sabit tutma kabiliyetlerinin artırılması ve
- yeni şartlara uyumun en kısa sürede tamamlanmasıdır.

2-ÜRÜN DEĞİŞİM SÜRESİ



Şekil 5.

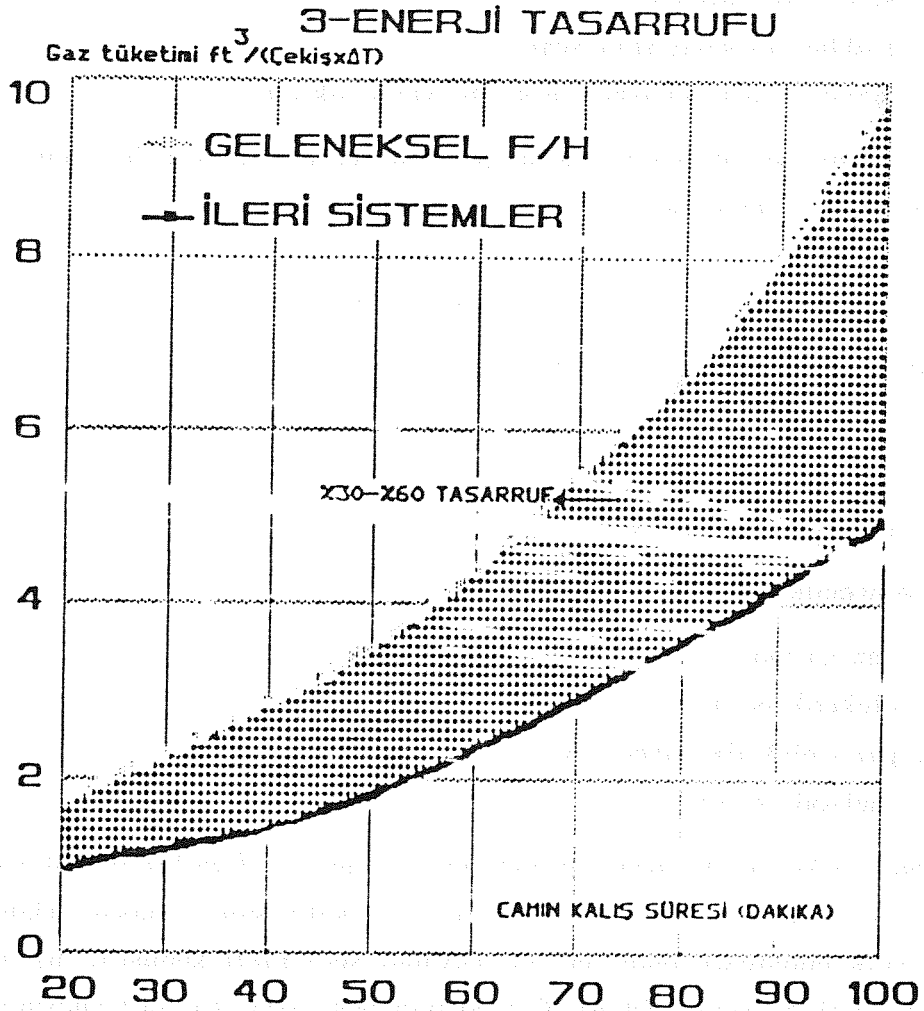
- Enerji tasarrufu, buraya kadar belirtilen hedeflerin tabii bir sonucudur. Enerji tasarrufu temelde iki şekilde sağlanmaktadır (Şekil 6).

- ısıtma sürecinde kullanılan yakıt miktarının azaltılması ve
- paketlenmiş veya satılabilir ürün yüzdesinin artırılması.

Yakıt miktarının azaltılması için;

- camın, sadece soğuk olduğu bölgelerin ısıtılmasına olanak veren tasarım ve ısıtma sisteminin kullanılması,

- . azalan yakıta uygun, küçük yanma hacmi; dolayısıyla da düşük üst yapı tasarımı ve
- . sistemde mümkün olan en yüksek izolasyonun sağlanması önemlidir.



Şekil 6.

Ürün değişimine kısa sürede adapte olan bir sistemde boşa akan cam miktarı azalacak, paketlenme yüzdesi artacak sonuçta da bu miktar üretim için harcanan tüm enerjiden tasarruf edilmiş olacaktır.

Feedere giren camın kimyasal homojenitesinde bir bozukluk varsa kalitenin iyileştirilmesine katkıda bulunacak karıştırma sistemlerinin kullanılması

gerekecektir. Genellikle forehearth'ın dengeleme veya arka soğutma bölgelerine yerleştirilen karıştırma sistemleri, tasarımı etkileyen bir diğer önemli faktördür. Karıştırma işlemi;

- . vidalı tip karıştırıcı,
- . paddle tip karıştırıcı veya
- . magneto hidrodinamik etki ile yapılmaktadır.

Çalışma havuzu ve forehearth'larda şartlandırmayı sağlayan bugünün sistemlerini, öncelikle soğutma ve ısıtma sistemlerine göre sınıflandırmak mümkündür. Buradaki amaç merkezdeki sıcak camı soğuturken kenar ve köşelerdeki camı ısıtabilmek ve sıcaklık homojenitesini sağlamaktır.

Soğutma yöntemlerine göre sınıflandırma;

- . doğrudan soğutmalı,
- . dolaylı soğutmalı ve
- . radyasyon soğutmalı.

Isıtma yöntemlerine göre ayırırsak;

- . gaz ısıtmalı,
- . elektrik ısıtmalı,
- . gaz + elektrik ısıtmalı ve
- . fuel-oil ısıtmalı.

Temelinde farklı bir tasarımı gerektiren ve bugünkü fiyatlar ile işletilmesi pahalı olan elektrik ısıtmalı sistemlerle, cam kalitesine olumsuz etkileri nedeniyle terk edilmekte olan fuel-oil ısıtmalı sistemleri konumuz dışı tutarsak, gaz ile (LPG veya DOĞAL G.) ısıtılan beş farklı tip şartlandırma sisteminin özelliklerini ayrı ayrı şöyle sıralayabiliriz;

**Tip-I Doğrudan-enine soğutmalı sistem
(Geleneksel şartlandırma sistemi)**

Tip-II Doğrudan-boyuna soğutmalı sistem

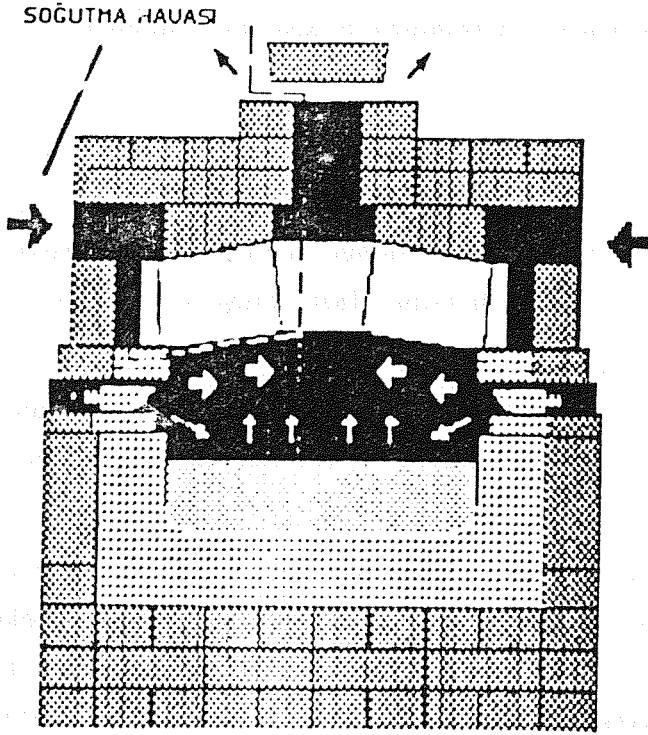
Tip-III Dolaylı-tabii soğutmalı sistem

Tip-IV Dolaylı-cebri soğutmalı sistem

Tip-V Radyasyon soğutmalı sistem

TIP-1 DOĞRUDAN- ENİNE SOĞUTMALI SİSTEM

(GELENEKSEL ŞARTLANDIRMA SİSTEMİ)



Şekil 7.

Çalışma havuzu özellikleri;

- . üst yapı yüksek ve kemerli,
- . tek ısıtma zonlu (nozzle-mix bek),
- . soğutma sistemi yok,
- . şartlandırma yok,
- . cam hacmi fazla (camın kalış süresi 4-6 saat),
- . normal izoleli.

Forehearth özellikleri;

- . üst yapı yüksek ve kemerli,
- . doğrudan-enine soğutmalı,
- . alçak basınçlı yakma sistemi,
- . normal izolasyonlu,
- . ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolü bağımsız.

DEZAVANTAJLAR

Bu sistemde fırın ile çalışma havuzu arasının dar oluşu, throat'a bakımı ve müdahaleyi güçleştirmektedir. Yanma hacminin tek zon oluşu, bağlı forehearth'lara farklı sıcaklıkta cam temininde zorluk çıkarabilmektedir. Soğutma sisteminin olmayışı ve cam kütesinin fazla oluşu tam bir erken şartlanmaya imkan vermemektedir.

Soğutma sisteminde kullanılan hava ile yanma gazlarını ayıran bir yapı olmaması nedeniyle gazlar karışmakta ve forehearth'ın soğutma etkinliği düşmektedir.

Alçak basınçlı yakma sisteminde bek alev boyu uzun ve ayar imkanı yüksek basınçlıya göre daha düşüktür. Bu nedenle asıl ısıtılması gereken kenarlarıdaki camla beraber, camın sıcak aktığı, soğutulması gereken merkez hattı da artı bir ısıyla karşılaşmaktadır. Sonuçta, hem yakıt sarfiyatı artmakta hem de homojen sıcaklık dağılımı elde etmek güçleşmektedir.

TİP-II

DOĞRUDAN-BOYUNA SOĞUTMALI SİSTEM (ŞEKİL 8)

Çalışma havuzu özellikleri;

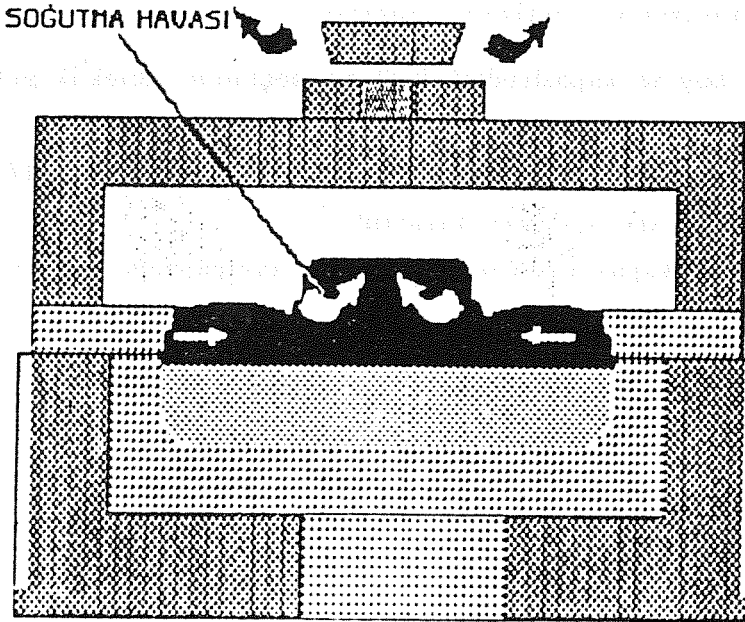
- . üst yapı düşük ve monoblok kapama taşı,
- . modüler refrakter ve çelik tasarımı,
- . ısıtma ve/veya soğutma zon sayısı bağlı hatların özelliğine göre ayarlanabilir,
- . soğutma havası, kapak taşı içinden Ç.H. boyunca uygulanabilir,
- . ön şartlandırma yapılabilir,
- . yüksek basınçlı yakma sistemi,

- . cam hacmi az (camın kalış süresi 1-3 saat),
- . ağır izolasyonlu.

Forehearth özellikleri;

- . üst yapı düşük ve monoblok kapama taşı,
- . modüler refrakter ve çelik tasarımı,
- . soğutma havası, kapak taşı içinden ve merkez hattı boyunca,
- . yüksek basınçlı yakma sistemi,
- . ağır izolasyonlu,
- . ısıtma ve soğutma sistemleri birbirleriyle ilişkili olarak bilgisayar kontrollü.

TIP-II DOĞRUDAN- BOYUNA SOĞUTMALI SİSTEM



Şekil 8.

AVANTAJLARI

Çalışma havuzu yapısal olarak forehearth'a benzemekte ve işletmede yerden tasarruf edilmektedir. Özellikle throat bölgesine ulaşım çok rahattır.

Soğutma sistemi camın sıcak olduğu merkez hattında etkilidir. Ancak, yanma hacmi ile bağlantısı tamamen kesilmemiştir.

Yüksek basınçlı yakma sisteminin de bek alevi kısa ve ayar imkanı çoktur. Bu, monoblok kapak taşının tasarımı ile birleştirildiğinde camın soğuk olduğu kanal kenarlarının ısıtılmasını kolaylaştırmaktadır.

Ağır ve kademeli izolasyon + merkez hattı boyunca soğutma + yüksek basınçlı yakma sistemi + hassas ölçü - kontrol sayesinde:

- . ÇH. ve F/H'ta yaklaşık % 30 - 60 enerji tasarrufu (Tip-I'e göre),
- . camın ileri derecede şartlanması ve
- . ürün değişiminde yeni dengelere kısa sürede ulaşım sağlanmaktadır.

Modüler yapı tasarımının getirdiği avantajlar şunlardır;

- . farklı boy ve kapasitedeki hatların seçimine esneklik getirmesi,
- . kolay ve iyi izole edilebilmesi,
- . kolay ve kısa sürede montaj, demontaj (Tip-I'e göre 1/3 sürede) dolayısıyla da işçilikten tasarruf,
- . monoblok kapak taşların bir sonraki kampanyada tekrar kullanılabilirliği.

TİP-III

DOLAYLI-TABİİ SOĞUTMALI SİSTEM (ŞEKİL 9)

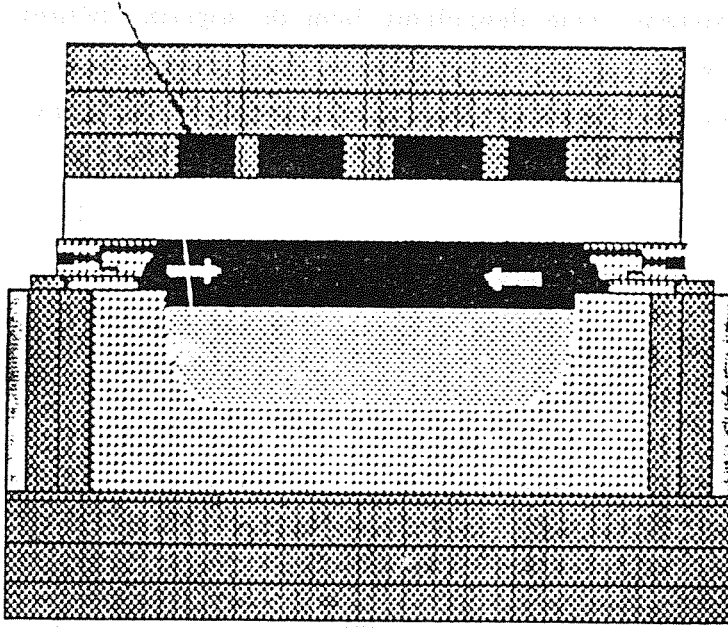
Çalışma Havuzu özellikleri;

Tip-I ile aynı

Forehearth özellikleri;

- . üst yapı düşük ve düz kapak taşı,
- . soğutma, kapak taşı üstünden, kanal boyunca ve tabii çekişli,
- . alçak basınçlı yakma sistemi,
- . ağır izolasyonlu.

TİP III
DOLAYLI-TABİİ SOĞUTMALI
SİSTEM
TABİİ ÇEKİŞLİ SOĞUTMA



Şekil 9.

AVANTAJLARI

Soğutmanın, yanma hacmi dışından, tabii çekişle uygulanmasıyla;

- . havanın cam ile teması olmadığı için ısı denge bozulmamakta,
- . yakıttan ve soğutma havası için gerekli enerjiden tasarruf sağlanmaktadır.

TİP-IV

DOLAYLI-CEBRİ SOĞUTMALI SİSTEM (ŞEKİL 10)

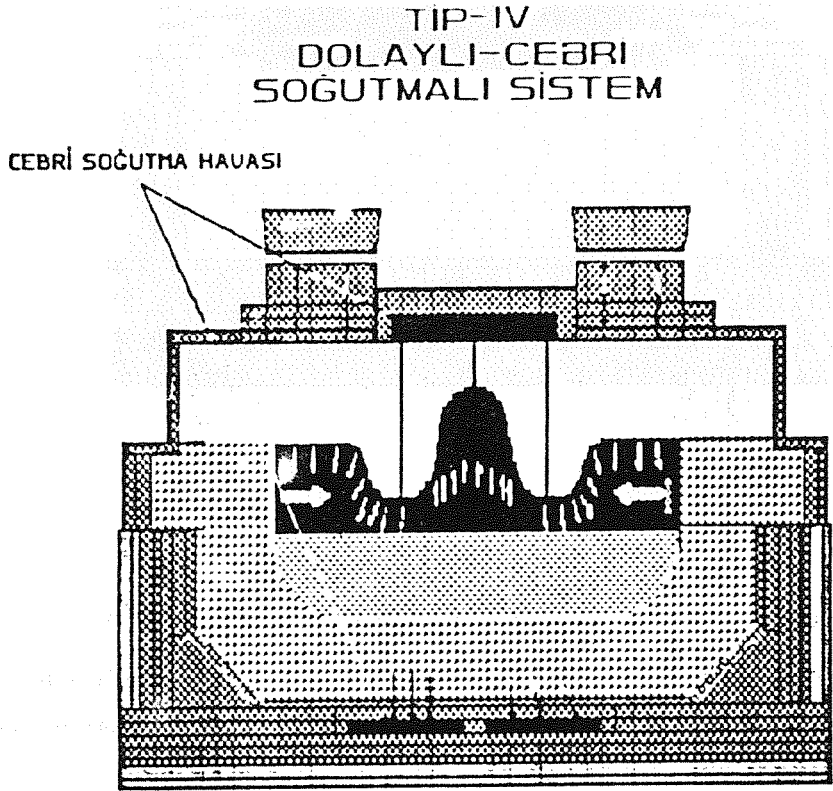
Çalışma Havuzu özellikleri;

Tip-I ile aynı

Forehearth özellikleri;

- . üst yapı alçak, yanma hacmini 3- bölüme ayırıyor,

- . soğutma, kapak taşı üstünden ve kanal altından cebri hava ile uygulanıyor,
- . alçak basınçlı yakma sistemi,
- . ısıtma sistemi, hem dengeleme hem de soğutma bölgesinde her iki yandan ve bağımsız,
- . iki - ısıtma + iki - soğutma bölgesi birbiriyle bilgisayar kontrollü,
- . ağır izolasyonlu.



Şekil 10.

AVANTAJLARI

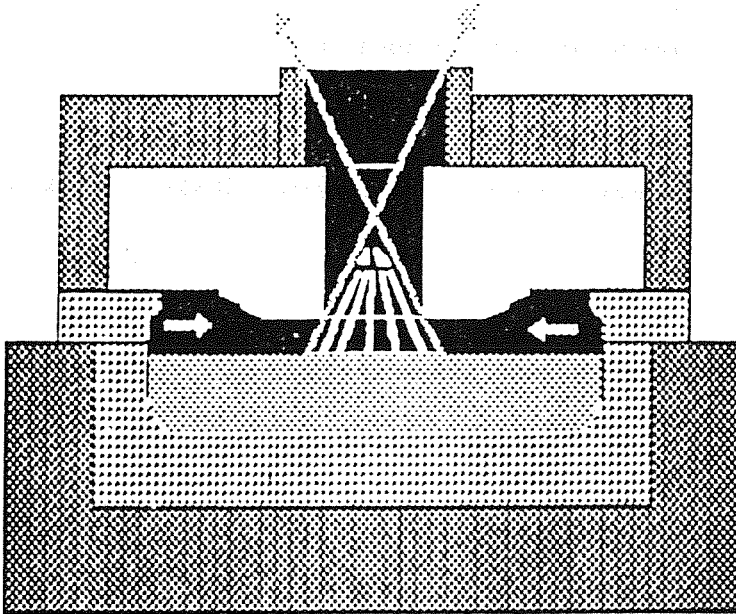
Kapak taşının ortasından geçen, özel tasarlanmış, radyasyon tünelineki ısı, kapak taşının üstünden geçen cebri soğutma havası ile alınarak hem sıcaklık düşüşü hızlandırılmakta hem de bu düşüş sırasında camın ısıl dengesi bozulmamaktadır.

Kanal altından soğutma, merkez hattının soğutulmasında ve iyi bir sıcaklık

profilinin yaratılmasında artı bir etkiye sahiptir. Hattın yanlarında bulunan iki ayrı ısıtma zonu sayesinde sağ ve sol arasındaki sıcaklık farkının kontrolü artmaktadır.

TIP V RADYASYON SOĞUTMALI SİSTEM

RADYASYON SOĞUTMA



Şekil 11.

ÇALIŞMA HAVUZU özellikleri;

- . üst yapı düşük ve monoblok kapama taşı,
- . modüler refrakter ve çelik tasarımı,
- . ısıtma ve/veya soğutma zon sayısı, bağlı hatların özelliğine göre ayarlanabilir,
- . soğutma, kapak taşı üzerinde bulunan atmosfere açık ve ayarlanabilir

- . deliklerden radyasyonla yapılıyor,
- . ön şartlandırma yapılabilir,
- . yüksek basınçlı yakma sistemi,
- . cam hacmi az (camın kalış süresi 1-3 saat),
- . ağır izolasyonlu.

FOREHEARTH özellikleri;

- . üstyapı düşük ve monoblok kapama taşı,
- . modüler tasarım,
- . soğutma radyasyonla, merkez hattı boyunca,
- . yüksek basınçlı yakma sistemi,
- . ağır izolasyonlu,
- . ısıtma ve soğutma sistemleri birbirleriyle ilişkili olarak bilgisayar kontrollü.

AVANTAJLARI

Radyasyonlu soğutma ile hava kullanılmadan basit ve etkili bir sistem oluşturulmuştur.

Sistemde, soğutmanın hava ile olmaması ve yakma sisteminin yüksek basınçlı olması, camın sıcaklık profili ve ısıl homojenizasyonunun iyileştirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Yukarıda incelenen sistemlerde, cam sıcaklığının ölçülmesi T/C ve/veya radyasyon pirometresiyle yapılmaktadır. Bununla beraber, forehearth ve feeder girişinde sıcaklık profilinin gözlenmesi amacıyla üç seviyeli T/C konması, sistemin kontrol değişkenlerinin belirlenmesinde çok yararlı olmaktadır.

Önerilen yakma sistemleri her ne kadar hava/gaz oranını sabit tutuyorsa da bu konu ileri gelişmelere açık olup H/G oranının tam ve sürekli kontrolünde ilave bir yakıt tasarrufu söz konusudur.

TOPLULUĞUMUZDAKİ UYGULAMALAR

Topluluğumuzda otomatik üretim yapan üç züccaciye (KC, PB, TC) ve iki cam ambalaj (AC, TK) işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerdeki 14-fırında sırasıyla 31 + 22 toplam 53 adet çeşitli tip ve kapasitelerde forehearth

bulunmaktadır.

Topluluğumuzda kullanılan forehearth'ların hangi tip sistemleri kullandığı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Topluluğumuzda Kullanılan Şartlandırma Sistemlerinin Dağılımı

Forehearth	Tip-I	Tip-II	Tip-III	Tip-IV	Tip-V
İşletme	Adet				
KC	4	6+4*	-	-	-
PB	9	2	-	-	3*
TC	3	-	-	-	-
AC	-	-	7	-	-
TK	12	1	2	-	-

* 1991 Soğuk Onarımında Uygulanacak.

Gelişmiş ÇH ve F/H sistemlerinin söz konusu tüm fırınlarda uygulanması durumunda, ortalama % 40 enerji tasarrufu alınarak bir hesap yapıldığında; yaklaşık olarak yıllık 9.000 ton yakıt (LPG) karşılığı bir enerji tasarrufu söz konusudur. Kalitenin yükselmesiyle pazar kapasitesinde yaratılabilecek önemli artışlara ilave olarak paketleme yüzdesindeki artışlardan gelecek tasarruf da göz önüne alınmalıdır.

İleri sistemler için fazladan yapılacak yatırımın geri ödeme süresi, sadece enerji tasarrufu dikkate alındığında, bir ile iki buçuk sene civarındadır.

SONUÇ

Feeder'den üretim makinalarına gönderilen koşullandırılmış camın şartlandırıldığı ÇH ve F/H sistemleri, bugünkü teknolojinin ışığı altında şu özelliklere sahip olmalıdır:

- . **TASARIM** Düşük üst yapı, modüler ve ağır izolasyonlu,

- . SOĞUTMA SİSTEMİ Yanma zonunu etkilemeyecek nitelikte, ayrı,
- . YAKMA SİSTEMİ Yüksek basınçlı, hava/gaz oranı sürekli ve hassas kontrollü,
- . KONTROL SİSTEMİ Bilgisayar destekli, hassas ve ileri Ö/K, aynı zamanda fırın Ö/K ile bağlantılı.

Topluluğumuzda uygulanan değişik tip forehearth ve çalışma havuzlarının birbiriyle karşılaştırılarak hedef ürünlerimize en uygun olanın belirlenmesi, ileriki seçimlerimize ışık tutacaktır.

Cam üretiminde, hedef kaliteyi minimum maliyetle gerçekleştirirken, problem koşullandırma ile bitmeyecektir. Nihai çözüm, camın throat öncesi ve damla sonrası birimlerinin geliştirilmesindeki teknolojik ilerlemelerle sağlanacaktır.

REFERANSLAR

1. Glass-Melting Tank Furnaces; Günther (1958), s. 187.
2. Glass Technology, Vol. 1, No. 1, February 1960, s. 35,
3. BGIRA Literature Review No. 13, Feeders by P. J. Doyle. August, 1976, s. 11.

ZÜCCACIYE FIRINLARINDA FOREHEARTH'DA CAM RENKLENDİRMESİ

Dr. Ali ALTINER - M. Metin ASAR
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Ergimiş halde bulunan sıcak cam kütlesi üzerine renk verici maddelerin ilavesi ile renkli cam üretimi uzun yıllardan beri cam üreticilerinin ilgisini çekmiş, daha sonraları forehearth renklendirmesi metodu uygulanarak çalışma geliştirilmiştir.

Renk değişiminin çok daha kısa bir sürede gerçekleşmesi, az miktarda ve değişik renklerde üretim yapabilme imkanının olması gibi avantajlar, F/H renklendirmesini cam üretiminde tercih edilen bir metot haline getirmiştir.

Bu doğrultuda, Mart 1990'da üretime geçen C fırınının iki hattı, renkli ürün talebini karşılamak maksadı ile amaca uygun biçimde dizayn edilmiş, Rila/Finlandiya firması ile teknik anlaşma çerçevesi içerisinde ilk deneme üretimi Temmuz 1990'da 15 günlük bir periyotta gerçekleştirilmiştir.

1. GİRİŞ

Uzun yıllardan beri cam üreticilerinin ilgisini çekmekte olan renkli cam üretimi, bu sanayi kolundaki gelişmelere paralel olarak son yıllarda ilerleme göstermiştir. Önceleri tüm fırında yapılan renklendirme, bir taraftan zaman alıcı olması diğer taraftan ekonomik olmaması nedeni ile yerini forehearth renklendirmesine bırakmıştır.

Fırın F/H bölgesinden geçmekte olan kızgın cam kütlesi üzerine renk verici maddelerin ilavesi ile yapılan F/H renklendirmesi Mart/90'da üretime başlayan C fırınının 2 hattında uygulamaya konulmuş, 15 günlük sürede mavi ve siyah renkli mamul deneme üretimi yapılmıştır.

2. F/H'DA CAM RENKLENDİRMESİNİN AVANTAJLARI

- Ana cam kütlelerinin rengini değiştirmeden küçük miktarlarda renkli mamul üretme olanağı.
- Renk değişiminin süratli olması nedeniyle kısa süreler için renkli cam üretim imkanı.
- Bir fırından değişik renkli cam üretiminin mümkün olması.
- Günümüzde daha büyük boyutlarda cam fırınlarına kayış göz önünde bulundurulduğunda, F/H renklendirmesinin ekonomik olması.

3. RENK VERİCİ MADDELER

Cam renklendirmesinde kullanılan ve uygun oksitler karışımının eritilmesiyle elde edilen frit, bazı dezavantajları nedeniyle son zamanlarda renk konsantreleri ile yer değiştirmiştir. Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'de kullanılan renk konsantreleri Amerikan Ferro Fırması (1) tarafından üretilmekte olup, uygun oksitlerinin erimeyi kolaylaştırıcı bir malzeme ile birleştirilmesi ve peletlenmesi şeklinde elde edilmektedir (2).

Denemelerde siyah ve mavi renkli cam üretiminde kullanılan konsantrelerin Ferro tarafından verilen özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Renk Konsantrelerinin Özellikleri (3)

Özellik	Siyah	Mavi
Kod No	BK-360-F	LU-885-A
Besleme Oranı	% 3.3	% 1.5
MnO ₂	% 37.21	-
Cr ₂ O ₃	% 7.5	% 1.32
Co ₃ O ₄	% 11.1	-
CuC	-	% 30

Renk konsantrelerinin avantajları şöyle sıralanabilir:

- Düşük renklendirme maliyeti,
- Daha düşük besleme oranı,
- Tozumanın azaltılması.

4. a. KONSANTRE BESLEME SİSTEMLERİ

Cam renginin homojenitesi ve homojenitenin kararlılığı renk konsantresinin düzenli biçimde beslenmesi ile ilgili olduğundan, sistemin hassasiyeti büyük bir önem taşımaktadır.

Konsantre beslemesi 2 türlü yapılmaktadır.

- . Volumetrik besleme,
- . Gravimetrik besleme

Volumetrik sistem, fiyatının düşük olması ve kullanım kolaylığı açısından avantajlı görünürse de, hassasiyetinin az olması, sık sık kalibrasyona ihtiyaç duyulması ve tozumaya sebebiyet vermesi açısından cazip görülmemektedir.

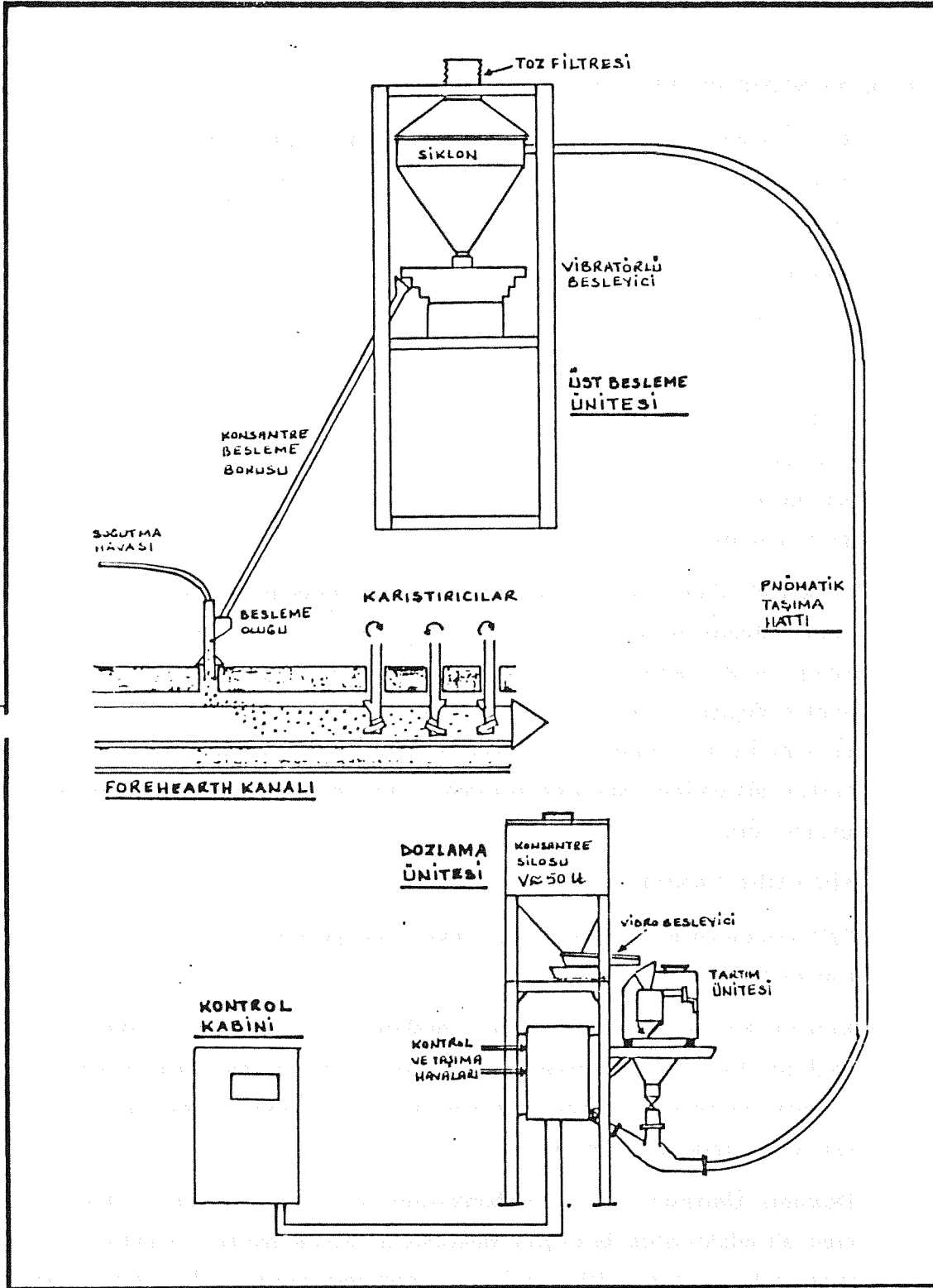
Kırklareli Cam San. A.Ş.'de de kullanılan gravimetrik sistem ise, fiyatının volumetrik sistemden daha yüksek olması ve komplike bir yapıya sahip bulunmasına rağmen, konsantrenin randımanlı kullanılması, konsantre değişimi sırasında kalibrasyona ihtiyaç duyulmaması ve tartım sistemi ile F/H arasında bir konveying sistemin bulunması nedeniyle, tartım sisteminin istenilen ortama monte edilebilmesi açısından daha uygun görülmektedir.

b. SİSTEMİN TANITILMASI

F/H renklendirme donanımları, Şekil 1'de görüleceği gibi 4 ana grupta toplanabilir.

Kontrol Kabini : Dozlama ve üst besleme ünitelerine elektrikli olarak bağlıdır. Konsantrenin istenilen debide tartımı ve pnömomatik olarak üst besleme ünitesine taşınması, otomatik veya manuel olarak bu ünite tarafından sağlanır ve denetlenir.

Dozlama Ünitesi: 50 litrelik bunkerine doldurulan konsantre, bunun hemen altındaki vibro besleyici vasıtasıyla tartım hücreğine aktarılır. Tartılan miktar, tartım hücresinin alt kapağının açılmasıyla alttaki bunkerine akar. Bunkerin altındaki pnömomatik vananın açılmasıyla pnömomatik nakil borusuna dökülen konsantre, taşıma havası ile birlikte üst besleme ünitesinin siklonuna dökülür.



Şekil 1: Konsantre besleme sistemi akım şeması.

Dozlama ünitesinin görevi, kontrol kabinine verilen set değerine göre konsantreyi tartmak ve üst. besleme ünitesine nakletmektir.

Üst Besleme Ünitesi : Siklona gelen konsantre, alt kapağın otomatik olarak açılmasıyla vibratörlü besleyicinin içine dökülür. Vibratörlü besleyici, ayarlanan debide konsantreyi, forehearth besleme borusuna nakleder.

Karıştırıcılar : Forehearth'a yerleştirilen seramik karıştırıcıların görevi, cam içinde eriyen konsantrenin homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktır.

Forehearth'dan çekilen cam miktarı (ton/gün) ve konsantre besleme yüzdesi bilindiğinde Ek 1'de verilen nomogramdan konsantre besleme debisi gram/dak. olarak bulunabilir. Bu değer kontrol kabinine set değeri olarak girilir. Sistem otomatik olarak çalıştırıldığında, dozlama ünitesinde belirli miktar konsantre, tartılarak üst besleme ünitesine yollarır. Tartım işlemi, besleme debisine uygun olarak aralıklarla yapılır. Üst besleme ünitesindeki vibratörün şiddeti, buraya gelen malzemenin sürekli olarak F/H'a aktarılmasını sağlayacak şekilde ayarlanır. Konsantrenin F/H'a döküldüğü oluk içerisine az miktarda fan havası üflenir. Amaç, konsantrenin oluğa yapışarak tıkanmasını önlemektir. Ancak bu hava, konsantrenin F/H içinde dağılmasına da yardımcı olur.

F/H'a beslenen konsantre, birinci sıradaki karıştırıcılara kadar tamamen erimiş olmalıdır. F/H sıcaklık rejimi de buna göre ayarlanmalıdır. F/H'da akış hızı cam çekişiyle doğru orantılı olduğundan, renklendirme ve karıştırma zon sıcaklıkları çekişle orantılı biçimde artırılmak zorundadır.

5. C 3 / C 6 FOREHEARTH'LARIN TANITILMASI

Renklendirme forehearth'ları genellikle 4 zonludur. Bunlar, çalışma havuzundan imalat makinasına doğru sırasıyla,

- Ön ısıtma ve renklendirme zonu,
- Karıştırma zonu,

c. Soğutma zonu,

d. Şartlandırma zonu'dur.

Bu zonlardan ilk ikisi renklendirme amacına yöneliktir. Diğerleri ise, camın imalat makinasına verilmeden önce ısıl homojenizasyon ve şartlandırmasının yapıldığı bölümlerdir.

Renk konsantresinin eriyebilmesi için çalışma havuzundan F/H'a giren camın diğer F/H'lardakinden daha sıcak olması gerekmektedir. Renk konsantresinin çam yüzeyine beslendiği 1. zonda sıcaklık çok önemlidir. Bunun 2 nedeni vardır. Birincisi, oda sıcaklığındaki renk konsantresi belli bir debide sıcak olan cam yüzeyine beslenecektir. İkincisi ise, besleme oluğuna üflenen az miktardaki soğutma havası F/H içine girecektir. Her ikisi de sıcaklığı düşürücü etkenlerdir.

Kırkiareli Cam San. A.Ş. C fırınında 2 üretim hattının istendiğinde renkli camla çalışması planlandığından C 3 ve C 6 F/H'ları buna uygun olarak dizayn edilmişlerdir. Bu iki F/H'ın yapılması sırasında Finlandiya'dan RIL (4) ve İngiltere'den BH-F (5) firmalarıyla koordineli olarak çalışılmıştır.

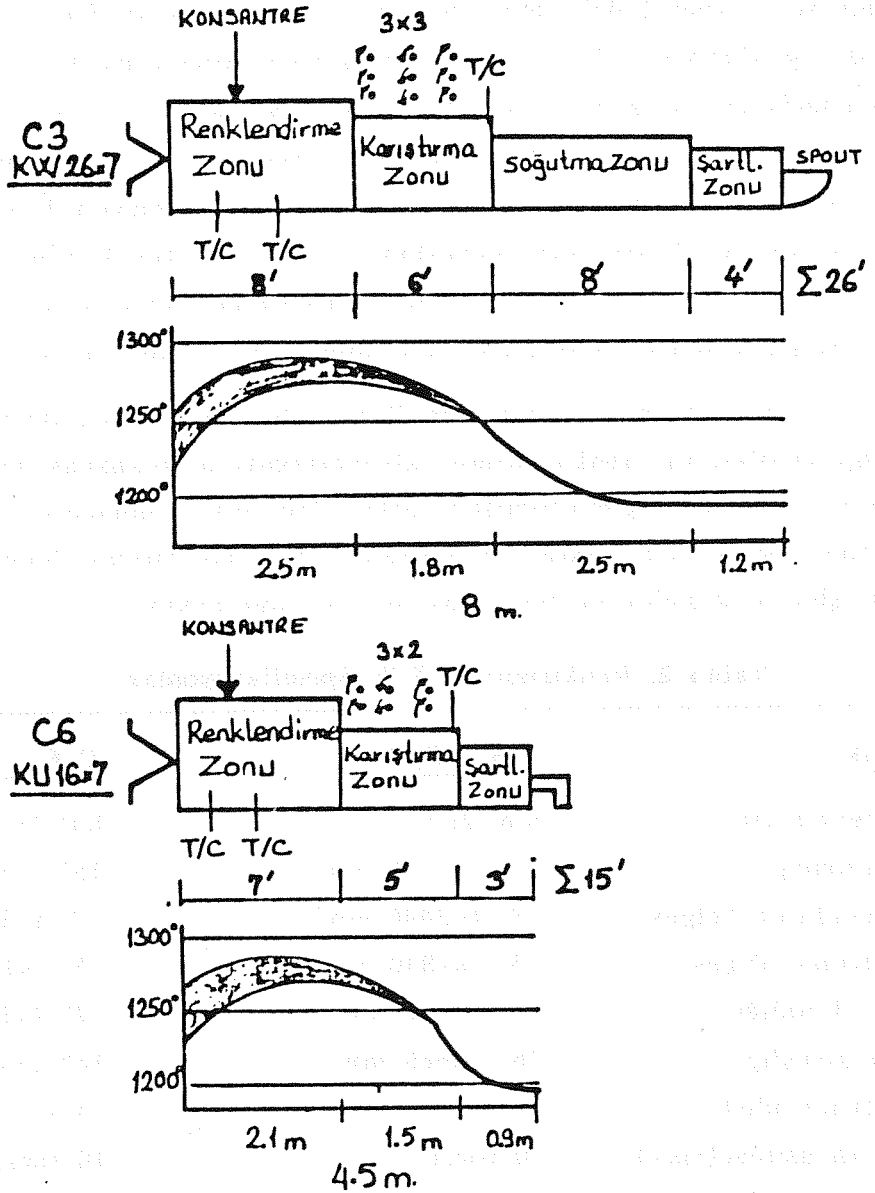
C 3 üretim hattı, 30 ton cam/gün azami çekiş düşünülüşünden, KW 26x7 tipinde, 26 feet (=7925 mm) uzunluğunda 4 zonlu bir F/H'dır. Ön ısıtma ve renklendirme zonu 8 feet (=2440 mm) uzunluğundadır. Karıştırma zonu ise 6 feet (=1830 mm) olup, 3 sıra halinde 3'er adet vida tipi karıştırıcı içermektedir. Her iki bölümün kanal taşları 1681 RN fused cast malzemedir. Üst yapı ise zirkon mullite malzemedir. Karıştırıcı malzemesi H 333'tür. Karıştırıcıların 1. ve 3. sıraları sağ, 2. sırası ise sol istikamette dönüşlüdür. Bu F/H'ta konsantrenin besleme deliği 2 tane olup, cam çekişine göre uygun olan seçilecektir. İlk deliğin 1. sıra karıştırıcılara olan uzaklığı 1.5 metre iken, 2. delik 1.2 metre uzaklıktadır. Yüksek cam çekişlerinde birinci delik tercih edilmelidir. Sıcaklık kontrol elemanı olarak her iki zonda da Pt uçlu T/C kullanılmıştır. 1. zonda T/C'lar tabandan dalmalı olup, biri konsantre besleme deliğinin öncesinde diğeri sonrasında olmak üzere 2 tanedir. Bunlardan birisi kontrol diğeri indirikasyon amacıyla kullanılmaktadır. 2. zonda ise, zon çıkışında

üst yapıdan cama dalan aynı tip T/C vardır.

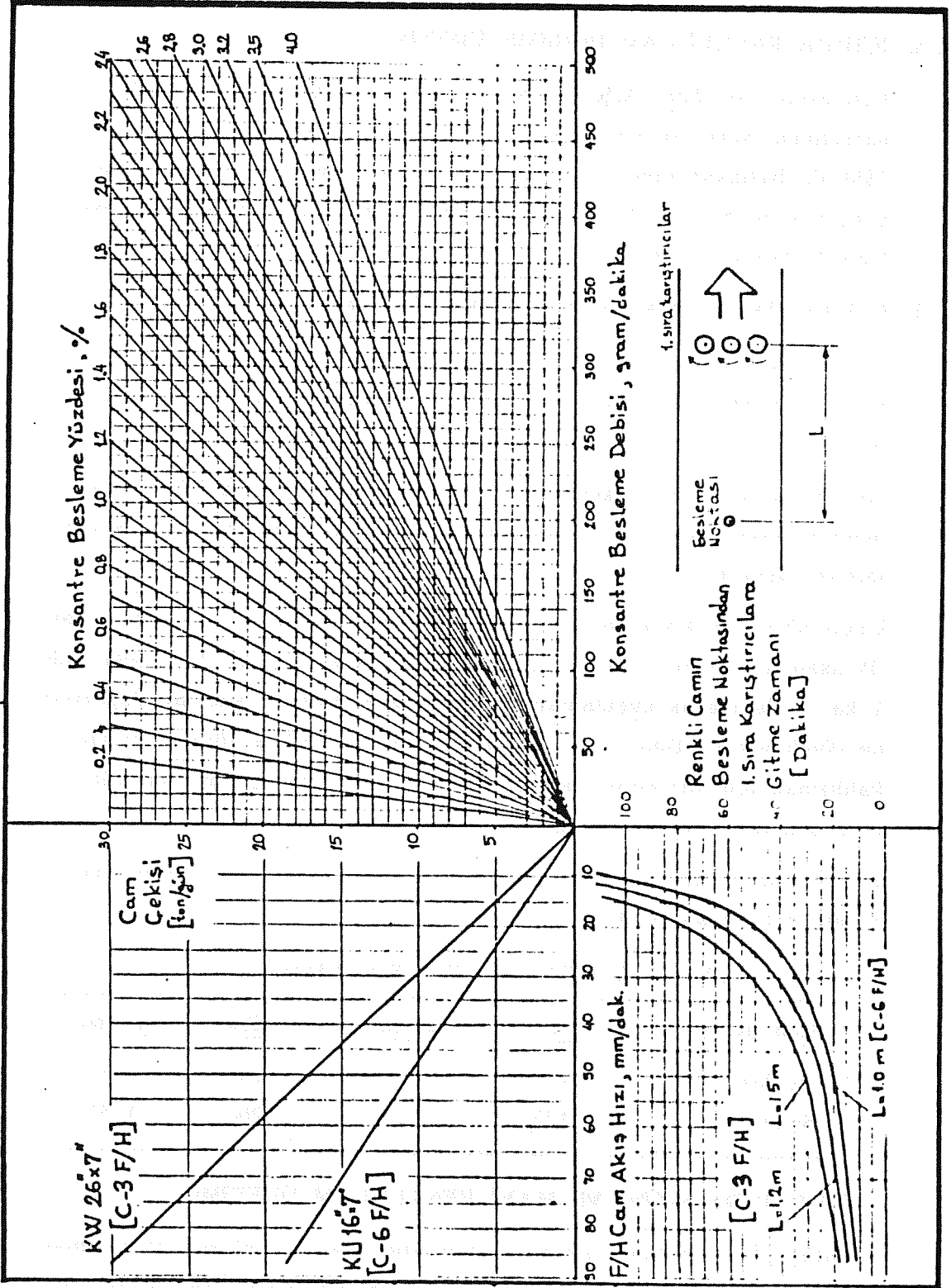
C 6 üretim hattı, 10 ton cam/gün azami çekiş düşünüldüğünden KU 16x7 tipinde ve 15 feet (=4572 mm) uzunluğunda 3 zonalı bir F/H'dır. Ön ısıtma ve soğutma zonu 5' (=1524 mm) ve şartlandırma zonu 3' (=914 mm) uzunluğundadır. Karıştırma zonunda 3 sıra 2'şer adet vida tipi karıştırıcı vardır. Bu F/H'ın kanal taşları 1681 RN fused cast malzemedendir. Üst yapı zirkon mullite malzemedendir yapılmıştır. Karıştırıcıların 1. sırası sağa, 2. sırası sola ve 3. sıra sağa dönüşlüdür. C 6 F/H'ı tek konsantre besleme deliğine sahiptir ve bunun 1. sıra karıştırıcılara olan uzaklığı 1 metredir. Sıcaklık kontrol elemanları T/C olup C 3 F/H'ına benzer yapıdadır. Her iki F/H'a ait tasarım değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Bu F/H'ların prensip şekilleri ile, renklendirme çalışmalarında uygulanacak sıcaklık profilleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 3'te verilen nomogram, bir F/H'tan çekilen cam miktarı ve konsantre besleme yüzdesi bilindiğinde diğer işletme koşullarının bulunması için kullanılmaktadır.

Tablo 2: Renklendirme F/H Spesifikasyonları

<u>Özellik</u>	<u>C 3 - F/H</u>	<u>C 6 - F/H</u>
Forehearth tipi	KW 26 x 7	KU 16 x 7
F/H uzunluğu	25' (=1925 mm)	15' (=4572 mm)
Renklendirme bölgesi	8' (=2440 mm)	7' (=2134 mm)
Karıştırma bölgesi	6' (=1830 mm)	5' (=1524)
Kanal derinliği	7" (=178 mm)	7" (=178 mm)
Kanal genişliği	26" (=660 mm)	16" (=406 mm)
Karıştırıcı adedi	3 x 3	3 x 2
Renk kapasitesi (max)	30 ton/g	10 ton/g
Isıtma sistemi	HP firing (BHF)	HF firing (BHF)
Kanal blokları (malz.)	1681 RN	1681 RN
Sıcak kontrolü	T/C	T/C



Şekil 2: Renklendirme F/H prensip şekilleri ve uygulanacak sıcaklık profilleri.



Şekil 3.

6. a. F/H'DA RENKLİ CAM DENEME ÜRETİMİ

Kırklareli Cam San. A.Ş. C fırınının daha önceden tanıtılan C 3 ve C 6 hatlarında, siyah ve mavi renkli cam üretimi yapılmıştır. Temmuz 1990'da başlayan deneme toplam 15 gün sürmüştür. Teknik anlaşma çerçevesi içerisinde RİLA firmasından 3 temsilci de deneme süresince bizlerle beraber olmuşlardır.

b. C 3 F/H'INDA SİYAH RENKLİ CAM ÜRETİMİ

Bu F/H'da renkli cam üretimi 19 - 26.07.1990 tarihleri arasında yapılmıştır. Deneme süresince F/H'dan cam çekişi 14 t/g olarak gerçekleştirilmiştir.

Üretimden önce, renk konsantresinin erimesinin kolaylaştırılması ve homojenitenin sağlanması açısından F/H zon sıcaklıklarında artış yapılmıştır. Değerler Tablo 3'te verilmektedir.

Geçiş süresinin kısaltılması nedeni ile, renk konsantresi besleme oranı ilk aşamada Ferro Firmasının öngördüğü 3.3 kg/100 kg cam değerinden 2 kat fazla olarak uygulanmış, 1 saat sonra normal besleme değerlerine dönmüştür. Daha sonraki aşamalarda ise renkte görülen matlığı kaldırmak için besleme oranı 2.5 kg/100 kg cam değerine düşürülmüş ve o şekilde devam edilmiştir.

14 ton cam çekişli C 3 F/H'ı için renksiz camdan siyah renge geçiş 3 saatte gerçekleşmiştir.

Tablo 3: C 3 F/H'ında Zon Sıcaklıkları

<u>Cam Rengi</u>	<u>1. Zon</u>	<u>2. Zon</u>	<u>3. Zon</u>	<u>4. Zon</u>
Renksiz	1221	1210	1180	1157
Siyah	1232	1233	1206	1157

c. C 6 F/H'INDA SİYAH VE MAVİ RENKLİ CAM ÜRETİMİ

Bilindiği gibi C 6 hattı ayaklı mamullerin ayak kısımlarını oluşturmaktadır. Bu hatta 14 -18.07.1990 tarihleri arasında siyah, 18 - 23.07.1990

tarihleri arasında ise mavi renkli cam üretimi yapılmıştır. Her iki üretim sırasında da F/H çekişi 3.2 ton cam/gün olarak gerçekleştirilmiştir. C 3 hattında olduğu gibi, renk konsantresi besleme oranları başlangıç için öngörülen değerlerin 2 katı olarak alınmış, siyah renk üretiminde 6.6 kg/100 kg cam mavi renk üretiminde ise 3.0 kg/100 kg cam olarak uygulanmıştır. 1 saat sonra normal değerler olan 3.3 ve 1.5 kg/100 kg cam değerlerine inilmiş üretim boyunca bu değerlerle çalışılmıştır. C 6 F/H'ında siyah ve mavi renkli cam üretimi sırasında çalışılan zon sıcaklıkları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: C 6 F/H'ında Zon Sıcaklıkları

<u>Cam Rengi</u>	<u>1. Zon</u>	<u>2. Zon</u>	<u>3. Zon</u>
Renksiz	1215	1225	1205
Siyah	1233	1221	1172
Mavi	1230	1225	1175

7. SONUÇ

Sisecam bünyesinde ilk kez Kırklareli Cam San. A.Ş.'de uygulamaya konulan F/H renklendirmesi, belirtilen avantajları nedeniyle züccaciye ve cam ambalaj üretimi yapan diğer dünya şirketleri tarafından da tercih edilen bir metod olmuştur.

Ürün çeşitlemesi ve pazar payını artırma açısından olumlu etkisi olan bu yöntem, sanıldığı kadar karmaşık bir yapıya sahip değildir.

15 günlük periyotta siyah ve mavi renkli cam üretimi yapan Şirketimiz gelecek talepleri de dikkate alarak değişik renkli mamuller üretebilecektir.

KAYNAKLAR

1. Ferro Corporation

1560 North Main Street Orrville, OH10 44667

2. Forehearth Colour Concentrates/Ferro Dökümanı

(Devamı sayfa 74'te)

MODERN HAMMADDE STOK, NAKİL VE HARMAN HAZIRLAMA TESİSİ UYGULAMASI

Bahattin ÖKTEN

Asuman ERKİN

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

Topkapı Şişe San. A.Ş.

ÖZET

Ekonomik ve kaliteli cam üretebilmenin ilk adımını kaliteli hammadde kullanımı ve iyi bir hammadde stok ve hazırlama işlemini olduğu kadar, hammaddelerin fabrikaya geliş ve stoklanış şeklinin, fabrika içerisinde kullanılan nakil sisteminin ve harman hazırlama tesisinin özelliklerinin uygun seçilmesi de oluşturmaktadır.

Bu bilinçle, Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'ne proje çalışmalarının tamamı topluluğumuz bünyesinde gerçekleştirilen, mekanik ve elektronik ekipmanlarının büyük kısmında yerli sanayiinden yararlanılan ve hammadde naklinde yüksek ve düşük basınç pnömatik sistemin birlikte kullanıldığı hammadde stok, nakil ve harman hazırlama tesisi tasarımı yapılarak inşa edilmiş ve başarı ile işletilmeye alınmıştır.

Bu bildiri, projenin temel kavramlardan başlayarak bir bütün içinde ele alınış şekli, proje sahibi üretim şirketi ve ana şirket ilgili birimleri ve tesise ekipman sağlayan üretici kuruluşlar ile yapılan ortak çalışmalar sonucunda ulaştığı nokta ve tesis işletmeye girdikten sonra elde edilen verilerle projede hedeflenen ile uygulamanın karşılaştırmasını yapmakta ve topluluğumuzun ulaştığı teknolojik seviyeyi belirlemeyi amaçlamaktadır.

1. GİRİŞ

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'ne 1968 yılında KTG firması tarafından yapılan harman hazırlama tesisinin bu özelliklerini yitirmesi, eskiliğinden dolayı sık sık arızaya geçmesi, modernizasyon çalışmaları için bir hattın uzun süre durdurulamamasından dolayı, 200 ton/gün kapasitede iki fırını besleyebilecek yeni bir harman hazırlama tesisinin yapılmasına karar verilmiştir.

Başlangıçta proje kapsamı sadece harman hazırlama tesisinden oluşmasına rağmen, Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'nin mevcut hammadde stok ve nakil sistemlerinin yapısının nitelikli ve ekonomik harman hazırlamaya uygun olmamasından dolayı hammadde stok ve nakil sistemlerinin de modernize edilmesi proje kapsamına alınmıştır.

Topluluğumuz bünyesinde daha önce Teknik Cam Sanayii A.Ş.'ne harman hazırlama tesisi ve diğer fabrikalarımızda modernizasyon kapsamında geliştirme çalışmaları yapılmıştır.

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de yapılan uygulama ile hammaddelerin fabrikaya geliş ve stoklanış şekli ve harman hazırlama tesisi bir bütün olarak ilk kez ele alınmış ve hammadde naklinde yüksek ve düşük basınç pnömomatik nakil sistemi birlikte kullanılmıştır.

2. HAMMADDE STOK VE NAKİL SİSTEMİ

Mevcut durumda kalker, dolomit kamyon üzerinde dökme olarak, soda ve feldspat jütlerle fabrikaya gelmekte, kalker ve dolomit yarı kapalı silolarda stoklanmakta, loader ve kovalı elevatör ile harman dairesi servis silolarına aktarılmaktaydı. Bu durum hammaddelerin birbirine karışmasına, aşırı toz ve hammadde kaybına, özellikle kış aylarında aşırı rutubetlenmeye ve işletme sırasında fazla aktarma olduğundan iş gücü kaybına neden olmaktaydı.

Bu olumsuzlukları giderebilmek için öncelikle kalker, dolomit ve sodanın tam kapalı dikey silolara alınması gerekmektedir.

Bu amaçla, 1981 yılında yapılan ve kullanılmayan 175 m³'lük 8 adet beton silo kalker ve dolomit stok silosu, Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'nde atıl durumda bulunan 96 m³'lük 7 adet CTP silo, bir adet de yeni yaptırılarak soda stok silosu olarak kullanılmıştır.

Böylece, minimum yatırım maliyeti ile 800 ton sodanın 940 ton dolomit, 500 ton kalkerin tam kapalı dikey silolarda stoklanma olanağı sağlanmıştır (1), (2).

Feldspatın tüketimi az olduğundan servis silosunun stok silosu olarak

kullanılması yeterli olmuştur. Kum ve cam kırığı stoklama sisteminde mevcut yapıda değişiklik yapılmamıştır.

Hammaddelerin fabrikaya kamyon üzerinden dökme olarak veya jütlerle gelmesi halinde uygulanacak nakil sistemi sorunları çözmede tek başına yeterli olmamaktadır.

Daha önce bahsedilen olumsuzlukları gidermek için hammaddelerin fabrikaya geliş şekli ile nakil sisteminin birlikte düşünülmesi gerekmektedir.

Bu amaçla yapılan alternatif proje çalışmalarında olumsuzlukları minimuma indirebilecek en uygun sistemin düşük basınç (1.5-2 atm) pnömatik nakil sistemi olduğuna karar verilmiş ve hammaddelerin fabrikaya silobaslar ile gelmesi sağlanmıştır (3), (4).

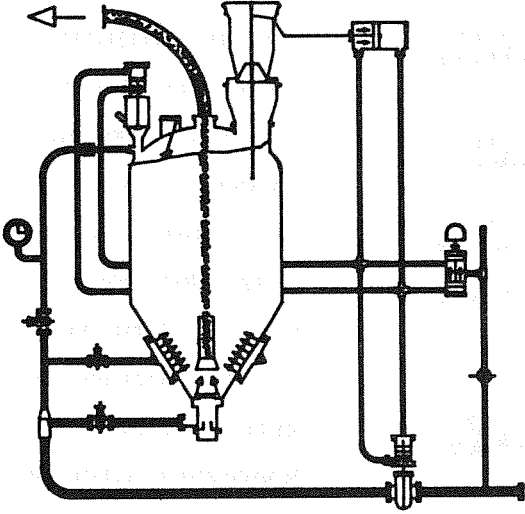
Mersin'den sodanın silobaslar ile gelmesi ekonomik olmadığından jütle gelen sodanın stok silolarına naklinde gezer şaseli pnömatik konteynır kullanılmıştır.

Stok silolarından eski ve yeni harman daireleri servis silolarına hammadde naklinde ise, 16 adet stok silosundan 12 adet servis silosuna uzun mesafeden hammadde nakline en uygun olan yüksek basınç (4.5-5 atm) pnömatik nakil sistemi (dense phase) kullanılmıştır (5), (6), (7), (8).

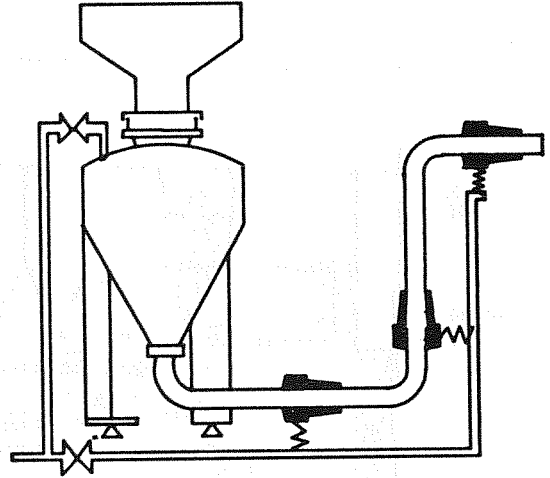
Düşük basınç ile yüksek basınç pnömatik nakil sistemlerinin arasındaki temel fark birinde hammadde ile havanın karışarak gitmesi (Şekil 1), diğerinde ise hammaddenin blok halinde hava tarafından itilmesidir (Şekil 2).

Düşük basınç sistemi kısa mesafelerde uygulanabildiğinden ve tane iriliğinin olumsuz etkilediğinden sadece stok siloları dolusunda ve servis silolarının yedeklemesinde kullanılmıştır.

Yüksek basınç sisteminde, aşınmaları azaltmak, optimum çalışma hızını tespit edebilmek ve hava tüketimini minimuma indirebilmek amacıyla test çalışmaları yapıldıktan sonra uygun noktalara takviye havaları konulmuş ve sistem başarı ile işletmeye alınmıştır.



Şekil 1: Düşük basınç sistemi.



Şekil 2: Yüksek basınç sistemi.

Hammaddelerin stok silolarından denseveyörlere dolumunda rotary feeder ve vidalı besleyiciler kullanılmıştır.

Kum ve cam kırığının servis silolarına naklinde çift hızlı skip hoist sistemi kullanılmıştır.

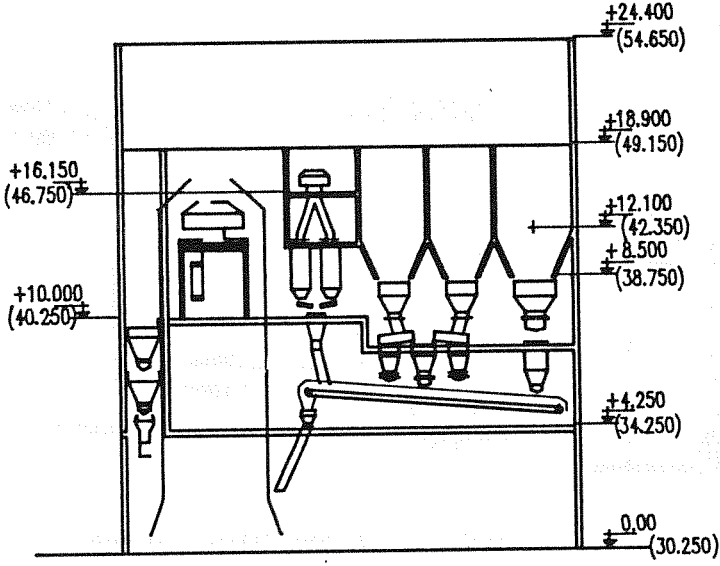
Hammadde stok ve nakil sistemlerinin proje çalışmalarının tamamı topluluğumuz bünyesinde gerçekleştirilmiş ve 2.5 ay süren çalışma sonucunda toplam 68 pafta proje çizilmiş, mekanik ve elektronik ekipmanların tamamı yerli üretici kuruluşlardan temin edilmiştir.

Ayrıca 1981 yılında 310.000 dolara Macawber firmasından alınıp kullanılmayan ekipmanlardan da yararlanılarak önemli ölçüde tasarruf sağlanmıştır.

3. HARMAN HAZIRLAMA SİSTEMİ

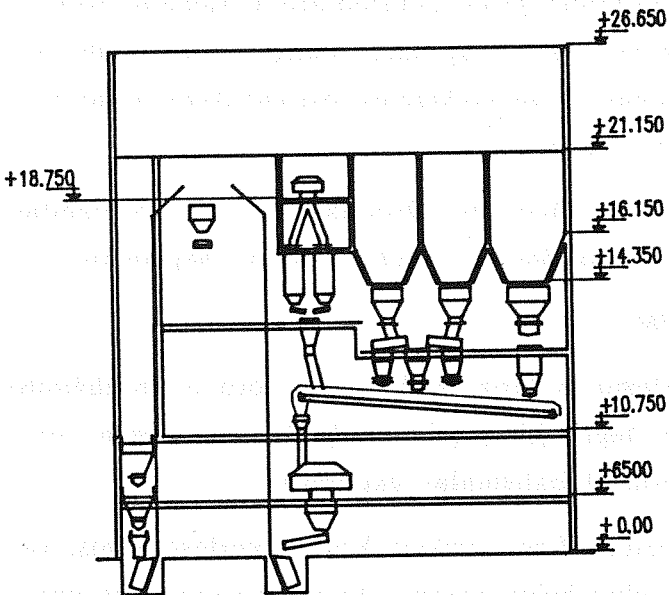
Harman hazırlama sistemi yerleşimini fırın bunkerini üst kotu belirlediğinden ve mevcut yapıda herhangi bir değişiklik yapılamadığından, en uygun yerleşimi bulabilmek amacıyla alternatif çalışmalar yapılmıştır.

Alternatif 1'de harman karıştırıcısı fırın bunkerini kotuna yerleştirilmiş, tartılan hammadde ve cam kırığı skip hoist sistemi ile karıştırıcıya, karıştırıcıdan konveyör ile fırın bunkerine aktarılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3.

kotuna yerleştirilmiş ve konveyörle doğrudan fırın bunkerine gönderilmiştir (Şekil 5).



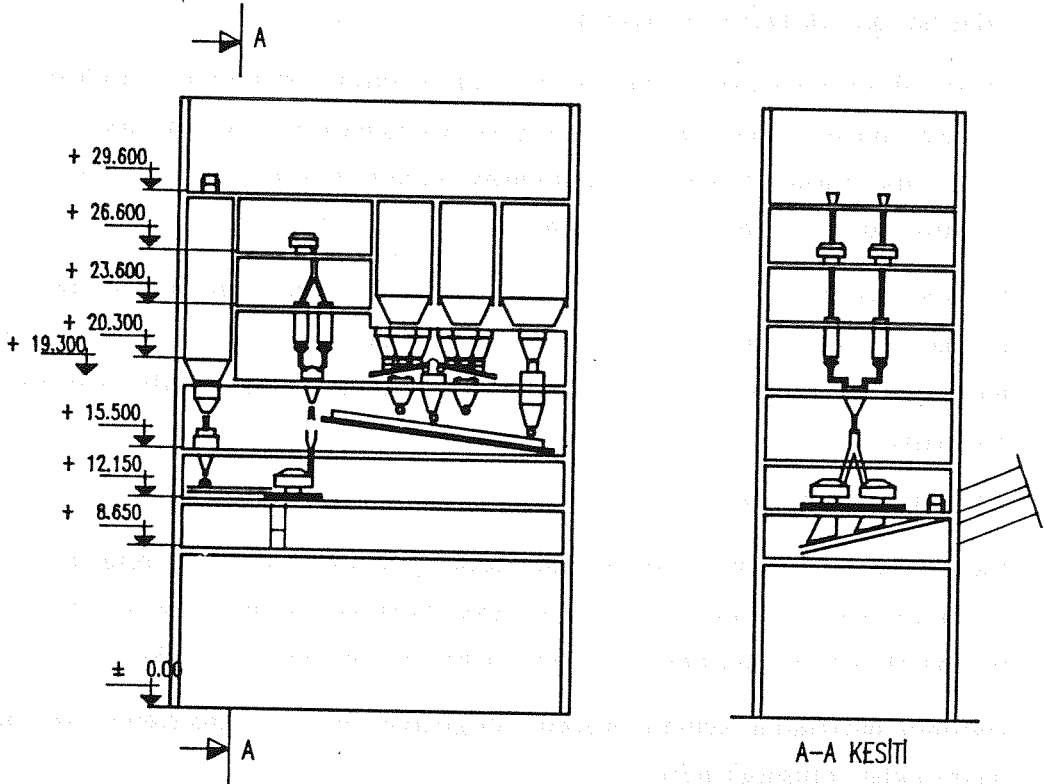
Şekil 4.

Alternatif 2'de harman karıştırıcısı tartım hattının altına yerleştirilmiş, karışmış hammadde ve tartılmış cam kırığı skip hoist sistemi ile fırın kotuna yerleştirilen bunkerlere, oradan da konveyörle fırın bunkerine aktarılmıştır (Şekil 4).

Alternatif 3'de karıştırıcı fırın bunkerine

Harman hazırlama sistemi, tartılan hammadde'nin doğrudan karıştırıcıya girmesi, minimum ak tarma noktası ile harmanın fırına gönderilebilmesi, dökülme ve segregasyonun en az düzeyde olması, daha az ekipman kullanıldığı için ekonomik olması, bakım ve işletme kolaylığı sağlamaından dolayı alternatif 3'e göre 200 ton/gün kapasitede renkli cam

harmanı hazırlayabilecek nitelikte dizayn edilmiştir.



Şekil 5.

Sistemde % 0.015 hassasiyetli elektronik yük hücreleri kullanılarak, weigh-in metodu ile tartım yapabilecek nitelikte ve yedekli çift hat yerine, elektronik yük hücrelerinin daha az arızalanması, arıza durumunda yenisi ile değiştirilme süresinin kısa olmasından dolayı tartım bunkerine dolum sistemleri birbirini yedekleyecek şekilde yapılarak daha az ekipman kullanılması sağlanmıştır.

Sistemde kullanılan iki adet harman karıştırıcısından bir tanesi tartımlı hale getirilerek toplam kantar olarak kullanılmış böylece ilave bir toplam kantar kullanılmasına gerek kalmamıştır.

Kalker, dolomit, soda ve feldspatın tartım bunkerine dolumunda çift hızlı vidalı besleyici (9) kum, cam kırığı ve pre-mix dolumunda çift hızlı, tristör

kontrollü elektro manyetik vibratörlü besleyici kullanılmıştır.

Pre-mix tartımında istenilen hassasiyete ulaşmak amacıyla servis silosu çıkışına bir aktivatör konulmuştur.

Servis siloları ve tartım bunkerleri segregasyonu minimuma indirecek nitelikte (mass-flow) dizayn edilmiş ve yapışmaları önlemek, akışı kolaylaştırmak, rutubetlenmeyi engellemek amacıyla soda, kalker, dolomit ve feldspat siloları epoksi ile kaplanmıştır (10), (11), (12), (13).

Harman hazırlama sistemi ile ilgili olarak 11 ayda toplam 140 pafta proje çizilmiş ve sistem hammadde stok ve nakil sistemi ile birlikte 7 ayda montajı tamamlanarak, 1 aylık çalışma sonucunda başarı ile işletmeye alınmıştır.

4. KONTROL SİSTEMİ

Harman dairesi kontrol odasından kalker, dolomit ve soda bilgisayar aracılığı ile stok silolarından yeni ve eski harman daireleri servis silolarına pnömatik sistem kullanılarak tam otomatik nakledilebilmektedir.

Harman hazırlama kontrol sistemi bilgisayar PLC, mikroişlemci ve güç panosundan oluşmaktadır.

Sistem tam otomatik, yarı otomatik ve manuel olarak çalışabilmekte her türlü değer bilgisayar veya pano üzerindeki mikroişlemcinin tuşları aracılığı ile yüklenebilmekte ve sistemdeki tüm saha elemanları pano üzerindeki tuşlar aracılığı ile tek tek çalıştırılabilmektedir.

İstenilen reçete ve fırın seçildiğinde, farklı reçetede birden fazla fırına bilgisayar aracılığı ile otomatik olarak harman hazırlanıp set edilen sıra ile ardışık olarak gönderilebilmektedir.

Operatör bilgisayar ekranındaki mimik diyagramdan prosesi takip edebilmektedir.

5. MALİYET ANALİZİ

Hammadde stok, nakil ve harman hazırlama tesisi maliyeti inşaat dahil edilerek aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	<u>İç Para (MTL)</u>	<u>Dış Para (MTL)</u>
Harman hazırlama tesisi	1.444	366.241
Hammadde stok ve nakil sistemi	1.159	62.534
TOPLAM	2.604	428.775

Yapılan dizayn çalışması ile en ekonomik ve fonksiyonel sistem uygulanmış ve yurt dışından teklif alınmasına rağmen proje çalışması yapılarak ekipman temininde yerli yan sanayiinden yararlanılmıştır.

Böylece 1989 fiyatları ile 5 milyar TL'na mal olması beklenen sistem 3 milyar 400 milyon TL'na mal edilerek toplam 1 milyar 600 milyon TL'si tasarruf sağlanmıştır.

6. HAMMADDE STOK NAKİL VE HARMAN HAZIRLAMA TESİSİ İŞLETİMİ

Proje aşamalarından sözü edilen yeni hammadde stok, nakil ve harman hazırlama tesisi kullanımına, Ağustos 1989'da stok silolarına silobaslarla hammadde yüklenerek başlanmıştır.

Pnömatik nakil sisteminin uygulanmasıyla hammaddelerin doğrudan kapalı silolara düşük basınç sistemi ile nakledilerek stoklanması, fabrika içerisindeki tozmayı, aşırı rutubetlenmeyi, hammaddelerin birbirine karışmasını ve yükleme esnasındaki manüplasyonları ortadan kaldırmıştır.

Ayrıca stok silolarından, her iki harman dairesi servis silolarına daha az insan gücü kullanılarak yüksek basınç sistemi ile hammadde nakli gerçekleştirilebilmiştir.

Düşük basınç pnömatik nakil sisteminde kullanılan ve 1981 yılında Macawber firmasından alınmış olan blower'lerin fonksiyonel çalışmadığı ve işletim maliyetinin yüksek olduğu tespit edilmiş ve blower yerine kompresör kullanılmasına karar verilmiştir.

Yüksek basınç sistemi işletmeye girdikten sonra yapılan gözlemler

sonucunda ortam havasının aşırı rutubetli olmasından dolayı, sistemi daha verimli hale getirmek amacıyla hava kurutucusu kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur (14).

Pnömatik nakil sisteminde kullanılan çelik çekme dikişsiz dirseklerin kısa sürede aşınması üzerine bazalt dirseklerle değiştirilmiştir.

Harman hazırlama sisteminde bilgisayar kullanılması, hazırlanan harmanın istenilen hassasiyette olması, hatalı harmanın fırına gönderilmesini engelleyecek emniyet sistemlerinin bulunması, her türlü proses değerlerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, sistemle ilgili arızaların kaynağı bildirilerek operatörün uyarılması, tüm bilgilerin kaydedilerek zaman içerisinde geriye dönülebilmesi neden sonuç analizlerinin yapılabilmesine olanak vermiştir.

Kum tartımında rutubetin otomatik olarak ölçülmesi, diğer hammaddelerin rutubet değerleri bilgisayara manuel olarak girildiğinde kuru değer üzerinden tartılabilmesi arzu edilen düzeyde harman hazırlama olanağı sağlamıştır.

7. SONUÇ

Bu çalışma ile, dizayn grubu, proje sahibi ve yerli üretici kuruluşların ortak çalışması ile modern bir hammadde nakil, stok ve harman hazırlama tesisi uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Projenin tamamının topluluğumuz bünyesinde yapılması, kendi şartlarımıza uygun fonksiyonel ve ekonomik dizayn yapma olanağının yanında, yerli üretici kuruluşlardan maksimum düzeyde yararlanılarak önemli ölçüde tasarruf sağlamıştır.

Bu uygulama ile, topluluğumuz teknolojik birikimine bir ilave daha yapılmıştır.

Bundan sonraki çalışmalar geliştirme projesi olarak devam edecektir.

KAYNAKLAR

1. Solids Handling

Storage and reclaim of bulk solids, pp 33-40

- Jerry R. Johanson
2. Solids Handling
Particle segregation in handling and storage, pp 41-46
Jerry R. Johanson
 3. Solids Handling
Pneumatic-Conveying systems and equipment, pp 124-137
Frank J. Gerchow
 4. Götürücüler
Havalı götürücüler, pp 295-316
A. Spivakovsky, V. Dyachkov
 5. Bulk Solids Handling
Vol. 8, Number 3, June 1988
Optimization of dense phase pressure vessel conveying with respect to industrial application, pp 353-357
J. Harder, P. Hilgraf, W. Zimmerman
 6. Pneumatic Conveying of Bulk Materials
Milton Kraus
 7. Bulk Solids Handling
Vol. 7, Number 1, February 1987
Pneumatic Conveying, pp 115-121
G. Smith, R. N. Barnes, A. R. Reed
 8. Bulk Solids Handling
Vol. 7, Number 1, February 1987
Pneumatic Conveying, pp 69-79
A. Lievin, M. Auburger
 9. Götürücüler
Helezon Götürücüler, pp 251-262
A. Spivakovsky, V. Dyachkov
 10. Bulk Solids Handling
Vol. 8, Number 5, October 1988
Wall Frinction Governed Hopper Outlet Dimension
Recomendations, pp 629-633
J. Bridgwater, A. M. Scott

11. Bulk Solids Handling
Vol. 8, Number 5, October 1988
Flow of Solids in Bunkers, pp 807-847
J. Bridgwater, A. M. Scott
12. Bulk Soldis Handling
Vol. 8, Number 5, October 1988
Mechanical Properties of Powders, pp 615-624
I.A.S.Z. Perchi
13. Bulk Solids Handling
Vol. 7, Number 5, October 1987
Modern Epoxy-Based Coatings for Optimazing Silo
J. W. King, A. A. Mickiewicz
14. Bulk Solids Handling
Vol. 8, Number 1, February 1988
The Role of Heat Exchangers in Pneumatic Conveying Systems, pp 77-80
P. Boedecker

(Sayfa 63'ün devamı)

3. Ferro'nun 19.12.1990 tarih ve 216-6832-2293 no'lu faxı.
4. Ahlström Riihimaen Lası Oy
Karhula Glass Container Works
Karhula, FINLAND
5. BH-F LIMITED
174 Milton Park, Abingdon, Oxfordshire OX14 4SE

ÇİFT CAM ÜNİTELERİNDE PERFORMANS ARTIRMAK İÇİN GAZ KULLANIMI

A. İlkay ÇATALOĞLU - N. Sevil BATUR
Cam İşleme Sanayii A.Ş.

ÖZET

Çift camlı pencere ünitelerinin arasındaki havanın ve çift camın sağladığı ısı ve ses izolasyonu, hapsedilen havanın yerine inert bir gaz dolumu ile artırılmıştır. Bu amaçla 210.000 \$'lık bir yatırım ile gaz doldurma cihazı, cam kenar aşındırma cihazı ve kaplamalı camlar için özel yıkama makinası yatırımı yapılarak Mayıs 1990'dan itibaren Cam İşleme Sanayii A.Ş.'de gaz doldurulmuş nitelikli ısıcam üretimine geçilmiştir.

1. GİRİŞ

Isıcam nedir?

Isıcam çok katlı pencere ünitesinin Şişecam tarafından üretilen ürünün tescilli markasıdır. İlk üretimi Türkiye'de tarafımızdan gerçekleştirildiği için başka firmaların üretimleri olan çok katlı pencere üniteleri ısıcam olarak tanınmaktadır.

Isıcam genel olarak iki düz plaka camın metalik bir çerçeveye uygun mastiklerle yapıştırılmasıyla elde edilir. Üretim sırasında veya hapsedilen havanın içindeki rutubeti almak için ortası yarıklı metal çerçevenin içine nem alıcı malzeme doldurulur.

Cam kenarı ile çerçevenin üst kenarı arasında minimum 3 mm boşluk sağlayacak şekilde metalik çerçeve oluşturulur. Çevresel olarak meydana getirilen bu boşluk uygun bir mastikle doldurulur.

Bu şekilde üretilen ısıcam, aradaki havanın kötü bir iletken olması nedeniyle pencerelerde ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Cam kenarı ile çerçevenin üst kenarı arasında minimum 3 mm boşluk sağlayacak şekilde metalik çerçeve oluşturulur. Çevresel olarak meydana getirilen bu boşluk uygun bir mastikle doldurulur.

Bu şekilde üretilen ısıcam, aradaki havanın kötü bir iletken olması nedeniyle pencerelerde ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır.

2. ISICAM ÜRETİMİNDE KULLANILAN ANA MALZEMELER

2.1. Desikant

- . Silica Gel
- . Molecular Sieves
 - . A Tipi Molecular Sieve
 - . X Tipi Molecular Sieve

2.2. Metalik Spacer

2.3. Mastikler

- . Butyl
- . Thiokol

2.4. Cam

2.1. Desikant "Nem Emici Madde"

Isıcamın iç yüzeylerindeki buğulanmayı önlemek için içi boş olan profillerin (Spacer) içine doldurulan ve hapsedilen havanın nemini emmek için kullanılan malzemeye nem emici adı verilir. Bu nem profillerin ortasındaki yarıktan veya deliklerden geçerek nem emici tarafından emilir. Yoğuşmanın önlenmesi için camların arasındaki havanın nem emiciler tarafından zorla nemden arındırılması gerekir. Nem emiciler yüksek nem emme yeteneğine sahip olmalıdır. Bu yetenek camın uzun ömürlü olması için gereklidir. Cam İşleme Sanayii A.Ş.'de şu ana kadar kullanılan nem emiciler 2 tiptir.

Silica Gel: Silica gel, bugün elde bulunan en yüksek kapasiteli nem emicidir. Sentetik olarak ve sülfürik asit ile sodyum silikatın kimyasal bileşimiyle elde edilir.

Gözenekli taneli, amorf yapıdadır. Silica gel'in iç yapısı birbiriyle bağlantılı çok miktarda mikroskopik gözenekler şebekesini içerir. Bu gözenekler fiziksel emme, kılcal yoğuşma (capillary condensation) olmaları nedeniyle su, alkol, hidro karbon ve diğer kimyasal maddeleri emebilir. Nem emici olarak kullanıldığında standart silica gel'ler kendi ağırlığının % 40'ına değin su emebilirler ve 1 gr'ının iç yüzey alanı 800 m^2 'dir.

Molecular Sieves: Molecular sieves kristal haldeki metal-alüminyum silikatlardır. Üç boyutlu uzayda silisyum ve alüminyum tetrahedral kristalleri düzgün bir şebeke halinde birbirlerine bağlanırlar. Tetrahedral kristalleri silisyum ve alüminyum atomlarını çevreleyen oksijen atomları ile meydana gelir.

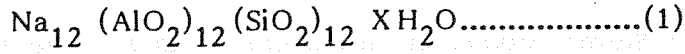
Her oksijen atomu -2 , her silisyum atomu $+4$ değerlidir. Alüminyum ise $+3$ değerli olduğundan tetrahedralin -1 yüklü olmasına neden olur. Bu da sistemi dengelemek için $+1$ yüklü katyona gereksinim doğurur. Böylece kristal yapıda dengelemeyi gerçekleştirebilmek için sodyum, potasyum, kalsiyum katyonları görev alır. Bu yük dengeleme katyonları zeolit yapısının değiştirilebilir iyonlarıdır.

Kristal yapıda $+4$ değerli silisyum atomlarının yarısı kadarı $+3$ değerli alüminyum iyonları ile yer değiştirebilir. Başlangıç malzemelerinin oranlarını ayarlayarak farklı silisyum/alüminyum oranlarını içeren zeolitler ve çeşitli katyonları (Na, K, Ca) içeren farklı kristal yapıları elde etmek olasıdır.

A Tipi Molecular Sieve: Tetrahedraller her köşesi bir silisyum veya alüminyum atomunu içeren kesik oktahedron şeklinde gruplanmıştır. Bu yapı soda taşı kafesi diye bilinen ve içinde pratik olarak hiç önem taşımayan bir oyuğa sahiptir. Çünkü oktahedronun altı yüzünden bu oyuğun içinden geçmeye elverişli en geniş açıklık, küçük moleküllerin bile geçmesine izin verecek derecede geniş değildir. Soda taşı kafesleri basit kübik şekilde yığıldığı zaman ise sonuç 11.5 \AA çapında oyuklar şebekesidir. Bu oyuklara ise küpün altı yüzünün tamamındaki

açıklıklardan ulaşılabilir.

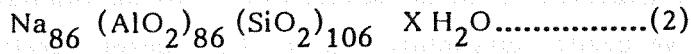
Yüzlerde bulunan bu açıklıklar 8 oksijen iyonu ile çevrelenmiştir. Ayrıca bir veya daha fazla değiştirilebilir katyonlarda (Na^+ , K^+ , Ca^+) kısmen yüzlerin alanlarını kapatır. Sodyum katyonu görev yapıyorsa yapının iç kısmına 4.2 Å çapında bir açık pencere sağlar. Bu durumda kimyasal yapı:



formülüyle gösterilir.

X ile gösterilen su moleküllerinin sayısı 27 adede kadar çıkabilir. Kristalleşme işlemi sırasında oyukları dolduran su gevşek bağlıdır. Orta dereceli ısıtma ile yapıdan dışarı atılır. Zeolitler belirli bir miktar sodyum iyonu potasyum iyonları ile yer değiştirilerek elde edilirse kapiler boşluk çapı 3 Å, kalsiyum iyonları ile yer değiştirilerek elde edilirse kapiler boşluk çapı 5 Å olur.

X Tipi Molecular Sieve: X tipi zeolit kristal yapısı ana soda taşı kafeslerinin tetrahedral yığılmasıyla (elmas kristal yapısı örneği) ve altı üyeli oksijen atom halkası köprüsü ile meydana gelir. Bu halkalar 9-10 Å açıklığında pencereler meydana getirir. Tüm elektriksel yük pozitif yüklü katyonlarla dengelenir. X tipinin kimyasal formülü:



Kristalleşme sırasında meydana gelen su orta derecede bir ısıtma ile oyuklardan çıkarılabilir. X ile gösterilen su molekülleri sayısı 276'ya kadar çıkabilir.

Emme Özelliği: Genellikle fiziksel emici olarak davranırlar. Böylece moleküler yapının içine girdiklerinde Van der Waals tipi fiziksel kuvvet tarafından tutulurlar.

Su ve diğer polar bileşikler akışkan fazında ve çok düşük konsantrasyonda iken molecular sieves çok yüksek bir emme kapasitesine sahiptir.

Nem Emicinin Görevi: Nem denildiği zaman ısıcamlarda yalnız hapsedilen havanın içindeki su buharını değil, sızdırmazlık sağlayan maddelerden difüzyonla ısıcamın içine girebilen su buharını ve ayrıca sızdırmazlık sağlayan maddelerin (butyl, thiokol) güneşin u.v. ışınlarını ve ısınmaya uğramasıyla hapsedilen havaya verdiği organik buharları da gözönüne almak gerekir.

2.2. Metalik Spacer

Korozyondan etkilenmeyen malzemedendir yapılmıştır. Ucuz işlenmesi ve temin kolaylığı nedeniyle alüminyum malzeme olarak seçilmiştir. İçi boş ortası yarıklı yaklaşık dikdörtgen kesitli profildir. Profilin ortasında bulunan ve ünite içine bakan yarıklar nem emicinin rutubeti emmesini sağlar.

2.3. Mastikler

Butyl: Tek komponentli termo plastik, içinde solvent bulunmayan pol-yiso butylene esaslı mastiktir.

Bu malzemenin kullanım amacı camın alüminyum çerçeveye yapıştırılmasını sağlamasıdır. Su buharı ve gaz difüzyonunu önler. Butyl'in su geçirgenliği, $0,0038 \text{ mg/gün-cm}^3$ 'dür.

Thiokol: İki komponentli dış sızdırmazlık macunu polysülfid bazına dayanır ve thiokol polymer türevlidir. Soğuk olarak işlendikten sonra bir kimyasal reaksiyona girerek cama yapışır ve sertleştikten sonra elastik yapısını korur. En önemli görevleri her iki cam plakasını birbirine yapıştırarak mekanik sağlamlığı temin etmek, dışarıdan gelen kimyasal reaksiyonlara karşı direnç göstermek ve suyun içeriye sıvı veya buhar olarak girmesini önlemektir. Thiokol'un su buharı geçirmesi katsayısı, $0,07 \text{ mg/gün cm}^3$ 'dür.

2.4. Cam

Isıcam üretiminde yaygın olarak şeffaf düz cam kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra son zamanlarda cephe mimarisindeki gelişmelere paralel olarak renkli cam türlerinin kullanımı gündeme gelmiştir.

Bu amaçla antison, reflekte, lamine ve buzlu cam ünitenin camlarından birini teşkil eder duruma gelmiştir. Bunun yanı sıra nakil araçlarının yan camları temperli ısıcamlardan yapılmaya başlanmıştır. Son yıldaki üretimimizde D.D.Y.'nin vagon camları da temperlenmiş ısıcam olarak üretilmiştir. Isı kontrol özelliklerine sahip camlar, ısı absorblayıcı (renkli camlar) ve yansıtıcı camlar olarak iki grupta toplanabilirler.

Isı absorblayıcı camlar düz cam üretimi sırasında harmanın renklendirilmesiyle kahverengi, gri ve yeşil renklere üretilen (antison) renkli camlar ile float camın bir yüzeyinin ince bir film tabakasıyla kaplanması sonucu üretilen Spectra float tipi camlardır.

Yansıtıcı camlar, float cam yüzeyinin değişik yöntemlerle değişik kalınlıklarda metal ve metal oksitleriyle kaplanması sonucu elde edilen camlardır.

3. NİTELİKLİ CAMLARLA ÜRETİLEN ISICAMLAR

Yüzeyi çeşitli yöntemlerle kaplanmış nitelikli camların, ısıcam ünitesinde kullanılması sırasında kaplamalı yüzey ünite içine gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Böylece kaplamalı yüzeyin atmosferik ve fiziksel etkilerden korunması sağlanır. Bu arada ünitenin içine hapsedilen havanın kaplamalı yüzeye oksidan etkisini önlemek için bu havanın inert bir gaz ile yer değiştirmesi sağlanmıştır.

Fakat daha sonra yapılan ölçümlerde havanın yerine doldurulan bu gazların kaplamalı tabakayı korumasının yanında ses ve ısı izolasyonunu artırıcı yönde de etkisinin olduğu deneysel olarak saptanmıştır.

Isıcam üretiminde kullanılan kaplamalı camların zaman içinde hava etkisiyle oksitlenmesinin önlenmesi için 1990 yılı yatırımında olan gaz doldurma cihazı ısıcam hattının modernizasyonu kapsamı içinde alınmış ve kullanıma geçilmiştir.

Isıcam hattının geliştirilmesi çerçevesinde sert ve yumuşak kaplamalı reflekte camların yıkanmasında kullanılacak yumuşak karakterli poliamid

esaslı fırçalar alınmıştır. Yıkama sistemi, kaplamalı camlara göre fırçaları otomatik olarak devreye almaktadır. Yine bu kaplamalı camların kenarları çevresel olarak 12-15 mm genişliğinde özel bir taşlama sistemi ile aşındırılarak butyl yapıştırılmasına olanak sağlamaktadır.

Isıcamlarda araya hapsedilen havanın yerine argon, SF₆ ve kripton vs. gibi gazlar doldurularak yukarıda bahsedilen özellikler sağlanmaktadır. Şirketimizde temin kolaylığı ve ucuzluğu nedeniyle argon gazı doldurulmakta ve bu gazın hava ile tamamen yer değiştirmesi sağlanmaktadır. Kullanılan argon gazı % 99.998 safiyette 200 bar basınçta sanayi tipi tüplerle temin edilmekte kullanım sırasında 5 barlık bir basınçla ısıcama doldurulmaktadır.

Gaz doldurma cihazı Arfan M2 olup, iki ayrı gazın değişik oranlarda karışımına olanak vermektedir. Gaz doldurulacak ısıcam ünitesinin molecular sieve doldurulmamış kısa kenarlarından birinde alüminyum profilde alt ve üst köşeden önce matkapla birer delik açılır. Cihazın gaz dolmuş probu alt deliğe, algılama probu üst deliğe takılarak gaz dolmuş yapılır.

Bu sırada havadan daha hafif olan basınçlı gaz yukarı doğru çıkarak ünite içindeki havayı üst delikten dışarı çıkarır. Takiben her iki delik butyl ve thiokol ile kapatılarak üretim sonuçlandırılır.

Değişik kalınlık kombinasyonlu ve çeşitli cam türlerinden hazırlanan ısıcam ünitelerinin hava ve argon gazı içeren numunelerinde yaptırılan K değeri ölçüm sonuçları Tablo 1'de görülmektedir.

Burada gaz doldurulmuş ünitelerde K ısı iletkenlik katsayısı 0.06 - 0.10 arasında daha düşük değerler arz etmektedir.

Flach Glas tarafından değişik gaz doldurulmuş değişik kombinasyonlu ısıcam ünitelerine yaptırılan ses ve ısı iletkenlik tayini sonuçları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 1.

	K Kcal/m ² C saat	
	% 100	% 100
	Argon gazlı	Hava
DC+DC 4+(6)+3+(6)+4	1.45	1.57
DC+DC 4+(9)+3+(9)+4	1.26	1.42
DC+DC 5+(6)+3+(6)+5	1.40	1.46
5+(9)+3+(9)+5	1.35	1.45
DC+Renkli reflekte 4+(6)+6	2.22	2.26
DC+Renkli reflekte 4+(9)+6	1.96	2.08
DC+Renkli reflekte 4+(12)+6	1.95	2.03

Tablo 2.

Cam Cinsi	Kombinasyon	kw/m ²	dB	Ar	SF ₆	Hava
DC+DC	4+(6)+4+(6)+4	1,9	29	-	100	-
DC+DC	4+(9)+4+(9)+4	1,8	30	30	70	-
DC+DC	4+(12)+4+(12)+4	1,8	31	60	40	-
DC+DC	4+(12)+4	1,5	30	100	-	-
DC+Antisun	4+(12)+6	1,8	37	60	40	-

4. SONUÇ

Önceleri kaplamalı camların yüzeylerinin korunması amacıyla gerçekleştirilen ısıcam ünitelerinin içine inert gaz doldurulma yöntemi, ses ve ısı izolasyonu açısından ısıcamın teknik özelliklerini geliştirmiştir. Böylece ısıcam ürününün, ürün çeşitliliği ve yararı artırılmıştır.

CAM FIRINLARINDA TAŞINAN MADDE (CARRYOVER) TESPİTLERİ

Sabahattin GÜNCELER-Engin OCAK

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Carryover, harman tozularından ve buharlaşan cam bileşiklerinden dolayı oluşan ve yanma gazları ile rejeneratörlere taşınan maddelerdir. Carryover, fırın ve rejeneratör refrakterlerinin aşınmasına ve rejeneratör dolgularının tıkanmasına yol açmaktadır. Bu nedenlerle, rejeneratör ömürleri kısaltmakta, fırın performansı düşmekte, yakıt tüketimi artmakta ve cam kalitesi etkilenmektedir.

Carryover'ın cam fırınlarında yarattığı söz konusu olumsuzlukların hammadde özellikleri, harman kompozisyonu ve fırın koşullarında yapılacak değişikliklerle azaltılabildiği mümkündür. Bu bakımdan carryover'ın miktar ve niteliğinin hassas olarak belirlenmesi önem taşımaktadır.

Carryover ölçümleri paddle test ve izokinetik emiş yöntemi ile yapılabilmektedir. Şirketimizde carryover, paddle test yöntemi ile tespit edilmektedir. Bu bildiride mutlak, tekrarlanabilir ve genelleştirilebilir sonuçlar vermesi bakımından paddle test yöntemine göre üstünlükleri bulunan izokinetik emiş yönteminin geliştirilmesine ilişkin çalışmalar ele alınmaktadır.

GİRİŞ

Cam üretiminde karşılaşılan en önemli problemlerden biri de fırından taşınan maddelerin, yani carryover'ın, refrakter yapı üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkilerdir.

CARRYOVER NEDİR?

Carryover, harman tozularından ve buharlaşan cam bileşiklerinden dolayı oluşan ve yanma gazları ile rejeneratörlere taşınan maddelerdir.

Harman tozuması ile oluşan carryover ince taneli kum, kalker, dolomit, soda, feldspat, katkı maddeleri ve cam kırığı gibi hammaddeleri içermektedir. Bu şekilde oluşan carryover miktarını ise hammadde tane boyutu, harman rutubeti, cam kırığı oranı, yanma gazlarının hızı, alev formu ve fırın tasarımı etkilemektedir. Fırının harmanla kaplı olduğu bölgelerde, doghouse önü, 1. ve 2. portlarda daha yoğundur.

Buharlaştırma ile oluşan carryover, soda-kireç fırınlarında esas olarak cam yüzeyinden buharlaşan sodyum oksitinin harman ve yakıttan gelen SO_3 ile meydana getirdiği sodyum sülfattan oluşmaktadır. Harman kompozisyonuna bağlı olarak, potasyum, bor bileşikleri, kurşun, selen vb. uçucu nitelikteki maddeleri de kapsamaktadır. Bu şekilde oluşan carryover miktarı ise harmandaki sodyum sülfat oranı, harmanın redoks değeri, fırın atmosferinin özellikleri, fırın sıcaklık profili, fırın tasarımı ve kullanılan yakıt türünden etkilenmektedir. Yüksek sıcaklıktaki fırın atmosferinden baca gazları ile taşınan carryover buharlarının rejeneratörlerde yoğunlaşması ile çok ince toz taneleri oluşmaktadır (ortalama tane boyutu $0.05 \mu m$ 'den daha küçük).

Carryover olarak tanımlanan tozuma ve buharlaştırma ile rejeneratör dolgularında biriken maddelerin analizleri kumun kuvars, tiridimit, kristobalit, kalcerin CaO , $CaCO_3$, Ca-alüminasilikat, dolomitin MgO , $MgCaCO_3$, Mg-alüminasilikat sodanın Na_2SO_4 , Na-alüminasilikat ve Na kompleksleri halinde olduklarını göstermektedir.

CARRYOVER'IN ÖNEMİ

Carryover rejeneratör dolgularının tıkanmasına ve ömürlerinin kısılmasına neden olmakta, bundan dolayı da rejeneratör verimi düşmekte ve fırının yakıt tüketimi artmaktadır. Rejeneratörden geçen hava miktarı azalmakta ve bundan ötürü o porttan verilen yakıt miktarı kısıtlanmakta bu da fırın sıcaklık profilinin arzu edilen şekilde oluşturulmasını güçleştirmekte, kimi zaman ise imkansız kılmaktadır. Carryover'ın bir önemi de, rejeneratör dolgularında olduğu gibi fırın üst yapı, kemer ve port bölgesi refrakterlerindeki aşınmaları hızlandırarak, kendini fırında üst yapı akmaları şeklinde göstermekte ve söz konusu bu akmalar cama karışarak cam hatalarına neden olmaktadır.

Carryover'ın üzerinde önemle durulmasını gerektiren ve yukarıda sözü edilen sonuçları kadar önemli bir diğer konu da; rejeneratör dolgularında birikmeden baca gazları ile atılan kısmının çevreye ölçülebilir ve belirgin oranlarda emisyon yayılmasına neden olmasıdır.

Fırın performansı açısından büyük önem taşıyan carryover hammadde özellikleri, fırın işletme koşulları ve cam kompozisyonunda yapılacak değişikliklerle azaltılabilmektedir. Ancak, bunun için carryover miktar ve nitelik olarak karakterize edilmelidir.

CARRYOVER TESPİT YÖNTEMLERİ

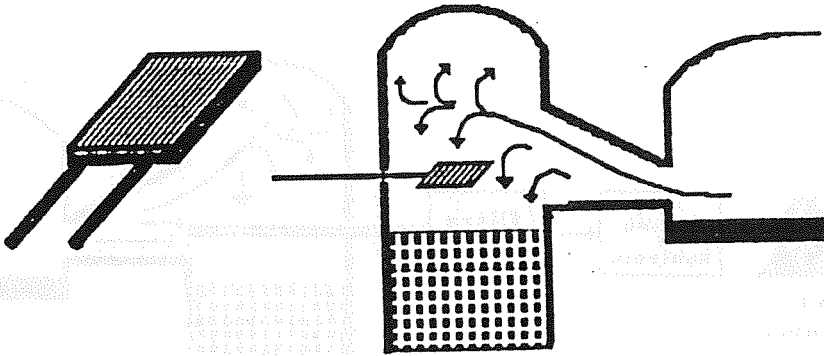
Carryover paddle test ve izokinetik emiş yöntemi ile tespit edilmektedir.

Paddle Test Yöntemi

Su soğutmalı bir paddle (Şekil 1), yüzeyi baca gazlarına dik olacak şekilde fırına yerleştirilir (Şekil 2) ve belirli bir sürede üzerinde toplanan birikintiler tartılarak carryover miktarı tespit edilir.

PADDLE TEST

- Su soğutmalı bir PADDLE yüzeyi baca gazlarına DİK olacak şekilde fırına yerleştirilir.
- PADDLE üzerindeki birikintiler toplanarak CARRYOVER miktarı tespit edilir.



Şekil 1: Su soğutmalı paddle. Şekil 2: Su soğutmalı paddle'ın rejeneratör içerisindeki konumu.

İlave bir ekipman gerektirmemesi ve uygulama kolaylığı bakımından paddle test dünyada en çok kullanılan yöntemdir. Topluluğumuzun cam fırınlarında da carryover tespitlerinde bu yöntemden yararlanılmaktadır.

Paddle test yönteminin sonuçları mutlak değildir. Buharlaştırma yoluyla oluşan carryover ağırlıklı olup tozuma yolu ile gelen partiküller paddle üzerinde süpürülebilmektedir. Carryover açısından, fırınların karşılaştırılmasında sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

Bu nedenlerle, özellikle carryover'ın azaltılması yönünde yapılan çalışmaların değerlendirilmesinde paddle test yetersiz kalmaktadır. Bu bakımdan uygulanması bu yöntemle kıyasla daha zor olmasına rağmen daha sağlıklı sonuçların elde edildiği izokinetik emiş yöntemi geliştirilmiştir.

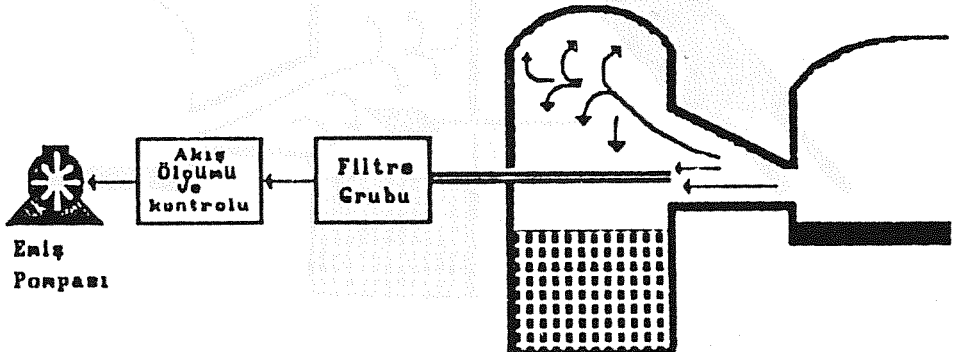
İzokinetik Emiş Yöntemi

İzokinetik emiş yönteminde bir emiş probu ile baca gazlarını örnekleyen küçük bir hacim tutularak carryover tespit edilmektedir.

Sistem, baca gazlarının emildiği su soğutmalı bir prob, emilen gazdaki carryover'ın tutulduğu filtre grubu, izokinetik şartların sağlanıp kontrol edildiği debi kontrol grubu ve bir emiş pompasından meydana gelmektedir (Şekil 3).

İZOKİNETİK EMİŞ YÖNTEMİ

- Bir EMİŞ PROBU ile baca gazlarını örnekleyen küçük bir hacim tutularak CARRYOVER tespit edilmektedir.



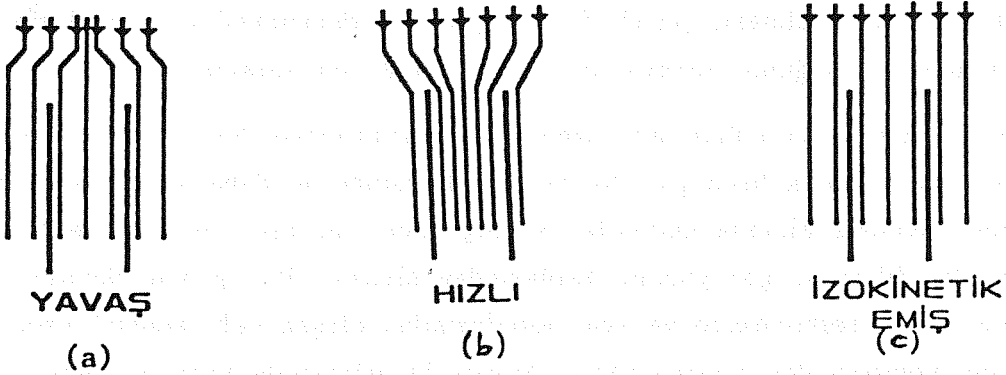
Şekil 3: İzokinetik emiş sistemi ana grupları.

İzokinetik emiş yönteminde ölçümün baca gazı akışının düzgün olduğu yerde yapılması ve prob ucunda çekilen gaz hızının baca gazı hızına eşit olması esastır. Emiş hızının baca gazı hızından farklı olması toplanan carryover miktarını ve niteliğini değiştirmektedir.

Baca gazı hızından daha yavaş emilmesi durumunda (Şekil 4a) iri partiküller ataletleri nedeniyle prob içine doğru yoluna devam ederken, küçük tanecikler bozulan gaz akımlarına kapılarak prob dışına kaçmaktadır. Bu durumda iri partiküllerin ağırlıklı olduğu bir carryover numunesi toplanmış olur.

İZOKİNETİK EMİŞ YÖNTEMİNDE

- . Ölçümün, baca gazı akışının DÜZGÜN olduğu yerde yapılması ve
- . Prob ucunda çekilen GAZ HIZININ BACA GAZI HIZINA EŞİT olması.



Şekil 4.

Tersi durumda, emiş hızı baca gazı hızından yüksek ise bu kez civardaki küçük tanecikler bozulan gaz akımlarına kapılarak proba girmekte ve küçük partiküllerin ağırlıklı olduğu bir carryover numunesi toplanmaktadır (Şekil 4b).

İzokinetik durumda ise baca gazındaki carryover'ı aynen temsil eden bir numune toplanmaktadır (Şekil 4c).

İzokinetik yöntem ile mutlak sonuçlar elde edilmekte, sonuçlar tekrarlanabilirlikte, buharlaşma ve tozuma ile oluşan toplam carryover'ın belirlenmesi mümkün olmakta ve hammadde, harman ve fırın koşullarının değişiminin carryover üzerindeki etkileri incelenebilmektedir.

Bir yandan fırın performanslarının geliştirilmesi, diğer yandan çevre korumaya verilen önemin artması nedeniyle carryover'ın daha sağlıklı ölçüldüğü izokinetik emiş yöntemi, paddle test yöntemine göre daha zor olmasına karşın tüm dünyada giderek daha çok kullanılan bir yöntem olmaktadır.

PİLOT ÇALIŞMALAR

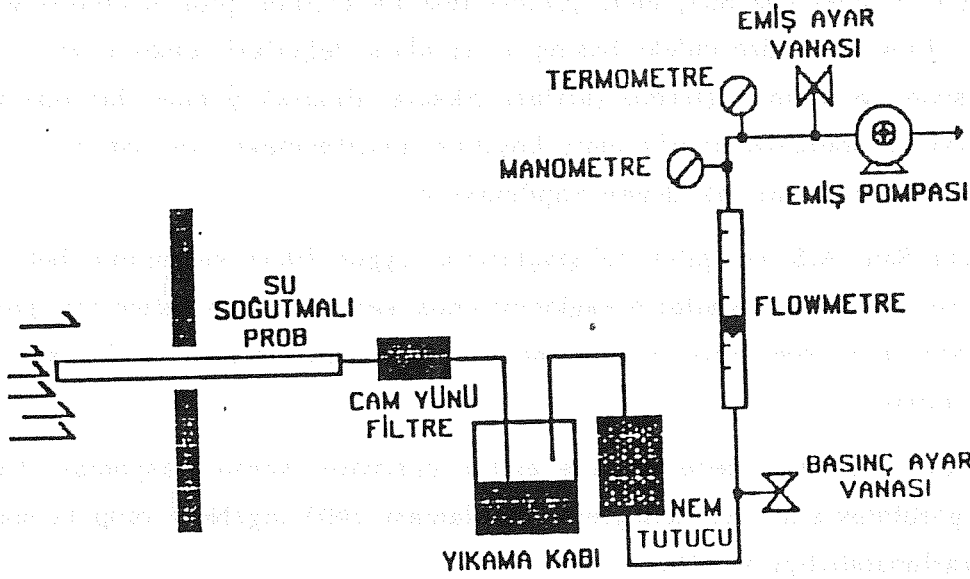
Genel bir tanıtımı yapılan izokinetik emiş yöntemiyle carryover'ın tespit edilmesi için Araştırma Müdürlüğümüz'de bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistemin en önemli elemanı olan "su soğutmalı emiş probu" Cam Elyaf San. A.Ş. tarafından imal edilmiştir.

Yöntemin geliştirilmesi, aksaklıkların giderilmesi ve tüm fırınlarda kullanılabilir bir yöntem haline getirilmesi için Cam Elyaf San. A.Ş.'nin II. fırınında bir seri pilot çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar izokinetik yöntemine uygun sistemin oluşturulması, çeşitli filtre tiplerinin denenmesi ve sonuçların tekrarlanabilir olduğunun ortaya koyulması konularını kapsamıştır.

Pilot çalışmalarda kullanılan düzenek ana birimleriyle Şekil 5'de gösterilmektedir. Bu düzenek baca gazı hızının ölçülmesinde ve daha sonra izokinetik emişle numune almada kullanılan su soğutmalı bir prob; probun kendisi, cam yünü bir filtre ve gaz yıkama kaplarından oluşan filtre grubu; debimetre, manometre, termometre ve ayar vanalarından oluşan debi kontrol grubu ve vakum pompasından oluşmaktadır. Ayrıca bu yöntemde prob ucundaki gaz sıcaklığı büyük önem taşıdığından "emiş pirometresi" de sistemin kaçınılmaz bir yardımcısıdır.

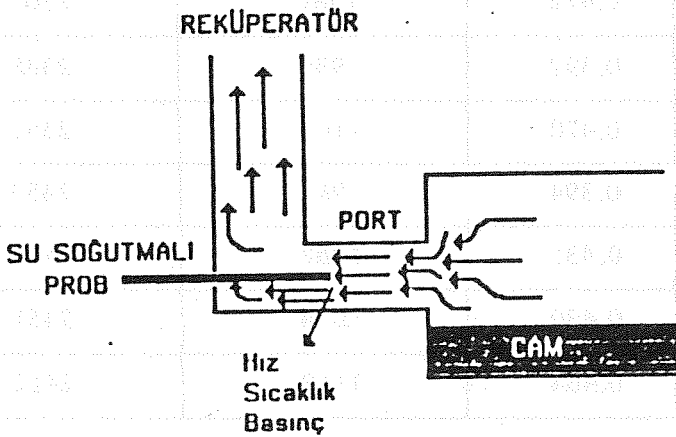
Deneyin Yapılışı

İzokinetik emiş yönteminde ölçüm noktasının gaz akışının düzgün olduğu noktada seçilmesi gerekmektedir. Reküperatörlü ve unit melter tipinde olan Cam Elyaf San. A.Ş. II no'lu fırında, koşulların sağlandığı nokta portun içi olmaktadır.



Şekil 5: İzokinetik emiş yönteminde kullanılan düzenek.

Bu noktada baca gazı hızının tespit edilmesi ve emiş pirometresi ile baca gazı sıcaklığının ölçülmesinden sonra en önemli husus emiş hızının gaz hızına eşitlenmesinin sağlanmasıdır.



Şekil 6: Pilot çalışmaların yapıldığı II no'lu fırında emiş probunun konumu.

Bunun için ölçülen gaz hızı, emiş pirometresi ile ölçülen prob ucundaki gaz sıcaklığı, flowmetre üzerindeki basınç ve sıcaklık değerleri, çekilen gazın kompozisyonu ve fırının işletme şartları dikkate alınarak yapılan bir dizi hesaplamalardan sonra izokinetik emiş koşulları belirlenmekte ve sistem bu koşullara göre ayarlanarak deney yapılmaktadır.

Cam Elyaf San. A.Ş.'nin pilot çalışmalarında uygun filtre sisteminin belirlenmesi ve izokinetik koşulların sağlanmasında karşılaşılan problemlerin giderilmesinden sonra sonuçların tekrarlanabilirliğinin saptanması için bir seri deney yapılmıştır.

Arka arkaya yapılan 7 deneyde elde edilen carryover konsantrasyonları Tablo 1'de görülmektedir. Bu deneylerin ortalaması 2405 mg/Nm^3 olup bu sonuçun tekrarlanabilirliği % 97'dir.

Tablo 1: Carryover Ölçümlerinde Tespit Edilen Değerler (29 Kasım 1990)

Deney No	Emilen Gaz (Nm^3)	Carryover Miktarı (mg)	Carryover Konsantrasyon (mg/Nm^3)
1	0.472	1089	2307
2	0.392	936	2388
3	0.470	1105	2351
4	0.394	969	2459
5	0.431	1062	2464
6	0.430	1054	2451
7	0.464	1119	2412

Tutulan carryover istendiğinde analizlenerek kompozisyonu belirlenebilmektedir. Bir örnek oluşturması bakımından bu 7 deneyde elde edilen carryover'ın analizi yapılmış ve carryover'ın % 56 oranında B_2O_3 olduğu görülmüştür. Nitekim alkali içermeyen Ca-Al-Borosilikat formundaki E-camında bor

uçuşmasından ötürü böyle bir sonuç beklenmekteydi. B_2O_3 'in ağırlıklı olarak borik asit ve tali olarak diğer alkali boratlardan meydana geldiği bilinmektedir. % 44'lük bölüm ise ağırlıklı olarak SiO_2 'den oluşmakta ve bunu CaO , MgO , alkali sülfatlar ve V_2O_5 takip etmektedir.

SONUÇ

Cam fırınlarında carryover fırın performansı, refrakter yapı, cam kalitesi, yakıt tüketimi ve çevre açısından olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Bu nedenle carryover bütün boyutları ile incelenmeli ve azaltılması yönünde çalışmalar yapılmalıdır. Çalışmaların ilk aşaması ise carryover'ın sağlıklı bir şekilde ölçülmesidir.

Carryover'ın tespit edilmesinde izokinetik yöntemin kullanılmasıyla mutlak sonuçlar elde edilebilmekte, sonuçlar tekrarlanabilir nitelikte olmakta ve elde edilen sonuçlar fırınları birbirleriyle karşılaştırabilecek düzeyde olmaktadır.

Carryover miktarının ve niteliğinin hassas olarak belirlenmesi ile bundan kaynaklanan olumsuzluklar, kısa vadede hammadde ve fırın koşullarında yapılacak değişikliklerle, uzun vadede ise fırın tasarımı ve refrakter malzeme özelliklerinin geliştirilmesi ile azaltılabilecektir.

FELDSPATLARDA İRİ TANENİN CAM KALİTESİNE ETKİSİ

Bülent ARMAN - Hale HAYBAT

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 1, 2, ve 3 no'lu fırınlarında üretilen camlarda zaman zaman görülen kalsiyum fosfat taş hataları ile habbe ve fosfat içerikli alüminoz düğme hatalarının, Araştırma Merkezinde Sarıbayır kumu ile birlikte Çine feldspatının kullanımına ilişkin yürütülen deneysel çalışmada cam yüzeylerinde görülen yoğun habbe zonlarına benzer bir oluşum göstermesi üzerine, bu tür hataların kaynağına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Üretim ve deneysel numuneler üzerinde yapılan analizlerden ve geçmiş işletme tecrübelerinden hareketle anılan hataların oluşmasına ortak kullanılan feldspatın iri fraksiyonunun neden olduğu tespit edilmiştir.

Farklı feldspatların mineralojik incelemesi yapılmış ve kaynağına bağlı olarak az ya da çok miktarlarda apatit (kalsiyum fosfat) içerdikleri görülmüştür. Feldspatların içerdiği apatit, iri boyutta olduğu takdirde camda kalsiyum fosfat taş hatasına ve habbe kümelerinin oluşmasına neden olmaktadır. Söz konusu hataların oluşmasını engellemek için kullanılan feldspatların iri tane miktarlarının sınırlandırılması veya iri kısmının elenerek bertaraf edildikten sonra kullanılması gerekmektedir.

GİRİŞ

Araştırma Merkezimiz'de üretim randımanını artırmak amacıyla cam hatalarının azaltılması yönünde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada üretimimizde zaman zaman görülen, literatürlerde de herhangi bir tanımlamasına rastlanmayan feldspatlardaki tali minerallerin neden olduğu kalsiyum fosfat içerikli cam hatalarının teşhisi ve önlenmesine ilişkin çalışmalar anlatılacaktır.

Analitik imkanların yetersiz olduğu geçmiş dönemlerde, üretim tecrübelerine dayanılarak iri taneli feldspatın cam hatası oluşturduğu işletmecilerce bilinen bir konuydu. Ancak erime sıcaklığı, örneğin kuma kıyasla çok daha düşük olan feldspatın iriliği nedeniyle böyle bir hataya nasıl neden olabildiği açıklanması gereken bir husus olarak görülmekteydi. Bugün gelişmiş analitik imkanların kullanılmasıyla belirsizlikler kolaylıkla açıklanabilmektedir.

KALSİYUM FOSFATIN CAMDA OLUŞTURDUĞU HATALAR

Kalsiyum fosfat içerikli taş hataları camda değişik boyutlarda, içinde renk verici elementler bulunmadığından donuk, beyaz renkli silika taşlarına benzer görüntülerde kalsiyum fosfat topraklarından oluşmaktadır. Bazı kalsiyum fosfat taşları Al_2O_3 'ce zengin camsı bir düğme zonu içerisinde de bulunabilmektedir. Kalsiyum fosfat taşları, erimenin ileri aşamalarında küçülme sonunda yok olmakta, fosfor içeren alüminöz düğmelere dönüşmektedir. Bu düğmelerin karakteristik özellikleri (Foto. 1) içerisinde gaz kapanımlarının bulunmasıdır. Erimenin en son aşamasında bu düğmeler habbe içermeyen düğmelere de dönüşebilmektedir.

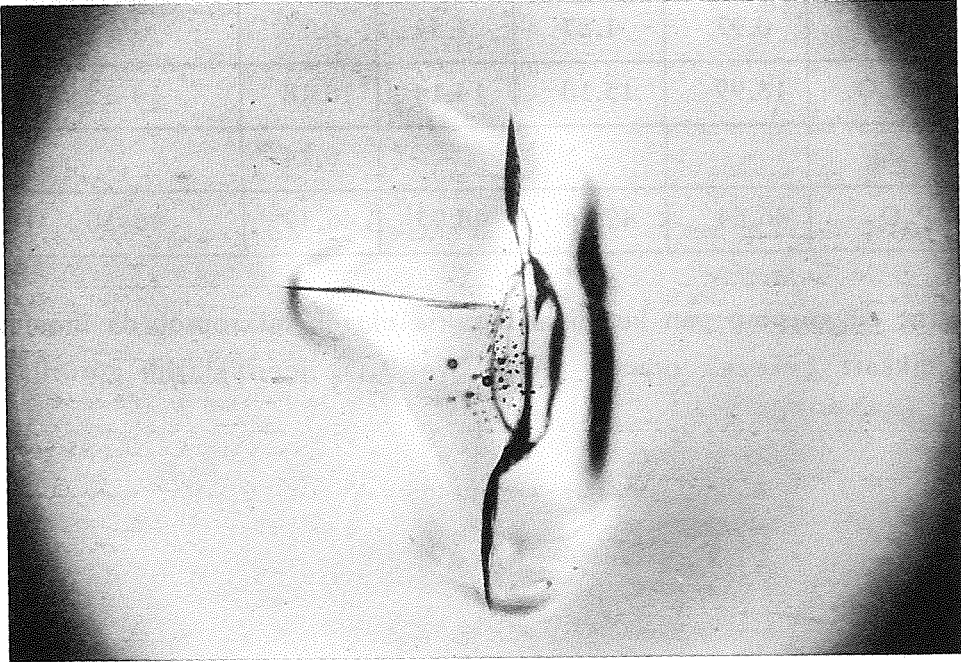


Foto. 1: Habbe kapanımlı fosfat düğmeleri.

Dış görünüş olarak beyaz renkli olan ve tek bir taş parçası gibi görülen kalsiyum fosfat taş hataları, elektron mikroprob'da incelendiğinde (Foto. 2) kristal taneleri arasında, cam kompozisyonundan farklı olarak, belirgin bir alüminyum fosfat içerikli bir camsı faz ve sodyum kalsiyum fosfat kompozisyonunda fosfat kristallerinden oluşmaktadır.

Bu taneler üzerinde yapılan elektron mikroprob (EMP) analizleri Tablo 1 ve 2'de belirtilmektedir.

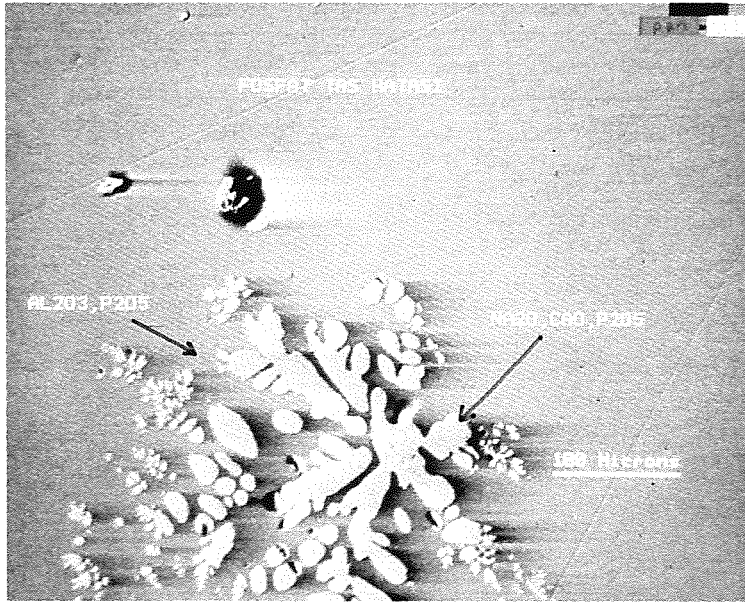
Tablo 1: Kalsiyum Fosfat Taş Hatalarının EMP Analizleri

OKSİT	%	%	%	%	ORTALAMA
SiO ₂	0.62	0.25	0.44	-	
Al ₂ O ₃	-	-	-	0.11	
Fe ₂ O ₃	0.01	0.08	0.47	0.51	
TiO ₂	0.21	-	0.14	-	
CaO	32.56	33.47	34.04	33.82	32-34
MgO	0.97	1.87	1.52	0.72	
Na ₂ O	18.99	15.10	14.14	18.18	14-19
K ₂ O	-	-	-	0.24	
P ₂ O ₅	46.64	49.24	48.95	46.39	46-50

Bir fosfat düğmesinin yan kesidi alınarak elektron mikroprob'da incelendiğinde, dikkati çekecek oranda Al₂O₃ ve P₂O₅ içerdiklerini görürüz.

Tablo 2: Fosfat Kristalleri Arasındaki Camsı Fazların EMP Analizleri

OKSİT	%	%
SiO ₂	41.23	52.61
Al ₂ O ₃	17.85	17.15
TiO ₂	0.30	0.40
CaO	8.40	4.60
MgO	1.43	1.61
Na ₂ O	16.24	16.43
K ₂ O	-	0.07
P ₂ O ₅	14.54	7.14

**Foto. 2: Fosfat taş hatasının EMP'de görüntüsü.**

KALSİYUM FOSFATIN CAMDA OLUŞTURDUĞU HATALARIN MUHTEMEL HATA KAYNAKLARI

Camda gözlenen taş, düğme ve damar hatalarının muhtemel kaynakları;

- . refrakter, refrakter harçları,
- . kirlenme, ve
- . hammaddelerdir.

Refrakter tuğlalarda kalsiyum fosfat oluşturabilecek herhangi bir malzeme bulunmamaktadır.

Bazı refrakter harçlarında ise kimyasal bağlayıcı olarak kullanılan inorganik malzemeler arasında, alüminyum fosfat ve fosforik asit bulunabilmektedir. Bu bağlayıcılar silika alümina sisteminde 200-250°C bağlayıcı görevini yapmaktadır. Ancak kalsiyum fosfat kaynağı olarak incelediğimiz birçok şamot, zirkon ve silika harçlarında bu bağlayıcıların bulunmadığı Tablo 3'te görülmüştür.

Tablo 3: İncelenen Harç Malzemeleri

Harç İsmi	Türü
Süper 3000	Şamot
Sadur 444	"
HH	"
Y 42	"
Didomur	"
Zirmul Patch	Zirkon
Ersol	"
Fondit	Silika
Stellamur	"
Stellatect	"

Hata yaratabilecek bir diğer kaynak kirlenmelerdir. Bu güne kadar saptanan fosfat hatalarının kompozisyonlarının sabit kalması nedeniyle kirlenme türü bir fosfat hatası görülmediği gözlenmiştir.

Geriye muhtemel hata kaynağı olarak hammaddeler kalmaktadır. Fosfat içermeli taş ve düğme hatalarının camsı fazlarının yüksek miktarlarda Al_2O_3 içermeleri nedeniyle incelemeler cam üretiminde Al_2O_3 kaynağı olarak kullanılan feldspatlar üzerinde yoğunlaşmıştır.

CAM ÜRETİMİNDE KULLANILAN FELDSPATLAR

Şirketlerimizde alüminyum ve sodyum kaynağı olarak kullanılan feldspatlar Bilecik, Çine ve Milas feldspatlarıdır (Tablo 4).

Tablo 4: Bilecik, Çine ve Milas Feldspatlarının XRF Analiz Sonuçları

	Bilecik	Çine	Milas
	CY-TK	CY-TK-PB-KCS-TR	CY-TK
SiO_2	65-68	66.5-69	66.5-67.5
Al_2O_3	17.5-18.5	18.5-20.5	19.3-20.3
Fe_2O_3	1-1.5	0.03-0.09	0.15-0.20
TiO_2	0.13-0.17	0.18-0.4	0.37-0.45
CaO	1.5-3	0.65-1.05	0.6-0.7
MgO	0.2-0.5	0.04-0.25	0.2-0.3
Na_2O	7.5-9	10.8-11.8	10.2-10.7
K_2O	0.5-9	0.07-0.17	0.7-1
P_2O_5	0.08-0.1	0.3-0.7	

Bilecik feldspatlarının demiri fazla olduğundan henüz kullanılmamaktadır.

Kalsiyum fosfat kaynağı olabilecek P_2O_5 oranı Bilecik feldspatlarında 0.08-0.1 oranında bulunmakta, Çine ve Milas feldspatlarında ise bu oran 0.3-0.7 arasında değişmektedir. İdeal saf bir sodyumlu feldspat kompozisyonunda;

SiO_2 % 66.62

Al_2O_3 % 21.72

Na_2O % 11.65'dir.

Sodyumlu feldspatın erime sıcaklığı 1100°C 'dir. Bir sodyumlu feldspatta feldspat dışında kompozisyonu etkileyebilecek birçok tali mineral bulunabilir (Tablo 5). Apatit ve monazit fosfat içeren tali mineralleri, yıldız (*) işaretli mineraller ise Çine ve Milas feldspatlarında en yoğun bulunan tali mineralleri göstermektedir.

Tablo 5: Feldspatlardaki Tali Mineraller

Mineral İsmi	Kompozisyonu	Erime Sıcaklıkları
Anfibol	OH^- ve F^- içeren Metasilikatlar	1855°C
Anataz	TiO_2	
Apatit	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH}, \text{CO}_3)^*$	1875°C
Biyotit	$\text{K}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})^*$	
Mustovit	$\text{KAl}_2(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})^*$	
Hematit	Fe_2O_3	1385°C
Manyetit	Fe_3O_4	1595°C
Limonit	FeTiO_3^*	
Rutil	TiO_2^*	1855°C
Titanit	CaTiSiO_5	
Monazit	$\text{Ca}(\text{PO}_4)$	
Piroksan	Metasilikatlar	
Zirkon	ZrSiO_4	
Ysenotim	$\text{Y}(\text{PO}_4)$	
Korund	Al_2O_3	

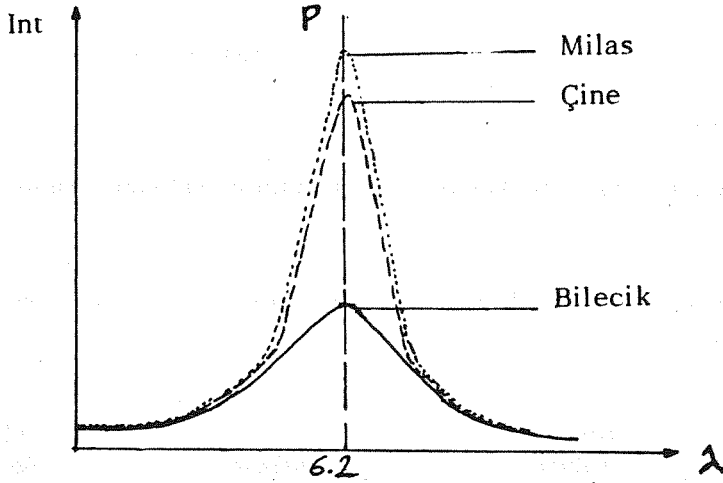
Bu tali minerallerin erime sıcaklıkları, feldspatın erime sıcaklıklarından daha yüksektir. Kalsiyum fosfat taş ve düğme hatası yaratabilen apatitin (kalsiyum fosfatın) erime sıcaklığı 1675°C 'dir. Apatit aynı zamanda feldspatın kompozisyonunu etkileyen kalsiyum ve fosfor kaynağıdır. Çine ve Milas

feldspatlarında apatit dışında yoğun tali mineraller olarak görülen ve kompozisyonu etkileyen;

- . biyotit; K, Mg ve Fe kaynağı,
- . muskovit; K. kaynağı
- . ilmenit; Fe, Ti kaynağı
- . rutil; Ti kaynağı olan tali

minerallerdir.

Doğada kayaç olarak bulunan ve öğütülerek kullanıma hazır hale getirilen Bilecik, Çine ve Milas feldspatlarının X-ışını spektrumuna (Şekil 1) baktığımızda, Çine ve Milas feldspatlarında, Bilecik feldspatlarına oranla üç dört kat daha fazla fosfor bulunduğunu görürüz. Apatit taneleri feldspatlar içerisinde (Foto. 3) değişik boylarda bulunmaktadır.



Şekil 1: Bilecik, Çine ve Milas feldspatlarının fosfor elementi XRF X-ışını spektrumu.

Buraya kadar belirtilmiş olan bulgular sonucunda fosfat içerikli taş ve düğme hatalarının feldspatlarda bulunan tali minerallerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

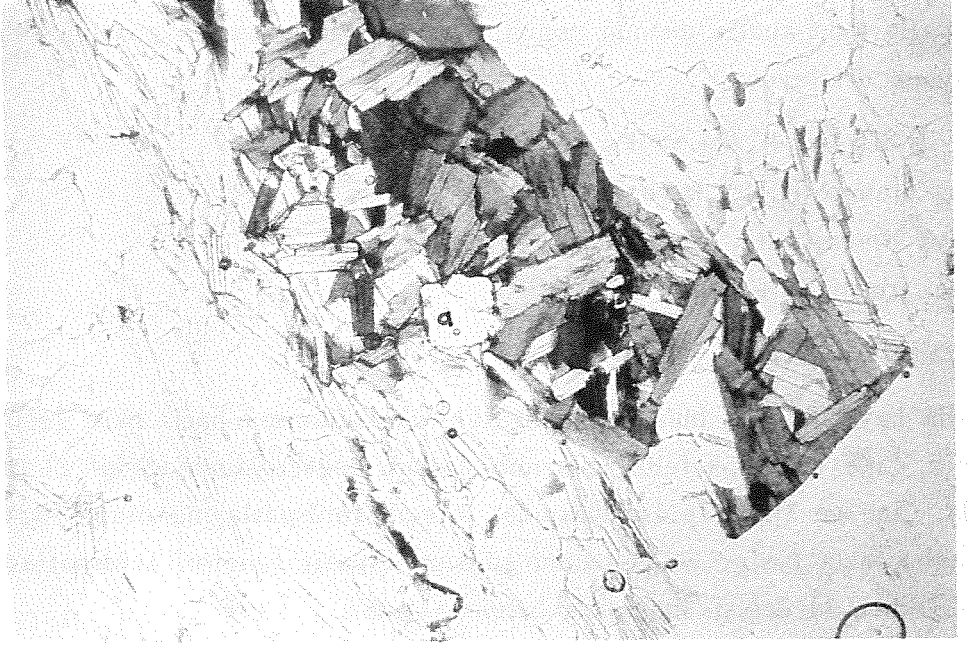


Foto. 3: Feldspat içinde biyotitler ve arasında apatit (a).

Deneysel İncelemeler

Deneysel çalışmalarda cam hatalarının oluşmasında feldspat tane boyutunun (Tablo 6) etkisi incelenmiştir.

Tablo 6: Bilecik, Çine ve Milas Feldspatlarının Kritik Tane Boyutu Değerleri

Elek Açıklığı (mm)	Bilecik Feldspatı (%)	Çine Feldspatı (%)	Milas Feldspatı (%)
+0.6	0.2-2.0	0.2-2.2	0.2-1
+0.5	4-13	4-14	4-14
-0.105	25-40	35	40
-0.074	18-36	18	27

Tablo'da Topluluğumuzda kullanılmakta olan kritik tane boyutu fraksiyonlarına ait değerler görülmektedir. Genellikle 0.6 mm tane boyutu üzerinde % 0.2-2.2

seviyesinde iri tane bulunabilmektedir.

Eritiş deneylerinde cam kompozisyonları sabit kalmak kaydıyla değişik tane boylarında Bilecik, Çine ve Milas feldspatları kullanılarak hazırlanan harmanlar 1450°C sıcaklıkta elektrikli fırınlarda 35 dakika süre ile eritilmişlerdir. Eritiş sonucunda, 841 μ m'den daha küçük tane boylarına sahip olan feldspat eritişlerinde camda bir hata oluşumu görülmemiştir. 841 μ m'den büyük tane boyları içeren Bilecik, Çine ve Milas feldspatı eritişlerinde sadece Çine ve Milas feldspatı harmanı içeren eritiş camlarının yüzeyinde (Foto. 4) üretim örneklerinde görülene benzer habbe kapanımlı, fosfor içerikli, alüminöz düğmeler ile küçük boyutlarda sodyum kalsiyum fosfat kristallerinin oluştuğu görülmüştür.

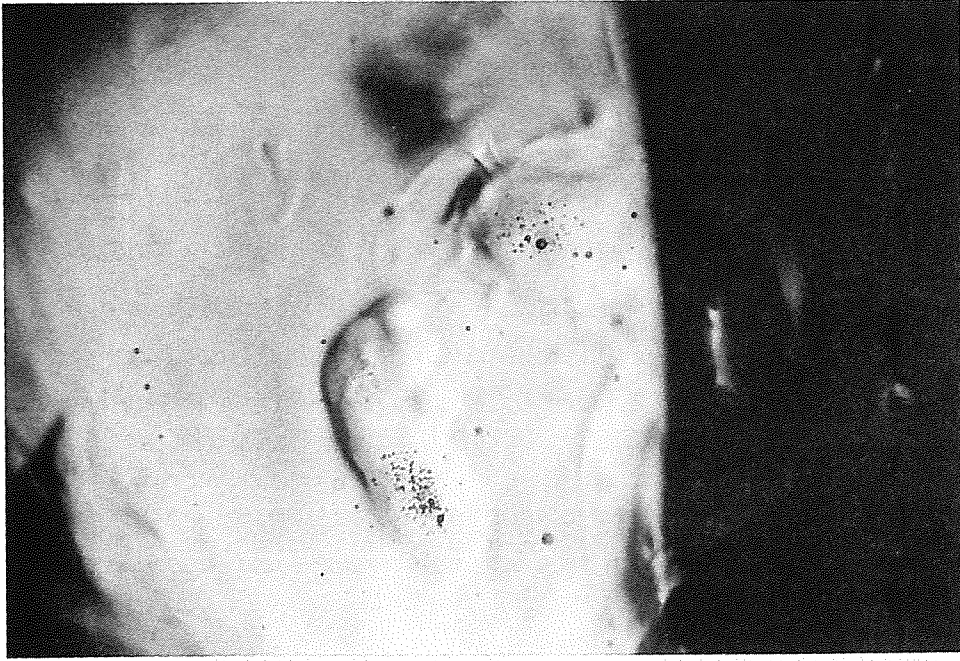


Foto. 4: Laboratuvar eritişlerinde fosfat düğme oluşumları.

Üretimde görülen fosfor içerikli düğmelerle kıyaslamak amacıyla (Tablo 7) yapmış olduğumuz analizlerde benzer şekilde sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 7: Deneysel Eritiş Numunelerinin EMP Analiz Sonuçları

Oksit	%	%	%	%
SiO ₂	66.67	61.89	68.18	68.38
Al ₂ O ₃	20.34	18.69	19.84	20.40
TiO ₂	0.05	0.08	0.17	0.18
CuO	1.23	1.48	0.34	0.04
MgO	0.58	1.92	0.42	0.37
Na ₂ O	9.70	15.11	10.02	10.03
K ₂ O	0.24	0.05	0.62	0.22
P ₂ O ₅	1.19	0.78	0.40	0.38

Bilecik feldspatı ile hazırlanan örneklerde hata oluşumunun görülmemesi, Bilecik feldspatının apatit içeriğinin çok az olmasıyla açıklanmaktadır.

SONUÇ

Camda görülen kalsiyum fosfat taş hataları ve fosfat içerikli alüminöz düğme hataları apatit içeren iri taneli feldspatlardan kaynaklanmaktadır. Deneysel çalışmalarda feldspat tane boyutu 0.841 mm ile sınırlandırıldığında, bu tür hataların oluşmadığı belirlenmiştir.

Esasen Topluluğumuzda belirlenmiş olan feldspat spesifikasyonlarında 595 μ m' den büyük tanenin 0; 500 μ m'den büyük tanelerin en fazla 2; 74 μ m'den küçük tanelerin de 0 olması gerekmektedir.

BU SPESİFİKASYONLARA UYULDUĞU ÖLÇÜDE KALSİYUM FOSFAT TAŞ VE DÜĞME HATALARI OLUŞMAYACAKTIR.

REJENERATÖR TASARIMI VE DOLGU MALZEMELERİNİN SEÇİMİNDE ROL OYNAYAN FAKTÖRLER

Hüseyin UZUN

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

ÖZET

Günümüzde, cam fırınlarından optimum maliyetle, kaliteli ve sürekli ürün alınması ana hedefleri oluşturmaktadır. Bu bakımdan, cam fırınlarında toplam refrakter yatırımının yaklaşık olarak % 12-20 arasında değişen bir bölümünü oluşturan ve fırın işletmeciliğinde kritik bölgeler arasında kabul edilen rejeneratör dolgularının rasyonel seçimi son derece önemlidir. Zira, fırınların verimliliği, camın kalitesi ve enerji tasarrufu yanında kampanya ömürleri de dolgu seçimiyle doğrudan ilişkilidir.

Bu bildiride, rejeneratör tasarımı ve dolgu malzemelerinin seçiminde rol oynayan faktörler üzerinde durulmakta ve matematiksel modele dayalı bir bilgisayar programının tasarım çalışmalarında kullanımından bahsedilmektedir.

GİRİŞ

Cam fırınlarında rejeneratörler, baca gazlarının taşıdığı ısı enerjisinin yakma havasına aktarılarak fırında yüksek alev sıcaklığı oluşturulması ve buna bağlı olarak cama ısı transferinin artırılması yönünde görev yapmaktadırlar. Böylece, fırının çekişi ve cam kalitesi artarken geri kazanılan ısı nedeniyle spesifik yakıt tüketimi azalmakta ve büyük bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ülkemizde sürekli olarak ve hızla artan enerji fiyatları dolayısıyla, cam maliyetinde önemli bir paya sahip olan enerji tüketiminde yapılacak tasarrufun önemi çok büyüktür.

Bir rejeneratörün performansının göstergesi olan verimlilik değişik şekillerde tanımlanabilmektedir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan tanım;

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yakma Havaına Aktarılan Isı}}{\text{Baca Gazlarının Taşıdığı Isı}} \dots\dots\dots(1)$$

şeklinde verilmektedir (1,2). Diğer taraftan, rejeneratörden geçen yakma havası miktarının baca gazı miktarından daima daha az olması ($M_h < M_g$), baca gazının spesifik ısısının söz konusu sıcaklık mertebelerinde havanın değerlerinden daha yüksek olması ($C_{pg} > C_{ph}$) ve yakma havası sıcaklığının hiçbir zaman gaz sıcaklığını aşmaması nedeniyle rejeneratör verimini belirleyen sınırlayıcı faktörün yakma havası miktarı olduğu görülmektedir. Bu durumda, verim için aşağıdaki tanımlama yapılabilir (3).

$$\text{Verim} = \frac{\text{Yakma Havaının Aldığı Isı}}{\text{Yakma Havaının Alabileceği En Fazla Isı}} \dots\dots\dots(2)$$

Ancak sonsuz büyüklükte bir rejeneratör yapılması durumunda havanın teorik üst limit olan gaz giriş sıcaklığına eşit olabileceği varsayıldığında,

$$\text{Verim} = \frac{M_h C_{ph} (çıkış) t_h (çıkış) - M_h C_{ph} (giriş) t_h (giriş)}{M_h C_{ph} (gaz giriş) t_g (giriş) - M_h C_{ph} (giriş) t_h (giriş)} \dots\dots\dots(3)$$

M_h : Hava debisi, (Kmol/saat)

C_{ph} : Havanın özgül ısısı, (KCal/Kmol °C)

t_h : Hava sıcaklığı, (°C)

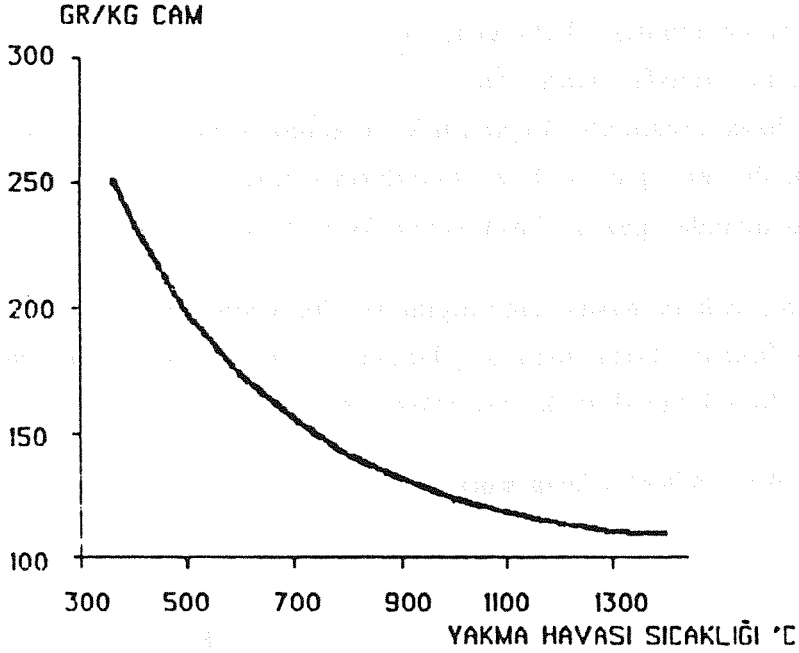
t_g : Gaz sıcaklığı, (°C)

şeklinde yazılabilir. Gaz ve havanın spesifik ısı değerlerinin eşit alınması halinde ise,

$$\text{Verim} = \frac{t_h (çıkış) - t_h (giriş)}{t_g (giriş) - t_h (giriş)} \dots\dots\dots(4)$$

şeklinde sadeleştirilebilmektedir.

Rejeneratör veriminin bir göstergesi olan spesifik yakıt tüketiminin yakma havası sıcaklığıyla değişimi 100 t/g kapasiteli bir cam fırını için Şekil 1'de verilmektedir (2).



Şekil 1: 100 t/g kapasiteli bir fırında spesifik yakıt tüketiminin yakma havası sıcaklığı ile değişimi.

2. REJENERATÖR TASARIMINDA ROL OYNAYAN FAKTÖRLER

Bir rejeneratördeki ısı dengesi genel olarak,

$$\text{Baca Gazının Verdiği Isı} = \text{Havanın Aldığı Isı} + \text{Isı Kayıpları} \dots\dots\dots(5)$$

şeklinde verilebilir. Dolayısıyla, yüksek orandaki rejenerasyon verimliliği, uygun dolguların temini ile birlikte rejeneratörlerin iyi izole edilmesi ve dışarıdan soğuk hava girişinin önlenmesini gerektirmektedir.

Rejeneratörler kesikli çalışan ısı değiştiriciler olarak kabul edildiğinde, bir tam enversiyonda baca gazından havaya aktarılan ısı miktarı, aşağıdaki şekilde verilmektedir (2, 4, 5).

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T_{\log \text{ ort.}} = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln (\Delta T_1 / \Delta T_2)} \dots\dots\dots(6)$$

Q : Gazdan havaya aktarılan toplam ısı, (J)

K : Toplam ısı transfer katsayısı, ($J/m^2.K$)

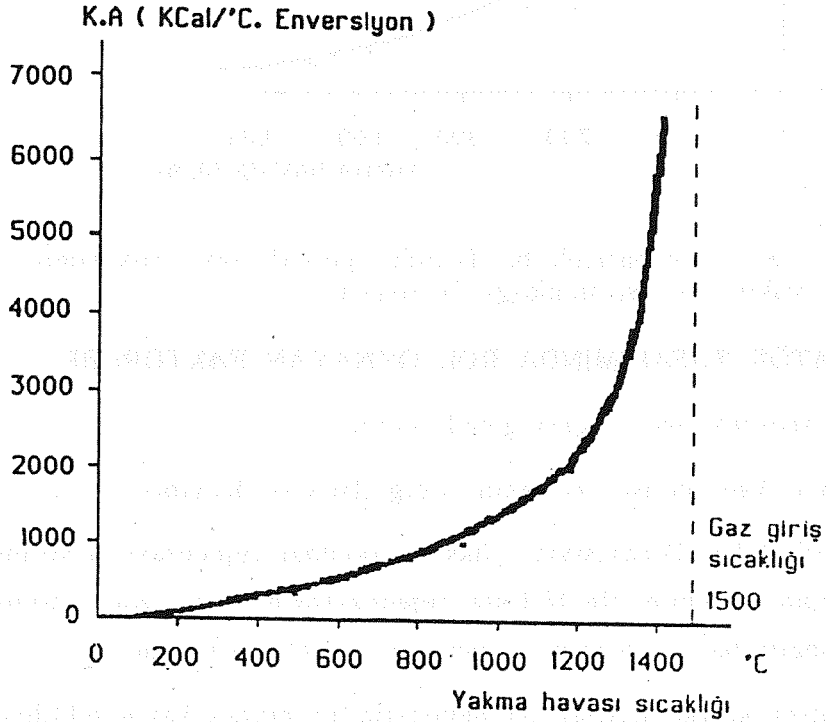
A : Dolgu ısı transfer alanı, (m^2)

ΔT : Gaz - hava arasındaki logaritmik ortalama sıcaklık farkı, (K)

ΔT_1 : Dolgu üstünde gaz ve hava sıcaklıkları farkı, (K)

ΔT_2 : Dolgu altında, gaz ve hava sıcaklıkları farkı, (K)

K.A çarpanı, yakma havası sıcaklığını ve dolayısıyla rejeneratör verimini tayin eden faktör olarak ortaya çıkmakta ve daha önce sözü edilen termodinamik limiti belirlemektedir (Şekil 2), (2).



Şekil 2: Yakma havası sıcaklığının K.A çarpanı ile değişimi.

Burada görüldüğü gibi, yakma havası sıcaklığının belli bir limitin üzerine çıkarılabilmesi için rejeneratöre yapılacak ek yatırım projenin fizibilitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

K.A çarpanı, esas olarak aşağıdaki faktörlere bağlıdır,

K, toplam ısı transfer katsayısı

- Konveksiyon ısı transfer katsayısı

- . gaz ve hava hızları
- . dolgu kanal açıklığı
- . dolgu yerleştirme düzeni
- . gaz ve havanın buldukları sıcaklıktaki özellikleri

- Radyasyon ısı transfer katsayısı

- . gazın özellikleri

- Dolgu refrakterlerinin kalınlığı, spesifik ısısı, ısı iletkenliği

- Rejeneratör hacmi ve enversiyon süresi

A, toplam ısı transfer alanı

- Rejeneratör dolgularının toplam ısı transfer alanı

- Gazın dolgulardaki dağılım şekli

CO₂ ve H₂O gibi radyatif bileşenler içeren baca gazından dolgu refrakterlerine ısı transferi ağırlıklı olarak radyasyon ve daha az oranda konveksiyon ısı transferlerinin kombinasyonu şeklinde iken, takip eden enversiyonda refrakterden yakma havasına ısı transferi sadece konveksiyon ısı transferi şeklindedir.

Yukarıdaki açıklamalar ışığında, rejeneratörlerin verimliliği genel anlamda **tasarım**, kullanılan her türlü **malzeme** (refrakter, yakıt, hammadde) ve **fırın işletmeciliğinin** fonksiyonu olarak ortaya konabilir. Bu nedenle, rejeneratör dolgularının verimliliğini etkileyen ana faktörler,

- . toplam ısı transfer katsayısı,
- . dolgu ısı transfer alanı,
- . dolgu malzemelerinin kalitesi,
- . kullanılan yakıt türüdür.

Günümüzde ortalama 7-10 yılın hedeflendiği fırın kampanya ömürlerine ulaşılmasında, fırın işletmeciliğine de bağlı olarak, rejeneratör dolgularının göstereceği performans çok önemlidir. Enversiyonlar boyunca zamana ve yere bağlı olarak sıcaklık profilleri sürekli olarak değişen, termal,

mekanik ve kimyasal etkilere maruz kalan, ayrıca yüksek ısı kapasite ve iletkenliğe sahip olması beklenen dolgu malzemelerinin seçimi rejeneratör tasarımında çok yönlü bir araştırmayı gerektirmektedir (6).

2.1. Toplam Isı Transfer Katsayısı

Konveksiyon Isı Transfer Katsayısı

Konveksiyon ısı transfer katsayısı, Reynolds (Re) ve Nusselt (Nu) birimsiz sayılarının fonksiyonu olup aşağıdaki şekilde verilmektedir (7).

$$a_c = Nu \cdot k/d \dots\dots\dots (7)$$

$$Nu = f (Re) \dots\dots\dots (8)$$

$$Nu = X + Y \cdot Re \dots\dots\dots (9)$$

$$Re = v \cdot d / V \dots\dots\dots (10)$$

k : Akışkanların (gaz, hava) ısı iletkenliği, (w/mK)

d : Dolgu kanal açıklığı, (m)

v : Akışkanların hızı, (m/saniye)

V : Akışkanların kinematik viskozitesi, (m²/saniye)

a_c : Konveksiyon ısı transfer katsayısı, (W/m².K)

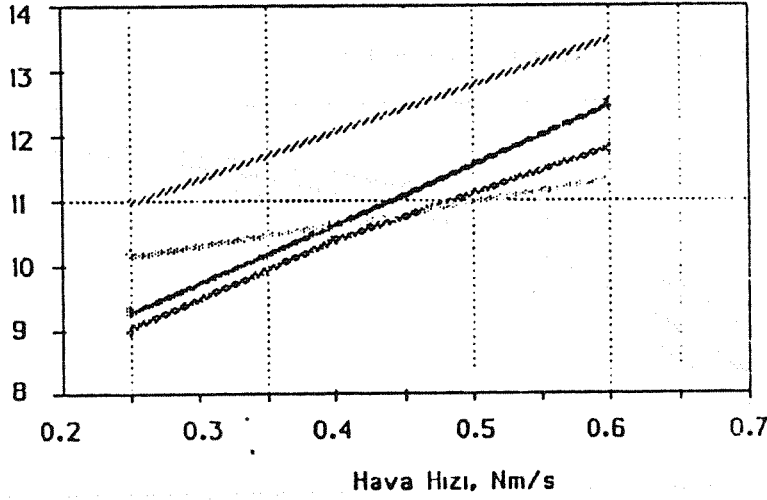
X,Y: Dolgu şekline, yerleştirme düzenine bağlı katsayılar.

Konveksiyon ısı transfer katsayısını belirleyen bu faktörler aşağıda ayrı ayrı incelenmektedir.

Hava ve Baca Gazı Hızları: Rejeneratörlerde akışkanların ve ağırlıklı olarak da havanın hızı Re ve Nu sayıları yoluyla konveksiyon ısı transferini doğrudan etkilemektedir. Artan hız nedeniyle dolgu kanalındaki akımın şekli laminar akımdan türbülant akıma dönmekte (Re > 2100) ve sonuçta yüksek oranda bir ısı transferi sağlanmaktadır.

Aşağıda, 140 mm kanal açıklığına sahip değişik dolgu tiplerinde konvektif ısı transferinin hava hızına bağlı olarak değişimi verilmektedir (Şekil 3), (8).

Konvektif ısı transfer katsayısı , W/m^2K



..... Baca tipi blok (140 mm) ——— Güvercin yuvası örgü
 Cruciform bloklar Sepet örgü

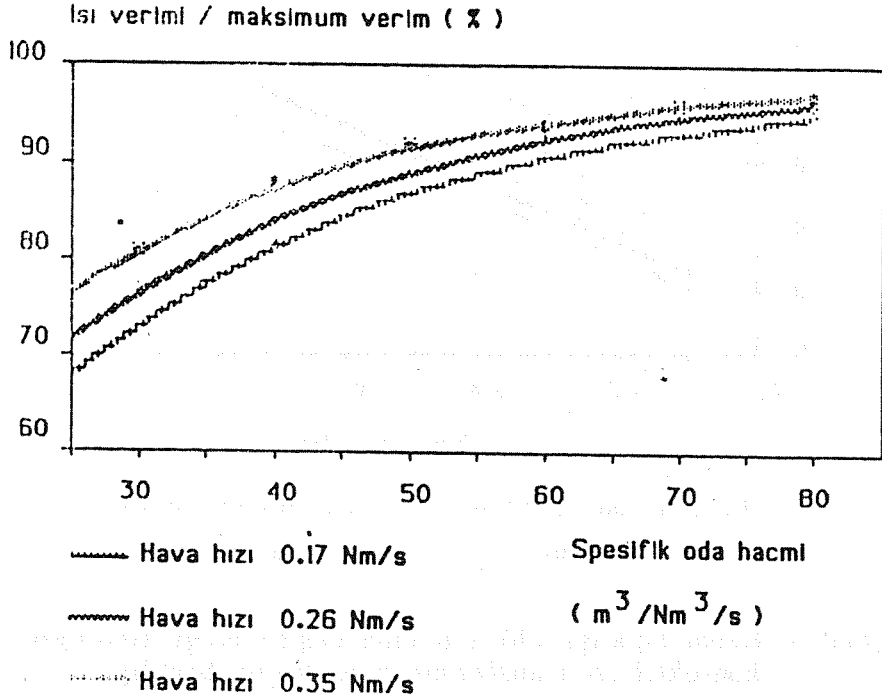
Şekil 3: Kanal açıklığı 140 mm olan çeşitli dolgu tiplerinde konvektif ısı transferinin hava hızına bağlılığı.

Hava hızının rejeneratör hacmi ve dolgu verimiyle olan ilişkisi ise 140 mm kanal açıklığına sahip baca tipi dolgu kullanımı durumunda aşağıda verilmektedir (Şekil 4).

Şekilden de görüldüğü gibi, küçük hacimli rejeneratörlerde hava hızının verim üzerindeki etkisi oldukça fazla iken rejeneratör hacmi büyüdükçe hızın etkisi azalmaktadır. Ayrıca, rejeneratör kesitinin küçültülmesiyle meydana gelen verim kaybının yüksek akış hızlarına ulaşılsa bile telafi edilemeyeceği de anlaşılmaktadır (7).

Kanal Açıklığı: Rejeneratör dolgu kanal açıklıkları, gaz ve hava hızlarının artırılarak türbülans yaratılması amacıyla daraltılabilir. Böylece, konvektif ısı transferi ve dolgu veriminde artış sağlanabilir. Ancak, kanallar daraldıkça dolgu yüksekliği boyunca basınç düşmesi artacak, buna bağlı olarak da daha büyük bir hava fanı gerekecektir. Diğer taraftan, tozuma ve alkali sülfat kondensasyonu da dolgu

kanallarını belirli bölgelerde daraltabileceğinden kanal açıklıklarında belli bir limitin altına inilememektedir.



Şekil 4: 140 mm baca tipi dolgu refrakter verimliliğinin oda hacmi ve hava hızına bağlı olarak değişimi.

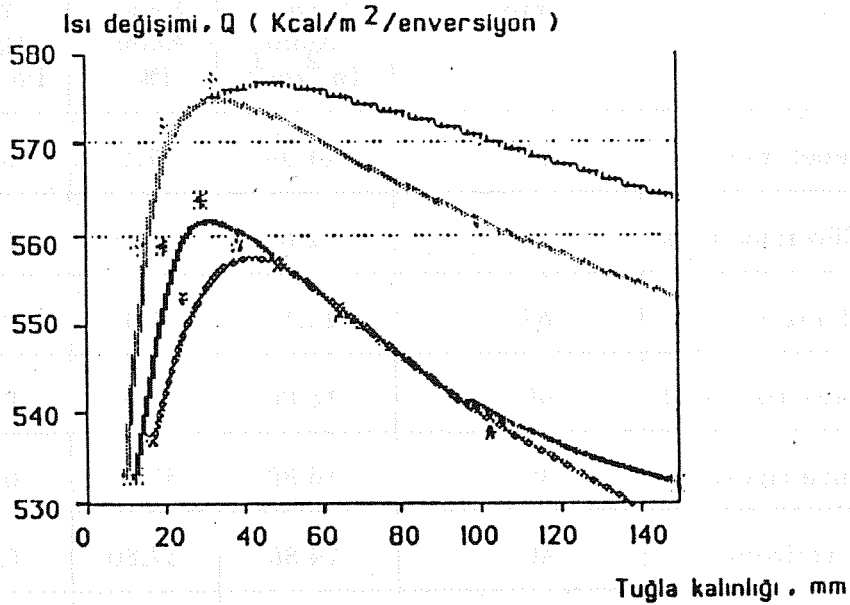
Dolgu Tipi ve Yerleştirme Düzeni: Nusselt sayısındaki X ve Y rejeneratör dolgularının tipine ve yerleştirme düzenine bağlı katsayılar-
dır ve çeşitli dolgu tipleri için Tablo 1'de verilmektedir.

Dolgu Refrakterlerinin Kalınlığı, Isı İletkenliği Ve Spesifik Isısı

Rejeneratör dolgu refrakterlerinin başlıca görevi, sıcak enversiyon (gaz geçiş) süresi boyunca gazdan aldığı ısıyı önce depolamak, daha sonra gelen soğuk enversiyon (hava geçiş) süresi boyunca da bu ısıyı havaya aktarmak olduğundan dolguların kalınlık, ısı iletkenliği ve spesifik ısı gibi karakteristikleri ısı transferi üzerinde etkilidir (Şekil 5), (4).

Tablo 1: Çeşitli Dolgu Tipleri İçin X ve Y Katsayıları (7)

Dolgu Tipi ve Yerleştirme Düzeni	X	Y ($\times 10^{-3}$)
Kapalı Baca Blok	3	4.75
Açık Sepet Örgü (S= 35 mm)	10	6.91
Cruciform (S= 80 mm)	10	6.91
Delikli Baca Blok	11	6.82
Güvercin Yuvası	13	6.70
Diagonal Şaşırtmalı Güvercin Yuvası	14.2	7.40



DEĞİŞİK DOLGU REFRAKTERLERİNDE KALINLIĞIN ISI DEĞİŞİMİNE ETKİSİ

..... $\lambda = 1.67$, $pc = 555$

..... $\lambda = 2.7$, $pc = 940$

..... $\lambda = 1.5$, $pc = 780$

..... $\lambda = 4$, $pc = 900$

Şekil 5: Değişik dolgu refrakterlerinde kalınlığın ısı değişimine etkisi.

Dolgu refrakterlerinin kalınlığı azaldıkça, ısının refrakter kütlesinin içine doğru ilerlemesi ve sonraki enversiyonda da biriken ısının dolgular çevresindeki havaya aktarılması daha hızlı olacaktır. Böylece, gazdan havaya ısı aktarılmasında aracı rolü üstlenen dolgu refrakter kütlesinden daha iyi biçimde yararlanılacaktır.

2.2. Dolgu Isı Transfer Alanı

Rejeneratör dolgularındaki ısı transferi dolgu yüzey alanıyla doğru orantılı olarak artmaktadır. Tablo 2'de çeşitli tip dolguların spesifik ısı transfer alanları ve diğer karakteristikleri verilmektedir (9, 10).

Tablo 2: 140 mm Kanal Açıklığına Sahip Çeşitli Tipteki Rejeneratör Dolgularının Karakteristikleri

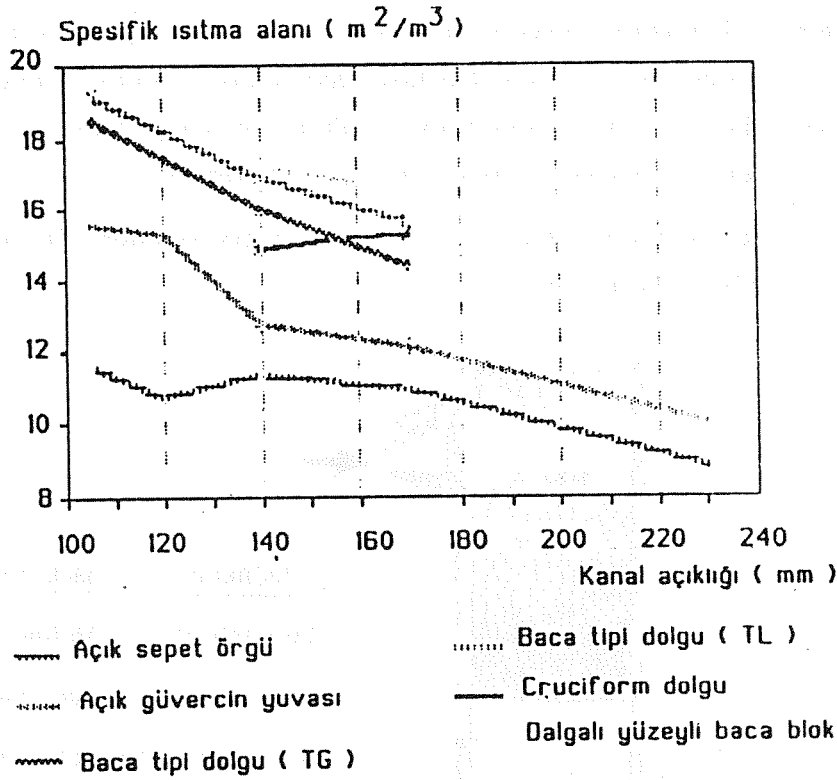
Dolgu Tipi	Tuğla Kalınlığı (mm)	Spesifik Isıtma Alanı (m^2/m^3)	Serbest Kesit Alanı (%)	Spesifik Tuğla Hacmi (m^3/m^3)
Sepet örgü	64	11.34	47.10	0.461
Güvercin yuvası	64	12.67	47.10	0.306
Maerz tipi	64	15.13	47.10	0.346
Baca tipi (TG)	40	16.00	57.80	0.395
Baca tipi (TL)	40	16.80	57.80	0.348
Cruciform	40	14.80	57.80	0.320
Interweave	45	16.11	57.60	0.341

Tablodan görüldüğü gibi, refrakter kalınlığı azalırken dolgu ısıtma alanı artmaktadır.

Refrakter üreticileri dolgu verimliliğini artırmak amacıyla sürekli olarak spesifik yüzey alanı yüksek dolgu şekillerinin arayışı içinde

olmuşlardır. Bu amaçla çeşitli biçimlerde dalgalı yüzeyli dolgular geliştirilerek ısı transfer katsayısında yaklaşık % 50 mertebesinde artışlar sağlanmaktadır (11).

Bu özel şekilli dolgularda, ısı transfer alanı artarken yüzey girintilerine bağlı olarak türbülans artmakta ve sonuçta ısı transferi, dolayısıyla rejeneratör verimliliği artmaktadır. Değişik dolgu tiplerinde ısı transfer alanının kanal açıklığıyla değişimi aşağıda verilmektedir (Şekil 6), (12).



Şekil 6: Spesifik dolgu alanının kanal açıklığıyla değişimi.

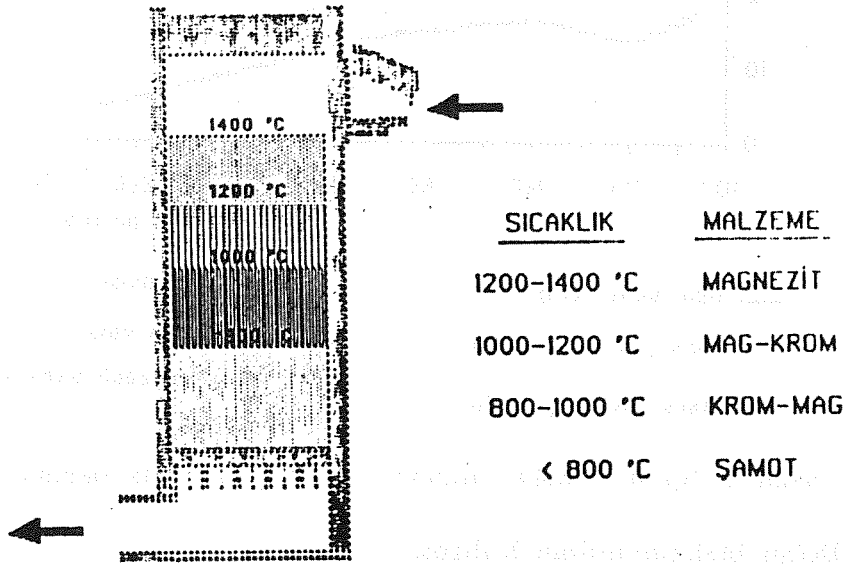
2.3. Dolgu Malzemelerinin Kalitesi

1940'lı yıllarda cam fırınlarında, alkalilere karşı aluminasilikat refrakterlere göre daha fazla direnç göstermeleri, ısıyı iyi iletmeleri ve yüksek ısı tutma kapasitesine sahip olmaları nedeniyle bazik refrakterler rejeneratör dolguları olarak tercih edilmişlerdir. Ancak,

zamanla değişen ihtiyaçlardan kaynaklanan işletme şartlarına bağlı olarak bazik refrakter kalitelerinin artırılması yanında diğer uygun refrakterlerin bulunması amacıyla yeni malzeme arayışlarına girişilmiştir.

Rejeneratör dolgu tasarımı çalışmalarında sıcak periyot (gaz geçiş) ve soğuk periyotta (hava geçiş) dolgu yüksekliği boyunca oluşacak sıcaklık profillerinin çıkarılması ve refrakter korozyonunu belirleyen mekanizmalara esas oluşturan kritik sıcaklık bölgelerinin saptanması büyük önem taşımaktadır. Çok sayıda etken bulunması nedeniyle son derece karmaşık reaksiyonlara sahne olan bu bölgeler pratikte birbiri içine geçmiş olup kesin sınırlarla ayrılmaları mümkün değildir. Bununla birlikte, dolgu tasarımına ışık tutan kritik sıcaklık bölgeleri genel eğilim olarak 4 bölüm halinde incelenebilir.

Aşağıda, fuel-oil kullanılan bir fırının tipik rejeneratör dolgu yerleşimi verilmektedir (şekil 7).



şekil 7: Rejeneratör dolgularının sıcaklıklara göre dağılımı (fuel-oil kullanımında).

Değişik sıcaklık bölgelerinde dolgu refrakterleri üzerindeki kimyasal, termal, mekanik etkilerle bu etki faktörlerinin relatif ağırlıkları Tablo 3'te özetlenmektedir (6).

Tablo 3: Dolgular Üzerindeki Ana Etki Faktörlerinin Ağırlığı (%)

Dolgu Bölgesi	>1200 °C	1000-1200 °C	800-1000 °C	<800 °C
KİMYASAL				
. Tozuma	100	25	0	-
. Sülfatlar	-	25	100	0
. Redoks Reaksiyonları	0	0	0	0
TERMAL				
. Sıcaklık Seviyesi	75	50	25	0
. Sıcaklık Değişimi	40	25	40	50
MEKANİK				
. Erozyon (gaz, toz)	25	25	25	25
. Dolgu Yüğü	0	0	25	40

Kaliteye yönelik avantajları yanında elektrodöküm refrakterler bağlayıcı refrakterlere göre oldukça pahalıdır.

2.4. Yakıt Türü (13)

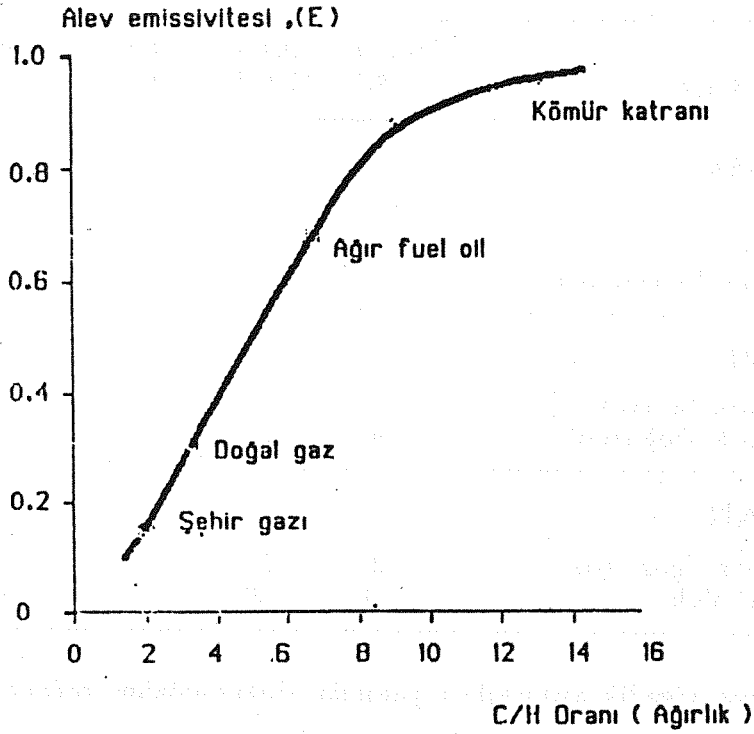
Değişik yakıt türlerinin rejeneratör dolgu malzemeleri üzerindeki etkilerinden daha önce bahsedilmiştir. Konuya fırındaki ısı transferi açısından bakıldığında, fuel-oil alevi emissivitesinin doğal gaza göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 8).

3. REJENERATÖR MATEMATİKSEL MODELİ

Araştırma Müdürlüğümüzde geliştirilen ve rejeneratör matematiksel modeline dayalı olan bir bilgisayar programı rejeneratör tasarımı çalışmalarımızda kullanılmaktadır.

Modelde veri olarak kullanılan, rejeneratöre gaz giriş sıcaklığı,

. rejeneratöre hava giriş sıcaklığı,
incelenen veya benzeri bir rejeneratörde emiş pirometresiyle fiili olarak elde edilmiş değerlerden faydalanılarak seçilmektedir.



Şekil 8: Alev emissivitesinin yakıtın C/H oranıyla değişimi.

Modelde kullanılan ısı transfer katsayılarının seçimi, rejeneratördeki sıcaklık dağılımını değiştirmesi açısından çok önemlidir. Aynı rejeneratör için çeşitli firmaların tespit ettiği sıcaklık dağılımlarının birbirlerinden bir miktar farklı olmasının en önemli nedeni, modelde kullanılan ısı transfer katsayılarının belirlenmesinde kullanılan Re, Nu, Gr vb. birimsiz sayıların etkilerinin farklı ele alınmasıdır.

Araştırma Müdürlüğümüz tarafından yapılan çalışmalarda, firmalardan alınan bilgiler ve literatürden bulunan değerlere dayanarak farklı yaklaşımları içerecek biçimde dört ayrı ısı transfer katsayısı elde edilmiştir.

Matematiksel modele dayalı bilgisayar programıyla yaptığımız çalışmalarda

elde edilen sıcaklık dağılımlarının yabancı firmaların sonuçlarıyla oldukça uyum içinde olduğu görülmüştür.

4. SONUÇ

Rejeneratör tasarımı, cam fırınlarında verimliliği, cam kalitesini ve enerji tüketimini doğrudan etkilemektedir. İşletme ekonomisi ve yatırımın fizibilitesi yönünden büyük önem taşımaktadır.

Doğru tasarım rejeneratör hacmi, örüm şekli, dolgu kanal açıklığı, dolgu refrakter kalınlığı, gaz-hava hızları ve malzeme kalitesi ile doğrudan ilişkilidir.

Dolgu refrakter yatırımı toplam refrakter yatırımı içinde % 12-20, rejeneratör refrakter yatırımı içinde ise % 35-50 paya sahiptir.

Rejeneratör tasarımında bilgisayar kullanımıyla, yakma havası ve rejeneratör verimi, uygun rejeneratör hacmi, dolgu tipi ve kanal açıklığı, dolgular boyunca oluşan sıcaklık profilleri, kritik sıcaklık bölgeleri için uygun refrakter seçimi ve yakma havası sıcaklığına bağlı olarak yakıt tasarrufu miktarı ile ilgili alternatifler çok yönlü ve hızlı biçimde değerlendirilmektedir.

REFERANSLAR

1. DİDİN, A., "Rejeneratör Veriminin Seçiminde Teorik Üst Limitin Belirlenmesi", 1. Cam Problemleri Sempozyumu, İstanbul, 1985, s. 19-26.
2. Bony, P., "Flue Gas Heat Recovery In Glass Furnaces", S.E.P.R., Paris, May 1983.
3. T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Merkezi Enerji Grubu Raporu, Form No. TCS-EN-06/1, İstanbul, 1986.
4. Delrieux, J., "The Influence of the Thermal Properties of Refractories and Their Mode of Utilisation on the Heat Balance in Regenerators", Glass Technology, Vol. 21, No. 4, August 1980.
5. ZANOLI, A., BEGLEY, E. R., VIDIL, R., LARGARENNE, D., "Experimental Studies of the Thermal Performance of Various Cruciform Regenerator Packings", Ceram. Eng. Sci. Proc., 11 (1-2), 1990, p. 127-144.

6. BARTHEL, H., MÖGLING, G., "Adapting the Installation of Glass Tank Checkerworks to Increased Demands", *Glass Int.*, Sept. 1986, p. 48-55.
7. SCHMALENBACH, B., "Influence of Gas Velocity and Current Characteristics on the Thermal Efficiency of Regenerative Chambers", *Didier Information*, July 1990.
8. "Veitsch Regenerator Concept", Veitscher Magnesitwerke A.G. A Product Information.
9. MÖGLING, G., "Chimney Blocks-A Successful Way", Veitscher Magnesitwerke A.G. Information, 1984.
10. GILBERT, S.V., LIPPERT, J.W., "Computer Model Used to Evaluate Regenerator Systems", *Glass Industry*, May 1986, p. 20-30.
11. ENDO, S., HAMAOKA, K., ITO, A., "Fused Cast Refractories for Glass Tank Regenerator Packing", *Glass Int.*, June 1989, p. 29-32.
12. BROWN, G., "Comparison of Regenerator Packing Designs", *Glass Technology*, Vol. 26, No. 6, Dec. 1985, p. 262-268.
13. HOYLE, C. J., "Combustion Characteristics of Fuels for Glass Melting", *Glass*, Feb. 1989, p. 39-40.

H-28 PRES-ÜFLEME MAKİNALARINDA PERİYODİK BAKIM UYGULAMALARI

Ahmet OKAN

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'deki toplam 13 üretim hattının 7'si H-28 pres üfleme hattıdır.

Dolayısıyla tüm üretim kapasitesinin sadece imalat hattı bazında % 54'ünü H-28 makineleri oluşturmakta ve bu üretim hatları Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. ürün yelpazesi içinde bir lokomotif görevi ifa etmektedir. H-28 imalat makinelerinin züccaciye üretiminde savurma prosesi hariç diğer tüm cam işleme makinelerinin temel fonksiyon ve üretim proseslerini bünyesinde toplamaları, ayrıca 90 damla/dak. gibi yüksek üretim hızıyla çalışabilmeleri ve rotatif makineler olmaları makina üzerinde çalışırken yapılabilecek bakım işlemlerinin çok sınırlı kalmasına yol açmaktadır. Bu yüzden makinada problem çıktığı an makina % 90 ihtimalle belli bir süre durdurulacak ve tekrar çalıştırılarak imalat sö-ğütme verilecektir.

Sonuç itibariyle her duruş kalkış imalatın zorluk derecesine göre yalnızca duruş süresinin min. 2 katı ile 4 katı arasında değişen toplam imalat kayıplarına yol açmaktadır.

Bu bildiride anlatılmak istenen sadece makina bakım tekniklerini içeren makale, dergi ve kitaplardan alınan teorik bilgiler manzumesi değil, tamamen kendi üretim projeksiyonumuz içinde imalat prosesini aylık, haftalık, günlük ve hatta saatlik üretim hedef ve randımanlarımızı da gözeterek, minimum duruş süresiyle max. faydayı sağlamaya yönelik bakım hizmetlerimizin ne ve nasıl olması gereğidir. Başlangıçtan bugüne izlediği olumlu ve olumsuz sapmaların değerlendirilmesi, başlangıçta kabul edilen legal duruş sürelerinin uzun olmasının getirdiği problemler kısmen tartışmaya açılacaktır.

1. GİRİŞ

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'de ilk işletmeye geçiş tarihi 1984'den 1987 yılına kadar uygulanan bakım hizmetlerini ancak arıza bakım olarak adlandırabiliyoruz. Bu süre içinde yapılan, genelde imalat makina ve sistemlerinin komple resimlendirilmesi, yedek parça ve sistem hazırlıkları ve makinalardaki problemlerli noktaların iyileştirilmeleri, duruştan duruşa geçen süreler hakkında done toplanarak yapılması gereken periyodik bakımların periyotlarının ve duruş sürelerinin saptanmasıdır. İlk çalışma 1987 yılında başlatılmaya çalışılmış fakat yeni bir düzenlemeyle ciddi olarak ancak 1988 yılında başlamıştır.

1988 yılı Mayıs ayından bu yana düzenli olarak başlatılan periyodik bakımlarla her geçen gün üretim lehine daha kısa sürede fakat daha vasıflı bakım hizmeti gündeme getirilmiştir.

Bugün için sadece H-28 makinaları değil, diğer tüm imalat makinaları kendi dinamiği içinde incelenmekte ve bakım için en optimum periyot ve bakım süresinin saptanmasına çalışılmaktadır.

H-28 makinaları hakkındaki periyodik bakım periyot ve süreleri bugünkü şartlar altında en optimum gözükmesine rağmen bu konuda da iyileştirme çalışmalarımız işletme ile birlikte devam etmektedir.

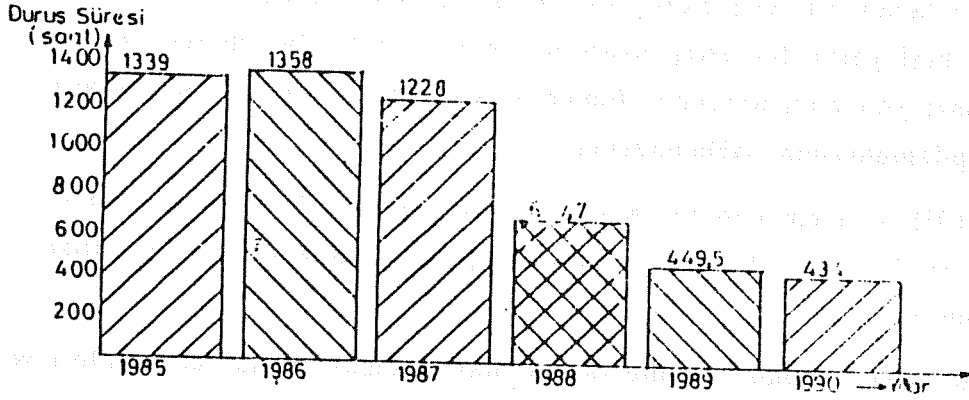
Özel dizayn, kaliteli malzeme, prosesteki yenilikler ve makina-operatör ilişkisindeki insan faktörüne yönelik iyileşmeler, adı "periyodik bakım"da olsa, neticede mak. duruş ve üretim kaybını çok yakın bir gelecekte en az 1/3 oranında azaltabilecektir.

Makina arıza duruşlarını (ki bu duruş grubuna mekanik bakım, imalat ayarları ve parça değişimi + elk. arıza dahildir) 1985 yılından bugüne kadar saat bazında yazdığımızda rakamsal olarak şu yorumların yapılması olasıdır (sayfa 121).

Bu çizelgede, 1990 yılında devreye alınan 2 adet H-28 makinası özellikle değerlendirilme dışı tutulmuştur ki, yıllar bazında aynı makinaların duruşları karşılaştırılabilirsin.

<u>İm. Mak.</u>	<u>Yıl/1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>
28/1	242 saat	240	215	175	60	60.5
28/2	202 "	203	215	83	94.5	92
28/3	448 "	394	369	134	136	82
28/4	233 "	266	226	105	96	78
28/5	214 "	255	203	185	83	121
Toplam	1339 saat	1358	1228	687.7	469.5	434

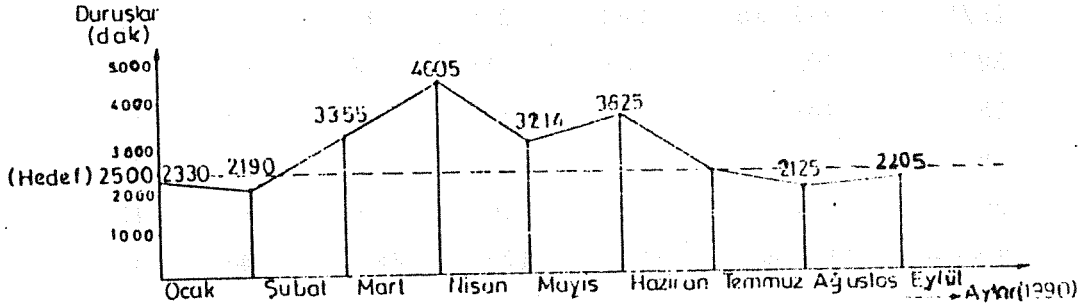
Yıllar olarak tabloya bakıldığında makinaların 85-86-87 toplam arıza duruşları hemen hemen aynı seviyede olmalarına rağmen 1988 yılı sonu itibariyle belirgin bir azalma söz konusudur. Bu azalma 1989 yılında da sürmüş olup 1990 yılında 1989 yılı ile aynı seviyede kapanacak gözükmetedir. Şekil 1, periyodik bölümlerle neyi amaçladığımızı görsel olarak ifade etmektedir.



Şekil 1: Yıllara göre birikimli duruş grafiği.

Zaten problem seviyesi zaman grafiğinde de kazanç diye adlandırılan grafik parçası buradaki birçok şeyi açık olarak göstermektedir.

Burada akla şu soru gelebilir. 1987 yılından başlayarak gittikçe düşen bir duruş süreleri grafiği 1990 yılında sanki bir duraklamaya girmiş gibi gözüküyor. Acaba artık yapılacak fazla birşey kalmadı mı veya bu süre bir alt limit olup daha aşağıya çekilemez mi? Bunun açıklamasını şu ilave grafikte 1990 yılı aylık duruşlarını dökümlü vererek yapmak istiyoruz (Şekil 2).



Şekil 2: 1990 yılı birikimli duruş grafiği.

Bu grafikte 1990 yılı ilk 9 ay birikimli duruş verileri görülmektedir. Fabrika hedefimiz her makina için, 500 dak./ay= 8.3 saat/ay ve 5 makina için 2500 dak./ay= 41.5 saat/ay ve altı değerlerine haizdir.

1989 yılı hedef altı değerleri 1990 ilk 2.5 ayında da devam etmiş olup Mart ayından başlayarak bir artış göstermekte ve 3 aylık bir sürede devam edip daha sonra sönümlenmektedir. Bunun açıklamasını periyodik bakımların kısmen yapılamamasına bağlamaktayız.

Aralık 1989 yılından itibaren Kırklareli Cam San. A.Ş.'de yoğun bir C fırını montajı ve 20 Mart 1990'dan itibaren yoğun bir işletmeye alma çalışması söz konusudur.

Bu yoğun trafik içinde işletme bakım olarak ancak imalat değişimleri ve arıza bakımlara cevap verilebilmiş periyodik bakımlara zaman ayırlanamamıştır.

Yine grafikten görüldüğü gibi Mayıs 1990 ayında periyodik bakımlar yavaş yavaş devreye alınmış ve bu ay itibariyle duruşlar tekrar 2500 dak./ay altına inmeye başlamıştır.

Bu aşamaya kadar rakamsal ve görsel olarak periyodik bakımların duruşlara etkisini vurgulamaya çalıştık.

Bu aşamada yapılan periyodik bakımların ne olduğunu, neler içerdiğini vermek istiyoruz.

Kırklareli Cam San. A.Ş.'de H-28 makinaları periyodik bakımları, makina

hızlarına ve bakım periyotlarına göre başlıca 2 gruba ayrılır.

A. Makina hızlarına göre periyodik bakımlar:

1. 70-90 damla/dak. arası çalışan H-28 makinaları,
2. 70 damla/dak. ve altı çalışan makinalar.

1. kalemdeki özellikle sürekli 90 damla/dak. mak. hızda çalışan makinaların bakım ihtiyacı 70 damla/dak. altındaki hızda çalışan makinalara göre 2 kat daha fazladır. Bu bizim tecrübi değerimizdir. Devir ile bakım gerekliliği arasındaki artış lineer değil de üstel bir şekilde artmaktadır.

1. grupta çalışan makinaların bakım ihtiyaçları ve duruş anında yapılacak işlemlerin listesi aşağıdadır.

90 damla/dak. sürekli çalışan makinalar için periyodik bakım çizelgesi (her ay yapılacak).

1A. Feeder grubu elemanları:

- a. Makas bloku her iki bakımda bir değişecek,
- b. Makas suyu soğ. nozul ve sibop temizliği,
- c. Tüp mekanizması bakımı ve temizliği,
- d. Tüp yatağı kontrolü yapılacak (6. bakımda değişecek).

1B. H-28 makina elemanları:

- a. Makinada 1 section değişecek (12 ayda tüm sectionlar elden geçmiş olacak),
- b. En kritik yer olan take-out ve damla yolu kaplinleri kontrolü, gevşeme ve laçkalık varsa boşluk alınacak (6 ayda kaplin, 12 ayda komple take out değişecek),
- c. Makina dişli kutusu yağ seviyesi ve yağın bozulup bozulmadığı kontrol edilecek, 2 ayda bir dişli kutusu yağı mutlaka değişecek,
- d. Gövde kam kontrolü yapılacak (6 ayda bir aşınanlar değişecek),
- e. Finisör, suflaj, mastör ve ebüşör galeleri kontrol edilecek,
- f. Makina ana hava filtre elemanı temizlenecek,
- g. Kepçe, saptırıcı braketleri, eksatrik kam damla yolu rulmanı ve damla yolu yay pistonu kontrol edilecek (6 ayda bir kepe ve saptırıcı braketleri değişecek),

- h. Kalıp kolu merkez açılım ve yükseklik ayarları komple elden geçirilecek. Eksik kalıp tespit pimleri tamamlanacak,
- i. En az 3 adet müldebak basma kapağı değişecek. Müldebak dişlileri kontrol edilecek,
- j. Erenleme dişlisine gres yağı basılacak,
- k. Section yağlama enjektörleri kontrol edilecek.

1C. Eldret (kesme makinası):

- a. Göbek burcu ve vakum distribütörü yağlanacak,
- b. Bek yatakları merkezine bakılacak,
- c. Aşınmış kol kaldırma burçları değişecek,
- d. Kol kaldırma burçlarına ince yağ basılacak.

1D. Konveyörler - Ware transfer ve staker grubu:

- a. Tüm konveyör rulo ve tel bantları elden geçirilip aşınan, sıkışan ve arızalı olanlar değişecek,
- b. Tahrik üniteleri kayış, kasnak, zincir ve gergi elemanları kontrol edilecek,
- c. Varyatör ve redüktör yağ seviyeleri kontrol edilecek (3 ayda bir değişimi).

Bu işlemler çay bardağı üretimi gibi yüksek hızlı imalat makinalarında her ay, 70 damla/dak. altındaki hızlarda çalışan makinalarda 3 ayda bir mutlaka yapılacaktır.

Burada belirtilmeyen fakat periyodik bakımlarda uzun vadede değişeceği belirtilen sistemlerin değişim periyotları aşağıdadır.

	<u>Periyodu</u>
a. Komple eldret mak. değişimi	18 ayda
b. Staker ünitesi	18 ayda
c. Komple take out değişimi	6 ayda
d. Komple damla yolu	6 ayda
e. Komple makina dişli kutusu değişimi	18 ayda
f. Frenleme tamburu ve körük değişimi	24 ayda
g. Makina su ve hava distribütörü	18 ayda

Her periyodik bakım netice olarak bir zamana karşılık gelir. Üretim içindeki periyodik bakımların zamansal getirisi ve götürüsü şu şekilde izah edilebilecektir.

Mak. türü	Devri	Mak. adedi	Bak. periyodu	Bak. sür. teo (saat)	Bak. sür. fiili (saat)	Aylık (3 aylık) bakım duruş	Yıllık
H-28	90 dam/dk.	3	1 ay	6	5	15	180
H-28	70 " altı	" 4	3 ay	6	6	24	96
Toplam							276

Burada, makinaların bir yılda bakım amacıyla 276 saat durdurulduğunu görmekteyiz.

Bu 276 saat bakım hizmeti makinalarda sırasıyla;

1. Periyodik bakımlarla 1200 saat/yıl ortalama arıza duruşu yapan makinaların yıllık arıza duruşlarını hedef olarak 300 saat/yıl altına çekebilecektir.
2. Periyodik bakımlar tam sonuç verdiğinde görülen en çarpıcı özellik şudur: Makinalarda im. değişim süreleri bakım ağırlıklı değil, sadece kalıp parçaları söküp takma ve imalat ayarları yapma yönünde kullanılabilir.

Yıllar bazında imalat değişim sayıları, süreleri karşılaştırılırsa,

	İm. değ. sayısı	Ort. im. değ. süresi Legal (saat)	Ort. fiili im. değ. süresi	İm. değ. süresi kazancı
1986	101	6	Bilinmiyor	-
1987	101	6	5 saat	101 saat
1988	164	6	4 "	328 "
1989	219	6	2 "	438 "
1990	218 (9 aylık) 291 (12 " tahmini)	6	1.5 "	1309.5 "

1989-1990 yıllarında imalat değişimine ayrılan sürede minimum bakım süresi kullanılması asıl bakımın periyodik bakımlarda yapılması prensibiyle çalışıldığından im. değ. sürelerinden gelen kazanç çarpıcı bir şekilde meydana çıkmaktadır.

Bu süreler, 14 Eylül 1990'da başlayarak Genel Müdürümüzün talimatıyla 1 saat ve altı olarak hedeflendirilmiş ve bugüne kadarki değişimlerde 1 saatlik süre yakalanmış olup bu sürenin de altına inilebileceği görülmüş durumdadır.

Dolayısıyla kıyaslamayı legal im. değişimi süresine göre yapmak yerine daha gerçekçi olan yıllara göre fiili değişim sürelerine göre yaparsak, periyodik bakımın arızı duruşlar yanında en büyük kazancının imalat değişim duruş sürelerinin kısaltılmasında etkili olduğu görülür.

1988 yılı ile 1989 yılı arasında % 25 iyileşme

1989 yılı ile 1990 yılı arasında % 66 iyileşme

1990 yılı ile 1991 yılı arasında % 75 iyileşme

vardır.

Sonuç olarak özetlersek;

1. Periyodik bakımlar zamansız arızı duruşları azaltmıştır.
2. Periyodik bakımlar imalat değişim sürelerinin belirgin şekilde kısalmasına yol açmıştır.
3. Periyodik bakımlar imalat makinaları hedef randıman yükselmesine yol açmıştır.
4. Periyodik bakımlar işletme ve bakım personelinin daha sağlıklı ve paniğe kapılmadan karar verip uygulama yapabilmesi açısından fayda sağlamıştır.
5. Yıllık plan yaparak hem yedek parça sip. ve temini, hem de özellikle Camış Makina ve Kalıp San. A.Ş. ile birlikte % 98'leri geçen yerli yedek parça üretip kullanma şansımızı artırmıştır.
6. Üretim projeksiyonunda zorluk derecesi yüksek imalatlar ile fırın personelinin F/H'larda yapacağı muhtemel bakım işlemlerinin birleştirilmesine olanak sağlayıp birden fazla faydayı bir anda sağlamıştır.
7. Rakamsal değerlendirmeler bir yana ve kazançların parasal karşılığı da muhasebeci arkadaşlarımıza bırakılırsa, asıl faydayı "hedef koyup, hedefi yakalama" uygulamasına yol açtığından dolayı sağlamış, bu da ilgili personelinde "MORAL FAKTÖRÜ"nü yükseltmiştir.

Bu arada bakım personeli olarak makina duruşlarının asgariye indirilmesinde özellikle Camış Makina ve Kalıp San. A.Ş. ve Araştırma Müdürlüğündeki arkadaşlarımız ile makina parça dizaynı, işleme ve malzeme iyileştirilmesi, metalurji ve daha rantabl ısıl işlem bilgisi ve tavsiyeleri yanında koordineli bir çalışmaya ihtiyacımız vardır.

HARÇ PÜSKÜRTME YÖNTEMİ İLE SICAK TAMİR UYGULAMALARI

1989 - 1990

M. Atilla İÇLİ - V. Hilmi AKINCI

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A. Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

Dr. Baha KUBAN - Ferhan TOPÇUOĞLU

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A. Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Cam fırınlarının yatırımında en pahalı kalemi refrakter malzemeler oluşturmaktadır. Son yıllarda cam kalitesine bağlı olarak fırınlarda kullanılan refrakter malzemelerin kalitelerinin geliştirilmesi, cam eritme kapasitelerinin artması ve aynı zamanda daha uzun ömür beklentisi fırınların periyodik olarak gözlenmesi, kritik noktaların tespiti ve vakit geçirilmeden tamirini gündeme getirmiştir.

1987 yılından başlamak üzere üretim şirketlerimizdeki fırınların tamirlerinde seramik kaynak metodu kullanılmaya başlanmıştır. Bu tamirlerde edinilen tecrübeler sonucu 1988 senesinden itibaren fırınlarımızın endoskop ile periyodik olarak gözlenmesi ve kritik noktalarının tespiti çalışmalarına başlanmış, fırınların içlerinin fotoğrafları çekilmiş, videoya kaydedilmiş ve bir raporlama sistemi kurulmuştur.

1989 Aralık ve 1990 Şubat aylarında ise, tamamen topluluk içi çalışmalarımız sonunda geliştirilen harç püskürtme yöntemi ile Soda Sanayii A. Ş. I no'lu fırınında sıcak tamir ön denemesi yapılmış, daha sonra 1990 senesi Ekim ayında Paşabahçe Cam Sanayii A. Ş. 9 no'lu fırınında başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

Tamir sonrası fırın içi kontrol sonuçlarına dayanarak yöntemin beklenileni verdiği söylenebilir. Yöntemin ileriye dönük geliştirilmesi topluluğumuza büyük yararlar sağlayacaktır.

1. GİRİŞ

Son 10 yılda, refrakter imalatçısı firmalar arasındaki sürekli yarış, malzeme kalitelerinin artmasına ve yeni malzeme türlerinin piyasaya çıkmasına sebep olmuştur. Cam imalatçısı firmalar arasındaki rekabet de cam maliyetinin düşürülmesi buna karşın kalitesinin arttırılması yönünde olmuştur.

Günümüzde cam kalitesi göz önünde bulundurularak, fırından kampanya süresince birim alandan çekişin arttırılması ve fırın ömrünün mümkün olduğunca uzatılmaya çalışılması fırınların önemini ön plana çıkarmıştır.

Cam eritme kapasitelerinin artması ve aynı zamanda uzun ömür beklentisi fırınların periyodik olarak gözlenmesi, kritik noktalarının tespit ve vakt geçirilmeden tamirini gündeme getirmiştir.

1987 yılında Topkapı Şişe Sanayii A. Ş. D fırınında 2 port arası AZS duvarın çökmesi sonucu fırın durdurulma noktasına geldiğinde "Seramik Kaynak Metodu" ile sıcak tamir yapan yetkili firma çağırılarak kritik bölgenin tamirata gerçekleştirilmiştir. Bu tamiratta fırının dışarıdan görülemeyen kısımları endoskop ile gözlenerek tamir edilmiştir. Bu tarihten sonra Trakya Cam Sanayii'nce satın alınan endoskop ile 1989 Nisan ayından itibaren Teknik Grupca tüm topluluğumuza hizmet vermeye başlanmıştır. Böylelikle tüm fırınlarımızın halen periyodik gözlemleri yapılmakta, videoya çekilmekte, kritik noktaları fotoğraflanmakta, raporlar yazılmakta ve arşivlenmektedir.

Topluluğumuzda modern anlamda ilk sıcak tamir çalışmalarına, 1978 yıllarında Teknik Genel Müdür Yardımcılığı ve Çayırova Cam Sanayii A. Ş. işbirliğinde HRP (hot reactive projection) adı altında başlanmıştır. Bu yöntem kaynak malzemesinin yakıt ve oksijen ile birlikte tuğla yüzeyine taşınması ve burada erimesi sonucu yüzeye kaynaması esasına dayanmaktadır.

1989 yılından itibaren alternatif sıcak tamir yöntemleri üzerinde çalışmalara tekrardan başlanmıştır.

Ön deneme şeklindeki ilk uygulama Soda Sanayii A. Ş. I no'lu fırınında gerçekleştirilmiştir. Rejeneratör geçiş kemerindeki hasarlı kısmın klasik yöntemler ile tamir edilmesi uzun ve imalatı etkileyeceğinden sıcak tamirin alternatif olarak düşünülen harç püskürtme yöntemi ile yapılmasına karar verilmiştir. Tüm projelerin hazırlanması ve makinanın imalatı 1 ayda bitirilerek 18-28.12.1989 tarihlerinde 1. aşama tamir gerçekleştirilmiş, II. aşama tamir 9-16.2.1990 tarihlerinde fırın ergitme kısmında silica kemer ve L taşları, doghouse ve port boynu sakal taşlarında yapılmıştır.

1-19.10.1990 tarihlerinde de Paşabahçe 9 no'lu fırının rejeneratör geçiş kemerleri aynı yöntemle tamir edilmiştir. Tamirlerde çekilen fotoğrafların en tipik olanları bildirinin sonunda verilmektedir. Bildirimizde önce sıcak tamir yöntemleri hakkında genel bilgi verilecek, sonra da harç püskürtme yöntemiyle yapılan sıcak tamirler anlatılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Fırın ömürlerini arttırmak amacıyla topluluğumuzda ve tüm dünyada, sıcak tamir harçlarıyla uygulamalar yapılmaktadır. Fırın kemerlerindeki oyuklar bu tip harçlarla tuğla ile takviye edilerek dışardan doldurulmaktadır. Ulaşılamayan kısımlar için fırının sıcaklığı düşürülmekte imalat kısmen veya tamamen durdurularak hasarlı kısım onarıldıktan sonra imalata devam edilmektedir. Hasarlı bölgeye fırının içinden ulaşılarak yapılabilecek tamir yöntemleri bu bakımdan daha avantajlıdır.

Fırınların durdurulmadan su soğutmalı borularla tamiri yöntemi ilk olarak Belçika'da Glaverbel firması tarafından kok fırınlarında başlatılmıştır. Laboratuvar bazında yapılan çalışmalardan sonra 1970 yıllarında cam fırınlarında uygulamalara başlanmıştır. Proses kaynak malzemesinin oksijen ile tamir edilecek yüzeye taşınması, püskürtülmesi ve yüzeyde egzotermik bir reaksiyonla meydana gelen yüksek ısı ile refrakter malzemesinin eriyerek yüzeye kaynamasından ibarettir. "Seramik Kaynak" yöntemi olarak adlandırılan ve patentli olan bu yöntem ile 1987'den beri topluluğumuzda birçok fırının sıcak tamiri bu yöntemi uygulamaya yetkili yabancı bir firma

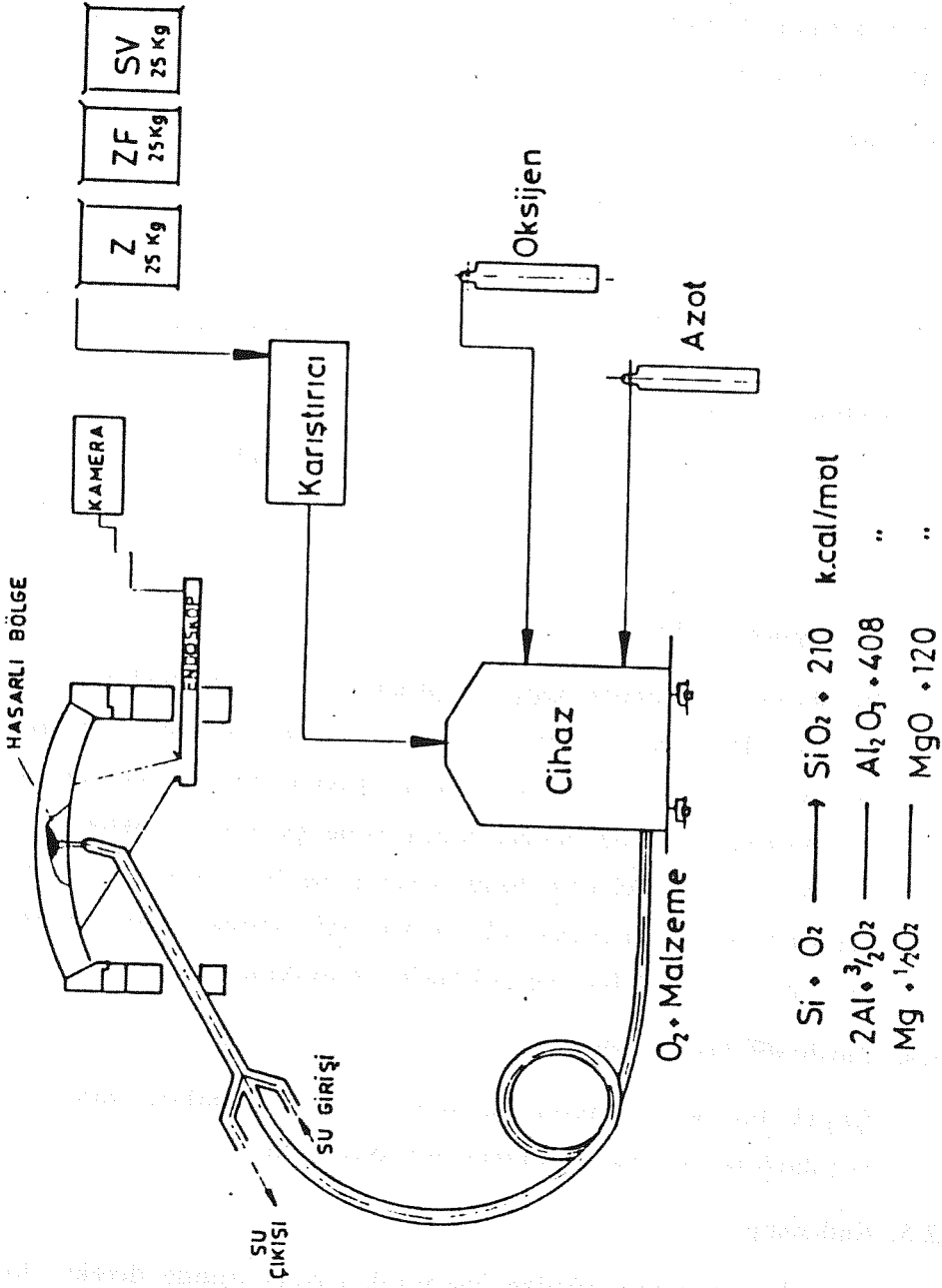
tarafından yapılmıştır (Şekil 1). 1989 yılı başından itibaren fırınların durdurulmadan tamiri için alternatif yöntemler üzerinde çalışmalarımız yoğunlaştırılmış ve Harç Püskürtme Yöntemi adı altında uygulamalar yapılmıştır.

2.1. Harç Püskürtme Yönteminin Tanımı

Harç püskürtme yolu ile sıcak tamir bu amaçlar için imal edilmiş zirkon silikat ve korundumlu zirkon silikat esaslı harçların su ile akıcı kıvama getirilerek tamir edilecek yüzeye hava ile püskürtülmesi sonucu ilk anda ani olarak yüzeyde suyunu kaybederek kaynaması esasına dayanır. Bu tip harçlar 300°C'a kadar kimyasal bağ yapmaktaki olup 400°C'den sonra sinterleşmeye başlamaktadır (Tablo 1).

Tablo 1.

Özellikleri	KULLANILAN HARÇLAR	
	Zirkon Silikat	Korundumlu Zirkon Silikat
Seğer cone	37	35
Ana bileşenler	% 62 ZrO ₂ % 32 SiO ₂	% 56 Al ₂ O ₃ % 25 ZrO ₂ % 12 SiO ₂
Standart tane büyüklüğü (mm)	0-2.5	0-1.2
Bağ tipi	Kimyasal	Kimyasal
Bağ yapma sıcaklığı (°C)	150 - 300	150 - 300
Sinterleşme sıcaklığı (°C)	400	400
Maksimum uygulama sıcaklığı (°C)	1650	1620
Lineer kuru büzülme (%)	± 0.0 (350°C)	± 0.0 (350°C)
Isıtma sonucu büzülme/genişleme (%)	± 0.0 (1400°C)	± 0.0 (1400°C)
Soğukta basınca mukavemet (N/mm ²)	40 (350°C)	15 (350°C)
Bağ yapma sıcaklığında basınca mukavemet (N/mm ²)	46 (1500°C)	30 (1500°C)
Lineer termal genişleme (%)	0.6 (1400°C)	0.6 (1400°C)



Şekil 1: Seramik kaynak yöntemi şematik resmi.

2.2. Sistemin Tanıtılması

Harç püskürtme yöntemiyle sıcak tamir sistemi 5 ana gruptan oluşmaktadır. Bunlar harç, basınçlı karıştırıcı tank, su soğutmalı püskürtücü borular, yardımcı malzemeler ve endoskoptan oluşmaktadır. Şematik resim Şekil 2'de verilmiştir.

2.2.1. Harçlar

Zirkon silikat ve korundumlu zirkon silikat, sıcak tamir harçları 1 mm tane boyutunda olmak kaydı ile su ile akıcı olacak şekilde karıştırılarak kullanılmaktadır. Bazı durumlarda çeşitli katkı maddeleri örneğin, mullit harcı da kullanılmaktadır.

2.2.2. Basınçlı Karıştırıcı Tank

10 bara dayanıklı, harcın sulu olarak beslendiği ve 0-6 bar basınçlı hava kullanılarak tamir edilecek yüzeye gönderildiği karıştırıcı bir tanktır.

2.2.3. Su Soğutmalı Borular

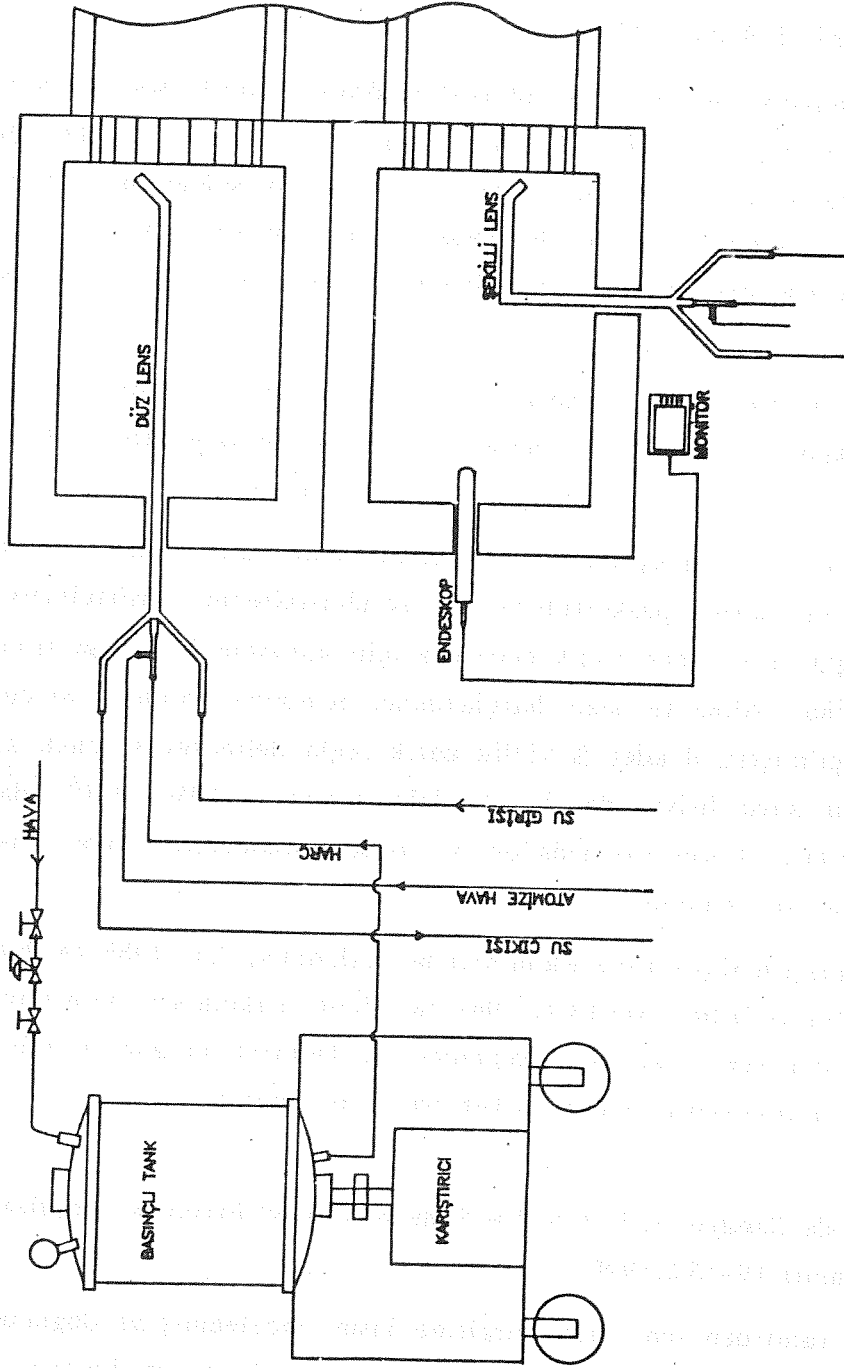
Bu sistem ortasından harç ve havanın ayrı ayrı beslendiği, su giriş ve dönüşünü de içeren 4 adet iç içe borudan oluşmaktadır. 8 bar ve 10 m³/s'lik soğutma suyuna ihtiyaç bulunmaktadır. Yerine göre ve taşıma mesafesine göre harç basıncı 0-6 kg/cm², püskürtme hava basıncı ise 0-3 kg/cm² arasında değişmektedir. Su soğutmalı püskürtücü borular tamir edilecek yere göre çeşitli boy ve şekillerde olmaktadır.

2.2.4. Yardımcı Malzemeler

Çeşitli boy ve ebatlarda su, harç, hava hortumları, vanalar, regülatörler ve manometrelerden oluşmaktadır.

2.2.5. Endoskop

Endoskopun monitöründen izlenerek fırının içinde direkt olarak gözle görülemeyen kısımların tamiraty yapılabilmektedir. Yapılan işlem fotoğraflanmakta ve videoya kaydedilmektedir.



Şekil 2: Harç püskürtme yöntemi şematik resmi.

3. 1989-1990 SENESİ UYGULAMALARI

3.1. Soda Sanayii A.Ş. I No'lu Sodyum Silikat Fırınında Yapılan I. Aşama Tamir (18-28.12.1989)

Kampanya süresi 22 ay olarak öngörülen I no'lu sodyum silikat fırınında 10. ay sonunda rejeneratör geçiş kemeri ve pot boyunlarında görülen hasarlı kısımların bir ara tamir ile sağlamlaştırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, tamirin klasik veya püskürtme şeklinde olabileceği ortaya konmuş ve bu seçenekler karşılaştırılmıştır.

Klasik tamir ile rejeneratör geçiş kemerlerinin tamirati bir port için yaklaşık 6 günlük bir imalat kaybına neden olmaktadır. Ayrıca fırının soğuması refrakter yapıya zarar verebilecektir.

Fırın dışından uygulanan bazı sıcak tamir harçlarının fırın içinden hasarlı kısma püskürtülerek de uygulanabileceği düşünülerek % 95 MgO ihtiva eden bazik malzeme için korundumlu zirkon silikat, zirkon silikat, silika ve bazik harçlarından numuneler alınmış ve denemeler yapılmıştır. 8 adet % 95'lik bazik tuğla delinerek 4 adedi su, 4 adedi cam suyu ihtiva eden harçla doldurulmuş ve 1050-1100°C'da pişirilmiştir. 24 saat sonunda en iyi sonuç korundumlu zirkon silikat harcından elde edilmiştir.

Araştırmalara 1989 Ekim ayında başlanmış, 2.11.1989 tarihinde projeler bitirilmiş ve 18.12.1989 tarihinde makinaların imalatının bitmesinden sonra tamirata başlanmıştır. Tamirat 11 gün sürmüş ve 1600 kg korundumlu zirkon silikat harcı kullanılmıştır

3.2. Soda Sanayii A.Ş. I No'lu Sodyum Silikat Fırınında Yapılan II. Aşama Tamir (9-16.2.1990)

I. tamirden sonra fırın ergitme kısmı incelenmiş ve doghouse kemeri, üstyapı L taşlarının da tamir edilmesine karar verilmiştir. II. aşama sıcak tamir, 7 işgünü sürmüş ve toplam 643 kg malzeme

kullanılmıştır. Tüm sol taraf L taşları zirkon silikat harcı ile doldurulmuştur.

Doghouse kemeri sağ ve sol yatak taşları tamir edilmiş, tüm üstyapı blokları arası ve alınduvarı ile üstyapı yan duvarı birbirine bağlanmıştır.

Ayrıca sol portta açığa çıkan çelik konsolu da korumak için bir miktar harç denemek amacıyla buraya püskürtülmüştür.

Kalan bir miktar harç ile port boynu ergitme ve rejeneratör bağlantılarındaki açıklıklar doldurulmuştur

3.3. Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. 9 No'lu Fırınında Yapılan Sıcak Tamir (1-19.10.1990)

Tüm makina ve teçhizat Soda Sanayii A.Ş.'den ve kullanılacak harç yurtdışından getirtilerek, sıcak tamire 1.10.1990 tarihinde 9 no'lu fırında başlanmıştır. Sıcak tamiri yapılan yerler kullanılan harç miktarı ve tamir süresi Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2.

<u>Yer</u>	<u>Tarih</u>	<u>Harç Miktarı kg</u>	<u>Süre</u>
Sağ 1. port rej. geçiş kemeri	1-4.10.90	425	4 gün
Sol 1. port rej. geçiş kemeri ve port boynu	5-12.10.90 15-16.10.90	1075	7 gün
Sol 2. port rej. geçiş kemeri	12-13.10.90 16-17.10.90	300	4 gün
Sağ 2. port rej. geçiş kemeri sol ayağı	17-19.10.90	75	2 gün
Toplam	1-19.10.90	1975	17 gün

4. SONUÇ

1989 Aralık ve 1990 Şubat ayında Soda Sanayii A.Ş. I no'lu fırında ve Ekim 1990 tarihinde Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. 9 no'lu fırında harç püskürtme yöntemi ile fırın tamirleri gerçekleştirilmiştir.

Sodyum silikat fırınında gerçekleştirilen sıcak tamir, harçların, makina ve teçhizatın ön denemesinin yapıldığı bir uygulama olmuştur. Kritik olan bölgeler tamir edilerek emniyete alınmış, ilk tamirden 6 ay sonra 5.6.1990 tarihinde refrakter malzemelerin fabrikaya gelmesiyle fırın soğuk tamire alınmıştır.

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. 9 no'lu fırında 4 adet rejeneratör geçiş kimeri tamir edilmiş ve kritik noktalar emniyete alınmıştır. Yapılan bu tamir periyodik olarak izlenecek, fotoğraflanarak fırın ömrünü ne kadar uzatabileceği tespit edilecektir. Bu yöntem, işçilik ve malzeme yönünden C fırınının 1990 Ağustos ayında Sêramik Kaynak Yöntemini uygulamaya yetkili firma tarafından yapılan tamiri ile karşılaştırıldığında maliyetin 1/10 oranında daha ucuz olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Sistemi geliştirmeye yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Ayrıca fırınlar-da, diğer yöntemin bizim uyguladığımız harç püskürtme yöntemi ile kıyaslandığında olumlu ve olumsuz yanlarının ortaya çıkabilmesi için her iki yöntemin de pilot düzeyde sınanması yararlı olacaktır.

Konunun topluluğumuz bünyesinde geliştirilmesinin sağlayacağı mali avantajların yanı sıra fırınlarımızın "koruyucu bakım" yolu ile kampanya sürelerinin uzatılmasına ve dolayısıyla m² başına çekilen cam miktarının artmasında katkısı olacaktır.

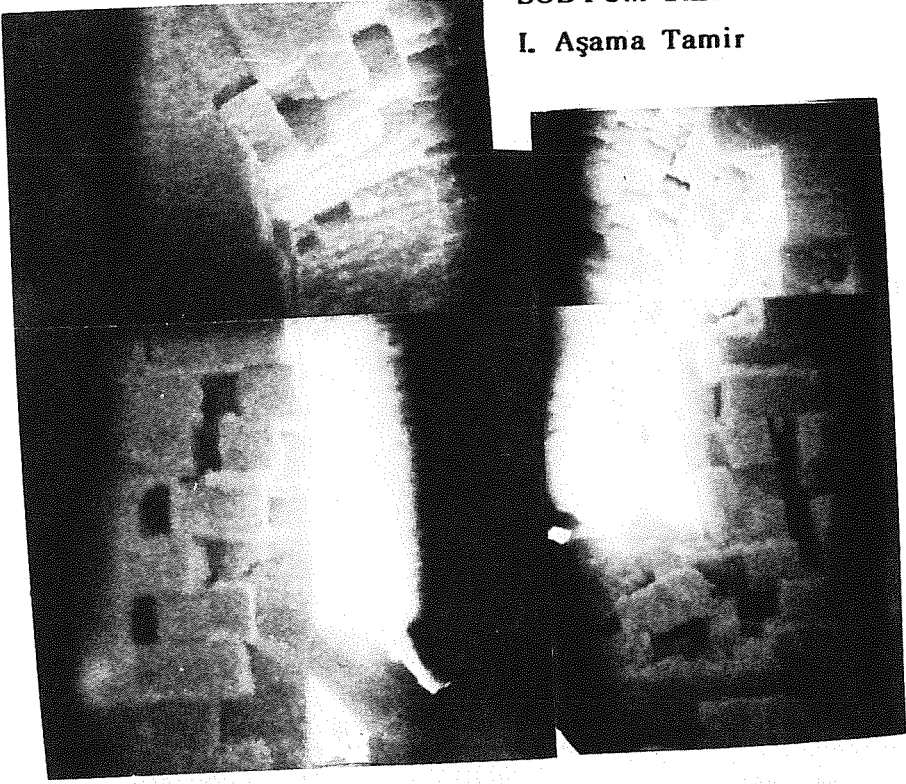
Tablo 3.

<u>HARÇ PÜSKÜRTME YÖNTEMİ</u>	<u>SERAMİK KAYNAK YÖNTEMİ</u>
Malzeme 250 kg x 3.2 \$/kg* x 2751TL/\$ = 2.200.000TL	300 kg x 30 Hfl/kg x 1613TL/Hfl =14.527.000TL
İşçilik** = 1.220.000TL	18.000 Hfl/gün x 1613TL/Hfl =29.034.000TL
Amortisman ve Diğer = 1.880.000TL	
Navlun-Gümrük = -	14.527.000 x 0.35 =5.084.900TL
Konaklama ve Yol Giderleri = -	29.034.000 x 0.15 =4.355.100TL
	<u>53.001.000TL</u>
	<u>5.300.000TL</u>

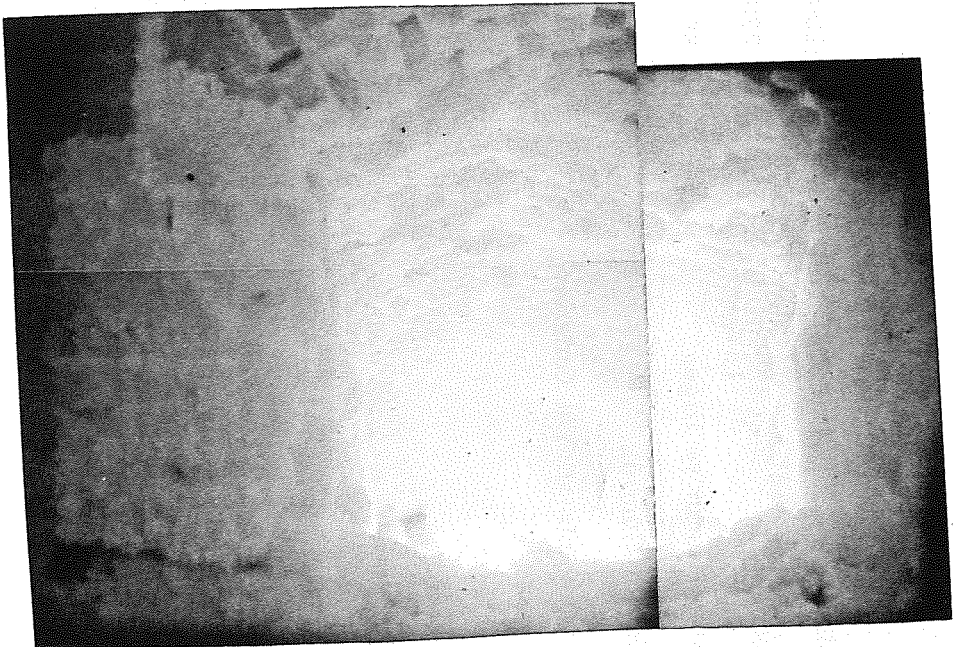
* : Döviz kurları 19.10.1990 1 Hfl: 1613TL, 1\$: 2751TL olarak alınmıştır.

* : Harç Püskürtme Yöntemi : 2 Mühendis, 1 Usta başı, 4 Duvarcı
Seramik Kaynak Yöntemi: 1 Grup Lideri, 4 Duvarcı

SODYUM SİLİKAT FIRINI
I. Aşama Tamir



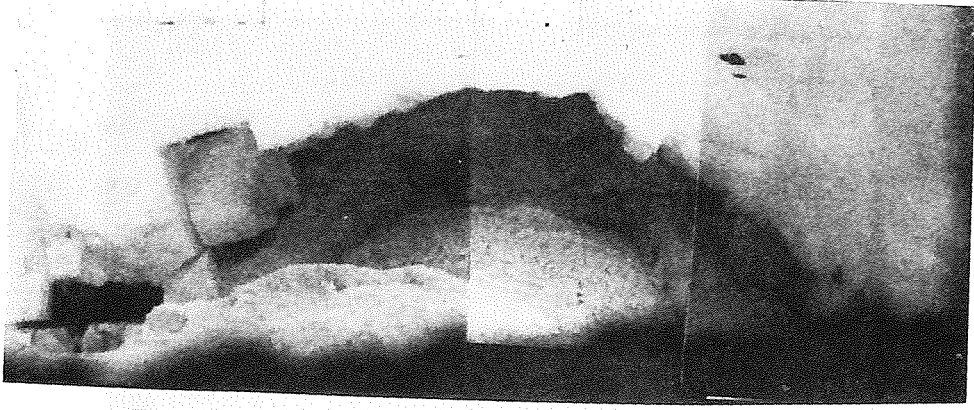
Tamirden Önce



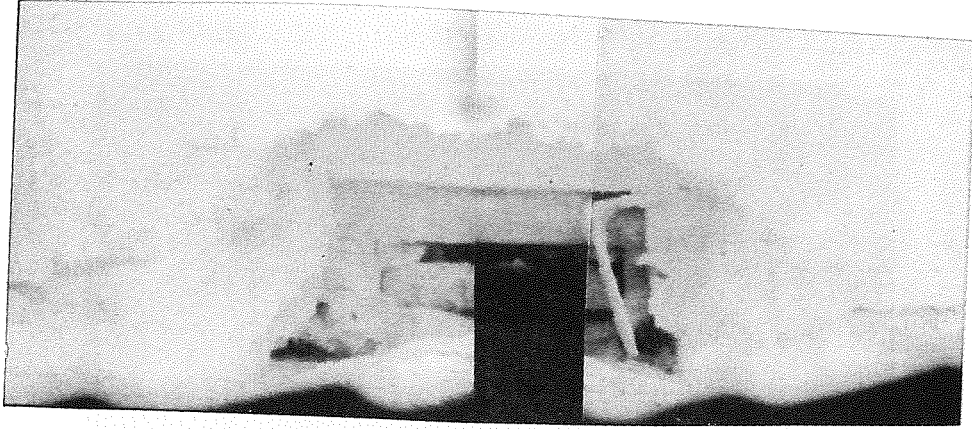
Tamirden Sonra

SODYUM SİLİKAT FIRINI

II. Aşama Tamir



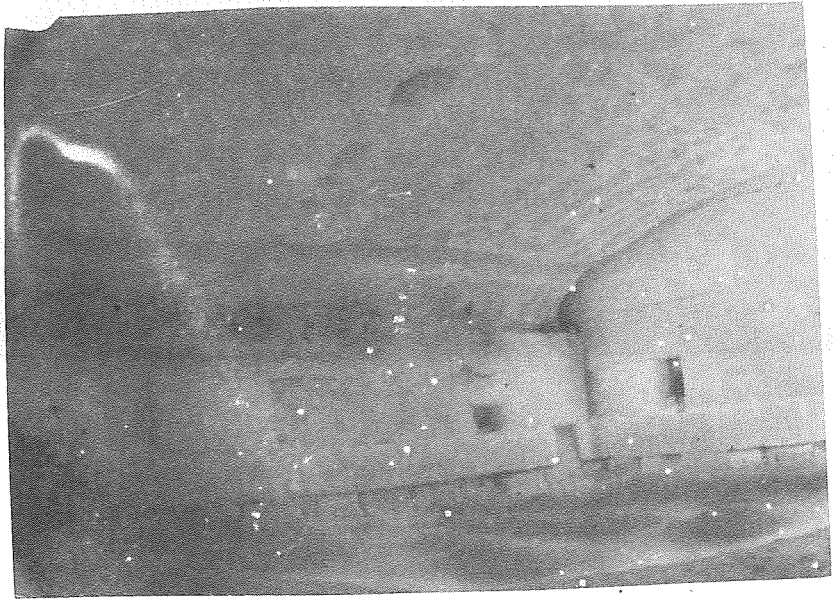
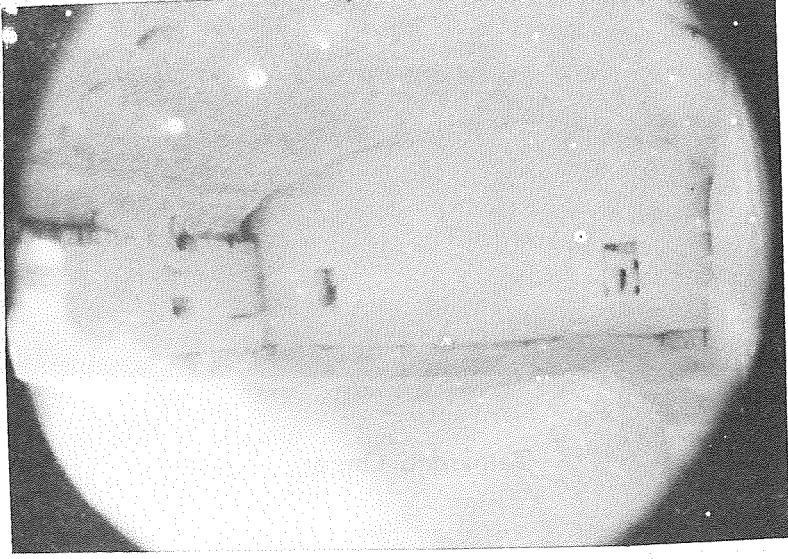
Tamirden Önce



Tamirden Sonra

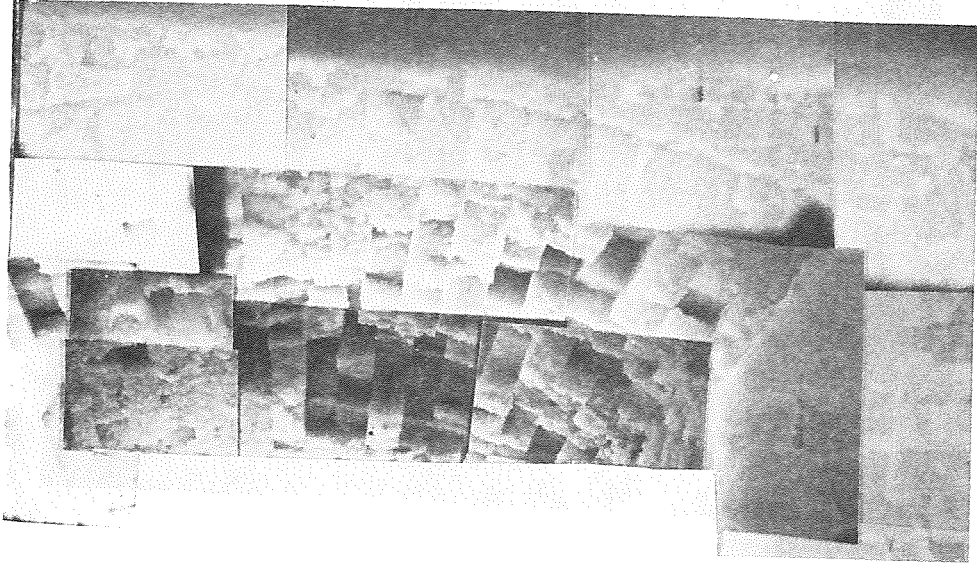
SODYUM SİLİKAT FIRINI

II. Aşama Tamir



Tamirden Sonra

PAŞABAĞÇE 9 NO'LU FIRIN



Tamirden Önce



Tamirden Sonra

SODYUM SİLİKAT FIRINI KAMPANYA SONU



DOGHOUSE (Hasarlı Bölgesi)



DOGHOUSE'DAN ALINMIŞ ÜZERİNDE HARÇ BULUNAN
AZS BLOK KESİTİ

GENEL MÜDÜR
ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU
KAPATIŞ KONUŞMASI

Çok değerli arkadaşlarım,

Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.'nin gerçekten çok müstesna temsilcilerine, cama can katan kardeşlerim, sizlere gönül dolusu teşekkürler etmek istiyorum. Çünkü bugün bize burada kelimelerle ifade edilemeyecek kadar güzel ve de mutlu bir gün yaşattınız. Bu teşekkürü sadece kendim adına değil, şu anda iş yerlerimizde bulunan 20.000 kişi adına da etmek istiyorum. Hakikaten bugün sunulan bildiriler uluslararası düzeydeki bildirilerdi. Ve belki onların da ötesinde...Onların da ötesinde olduğunu rahatlıkla söyleyebiliyorum, çünkü son fuarlarda arkadaşlarımla sunmuş olduğu bildirileri de yakından izleme fırsatını buldum.

Bu seneki bildirileriniz geçen seneye mukayese edildiğinde, daha da geliştirilmişti, daha da fazla amaca yönelik olarak hazırlanmıştı. Ve de arkadaşlarımla bilimsel duygularını tatminden ziyade Şirketimizin problemlerinin çözümüne katkıda bulunacak bildiriler hazırlamışlardı.

Bugün artık Şişecam'da maliyetler konuşuluyor, tasarruflar konuşuluyor ve geliştirilecek olan yöntemler konuşuluyor. Hepsinden daha da güzeli üretici kuruluşlardaki arkadaşlarım, araştırmacı kuruluşlardaki arkadaşlarımdan gelip daha fazla katkıda bulunmalarını istiyorlar ve de kendilerini buna açıyorlar. Bu Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.'de çalışanların, üreticilerin ve araştırmacıların ne kadar yüksek bir düzeye ve bilince ulaştıklarının en güzel göstergesidir. Gerçekten kutlarım sizleri.

Fakat arkadaşlar, olay burada bitiyor mu? Maalesef bitmiyor. Bugün dünden iyiyiz, ama yarın da dünden iyi olmak zorundayız. Ve iyilik işaretlerini de her geçen gün biraz daha fazla görüyorum. Şişecam çok hızlı bir gelişme

gösterdi, büyük aşamalar yaptı ve de bugün dünyanın sayılı kuruluşları arasına geldi. Ama yoruldu. Kolay değil, 55 yıllık mazi içerisinde büyük bir çaba gösterip bu düzeye gelebilmek her babayiğidin işi de değil. Muhakkak bir yerde yorulacaksınız, duraksıyacaksınız ve ondan sonra alacağınız hız ve güç içerisinde yeniden aşamalar yapacaksınız. Görüyorum ki son birkaç sene içerisinde yaşadığımız durgunluk dönemini üzerimizden atıyoruz. Atıyoruz ve de atmak mecburiyetindeyiz. Çünkü artık piyasalar, artık rakiplerimiz acımasızdır arkadaşlar. Eskiden o da üç kuruş para kazansın, o da karnını doyursun, aman yıkılmasın diye yardımlar yapılıyordu. Bugün herkes, çok açık ve seçik söylüyorum arkadaşlar, bugün herkes her rakip bir diğerini yok etme çabası içerisinde. Hedef seçiyor, ben falanca ülkedeki falanca kuruluşu yok edeceğim diyor. Bu kadar amansız bir mücadele içerisindeyiz ve bizim de acımasız olmamız gerekir. Başka türlü ayakta kalmanın da çaresi kalmamıştır. En güvendiğiniz kendisine her türlü imkanları tanıdığımız bir numaralı bayiniz, sizi arkanızdan vuruyor ve bir fabrika kurmaya kalkıyor. 15 gün önce oturmuşsunuz, kendisine yeni yeni imkanlar sağlamak için görüşmeler yapıyorsunuz, o da size teminatlar veriyor. Fakat 15 gün sonra öğreniyorsunuz ki aynı fabrikayı o kurmaya kalkıyor. Hatta ve hatta içimizden bizi vuranlar çıkıyor. Biliyorsunuz çok talihsiz olaylar yaşadık. Neşteri atarken biz de sıkıntılar çektik. Bunlar zamanında atılması gereken neşterlerdi, maalesef bizlere bırakıldı.

Arkadaşlar, başarılı olmak için illa yaşatmak mecburiyetinde değiliz. Bazı kuruluşlarımızda görüyorum bazı ünitelerimiz var yaşamıyor, yaşama şansı da yok. Ama arkadaşlarım diyorlar ki ben burayı kapatırsam, başarısız olurum. Hayır olmazsın, bilakis başarılı olursun. Bunun da örneklerini yaşadık. Çünkü başarılı olamayacağımıza inandığımız bir konuyu çeşitli atraksiyonlarla götürmenin çaresi yoktur. Bugün İstanbul Porselen kapanmıştır. İstanbul Porselen 5 sene önce tedbiri alınsaydı bugün kapanmayacaktı. Ama İstanbul Porselen'in bilançosuna bakarsanız her sene kârlıdır. İstanbul Porselen 31 yıllık kuruluşu içerisinde iki sene fon yaratmıştır. Ama üzerine gidilmemiştir. Teknoloji alınmadan, prodüktiv yapılmadan hiçbir kuruluşun ayakta durma şansı yoktur arkadaşlar.

Bugün Türkiye'ye giren Çin porseleninin haddi hesabı yoktur. Evet, bu da bir faktör olmuştur. Çok önemli bir faktör olmuştur. Ama bu bardağı taşıran son damla olmuştur. Esas yangın, esas olay içerdedir. Ama bu da zaman içerisinde bir şekilde halledilecektir.

1991 sanayide zor bir yıl arkadaşlar. Diyeceksiniz ki Adnan Çağlayan her sene çıkıyor, önümüzdeki sene çok zor diyor. Hakikaten zor yıl. Zaten hiçbir yıl ötekenden daha iyi gelmiyor. Duvarlar tamamen yıkıldı, rekabet sonsuz. Açılış konuşmasında da söyledim, eskiden bir politikamız vardı. Efendim, duvarların arkasında rekabet yok, ithalat yasak, biz fiyatlarımıza zam yapıyoruz, kârımızı yapıyoruz. Bu dönem bitmiştir.

Artık fiyatlara zam yapma imkanımız dahi yoktur. Türkiye'de enflasyon % 60, devalüasyon oranı da Mark bazında % 30-35 olmasına rağmen, bizim zam yapma imkanımız çok kısıtlıdır arkadaşlar. Çünkü dünyada fiyatlar düşüyor, yükselmiyor. Nasıl mücadele edeceğiz? Mücadelenin yolu içeride güçlü olmaktır. Bu da maliyetlerin düşürülmesinden, prodüktivitenin artırılmasından geçer. Ve bu nedenle de bütün arkadaşlardan, sadece üretici arkadaşlarımdan değil, Genel Holding merkezindeki muhasebecisinden tutun kapıda duran arkadaşımıza kadar herkesten prodüktivitesini artırmasını istiyorum. Ve bu yıl da asgari % 10 prodüktivite artırılmasını istiyorum. Bunun yöntemleri vardır. Ve bunların hepsinin büyük bir kısmını da siz biliyorsunuz. Kapıda duran odacıdan prodüktivitesini artırmasını istiyorum arkadaşlar. Kapının önünde dikilip durmasını istemiyorum. İçeriye gireni de karşılamasını istiyorum, son gideceği yere kadar götürmesini de istiyorum. Çayını da, kahvesini de getirmesini istiyorum. Artık fazla eleman çalıştırmaya tahammülümüz yoktur arkadaşlar. Evvelki gün Cumhurbaşkanı Mülkiyeliler Birliğinin toplantısında "Bugün devlete bir kişi alırken otuzbeş sene bu adamı sırtınızda taşımak üzere alıyorsunuz" dedi. Bu ne yapıyor? Dinamizm denen olayı ortadan kaldırıyor. Evet çalışırsa, başarılı olursa, ben onu otuzbeş sene de sırtımda taşıyım, helali hoş olsun. Ama o garantiyi bilmemesi lâzım.

Bizim şu ana kadar başarılı olamadığımız birkaç konumuz var arkadaşlar.

Bunlardan bir tanesi stokların kontrolü. Stokların asgari düzeye indirilmesi konusunda beklediğimiz başarıyı sağlayamadık, ama gelişmeler olmadı mı? Oldu. Geçen sene ben arkadaşlara bazı hedefler vermiştim. Büyük ölçüde yaklaşıldı. Fakat stoklarda tam bir başarıya ulaşamadık.

İkincisi, işçilik tasarruflarında tam bir başarıya ulaşamadık. Artık şunu sormamız gerekiyor. Ben de dahil olmak üzere nedir benim bu müesseseye katkım? Neden ben bu müessesenin bordrosu üzerinde yer alıyorum? Niye bana her ay bu parayı ödüyorlar? Bu soruyu hepimizin teker teker kendimize sormamız lâzım. Bunu özellikle rica ediyorum arkadaşlar. Ve hepimizin kendi çapımızda, açış konuşmamda söylediğim gibi bir araştırmacı, geliştirmeci olmamız lâzım. Hepimizin bu müesseseye katkıda bulunması lâzım.

Bir hatıramla, bu akşamı mutlu bir şekilde kapamak istiyorum. Birkaç ay önceydi bir dergiden geldiler, görüşme yapıyoruz. Zannediyorum Finans Dünyası dergisi. Dediler ki "Siz İş Bankasından geldiniz. İş Bankalılık ruhu diye birşey var. Nedir bu?" Dedim ki "Bunu anlatmak, tarif etmek mümkün değil, bunu yaşamak lâzım. Bu öyle bir duygudur ki, birdenbire insana gelir yerleşir ve kolay kolay içinizden atamazsınız. Olaylarla birlikte gelişir". "Peki Şişecamlılık ruhu var mı?" Dedim ki "Bende daha başlamadı ama arkadaşlarımda olduğunu çok iyi biliyorum. Çünkü bazı olayları yaşadım ve özellikle bazı kuruluşlarımızda yaşadığımız grevler oldu. Bu grevler sırasında o müessesenin başındaki arkadaşlarımdan ne denli kahrolduklarını gözlerimle gördüm, kulaklarımla şahit oldum ve bunlar da bana en azından gösterdi ki bizim müessesemizde bir Şişecamlılık ruhu vardır".

Aradan vakit geçti. Düsseldorf fuarına gittik. Arkadaşlarım bana dediler ki "Bugün bir tebliğimiz var, dinlemek ister misiniz?" Zevk olur, şeref olur benim için" dedim, ve gittik. İçeriye girdiğimizde arkadaşlar, çok büyük bir salon, salonda Gülçin arkadaşımız Alpaslan'la birlikte hazırladığı tebliği uluslararası platformda İngilizce olarak sunuyor. Dinleyiciler, sempozyuma katılanlar doktor ünvanlı, profesör ünvanlı, camın içinden gelmiş, orada oturduğuna göre boşuna oturmuyor, derya kişiler. Herkes büyük bir dikkatle dinliyor. İşte o anda benim de kalbime bir damla düştü. Ve de Şişecamlı olmanın ilk

belirtisini o gün gördüm arkadaşlar.

Geçenlerde yine bunalmış günlerimizden bir tanesi. Yönetim kurulu bitmiş, bazı sıkıntılarımız var. Türkay Ergun arkadaşımız saat 7.30'da nefes nefese kapıya vurdu, içeri girdi. "Efendim teşekkür ederim" dedi. "Hayrola ne oldu" dedim. "Bugün Yönetim Kurulunda Trakya Cam'ın kârlarıyla ilgili bir karar almışsınız, bizi çok rahatlattı, çok mutlu etti, size teşekkür ediyorum". Belki bu sizler için fazla birşey ifade etmeyecek ama benim için çok önemli bir gelişimdi bu arkadaşlar. Ve o kalbime düşen damlayı daha da yaymaya başladı.

Yine sizin için belki çok ufak birşey ama bunu hissedene, yaşayan, o andaki duyguları bilen ancak takdir edebilir, eminim sizlerin de başından geçmiştir. Birgün gene basından gelecekler, görüşme yapacağız. Alev arkadaşım dedi ki "Aman efendim kolunuzdaki o stres bileziğini görmesinler". Hakikaten bu çok ufak birşey belki, ama bu beni çok duygulandırdı. Demek ki birbirimize bağlanmışız, demek ki birbirimizle aynı duyguları, aynı hisleri paylaşıyoruz.

İşte böyle arkadaşlar, hepimize Şişecam'lık ruhu içersinde tekrar teşekkür ediyorum. Başarılarınızın devamını diliyorum. Sağolun, varolun.

The first part of the book is devoted to a general history of the United States from its discovery to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period. The colonial period is characterized by the struggle for independence from Great Britain. The revolutionary period is marked by the American Revolution and the establishment of the new government. The federal period is the history of the United States as a nation.

The second part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery of the continent to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period. The colonial period is characterized by the struggle for independence from Great Britain. The revolutionary period is marked by the American Revolution and the establishment of the new government. The federal period is the history of the United States as a nation.

The third part of the book is devoted to a detailed history of the United States from the discovery of the continent to the present time. It is divided into three periods: the colonial period, the revolutionary period, and the federal period. The colonial period is characterized by the struggle for independence from Great Britain. The revolutionary period is marked by the American Revolution and the establishment of the new government. The federal period is the history of the United States as a nation.

6. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

7 Aralık 1990

Destek Reasürans T.A.Ş.

PROGRAM

10.00-10.10 SUNUŞ

GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN AÇIŞ KONUŞMASI

I. OTURUM (10.10-11.10)

Başkanlık: Kâmil BAŞKAŞ - Atilla DİDİN

Erol ERGÜN

10.10-10.30 Cam Ambalaj Üretiminde Oksidan Madde Olarak CeO_2 Kullanımı

Alpaslan ERENTÜRK - Gülçin ALBAYRAK

TŞCF AŞ, Araştırma Müdürlüğü

10.30-10.50 Borosilikat Cam Fırınında Üretim Randımanını Artırma Çalışmaları

Cahit ERKAL - Şeref KIRAN - Levent KAYA

Teknik Cam Sanayii A.Ş. TŞCF AŞ, Araştırma Müdürlüğü

10.50-11.10 I No'lu E-Camı Fırınında Üretimi Artırmak İçin Yapılan Teknolojik Düzenlemeler

Bayram DEMİRCAN

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

11.10-11.40 Çay Arası

II. OTURUM (11.40-12.40)

Başkanlık: Yıldırım CANBERK - E. Yeşim KAYA

11.40-12.00 Otomatik Züccaciye ve Cam Ambalaj Üretiminde Camın Koşullandırılması

Metin OĞUZ

TŞCF AŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

- 12.00-12.20 Züccaciye Fırınlarında Forehearth'da Cam Renklendirmesi
Dr. Ali ALTINER - M. Metin ASAR
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
- 12.20-12.40 Modern Hammadde Stok, Nakil ve Harman Hazırlama Tesisi
Uygulaması
Bahattin ÖKTEN Asuman ERKİN
TŞCFAŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
Müdürlüğü
- 12.40-14.30 Yemek (Destek Reasürans T.A.Ş. Yemek Salonu)

III. OTURUM (14.30-15.30)

- Başkanlık: Yücel CANDEMİR - Hasan ÖZER
- 14.30-14.50 Çift Cam Ünitelerinde Performans Artırmak İçin Gaz Kullanımı
A. İlkay ÇATALOĞLU - N. Sevil BATUR
Cam İşleme Sanayii A.Ş.
- 14.50-15.10 Cam Fırınlarında Taşınan Madde (Carryover) Tespitleri
Sabahattin GÜNCELER - Engin OCAK
TŞCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü
- 15.10-15.30 Feldspatlarda İri Tanenin Cam Kalitesine Etkisi
Bülent ARMAN - Hale HAYBAT
TŞCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü
- 15.30-16.00 Çay Arası

IV. OTURUM (16.00-17.00)

- Başkanlık: Gürol DEMİRKOL - Metin ÜNLÜER
- 16.00-16.20 Rejeneratör Tasarımı ve Dolgu Malzemelerinin Seçiminde Rol
Oynayan Faktörler
Hüseyin UZUN
TŞCFAŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

- 16.20-16.40 H-28 Pres-Üfleme Makinalarında Periyodik Bakım Uygulamaları
Ahmet OKAN
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
- 16.40-17.00 Harç Püskürtme Yöntemi ile Sıcak Tamir Uygulamaları
(1989-1990)
M. Atilla İÇLİ - V. Hilmi AKINCI
TŞCFAS, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
Dr. Baha KUBAN - Ferhan TOPÇUOĞLU
TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü
- 17.00 Kapanış
- 17.30-19.30 Kokteyl (Destek Reasürans T.A.Ş. Yemek Salonu)

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ
(Soyadına Göre Alfabetik Olarak Sıralanmıştır)

(A)

AKAY, Mustafa (AC)
AKIN, Sevinç (SC-ARŞ)
AKINCI, Ahmet (CE)
AKINCI, Alpaslan (SC)
AKINCI, Hilmi (SC-PTHM)
AKMAN, Tuncer (CY)
AKMAZ, Fehiman (SC-ARŞ)
AKMORAN, N. Esra (SC-ARŞ)
AKVİRAN, Muammer (KC)
ALACA, Hatice (SC-ARŞ)
ALBAYRAK, Gülçin (SC-ARŞ)
ALİMOĞLU, Zeki (PB)
ALPAY, Yurdakul (SC)
ALPAYKUT, Osman (CI)
ALPSAR, Dilek (SC-PTHM)
ALTINAY, Oktay (PB)
ALTINER, Dr. Ali (KC)
APAK, Dr. Günay (CA)
ARMAN, Bülent (SC-ARŞ)
ASAR, Metin (KC)
ATIKHAN, Gökhan (TR)
AVŞARCAN, Gülser (SC-ARŞ)
AYAYDIN, Tankut (SC-ARŞ)
AYDIN, Dr. Eşref (SC-ARŞ)
AYDIN, Ferit (TK)

AYDIN, Kemal (CE)
AYDIN, Yaşar (PB)
AYKUL, Kâzım (CY)
AZERİ, Gülsüm (CS)

(B)

BAHÇUVANOĞULLARI, Erdoğan (PB)
BALPINAR, Ali (TC)
BAKHANA, Selçuk (SC)
BAŞAKAR, Abdülkadir (SC-PTHM)
BAŞARAN, Dr. Metin (FD)
BAŞKAŞ, Kâmil (PB)
BATUR, N. Sevil (CI)
BAYHAN, Nilgün (CE)
BAYKARA, Nilgün (SC-Hİ)
BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)
BERKEM, Metin (PB)
BOLCAN, Dilek (SC-ARŞ)
BOYACIOĞLU, Ömer (CI)
BOZKURT, Dr. Rüştü (SC-PEAM)
BÜYÜKATLI, Hatice (TR)

(C)

CANBERK, Yıldırım (AC)
CANDEMİR, Yücel (TK)
CANSEVER, Ahmet (CY)

CEBECİOĞLU, Ergül (PB)

CEBECİOĞLU, Tahir (PB)

(Ç)

ÇAĞLAYAN, Adnan (SC)

ÇAKMAKLI, Tuğkent (PS)

ÇATALOĞLU, A. İlkay (CI)

ÇAVDAR, Taner (PB)

ÇİFTÇİ, Vahit (CY)

ÇİL, Hasan (SC)

ÇİZMECİ, Emin (TK)

ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)

DEMİRKOL, Gürol (TC)

DENİZ, Ahmet (CY)

DERÇİN, Ömer (CY)

DİDİN, Atilla (CE)

DOĞANLARLI, Suat (KC)

DÖKME, Yusuf Turan (AC)

(E)

ELÇİ, Nurettin (TK)

ELDEMİR, Ali (KC)

ELİBOL, Mustafa (PB)

ELTUTAR, Zeynep (SC-ARŞ)

ERDAL, Tarık (SC-ARŞ)

ERDEM, Ceyda (SC-PEAM)

EREN, Ahmet (KC)

ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)

ERGÜL, Hasan Tahir (SC-MM)

ERGÜN, Erol (TR)

ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)

ERKAL, Cahit (TC)

ERKİN, Asuman (TK)

EROĞLU, Mehmet (SC-ARŞ)

EROĞLU, Ramazan (TR)

ERSOY, Ertuğrul (CY)

ESEN, Erkut (SC-ARŞ)

EVRENTOK, Oral (AC)

(F)

FEKE, Hadi (CMK)

(G)

GİRİŞMEN, Süreyya (CY)

GÖÇTÜ, Ruhiye (CE)

GÖKER, Doğan (AC)

GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)

GÖNENÇ, Bora (CP)

GÜL, Hayrullah (TR)

GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)

GÜMRÜKÇÜ, Atilla (CM)

GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)

GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)

GÜNEY, Yalçın (TC)

GÜVEN, Mehmet Emin (CE)

(H)

HAKSÖZ, Orhan (TK)

HAYBAT, Hale (SC-ARŞ)

HÜRKAN, Zühal (SC)

HÜRPEK, Yasemin (KC)

(İ)

İÇLİ, Atilla (SC-PTHM)

İLİSU, Cemal (PB)

(K)

KALIPÇI, Ali (PB)

KARABİYİK, Celil (TR)

KARABULUT, Dr. Ömer (SC-ARŞ)

KAVRAKOĞLU, Prof. Dr. İbrahim (SC)

KAYA, Hikmet (SC-ARŞ)

KAYA, Levent (SC-ARŞ)

KAYA, Yeşim (KC)

KEÇECİOĞLU, Selçuk Aslan (TC)

KERESTECİOĞLU, Ayşe (SC-ARŞ)

KILIÇALP, Nurettin (CM)

KINLI, Ersin (SC-ARŞ)

KIRAN, M. Şeref (TC)

KONAL, Hasan (CE)

KÖSEKUL, Neşe (CE)

KÖŞDERE, Zeki (TR)

KUŞCULUOĞLU, Sema (SC-EM)

KUT, Dr. Ateş (SC-PTHM)

KUTAY, Coşkun (CE)

KUTLU, Zekai (TC)

(M)

MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)

MASMANACI, Ayşegül (CY)

METİN, Lokman (PB)

MİSOĞLU, Tuğrul (SC-PTHM)

(O)

OCAK, Engin (SC-ARŞ)

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)

OKAN, Ahmet (KC)

OLTULU, Kenan (CM)

ORAN, Mustafa (SC-ARŞ)

(Ö)

ÖKTEN, Bahattin (SC-PTHM)

ÖNDER, Ruhsar (KC)

ÖNER, Ahmet Turan (TR)

ÖNSEL, Lâle (SC-ARŞ)

ÖRS, Ateşhan (TK)

ÖZAYDIN, Murat Celal (TC)

ÖZCAN, Akif (SC-ARŞ)

ÖZCAN, Mustafa (TK)

ÖZDURMUŞ, Semih (TR)

ÖZER, Hasan (CI)

ÖZER, Selçuk (PB)

ÖZHAN, Canan (TK)

ÖZMERDİVEN, Ümit (TR)

ÖZÖĞREN, Ender (TR)

ÖZSOY, M. Uran (SC)

(P)

PARLAR, Hüseyin (SC-ARŞ)

PEKER, Güngör (TR)

PEKER, İlhan (TR)

PINARLI, Mehmet (CY)

(R)

RABUŞ, Mehmet (PB)

(S)

SAĞLAM, Celâl (TC)

SAĞLAM, Zafer (CY)

SANDER, Faruk (SC-ARŞ)

SANER, Zeynep (PT)

SARAÇ, Dr. Yusuf (SC-ARŞ)

SENGEL, Hande (SC-ARŞ)

SERT, Esat (CY)

SOYMAN, Figen (PB)

SÜTLÜPİNAR, Hüsnü (CY)

(Ş)

ŞAHİN, Hasan (SC-PTHM)

ŞAHİN, Seyit (SC)

ŞARDAĞ, Haluk (SC-PTHM)

ŞENKÜR, Cüneyt (SC-ARŞ)

ŞENTÜRK, Hikmet (SC-İM)

(T)

TALA, Melek (TC)

TAN, Ufuk (CE)

TELATAR, Semih (CY)

TEOMAN, Dr. Yıldırım (SC-PTHM)

TOKMAK, Ersan (KC)

TOPÇUOĞLU, Ferhan (SC-ARŞ)

TOPRAKLI, Aydın (SC-ARŞ)

TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)

(U)

UĞURLU, Günay (SC-PTHM)

ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)

ULUFER, Sinan (PB)

ULUKAN, Ziya (SC-PTHM)

ULUTAN, Tamer (SC-PTHM)

USER, İsmail (SC-ARŞ)

UZ, A. Taner (PB)

UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜER, Metin (CY)

ÜNSAL, Atilla (SC-PTHM)

(V)

VARDAR, Saadettin (CE)

VATANSEVER, Salih (CY)

(Y)

YALÇINKAYA, Muhammet (KC)

YAMAÇ, Nilay (SC-ARŞ)

YARAMAN, Alev (SC)

YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)

YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)

YENİGÜN, Teoman (PB)

YIĞIT, Vural (CP)

YULUĞ, Hüseyin (CMK)

YÜCESOY, Deniz (SC-EM)