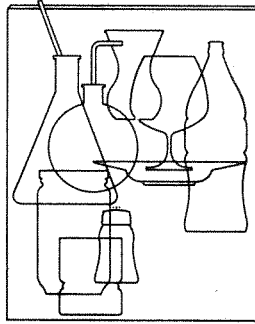


# 5



## ◆ CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

8 ARALIK 1989 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 Fırınlarnn'nın Fiziksel Model Yöntemi İle İncelenmesi 1  
Lale ÖNSEL-Zeynep ELTUTAR

E-Camı Üretiminde Kullanılan Reküperatif Fırınlarnn'nın  
Isıtılması 2  
Ahmet AKINCI

Port Altı Ateşlemeli Fırınlarda Yakma Havasının Oksijenle  
Zenginleştirilmesi 18  
Dr. Ali ALTINER-Levent KAYA

Camın Kimyasal Dayanıklılığı 34  
Orhan ÇORUMLUOĞLU

Üretim Planlamada Kişisel Bilgisayar Kullanımı Tek Hatlı  
Ve 300 Ürünlü Float Cam Örneği 54  
Çetin AKTÜRK-Hayrullah GÜL-Ahmet Alper CAN

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Kristal Asit Parlatma Tesisi  
İşletme Koşullarının Optimizasyonu 67  
Orhan ÇORUMLUOĞLU-Figen SOYMAN-Osman MELİKOĞLU

Fırın Tamirlerinde Proje Planlama Ve Kontrol Etkinliğinin  
Artırılması 87  
Esat SERT



Oto Pres Kalıplarında Çalışma Ömrünün Uzatılması Ali ELDEMİR-Osman ÖZTÜRK	104
Mevcut Sack Düz Fırınının Üretim Performans Eksikliklerinin Giderilerek Kaliteli Ve Randımanlı Çalışma Yapılması Erol ERSÖZ-Tuğrul YAZICIOĞLU	115
Enstrümantal Analiz Teknikleri Alpaslan ERENTÜRK	129
Ayna Üretiminde Hata Kaynaklarının Etkin Bir Proses Kontrol İle Önlenmesi A. İlkey ÇATALOĞLU-N. Sevil BATUR	154
Otomatik Üretim Hatlarında Bilgisayar Yardımıyla Üretim Miktar Ve Kayıplarının Hesaplanması Sonuçların Anlık İzlenmesi Ali ÖZABACI-Engin BİLSEN	165
TEKNİK GENEL MÜDÜR YARDIMCISI ALEV YARAMAN'IN SEMPOZYUMU KAPATIŞ KONUŞMASI	171
GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU KAPATIŞ KONUŞMASI	178
EKLER	
Sempozyum Programı	I
Sempozyuma Katılanların Listesi	IV
Listede Kullanılan Kısaltmalar	IX
Yazar Dizini	X





## ÖNSÖZ

Şirketimizin 50. kuruluş yıldönümüne tarih düşerek başlattığımız "CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU" nun 5 yıldan beri kesintisiz sürdürülebilmesinin; işletme uygulamaları ile teknik ve bilimsel yaklaşımların birleştirilerek hep birlikte paylaşılmasıyla gerçekleştirilebileceğine olan inancımız

8 ARALIK 1989

tarihinde yapılan "5. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU" ile bir kez daha kanıtlanmıştır.

5 yıl sonra gene aynı heyecan ve ilginin devam etmesi, katılım oranının daha da artmış olması ayrı bir kıvanç kaynağı oluşturmaktadır. İnanıyoruz ki bu sempozyumların, Topluluğumuz içerisinde etkin bir bilgi iletişimine, sistematik düşüncenin her boyutta gelişmesine ve yerleşmesine katkıları olmaktadır.

Sempozyumda yer alan bildiriler daha öncekiler gibi kitap kapsamında derlenerek kıymetli bir belge olarak Topluluğumuz hizmetine sunulmaktadır.

Şirketimizin teknolojiye verdiği büyük önemin göstergesi olan bu sempozyumların sürdürülmesinde ve giderek uluslararası düzeylerde yapılması yolunda bize hedef göstererek teşvik eden başta Genel Müdürümüz Adnan Çağlayan olmak üzere tüm ilgililere ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunuyoruz.

TEKNİK GRUP



**GENEL MÜDÜR**  
**ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU**  
**AÇIŞ KONUŞMASI**

Çok değerli arkadaşlarım,

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'nin düzenlediği **5. Cam Problemleri Sempozyumuna** hoş geldiniz. Hepinize katkılarınızdan dolayı şimdiden teşekkür etmek istiyorum.

Bildiğiniz gibi dünya bugünlerde süratle değişme aşamasına gelmiş bulunmaktadır. 20. yüzyılın son 10 yılı içerisinde dünyada çok önemli gelişmelere şahit oluyoruz. Ekonomik ve siyasi dengelerde çok önemli değişikliklerin olduğunu; sınırların ve yıkılmaz denem tabuların yıkıldığını görüyoruz. Ekonomik dengeleri belirleyen teknoloji üstünlüğünün Atlantik, Pasifik ve Avrupa medeniyetleri arasında inanılmaz derecede önemli ve yoğun bir rekabet ortamı yaratmakta olduğunu görüyoruz. Ülkelerin refah düzeylerini belirleyen, ülkelerin gücünü simgeleyen sanayi kuruluşları arasında teknolojik üstünlükten kaynaklanan çok önemli bir rekabetin sürdürülmekte olduğunu görüyoruz.

Tüm dünya her savaşta bir kazananın ve bir de kaybedenin olacağını bilmektedir. Fakat gerçek amaç şüphesiz kazanmaktır. Kazanmak için de en önemli güç, en önemli öğe teknik ve teknolojik ilerlemelerdir. Bu nedenle Toplumumuzun teknik gücünün sergilendiği, teknik arkadaşlarım arasında bilgi, görgü, deneyim aktarmalarının sağlandığı cam sempozyumlarının 5.sinin bugün düzenlenmiş olmasından ayrıca gurur duyduğum gibi bunu düzenleyen arkadaşlarıma, daha sonra tebliğ verecek olan arkadaşlarıma ve katılmak lütunda bulunan tüm arkadaşlarıma bir kez daha teşekkür etmek istiyorum.

Sizlerin de bildiği gibi Şirketimizin geleceğinde teknik eleman potansiyelimizin ve bu elemanlarımızın bilgi düzeyinin çok önemli bir rolü vardır. Ancak teknoloji ile, sadece teknoloji ile değil üstün teknoloji ile ve üstün teknolojinin uygulanmasıyla önümüzdeki yıllardaki yarışa hazırlanabileceğiz. Yeter ki neye ihtiyacımız olduğunu bilelim, neyi başarmak zorunda olduğumuzu iyi tanımlayabilelim. Daha parlak bir geleceğe nasıl hazırlanabiliriz hep birlikte bunu düşünelim ve artık hayal gücümüzü zorlamaya başlayalım. Çünkü görüyoruz ki dünyada artık olaylar hayal gücünün de ötesinde süratle ve yeniliklerle gelişmektedir. Bilelim ki değerli arkadaşlarım, bugün içinde bulunduğumuz düzeyi korumamız geriye gitmemizle eş anlamlıdır. İleriyeye gidebilmek için üstünde bulunduğumuz bisikletin pedallarını hızlıca çevirmek mecburiyetimiz vardır. Durduğumuz anda, yerimizi koruyalım dediğimiz anda gerilemek durumuna düşeceğiz. Ancak teknolojik düzeyin üstünlüğü ve zaman içinde, zamanla yarışarak teknolojinin yerleştirilmesi ilerlememizin en önemli temel unsurunu teşkil edecektir. Ancak teknolojik düzeyin gelişmesiyle işçilikteki tasarruflarımız, maliyetlerdeki azalmalarımız, kalitemizin yükselmesi ve dünya piyasalarında büyük yerler tutabilmemiz mümkün olacaktır. Bu nedenle değerli arkadaşlarım meydan okurcasına hedefler koyalım ve bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için gerekli stratejilerimizi tespit edelim.

Rekabetin dinamik gücünü, Şirketimizin tüm faaliyetlerine aktarmak mecburiyetindeyiz. Ürünümüzün pazar payını artırmak, kalitesini yükseltmek, maliyetlerini düşürmek temel amaçlarımız arasında yer almaktadır. Bunu yapacak olan güç sizlerdedir. Bunu açık ve kesin bir şekilde ifade ediyorum ki teknik ve teknoloji birikimi olan arkadaşlarım sayesinde bu sorunlar, bu hedefler rahatlıkla aşılabilecektir.

Unutmayalım ki değerli arkadaşlarım, teknoloji bütün üstünlüğüne, bütün güzelliğine rağmen sadece ve sadece insanın katkısını ve insanın rolünü üstlenememektedir. Burada insan faktörü her zaman büyük bir önem kazanmaktadır. Teknolojik üstünlük için bilgi üretelim, bilgi yaratalım, bilgiyi yaya-

lım ve bilgiyi uygulayalım; ancak böylece teknoloji yarışında rakiplerimizle başa baş gelme durumunda oluruz.

Değerli arkadaşlarım; Türkiye Şişe ve Cam Fabrikalarının 5 yıl arka arkaya ara vermeksizin böyle bir sempozyumu düzenlemesi bile Şirketimizin teknolojiye ne kadar büyük bir önem verdiğini, teknoloji konusunda nasıl dünyaya açık olduğunu, ne kadar cesur olduğunu göstermesi bakımından da gerçekten çok önemlidir. Bu nedenle semineri düzenleyen tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum, tebliğ verecek olan arkadaşlarımı şimdiden kutluyorum ve bilgi yarışında, bilgi edinmek için burada bulunan tüm arkadaşlarıma da teşekkür ediyor ve bir dahaki yıllarda bu seminerin uluslararası düzeyde olması temennisiyle hepinize teşekkür ediyorum.



## CAM FIRINLARININ FİZİKSEL MODEL YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Lale ÖNSEL-Zeynep ELTUTAR

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

### ÖZET

Cam fırınlarında üretimi artırmak, yükseltmek ve yakıt tasarrufu sağlamak amacı ile yapılan tasarım değişikliklerinin veya tümü ile yeni fırın tasarımı uygulamalarının denenebilmesi için modelleme yöntemi kullanılmaktadır. Fırındaki hareketleri doğrudan izleme olanağı veren fiziksel modellerle, üretimi aksatmadan ucuz, hızlı ve etkin bir araştırma yapılabilir. .

Fiziksel modellerde fırın koşullarının uyarlanması ve model sonuçlarının fırın boyutunda değerlendirilmesi için fırın-model ilişkisinin saptanması gerekmektedir. Bu bağlantı, model çalışmalarına baz olan benzeşim teorisi esaslarına göre kurulmaktadır. Geometrik boyutların saptanması, camın özelliklerini yansıtan model sıvısının seçimi ile sıcaklık ve hız gibi parametrelerin belirlenmesinde söz konusu benzeşim kriterlerinden yararlanılmaktadır.

Araştırma Müdürlüğü bünyesinde cam içi konveksiyon akımlarını izlemek için oluşturulan fiziksel modelleme yöntemi ile fırın tasarımına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Fırın boyutlarının değiştirilmesi, baraj, bubbler, karıştırıcı veya su soğutucu gibi yardımcı sistemlerin fırın kapasitesi, cam kalitesi ve enerji tasarrufu açısından etkileri, kurulan fırın modelleri ile incelenmektedir. Bu bildiride değişik amaçlarla yapılan model çalışmaları da örnek olarak incelenmiş ve fiziksel modelleme yöntemi ile elde edilen sonuçlar fırın uygulamaları ile birlikte değerlendirilmiştir.

**NOT:** GİZLİLİĞİ GEREKTİREN ÖZGÜN BİLGİLERİ KAPSAMAST NEDENİYLE. BU BİLDİRİNİN

BASILMASI SAKINCALI GÖRÜLMÜŞTÜR.

## E-CAMI ÜRETİMİNDE KULLANILAN REKÜPERATİF FIRINLARIN ISITILMASI

Ahmet AKINCI

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Dünyada E-camı üretiminde kullanılan reküperatif fırınlar yapı olarak diğer tip cam üreten fırınlara oranla farklılıklar içermektedir. Dolayısıyla ısıtılmaları sırasında izlenen yol biraz daha farklıdır. Bu tür fırınların ısıtılması kemer refrakterlerine göre değil taban ve yan bloklarda bulunan ve daha kritik malzeme olan dense chrome malzemeye göre gerçekleştirilmektedir. Bu malzeme, üretim yönteminden dolayı soğukta mekanik direnci düşük ve ısıl şoklara karşı son derece duyarlıdır. Bu nedenle ısıtılması sırasında büyük dikkat gerektirir. Kemerde ise silis malzeme yerine genişliği düşük, ısıl şok direnci olan mullite refrakter tercih edilmektedir. Bu nedenle ısıtma sırasında fazla müdahale gerektirmemektedir. Dünyada sayıları az da olsa rejeneratif E-camı fırınları da bulunmaktadır. Bu tür fırınların ısıtılması kemerde silis malzeme kullanılması nedeniyle farklı bir yaklaşımla yapılmaktadır. Sayıları az olduğundan bu bildiriye yer almayacaktır.

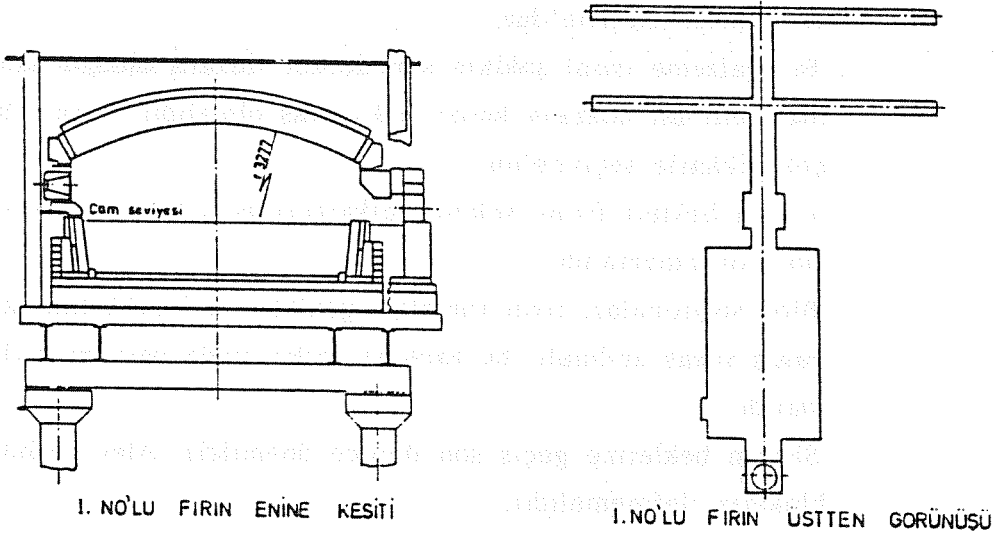
### 1. GİRİŞ

Kompozit malzemelerde kullanılan cam elyafının kompozisyonu olan E-camı dünyada büyük oranda reküperatif fırınlarda (Unit-Melter) üretilmektedir. Bu tip fırınların ısıtılmasına örnek olarak Cam Elyaf Sanayii A.Ş. 1 no'lu fırınında 1988 Eylül ayında yapılan ısıtmadan bahsedilecektir.



## 2. FIRININ TANITILMASI

Cam Elyaf Sanayii A.Ş. 1 no'lu fırını, Unit-Melter tipi metal reküperatörlü bir fırındır. Eritme bölgesi  $27 \text{ m}^2$  eritme alanına sahiptir. Dizayn kapasitesi 15 Tcam/gün olarak verilmektedir. Eritme yan blokları 10 cm kalınlığında dense-chrome, arkasında back-up olarak dense-zircon malzemedir. Taban döşemesi ise 7.5 cm kalınlığında dense-zircon'dan oluşmaktadır. Yine eritme bölgesinde throat'tan hemen önce tek sıra halinde 5 tane Pt malzemeden yapılmış bubbler vardır ve bu bölgede taban döşemesi 15 cm kalınlığında dense-chrome malzemeden oluşmaktadır. Fırın kemeri 2 bölgeye olup 30.5 cm kalınlığında mullite tuğlalardan yapılmıştır. Yan bloklar 12.5 cm kalınlığında şamot ve 11.5 cm kalınlığında izolasyon tuğlasıyla (IFB), kemer ise 11.5 cm kalınlığında izolasyon tuğlasıyla izole edilmiştir. Taban paving'in altında 7.5 cm std. Zircon, 20 cm şamot malzeme ile izolelidir (Şekil 1).



Şekil 1.

Eritme bölgesi cam derinliği 56 cm'dir. Yanma, fırının iki tarafında

yerleştirilmiş sürekli yanan 11'er tane fuel-oil bekiyle sağlanmaktadır. Harman beslemesi fırının sol tarafındaki 0.6 m<sup>2</sup> alanındaki dog-house' dan yapılmaktadır. Dinlenme bölgesi 1 m<sup>2</sup> alanındadır ve ısıtma L.P.G. ile yapılmaktadır. Taban ve yan bloklar dense-chrome, kemer mullite' dir.

Forehearth 6 bölgeden oluşmaktadır. Bunların 2 tanesi dağıtım, 4 tanesi ise çalışma bölgeleridir. Taban ve yan bloklar dense-zircon olup üst yapı mullite malzemedir. Üretim 4 çalışma kanalı altında bulunan 24 tane bushing'le yapılmaktadır.

### 3. ELYAF FIRINI ISITMASININ TEMEL İLKELERİ

Rekuperatif elyaf fırını ısıtmasında dikkat edilmesi gereken temel ilkeler kısa başlıklar halinde şöyle özetlenir:

- . Isıtma yapılırken sıcaklığı gözetilen malzeme yan blok refrakteri olan dense-chrome'dur.
- . Bu malzeme ısısal şoklara son derece duyarlı olduğundan ısıtma hızı belli bir noktaya kadar çok yavaş olmalıdır. Isıtma bekleri çok dikkatle seçilmelidir.
- . Isıtma bekleri fırına sokulup çıkartılırken fırın sıcaklık ve iç basıncı oynamamalıdır.
- . Blok soğutmalar, fırın tuğlaları genişmesini tamamladıktan sonra yavaş yavaş açılmalı, bu zamana kadar tuğla battaniye ile yalıtılmalıdır.
- . Sistem beklerine geçiş son derece önemlidir. Alev kesinlikle yan bloklara değmemelidir.
- . Fırın kesinlikle boş ısıtılmalı, ısıtma bittikten sonra cam düzeyi skimmer blok hizasına gelene kadar cam telef ya da bilya ile beslenmeli, harman ondan sonra yüklenmelidir.
- . Bubbler havaları ısıtma başlangıcından başlayarak (min.da olmak

üzere) açık olmalıdır.

- . Reküperatör genişmesi dikkatle izlenmeli, metal sıcaklığı tehlike sınırını aşarsa müdahale edilmelidir.
- . Fırın kemerinde çatlamlar başlamadan kemer tiranları gevşetilmemelidir.
- . Bushingler ısıtma ile beraber yerleştirilerek soğutma suları açılmalıdır.
- . Fırın iç basıncı yüksek tutulmalı (4~5 mmSS) ve fırına hiçbir şekilde soğuk hava girmemelidir.
- . Fırın ısıtma öncesi iyice temizlenmelidir. En ufak kırıntının bile üretime geçişte büyük sorunlar yaratacağı kesindir. Cam Elyaf Sanayii A.Ş. 1 no'lu fırını bu ilkeler doğrultusunda ısıtılmış ve yalnızca bir çatlakla-ki bu da sorun yaratmayacak kadar önemsizdir - ısıtma tamamlanmıştır.

#### 4. DENSE-CHROME

Isıtma bu refraktere göre gerçekleştirildiğinden malzeme hakkında kısa bilgiler vermek yararlı olacaktır.

1 No'lu fırında **CORHART**'ın C-1215 dense-chrome malzemesi kullanılmıştır. C-1215 yüksek saflıkta, soğukta mekanik direnci oldukça zayıf bir kromoksit malzemedir. Çok yoğundur ve erimiş camdaki çözünme oranı test edilen tüm diğer refrakterlere göre 1/10 ile 1/100 kadar daha düşüktür. Kromoksitin çözünen çok küçük miktarları bile cama renk verdiğinden kullanım alanı sınırlıdır.

C-1215 Slip-casting yöntemiyle elde edilir. Kompozisyonu,

$Cr_2O_3$  - 93 %

$TiO_2$  - 4

$Fe_2O_3$  - 0.5

Az miktar  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  alkali.

Bulk dansitesi 4.1  $\text{g/cm}^3$

Açık porozite 18 %

Soğukta kırılma direnci 2.39  $\text{Kg/cm}^2$

Isıl iletkenliği 4.6  $\text{W/wk}$

Genleşmesi 1.04 % ( $1300^\circ\text{C}$ )

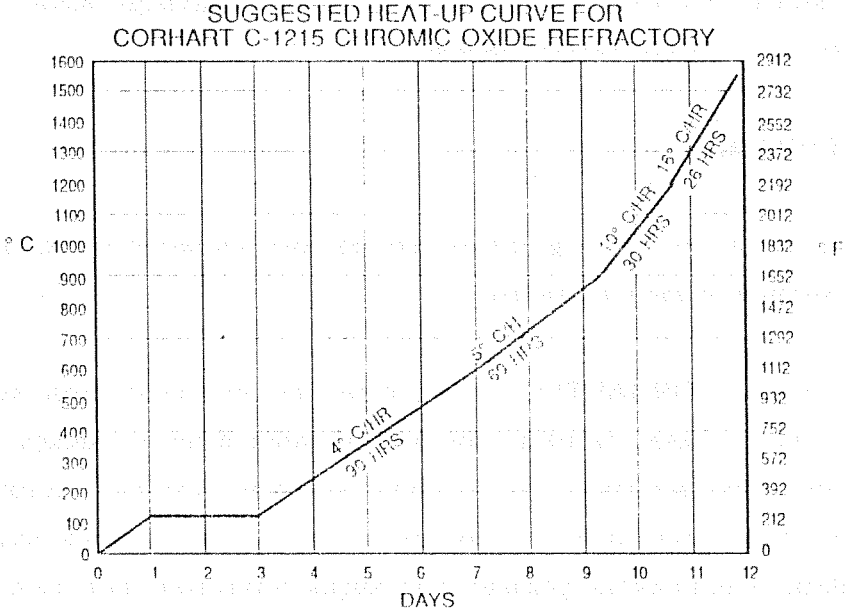
Isıl şok direnci Çok zayıf, ancak çok yavaş ısıtılmak koşuluyla her türlü ısıl gradyana dayanıklı.

Blistering Çok düşük.

Korozyon direnci Çok yüksek.

Taş potansiyeli Çok düşük.

C-1215 için üretici firma tarafından verilen ısıtma eğrisi Şekil 2'dedir.

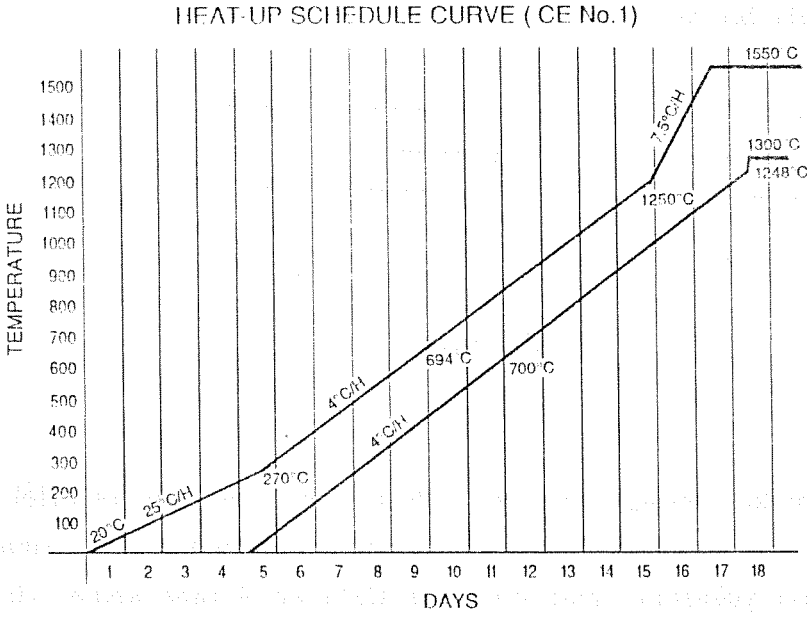


Şekil 2.

## 5. CAM ELYAF SANAYİİ A.Ş. I NO'LU FIRIN ISITMASI

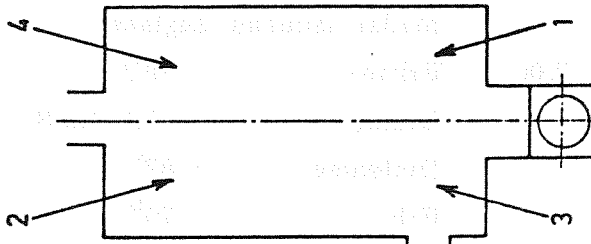
Isıtma eğrisi, NEG 2 no'lu fırın ısıtma eğrisi de dikkate alınarak, refrakter firmasının eğrisinde küçük bir değişiklik yapılarak Şekil 3'deki gibi

belirlendi. Daha yavaş ve sağlıklı bir ısıtma için eğri biraz daha yavaş ısıtma yapılacak biçimde değiştirildi ve ısıtma süresi 16 güne çıkarıldı.



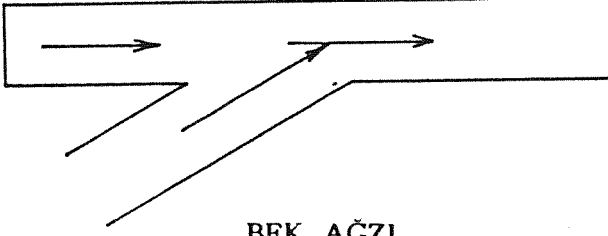
Şekil 3.

Ayrıca başlangıçta refrakter firma tarafından önerilen 2 gün 120°C'de bekleme süresinden vazgeçilerek yavaş bir hızla sürekli ısıtmaya karar verildi. Eritme bölgesinde başlangıçta 2, belli süre sonra 2 tane eklenmesiyle 4 tane sıcak hava beki kullanıldı. Beklerin yerleşim sırası ve konumu Şekil 4'deki gibidir.



Şekil 4.

Sıcak hava bekleri kapasitesi  $Cr_2O_3$  tuğlanın ısıtılması için fırının da boyutları gözönüne alınırsa oldukça fazla olduğundan beklerin kafasına, ısıtmanın ilk kademelerinde gereken düşük sıcaklığı ( $\sim 40^\circ C$ ) sağlayabilmek amacıyla bir aparat takıldı (Şekil 5).



BEK AĞZI

Şekil 5.

Bekler kolaylıkla ileri-geri hareket edebilmeleri amacıyla tekerlekli arabalar üzerine oturtuldu. Kemer yükselmelerini izleyebilmek amacıyla 6 tane kemer yükselme takip cihazı ve CE'a ait 4 tane kemer yükselme cetveli fırın kemerine yerleştirildi. Isıtmanın gelişimi aşağıdaki gibidir:

<u>Gün</u>	<u>Saat</u>	
21.9.1988	15.00	I No'lu bek ateşlendi. Sıcaklık $65^\circ C$
	16.00	II No'lu bek ateşlendi. Sıcaklık $75^\circ C$ , iç basınç 3.8 mmSS. Beklerin düşük sıcaklıklarda çalışmaya uygun olmamaları nedeniyle beklerde sönmeme problemi ortaya çıktı. Çekiş forehearth bacalarından yaptırılarak forehearthın da bek yakmadan ısınması sağlandı.
22.9.1988	7.00	Eritme : $90^\circ C$
		Basınç : 5.0 mmSS
		Dinlenme : $87^\circ C$
		F/H : $70^\circ C$
		Basınç fazla olduğundan bacaların (açmak suretiyle) iç basıncı 4.2 mmSS'na ayarlandı.

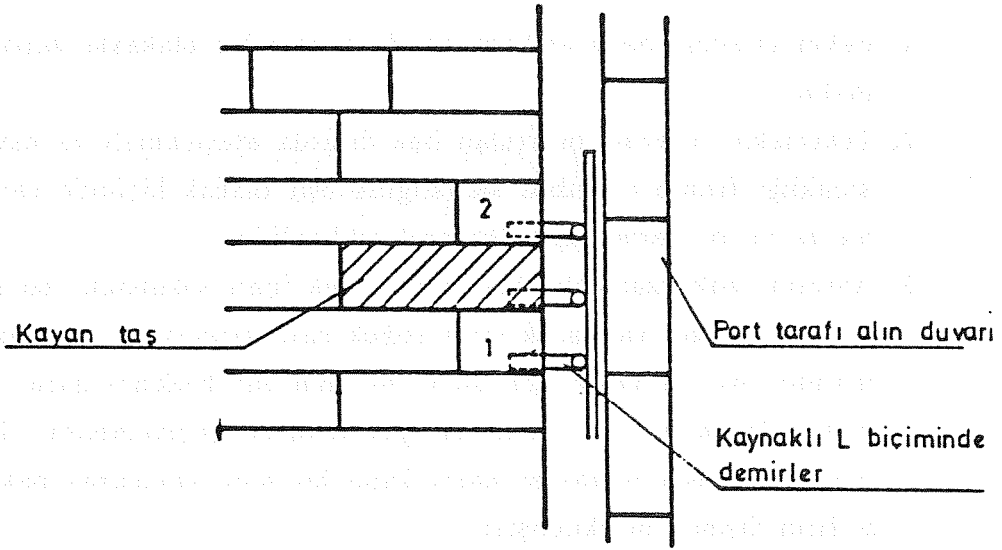
		Isıtma hızı	: 2.5 <sup>o</sup> C/saat
23.9.1988	7.00	Eritme	:140 <sup>o</sup> C
		Basınç	: 4.2 mmSS
		III No'lu bek ateşlendi. Fırın sıcaklıklarında oynama yok. İç basınç 5.0 mmSS çıktı. Bacalar bir miktar daha açılarak 4.2'ye düşürüldü.	
24.9.1988	7.00	Eritme	: 200 <sup>o</sup> C
	9.45	IV No'lu bek yakıldı. Sıcaklık ve basıncı aynı biçimde ayarlandı.	

Burada beklerin fırına sokulması işleminden bahsetmek gerekir. Çünkü bu anda fırında sıcaklık değişimi olmaması (min.), daha önemlisi soğuk hava girmemesi gerekir. Bu nedenle bekler aşağıdaki biçimde fırına sokulmalı. çıkarırken de ters işlemler uygulanmalıdır.

1. Bekin gireceği delik amyant ya da benzer bir plakayla kapatılmalıdır.
2. Tekerlekler üzerine oturtulan bek dışarda ateşlenmeli ve hava sıcaklığı fırının o andaki sıcaklığına eşit olacak biçimde termometre ya da termokuplla kontrol edilmelidir.
3. Amyant plaka kaldırılır kaldırılmaz bek içeri sokulmalı, bu işlem yeterince hızla yapılarak içeri soğuk hava girmesine engel olunmalıdır. Ayrıca bekin ağzı sıcak havanın yan bloklara zarar vermesini önlemek için fırının üst yan duvarını geçmemelidir. Daha iyisi bek ucuna refrakter harcı kaplı bir boru konularak bek ağzı fırın dışında bırakılmıştır.

	1.00	Eritme	: 185 <sup>o</sup> C
		Kemer yükselmeleri başladı. (~1 mm)	
25.9.1988	7.00	Eritme	: 250 <sup>o</sup> C
	9.00	Kemer I seksiyon ilk kama taşında 6 mm kayma görüldü. Bu gece 18 mm'ye 4.00'de	

			27 mm'ye ulaştı.
26.9.1988	7.00	Eritme	: 340°C
		Isıtma hızı	: 4°C/saat
		Kemer yük.	: +2, +6, +7, +6, +4, +5 mm.
			Kayan taşa önlem olarak ilk tiran 1/4 tur sıkıldı. Ancak kayma sürdüğü için taşın alınması denendi. Alınamayınca 1/4 tur tiran yeniden sıkıldı.
	22.00		Kayma 42 mm'ye ulaştı.
27.9.1988	7.00	Eritme	: 430°C
		Kemer yükselmesi:	+8, +11, +7 mm.
		Boyuna	: +10 mm.
			Taşın kesin olarak alınmasına karar verildi ve aşağıdaki hazırlık ve işlemler uygulandı (Şekil 6).

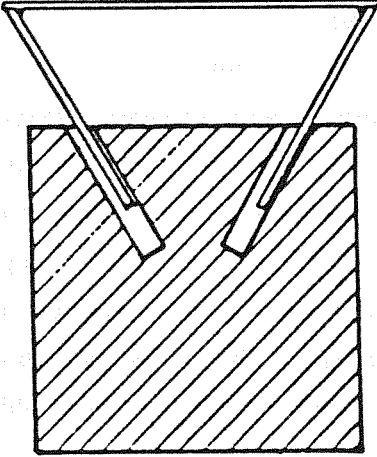


Şekil 6.

1. Kayan taşın ve iki yanındaki küçük taşların altına düşme tehlikesine karşı L biçiminde demirler konarak tiran üzerine kaynatılan bir köşebent tutturuldu.



2. 1 No'lu küçük taş bir L demiriyle yukarı alınarak delik amyant plakayla kapatıldı.
3. Büyük taşta aynı biçimde alınarak taşların üzerine matkapla kanallar açıldı, bu kanallara 2 çubuk kondu ve üstten demirle kaynatıldı (Şekil 7).



4. Taşlar harçlanarak konuldu ve bir çelik halatla askıya alındı.

Şekil 7.

28.9.1988	14.00	Eritme	: 560°C
		Kemer yük	: +12, +15, +17, +17, +13,
			+14 mm.
		F/H	: 300°C
		Kemere ilk müdahale yapıldı ve tiranlar-1 mm olacak biçimde gevşetildi.	
		Fırının içini rahatça gözleyebilmek için Teknik Cam San. A.Ş.'den ısıya dayanıklı camlar alınarak gözetleme deliklerine kondu.	
29.9.1988	10.00	Eritme	: 650°C
		Kemer Yük.	: +15, +18, +19, +21, +17,
			+17 mm.
		Tiranlar-1 mm olacak şekilde gevşetildi.	

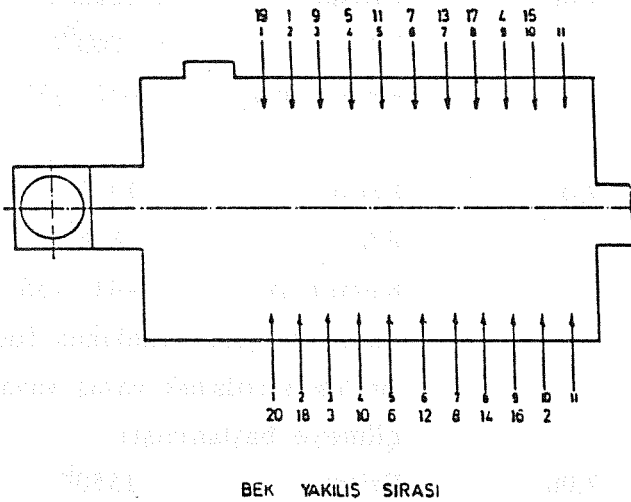
- 30.9.1988 7.00 Eritme : 720°C  
Yan bloklarda hareket gözlenmiyor. Yalnızca sakal taşı-yan blok açıklıkları kapanmak üzere, bekler yükseltildikçe yükselen iç basıncı ve artan reküperatör metal sıcaklığını dengelemek için kapalı durumda olan baca yavaş yavaş açılıyor.
- 1.10.1988 11.00 Eritme : 840°C  
Baca tamamen açık olmasına karşın reküperatör metal sıcaklığı 600°C'yi geçtiğinden önlem olarak damper havası fanı çalıştırıldı. Bu arada reküperatör baca arasındaki soğutma ringi valfı da açılarak alt kısmında bir miktar soğutulması sağlandı. Bu arada yan bloklardan birinde bir çatlak oluştu. Ancak tehlikeli değil.
- 2.10.1988 7.00 Eritme : 930°C  
Kemer yük. : +27, +30, +29, +27, +29, +27 mm.  
F/H : 600°C  
3.00 Kemer yükselme cihazında -1 mm görecekte kemer tiranları gevşetildi. Reküperatör metal sıcaklığı sürekli yükseldiğinden yakma havası valfı % 50 açılarak sıcaklığın yeniden 600°C'den 568°C düşmesi sağlanmıştır.
- 3.10.1988 17.00 Sıcak hava beklerinin kapasitelerinin sonuna gelindiğinden eritme bölgesi ~1070°C'deyken sisteme geçilmesi kararlaştırıldı. Bu kısım krom yan bloklar açısından ısıtmanın en önemli kısmı olduğundan çok dikkat isteyen bir olaydır. Geçiş sırasında aşağıdaki yöntemler uygulandı.

Sisteme geçmeden önce:

- A. Kaçırma havası valfı tamamen açık.
- B. Bek yakma hava klepeleri tamamen kapalı.
- C. Yakma hava fanı emiş klepesi tamamen kapalı.
- D. Yakma havası kontrol valfı tamamen kapalı.
- E. Bek püskürtme havaları beklere bağlanmamış ve vanayla tam açık.

Sisteme geçiş:

Yakma havası fanı, emiş klepesi çok az açık biçimde çalıştırıldı. Gelen hava püskürtme havası borularından elle kontrol edildi. Bu durumda bir süre beklendi. Daha sonra fırın beklere yalnızca motorin ve püskürtme havası uygun oranlarda açılarak yakıldı. Bu anda yakma havası kontrol valfı % 0 konumundaydı ve beklere alev boyu kısa tutulduğundan yan bloklara herhangi bir zarar gelmedi. Tüm beklere yanması sağlandıktan sonra yakma hava valfı % 5 açıldı ve kaçırma havası valfı yavaş yavaş kapatıldı. Beklerin yakılış sırası Şekil 8'deki gibidir.



Şekil 8.

Bu durumda sıcaklık  $1100^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar yükseltildi. Saat 23.00'de sıcak hava beklere çekilmesine başlandı:

- A. Sıcak hava beki aniden çekildi.
- B. Delik, amyant plakayla kapatıldı.
- C. Bek dışarda söndürüldü.

Bu işlemler birbiri ardına ve seri biçimde yapıldı. Bu sırada herhangi bir sıcaklık oynaması olmadı. Saat 24.00, 01.00, 01.30'da bekler arka arkaya çekildi.

Forehearth ise 600°C'den yukarı çıkmadığından 4 kanal başında L.P.G. bekleri yakılarak sıcaklık yükseltilmeye başlandı.

4.10.1988	7.00	Eritme	: 1120°C
		F/H	: 650°C
		Kemer yük.	: +32, +36, +32, +31, +35, +32 mm.
	17.00	Kemer tiranları 2 ve 5 no'lu kemer yük- selmesi -1 mm olacak biçimde gevşetildi.	
5.10.1988	7.00	Eritme	: 1220°C
		F/H	: 700°C
		Kemer yük.	: +32, +37, +32, +36, +33 mm
6.10.1988	7.00	Eritme	: 1390°C
		F/H	: 850°C
		Kemer yük.	: +41, +36, +39, +37, +35
		Bu arada yakıt tankında fuel-oil ve moto- rin karıştırılarak yavaş yavaş fuel-oil'e ge- çilmeye başlanmıştır.	
7.10.1988	7.00	Eritme	: 1550°C
		F/H	: 900°C

Fırında ısıtma sona erdi ve şarjörlerden cam kırığı şarjı başladı. Burada kullanılan cam kırığı önceki kampanyadan kalan ve İnce Öğütme Tesisin-

de  $\sim 4-5$  mm boyutunda kırılarak, temizlenmiş, yıkanmış, kompozisyonu bilinen cam kırığıdır. Şarj miktarı ise şöyledir:

### EK 1

#### Cam Kırığı, Telef ve Harman Şarjı

		1. Şarjör	2. Şarjör
7/10	10.00	45 kg/hr	
	14.00	75	
8/10	01.00	90	
	07.00	100	
9/10	24.00	↓	
	12.00	150	
	17.00	200	
10/10	24.00	↓	
	08.00	230	
	09.00	↓	150 kg/hr
	12.00	210 (kümeleşme nedeniyle)	↓
	14.00	180	180
	15.00	↓	160
	17.00	170	150
11/10	24.00	↓	↓
	17.00	160	160
12/10	24.00	↓	(Telef+cam kırığı beslenmesi)
	14.00	170	170

	15.00	180	180
	20.00	165	↓
	22.00	↓	150
13/10	24.00	↓	↓
	9.00	180	180
	10.00	195	195
	11.00	210	220
	15.00	↓	↓
	21.45	270	270
	24.00	↓	↓
14/10	24.00	Bitiş	Bitiş

(Harman beslemesi)

Forehearth'da ise operasyon sıcaklığına yaklaşıldığından yakma sistemi kontrol edildi. Su ve köpük beklerde ve patlama disklerinde kaçak olup olmadığı yakma hava fanı çalıştırılarak kontrol edildi.

8.10.1988	12.00	F/H sistem bekleri ateşlendi.
	15.00	Fırın iç basıncı 4,2 mmSS'dan operasyon sıcaklığı olan 2,0 mmSS düşürüldü. (0,1°C/saat)
9.10.1988	15.00	Eritme : 1550°C Cam kırığı şarjı devam ediyor.
10.10.1988	7.00	Bubblers kaynamaları sürekli kontrol edilerek halkalar sabit kalacak biçimde havaları ayarlandı. Kemer bloke edildi.
11.10.1988		Rekuperatör sıcaklığı 595°C çıktığından, genleşme cetveli de 105 mm gösterdiğinden kaçırma havası açıldı ve 560°C'ye düşürüldü.
	11.40	Cam düzeyinin throatın tabanına ulaştığı

		görüldü.
12.10.1988		Cam kırığı ve telef şarjına devam ediliyor.
13.10.1988	21.45	Cam düzeyi skimmer bloğun $\sim 2-3$ mm geçmesinden sonra fırına harman şarjı başladı.
	2.30	Cam ilk bushinglere ulaştı ve bushinglerden cam akıtılmaya başlandı.

## 6. SONUÇ

Rekuperatif E-camı fırınlarının ısıtılması kromoksit yan bloklarından dolayı oldukça dikkat isteyen bir olaydır. Belli prensipler özenle uygulanırsa ısıtma fazla sorun yaratmadan gerçekleştirilebilir.

CE 1 no'lu fırın ısıtması bildiride anlatılan ilkeler doğrultusunda yapılmış ve hiçbir önemli kayıp olmadan yalnızca 3. günün sonunda % 80 verime ulaşmıştır. Burada ısıtma sırasında dikkati çeken önemli nokta ısıtma beklerinin bu tip fırın için uygun olmadığıdır. Daha düşük kapasiteli ya da değişik dizaynda beklerle ısıtmanın ilk kademelerinde daha düşük sıcaklıklar elde edilebilirse daha güvenli bir ısıtma yapılabilecektir.

## PORT ALTI ATEŞLEMELİ FIRINLARDA YAKMA HAVASININ OKSİJENLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Dr. Ali ALTINER

Levent KAYA

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

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

### ÖZET

Cam fırınlarında yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi çekiş artışı, enerji tasarrufu, fırın ömrünün uzatılması ve cam kalitesinin geliştirilmesi gibi avantajlar sağlamaktadır.

Oksijen zenginleştirme ile sistemin ısı verimi yükselmektedir. Ayrıca, alev formu karakteristiklerindeki değişim ve fırına verilen yakıt miktarındaki azalma neticesinde üst yapı ve kemer sıcaklıklarında düşme sağlanmaktadır. Oksijen zenginleştirmenin, özellikle port altı ateşlemeli fırınlarda alev ile cam yüzeyi arasında daha oksidan şartlar oluşturması bakımından cam kalitesini geliştirici yönde etkileri de bulunmaktadır.

Kırklareli Cam San. A.Ş. A fırınında 1987 yılı sonlarında başlatılan oksijen zenginleştirme çalışmalarında fırın çekişi yakıt tüketimi, kemer optik sıcaklıkları ve cam kalitesi açısından olumlu gelişmeler kaydedilmiştir. Oksijen zenginleştirmenin bir fırın işletme parametresi olarak yer aldığı A fırınında sözü edilen avantajların daha da geliştirilmesi yönündeki arayışlar sürdürülmektedir.

### 1. GİRİŞ

Toplam enerji girdisinin önemli bir bölümünün tüketildiği cam eritme fırınlarında enerji kullanım etkinliğinin artırılması enerjinin ürün maliyetindeki payı itibariyle büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda fırın tasarımlarında yapılan değişiklikler, daha etkin izolasyon, proses kontrol ve refrakter malzeme kalitesindeki gelişmeler paralelinde birim enerji tüke-



timlerinde önemli oranda düşme sağlanmasına rağmen, fiili değerlerle teorik enerji gereksinimi arasında süregelen fark boyutu itibariyle önemini korumaya devam etmektedir.

Yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi, ısı veriminin daha da iyileştirilmesine yönelik alternatif arayışlar kapsamında,

- . çekiş artışı,
- . enerji tasarrufu,
- . fırın ömrünün uzatılması ve
- . cam kalitesinin geliştirilmesi

gibi avantajları nedeniyle cam endüstrisinde uygulanmaktadır. Oksijen üretim teknolojisindeki hızlı gelişme paralelinde birim oksijen maliyetinin önemli oranda düşürülmesi de bu uygulamayı sözü edilen avantajları ışığında daha cazip bir hale getirmiştir.

## 2. OKSİJEN ZENGİNLEŞTİRME

Yanma en basit anlamda oksijen ve yakıt moleküllerinin kimyasal reaksiyonu şeklinde ifade edilir. Yakıt moleküllerinin oksidasyonu için normal ortam havasının kullanıldığı konvansiyonel yakma sistemlerinde, yanma sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin önemli bir bölümünün inert azot tarafından tutularak sistem dışına taşınması, kullanılabilir enerjiyi azaltmaktadır.

Yakma havasındaki oksijen konsantrasyonu % 20.9'un üzerine çıkartıldığında, azalan azota bağlı olarak alevin radyasyon karakteristiklerinde sağlanan gelişme sonucunda birim gaz hacminden olan ısı akışı miktarı artmaktadır. Bu şekilde yanma sonucu salıverilen ısı enerjisinin daha fazla bir kısmının cama aktarılmasıyla sistemin ısı verimi de yükselmektedir.

## 2.1. Oksijen Zenginleştirmenin Avantajları

Ergitme kapasitesi, fırının ilk boyutlandırma aşamasında sabit dizayn parametreleri ile belirlenmektedir. Ancak, kampanya dönemi içerisinde üretim-pazar ilişkisine bağlı olarak fırın çekişinin fiziksel boyutlarının sınırladığı değerin üzerine çıkartılması ihtiyacı doğabilmektedir.

Fırın çekişi yükseltirirken afinasyon kapasitesindeki sınırlama nedeniyle cam kalitesini belli bir seviyede tutmak zorlaşmaktadır. Bu sebepten, uygun afinasyon şartlarının sağlanması için zaman faktöründeki azalmanın sıcaklık artışı ile dengelenmesi gerekir. Ancak çekiş artırıldığında, ısı transfer etkinliğinin kötüleşmesine bağlı olarak kemer sıcaklıklarının limit değerler üzerine yükselme eğilimi, camın daha kısa süre içerisinde eritilip uygun afinasyon sıcaklığına ısıtılması için gerekli enerjinin fırına verilmesini sınırlamaktadır. Bu itibarla, kullanılabilir enerjinin niceliği kadar cama transfer niteliği de ergitme kapasitesini belirleyen önemli bir faktör olmaktadır.

Oksijen zenginleştirme ile kullanılabilir enerjideki artışa ilaveten ısı transfer etkinliğinin de iyileşmesi fırın çekişinin yükseltilmesine olanak vermekte veya çekiş değeri sabitken aynı kalitede camın daha az enerji kullanımı ile elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Refrakter yapının durumu nedeniyle yeterli seviyede üretimin sağlanmadığı eski fırınlarda oksijen takviyesi ile normal üretim değerlerine ulaşılmakta veya daha da artırılması sağlanabilmektedir.

Cam fırınlarında oksijen uygulaması ile alev formu karakteristiğinde sağlanan değişim ve yakıt miktarındaki azalmaya bağlı olarak kemer sıcaklıkları düşmektedir. Bu şekilde refrakter ömrü açısından önemli bir avantaj elde edilmekte ve çekiş artışı için uygun koşullar oluşturulmaktadır.

Oksijen zenginleştirme, fırın atmosferine duyarlı afinasyon bölgesindeki cam yüzeyi üzerinde  $\text{CO}_2$  ve  $\text{H}_2\text{O}$ 'un kısmi basınçlarını artırır. Bu şekilde stokiometriğe yakın yakma koşullarında bile fırında iyi seviyede bir oksidasyonun sağlanması mümkün olmaktadır.

## 2.2. Oksijen Zenginleştirme Metotları

Pratikte uygulanan oksijen zenginleştirme metotları,

- . oxy-fuel bek,
- . yakma havasının fırın atmosferine girmeden oksijen karıştırılarak zenginleştirilmesi ve
- . alev altı zenginleştirilmedir.

Oxy-fuel bek uygulamasında oksijen ve gaz yakıt, özel bir bek içerisinde ön karıştırma yapılarak fırına verilmektedir. Ancak, oluşan alevin boyutu ve radyasyon karakteristiği itibariyle harman ve cam yüzeyi üzerinde geniş ve uniform bir ısıtmanın sağlanması zor olmaktadır. Bu sebepten oxy-fuel beklerde en etkin ısı aktarımı direkt temas yoluyla gerçekleşmekte, böylece çok lokal bir bölgede ısıtma sağlanmaktadır.

İkinci yöntemde yakma havası fırına girmeden önce oksijen karıştırılarak zenginleştirilmektedir. Bu tarz zenginleştirme ile tüm alevin sıcaklığı yükselmekte ve bek açısının uygun bir şekilde konumlandırılmadığı durumlarda üst yapı refrakterleri olumsuz yönde etkilenebilmektedir.

Alev altı zenginleştirme, port altı ateşlemeli fırınlarda en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Oksijen, su soğutmalı probalar ile alevlerin altına verilerek alevin harman ve cam yüzeyine bakan kısımlarının sıcaklığı yükseltilmektedir. Bu bölgelerden fırın kemerine olan yoğun radyasyon ise alevin daha soğuk olan üst kısımları tarafından tutulmakta, bu şekilde refrakterlerin olumsuz etkilenmesi en aza indirilmektedir.

### 3. FIRIN UYGULAMASI

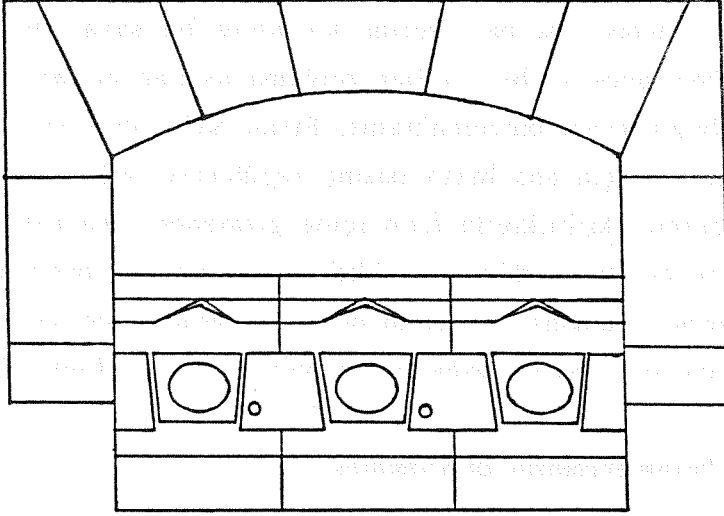
Kırklareli Cam San. A.Ş. A fırınında, yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi kapsamındaki ilk çalışmalara, Araştırma Müdürlüğümüzün de katılımı ile, 1987 yılı sonlarında başlanılmıştır. Oksijen zenginleştirme uygulamasına esas olan A fırını  $32.8 \text{ m}^2$  ertitme alanına sahip olup, nominal dizayn kapasitesi 60 ton/gün'dür. Port altından ateşlemeli fırında yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Kampanya dönemine 1984 yılı Aralık ayında başlayan fırın 5. yılını doldurmuş bulunmaktadır.

A fırınında, yakma havasının zenginleştirilmesinde kullanılan oksijen Trakya Cam San. A.Ş.'den temin edilmektedir. Trakya Cam San. A.Ş.'de float prosesi için azot üretimi esnasında oksijen bir yan ürün olarak açığa çıkmakta, bunun bir bölümü Kırklareli Cam San. A.Ş.'nin ağız yakma ve kesme makinalarında tüketilmektedir. Bu makinaların kullanım kapasitelerinin üzerindeki miktar ise, A fırınında yakma havasının yaklaşık % 1.5'a varan oranlarda oksijenle zenginleştirilmesi için bir potansiyel oluşturmaktadır.

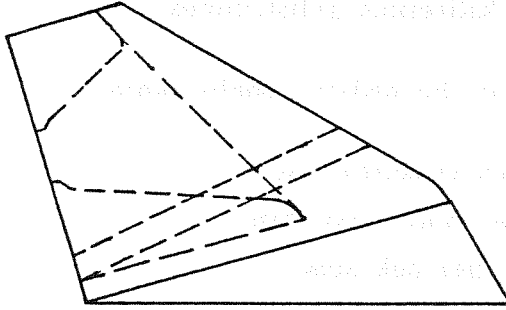
#### 3.1. Oksijenin Fırına Veriliş Şekli

A fırınında oksijen bek ara taşları içerisine yerleştirilmiş su soğutmalı problemler ile alevlerin altına verilmektedir. Portlar altındaki çelik konstrüksiyonun yapısı itibariyle oksijenin bek taşları altından verilebilmesi mümkün olmadığı için bek ara taşlarının, oksijen problemlerinin yerleştirileceği en uygun yer oldukları düşünülmüştür (Şekil 1).

Oksijen problemleri bek ara taşları içerisinde, fırın içine açılan uçları bek taşı ağzının yaklaşık 10 cm altında olacak şekilde  $20^\circ$ 'lik açıda konumlandırılmışlardır. Oksijen problemlerinin uçları, oksijenin istenilen doğrultuda alevlerin altına verilebilmesi için aşağıya doğru tekrar açıldırılmıştır.



Önden Görünüş.



Yandan Görünüş.

Şekil 1: Oksijen probleminin konumu.

### 3.2. Oksijen Tesisatı

Oksijen ana hattan 1 1/2"lik borular ile portlar altına gelmekte ve çelik spiral hortumlarla su soğutmalı oksijen problarına verilmektedir. Oksijenin debisi ana hat üzerine konulmuş bir sayaç ile ölçülmektedir. Sayaç öncesinde ve her oksijen probuna ayrılan hatlar üzerinde manometre bağlantıları bulunmaktadır. Fırına sabit debi ve basınçta oksijen verilebilmesi için ana hatta basınç regülatörü bağlanmış, ayrıca oksijenin içerdiği kirliliklerin fırın içine girmeden tutulması için devreye bir filtre de ilave edilmiştir. Oksijen enversiyonu potlara ayrılan hatlar üzerinde bulunan ve fırının otomatik enversiyon sistemine bağlı olarak çalışan kontrol vanaları ile yapılmaktadır (Şekil 2).

### 3.3. Uygun Parametrelerin Belirlenmesi

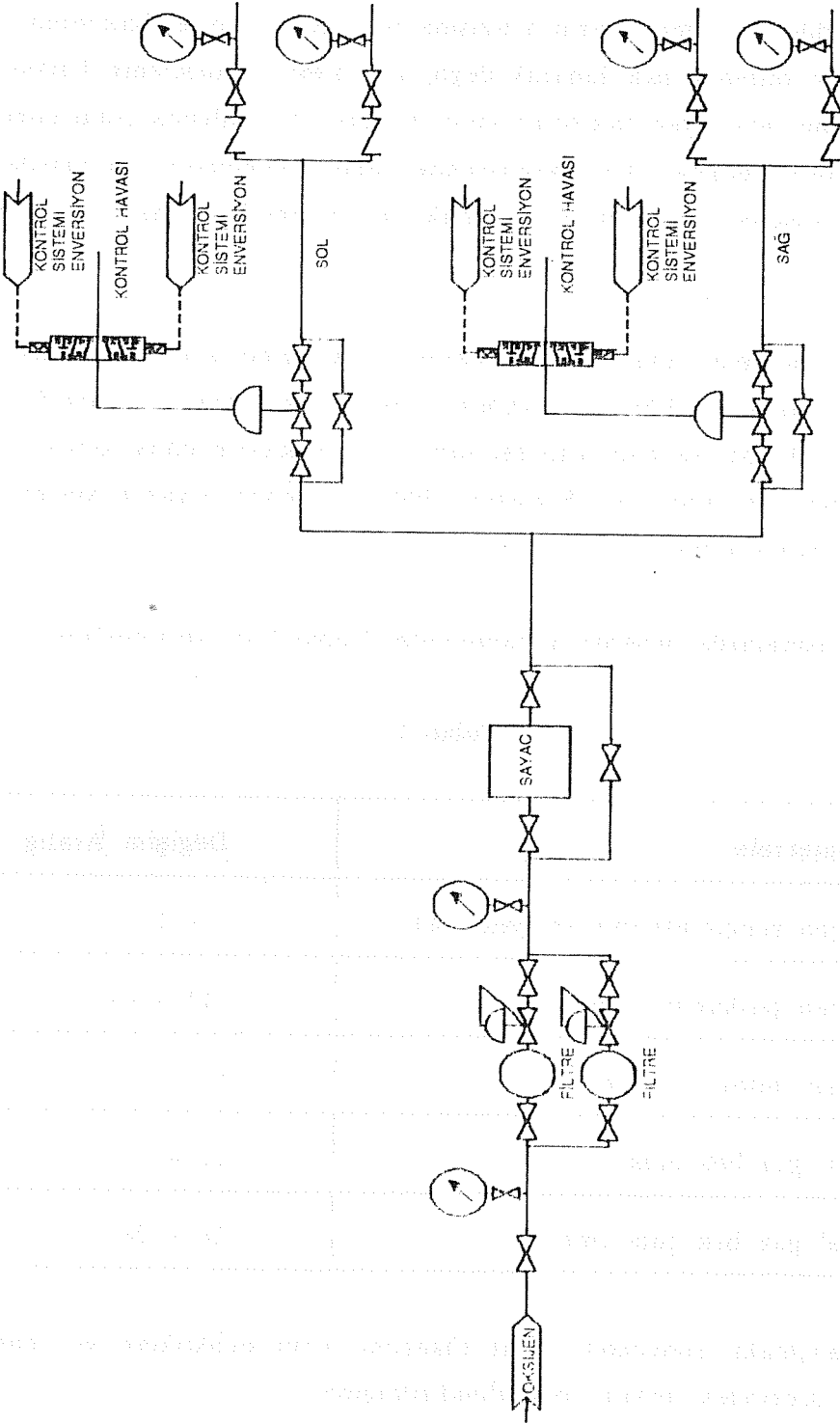
Kırklareli Cam San. A.Ş. A fırınında yapılan yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi çalışmaları ile,

- . fırın çekişinin artırılması,
- . enerji tasarrufu,
- . kemer ve üstyapı sıcaklıklarının düşürülmesi ve
- . cam kalitesinin geliştirilmesi

hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak,

- . oksijen püskürtme açısı,
- . oksijen nozül çıkış hızı,
- . doğal gaz bek açısı,
- . doğal gaz bek çıkış hızı,

gibi önemli yakma parametrelerinin, alevden maksimum ısı transferini sağlayacak en uygun kombinasyonunun bulunması amaçlanmıştır.



Şekil 2: A firmi oksijen devresi.

Sözü edilen parametrelerin arayışına baz teşkil etmesi bakımından bir pilot düzenek hazırlanarak doğal gaz alevi ile oksijenin fiziksel karışımını etkileyen faktörler incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler, fırın seviyesinde yapılan denemelere yansıtılarak uygun koşullara daha hızlı ve sağlıklı bir biçimde yaklaşılmaları sağlanmıştır.

Fırın denemeleri başlangıçta, işletme koşullarının sabit tutulduğu 3-5 günlük zaman aralıklarında yapılmış, daha sonra enerji tasarrufu, fırın sıcaklıkları ve cam kalitesi üzerindeki etkilerin daha sağlıklı belirlenebilmesi amacı ile 8 Kasım 1988 tarihinden itibaren kesintisiz olarak sürdürülmüştür.

Bu çalışmalarda denenen parametreler Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1**

Parametreler	Değişim Aralığı
Oksijen zenginleştirme seviyesi (%)	1 - 1.5
Oksijen püskürtme açısı ( $^{\circ}$ )	+11 - (-6)
Oksijen nozül çapı (mm)	6.5 - 9
Doğal gaz bek açısı ( $^{\circ}$ )	12 - 15
Doğal gaz bek çapı (mm)	26 - 28

Bu çalışmalar sonucunda yakıt tüketimi, fırın sıcaklıkları ve cam kalitesi üzerindeki etkiler değerlendirildiğinde,



- . oksijen püskürtme açısı  $-2^{\circ}$
- . oksijen nozül çapı 9 mm
- . doğal gaz bek açıları  $15^{\circ}$  ve  $12^{\circ}$
- . doğal gaz bek çapı 26 mm

olduğu yakma parametreleri setinin, fırın şartları açısından en uygun koşullar olduğu belirlenmiştir.

#### 4. DEĞERLENDİRMELER

Oksijen zenginleştirme çalışmalarında, amaçlanan avantajlara ne ölçüde yaklaşıldığını belirlemek için oksijenli ve oksijensiz dönemlerin,

- . yakıt tüketimi,
- . fırın sıcaklıkları,
- . cam kalitesi

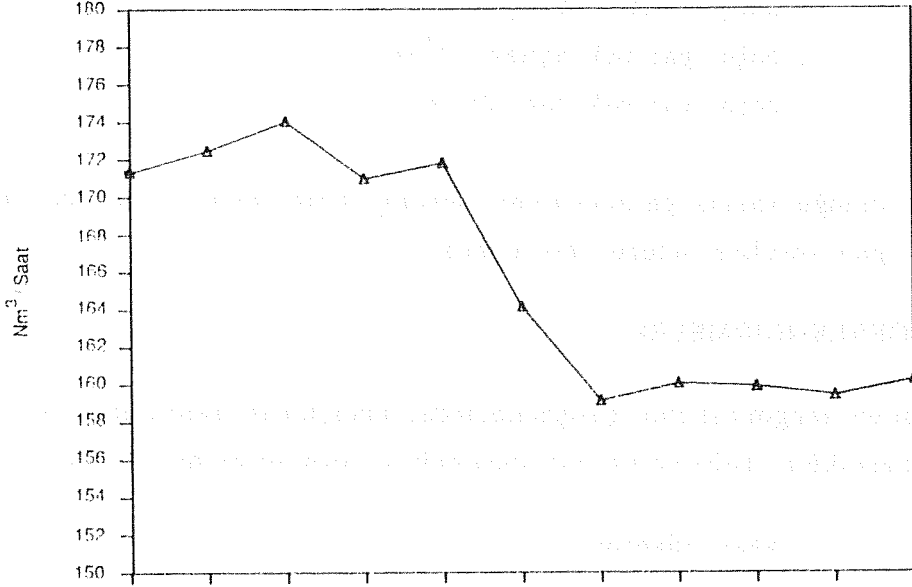
açısından karşılaştırmalı incelemesi yapılmaktadır. Değerlendirmelerde, daha sağlıklı yorumlara imkan vermesi bakımından benzer işletme koşullarındaki (cam kırığı, harman rutubeti) dönemler ele alınmıştır.

##### 4.1. Yakıt Tüketimi

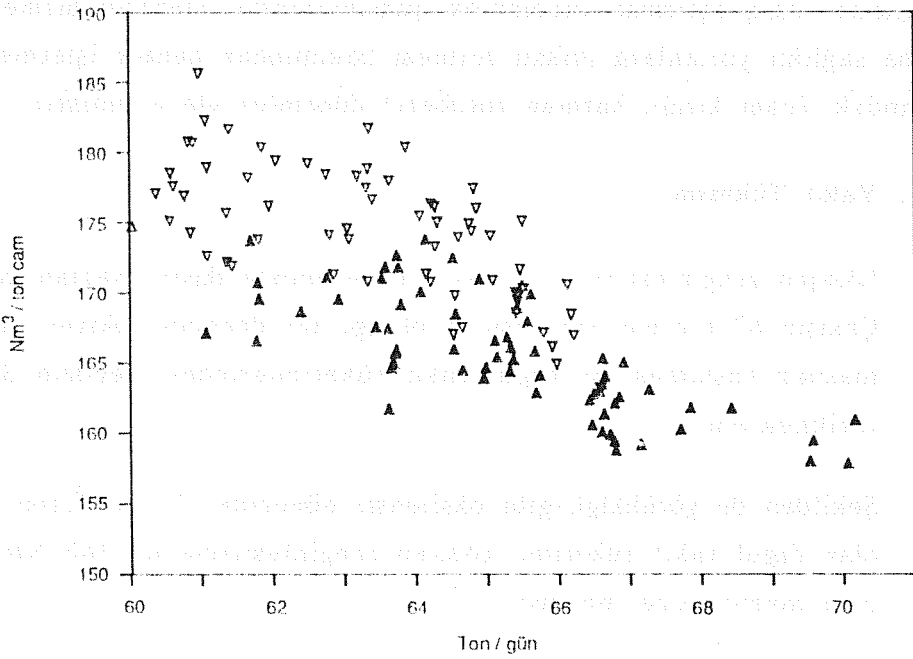
Oksijen zenginleştirme ile yakıt tüketiminde düşme sağlanmaktadır. Çekişin 67 ton/gün seviyesinde olduğu bir dönemde oksijen uygulamasının başlaması ile özgül yakıt tüketimlerindeki değişim Şekil 3'de verilmektedir.

Şekilden de görüldüğü gibi oksijensiz dönemde  $172 \text{ Nm}^3/\text{ton}$  cam olan özgül yakıt tüketimi, oksijen zenginleştirme ile  $160 \text{ Nm}^3/\text{ton}$  cam mertebesine inmiştir.

Oksijen uygulamasının 1989 yılının enerji performansı açısından bir önceki yıllara karşılaştırmalı incelemesi Şekil 4'de yapılmaktadır.



Şekil 3: 67 ton/gün çekişte özgül yakıt tüketimindeki değişim.



Şekil 4: 1988 ve 1989 yıllarının enerji performanslarının karşılaştırması.

Şekilden 1989 yılına ait özgül yakıt tüketimlerinin, oksijen zenginleştirme ile ısı veriminde sağlanan artışın bir göstergesi olarak normal uygulamanın olduğu bir sene öncesine göre azaldığı görülmektedir. Yakma havasının yaklaşık % 1-1.5 oranında zenginleştirilmesi ile yakıt tüketiminde elde edilen bu tasarrufların mertebesi ortalama % 5 olmaktadır.

#### 4.2. Fırın Sıcaklıkları

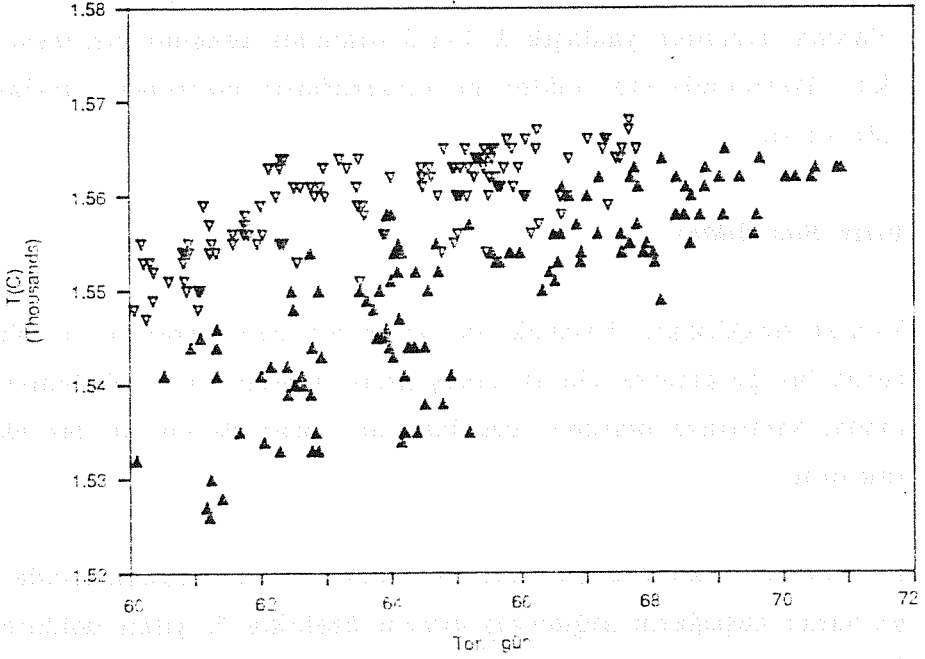
Kemer sıcaklıkları, fırındaki ısı enerjinin cama transfer niteliğini gösteren bir parametre olarak çekiş artışı mertebesini belirlemesinin yanında, kampanya ömrünün uzunluğu açısından da önemli bir ekonomik faktördür.

A fırınında oksijen uygulaması ile kemer optik sıcaklıklarında 10-25°C'ye varan düşüşlerin sağlanmış olması özellikle 5. yılını doldurmuş bir fırın için kampanya ömrü açısından önemli bir avantaj teşkil etmektedir.

1988 ve 1989 yıllarında optik sıcaklık-çekiş ilişkilerinin karşılaştırmalı incelemesi Şekil 5'de yapılmaktadır.

Şekilden 1989 yılına ait kemer optik sıcaklıklarının 1988 yılı değerlerinin altında kaldığı belirgin bir şekilde görülmektedir. 60-65 ton/gün aralığında optik sıcaklıklardaki azalma 20-25°C iken daha yüksek çekişlere doğru çıkıldığında bir önceki yıla göre olan fark 10°C seviyesine inmektedir. 68 ton/gün üzerindeki optik sıcaklıklar incelendiğinde ise, fırında şimdiye kadar çıkılan en yüksek tonaj seviyeleri olan 70-71 ton/gün çekişlerde bile optik sıcaklıklarda ulaşılan mertebenin, oksijensiz daha düşük çekişlerdeki değerlerin aşağısında olduğu görülmektedir. Bu şekilde oksijen zenginleştirme ile kullanılabilir enerjinin transfer etkinliğinin de artması neticesinde yüksek seviyedeki fırın çekişleri,

normal uygulamaya göre daha düşük kemer sıcaklıklarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5: 1988 ve 1989 yıllarında optik sıcaklıkların karşılaştırması.

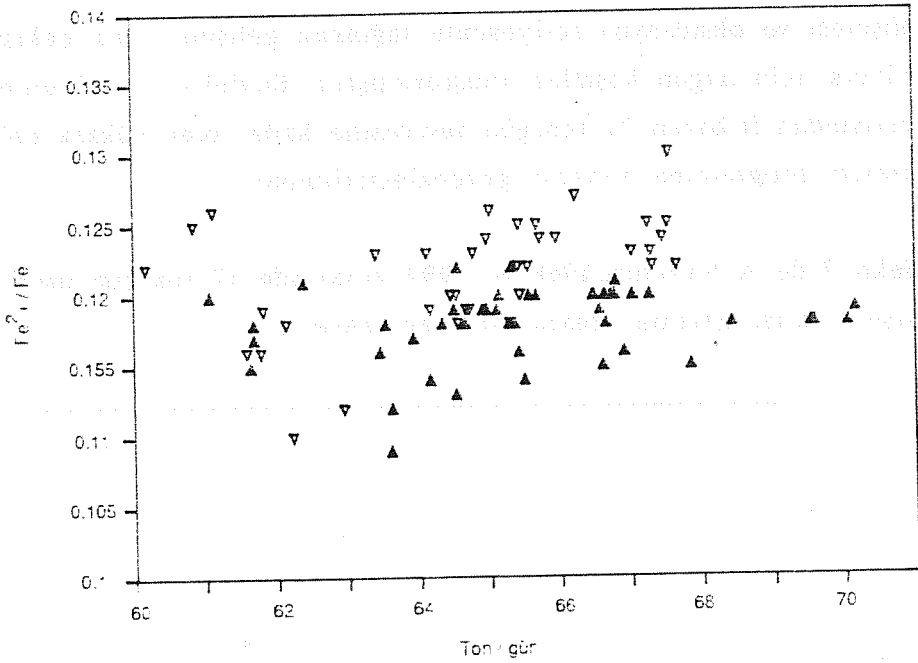
### 4.3. Cam Kalitesi

Züccaciye üretiminde camın renksizlik seviyesi, kalite belirleyici önemli bir parametredir. Fırındaki oksidasyon şartları ise renksizlik seviyesindeki kararlılığın sağlanması bakımından önemli bir faktör olmaktadır. Yaşlı fırınlarda özellikle yüksek çekişlere çıkıldığında iyi seviyede bir renksizleştirme yapılabilmesi için uygun oksidasyon şartlarının oluşturulması zorlaşmaktadır.

A fırınında yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi ile baca gazındaki % oksijen değerleri normal uygulamaya göre daha düşük seviyelere indirilmesine rağmen camda hedeflenen oksidasyon sağlanabilmektedir.

Oksijen uygulamasının camın yükseltgenlik derecesine olan etkisi, bir

önceki yılın değerleriyle karşılaştırmalı olarak Şekil 6'da incelenmektedir.



Şekil 6: Oksijenli ve oksijensiz oksidasyon seviyelerinin karşılaştırması.

Karşılaştırmada, camdaki toplam demir miktarının aynı olduğu dönemler dikkate alınmıştır. Baca gazındaki oksijen %'si 1989 yılına ait değerlerle % 1.5-2.2 arasında değişirken, 1988 yılındaki seviye % 3.5-4.5'dur.

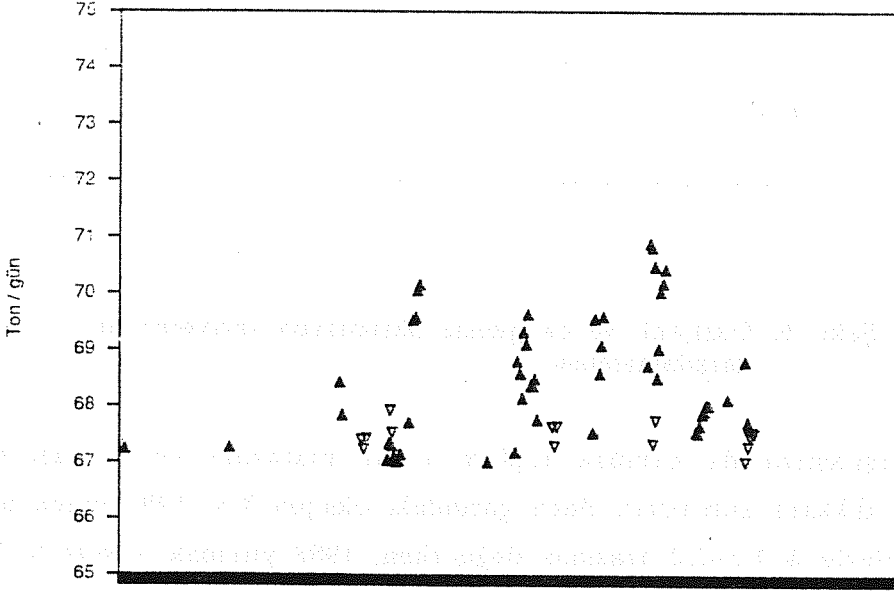
Şekilden, özellikle 70-71 ton/gün gibi yüksek çekiş seviyelerinde bile iyi derecede bir oksidasyonun sağlanabildiği görülmektedir.

Habbe sayısı, yakıt tüketimindeki azalmaya rağmen normal çalışma aralığı alanı 5-15 adet/30 g cam seviyesini korumuştur.

## 5. ÇEKİŞ ARTIŞININ SAĞLANMASI

Oksijen zenginleştirme ile ısı veriminin artması, kemer sıcaklıklarının düşmesi ve oksidasyon seviyesinde sağlanan gelişme, fırın çekişinin artırılması için uygun koşulları oluşturmuştur. Böylelikle 1989 yılının ikinci yarısından itibaren 71 ton/gün seviyesine kadar olan yüksek çekişler, üretim programına alınarak gerçekleştirilmiştir.

Şekil 7'de A fırınının 1988 ve 1989 yıllarında 67 ton/gün üzeri olan çekişleri karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.



Şekil 7: A fırınının 1988 ve 1989 yılları 67 ton/gün üzerindeki çekişleri.

Şekilden de görüldüğü gibi, 1988 yılında en fazla 67.5 ton/gün seviyesine kadar olan çekişler sağlanabilmişken, oksijen zenginleştirmenin getirdiği avantajlar ile 1989 yılında 71 ton/gün çekişlere ulaşılmıştır.

## 6. SONUÇ

Kırklareli Cam San. A.Ş. A fırınında Araştırma Müdürlüğü ile birlikte yürütülen yakma havasının oksijenle zenginleştirilmesi çalışmalarında önemli avantajlar sağlanmıştır.

Yakma havasının yaklaşık % 1-1.5 oranında oksijen ile zenginleştirilmesi ile,

- . Normal uygulamada, cam kalitesi ve kemer optik sıcaklıklarındaki sınırlama nedeniyle en fazla 2.06 ton/m<sup>2</sup> gün'e kadar çekişlere çıkılabilirken, ısıl verimde sağlanan artış sonucu 2.16 ton/m<sup>2</sup> gün seviyesindeki yüksek çekişler rahatlıkla gerçekleştirilmiştir.
- . Yakıt tüketiminde % 5 seviyesinde tasarruf sağlanmıştır.
- . Kemer optik sıcaklıklarında 10-25°C'ye varan düşüş gerçekleştirilmiştir.
- . Baca gazındaki oksijen seviyesi normal uygulamadaki değerlerin altına indirilmesine rağmen fırında istenilen seviyede bir oksidasyonun sağlanması mümkün olmuştur.

Kırklareli Cam San. A.Ş. A fırınında oksijen zenginleştirme artık bir işletme parametresi olarak yerini almıştır. Söz konusu avantajların daha da geliştirilmesi yönündeki arayışlara devam edilecektir.

## CAMIN KİMYASAL DAYANIKLILIĞI

Orhan ÇORUMLUOĞLU

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

### ÖZET

Türlü şekilleri ile günlük hayatımıza giren malzemeler arasında cam, kimyasal etkilere karşı en fazla direnç gösterenlerden biridir. Bu özelliği nedeniyle kara zerk edilen tıbbi preparatların doldurulduğu ampul ve serum şişelerinden, kimyasal proses ünitelerine kadar çeşitli kullanım alanlarına girmiştir.

Ancak, mutlak inert karaktere haiz hiçbir malzeme yoktur ve bütün malzemeler farklı reaksiyon hızlarında birbirleri ile etkileşim gösterirler. Dolayısı ile cam için de bir miktar kimyasal aktivite söz konusudur.

Bu bildiri kapsamında;

- . camın kimyasal dayanıklılığına etki eden faktörler ve korozyon mekanizması,
- . kullanım ve stoklama koşulları itibariyle cam mamullerinin kimyasal dayanıklılığı ve
- . kimyasal dayanıklılığı artırma ve koruma önlemleri incelenmiştir.

## 1. GİRİŞ

Cam, ışık geçirgenliği özelliği ile birlikte dış etkilere karşı dayanıklı ve kolay şekillendirilen bir malzeme olması nedeniyle yüzyıllardan beri insan yaşamında yer almıştır.

Üretimi 4000 yıl önceye dayanan camın ilk kullanımı, diğer malzemelerde örneğin bronz ve demirde olduğu gibi süs eşyası olarak başlamış, giderek günlük yaşamın çeşitli ihtiyaçlarını karşılayan bir malzeme olmuş-



tur. Günümüzde ise klasik kullanımının yanı sıra, yeni cam türleri optik ve elektronik sanayilerinin üstün nitelikli bir malzemesidir.

Günlük kullanım amaçları çerçevesinde plastik ve metal gibi alternatif malzemelere kıyasla kimyasal dayanıklılığı en yüksek malzeme camdır. Ancak dış etkilerle bir miktar etkileşim içindedir. Bu etkileşim cam malzemenin uzun veya uygun olmayan stoklama koşullarında ve tıbbi preparatların saklanması önemli olabilmektedir.

Bu bildiri kapsamında;

- . camın kimyasal dayanıklılığına etki eden faktörler ve korozyon mekanizması,
- . kullanım ve stoklama koşulları itibariyle cam mamullerin kimyasal dayanıklılığı ve
- . kimyasal dayanıklılığın artırılması ve korunması uygulamaları incelenecektir.

## 2. CAMIN KİMYASAL DAYANIKLILIĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER VE KOROZYON MEKANİZMASI

Cam yüzeyin fiziksel ve kimyasal şartlara zaman içinde dayanma özelliğine, camın kimyasal dayanıklılığı denir.

Camın kimyasal dayanıklılığına camın özellikleri, çevre ve fiziksel gibi ana faktörler etki eder (1). Her bir faktörle ilgili hususlar Tablo 1'de özetlenmiştir. Söz konusu faktörlerin etkisi camın korozyon mekanizması açıklandığında daha net olarak görülebilir. Soda-kireç-silis camında, korozyon mekanizması aşağıda verilen modelle gösterilmektedir (2).

### Asidik ve nötr çözeltilerin etkisi (pH < 9)

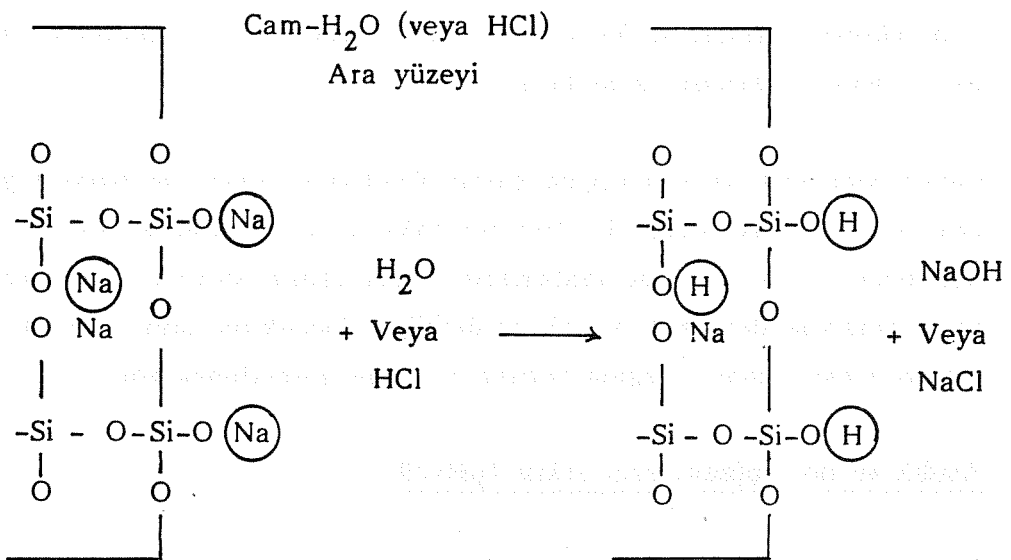
Cam yüzeyin asidik ve nötr çözeltilerle teması sırasında hidrojen ( $H^+$ )

iyonları ve su molekülleri camın ağ yapısına girerek sodyum ( $\text{Na}^+$ ) iyonları ile yer değiştirirler. Reaksiyonun hızını iyon değişimi kontrol eder (Şekil 1).

**Tablo 1: Camın Kimyasal Dayanıklılığına Etki Eden Faktörler**

Camın Özellikleri	Çevre Faktörleri	Fiziksel Faktörler
. Cam terkibi	. Sıcaklık	. Sulu çözelti ile korozyon
. Isıl geçmişi	. Süre	. Atmosfer etkisi
- Tavlama derecesi	. Bağıl nem	. Temasta olan cam yüzeyin alanının çözelti hacmine oranı (YA/H)
- Faz seperasyonu	. Çözeltinin pH'si	
. Yüzeysel özellikleri	. Çözeltinin terkibi	
- Pürüzlülük		
- Kompozisyon		
. Camın homojenitesi		
. Yüzeysel işlemleri		

### ASİDİK VE NÖTR ÇÖZELTİLERİN ETKİSİ ( $\text{pH} < 9$ )

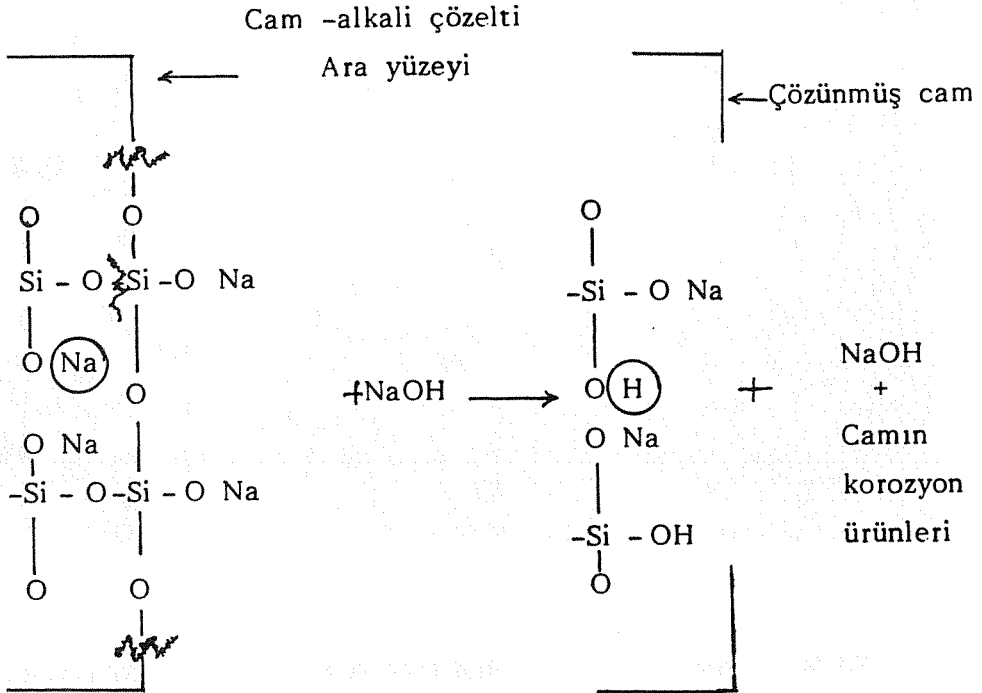


Şekil 1: Asidik ve nötr çözeltilerin cam ile etkileşimi.

### Alkali çözeltilerin etkisi (pH > 9)

Alkali ortamda ise korozyon reaksiyonu hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) iyonlarının Si-O-Si bağları üzerindeki etkisiyle meydana gelir. Silika ağ yapı bozulur ve cam çözelti ara yüzeyinde kısmi çözünme meydana gelir. Reaksiyonun hızını camın çözünmesi kontrol eder (Şekil 2).

### ALKALİ ÇÖZELTİLERİN ETKİSİ (pH > 9)



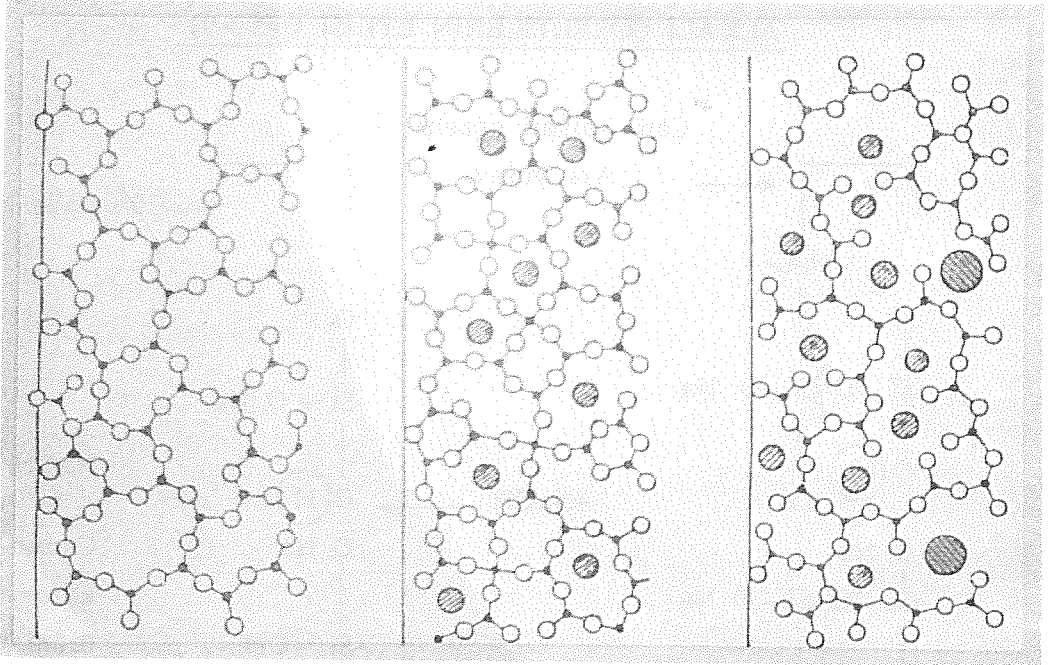
Şekil 2: Alkali çözeltilerin cam ile etkileşimi.

Cam tipleri ile asidik ve nötr çözeltilerin etkileşim derecesi kıyaslandığında,

- iyon değişim mekanizması için birinci derecede önem taşıyan sodyum iyonlarının soda-kireç-silis camının ağ yapısındaki boşluklarda önemli miktarda bulunuşu,
- borosilikat camında sodyum iyonu konsantrasyonunun düşük olması ve sodyumca zengin fazın silikaca zengin faz içinde dağılmış olması ve

. silika camında ise ağ yapısını tadil edici sodyum oksitini pratik olarak bulunmaması,

gibi nedenlerle silika camının yüksek, soda-kireç-silis camının da bu sıralamada düşük kimyasal dayanıklılığa haiz olduğu görülecektir (Şekil 3).



SİLİKA CAMI

BOROSİLİKAT

SODA-KİREÇ

CAMI

CAMI

● Si, B

● O

○ Na

⊙ Ca

Şekil 3: Silika, borosilikat ve soda-kireç camlarının ağ yapılarının şematik gösterilişi.

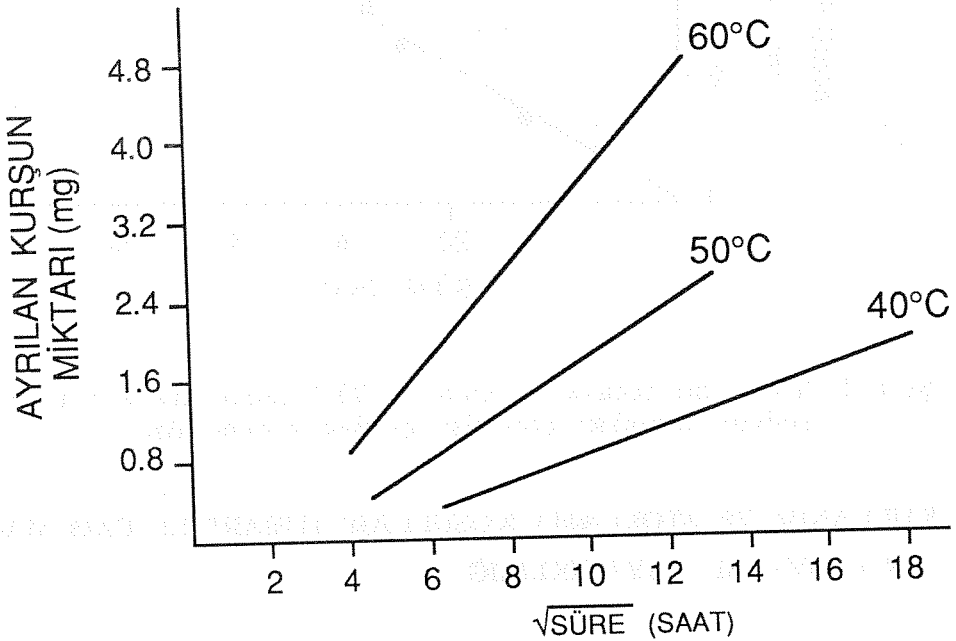
Anılan cam terkipleri için alkali çözeltilerin etki derecesi ise takriben aynıdır.

Yukarıda belirtildiği şekilde gelişen korozyonun seviyesi camdan ayrılan maddelerin miktar ve içeriklerinin tayini ve korozyona uğrayan yüzeyin durumu optik ve fizikokimyasal yöntemlerle belirlenmektedir.

Bu yöntemlerle incelemeler sonucunda;

- . cam kapların en yüksek kimyasal direnci alkollere karşı gösterdiği, bunu sırasıyla seyreltik asitler, nötr maddeler, su ve alkalilerin takip ettiği tespit edilmiştir (3).
- . pH'sı 9'dan küçük çözeltilerde camdan ayrılan maddelerin önemli kısmını sodyum oluşturmakta ve ayrılan madde miktarı sürenin kareköküyle doğru orantılıdır. Alkali ortamda ise ayrılan madde miktarı süreyle doğrusal ilişki göstermektedir.

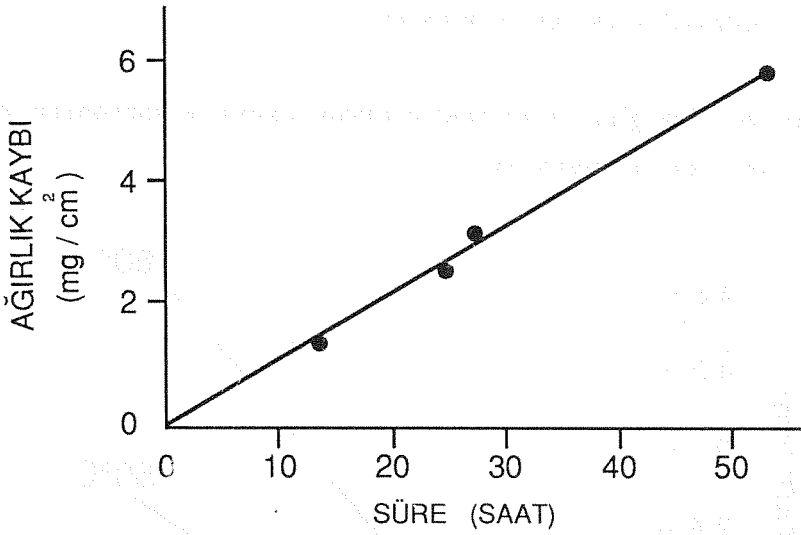
Sıcaklık ve süre gibi çevre faktörlerinin camın korozyonuna etkisi ise Şekil 4 ve 5'de incelenmiştir.



Şekil 4: % 65 SiO<sub>2</sub>, %2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 8 K<sub>2</sub>O ve % 25 PbO ihtiva eden kristal bir camın %10 (h/h)<sup>2</sup>'lık asetik asit içinde çözünürlüğü (Pb<sup>2+</sup> → 2 H<sup>+</sup>).

Şekil 4'de kristal bir camın % 10 (h/h)'lık asetik asit içindeki çözünürlüğünün 40-60°C sıcaklık aralığında incelemesi verilmektedir. Görüldüğü üzere camdan ayrılan kurşun ( $Pb^{+2}$ ) miktarı sıcaklık ve süreyle artmaktadır. Ayrıca, ayrılan kurşun miktarının sürenin kare köküyle doğrusal ilişkisi  $2H^+ \rightleftharpoons Pb^{+2}$  iyon-değişimini göstermektedir (4).

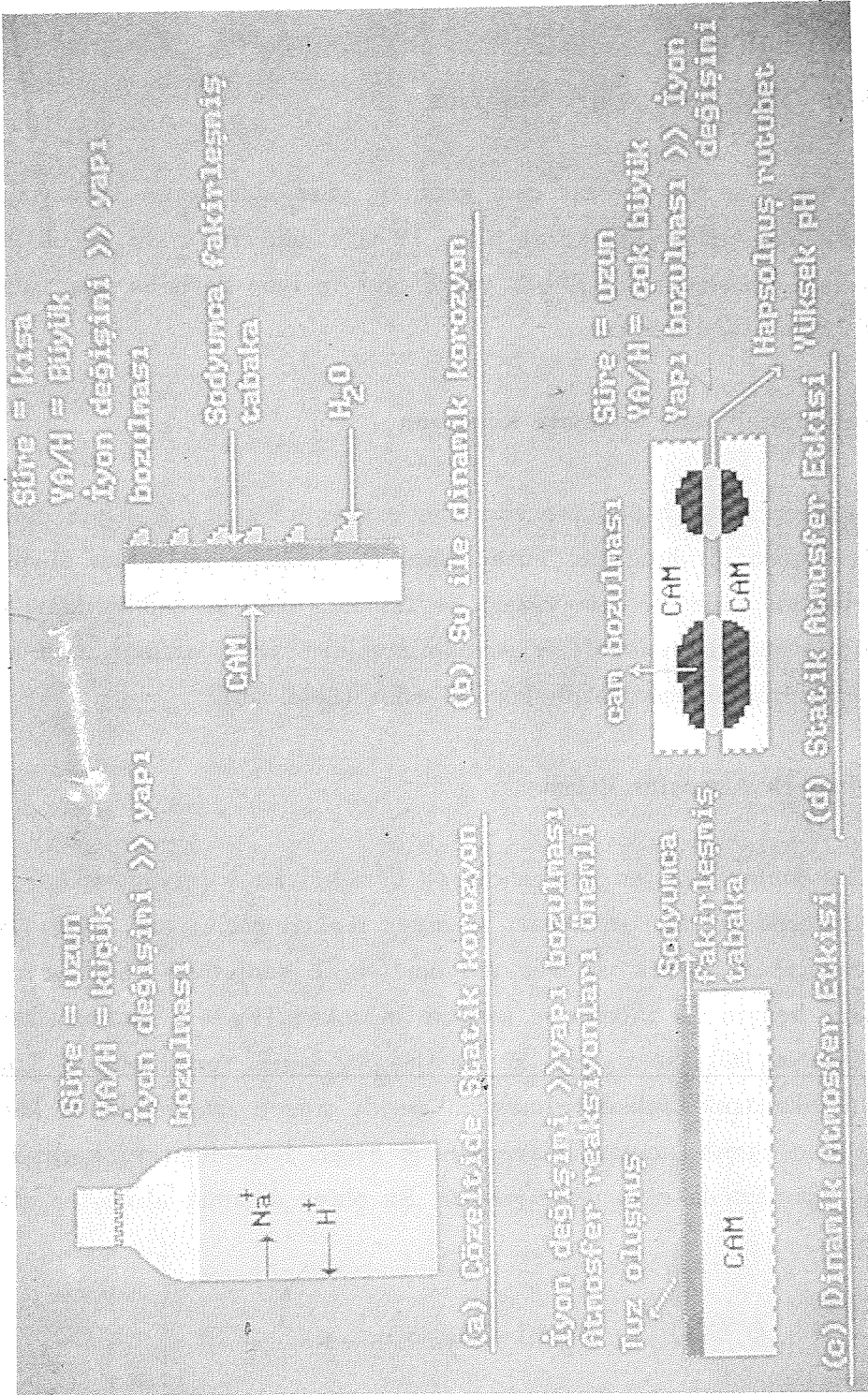
Şekil 5'de, ticari bir soda-kireç camının 90°C sıcaklıkta % 5 (a/h)'lık NaOH çözeltisi çözünürlüğü gösterilmektedir. Alkali çözeltilerde camın çözünmesi reaksiyonun hızını kontrol ettiği için ağırlık kaybı ölçüm sonuçları süreyle doğrusal ilişki göstermektedir (5).



Şekil 5: Ticari bir soda-kireç camının 90°C sıcaklıkta % 5 (a/h)'lık sodyum hidroksit çözeltisi içindeki çözünürlüğü.

### 3. KULLANIM VE STOKLAMA KOŞULLARI İTİBARIYLA CAM MAMULLERİN KİMYASAL DAYANIKLILIĞI

Cam mamuller kullanım ve stoklama sırasında 4 tip korozyona uğrar (6) (Şekil 6).



Şekil 6: Cam türlerinin kullanım ve stok şartlarında uğradığı korozyon tipleri.

### 3.1. Sulu Çözeltilerle Statik Korozyon

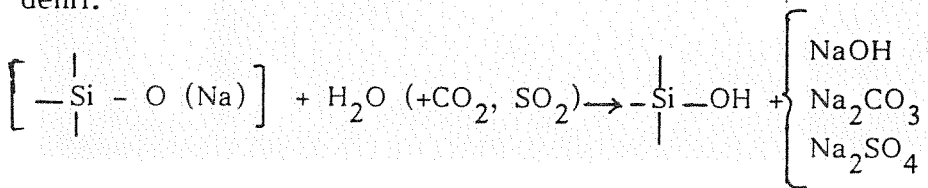
Sıvı dolu soda-kireç bir cam kabın iç yüzeyinde statik korozyon meydana gelir. Eğer yüzey alanı (YA)/hacim (H) oranı küçük ise sıvının pH'sındaki artış çok yavaş olur ve iyon-değişimi esas reaksiyondur (Şekil 6a).

### 3.2. Sulu Çözeltilerle Dinamik Korozyon

Yağmur suyunun pencere camı ile etkileşimi sulu çözeltiyle dinamik korozyona bir örnektir. Yüzey alanı (YA)/hacim (H) oranı büyük olmasına rağmen, cam yüzeyi ile temasta olan su damlacıkları yağmurla sürekli yenilenir ve su damlacıklarının pH'sı artmaz. İyon-değişimi reaksiyonunun hızını kontrol eder (Şekil 6b).

### 3.3. Dinamik Atmosfer Etkisi

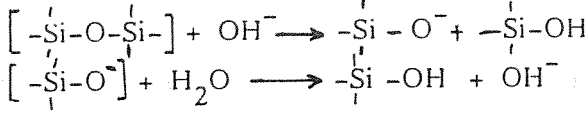
Cam mamullerin en yaygın olarak uğradığı bu korozyon tipinde, atmosferde bulunan su buharı ve diğer reaktif gazlar cam yüzeyi ile reaksiyona girerek yüzeyde sodyum ( $\text{Na}^+$ ) iyonlarınca fakir veya silisce zengin bir tabaka ve sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ), sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ve sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) gibi tuzlar oluşur. Tuzların yıkanarak uzaklaştırılmasıyla geride silisce zengin tabaka kalacağı için camın kimyasal dayanıklılığı artar. İyon-değişimi korozyonunun bu aşamasında esas reaksiyondur. Bu olaya dinamik atmosfer etkisi denir.



Söz konusu tuzlar uzaklaştırılmadığı takdirde sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ) ve sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) havanın nemiyle alkali gölcükler oluşturur ve mamul yüzey aşınmasına uğrar. Statik atmosfer etkisi mey-



dana gelir. Ancak, mekanik parlatmayla cam yüzeyi yenilenebilir (Şekil 6c).

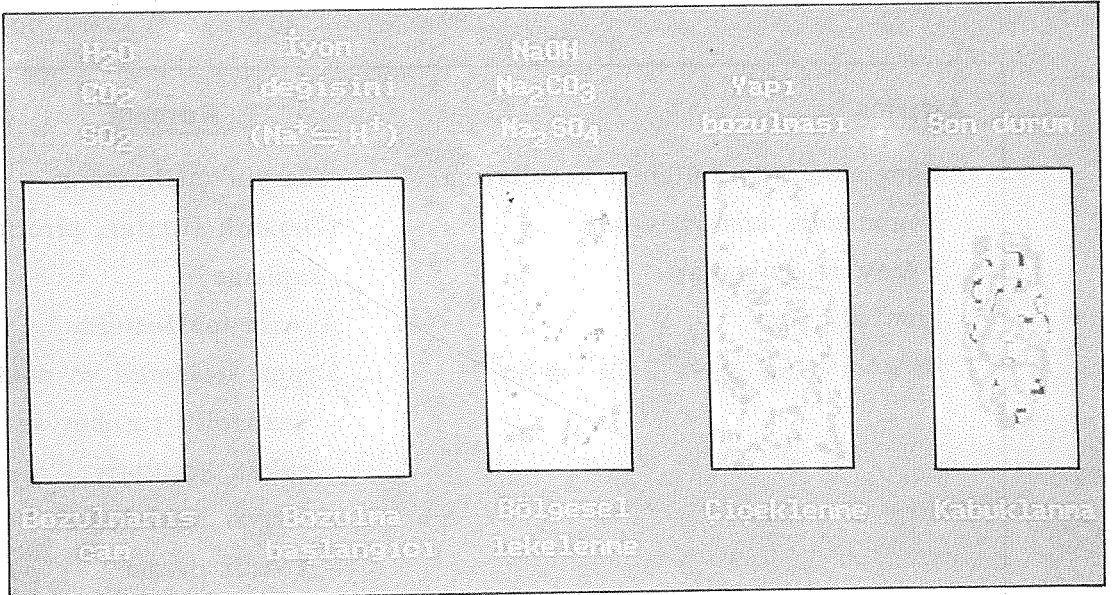


### 3.4. Statik Atmosfer Etkisi

Rutubet miktarı yüksek ısıtılmamış ambarlarda, eğer cam plakalar birbirleriyle temas edecek şekilde istiflenirse YA/H oranı büyür ve plakalar arasında hapsolan nemin pH'sı hızla artar ve cam yüzeyinde bölgesel aşınmalar meydana gelir. Ağ yapının bozunması esas reaksiyondur (Şekil 6d).

Şekil 7'de yeni bir cam mamulün dinamik ve statik korozyon sonucunda uğrayacağı yüzey bozulmasının evreleri,

- İyon değişimi,
- çiçeklenme ve
- silisçe zengin yüzey tabakasının pul şeklinde ayrılması şematik olarak gösterilmiştir (7).



Şekil 7: Yüzey bozulmasının evreleri.

#### 4. KİMYASAL DAYANIKLILIĞIN ARTIRILMASI VE KORUMA UYGULAMALARI

Günlük yaşamda camın en yaygın olarak kullanıldığı iki ürün grubu cam kaplar (cam ambalaj ve züccaciye) ve düz camlardır. Her iki ürün grubu için de kimyasal dayanıklılık önemli kalite özelliğidir. Bu nedenle, düz cam ve cam kaplarda, belirli kimyasal dayanıklılık kalitesini elde edebilmek ve/veya bu kaliteyi koruyabilmek için bazı tedbirler alınır.

Bunlar;

- . uygun kompozisyon seçimi,
- . belirli kompozisyondaki (soda-kireç-silis) camın kimyasal dayanıklılığının yüzey reaksiyonlarıyla artırılması ve
- . sağlanan kimyasal dayanıklılığın mekanik korozyonu engelleyerek korunması

olarak gruplandırılabilir (Tablo 2).

**Tablo 2: Kimyasal Dayanıklılığı Artırma Ve Koruma Önlemleri**

<u>Artırma</u>	<u>Koruma</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Cam mamulün kullanım koşullarına uygun cam kompozisyonu</li> <li>. Yüzey reaksiyonları</li> <li>. İyon değişimi (<math>H^+ \rightleftharpoons Na^+</math>, <math>Ag^+ \rightleftharpoons Na^+</math>, <math>Cu^+ \rightleftharpoons Na^+</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Yüzeyin çizilmemesi (Organik filmler, pirolitik kaplama)</li> <li>. Ayırıcı malzemeler</li> <li>. Uygun stoklama ve nakliye               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontrollü rutubet ve sıcaklık koşulları</li> <li>- Uygun paketleme</li> <li>- Tozsuz ortam</li> <li>- Süre</li> <li>- Uygun araç</li> </ul> </li> </ul>

Kimyasal dayanıklılığın korunması için ambalajlamada kullanılan cam kaplara organik film ve pirolitik kaplama uygulanmaktadır.

Bu uygulamalarla;

- . yüzeyin ıslanabilirlik özelliğini azaltmak,
- . alkali difüzyonu için engelleyici film oluşturmak,
- . cam yüzeyin sürtünme katsayısını düşürerek sürtünmeyle hasarlanmalarını sağlamak ve
- . yüzeyin çizilme direncini artırmak

amaçlanmaktadır.

Soda-kireç-silis camından belirli bir kimyasal dayanıklılık kalitesinde üretilen düz camların da stoklanması ve nakliyesi sırasında bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçla pH'sı 5-6 olan kağıt veya zayıf bir asit emdirilmiş toz maddeler kullanılmaktadır (8). Söz konusu kağıt ve toz maddeler;

- . plakaları ayırma,
- . nemi absorbe etme ve
- . cam yüzeyin alkaliliğini nötralize etme

gibi özelliklere sahiptir.

Korozyon gelişmelerinin önlenmesi için aşağıda verilen stoklama ve nakliye şartlarının da titizlikle ele alınması gerekmektedir.

- . kontrollü sıcaklık ve rutubet koşulları,
- . uygun paketleme,
- . tozsuz ortam
- . süre ve
- . uygun araçtır.

Kimyasal dayanıklılığın artırılması tedbirleri cam kaplar özelinde aşağıda özetlenmiştir.

Kullanım amaçları itibariyle cam kaplar çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Örneğin, A.B.D. farmakopesinde 4 tip cam eşya tarif edilmekte ve her bir tipin kimyasal dayanıklılığı için sınır değerler konulmaktadır (Tablo 3) (9). Söz konusu sınır değerler belirli şartlarda camdan suya geçen alkali miktarının eşdeğeri olan, asit miktarı ile tarif edilmektedir. Ayrıca, kimyasal dayanıklılık değerinin bulunmasında kullanılacak olan deney metotlarına da yer verilmektedir.

I. Tip camlar, ampul veya laboratuvar cam aletleri gibi yüksek kimyasal direnç özelliği aranan cam malzemenin yapımında kullanılmaktadır. Bu tip malzemelerde aranan kimyasal dayanıklılık sınırı ancak borosilikat cam terkihiyle sağlanabildiğinden bu tipe giren cam malzemeler borosilikat camdan yapılıdır. Tip II, yüzey muamelesi ile kimyasal dayanıklılığı artırılmış soda-kireç camı olup; kan, serum ve diğer tıbbi preparatlar için uygundur. Tip III ve NP ise yine soda-kireç camı olup, her türlü yiyecek ve içecek maddelerin ambalajlanmasında yer almaktadır. Ayrıca tip III, tıbbi toz preparatlar için ambalaj malzemesi olarak da seçilebilmektedir.

#### 4.1. Yüzey Reaksiyonları

Soda-kireç cam kapların kimyasal terkiplerinde yapılacak değişikliklerle yüzey kimyasal dayanıklılık açısından farmakope sınır değerlerine varan düzeyde kimyasal dayanıklılığın artırılması mümkün değildir. Bu nedenle, üretim sonrasında cam kap yüzeyi ısıtılınca asidik özellikte gaz veren kükürt (S), amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), amonyum sülfat  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$  ve alüminyum klorür ( $\text{AlCl}_3$ ) gibi kimyasal maddelerle veya kükürt dioksit ( $\text{SO}_2$ ), kükürt trioksit ( $\text{SO}_3$ ), freon gibi doğrudan gaz halinde uygulanabilen kimyasal maddelerle muamele edilmektedir (Tablo 4). (10) (11).

Tablo 3: Amerika Birleşik Devletleri Farmakopesine Göre Cam Tipleri Ve Kontrol Limitleri

Cam Tipi	Tanım	Kullanım	Deneş Tipi	Taşma Kapasitesi (ml)	Sınır ml 0.02 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
I	Yüksek dirençli borosilikat cam	Ampul, laboratuvar cam aletleri	Toz cam	Tamamı	1.0
II	Muamele görmüş soda-kireç camı	Kan, serum ve diğer tıbbi preparatlar	Yüzey deneş	100 ml veya daha az	0.7
				100'den fazla	0.2
III	Soda-kireç camı	Yiyecek ve içecekler, tıbbi toz preparatlar	Toz cam	Tamamı	8.5
NP	Genel amaçlı soda-kireç camı	Yiyecek ve içecekler	Toz cam	Tamamı	15.0

Anılan maddelerin soda-kireç cam kaplara uygulanabilirliği çeşitli araştırmacılar tarafından işletme ve laboratuvar koşullarında ayrı ayrı incelenmiştir.

**Tablo 4: Cam Kapların Yüzey Kimyasal Dayanıklılığını Artırmada Kullanılan Kimyasal Maddeler**

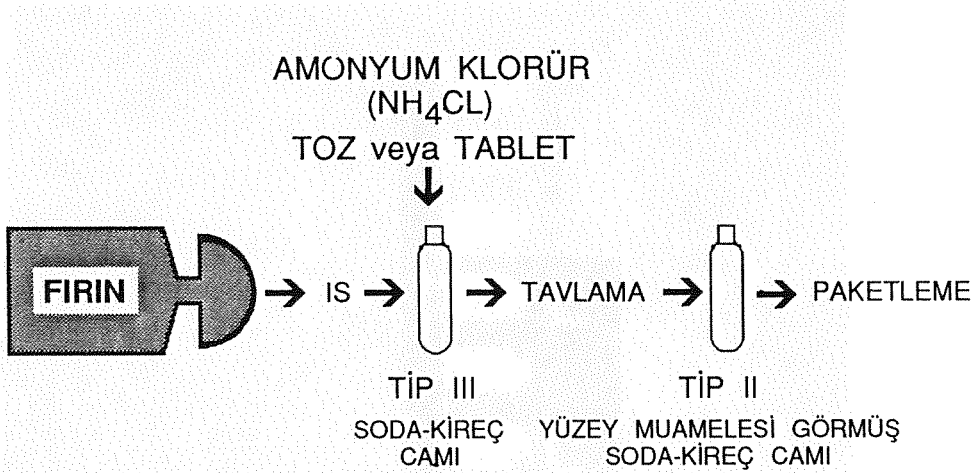
Asidik Özellikte Gaz Veren Maddeler	Doğrudan Gaz Halinde Kullanılan Maddeler
. Kükürt	. Kükürt Dioksit
. Amonyum Klorür	. Kükürt Trioksit
. Amonyum Sülfat	. Freon
. Alüminyum Klorür	

Isıtılınca asidik özellikte gaz veren katı maddeler arasında kükürt (S) en az, alüminyum klorür ( $AlCl_3$ ) ise en fazla kimyasal etkinliğe haizdir. Topluluğumuza bağlı Üretim Şirketlerimizde ise yüzey kimyasal dayanıklılığı artırmada amonyum klorür kullanılmaktadır (Şekil 8). Bu malzemenin uygulanmasından elde edilen serum şişelerinin kimyasal dayanıklılıkları, farmakopelerde tarif edilen hususlar çerçevesinde sınır değerlerin oldukça altında kalmaktadır.

Doğrudan gaz halinde uygulanan maddelerde yapılan çalışmalarda;

- . kükürt dioksit ( $SO_2$ ) ve hava karışımının kimyasal dayanıklılığa etkisi  $400-600^{\circ}C$  arasında incelenmiş ve uygulama sıcaklığının artmasıyla kimyasal dayanıklılığın arttığı gözlenmiştir (11).
- . kükürt trioksitin ( $SO_3$ ) yalnız veya kuru su buharı ile birlikte uygulamalarında en etkin yüzey dealkilizasyonu kuru su buharı ile kükürt trioksitin iki defa uygulandığı durumda sağlanmıştır. Uygulama sistemi Şekil 9'da gösterilmiştir.

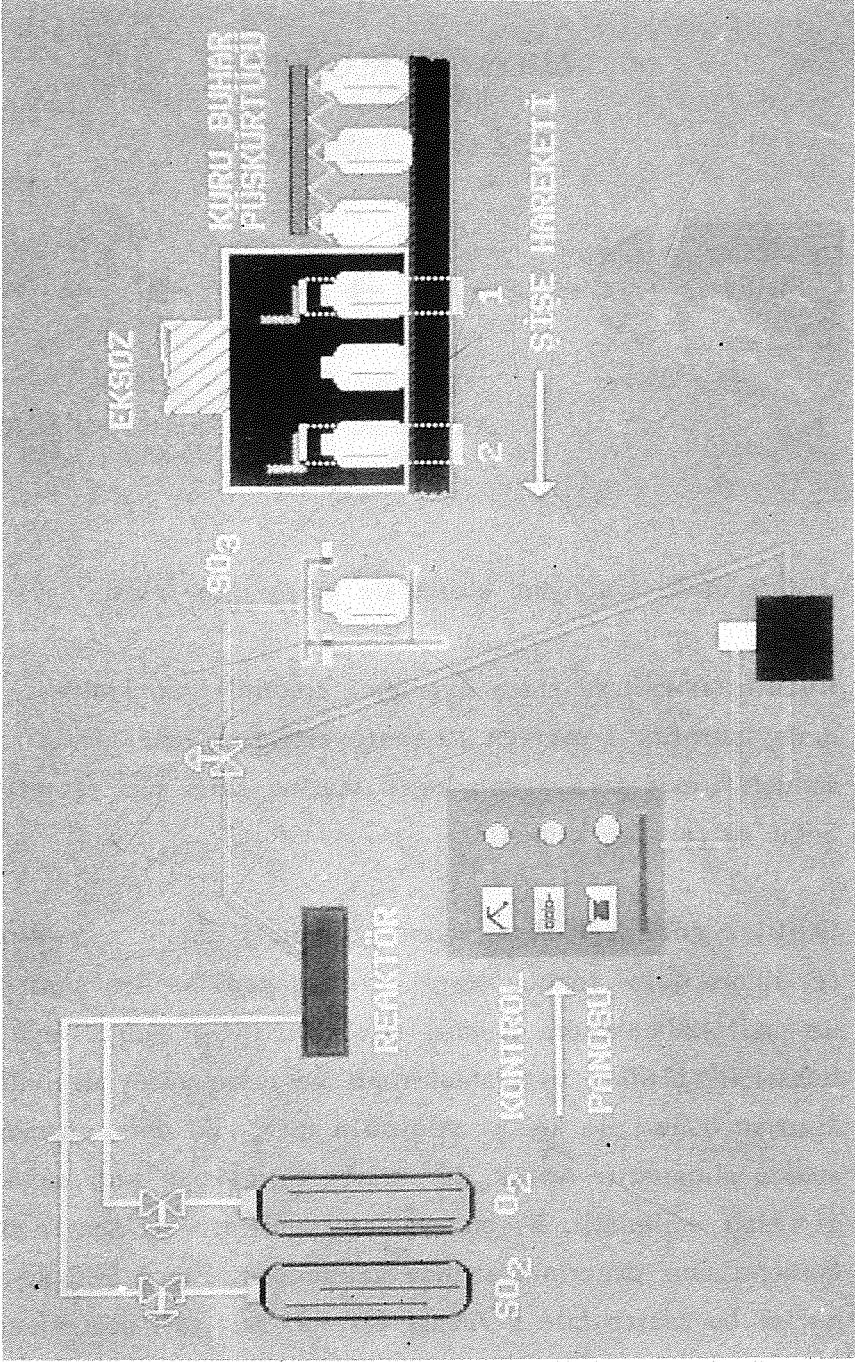
. Şişe kapasitesine göre seçimli olarak kullanılan freon veya freon/SO<sub>3</sub> kombinasyonunda ise mükemmel bir yüzey kimyasal dayanıklılık elde edilmiştir (12).



Şekil 8: Amonyum klorür ile yüzey muamelesi.

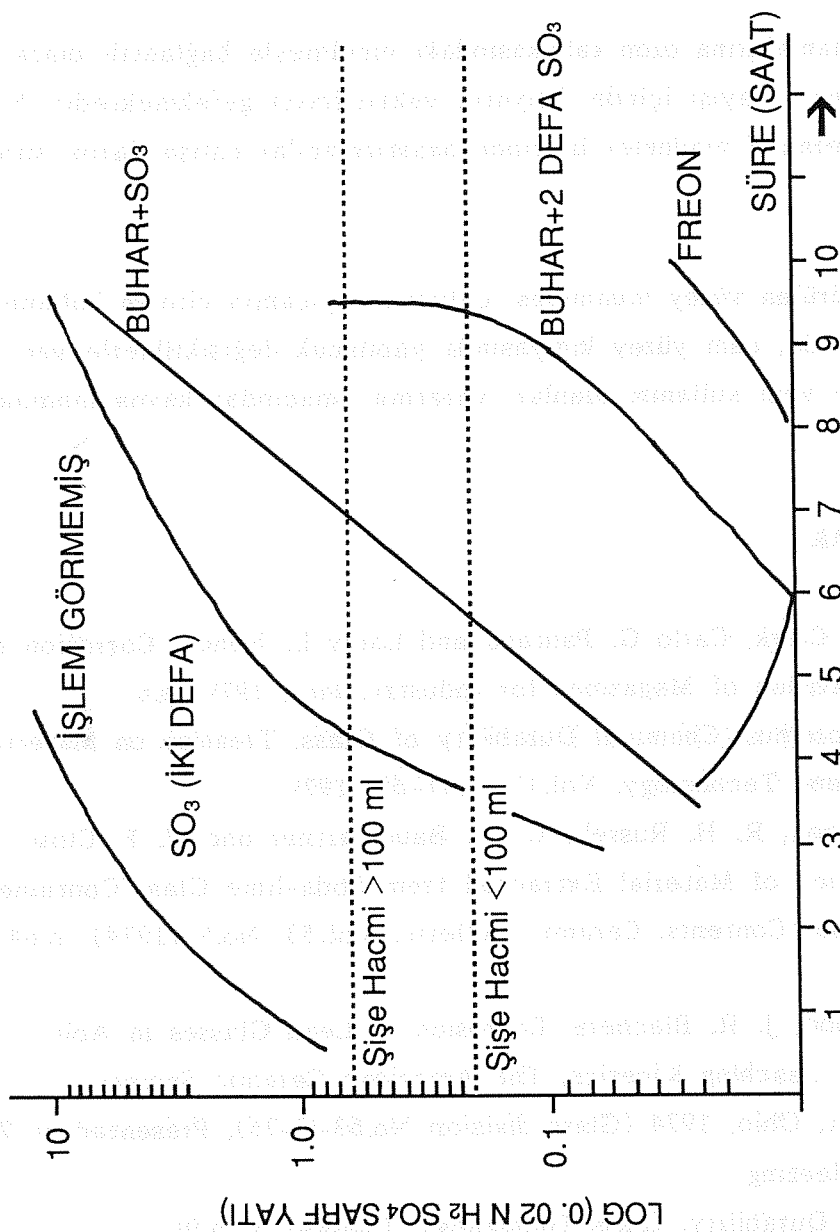
Kükürt trioksit ve freon uygulama sistemlerinin kimyasal etkinliği, deney süresini 1 saatten 10 saate artırarak incelenmiştir. İnceleme sonuçları asit sarfiyatının logaritmasına karşı süre işaretlenerek Şekil 10'da gösterilmiştir.

Grafikte görüldüğü üzere işlem görmemiş şişeler soda-kireç cam terkininin doğal sonucu olarak farmakope verilen sınır değerlerin üzerinde kalmaktadır. Kükürt trioksitin (SO<sub>3</sub>) yalnız veya kuru su buharı ile birlikte uygulamalarında en etkin yüzey dealkilizasyonu kuru su buharı ile kükürt trioksitin (SO<sub>3</sub>) iki defa uygulandığı durumda alınmıştır. Ancak, 10. saatte farmakope sınır değerini aştığı tespit edilmiştir. Freon uygulamasında ise 10. saatte bile farmakope sınır değerinin altında kalınmıştır. Freon/SO<sub>3</sub> kombinasyonu ise bu saatte bile herhangi bir asit sarfiyatı göstermemiş ve bu sebeple de grafikte yer almamıştır.



Şekil 9: Kükürt Trioksit uygulama sistemi.





Şekil 10: İşlem görmemiş, SO<sub>3</sub> ve freon uygulaması yapılmış cam kapların yüzey kimyasal dayanıklılık değerlerinin korozyon süresiyle değişimi.

## 5. SONUÇ

Freon uygulamalarına ozon tabakasındaki incelmeyle bağlantılı olarak çevre koruma anlayışı içinde ihtiyatla yaklaşılması gerekmektedir. Bu nedenle alternatif maddeler üzerinde araştırmacılar çalışmalarını sürdürmektedir.

Bugün sürdürülen yüzey muamelesi çalışmaları, camın bilinen kullanım alanları dışında, cam yüzey kimyasında yapılacak değişikliklerle yeni özellikler ve yeni kullanım alanları yaratma amacından kaynaklanmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

1. David E. Clark, Carlo G. Pantano and Larry L. Hench, Corrosion of Glass, Division of Magazines for Industry, Inc., 1979, p.6.
2. R. H. Doremus, Chemical Durability of Glass, Treatise on Materials Science and Technology, Vol.17, p.41-69, 1979.
3. F. R. Bacon, R. H. Russell, G. W. Baumgartner and W. P. Close, Composition of Material Extracted from Soda-lime Glass Containers by Aqueous Contents, Ceramic Bulletin, Vol.53, No.9 (1974), p.641-645.
4. Susan Wood, J. R. Blachere, Corrosion of Lead Glasses in Acid Media: I, Leaching Kinetics, The American Ceramic Society, Cincinnati, Ohio, 1974 (Glass division No.63-G-76), Presented at 78<sup>th</sup> Annual Meeting.
5. Chemical Durability, Glass Technology, Chapter 3, p.94.
6. 1 ile aynı, p.5.
7. P. B. Adams, Causes and Cures of Dirty Windows, Plenum Publishing Corporation, 1979, p.103-112.
8. H. Franz, Durability and Corrosion of Silicate Glass Surfaces, J. of Non-Crystalline Solids 42 (1980), p.529-534.

9. USP XXI, Physical Tests, p.949.
10. H. R. Persson, Improvement of the Chemical Durability of Soda-lime-silica Glass Bottles by Treating with Various Agents, Glass Technology, Vol.3, No.1, 1962, p.17-35.
11. H. Jebesen-Marwedel and K. Dinger, Comparative Effect of Different Types of Heat Treatment on the Leachability of Fresh Glass Surfaces, Glastechn. Ber. (1948) 22, 57.
12. Robert J. Ryder, William J. Poad and Carlo G. Pantano, Improved Internal Treatments for Glass Containers, Vol.51 (1982) p.21-28.

## ÜRETİM PLANLAMADA KİŞİSEL BİLGİSAYAR KULLANIMI

### TEK HATLI VE 300 ÜRÜNLÜ FLOAT CAM ÖRNEĞİ

Çetin AKTÜRK-Hayrullah GÜL-Ahmet Alper CAN

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

#### ÖZET

Bugün, beş kıtada yerleşik yüzden fazla float hattının yarattığı rekabet koşullarında yirmiiki ülkeye dış satım yapılmaktadır. Taleplerin istenilen miktar, kalite ve zamanda karşılanması, bunun kapasite kullanımı ve üretim maliyetleri gibi parametreleri de dikkate alarak optimum düzeyde gerçekleştirilmesi, bu mücadeleden galip çıkabilmenin şartlarından birisidir. Kurulmakta olan yeni float hatları yakın gelecekte daha zor şartlar altında çalışılacağıının bir işaretidir. Diğer tüm yönetim faaliyetleri gibi üretim planlama da bu aşamada daha etkin ve sonuç alıcı olmak durumundadır.

Bu bildiride, kişisel bilgisayarların sağladığı imkanlarla gelişmelere açık, yeni koşullara uyum sağlama esnekliği olan ve aylık ortalama bin adet datanın işlendiği bir uygulama örneği tanıtılmaktadır. Sipariş bilgilerinin telefon hattı ile alınarak kişisel bilgisayar kayıtlarına aktarılması, iş istasyonlarının üretim programlarının tespiti nakliye cinsine bağlı olarak sevk programlarının hazırlanması sistemin temel özellikleridir. Ayrıca ihtiyaçlara bağlı olarak üretim ve satış analizlerinin yapılabilmesinin yanı sıra istenilen detay ve formatta kontrol raporlarının da elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

## 1. GİRİŞ

Yurt dışı satışların giderek artması sonucu, rekabet ortamı her geçen gün ağırlığını daha fazla hissettirmekte ve yarattığı dinamizm ile de kişileri, kuruluşları ve sistemleri kendini yenilemeye ve aşmaya zor-

lamaktadır.

Bu dinamizm içinde üretim planlama fonksiyonu da rekabetin en belirgin boyutları olan kalite, maliyet ve satış hizmeti faktörlerine olumlu katkısını artırmalı ve ortaya çıkan nihai tablodaki kârı artırıcı yönlerini geliştirmelidir. Bildiride üretimin üçte ikisini ihraç etmekte olan Trakya Cam Sanayii A.Ş. için geliştirilen üretim planlama sisteminin özellikleri, uygulanma şekli ve elde edilen olumlu sonuçlar tanıtılmaktadır.

## 2. UYGULAMANIN YER ALDIĞI ORTAM

Bilindiği gibi herhangi bir sistemin başarısı uygulamanın yer alacağı ortamın iyi tanımlanmasına ve olayların hangi koşullar altında cereyan ettiğinin gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır.

Bildiriye konu olan üretim planlama sistemi temel özellikleri aşağıda kısaca belirtilmeye çalışılan bir üretim-satış ortamı için geliştirilmiştir.

### 2.1. Üretim Sistemi

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de müşteri taleplerinin karşılanmasında kısmen veya tamamen devreye giren dört ayrı üretim bölümü bulunmaktadır:

#### **Ana İmalat Hattı**

Küçük ebatlar hariç camın tüm özellikleri ile üretildiği bölümdür.

#### **Özel Kesim Hattı**

Ana imalat hattından alınan camın hammadde olarak kullanılması ile küçük veya özel ebatlı camların üretildiği bölümdür.

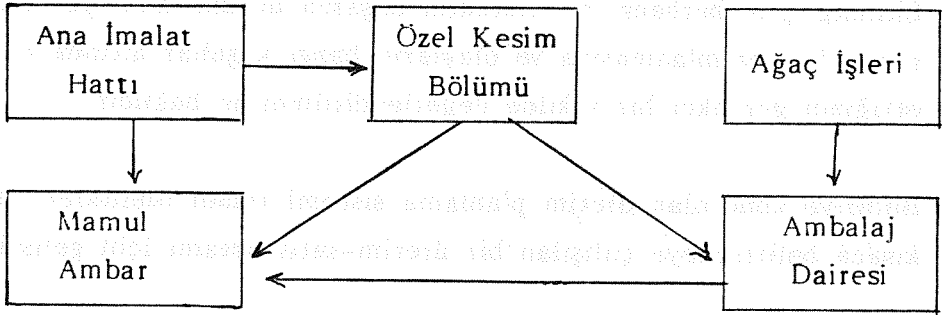
## Ağaç İşleri

Tahta ambalajlı siparişler için gereken sandıkların tomruktan hareketle üretildiği bölümdür.

### Ambalaj Dairesi

Cam ile sandığın biraraya getirilmesi ile ambalajlı camın elde edildiği bölümdür.

Üretimin gerçekleştiği bu bölümler arası malzeme akışını gösteren şema Şekil 1'de yer almaktadır. Ayrıca üretim bölümlerinin özellikleri de Tablo 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1: Üretim bölümleri arası malzeme akışı.

## 2.2. Talebin Özellikleri

Yurtiçi ve yurtdışı talebin mamul özelliklerini belirleyen parametrelere göre durumu şu şekilde özetlenebilir.

Mamul Özelliği	Yurtiçi	Yurtdışı
Kalınlık	3-4-5-6 mm.	3-4-5-6 mm.
Kalite	Ayna, oto, ısıcam	Ayna, oto, ısıcam,
Ebat	Standart	Muhtelif
Ambalaj	Tozlu, kağıtlı	Tozlu, kağıtlı, tahta ambalajlı, çeşitli sandık m <sup>2</sup> 'si

Aylık talep	Mevsimlik değişme var. Tahmin edilebilir.	Mevsimlik değişme az. Tahminde bulunma zor.
Üretim şekli	Stoęa	Sipariş üzerine, çok fazla çeşit nedeniyle stoğa üretim zor.
Farklı mamul adedi	300	300

### 2.3. Planlama Periyodu

Özellikle yurtdışı talebe yönelik bilgiler, içine girilecek aydan birkaç gün önce belirlenebildiği için planlama periyodu bir aydır.

### 2.4. Başarı Kriteri

Üretim programı hazırlanırken mümkün mertebe aşağıdaki hedeflere ulaşılmaya çalışılır.

Programın performansı daha fazla sayıda hedefin gerçekleşmiş olmasına bağlıdır. Bu hedefler maliyete olumsuz etki eden parametreler için minimize, olumlu etki edenler için de maksimize olarak ifade edilebilir.

#### Maksimize Edilmeye Çalışılan Faktörler

- . Kapasite kullanımı
- . Üretim miktarı
- . Verim
- . Zamanında karşılanan siparişler
- . Belirli kalitedeki camın uygun siparişlere yönlendirilmesi ile siparişe yönelik üretimin artırılması

#### Minimize Edilmeye Çalışılan Faktörler

- . Kalınlık değişim sayısı
- . Cam kayıpları
- . Fazla mesai
- . Mamul, yarı mamul stokları
- . Taşıma, depolama kayıpları
- . Günler arası üretim miktarındaki dalgalanmalar
- . Günler arası gerekli insan gücü dalgalanması

### 2.5. Bilgi İşlem İmkanları

Bilgi üretme, depolama ve değerlendirmeler kişisel bilgisayar ile yapılabilmektedir.

Tablo 1: Üretim Bölümlerinin Özellikleri

Ana İmalat Hattı	Özel Kesim Hattı	Ağaç İşleri	Ambalaj
-Tek makina, yüksek kapasite	-İki iş istasyonu var.	-Tomruktan tahta imalatında 2 imalat hattı var.	-Üretim miktarı ambalaj tipine ve toplam eleman sayısına bağlı.
-Aynı anda tek kalınlık, tek şerit eni	-Hatta ana imalat hattından veya stoktan cam beslenebilir.	-Tomruk biçme kapasitesi genelde belirli.	-Cam ve sandık tercihen anında birleştirilerek ambalaj yapılır. Ancak camı ve/veya sandığı stokta tutarak daha sonra ambalaj yapılabilir.
-Aynı anda üç farklı kalite	-Üretim miktarı hem hammaddenin, hem de nihai mamulün kalınlık, ebat, kalitesinin ve de çalışan eleman sayısının fonksiyonu	-Elde edilen tahtanın sandıkta kullanılması yalıtım yüzdesi sandık tipine bağlı.	-Üç adet sandık üretim da istasyonu var.
-Kalınlık değişimi basamak şeklinde olmalı.	-Kapasite düşük	-Üç adet sandık üretim da istasyonu var.	-Sandık Üretim miktarı-Cam ve boş sandık sandık tipine ve iş stok yeri sınırlı istasyonu sayısına bağlı.
-Üretim miktarı kalınlık, kalite ve ebadın fonksiyonu	-Hammede stoklama yeri sınırlı ve stoklamada zayıf sözkonusu	-İş istasyonlarının hepsinde aynı anda %100 tek tip sandık üretimi tercih edilmez.	
-Aynı anda üç farklı ebat grubunda cam almak mümkün. Büyük Plaka Makine Eni Split	-Hatta stoktan cam besleme durumunda tek kalınlık çalışılabilir.		
	-Hatta hem stoktan hem de aynı anda ana imalat hattından cam besleme durumu istenirse iki farklı kalınlık çalışılabilir.		



### 3. PROBLEMİN BOYUTLARI

Problem, yukarıda belirtilen başarı kriterlerini dikkate alarak, müşteri taleplerini karşılayacak şekilde dört üretim bölümünün günler itibariyle aylık üretim programlarının hazırlanmasıdır.

Problemin boyutları hakkında bir fikir vermesi amacıyla birçok rakibimizde olduğu gibi müşteri taleplerinin doğrudan ana imalat hattından karşılandığı bir float örneği üzerinde kısaca durmakta yarar vardır.

Genelde fabrikamız için söz konusu olduğu gibi aylık toplam talebin karşılanabilmesi için dört kalınlığın aşağıdaki sürelerde çalışılması gerektiğini varsayalım:

3 mm 8 gün, 4 mm 13 gün, 5 mm 5 gün, 6 mm 4 gün

Az sayıda ve kademeli şekilde kalınlık değişimi baz olarak alınırsa ortaya çıkabilecek kalınlık programlarından bazıları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablodan görüleceği üzere aybaşı ve aysonu kalınlıklarına ve ay içinde yapılan kalınlık değişim sayısına göre geçerli olabilecek çözüm sayısı binlerin üzerine çıkabilmektedir. Her bir çözüm için zamanında, zamanından önce ve zamanından sonra karşılanan sipariş miktarları ve bunların doğal sonucu olarak mamul stokları ve üretim maliyetleri farklı olacaktır. Alternatiflerin hepsini sonuçları ile listelemek en uygun olanını seçmek ve bunu bilgisayarsız yapmak imkansızdır. Sonucun kısa yoldan elde edilmesini sağlayan bir algoritma geliştirilmemiş ise kapasite ve hız itiriyle bazı sınırlamaları olan kişisel bilgisayarların kullanılması durumunda bile tüm alternatiflerin tek tek değerlendirilmesi mümkün değildir.

Trakya Cam örneğinde ana imalat hattının yanı sıra üç ayrı üretim bölümünün de aynı zamanda göz önüne alınması ve üretim bölümlerinin koordine edilmesi, dengelenmesi söz konusu olduğundan problem daha karmaşık bir yapıdadır.

**Tablo 2: Toplamda 3 mm. 8 gün, 4 mm. 13 gün, 5 mm. 5 gün, 6 mm. 4 gün olacak şekilde ana imalat hattında çalışılabilecek belirli bir kalınlık sıralamasıyla gerçekleştirilebilen farklı program sayıları.**

<u>Kalınlık Sıralaması</u>	<u>Farklı Program Sayısı</u>
3 - 4 - 5 - 6	1
3 - 4 - 5 - 6 - 5	4
3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4	48
3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3	336
3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3	3024
4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3	48
4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4	132
4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 3 - 4	840
4 - 3 - 4 - 5 - 6	12
4 - 3 - 4 - 5 - 6 - 5	48
4 - 3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4	840
4 - 3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4	4536
4 - 3 - 4 - 3 - 4 - 5 - 6 - 5 - 4	840
5 - 6 - 5 - 4 - 3	4
5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4	48
5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 5	72
5 - 6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 5 - 6	324
6 - 5 - 4 - 3	1
6 - 5 - 4 - 3 - 4	12
6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 5	48
6 - 5 - 4 - 3 - 4 - 5 - 6	144

#### **4. GELİŞTİRİLEN SİSTEMİN ALT YAPISI, ÖZELLİKLERİ VE UYGULAMA ŞEKLİ**

##### **4.1. Alt Yapı**

Sistemin alt yapısını oluşturan unsurlar özetle şu şekilde ifade edilebilir.

**Sipariş Bilgileri:** Sipariş bilgileri sipariş mektubu şeklinde düzenlenir. Sipariş mektuplarında sipariş no, kalınlık, ebat, miktar, ambalaj tipi, ambalaj özellikleri, kalite ve sevk tarihi yer alır.

Bu bilgiler Cam Pazarlama A.Ş.'den fabrika ana bilgisayarına telekom aracılığı ile ulaştırılır ve "Tango" adlı bir program ile de bu bilgiler kişisel bilgisayar disketlerine aktarılır.

**Kapasiteler ve Üretim Standartları:** Her bir üretim bölümünde ürün özelliklerine göre değişmekte olan üretim standartları ve işçilik üretkenlikleri tespit edilmiştir. Ayrıca üretim dairelerinin üretim kapasiteleri de belirlenmiştir.

**Bilgi İşlem Ortamı:** Çalışmada Multitech Plus 703 (10Mhz-10Mb disk) kişisel bilgisayar kullanılmaktadır. Günlük üretim bilgileri ve sipariş değişiklikleri elle bilgisayara girilmektedir. Ekranın yanı sıra printer imkanı da mevcuttur. Programlamada dBase III plus yazılım paketi kullanılmıştır.

#### 4.2. Sistemin Özellikleri

Daha önce belirtildiği gibi dikkate alınması gereken parametre ve alternatif program sayısı çok olduğundan sonuca gitmede işletmecinin tecrübe ve sezgisinden yararlanma tercih edilmiştir. Böylece işletmecinin tercihleri doğrultusunda çözüme adım adım yaklaşılabilecek ve uygun olmayan çözümler daha başlangıçta inceleme dışı bırakılmış olacaktır. Ulaşılan çözüm çelişen unsurları, içinde bulunan koşullara göre birbiriyle en iyiye yakın şekilde uzlaştıran bir çözümdür. Uygulanması kolay, sonuca kısa zamanda götüren ve en önemlisi pratik bir çözümdür. Literatür anlamında çok amaçlı dört üretim bölümlü ve çok maddeli üretim planlama probleminin çözümünde sezgisel programlama yöntemi kullanılmıştır.

Kurulan sistemin bir diğeri özelliği de gelişmelere, değişmelere açık ve esnek oluşudur. Zamanın ilerlemesi ile oluşan bilgilerden hareketle üretim ve talep analizleri yapılabildiği gibi herhangi bir anda üretimi tamamlanmamış taleplerden hareketle program revizyonuna gitmek mümkündür. İşletmeci herhangi bir anda hangi siparişlerin üretildiğini, hangilerinin henüz üretilmediğini, işletmede bulunan cam ve sandık stoklarını, geri kalan işlerin üretim bölümlerine getireceği yükleri görmek, değerlendirmek imkanına sahiptir.

Belirlenmiş olan üretim programlarından hareketle nakliye türüne göre haftalık sevkiyat programlarını oluşturarak mamul ambar hazırlıkları ve araç temini açısından yararlı raporlar elde edilebilmektedir.

#### 4.3. Sistemin Uygulanışı

Sistem ana hatlarıyla menü esasına göre tasarlanmış olup işletmecinin tercihlerine göre adım adım sonuca ulaşmaya imkan tanımaktadır.

Başlangıçta işletmecinin karşısında şu seçenekler vardır:

1. Kapasite
2. Program
3. Malzeme

İşletmecinin "KAPASİTE" başlığını seçmesi durumunda bilgisayar kendisine üretim standartlarında bir değişiklik yapmayı düşünüp düşünmediğini sormakta ve neticede işletmecinin kabul ettiği değerlere göre aylık siparişlerin ana imalat hattı, özel kesim hattı, ağaç işleri ve ambalaj dairesinin kapasitesi içinde olup olmadığı belli olmakta ve gerekiyorsa fazla mesai miktarı ekrana gelmektedir. Bu aşamada hangi mamulden ne miktarda ve ne kadar süre ile üretim yapılması gerektiği bilgisi de belirlenmiş olmaktadır. Kapasite aşımı durumunda işletmeci fazla mesaiyi kabul etmez ise mevcut siparişlerden uygun görülenlerinin aylık programdan çıkarılması gerekmektedir.

Aylık sipariş miktarının kapasite içinde olması durumunda işletmeci "PROGRAM" seçeneğine geçebilmektedir. Program başlığının alt başlıkları üretim bölümleri ile ilgilidir:

1. Anahat 2. Özel Kesme Hattı 3. Ambalaj 4. Ağaç İşleri

İşletmeci hangi bölümle ilgili aylık programı önce ele almak istiyorsa o bölümü ekrana çağırma durumundadır. Fabrikamız pratiği içinde çalışmaya ana hat programı ile başlamak yararlı olmaktadır.

Ana hat programının belirlenmesine geçmeden önce işletmeci özel kesim açısından ayın ilk günlerinde çalışılmasını istediği bir kalınlık varsa bu tercihinin bilgisayara bildirmekte ayrıca kalınlık değişim sırasını da belirtmektedir. İşletmecinin herhangi bir tercih belirtmemesi durumunda bilgisayar sevk termini olarak ilk hafta içinde en yoğun olan kalınlığı başlangıç almakta, küçükten büyük kalınlığa doğru 3 ve 6 mm'yi bir defa 4 ve 5 mm ise iki eşit kampanyada üretecek şekilde bir kalınlık programı yapmaktadır. Bunun sonucu işletmecinin gerekli değerlendirmeleri yapabilmesi için, diğer üretim bölümlerinden kaynaklanan bir gecikme olmaz ise, zamanından önce ve zamanından sonra üretilen sipariş miktarlarını kalınlık ve gecikme süresi itibariyle belirten özet bilgileri ekranda görmek mümkün olabilmektedir. İşletmeci önce ve geç biten siparişlerin durumuna göre ana hat kalınlık programında uygun gördüğü değişikliği ekranda yapar ve yeni durumun sonuçlarını yeniden ekranda değerlendirir.

İşletmecinin ana hat kalınlık programını bu aşamada yeterli görmesi durumunda arzu edilirse bilgisayardan günler ve kalınlıklar itibariyle hangi kaliteden ve hangi ebat grubundan ne miktarda cam alınacağını gösteren raporları almak mümkündür.

Özel kesme hattının programlanmasında da benzer yaklaşım kullanılmaktadır. Bilgisayar siparişlerin günlere dağılımında kapasite sınırları

içinde kalmak kaydıyla ana hatta çalışılan kalınlığın aynı anda özel kesimde de çalışılmasına öncelik tanımaktadır. Bu suretle işletme içi yarı mamul stoklarının az olması sağlanmaktadır.

Ana imalat hattı ve özel kesim hattı programlarının belirlenmesi sonucu ekranda hem bu programları, hem günler itibariyle işletmedeki büyük plaka stoklarını, hem de siparişlerin erken veya geç karşılanma durumlarını görmek ve buna göre nihai kararı vermek mümkün olmaktadır.

Ana hat ve özel kesim programları belirlenirken bu aşamada üretilen camın gününde ambalajlanabileceği varsayılmıştır. Alınan camın ambalaj dairesinin günlük kapasitesi içinde olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. Bu da işletmeciyi ambalaj dairesinin programı üzerinde yöneltir.

Ambalaj dairesindeki eleman sayısı sabit olmakla birlikte günlük üretim tonajı ambalaj tipine göre oldukça geniş bir aralıkta değişebilmektedir. Dengeleme yapılmaması durumunda bazı günler eleman boşta kalabilmekte bazı günlerde de fazla mesai gerekebilmektedir.

Ambalaj dairesinin programına geçildiğinde bilgisayar işletmeciyeye, alınan camın gününde ambalajlanabilmesi için günler itibariyle gerekli olan iş gücünü ve sevk tarihi itibariyle de bunun ne kadarının erken üretilen, ne kadarının gününde ve de ne kadarının gününden sonra üretilen siparişlerle ilgili olduğunu belirten bilgiyi verir. İşletmeci öncelikle gününden önce ambara teslim edilmekte olan siparişleri erteleyerek mümkün merteye iş gücü dengelemesi yapar. Ancak ambalajı ertelenen siparişler nedeniyle bu sefer işletmede ambalajı bekleyen ebadına kesili yarı mamul cam stokları oluşur. İşletmeci yaptığı tercihler sonunda günler itibariyle ortaya çıkan bu stoklara yönelik bilgileri de anında ekranda görüp değerlendirebilir. Ambalaj dairesi programının hazırlanması sırasında ortaya çıkan işletme stoklarının istenmeyen se-

viyelere çıkması durumunda işletmeci geriye dönerek ana hat kalınlık programında gerekli revizyonu yapabilir.

Ambalaj dairesinin programının hazırlanması ile hangi tarihte hangi çeşitten ne miktarda sandığın hazır olması gerektiği bilgisi belirlenmiş olmaktadır. Bu aşamada işletmeci ağaç işlerinin bu ihtiyacı karşılayıp karşılamayacağını belirlemek durumundadır. Diğer bir deyişle ağaç işleri programı hazırlanmalı ve günler itibariyle gerekli dengelemeler yapılmalıdır.

İşletmeci bilgisayardan ambalajı aksatmayacak sandık miktarlarına ait günler ve sandık tipleri itibariyle dökümü alabilmektedir. İşletmeci öncelikle sipariş gecikmesi yaratmayacak şekilde dengeleme yapmaya çalışır. Belirlediği herhangi bir program sonucunda zamanından önce ve sonra üretilen sandıklar ile ilgili dökümü ekrandan izleyerek yeni tercihler yapabilir. Neticede gerekiyorsa tekrar geri dönülerek ambalaj dairesi ve ana hat programlarında revizyona gidilebilir.

Bütün üretim bölümlerinin aylık üretim programlarının tespit edilmesi durumunda işletmeci aşağıdaki bilgileri içeren raporları bilgisayardan alabilir:

- . Siparişlerin sipariş numarası bazında sevke hazır oluş tarihleri,
- . Zamanından önce veya gecikmeli olarak üretilen siparişler,
- . Günler itibariyle işletmedeki büyük plaka ve ebadına kesili cam stokları ile boş sandık stokları,
- . Günler itibariyle yurtiçi ve yurtdışı beklenen ambar girişleri,
- . Haftalar itibariyle sevkiyat programları,
- . Günler itibariyle varsa fazla mesai ihtiyaçları.

Üretim programlarının belirlenmesinden sonra programcı ana menüdeki "MALZEME" başlığına dönerse üretim programlarını destekleyecek

malzemelerin cins ve miktarlarının dökümünü elde edebilir. Diğer bir deyişle malzeme planlaması da aynı zamanda elde edilmiş olur.

## 5. SONUÇ

Özellikleri ana hatlarıyla belirtilen, tercihleri ve seçenekleri oldukça geniş bu üretim planlama modelinde esas amaç bilgisayarın sağladığı olanakları kullanarak işletmeciyi optimal işletme programına en hızlı biçimde ulaştırmaktır.

Bu olanakların kullanılması sonucu üretim programı çalışmaları çok kısa sürelerle indirgenmiştir. Elde edilen olumlu sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- a) Döneme baz olan üretim bilgilerinin çok kolay ve güvenilir bir biçimde, istenilen doğrultuda işlenebilmesi.
- b) Dönem çalışma programına işletmecinin ayırdığı zamanın kısalması.
- c) Üretim veya sevk şartlarındaki değişiklikler nedeniyle gerekli olan program revizyonunun hızlı bir biçimde yapılması.
- d) Herhangi bir üretim birimindeki program değişikliğinin diğer üretim birimlerine olan yansımaları tespit ederek aksaklıkların azaltılması.
- e) Birbiri ile çelişen amaçların hangi koşullar altında uzlaştırıldığına tüm sonuçları ile birlikte görülmesi, alternatif çözümlerin olumlu veya olumsuz yönlerinin çok kısa zamanda değerlendirilebilmesi.

Kurulan sistem altyapı itibariyle ikinci float hattının ortaya çıkaracağı çeşitliliği ve değişkenliği de kaldırabilecek durumdadır.



**PAŞABAHÇE CAM SANAYİİ A.Ş.**  
**KRİSTAL ASİT PARLATMA TESİSİ İŞLETME**  
**KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU**

Orhan ÇORUMLUOĞLU

Figen SOYMAN-Osman MELİKOĞLU

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

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

**ÖZET**

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de elektrikli fırın ile kristal cam üretimine 1968 yılının ikinci yarısında başlanmış ve üretim kapasitesi artışı nedeniyle Asit Parlatma Tesisinde otomasyona geçilmiştir.

Son yıllarda artan pazar talepleri doğrultusunda mamul çeşidi ve dekor türü bakımından üretim yelpazesi genişlemiştir. Ancak bu durum parlatma prosesi işletme koşullarıyla uyumsuzluk göstermiş ve parlatma verimini önemli boyutlara varan ölçülerde etkilemiştir.

İşletme şartlarının, mamul ve dekor türündeki gelişmelerle senkronizasyonunu sağlamak ve prosesin performansını artırmak amacıyla çok yönlü incelemeler yapılmıştır. Bu kapsamda parlatma ve yıkama banyolarının terkip ve sıcaklık optimizasyonu, banyo terkip stabilitesi, parlatma süresi, banyoların kullanma süreleri ve dış dekorcularla ilgili takipler ele alınmıştır.

Yürütülen çalışmalarla parlatma verimi % 92'ye ulaşmış ve parlatma kapasitesinde de % 30 artış sağlanmıştır.

## 1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, kristal cam üretiminin en son aşaması dekor uygulamasını takiben cam yüzeyinde oluşan matlığı gidermek amacıyla yapılan kimyasal parlatmadır.

Kimyasal parlatma, belli özelliklere haiz parlatma, yıkama ve durulama olarak isimlendirilen banyolarda, önceden tespit edilen bir program çerçevesinde yapılmaktadır.

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Kristal Fabrikasında günde 8 ton kurşunlu kristal üretilmekte ve asit parlatma işlemi otomasyonla sağlanmaktadır. Otomasyon ile insan hatasını önlemek, parlatma kalitesinde süreklilik sağlamak ve asit buharlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak gibi hususlar hedef alınmaktadır.

Son yıllarda artan pazar taleplerini karşılamak üzere kristal üretim programı mamul çeşidi ve uygulanan dekor türü bakımından zenginleştirilmiştir. Ancak, bu durum Asit Parlatma Tesisinin mevcut işletme koşullarıyla uyum göstermemiş ve parlatma verimini önemli boyutlara varan ölçülerde etkilemiştir.

Bildiri kapsamında, parlatma hata kaynaklarının tespiti ve problemin çözümüne ilişkin yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

## 2. TEORİ (1)

### 2.1. Kimyasal Parlatma

Kristal camın asit parlatması, mamulün parlatma asidi içinde yıkanması ile sağlanmaktadır. Mamul yeteri kadar süre asit çözeltisiyle temas ettikten sonra cam yüzeyinde oluşan reaksiyon ürünleri aşındırıcı niteliği olmayan bir sıvı ile yıkanarak uzaklaştırılmakta ve tekrar parlatma çözeltisine daldırılmaktadır. Bu işlem cam yüzeyin tamamında arzu edilen parlaklık sağlanıncaya kadar devam etmektedir.

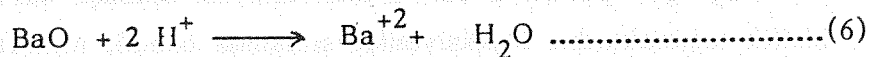
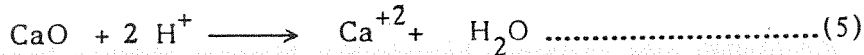
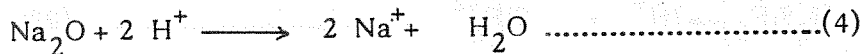
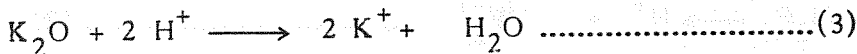
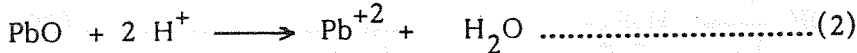
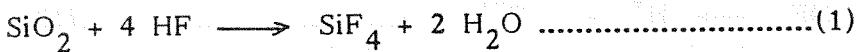
Parlatma banyosu hidrofluorik asit, sülfürik asit ve su gibi üç ana

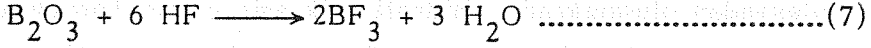
bileşenden oluşmaktadır. Hidrofluorik asit camın korozyonunu, sülfürik asit reaksiyon sonucu biriken taneciklerin uzaklaşmasını ve gerekli olan parlaklığı sağlamakta, su ise seyreltme amacını taşımaktadır. Banyonun hazırlanmasında maliyet faktörü dikkate alınarak teknik özelliğe haiz asitler, örneğin % 70-75'lik hidrofluorik asit, % 92-96'lık sülfürik asit kullanılmaktadır. Yıkama banyosu yalnız su veya sülfürik asit/su gibi değişik terkiplerde olabilmektedir. Parlatma verimi asitin sıcaklığını yükseltmek suretiyle artırılabilen ancak hidrofluorik asitin uçuculuk ve buharlaşma hızı da artacağı için banyo terkibine uygun sıcaklık sınır değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

## 2.2. Parlatma Banyosunun Kimyası

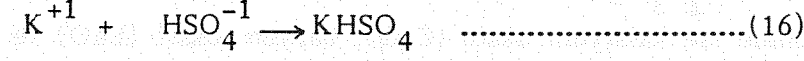
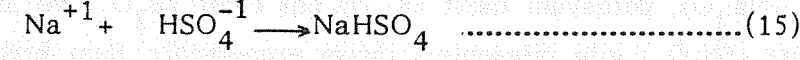
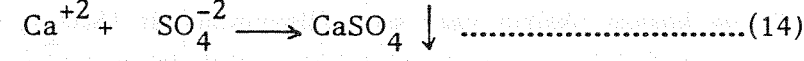
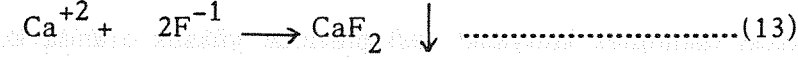
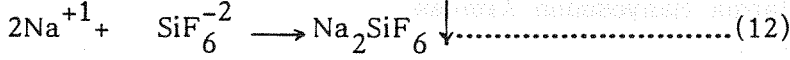
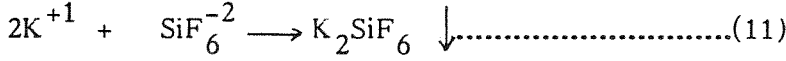
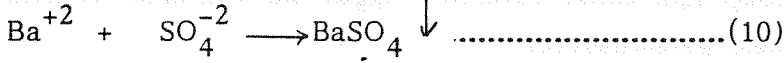
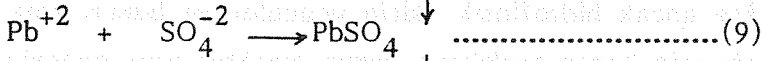
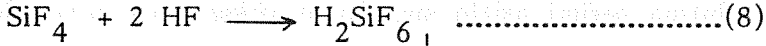
Kristal mamuller kimyasal terkiplerinde yüksek oranda kurşun oksit (PbO) ve kurşun oksitin yanı sıra silisyumdioksit (SiO<sub>2</sub>), sodyum oksit (Na<sub>2</sub>O), potasyum oksit (K<sub>2</sub>O), bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ve antimuan oksit (Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) gibi bileşenleri ihtiva etmektedir. Bazı kristal terkiplerinde ise kalsiyum oksit (CaO), baryum oksit (BaO) ve alüminyum oksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) gibi oksitler de bulunabilmektedir.

Bu elementleri ihtiva eden mamul hidrofluorik asit ve sülfürik asit karışımına daldırıldığı zaman mamul korozyona uğramakta ve aşağıda gösterilen reaksiyonlar meydana gelmektedir.

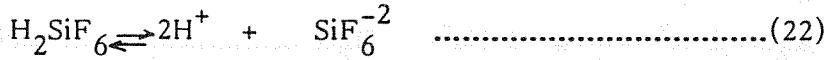
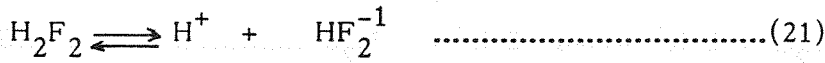
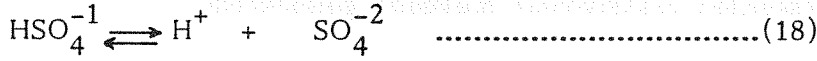
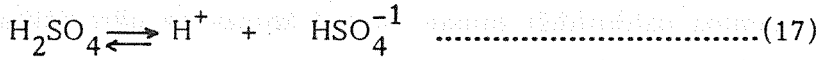




Açığa çıkan iyonlar ortamda mevcut olan hidrofliorik asit, fluor ( $\text{F}^{-1}$ ), sülfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) ve bisülfat ( $\text{HSO}_4^{-1}$ ) iyonları ile reaksiyona girerek uçucu ürünlerin yanı sıra banyo terkip koşullarında çözünür ve çözünmeyen nitelikte çeşitli bileşikler meydana getirmektedir.



Ayrıca banyo terkinde bulunan asitler de iyonizasyona uğrayarak çeşitli dengeler oluşturmaktadır.



Görüldüğü gibi parlatma banyosunun kimyası oldukça karmaşık bir özellik taşımaktadır. Reaksiyonlar sırasında önemli miktarda su açıl-

çıkarmaya başlanmaktadır. Diğer taraftan; gerek buharlaşma ile kayıp, gerekse her iki asidin reaksiyonlarda kullanılması banyo terkinin sürekli olarak titiz bir şekilde kontrolünü gerektirmektedir.

### 2.3. Parlatma ve Yıkama Banyolarının Terkip Kontrolü

Parlatma banyosu kontrol parametreleri;

- . hidrofluorik asit ( $H_2F_2$ ) miktarı,
- . sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) miktarı,
- . hekzafluorosilikat ( $SiF_6^{-2}$ ) iyon miktarı,
- . alkali iyon ( $Na^{+1}$ ,  $K^{+1}$ ) miktarı ve
- . sıcaklıktır.

Hidrofluorik asit ve sülfürik asit miktarlarının takibi banyonun terkip stabilitesi ve dolayısı ile parlatma randımanı açısından son derece önemlidir. Hekzafluorosilikat ve alkali hidrojen sülfatlar çözünürlük sınırları aşıldığında cam yüzeyine özellikle kesme işlemi uygulanmış yüzeye tutunarak parlatma süresinin artmasına neden olur. Bu itibarla, parlatma işlemi sırasında sodyum ( $Na^{+1}$ ), potasyum ( $K^{+1}$ ) ve hekzafluorosilikat ( $SiF_6^{-2}$ ) iyonlarının miktarlarının zaman zaman tespiti gerekmektedir. Ayrıca, hekzafluorosilikat iyonunun miktarının belirlenmesi, parlatmada fonksiyonel olan fluor iyonlarının konsantrasyonunun tayini için gereklidir.

Yıkama banyosu kontrol parametreleri ise;

- . sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) miktarı,
- . parlatma banyosundan taşınan hidrofluorik asit ( $H_2F_2$ ) miktarı ve
- . sıcaklıktır.

Bu parametrelerden hidrofluorik asit miktarının kontrolü yıkama

banyosunun ikinci bir parlatma banyosu gibi davranmaması için önemlidir. Söz konusu parametrelerin kontrolünde, toplam analiz süresinin parlatma süresiyle uyum içinde olması gerekir. Diğer bir ifadeyle, banyoların terkip kontrol yöntemi otomasyonla paralellik sağlamalıdır.

#### 2.4. Parlatma Banyosu Terkipleri

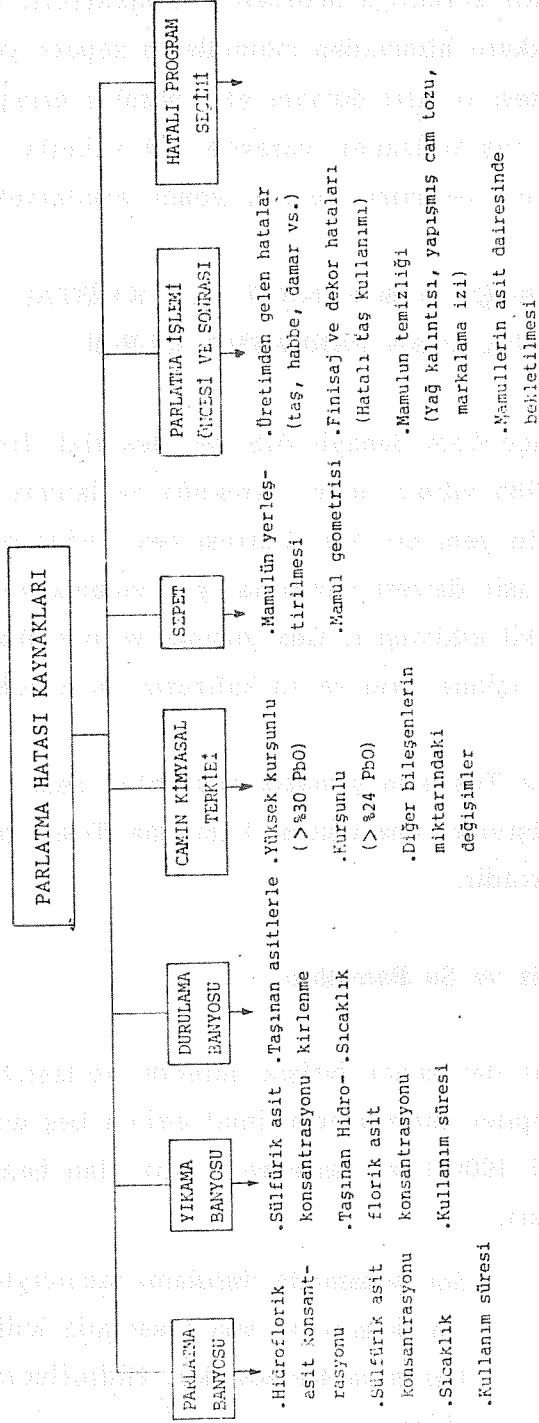
Parlatma banyosunu teşkil eden hidrofluorik asit ve sülfürik asidin ağırlıkça yüzdelerine bağlı olarak iki tip banyo terkiibi kullanılmaktadır. Hidrofluorik asit ağırlıklı banyo terkiiplerinde parlatma süresi kısalmakta, ancak parlatma hatası riski artmaktadır. Sülfürik asit ağırlıklı banyo terkiiplerinde ise daha uzun süreli parlatma gerekmektedir. Her iki tip banyoda, mamulün kimyasal terkiibi, şekli, kesme türü ve diğer özelliklere bağlı olarak farklı asit konsantrasyonları ve farklı parlatma süreleri tercih edilmektedir.

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Parlatma Tesislerinde ise sülfürik asit ağırlıklı banyo terkiibi kullanılmaktadır.

#### 2.5. Parlatma Hatası Kaynakları

Parlatma prosesi sırasında meydana gelen parlatma hataları, kaynaklarına göre Tablo 1'de sınıflandırılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü üzere parlatma hatası kaynakları 7 ana grupta toplanmış olup her bir grup için hataya neden olan unsurlar ayrı ayrı gösterilmiştir. Örneğin, parlatma banyosunun sülfürik asit ve hidrofluorik asit içeriğinin hedeflenen seviyede olmaması veya optimize edilen sıcaklığın kontrolsüzlüğü veya banyonun korozyon ürünleriyle doygun hale gelmesi "yanma" olarak tanımlanan hataya ve dekor kenarlarında aşırı yuvarlaklaşmaya sebebiyet verebildiği gibi bunun tersi de diğer bir ifadeyle yavaş ve yetersiz parlatma da söz konusu olabilmektedir. Optimize edilen konsantrasyon ve sıcaklığa kıyasla düşük sülfürik asit miktarı ve düşük sıcaklıkta kullanılan yıkama banyosu mamul yüzeyinde biriken tuzların yıkanarak uzaklaşmasını güçleştirmektedir.

**Tablo 1: Parlatma Hatalarının Kaynaklarına Göre Sınıflandırılması.**



Cam terkininde meydana gelebilecek ani değişimler parlatma kalitesinde farklılığa sebebiyet vermektedir. Büyüklük ve şekil özellikleri dikkate alınmadan mamullerin sepete yerleştirilmesi sonucunda asit lekesi ve asit dumanı gibi hatalar ortaya çıkmaktadır. Dekorlamada iri taş kullanımı, yüzeyde yağ kalıntısı ve yapışmış cam tozu parlatma verimini olumsuz yönde etkilemektedir.

### 3. PAŞABAHÇE CAM SANAYİİ A.Ş. KRİSTAL FABRİKASI ASİT DAİRESİ VE UYGULANAN PARLATMA İŞLEMİ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de elektrikli fırın ile kurşunlu kristal üretimine 1986 yılının ikinci yarısında başlanmış ve üretim kapasitesi artışı nedeniyle yeni bir Asit Dairesi tesis edilerek otomasyona geçilmiştir. Söz konusu asit dairesi parlatma, gaz yıkama ve nötralizasyon gibi ünitelerden teşkil edilmiştir. Gaz yıkama ve nötralizasyon üniteleri çevre koruma anlayışı içinde hava ve su kalitesini korumak amacıyla kurulmuştur.

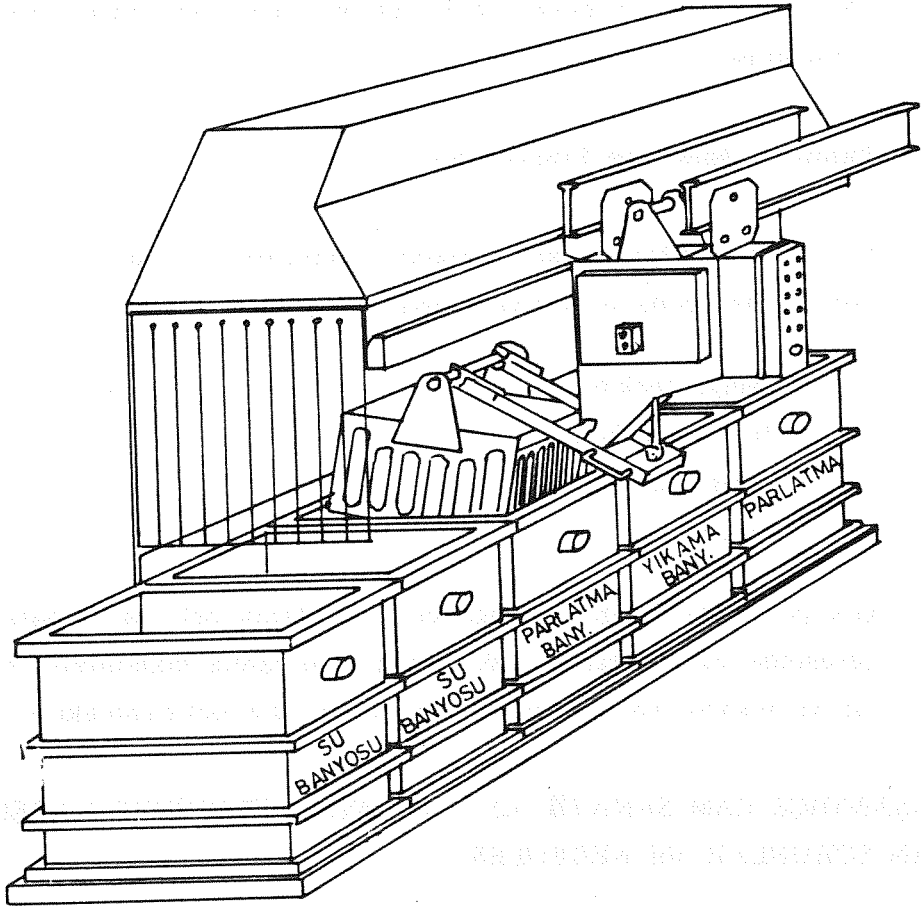
Parlatma Tesisinin şematik gösterilişi Şekil 1'de verilmiştir. Bildiri konusu ve sistemin ana ünitesi Parlatma Tesisi olup başlıca şu birimlerden oluşmaktadır.

#### 3.1. Asit ve Su Banyoları

Asit dairesinde bitişik düzende yerleştirilen ve aside dayanıklı polipropilen malzemeden imal edilen beş adet banyo bulunmaktadır. Her biri 1000 litre kapasiteye haiz olan banyolar sıra ile aşağıda verilmiştir.

- . Son yıkamada durulama amacıyla kullanılan su banyosudur.
- . Ön yıkama ve son yıkamada kullanılan su banyosudur.
- . Parlatma banyosudur. Hidrofluorik asit, sülfürik asit ve sudan oluşur.
- . Yıkama banyosudur. Sülfürik asit ve sudan oluşur.
- . Parlatma banyosudur. Diğer parlatma banyosu ile dönüşümlü olarak kullanılır.





Şekil 1: Parlatma Tesisinin şematik gösterilişi.

### 3.2. Taşıma ve Daldırma Mekanizması (ROBOT)

Sepetlerin belirli programlara göre banyolara daldırılmasını ve banyolar arasındaki hareketlerini otomatik olarak yapan pnömatik tahrikli, elektronik kontrollü cihazdır. Azami 120 kg cam mamul taşıma kapasitesine sahiptir.

### 3.3. Diğer Birimler

Asit dinlendirme tankları, elektrikli su ısıtıcısı, asit ilave ünitesi, ısıtıcı ve soğutucu serpantinler, program paneli, monoray sistemi,

daldırma sepeti ve çeker ocak sistemin diğer ana parçalarını oluşturmaktadır.

### 3.4. Parlatma İşlemi ve Programlama

Kristal mamullerin kesme yapılan kısımlarında oluşan matlığı gidermek amacıyla uygulanan parlatma işlemi;

- . banyo terkibi
- . banyo sıcaklığı
- . mamul büyüklüğü ve
- . dekor türü

gibi parametreler göz önünde bulundurularak belli bir program çerçevesinde yapılmaktadır. Söz konusu programla mamullerin parlatma ve yıkama banyolarında kalacakları süre belirlenmektedir.

## 4. PAŞABAHÇE CAM SANAYİİ A.Ş. PARLATMA İŞLEMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE NEDENLERİ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. kristal cam üretiminde son yıllarda müşteri talepleri doğrultusunda mamul çeşitliliğinde ve mamule uygulanan dekor türünde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Çeşitlilik bakımından;

- . şekil itibariyle içlerinden asitin güç boşaldığı,
- . seperatörle temas yüzeyi fazla ve
- . sepet içerisinde hareketliliği çok az veya çok fazla olan mamul türü sayısında belirgin bir artış gözlenmiştir.

Diğer taraftan, hafif dekorlu mamullerin üretim kapasitesindeki payı yükselmiştir. Daha önceki dönemlerde uygulanan dekor türü takriben 25 civarında ve bunun % 90'ı sık kasmeli hata kapatıcı dekorlar iken bugün

dekor türü 85'e ulaşmakta ve bu miktarın % 60'ı sık kesmeli hata kapatıcı dekor, % 40'ı ise hafif dekorlardır. % 40 değeri aylık üretim bazında incelendiğinde önemli sayılar ortaya çıkmaktadır.

Söz konusu üretim repertuarının genişlemesi, mevcut işletme koşullarında parlatma işlemi kaynaklı hatalarda önemli artışlara sebebiyet vermiştir. Bu artış, iş gücü kaybı ve maliyetin yükselmesi demek olan tekrar parlatma veya finisaj gibi ikincil işlemlerle telafi edilmeye çalışılmıştır.

Mamul ve dekor türündeki bu gelişmenin işletme şartlarıyla senkronizasyonunu sağlamak ve parlatma verimini artırmak amacıyla Eylül 1988'de "Asit Parlatma Prosesi Kontrol" formları oluşturulmuş, hata tanımları yapılmış ve parlatma prosesi kontrol işlemleri yoğunlaştırılmıştır.

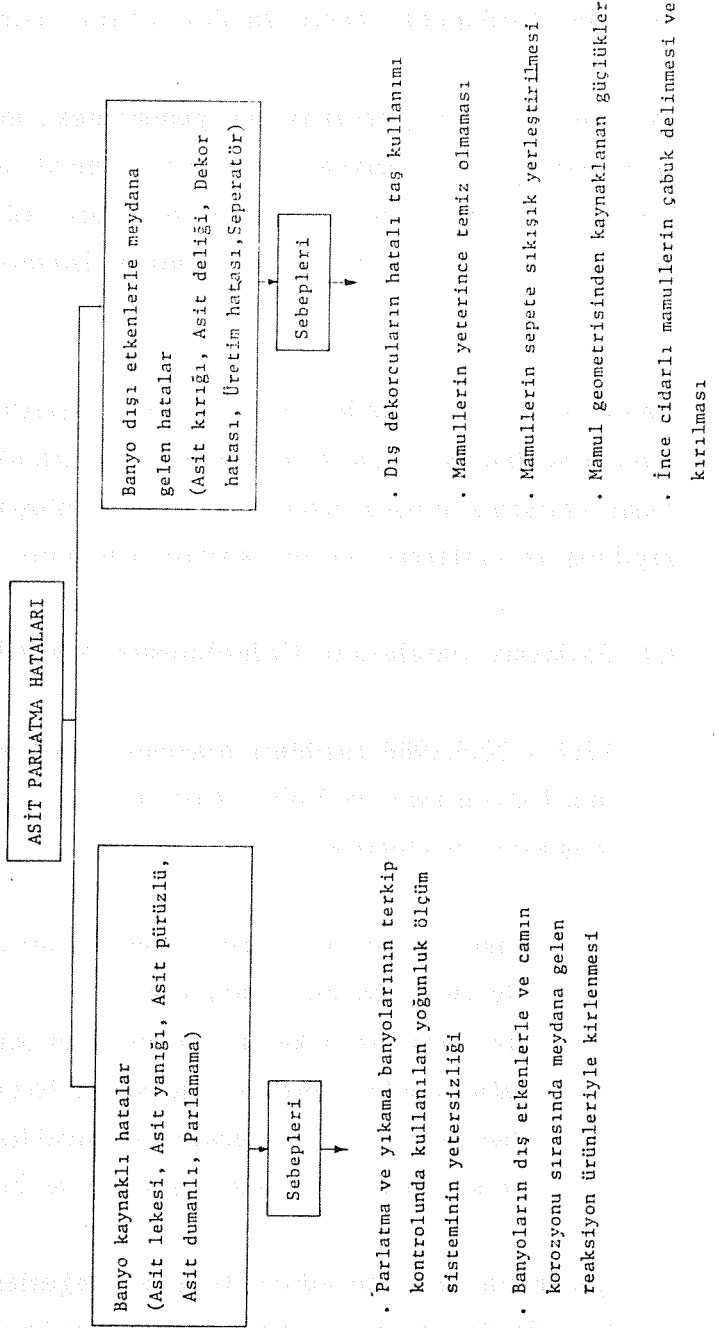
#### 4.1. Parlatma Hatalarının Giderilmesine Yönelik Çalışmalar

13.9 - 20.9.1988 tarihleri arasında Araştırma Müdürlüğü ile Şirketimiz Laboratuvar ve Kalite Kontrol Şeflikleri tarafından yürütülen müşterek incelemelerde,

- . asite giren her sepete numara verilerek mamul hata kontrolü sepet bazında yapılmıştır,
- . parlatma ve yıkama banyolarının kimyasal terkip kontrolleri ıslak analiz metotları ile sepet bazında gerçekleştirilmiştir,
- . banyolarla ilgili yoğunluk ve sıcaklık değerleri, asit ilave miktarları, parlatma başlangıç ve bitiş saatleri kaydedilmiştir.

Çalışmalardan elde edilen bulgular değerlendirildiğinde hataların banyolardan ve banyo dışı etkenlerden kaynaklandığı saptanmış ve Tablo 2'de gösterilen hata türleri ve nedenleri saptanmıştır.

**Tablo 2: 13.9 - 20.9.1988 Tarihleri Arasında Yapılan İncelemeden Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi**

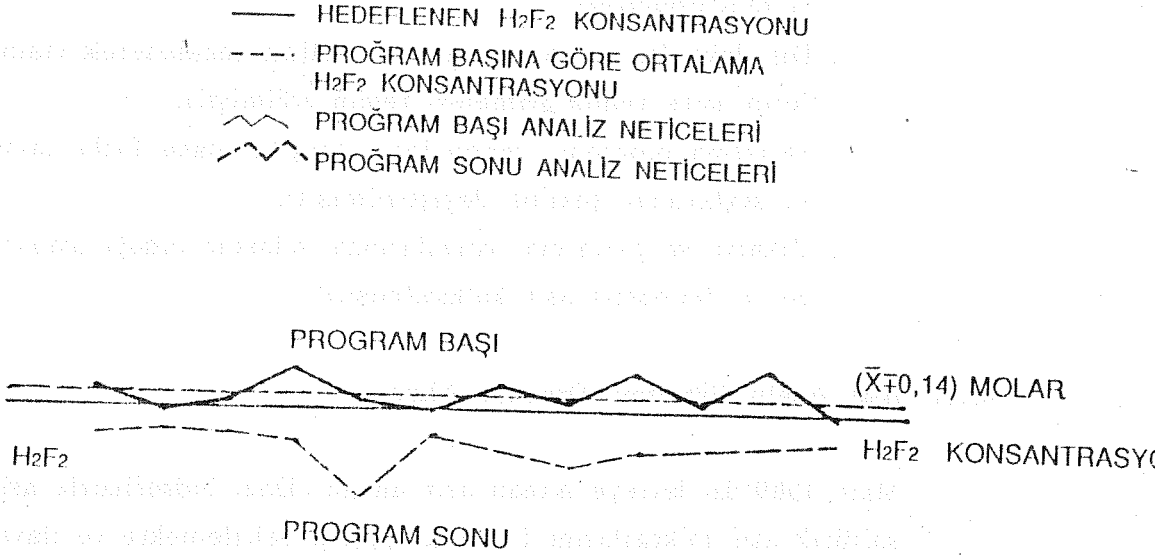
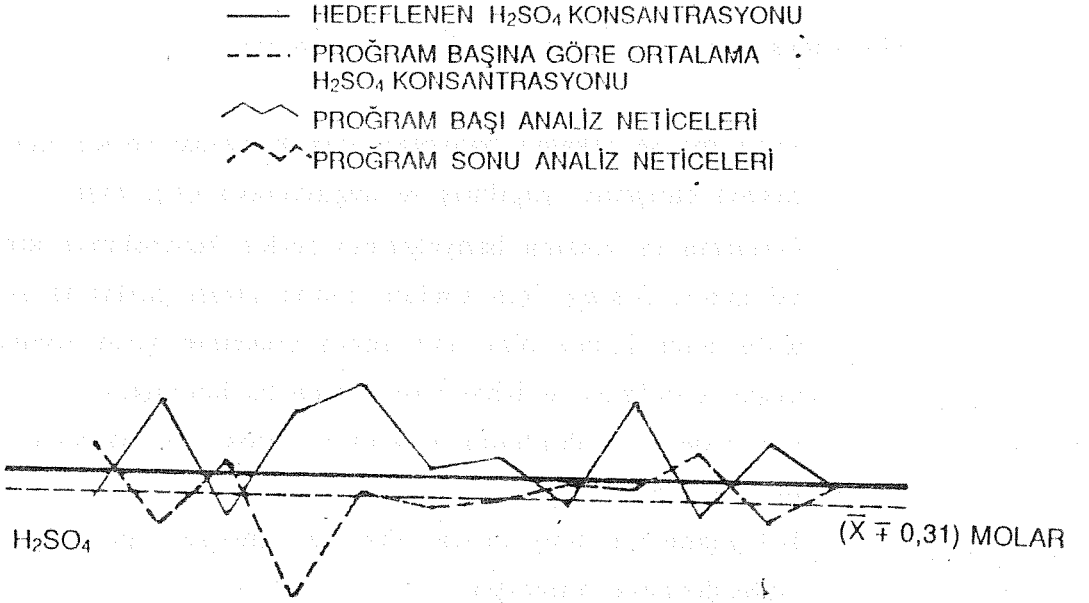


Söz konusu hata nedenlerini gidermek amacıyla,

- . Parlatma ve yıkama banyoları için kimyasal terkip optimizasyon çalışması yapılmış ve uygulamaya geçilmiştir.
- . Parlatma ve yıkama banyolarının terkip kontrolünde kimyasal analiz desteği için toplam analiz süresi parlatma süreciyle uyum içinde olan asit analiz cihazının satın alınması uygun görülmüş ve ithal işlemlerine başlanmıştır.
- . Son yıkama ve durulama banyoları sürekli olarak sıcak su ile beslenmiştir.
- . 3-4 günde bir dinlendirilen yıkama banyosu 2 günde bir dinlendirmeye alınmıştır.
- . Parlatma banyoları 1 gün dinlendirilip 1 gün kullanılmıştır.
- . Dış dekorcular ikaz edilerek uygun tane iriliğinde kesme taşı kullanmaları sağlanmış ve dekorcu bazında takip föyle-ri oluşturulmuştur.
- . Dış dekordan gelen mamuller titizlikle incelenerek mamullerin asite temiz girmeleri temin edilmiştir.
- . Parlatma programı, mamullerin banyoda daha fazla kalmasını sağlayacak şekilde değiştirilmiştir.
- . Yıkama ve parlatma banyolarında mümkün olduğu kadar taze ve dinlenmiş asit kullanılmıştır.

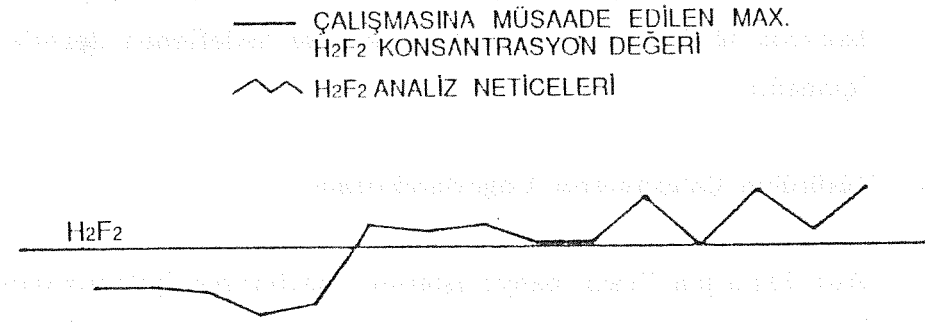
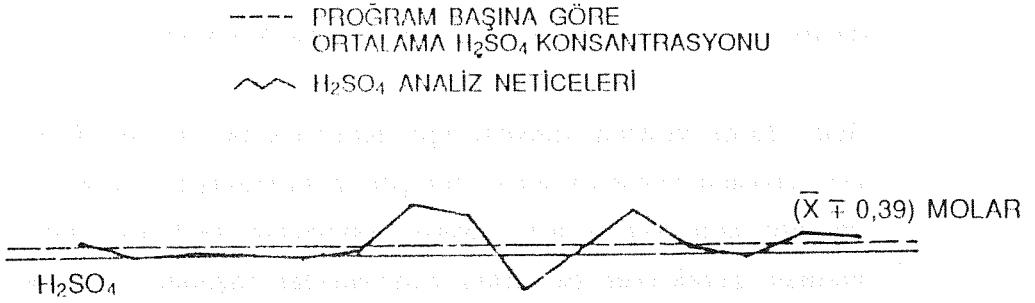
#### 4.1.1. Asit Analiz Cihazının Devreye Alınması

Mart 1989'da devreye alınan asit analiz cihazı hidrofluorik asit ve sülfürik asit miktarlarını 5 dakika içinde belirlemekte ve ilave edilmesi gereken asit miktarları hakkında bilgi vermektedir. Dolayısıyla, parlatma ve yıkama banyolarına kısa süre içinde müdahale edilebilmekte ve banyoların terkip stabilitesi sağlanmaktadır. Asit analiz cihazı ile yürütülen terkip kontrol çalışmasına ilişkin bir örnek Şekil 2a ve 2b'de gösterilmiştir.



Şekil 2a: Parlatma banyosu analiz neticeleri.

Şekil 2a: Yıkama banyosu analiz neticeleri. Şekil 2a, yıkama banyosu analiz neticelerini göstermektedir. Şekil 2a'da, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonu için hedeflenen konsantrasyon, program başına göre ortalama konsantrasyon ve analiz neticeleri görülmektedir. Hedeflenen konsantrasyon 0,39 molar olarak belirtilmiştir. Program başına göre ortalama konsantrasyon ise 0,39 molar olarak belirtilmiştir. Analiz neticeleri ise 0,39 molar civarında seyreder.



Şekil 2b: Yıkama banyosu analiz neticeleri.

Şekil 2a'da parlatma banyosu hidrofluorik asit ve sülfürik asit konsantrasyonunun değişimleri görülmektedir. Parlatma işleminin sonunda, işlemin doğal sonucu olarak hidrofluorik asit konsantrasyonu azalmakta, sülfürik asit konsantrasyonu ise bir miktar artmaktadır. Parlatma işlemi başlangıcında asit ilaveleriyle gerek hidrofluorik asit miktarı gerekse sülfürik asit miktarı hedeflenen konsantrasyonlarla uyum içinde kalmaktadır.

Şekil 2b'de yıkama banyosu için hidrofluorik asit ve sülfürik asit konsantrasyonlarındaki değişim görülmektedir. Yıkama banyosunda hidrofluorik asit konsantrasyonunun belli bir değeri aşmaması gerekirken parlatma banyosundan taşınan hidrofluorik asit nedeniyle bu değerin üzerinde çalışılmaktadır. Mamul geometrisinin getirmiş olduğu güçlükler de dikkate alınarak hidrofluorik asit konsantrasyonu için bir üst sınır değer seçilerek bu değerin altında kalmaya gayret gösterilmektedir. Ancak, problemin çözümüne ilişkin çalışmalarımız da sürdürülmektedir. Aynı banyoda sülfürik asit konsantrasyonu ise hedeflenen değerle uyum içindedir.

#### 4.1.2. Yürütülen Çalışmaların Değerlendirilmesi

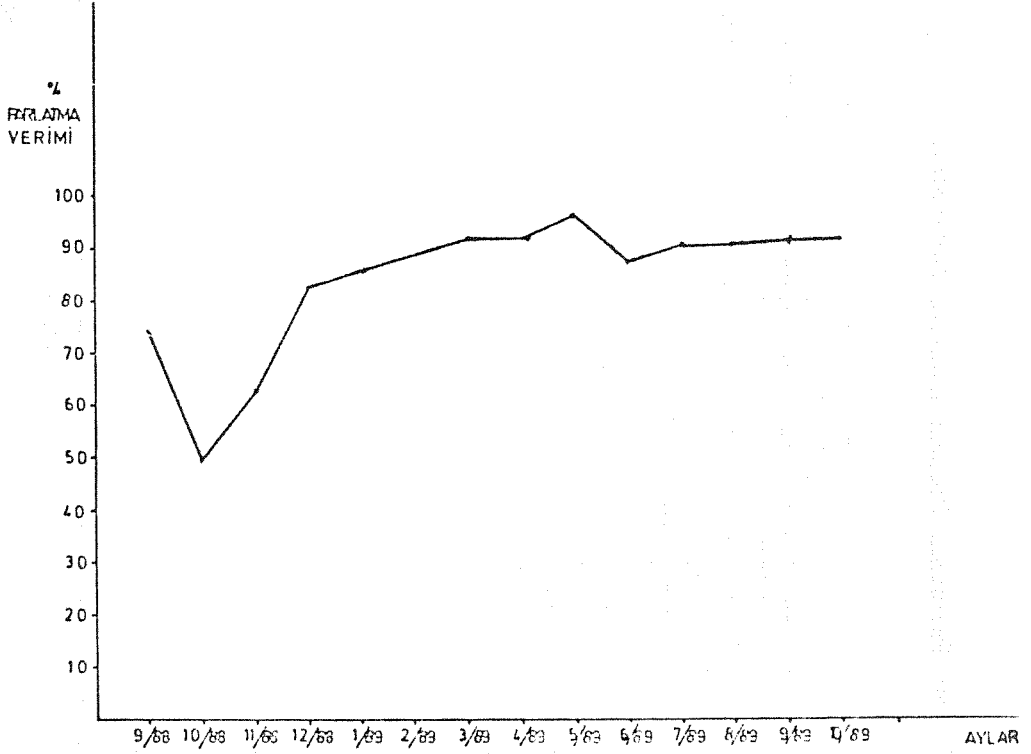
Asit Parlatma Tesisi banyo işletme koşullarının iyileştirilmesi ve banyo dışı hata kaynaklarının etkilerinin en az düzeye indirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmalar kısa süre içinde olumlu gelişmeler sağlamış ve parlatma verimi Eylül-Kasım 1988 döneminde % 50-75 arasında iken, Aralık 1988 - Şubat 1989'da ortalama % 86'ya ve asit analiz cihazının sağladığı terkip kontrolü ile de Mart-Ekim 1989'da ortalama % 92'ye ulaşmıştır (Tablo 3).

Tablo 3'de verilen parlatma verimi değerleri grafiksel olarak Şekil 3'de gösterilmiştir.



Tablo 3: Eylül 1988 – Kasım 1989 Dönemi Asit Parlatma Prosesi Kontrol Neticeleri

	1988 Yılı										1989 Yılı									
	Birim	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim					
Aside Giden Mamul	Adet	24078	57217	58964	48409	50125	47549	21310	31036	7478	26966	19657	40657	53125	55169					
Asit Deligi	%	0.2	0.5	0.2	0.7	1.2	0.4	0.4	1.2	0.4	1.4	1.1	0.1	0.5	0.2					
Asit Kırığı	%	1.5	0.9	1.2	1.6	1.6	1.4	1.1	1.1	1.1	1.3	1.7	0.9	0.9	1.2					
Asit Lekesi	%	4.4	3.1	4.2	8.9	6.9	4.8	3.2	3.9	1.1	4.9	4.4	5.2	2.9	2.8					
Asit Yanığı	%	0.2	7.5	1.3	0.5	0.4	0.2	1.2	-	-	1.2	0.1	0.1	0.3	0.2					
Asit Dumanlı	%	9.2	22.4	15.5	2.2	2.2	2.6	0.2	0.1	-	0.3	0.4	0.5	1.0	2.8					
Parlamamış	%	5.5	3.0	3.0	2.0	0.5	0.2	0.4	0.5	-	3.1	1.0	0.2	2.3	0.5					
Asit Pürüzlü	%	3.4	10.5	10.8	0.3	0.6	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-					
İmarat Hatası	%	0.3	0.9	0.1	1.0	0.4	1.1	0.9	1.0	0.5	0.5	0.5	1.9	0.3	0.2					
Dekor Hatası	%	0.1	1.1	0.5	0.1	0.2	0.3	0.6	-	0.1	-	0.2	0.1	0.1	-					
Toplam Hata	%	24.7	49.8	36.8	17.0	13.9	11.2	7.9	7.8	3.3	12.8	9.3	9.0	8.3	7.8					
Kaliteli Mamul	Adet	18122	28724	37261	40163	43168	42291	19633	28639	7234	23777	17830	37006	48693	50846					
Parlatma Verimi	%	75.3	50.2	63.2	83.0	86.1	88.8	92.1	92.2	96.7	88.2	90.7	91.0	91.7	92.2					

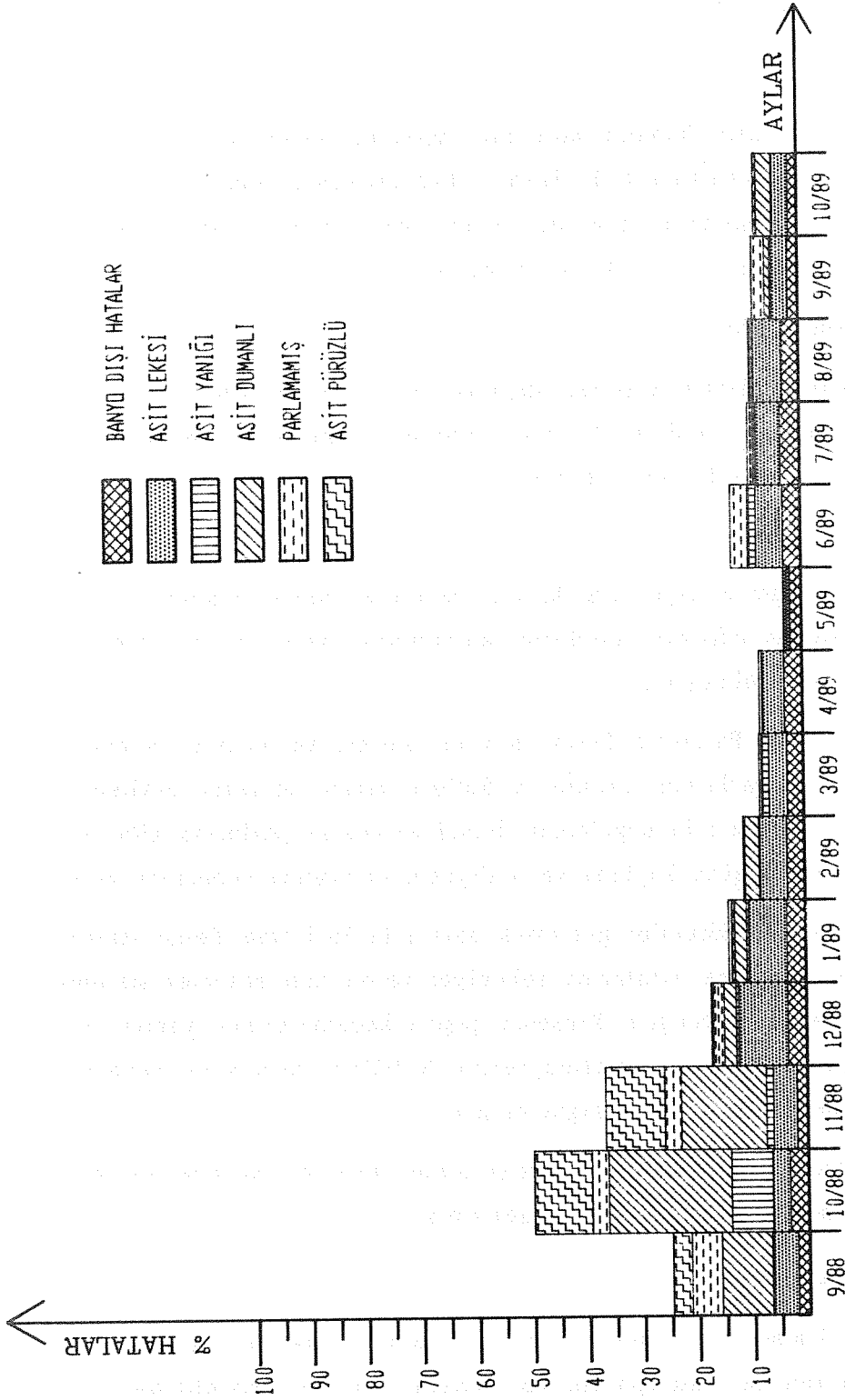


Şekil 3: Parlatma veriminin aylara göre değişimi.

Şekil 4'de asit lekesi, asit yanığı, asit dumanlı, parlamamış ve asit pürüzlü olarak tanımlanan banyo işletme koşullarıyla ilgili hatalar ile asit deliği, asit kırığı, imalat hatası ve dekor hatası gibi banyo işletme koşulları dışında kalan hataların aylar itibariyle değişimi görülmektedir. Banyo işletme koşulları dışında kalan hatalar toplamı olarak verilmiştir.

Şekil 4'de verilen bar diyagramının incelenmesinden;

- . banyo işletme koşulları dışında kalan kaynaklardan gelen hataların % 2-4 arasında değiştiği,
- . asit lekesi hatasının Aralık 1988 ve Ocak 1989 aylarındaki yükselmesi dışında ortalama % 4 seviyesinde kaldığı,
- . asit pürüzlü hatasının alınan önlemlerle kalmadığı,



Şekil 4: Parlatma hatalarının aylar itibariyle değişimi.

- . asit dumanlı hatasının inceleme döneminin ilk üç ayında ortalama % 15 iken % 1-2 seviyesine indiği,
- . parlamamış ve asit yanığı hatalarının da ilk üç aya kıyasla önemli ölçüde giderildiği

tespit edilmiştir.

Banyo işletme koşulları dışında kalan kaynaklardan gelen hataların da banyo koşulları ile ilgili olmadığı düşünülürse parlatma veriminin % 94-96 olduğu görülecektir.

## 5. SONUÇ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. kristal cam üretiminde, mamul ve dekor türü açısından müşteri taleplerini karşılamak üzere üretim yelpazesinde bir genişleme olmuştur.

Bu husus, Asit Parlatma Tesisi mevcut işletme şartlarıyla uyumsuzluk göstermiş ve parlatma verimini % 50'lere varan ölçülerde etkilemiştir. Darboğazı aşmak için uygulanan finisaj ve tekrar parlatma gibi ikincil işlemler ise iş gücü kaybına ve maliyetin artmasına sebebiyet vermiştir.

Probleme köklü çözümler getirmek amacıyla Parlatma Tesisi işletme koşulları ve parlatma hatalarına sebebiyet veren tüm etkenler sistematik bir şekilde ele alınmıştır. Prosesin çeşitli kademelerinde yapılan optimizasyon çalışmaları ile parlatma verimi % 92'ye ulaşmış ve parlatma kapasitesinde de % 30 artış sağlanmıştır.

Söz konusu kapasite ve verim artışı Şirketimize yıl bazında 360 milyon TL tutarında bir kazanç imkanı getirmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

1. V. A. Kaiser, H. Schmidt and H. Scholze, Untersuchungen zum Verfahren der Saurepolitur von Kristall-und Bleikristallglasern, Glastech. Ber. 58 (1985) Nr. 7, s. 200-209

## FIRIN TAMİRLERİNDE PROJE PLANLAMA VE KONTROL ETKİNLİĞİNİN ARTIRILMASI

Esat SERT

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Cam fırınlarının tamirlerinin oldukça yoğun ve karmaşık iş yapısının olması, proje planlama ve kontrol tekniklerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Planlamanın başarısı sağlıklı, somut verilerin kullanılmasına, planlama ve kontrol tekniklerinin iyi uygulanmasına, bilgisayar ile desteklenmesine ve grup halinde çalışılmasına bağlıdır.

Bu bildiride, Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'de 1988'de yapılan 1. fırın 4. soğuk tamirinin ve 1989'da yapılan 2. fırın 5. soğuk tamirinin proje planlama ve kontrol çalışmalarını anlatılmaktadır.

### GİRİŞ

Cam fırınlarının ömürlerinin sınırlı olması nedeniyle belirli periyotlarda tamire alınması gerekmektedir. Bu tamirlerde fırının yenilenmesinin yanı sıra, modernizasyonu da gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla yapılan soğuk tamirler karmaşık bir iş yapısına sahip olup, hassas çalışma gerektirmektedir. Tamirlerin ana hedefi üretim maliyetlerini düşüren, üretim kalitesini yükselten özelliklerde, istenilen ömre sahip hatasız bir fırın oluşturmaktır.

Fırın tamirlerinde yoğun işgücü ve pahalı malzemelerin kullanılması nedeniyle, maliyetler oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Maliyetleri etkileyen bir diğer unsur da, fırından cam çekmeme maliyetidir.

Bu bildiride Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'de 1988'de yapılan 1. fırın 4. soğuk tamiri ve 1989'da yapılan 2. fırın 5. soğuk tamiri anlatılmaktadır. Bu anlatımda, tamirlerin ana hedefi olan istenilen teknik özelliklere etki edilebilmeden, işçilik maliyetinin minimize edilebilmesi, tamirin mümkün olabilecek en kısa sürede tamamlanabilmesi için yapılan çalışmalar yer almaktadır. 2. fırın soğuk tamiri bildirinin hazırlandığı dönemde henüz tamamlanmamış olduğundan bu fırına ait çalışmaların ancak bir bölümü bildiride yer almaktadır.

Bütün bu çalışmaların gerçekleştirilmesinde en önemli ve gerekli araç proje planlama ve kontrol teknikleridir (Ek 1). Bu tekniklerin uygulanmasında PC'lerden, hazır paket programlardan sürekli faydalanılmıştır. Çalışmalarımızda çok yaygın olarak kullanılan CPM tekniğinden yararlanılmıştır (Ek 2). Bu tekniği kullanmamızın amacı; işlerin sürelerinin, işçiliklerinin, bollarının, kritik yolun ve kritik işlerin takip edilebileceği, toplam tamir süresini gösteren termin planı adını verdiğimiz çubuk diagramını oluşturmaktır.

Bu bildiride anlatılanlar;

- . Fırın Tamirleri için Termin Planı Hazırlanması
  - . Termin Planlarının Uygulamada Karşılaştığı Problemler
  - . Fırın Tamirlerinde Termin Planı Kullanılması ve Yararları
- olarak 3 ana başlık altında toplanmıştır. İlave olarak;
- . Proje Planlama ve Kontrolü
  - . Kritik Yol Yöntemi ile ilgili kısa genel bilgiler
  - . Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 1. Fırın 4. Soğuk Tamirinde Yapılan Veri Toplama Çalışmaları
- olarak verilmektedir.

## **FIRIN TAMİRLERİ İÇİN TERMİN PLANI HAZIRLANMASI**

Bu bölümde fırın tamirleri için termin planlarının nasıl hazırlanacağı anlatılırken, örnek olarak Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 2. fırın 5. soğuk tamir

termin planının hazırlanması verilmektedir.

Termin planlarının hedefine ulaşabilmesi için çok iyi hazırlanması gerekmektedir. Böyle bir termin planı sadece bir planlamacının çalışması sonucu değil, grup çalışmasıyla gerçekleştirilebilir. Bu ilke doğrultusunda hazırlanan Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 2. fırın 5. soğuk tamir termin planı, bütün ilgili yönetici ve mühendislerin, mümkün olduğunca tamirde görev alacak teknisyen, ustabaşlarının katılımıyla hergün uygun saatlerde toplanarak, yaklaşık 1,5 aylık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Böylece termin planı sadece planlamacının kullandığı bir araç olmaktan çıkmış, bütün yöneticilerin benimseyip, kullandığı bir yönlendirici haline gelmiştir. Aynı zamanda bu çalışma katılanların planlama konusunda bilgilerinin artmasına, olaylara bir planlamacı gözüyle bakabilmelerine yardımcı olmuştur.

### **Termin Planı Hazırlanış Aşamaları**

1. Yapılacak işlerin ve kapsamının belirlenmesi,
2. İşlerin nasıl yapılacağı ve birbiriyle ilişkilerinin ortaya konulması,
3. İşlerin sürelerinin ve işgücünün tespiti,
4. CPM tekniğiyle kritik yolun bulunması,
5. Kritik yol üzerinde çalışılarak tamirin tamamlanma süresinin kısaltılması (yeniden planlama),
6. Kesin proje süresi belirlendikten sonra programın termin planı haline getirilmesi ve işçilik dengelemesi yapılarak sonuç termin planının oluşturulması,
7. Termin planına göre ihtiyaçların belirlenmesi (işçi sayısı, makina, ekipman, vb.).

#### **1. İşlerin ve Kapsamının Belirlenmesi**

Öncelikle yapılacak işler ve kapsamı çok iyi bilinmelidir.

2. fırın 5. soğuk tamir planı hazırlıklarının bu aşamasında işi kolaylaştırmak amacıyla, işler;

- A. Doghouse-Eritme Bölgesi,
- B. Rejeneratör-Baca Kanallar,
- C. Dar Kanal-Dinlenme Bölgesi,
- D. Çalışma Bölgesi-Makinalar

olarak 4 ayrı bölüm halinde gruplandırılıp, söküm-örüm olarak ayrıldılar ve PC'ye kaydedildiler. İşlerin kapsamı; süre ve işgücünün belirlenmesi için gerekli olduğundan, bu konuda proje ve toplantı tutanaklarından faydalanıldı. Söküm sonrası kapsamı ortaya çıkacak tadilat işleri için birlikte tartışıldı, tahminler yapıldı (Tablo 1).

**TABLO 1**

<p><b>«B»</b></p> <p><b>REJ.-BACA-KANALLAR</b></p> <p>SÖKÜM:</p> <p>Rej. örgü sökümü (% 50 söküm yapılacağı varsayıldı)</p> <p>Rej. yan duvarları sökümü (MAX 80 m<sup>3</sup> için)</p> <p>Rej. ara duvarı sökümü (28 m<sup>3</sup>)</p>
---

## 2. İşlerin Nasıl Yapılacağıın, Birbirleriyle İlişkilerinin Ortaya Koyulması

Projelerin programlanabilmesi ve kritik yolun oluşturulabilmesi için işlerin birbiriyle olan ilişkilerinin eksiksiz olarak ortaya konulması gerekmektedir. Burada yapılabilecek bir hata kritik yolun süresini etkileyebilecektir. Bu nedenle ilişkilerin doğru olarak ortaya konulabilmesi için her işin nasıl yapılacağıın bilinmesi gerekmektedir.

2. fırın uygulamamızın bu aşamasında, işimizi kolaylaştırmak için, belirlenmiş işlerin ön sıralaması yapıldı (iş sırasına göre). Bu sıraya göre



işler numaralandı. İşlerin nasıl yapılacağı tartışıldı. Buna göre her işin diğer işlerle olan öncelik-sonralık-birliktelik ilişkisi belirlendi. Eğer bir iş, kendinden önceki işin bir kısmı tamamlandıktan sonra başlayabiliyorsa, tamamlanması gerekli bu kısım "%" olarak belirlendi.

### 3. İşlerin Sürelerinin ve İşgücünün Belirlenmesi

İşler için tespit edilen iş süreleri ve işgücünün gerçeğe yakınlığı termin planının başarısında en önemli ve zorunlu etkidir. Süre ve işgücü tespitinde uygulanan yöntemlerin başlıcaları:

- . Geçmişteki verilerin kullanılması,
- . Sezgisel ve analitik tahminler,
- . Tecrübelerden faydalanma

olarak söylenebilir. Bu yöntemlerin en etkilisi ve güvenilir; geçmişteki verilerin kullanılması yöntemidir.

2. fırın 5. soğuk tamir termin planının hazırlanmasında, 1. fırın 4. soğuk tamirinde yapılan işgücü ve süre tespitine yönelik toplanan veriler (Ek 3), aynı ve benzer işler için kullanıldı. Diğer işler için ise 2. fırın önceki tamirlerine ait kayıtlarına, geçmişte bu işlerin yapılmasında görev almış kişilerin bilgi ve tecrübelerine başvuruldu. Her iş için işgücünün ve sürenin belirlenebilmesi için tartışılarak karar verildi veya tahmin yapıldı. 2. fırın 5. soğuk tamir fiili sonuçları elde edildikçe, 1. fırın 4. soğuk tamir verilerinin kullanılabilirdiği planlanan süre ve işgücünden sapmaların (olumlu, olumsuz) çok az olduğu görüldü.

İş süreleri "saat" olarak tespit edildi. İşgücü olarak ise her işe "En Uygun Eleman Sayısı" tahsis edildi. "En Uygun Eleman Sayısı"; işgücü veriminin en yüksek olduğu sayı olarak tanımlanabilir. Bu aşamada eleman sayısı artırılarak, işin süresini kısaltma çalışması yapılmadı. Sadece işin en uygun eleman sayısıyla bitirilebileceği süre belirlendi (Tablo 2).

TABLO 2

*A*	
DOGHOUSE-ERİTME BÖLGESİ	
ÖRÜM	PLANLANAN İŞÇİLİK
16 Ert.böl.yan blok montajı (yaklaşık 90 blok)	(6 duvarcı+8 yard.) x 16 saat
17 Ana kemer 1.seksiyon örümü için kalıp yap.	4 marangoz x 24 saat
18 Ana kemer 1. seksiyon örümü	(6 duvarcı+8 yard.) x 56 saat
19 Doghouse ekran kemeri ve duvar örümü	(4 duvarcı+4 yard.) x 96 saat

#### 4. Kritik Yolun Bulunması

Kritik yolun bulunmasında PERT, CPM gibi şebeke analizi tekniklerinin kullanımı çok yaygındır.

Çalışmalarımızda işler için tek bir süre tespit ettiğimizden, kritik yolu bulmak için CPM tekniği kullanılmıştır. 2. fırın tamiri için belirlenen iş sayısının 174 olması, elle hesaplamamanın güçlüğüne açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle, PC için hazırlanmış paket programdan (PERTMASTER) faydalanıldı. Programın kullanılması için aşağıdaki verilerin ve kabullerin girişi yapıldı.

- . İşlerin birbirleriyle ilişkileri, numaralandırılması,
- . Planlanan iş süreleri (saat),
- . Hafta tatili ve bayramlar çalışılmayacak,
- . 24 saat çalışılacak,
- . Bir gün 6 dilime ayrılmıştır. Bir birimlik süre "4 saat"tir,
- . İşçilik kısıtımız olmadığından işgücü girişi yapılmadı.

Bu girişler yapıldıktan sonra program çalıştırıldı. Kritik yolun 394 birim süre olduğu ortaya çıktı. Bu da tamirin en erken tamamlanma süresi yaklaşık 65 gün demektir. Kritik yolu ve üzerindeki işleri gösteren gannt şeması print edildi.

## 5. Tamirin Tamamlanma Süresinin Kısaltılması

Kritik yol üzerindeki herhangi bir işin süresindeki bir birimlik kısalma veya erken başlama kritik yolun bir birim süre kısaltmasına sebep olacaktır. Kritik yolu kısaltabilmek için kritik işler tek tek incelenmelidir. İnceleme;

- . Bu işe tahsis edilen eleman sayısını artırarak süreyi kısaltabilir miyim?
- . Bu işi daha erken başlatabilir miyim?

sorularına cevap aranarak yapılabilir.

2. fırın termin planı hazırlama çalışmamızın 4. aşamasında elde ettiğimiz kritik yoldaki işler üzerinde bu sorular doğrultusunda çalışıldı. Her süre kısaltma veya erken başlama tespitinde programda gerekli değişiklikler yapıldı. Böylece elde edilen yeni sonuçlar incelendi. Gerekliğinde yeni gannt şeması alındı. Çünkü yapılan herhangi bir kısaltma, ilave bir kritik yolun oluşmasına ya da değişmesine neden olabiliyordu. Sürekli tekrarlanan bu işlemler sonucu kritik yol 360 birim süreye düşürüldü. Böylece soğuk tamirin tamamlanma süresi atrampaj hariç 60 gün olarak belirlendi.

## 6. Termin Planının Oluşturulması ve İşçilik Dengeleme

Bu aşamada, artık sonuç kritik yolumuz belli olduğundan, yapılacak iş termin planı çizmek ve mümkün olduğunca vardiyalardaki gerekli işçi sayısını dengelemektir.

Printerden alınan gannt şeması çok küçük olduğundan sonuçları daha iyi görebilecek ve üzerinde çalışma yapabilecek daha büyük bir termin planı oluşturmak amacıyla printerden işlerin en erken başlama, en erken bitiş, en geç başlama, en geç bitiş zamanlarını ve bolluğunu belirten liste alındı. Bu listeye göre termin planı çizildi. İşlerin başlangıcı olarak en erken başlama zamanı alındı. Plan üzerinde her işin bolluğu da gösterildi. Her işi gösteren çizgiler üzerine gerekli işçi sayısı vardiya vardiya yazıldı. Bu işçilikler termin planı üzerinde toplanarak, her vardiya için gerekli işçi adedi bulundu (duvarcı, çelikçi, yardımcı, marangoz). Vardiyalardaki işçi sayılarındaki büyük farklılıklar, bolluğu olan işlerin (kritik olmayan işler) başlangıç tarihlerini ileriye alarak, mümkün olduğunca bollukların işçilik dengelemesinde kullanılmasıyla sonuç termin planı gerçekleştirildi.

## 7. İşçi Sayısının Tespiti

Soğuk tamirlerde işgücü gereksinimimiz çok fazla olmaktadır. Bu yüzden elimizdeki imkanlarla tamire tahsis edilecek işgücü yetersiz kalmaktadır. Bu eksiklik dışarıdan duvarcı, kalifiye işçi (kaynakçı, marangoz) ve yardımcı işçi alınarak kapatılmaktadır. Dışarıdan kaç duvarcı, yardımcı işçi almalıyız? Hangi tarihte almalıyız? Ne kadar süre için almalıyız? Sorularını, iyi hazırlanmış bir termin planı cevaplayacaktır.

## TERMİN PLANLARININ UYGULAMADA KARŞILAŞTIĞI PROBLEMLER

Fırın tamirlerinde Termin Planı ne kadar iyi hazırlanırsa hazırlansın, bir takım işler belirsizlik altında planlanmıştır. Tamir süresince, tamirin kapsamında değişiklikler olabilecektir. Bir fırının gerçek durumu ancak sökümünden sonra ortaya çıkacaktır. Örneğin, ilave tamir edilmesi gerekli yerler ortaya çıkacak, veyahut tamir edilmesi planlandığı halde, sağlam olduğundan gerek kalmayacak yerler de olabilecektir. Zamanla karşılaşılabilecek olaylar, bir takım karar değişikliklerine sebep olabilecektir. Bu yüzden, termin planı, uygulama sırasında ihtiyaç duyuldukça yenilenmelidir. Bu yenileme, işlerin

sürelerini, işçiliklerini azaltmak veya artırmak, yeni işler ilave etmek, işlerin ilişkilerini yeniden gözden geçirmek ve düzeltmek şeklinde olabilir. Bu revizyonu bilgisayarlar sayesinde gerçekleştirmek çok kolay olacaktır. Bu amaçla, biten veya yapılmasına gerek olmayan işlerin süresini "0" yapmak, devam eden işlerin kalan sürelerini o işin süresi yapmak, yeni işleri süreleri ve ilişkileriyle birlikte ilave etmek, değişen ilişkileri yeniden düzenlemek yeterli olacaktır.

Bu konuda 1. fırın 1988 4. soğuk tamirini iyi bir örnek olarak verebiliriz:

İlk termin planında fırın tamirinin tamamlanması (atrampaj hariç) 20 Temmuz 1988 olarak planlanmıştır. Ancak rejeneratörlerdeki işlerin planlananın çok üzerinde olması ve diğer sorunlar birçok işe zamanında başlamamıza engel oldu. 15 Haziran 1988 başlangıç olmak üzere yeni bir termin planı hazırlandı. Tespit edilen kritik yola göre tamir ancak 26 Temmuz 1988'de tamamlanabiliyordu. Bu termin planı ve kritik yol esas alınarak yürütülen yoğun çalışmalar sonucu tamirin 22 Temmuz 1988'de tamamlanması başarıldı. Burada tamirin planlanan 26 Temmuz yerine 22 Temmuz'da tamamlanması sonucu kazanılan 4 gün iyi bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

## **FIRIN TAMİRLERİNDE TERMİN PLANI KULLANILMASI VE YARARLARI**

**Soğuk tamir kadrosunun oluşturulmasına esas teşkil eder.**

Termin planında işleri gerçekleştirmek için gerekli eleman sayısı her vardiya için belirlenmiştir. Buna göre işçi maliyeti ve gerekli fazla mesai maliyetlerinin analizi yapılarak en ekonomik tamir kadrosunun oluşturulması sağlanır.

**Kritik yolun bulunmasını sağlar.**

Termin planı kritik yolun bulunmasını ve bu kritik yola göre çalışılmasını

sağlar. Böylece kritik yol üzerindeki işlerin, kritik olduğunun bilinmemesi nedeniyle geç başlatılması riskini, dolayısıyla oluşacak tamir süresinin uzamasını önler.

### **Tamir süresinin kısaltılmasına yardımcı olur.**

Kritik yol üzerindeki işlerin daha hassas takip edilmesi, bu işlerin daha erken başlatılması, tamamlanması için bütün dikkatlerin yoğunlaşmasını sağlayarak tamir süresinin kılmasına yardımcı olur.

Kritik işlerin kısaltılabilmesi için yapılabilecek çalışmalar:

- . İşi çabuklaştırabilmek için metot geliştirme,
- . İşçilerin daha verimli çalışmasını sağlamak,
- . İş için gerekli teçhizat, malzeme ihtiyaçlarını anında sağlamak,
- . İş başlamadan önce yapılabilecek her türlü hazırlığı tamamlamak,
- . İşçi sayısını artırarak işin süresini kısaltmak,
- . Marangozluk işlerini çabuklaştırmak.

### **Gereksiz fazla mesai ve işgücü kayıplarının ortadan kaldırılarak işçilik maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olur.**

Her işin başlama tarihi belli olduğundan, o iş için gerekli malzeme temini ve marangozluk işleri önceden yapıldığından, bu yüzden ortaya çıkabilecek gecikmeleri ve gecikmeden doğan kayıpları ortadan kaldırır.

Fiili işçi sayısının, gerekli işçi sayısından az olduğunu varsayalım. Bu durumda, daha sonraki günlerde işçi fazlası ortaya çıkıyorsa, bolluğu olan işlere eleman tahsis etmeyerek, gereksiz fazla mesailerin engellenmesine yardımcı olur. Öncelikle bolluğu az olan işlere, ya da daha sonraki günler için iş açıcı işlere eleman tahsis edilir.

İşlerin süreleri, genellikle işe tahsis edilen işçi sayısının artırıldığı oranda kısalmazlar. Bu yüzden kritik olmayan işleri çabuklaştırmak amacıyla en

uygun işçi sayısının üzerinde işçi tahsis etmek ekonomik olmayacaktır. Kritik işlerde ise, işin süresini kısaltmak için işçi sayısını artırırken belirli sınırların üzerine çıkmamalıyız. Çünkü bir işin süresi belirli bir sınırın altına düşürülemez. İşin en kısa sürede tamamlanabilecek işçi sayısına "A" dersek, A'nın üzerinde tahsis edilecek işçi sadece maliyeti artıracaktır.

### **Tamirin tamamlanma süresindeki gecikmeleri zamanında görmemizi sağlar.**

Termin planına göre çalışmak, tamir süresindeki gecikmeleri anında tespit etmemizi sağladığından, bu gecikmenin önlenmesi için geç kalınmamış olacaktır.

### **Şirket içinde koordinasyonu sağlar.**

Gerek tamir süresinin, gerekse yapılacak işlerin zamanlarının belli olması, şirket içindeki bütün servislerin ilgili faaliyetlerini buna göre organize etmelerini sağlar. Böylece her servis tamir sırasında kendine düşen görevi zamanında yerine getirir. Şirket içindeki koordinasyon sağlanmış olur.

**Güvenilir bir termin planı, tamirin gecikmesi paniğine kapılarak, maliyete dikkat edilmeksizin işlerin tamamlanması uygulamasına yönelinmesini önler.**

Bu yararların ışığı altında 1988'de yapılan 1. fırın 4. soğuk tamir maliyetlerine bir göz atacak olursak;

### **1. FIRIN 1988 4. SOĞUK TAMİRİNE HARCANAN İŞGÜCÜ VE MALİYETİ<sup>(\*)</sup>**

	Harcanan İşgücü (Saat)	Maliyet (Milyon TL)
Dışarıdan Alınan Duvarcılar	24.773	288
Diğer Şirketlerden Gelen Duvarcılar	4.588	50

Fırın Tamir Bakım Şefl. Duvarcıları	12.070	108
Dışarıdan Alınan Yardımcı İşçiler	22.132	53
1. Fırın Üretim Şefliği Personeli	80.338	749
Diğer Servislerden Gelen İşçiler	6.312	57
<b>TOPLAM MALİYET</b>		<b>1.305</b>

(\*) Maliyetler Ağustos 1989 değerlerine göre hesaplanmıştır.

Yukarıdaki işçilikler İşletme Müdürlüğüne bağlı olarak tamirde görev alan işçilerin maliyetidir. Diğer servislerin montaj için kullandığı işgücü burada gösterilmemiştir. Ancak Yardımcı İşler Müdürlüğünün tamir için dışarıdan aldığı işçilerin maliyetinin 214 Milyon TL olması tamir için harcanan işgücünün ne kadar büyük boyutlara ulaştığını ortaya koymaktadır.

Fırından bir günlük cam çekmeme maliyetinin de Ağustos 1989 değerlerine göre 65 Milyon TL olduğunu söylersek, proje planlama ve kontrol çalışmalarının önemi açıkça ortaya çıkacaktır.

Bu maliyetler üzerinde kazanılacak küçük %'lerde tasarrufların ya da tamir süresinde birkaç günlük kısaltmaların bile getireceği kazançlar açıkça ortadadır. Topluluğumuza bağlı şirketlerin fırınlarını düşündüğümüzde çok daha büyük değerlere ulaşılacaktır.

Son olarak; fırın tamirlerinde proje planlama çalışmalarını daha fazla geliştirerek sürdürmenin kesinlikle vazgeçilemez olduğunu, hazırlık ve uygulama safhalarında ilgililerin toplu katılımı ve ciddiyeti oranında başarılı olacağını söyleyebiliriz.



## EK 1

### PROJE PLANLAMASI VE KONTROLÜN GENEL ESASLARI

Proje planlamada ana ilke, işlerin ne zaman ve hangi sürelerde yapılacağı-  
nın belirlenmesidir. Bu nedenle, projedeki işlerin birbirleriyle olan öncelik-  
sonralık-birliktelik ilişkilerinin kesin olarak saptanması gerekir.

Bir projenin planlanabilmesi için aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi veya en  
azından tahmin edilmesi gerekir.

- . Projede yapılan bütün işler, bu işlerin kademeleri ve ayrıntıları,
- . Bütün işlerin ve kademelerinin yapılma sıraları, birbirleriyle olan ilişkile-  
ri,
- . Projedeki bütün işlerin süreleri ve maliyeti,
- . İşin yapılabilmesi için gerekli faktörlerin (emek, malzeme, vb.) temin  
edilebilme olanakları (miktar, süre, fiyat olarak)
- . Kullanılacak tesis ve donanımlar ile bunların kapasiteleri (taş kesme ma-  
kinaları, kaldırma araçları, kompresörler, vb.).

### PROJE PLANLAMA VE KONTROLÜN YARARLARI

- . Projenin tamamı hakkında daha tam ve net bir bilgiye sahip olunmakta-  
dır;
- . Projenin gerçekleştirilmesi ile ilgili süre kontrolümüz altına girer;
- . Projenin hızlandırılması ya da yavaşlatılması gerekirse, hangi işlere müda-  
hale edilebileceği belli olmaktadır;
- . Projenin kritik noktalarına gelinip gelinmediği kolayca izlenebilir ve de-  
netlenebilir;
- . Üretim faktörlerinin ve kaynaklarının en iyi şekilde kullanılması ve de-  
ğerlendirilmesi olanağı da sağlanmaktadır.

## EK 2

## KRİTİK YOL YÖNTEMİ (CPM)

Proje planlama ve kontrol çalışmalarında çok yaygın olarak kullanılan bir şebeke analizi tekniği olan CPM, bir projenin gerçekleştirilmesi için yapılması gereken çalışmaları, kolay anlaşılabilir işlere dönüştürüp, çözümlmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Yapılacak işler bir şebeke halinde düzenlenir; her faaliyet (iş) için bir süre tahmini yapılır ve projenin her aşamasının tarihleri belirlenir. Şebekenin üzerinde en uzun yolu oluşturan ve projenin tamamlanması için minimum süreyi belirleyen faaliyetler dizisi **kritik yol** olarak adlandırılır. Bazı projelerde birden fazla kritik yol da olabilir. Kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlere, **kritik faaliyetler** denilir. Kritik olmayan faaliyetler bolluğa sahiptir. CPM tekniği projedeki her işin bolluğunu, en erken başlama (ES), en erken bitiş (EF), en geç başlama (LS), en geç bitiş (LF) zamanlarını bulmamızı sağlar.

(i) işinin süresini  $T_i$  olarak tanımlarsak,

$$\text{BOLLUK} = \text{LF}_{(i)} - \text{ES}_{(i)} - T_i \text{ şeklinde hesaplanabilir.}$$

Kritik işlerin bolluğu "0" dır. Bolluk bize projedeki işlerin başlangıcını veya bitişini geciktirebileceğimiz maksimum süreyi belirler.

CPM ile oluşturulan proje programı, daha kolay anlaşılabilmesi ve kullanılabilmesi için Gannt çubuk diyagramıyla gösterilir. Bu diyagram kullanıcının amacına bağlı olarak düzenlenebilir.

## EK 3

## 1. FIRIN 4. SOĞUK TAMİR VERİ TOPLAMA ÇALIŞMALARI

1. Fırın 4. soğuk tamir termin planı çalışmalarımızda eldeki verilerin yetersizliği, işgücü ve zaman belirleme çalışmalarımızı oldukça güçleştirmiştir. Bu durum, bu tamirde, bundan sonraki tamirlerde kullanılmak üzere veri toplama çalışmasının gerekliliğini şiddetle ortaya koymuştur. Böylece tamirin başlangıcıyla birlikte bu çalışmalar başlatılmıştır.

Öncelikle "Günlük İş Takip Tablosu" adını verdiğimiz büyük bir tablo oluşturuldu. Bu tablo tamir çalışmalarının yapıldığı tamir bölgesindeki toplantı odasına yerleştirildi. Böylece bütün yöneticiler izleyip, kullanabilecekti. Bu tabloya hergün yapılan işler, başlangıç-bitişleri de belirtilerek kaydedilmeye başlandı. İşlerin üzerine duvarcı, çelikçi, yardımcı detayında, o işlere tahsis edilen işçi sayıları da kaydedildi. İşlerin durma süreleri, tahsis edilen elemanların değişiklikleri, zamanları da belirtilerek kaydedildi.

Başlangıç: ○ — Bitiş : —>	GÜNLÜK İŞ TAKİP TABLOSU														Tarih
	YAPILAN İŞLER	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sağ 1.Rej.Örüm				4D+4Y											
Sol 1.Rej.Örüm						4D+4Y									
Sağ 2.Rej.Örüm												4D+4Y			
Sağ EH yan blok mont.					3D+3Y										
Sol EH yan blok mont.															

Bu tablo veri toplama amacı dışında termin planı takibi, fiili durumun termin planına işlenmesinde kullanıldı. Ayrıca yöneticilere iş takibi, eleman tahsisi, vb. konularda yardımcı oldu.

Bu tablo 24 saatlik olup (07-07), her yeni gün başında buradaki bilgiler bilgisayara kaydedilmek üzere tablodan alındı. Tablo silinerek yeni gün için kullanılmak üzere hazır hale getirildi. Tablodan alınan günlük bilgiler, bilgisayarda açılan her iş için ayrı olarak hazırlanan İş Kayıt Kartı'na kaydedildi (bu çalışmalarda PC için hazırlanmış LOTUS 123 hazır paket programdan faydalanılmıştır).

İş Kayıt Kartına, o işe ait yapılanlar tarih, süre, işçilik detayında günlük olarak işlendi. İş tamamlandıktan sonra da, işin başlangıç ve bitiş zamanları, iş için harcanan toplam işçilik hesaplanarak karttaki yerlerine kaydedildi. Bunun dışında o işe ait;

- . uygun eleman sayısı,
- . tespit edilebilen standartlar,
- . yapılabilen zaman etütleri,
- . uygulanan metot veya geliştirilen metot

gelecekte yararlanmak üzere yazıldılar.

<b>İŞ KAYIT KARTI</b>	
Rej2120 REJ KEMER ÖRÜMLERİ	1.Fırın 4.Soğuk Tamir 1988
Başlangıç: 18/06/88 07:30	Harcanan: 826 duvarcı/saat
Bitiş : 26/06/88 22:30	İşçilik : 722 yardımcı/saat
UYGUN ELEMAN: 4duv.+4yard.(kemer örüm)-2 duv+lyard.(yataктаşı örüm)	
*STANDART :16duv/saat(lmt kemer örüm)-3duv/saat(lmt yataктаşı ör)	
<b>AÇIKLAMALAR</b>	
.Her rej.de 2 ekip (2duv.x2=4 duv.).iki taraflı çalışıyor.	
.Günde bir vardiya "2 yard." kemer örüm için karton kesimi yapıyor.	
. Her vardiyada "2 yard." kemer örüm için harççılık yapıyor.	
<u>YATAKTAŞI ÖRÜM</u>	<u>KEMER ÖRÜM</u>
Başlangıç : 18/06/88 07:30	19/06/88 13:30
Bitiş : 24/06/88 06:30	26/06/88 22:30
H.İşçilik : 124 duv.+75 yard.	702 duv.+647 yard.
. Toplam 12 adet Rej. Kemerı örüldü.	
Daha fazla bilgi için :	
Bak PROJE NO : 131-20/15.16.17.18	

Tamir sonunda bütün bu bilgiler PC'de rahatlıkla ulaşılabilir şekilde düzenlenerek saklandı.

Bu veri toplama çalışmaları ilave bir ekip gerektirmeden, tamirde görev alan yöneticilerin (ustabaşı, teknisyen, vardiya amiri) katkılarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bilgilerin düzenlenmesi ise tamirde termin planı hazırlama, takip, değerlendirme çalışmalarını yürüten planlamacı tarafından yapılmıştır. Zaman etüdü, metot etüdü çalışmaları bir iş etüdcüsü tarafından yürütülmüştür.

Bu çalışmalar 2. fırın 5. soğuk tamiri için de yapılmıştır.

## OTO PRES KALIPLARINDA ÇALIŞMA ÖMRÜNÜN UZATILMASI

Ali ELDEMİR-Osman ÖZTÜRK

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Crown Corning firmasının önerileri doğrultusunda kullanımına başlanan US ULTRA 2 malzemeden yapılmış kalıplarda karşılaşılan en büyük sorun dikey çizgi ve pitting olarak tanımlanan yaralanmalardır. Dikey çizgi ve pitting (karıncalanma) şeklinde yaralanan kalıpları tekrar kullanılabilir hale getirmek için yapılan onarım işlemleri sonucunda a) Ağız çaplarının büyümesi, b) Hacim büyümesi, c) Yüzeyde dalga şeklinde oluşan deformasyonlar kalıp ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan çalışmalar dikey çizgi ve pitting nedeninin yüksek kalıp sıcaklığı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Gerekli önlemler alındıktan sonra izlenen su bardağı (52052) kalıbında ömür yaklaşık olarak iki katına çıkarılmıştır.

**ÇÖZÜM ÖNERİLERİ:** 1) Kalıp sıcaklıkları hergün saat 16.00 civarında düzenli olarak alınmalı ve ilgili birimlere gönderilmeli. 2) Kalıp sıcaklıkları 480°C'nin üzerinde ise derhal müdahale edilmeli. 3) Kalıp soğutma fan basıncı 500 mm SS altına düşmemeli. 4) Kalıplardaki krom tabakası 30 mikronun üzerinde olmalı. 5) Kalıp değişiminin az olduğu (2 ad/gün) makinalarda imalatı etkilemeyecek şekilde (4-5 ad/gün) periyodik değişime gidilmeli.

**KAZANÇLAR:** 1) Bir gündeki kalıp değişimi sayısının azaltılmış olması bir setteki kalıp miktarını 50'den 40'a indirmemize olanak sağlamıştır. 2) Kalıp ömrü iki katına çıkarılmakla iki set kalıpla üretilecek miktarın tek sette üretilmesi mümkün olmuştur.

### GİRİŞ

Kırklareli Cam San. A.Ş.'de 1984 yılında üretime başladığından itibaren

pres kalıpları malzemesi olarak DIN 1.2344, AISİ normunda H 13 olarak bilinen ve isoblac 2000 kalitesinde imal edilen yani mikro dokusu çok daha homojen olan dövülmüş ve cüruflarından arındırılmış sıcak is çeliği kullanılmaktadır. Bu çelikler kompozisyon olarak % 0,39 C, 5.2 Cr, 1.3 mo, 1.0 V, 1.1 Si içermekte ve M.K.S. tarafından imal edildikten sonra vakum altında 52-54 HRC'ye sertleştirilerek KC'ye gönderilmektedir.

KC Kalıp işleri atölyesine gelen kalıpların ölçüleri kontrol edildikten sonra polisajı yapılmakta ve 30-40 mikron kalınlıkta sert krom kaplanmaktadır. Üretime başladıktan sonraki ilk 1.5 yıl içerisinde dikey çizgi ve pitting (karıncalanma) şeklindeki kalıp yaralanmaları büyük bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Kalıp yaraları gerek dikey çizgi gerekse pitting olarak, doğrudan doğruya ürün üzerinde görüldüğü için bu kalıpların derhal değiştirilmesi gerekmiştir. 1985 ve 1989 yıllarındaki kalıp değişimleri grafiklerle gösterilirken üretimi en fazla yapılan pres ürünü olduğu için gravürsüz su bardağı 52052 seçilmiş bulunmaktadır.

1985 yılı Ocak ve Temmuz aylarındaki kalıp değişim grafiğine baktığımızda günlük kalıp değişim adedinin 21'e kadar çıktığını görmekteyiz. 1 aylık çalışmanın ortalaması Ocak 1985'de 10.03 adet/gün, Temmuz 1985'de 8.13 adet/gün olarak gerçekleşmiştir. Bir başka deyişle 24 istasyonlu makinamıza takılan her yeni kalıp en fazla 3 gün çalışabilmektedir.

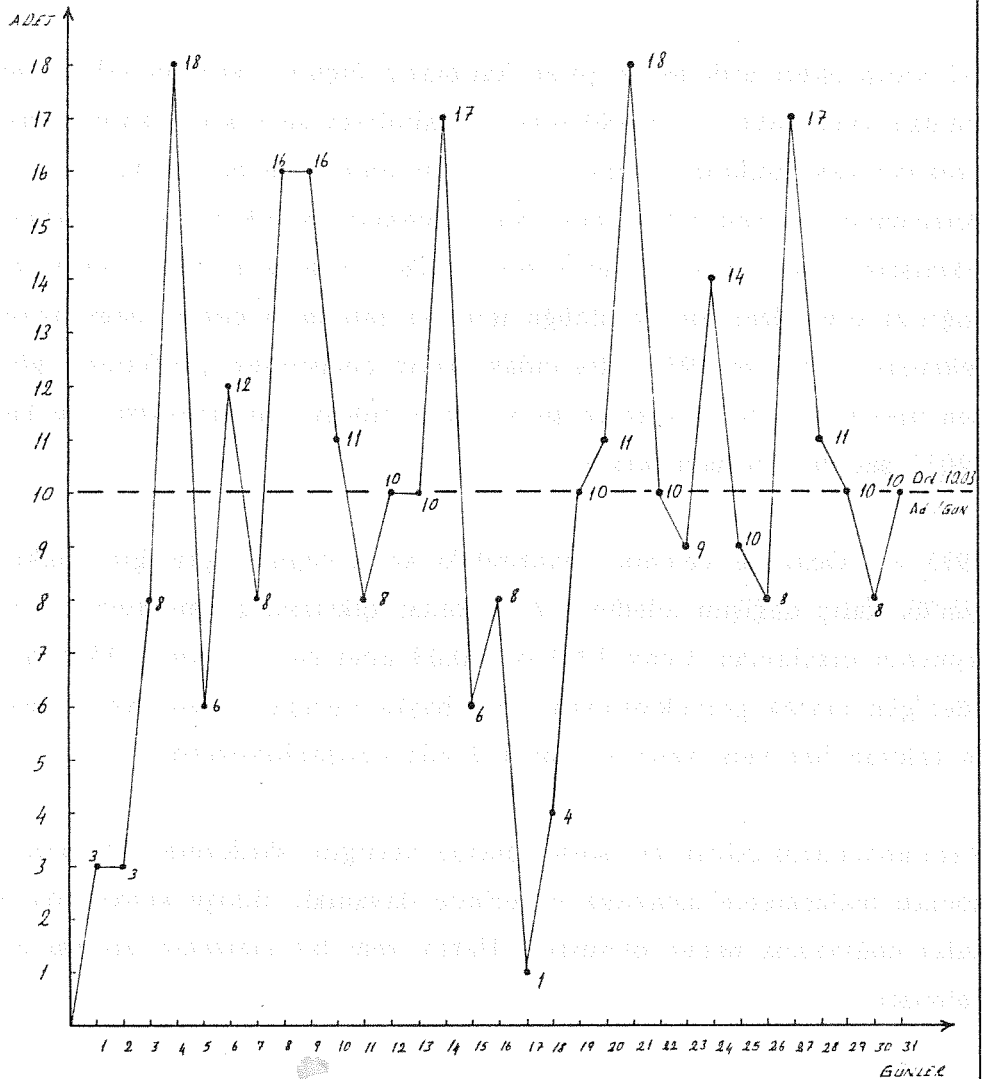
Yaralanmaların büyük bir sorun olarak varlığını sürdürmesi, başlangıçta söz konusu malzemenin sıcaklığa yeterince dayanıklı olduğu konusunda bazı kuşku doğmasına neden olmuştur. Hatta yeni bir malzeme arayışı gündeme gelmiştir.

Aynı dönemde Avustralya'daki Crown Corning firmasına baktığımızda kalıp değişim adetlerinin 7.5 adet/gün civarında olduğunu gördük. Ancak Corning'te kalıplar 2.5 mikron kalınlığında soğuk krom kaplanmakta ve imalattan çıkış nedeni genellikle yağ lekesi olmaktadır. İlgili kişilerle yaptığımız görüşmelerde pitting ve dikey çizgi şeklindeki yaralanmaların (2.5 mikronluk ince krom tabakasına rağmen) Corning'te bir sorun olmaktan uzak olduğunu öğrendik.

DDAK 1985

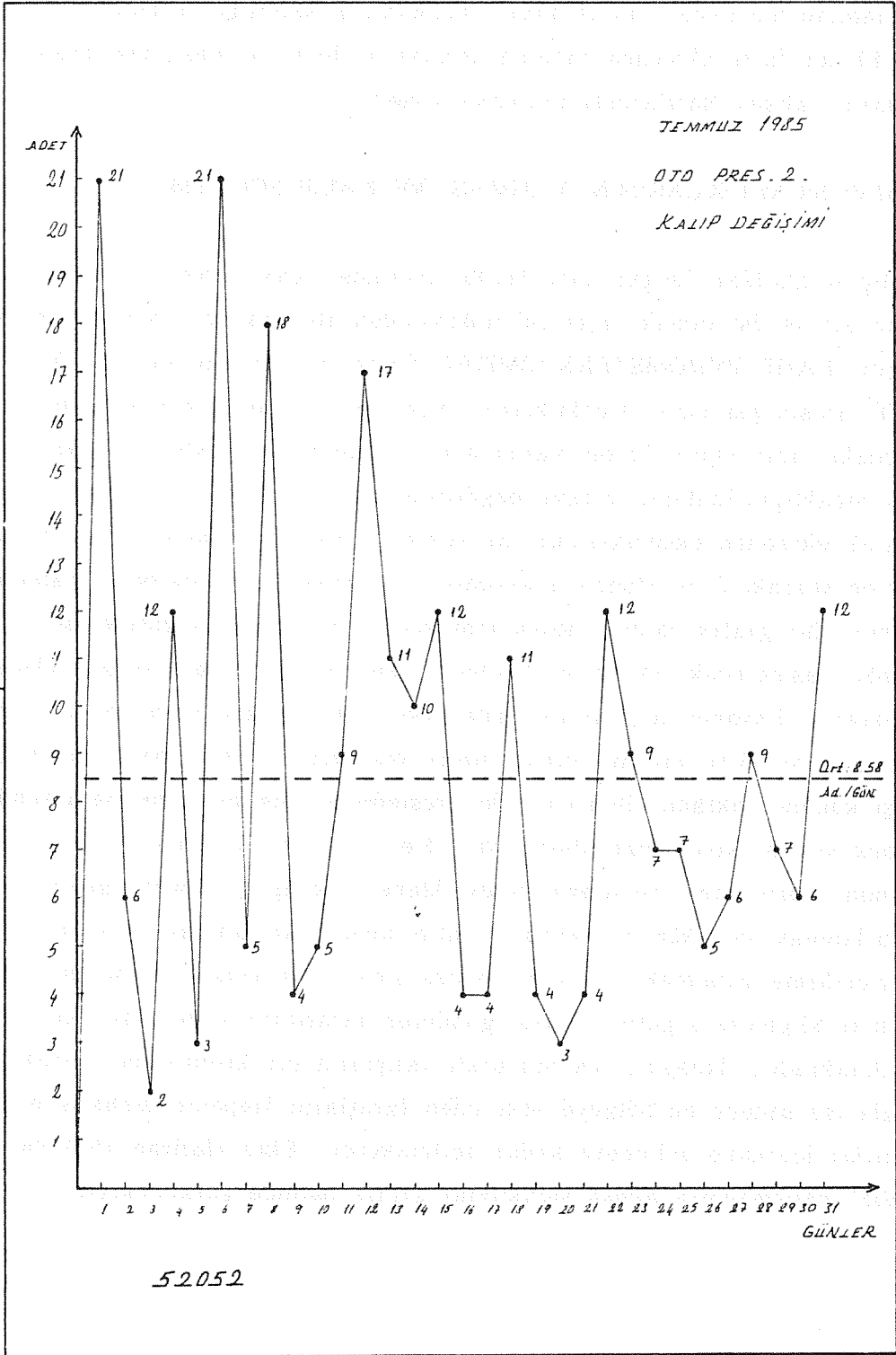
DTO PRES. 2.

KALIP DEĞİŞİMİ



52052



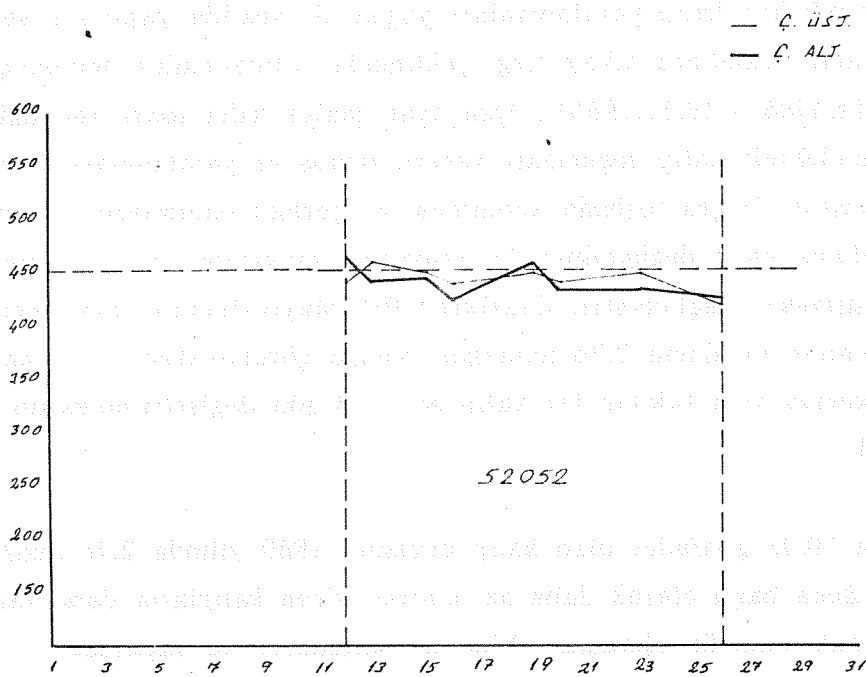
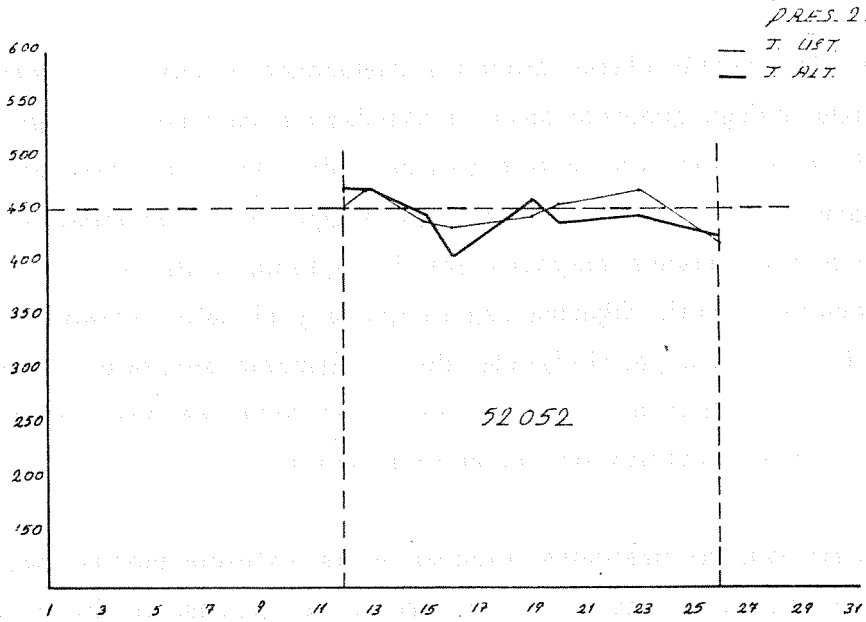


Kullanılan malzeme aynı ve krom tabakamızın kalınlığı Corning'e göre en az 10 kat fazla olmasına rağmen problemin devam etmesi, bizi çözümü kalıpların çalışma şartlarında aramaya yöneltti.

## KALIP SICAKLIKLARININ ALINMASI VE KALIP SOĞUTMA

Kalıp sıcaklıkları hergün saat 16.00 civarında sıcaklık ölçme cihazı ile kalıbın alt ve üst olmak üzere iki noktasından alınmaktadır. Kullanılan cihaz İngiliz LAND PYROMETERS LİMİTED firmasının üretimi olan ve 350<sup>o</sup> ile 650<sup>o</sup> arasındaki yüzey sıcaklıklarını ölçebilen bir çeşit termometredir. Cihazdaki Fibre Optic Probe olarak adlandırılan çubuk şeklindeki parçanın ucu sıcaklığı ölçülerek yüzeye değdirildiğinde o noktadaki sıcaklık dijital olarak ekrandan okunmaktadır. Bu işlemin yapılması mamul kalıbı terkettikten sonraki 2 ve 3'üncü istasyonlarda gerçekleştirilmektedir. Yapılan ölçümler bir grafik halinde dosyalanmaktadır. Kalıpların soğutulması ise 500 mmSS basıncındaki 24.000 m<sup>3</sup>/h debili zamanlı fan havası ile gerçekleştirilmektedir. Havanın kalıplar üzerinde etkili bir soğutma yaratabilmesi için 6'sı içerden 6'sı dışardan olmak üzere dikdörtgen kesitli oniki soğutma farası kullanılmaktadır. Bunların ilki preslemeden sonraki 2'nci istasyona gelecek şekilde konumlandırılmışlardır. Her bir faraş karşısına gelen kalıp bölümünü soğutmakta ve üzerlerindeki klape aracılığı ile kalıba gelen havanın ayarlanması mümkün olmaktadır. Kalıp sıcaklıkları alındıktan sonra bir değerlendirme yapılmakta ve gerekiyorsa sıcak olan bölgelerin soğutulması için o bölgelere soğutma havası gönderen faraşların klapesi gerektiği kadar açılmaktadır. Örneğin; tek numaralı kalıpların üst kısımlarında sıcaklık fazla ise sadece bu bölgeye etki eden faraşların klapeleri sıcaklık normal sınırlar içerisine gelinceye kadar açılmaktadır. Ekte Haziran 1989'daki 52052 çalışmasında alınan sıcaklıklar grafik halinde görülmektedir.

HAZİRAN 1959

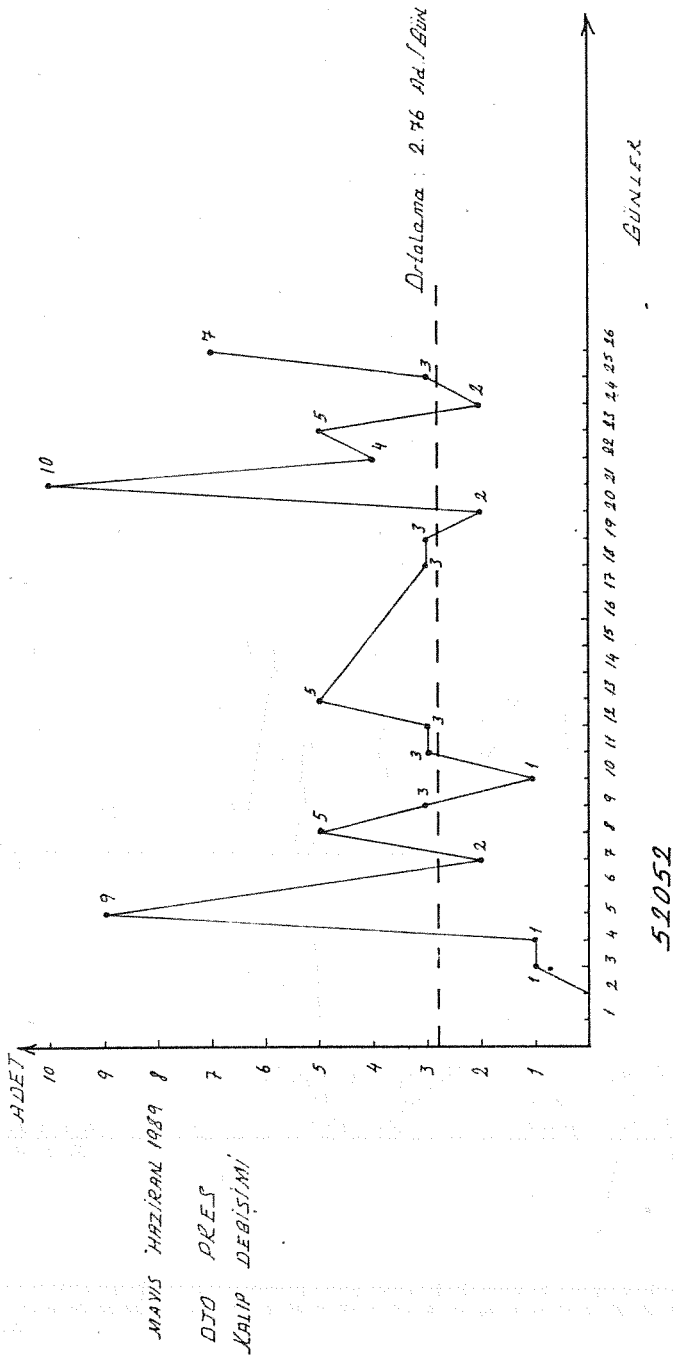


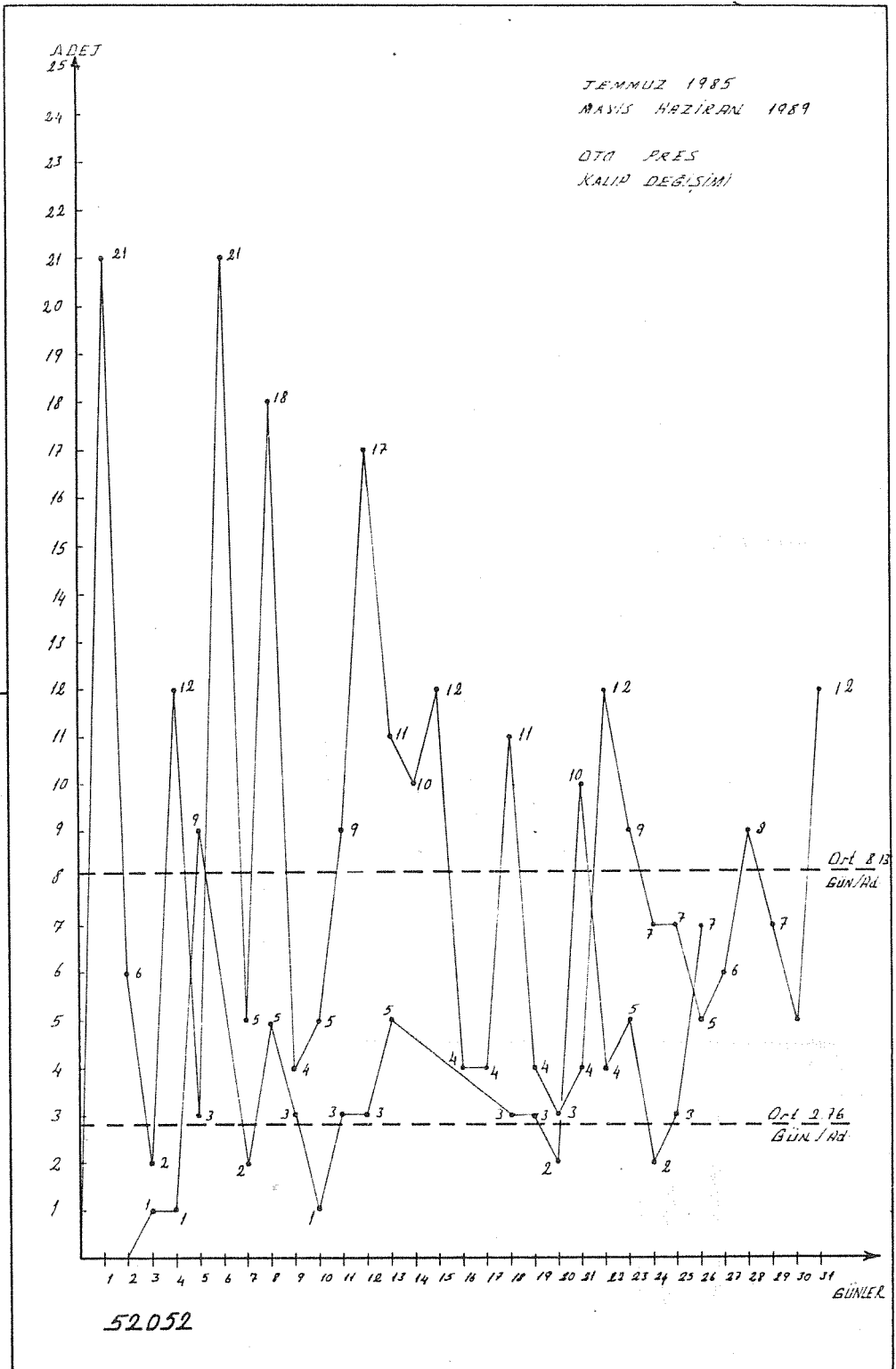
## ARAŞTIRMALARIN YORUMUNUN YAPILMASI

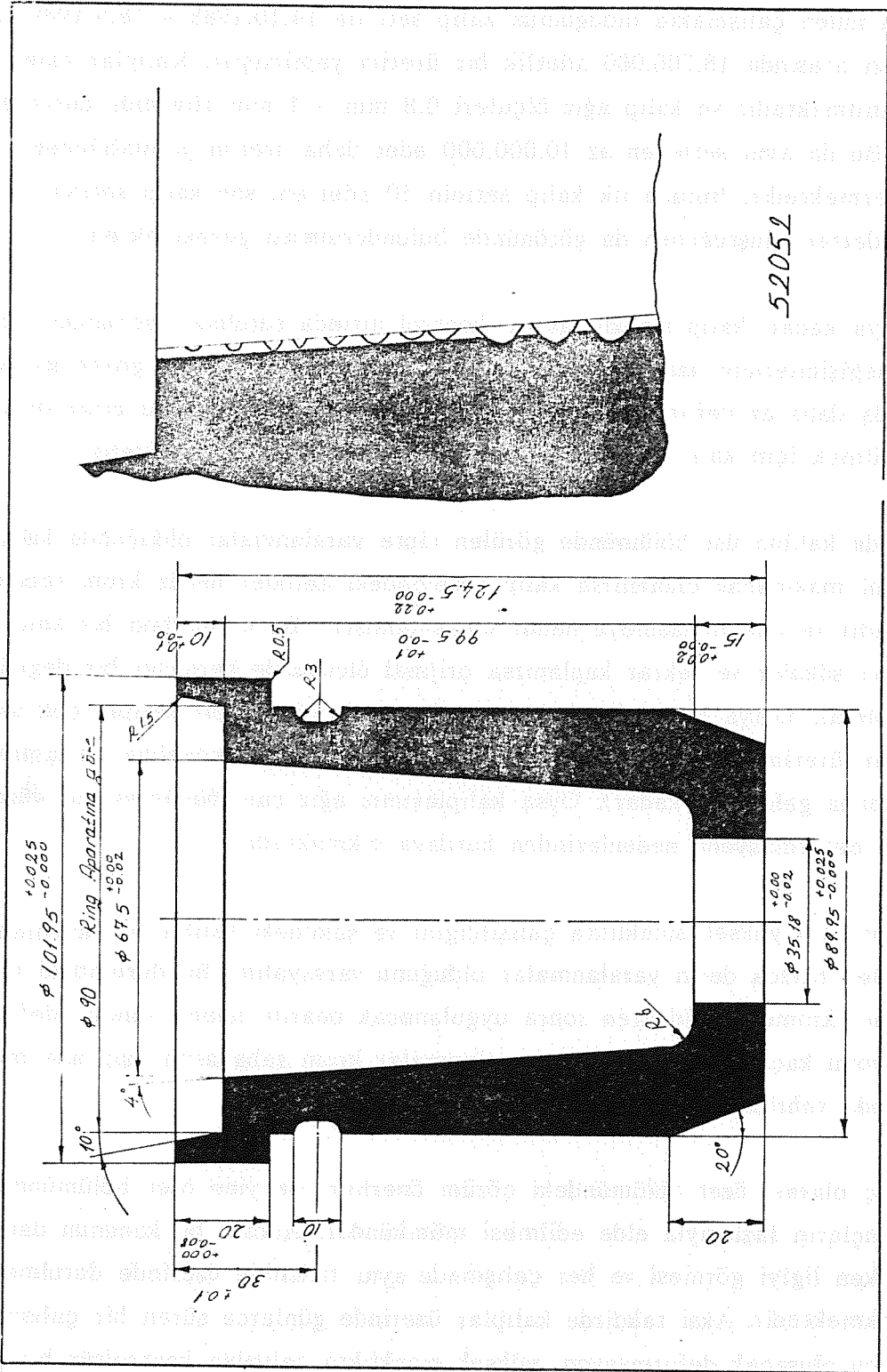
Kalıp sıcaklıkları günlük olarak alınmaya başlandığında kalıp yaralanmalarının en yoğun olduğu günlerde kalıp sıcaklıklarının da yüksek olduğu görüldü. 52052 su bardağı için yapılan çalışmalarda dikey çizgi şeklindeki yaralanmaların  $480^{\circ}\text{C}$  -  $500^{\circ}\text{C}$  arasında görüldüğü  $500^{\circ}\text{C}$  üzerindeki sıcaklıklarda ise pitting olayının meydana geldiği saptandı. Kalıp soğutma fanları yardımıyla yeterli soğutma sağlandığında yani kalıp sıcaklıkları  $440^{\circ}\text{C}$  -  $480^{\circ}\text{C}$  civarına getirildiğinde ideal çalışmanın gerçekleştiği görüldü.  $400^{\circ}\text{C}$ 'a yaklaşıldığında ise bu kez kalıpların soğuk kalması nedeniyle ürün üzerinde imalat hatalarının yoğunlaştığı görüldü.

Aşırı sıcaklığın kalıplar üzerindeki olumsuz etkisi öylesine büyüktü ki, makinaya yeni takılan bir kalıpta bile en fazla 2 saat içerisinde dikey çizgi şeklindeki yaralanmalar ortaya çıkıyordu. Örneğin; 52302 üretimi çift damla olarak yapılırken kalıp yaralanmaları yoğun bir şekilde yaşanmış ve kalıp makinaya takılır takılmaz dikey çizgi şeklindeki yaralanmalar hemen oluşmuştu (12.11.1986 - 18.11.1986). Oysa aynı imalat daha sonra tek damla olarak çalışıldığında kalıp soğutması yeterli olmuş ve yaralanmaların önlenmediği görülmüştür. Doğru teşhisin konulması ve gerekli önlemlerin alınması günlük ortalama kalıp değişiminin 24 istasyonlu makinamız için 3 adet/günün altına düşmesini sağlamıştır. Grafikte 1989 Mayıs-Haziran aylarındaki kalıp değişiminin ortalama 2.76 adet/gün olduğu görülmektedir. Bir başka deyişle makinaya yeni takılan bir kalıp en az 8 gün değiştirilmeksizin çalışabilmektedir.

1985 yılında 10.03 gün/adet olan kalıp değişimi 1989 yılında 2.76 gün/adetinde inmiştir. Buna bağlı olarak daha az onarım gören kalıplarla daha fazla üretim yapmak mümkün olmuştur. Yine bir karşılaştırma yaparsak, 20.12.1984 - 7.10.1985 tarihleri arasında KC'de çalışılan ilk 52052 kalıp seti ile 16.000.000 adet bardak üretilmiş ve kalıp ağız çapı ölçüsü 2.5 mm'yi aşarak kalıplar hurdaya çıkmıştır.







Oysa halen çalışmakta olduğumuz kalıp seti ile 14.10.1988 - 18.9.1989 tarihleri arasında 18.700.000 adetlik bir üretim yapılmıştır. Kalıplar halen kullanılmaktadır ve kalıp ağız ölçüleri 0.8 mm - 1 mm büyümüş durumdadır. Bu da aynı setle en az 10.000.000 adet daha üretim yapılabileceğini göstermektedir. Burada ilk kalıp setinin 50 adetten, son kalıp setinin de 40 adetten oluştuğunun da gözönünde bulundurulması gerekmektedir.

Buraya kadar, kalıp sıcaklıklarının kontrol altında tutulması sonucunda kalıp değişimlerinin azaldığı, buna bağlı olarak daha az onarım gören kalıpların da daha az deformasyona uğradığı ifade edildi. Bu konuyu biraz daha açabilmek için kalıp kesitini gösteren grafiğimizi gözden geçirelim.

Burada kalıbın üst bölümünde görülen tipte yaralanmalar olduğunda kalıp derhal makinadan çıkarılırsa kalıp yüzeyindeki delikler henüz krom tabakasıdır ve ana malzemeye henüz ulaşamamıştır. Bu durumdaki bir kalıp kromu sökülür ve tekrar kaplanırsa orijinal ölçüsünde herhangi bir değişiklik olmaz. Olaya bu açıdan baktığımızda teorik olarak bir kalıpla çok uzun zaman üretim yapabileceğimiz bir gerçektir (yorulma nedeniyle çatlamlar meydana gelinceye kadar). Oysa kalıplarımız ağız çapı büyümesi, iç yüzeylerin deformasyonu nedenlerinden hurdaya çıkmaktadır.

Bir an için yüksek sıcaklıkta çalışıldığını ve şekildeki kalıbın alt kısmında görülen tarzda derin yaralanmalar olduğunu varsayalım. Bu durumdaki bir kalıbın kromu söküldükten sonra uygulanacak onarım işlemi sonucu deformasyonu kaçınılmazdır. Çünkü yaralanmalar krom tabakasını aşıp ana malzemede tahribat yapmışlardır.

Sonuç olarak, özet bölümündeki çözüm önerileri ile yine özet bölümündeki kazançların fazlasıyla elde edilmesi mümkündür. Ancak, bu konunun daima gereken ilgiyi görmesi ve her çalışmada aynı titizlikle üzerinde durulması gerekmektedir. Aksi takdirde kalıplar üzerinde günlerce süren bir çalışma sonucu oluşacak deformasyon, yüksek sıcaklıkta çalışılan kontrolsüz bir gecede rahatlıkla aşılabilir.



## MEVCUT SACK DÜZ FIRINININ ÜRETİM PERFORMANS EKSİKLİKLERİNİN GİDERİLEREK KALİTELİ VE RANDIMANLI ÇALIŞMA YAPILMASI

Erol ERSÖZ

Tuğrul YAZICIOĞLU

Cam İşleme Sanayii A.Ş.

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

### ÖZET

Cam İşleme Sanayii A.Ş.'de Duracam hattında düzcamların temperlemede kullanılan "Düz Sack" fırınının yeterli performansa ulaşmaması nedeniyle fırın üzerinde incelemeler yapılmıştır. İncelemelerde fırının ısıtma kısmının yeterli performans gösterdiği ve sorunun soğutma sisteminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bunun üzerine 5 mm'den 10 mm'ye kadar olan kalınlıktaki camların beynelmilel kalite normları içinde randımanlı üretimleri hedeflenerek soğutucu sistemde tasarım değişikliğine gidilmiştir. 1987 yılı sonunda yeni haliyle devreye alınan fırında büyük bir kapasite artışı sağlanmış, fırın üç vardiya devamlı çalışır hale getirilmiştir. 1988 yılında fiili kapasite artışı 17.000 m<sup>3</sup> dir.

Kapasite artırımının yanı sıra fırın randımanında da büyük gelişmeler sağlanmıştır. Randıman 5 mm cam için % 23'den % 84'e, 6 mm için % 61'den % 88'e çıkarılmıştır.

1988 yılında randıman artışı ile elde edilen tasarruf 769 Milyon ₺'dir. Yapılan yatırım ise 25.1 Milyon ₺ olup, 15 günden kısa bir sürede kendini geri ödemiştir.

### 1. GİRİŞ

Cam İşleme Sanayii A.Ş.'de Duracam hattında düz cam temperlemede kullanılan "Düz Sack" fırını 1974 yılında alınmış olup, başlangıçtan beri istenilen performansı göstermemiştir. Bu nedenle 1975-1976 yıllarında Sack Firmasından birçok kez eleman getirilmiş ancak başarılı sonuç ulaşılamamıştır. 1987 yılı içinde Teknik Genel Müdür Yardımcılığı ile

birlikte fırın bir bütün olarak incelemeye alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu hatalar saptanmış, çözüm yolları belirlenerek uygulama yoluna gidilmiştir.

Yapılan geliştirme ve tasarım değişikliği çalışmaları sonucu 1987 yılı sonunda devreye alınan fırında uygulamaların başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Bu bildiri kapsamında temperleme fırınının eski ve yeni hali ele alınarak randımanlar incelenmiş ve tasarım değişiklikleri, yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

## 2. CAMIN TEMPERLENMESİ

Temperleme işlemi camın yumuşama noktasına kadar ısıtılarak ani soğutulması ile gerçekleştirilir.

Soğutmanın ilk safhalarında, yüzey içeriden daha hızlı bir şekilde soğur ve birkaç saniye içinde, yüzey ile orta kısım arasındaki sıcaklık derecesi farkı maksimuma çıkar. Sonra iç taraf yüzeyden daha hızlı olarak, oda sıcaklığında isothermal şartlar tespit edilene kadar soğur. Bundan dolayı, başlangıçta yüzeyin ısıl büzülmesi, orta kısımkinden fazladır. Bu diferansiyel büzülme yüzeyde çekme gerilmesi ve orta kısımda da basınç gerilmesi hasil eder. Neticede, Duracam haline getirme işlemi cam plakanın yüzeylerinde, iç kısımlardaki çekme gerilmesiyle dengelenmiş kalıcı bir basınç bırakır.

Isıtma işleminin homojen olarak yapılarak camın her tarafının eşit sıcaklığa getirilmesi son derece önemlidir. Aksi takdirde camda uzama, kamburluk gibi hatalar olabileceği gibi soğutma prosesinde kırılma ihtimali de büyüktür. Yumuşama noktası civarına homojen olarak ısıtılmış olan cam daha sonra her iki yüzeyinden hava üflenerek ani soğumaya

tabi tutulur.

Temperleme işleminde homojen bir ısıtma kadar homojen ve yeterli bir ani soğutma havası esastır. Standart bir üretim için cam yüzeyi ile soğutma havası arasındaki ısı transfer katsayısı her bir cam kalınlığı için belli değerleri sağlamak zorundadır.

Isı transfer katsayısı ise soğutma sisteminde delik çapına, delikler arası uzaklığa, deliklerin cama olan uzaklığına ve deliklerdeki hava hızına bağlıdır. Literatür değerleri göz önüne alındığında 4 mm'lik cam için ısı transfer katsayısı  $h=364 \text{ Watt/m}^2 \text{ K}$ , 3 mm'lik cam için  $h=650 \text{ Watt/m}^2 \text{ K}$  olmaktadır. Isı transfer katsayısı ise aşağıdaki formülle ifade edilebilir;

$$h = 0.933 \frac{k}{D} \left( \frac{L}{D} \right)^{-1} \left( \frac{L}{H} \right)^{0.625} \cdot \text{Re}^{0.625}$$

$h$  = ısı transfer katsayısı,  $\text{Watt/m}^2 \text{ K}$

$k$  = havanın ısı iletkenliği,  $\text{Watt/m}^2 \text{ K}$

$D$  = delik çapı, m

$L$  = deliklerin cama uzaklığı, m

$\text{Re}$  = havanın Reynold sayısı

$L$ ,  $H$  ve  $D$  boyutları arasındaki ilişkinin ise literatür bilgisine göre,  $L=H=6 D$  olması tavsiye edilmektedir.

Temperlenmiş cam yüzey mukavemeti olarak normal tavllanmış bir cama göre 10 kat daha dayanıklı olmakta ve yüzlerce kez termal şoka karşı etkilenmemektedir. Bu bakımdan otomotiv sanayiinde, inşaat sanayiinde ve fırın camı olarak büyük kullanım alanına sahiptir.

### 3. DÜZ SACK FIRINININ ORİJİNAL HALİ

Sistem 1974 model olup, Batı Alman "Sack" firmasından alınmıştır. Camın taşınması özel mandallarla askı sistemine bağlanma şeklindedir. Camın ısıtılması için 12 rezistans gruplu, toplam 338 Kw gücünde bir fırını bulunmaktadır. Temperleme havasının verildiği soğutucu bölümü, üzerinde nozüller bulunan kapalı tip hava sandıklarından oluşmakta olup, soğutma alanı (1350x2125) mm'dir. Üfleme havası 69000 m<sup>3</sup>/saat'lik 220 Kw gücünde bir fandan sağlanmaktadır. Fan basıncı 1200 mm SS, fan motoru ise 160 Kw'dır.

"Düz Sack" fırını orijinal halinde, temperlenecek camın kalınlığı azaldıkça soğutma randımanı düştüğünden genellikle 10 mm ve 6 mm düz camların temperlenmesinde kullanılmıştır. Fırının orijinal halinde 1986 yılı son üç ayında kalınlıklarına göre Düz Sack fırınında çekilen ve ambara verilen cam miktarları ile randımanları Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1: Düz Sack Fırını Orijinal Halî Randımanları**

Cam kalınlığı	Çekilen	Ambara verilen	Randıman
5 mm	112 m <sup>2</sup>	26 m <sup>2</sup>	% 23
6 mm	2380 m <sup>2</sup>	1441 m <sup>2</sup>	% 61

Görüldüğü gibi 5 mm cam randımanı çok düşük olduğundan çok az çalışılabilmektedir.

### 4. RANDIMAN DÜŞÜKLÜĞÜNE NEDEN OLAN SORUNLARIN TESPİTİ

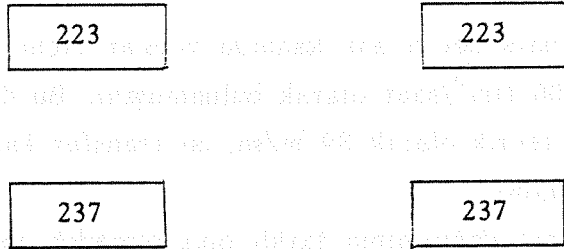
Düz Sack fırınında bu randıman düşüklüğünün nedenlerini araştırmak amacıyla Araştırma Müdürlüğü elemanları ile birlikte fırın üzerinde de-

aylı çalışmalar yapılmıştır. Öncelikle ısıtma bölgesi ele alınmış ve termografik incelemelerle fırından çıkan camlardaki sıcaklık dağılımı incelenmiştir. Fırının ısıtma bölgesinden çıkan camların büyük ölçüde homojen bir ısı dağılımına sahip olduğu tespit edilmiştir. Fırının ısıtma bölgesinden çıkan camların büyük ölçüde homojen bir ısı dağılımına sahip olduğu tespit edilmiştir. İki sıra halinde asılan 4 adet fırın camı (5 mm) üzerindeki sıcaklıklar hemen fırın çıkışında ölçüldüğünde üst sıradaki camların  $612^{\circ}\text{C}$ , alt sıradakilerin ise  $605^{\circ}\text{C}$  olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Fırın çıkışı 4 fırın camının ortalama sıcaklıkları ( $^{\circ}\text{C}$ ).

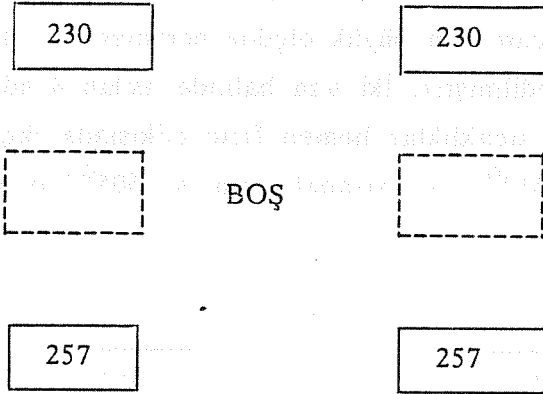
Söz konusu 4 cam soğutmadan sonra incelendiğinde ise sıcaklıklar fırın çıkışına ters ve büyük boyutta farklılık göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2: Temperlemeden sonra 4 fırın camındaki sıcaklıklar ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Bu çalışma birçok kez ve değişik konumlarda tekrarlanmış ve soğutma kısmında sıcaklık dağılımlarının bozulduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin or-

ta sıra boş, üst ve alta 2'şer cam asıldığında sıcaklıkların daha da bozulduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Temperlemeden sonra 4 fırın camı üzerindeki sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Termovizyon ile yapılan sıcaklık dağılımı tespitlerine paralel olarak yapılan kristal dağılımı testleri de soğutma kısmında homojen olmayan bir soğutmanın varlığını teyit etmiştir.

Fırına tek ve büyük ebatlı bir cam asıldığında (5 veya 6 mm) temperlemede belirli kaliteyi tutturmak daha da güçleşmektedir. Sıcaklık homojenitesinin hangi nedenlerle bozulduğunu anlayabilmek için soğutma sistemine bağlı tüm faktörler incelenmiştir. Buna göre;

- Fanın bastığı hava debisi ana kanalda yapılan ölçümlerde klepe tam açık iken  $38.800 \text{ Nm}^3/\text{saat}$  olarak bulunmuştur. Bu durumda nozüllerdeki hava hızı teorik olarak  $89 \text{ m/sn}$ , ısı transfer katsayısı ise  $334 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  olmaktadır.
- Nozüllerdeki hava dağılımının farklı olup olmadığı incelenmiş, kayda değer bir farklılık görülmemiştir.
- Soğutma sisteminde hava kaçağı olduğu görülmüştür. Isıtma bölgesinden camlar uygun sıcaklıklarda gelmekte ancak, daha temperleme başlamadan önce (yaklaşık 2 saniye) kaçak hava ile soğumakta ve

temperlemede en kritik faktörlerden biri olan cam sıcaklığının düşmesine neden olmaktadır.

- Soğutma kısmındaki nozüllerin uzunluklarında farklılıklar görülmüştür. Temperlemede camın soğutma havası ve nozüllerin birbirine olan uzaklığı ısı transferi açısından büyük önem taşımaktadır. Sistemde nozül boyları arasında 1 cm mertebesinde farklılıklar bulunduğu, nozüllerin birbirine olan uzaklıklarının da sarkmalar nedeniyle yine eşit olmadıkları ve 2 cm'ye varan bozukluklar olduğu gözlenmiştir. Ayrıca üfleme anında hava sandıklarının alınlarının orta kısımları bombe yaparak birbirine her iki taraftan 2 cm mertebesinde yaklaşmaktadır. Bu durum cam-nozül mesafesinin daha da bozulmasına yol açmaktadır. Soğutucu sandıklarının hareket etmesi cam yüzeyinin tümüyle taranıp temperlenmesini sağlamaktadır. Özellikle nozüllerin birbirine olan uzaklıklarında bozukluk olması durumunda bu daha da önemli bir hal almaktadır. Çalışmalar sırasında bir ya da iki sandığın hareketinin olmadığı veya yarıda kesildiği birçok durumla karşılaşmıştır. Bu durumlarda kristal dağılımının da bozuk olduğu gözlenmiştir.

Soğutucu sandıklarını açıp kapayan ve salınım yaptıran pnömomatik sistemlerin arızalarının konstrüksiyon nedeniyle fazla olduğu bunun da üretim kaybına neden olduğu gözlenmiştir.

- Fırına büyük ebatlı tek cam asıldığında, üfleme anında alınların yaklaşması gibi soğutma açısından önemli ve lehte bir faktöre rağmen camın orta kısmının sıcak kaldığı, özellikle 5 mm kalınlıktaki camların iyi temperlenememekte olduğu ve kristal dağılımının da bozulduğu görülmüştür. Bu durum iç kısımlardaki havanın camla temasından sonra tahliye olmakta güçlüğüyle karşılaştığını göstermiştir.

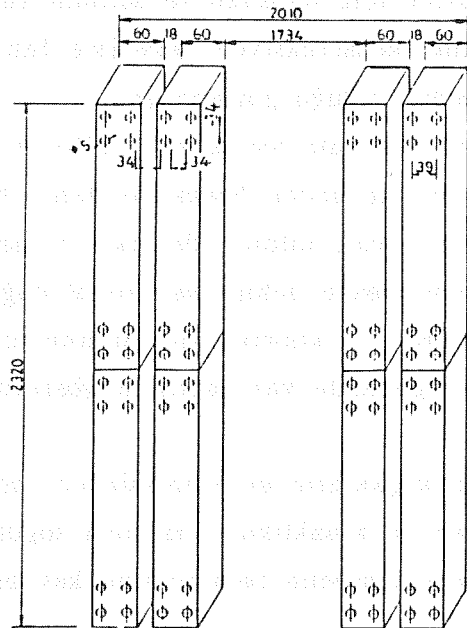
Soğutma fanındaki kaçakların giderilmesinden sonra hava üfleme sisteminde tespit edilen bu aksaklıklara rağmen soğutma efektini bir miktar artırarak mevcut sistemin temperleme kalitesinin iyileştirilmesi düşünülmüştür.

Bu nedenle soğutma paneli değiştirilmeden kenar kısımlara gelen nozüllerin bir kısmı kapatılmış yani temperleme alanı küçültülmüş, böylelikle açık nozüllerdeki hava hızı artırılmıştır. Isı transferinin artacağı düşüncesiyle yapılan bu çalışma özellikle iç kısımlardaki hava tahliyesindeki güçlük nedeniyle başarılı olamamıştır.

Yapılan bu çalışmalar ve gözlemler sonucunda eldeki bütün bulgular değerlendirilmiş, soğutucu sisteminde tasarım değişikliğine gidilmesine, hava tahliyesinin daha kolay olduğu dilimli bir sisteme (Cattin, Glasstech, Hordis, vb.) geçilmesine karar verilmiştir.

## 5. SOĞUTUCU SİSTEMİNİN YENİ TASARIMI

5 mm'den 10 mm'ye kadar olan kalınlıktaki camların beynelminel kalite normları içinde randımanlı bir şekilde üretimi hedeflenerek Araştırma Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalar sonucu yeni soğutucunun tasarım parametreleri tespit edilmiştir. Ayrıca soğutma havası fan motorunun daha güçlü bir motorla değiştirilmesine karar verilmiştir. Şekil 4'te yeni tasarım parametreleri çizim üzerinden verilmektedir.



Şekil 4: Yeni soğutma sisteminin şeması.



İmalata esas olacak resimleri Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü tarafından çizilen sistemin imalat ve montajı Camiş Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş. tarafından yapılmış ve yeni soğutma sistemi 1987 yılı sonunda devreye alınmıştır. Sistemde yapılan başlıca değişiklikler ana hatlarıyla Tablo 2'de özetlenmektedir.

TABLO 2

PARAMETRELER	ORİJİNAL HALİ	YENİ TASARIM
Nozüller arası mesafe (mm)	30	34
Nozül çapı (mm)	4	5
Nozül -cam arası mesafe (mm)	43	40
Nozül adedi	4847 x 2	3120 x 2
Hava üfleme manifold adedi	2 adet hava sandığı var	26 x 2
Fan motoru gücü (Kw)	160	200
Ölçülen hava debisi (Nm <sup>3</sup> /saat) (Klepe tam açık)	38800	45000
Nozüllerdeki hava hızı (m/sn)	89	102
Soğutmada ısı transfer katsayısı (W/m <sup>2</sup> K)	334	420

Buna göre;

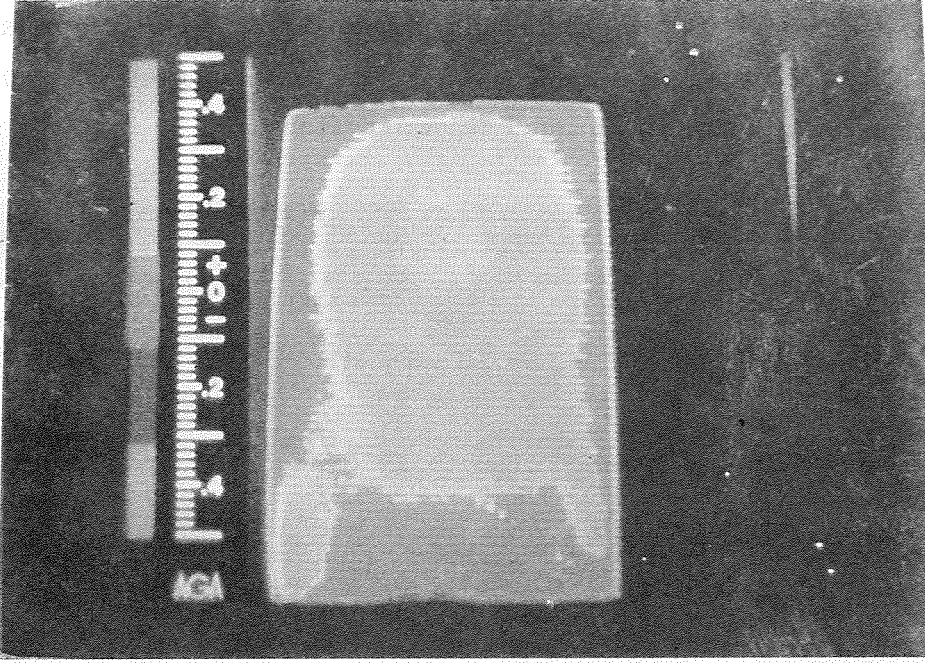
- Nozül konstrüksiyonu ve soğutucu dizaynı değiştirilmiştir. Eski kapalı tip soğutucu konstrüksiyonu, kutu profillerden oluşan aralarından hava kaçmasına imkan veren soğutma kolektörlerine çevrilmiştir. Böylece

- havanın soğutucu içinde sıkışması önlenmiştir.
- . Doğrudan doğruya kanallara bağlı olan eski tip soğutucu yerine kanallardan kollektörlere hortumla bağlanan, hava dağılımını daha homojen sağlayan konstrüksiyona geçilmiştir.
- . Fanın yatakları yeterli olduğu etüd edilerek fan motoru 160 Kw'a çıkarılmıştır. Böylece soğutma havası debisi 38800 Nm<sup>3</sup>/saat'den 45000 Nm<sup>3</sup>/saat'e artmıştır.
- . Gerek nozül konstrüksiyonunda yapılan değişiklikler gerekse soğutma havasının artırılması ile ısı transfer katsayısı 334 Watt/m<sup>2</sup>K'den 420 Watt/m<sup>2</sup>K'e yükselmiştir.
- . Eski tip soğutucunun (1350x2125) mm olantoplam soğutma alanı yeni tip soğutucuda (2010x2320) mm'ye çıkarılmıştır.
- . Ayrıca soğutucunun osilasyon imkanı basit bir kam mekanizmasıyla daha sağlıklı çalışır hale getirilmiştir.

## 6. DÜZ SACK FIRINI YENİ TASARIMININ PERFORMANS TESPİTİ ÇALIŞMALAR VE DEĞERLENDİRMELER

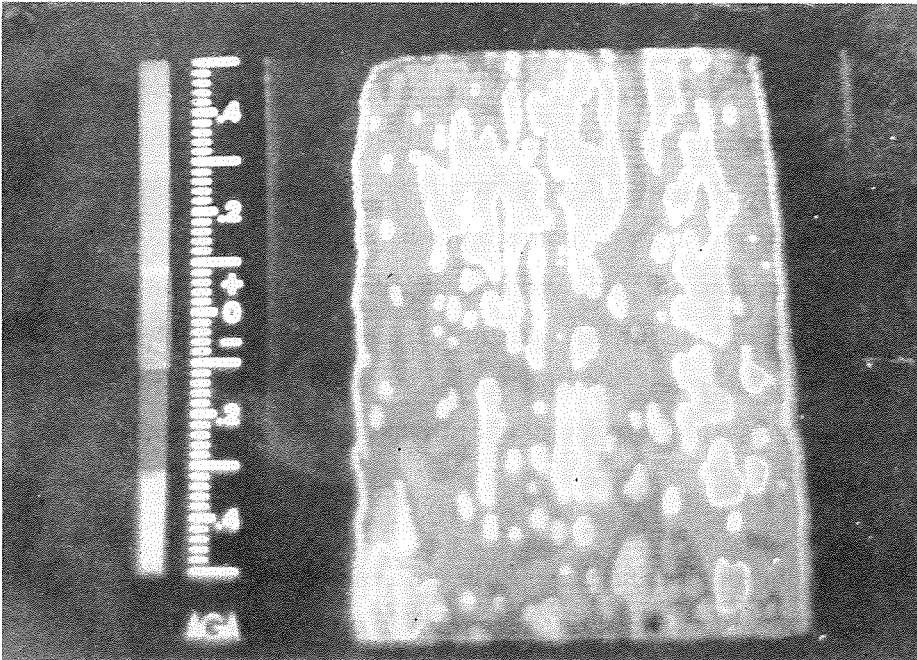
Fırında termografik incelemeler yapılarak eski haliyle karşılaştırmalı olarak performansının belirlenmesine çalışılmıştır. Fırının ısıtma bölgesinden çıkan camlar önceden olduğu gibi büyük ölçüde homojen bir ısı dağılımına sahiptir.

Resim 1'de ısıtma bölgesinden çıkan (2015x1410) mm ebatlı 6 mm camın temperlemeye girmeden önceki termografik görüntüsü izlenmektedir.



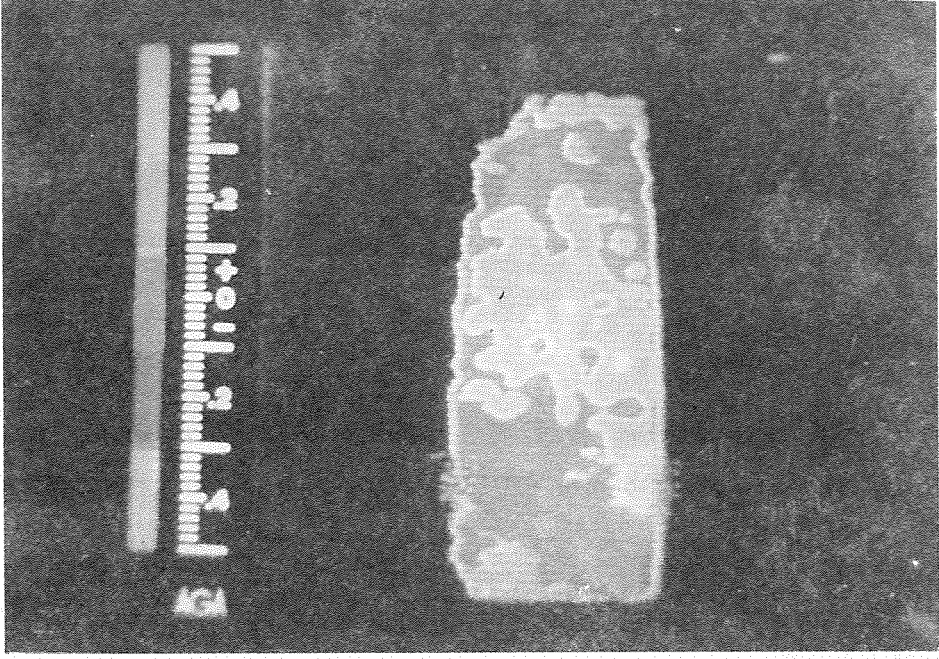
Resim 1: Fırın çıkışı 6 mm (2015x1410) ebatlı camın termografik görüntüsü.

Bu büyük ebatlı camın temperlemeden sonraki durumu ise Resim verilmektedir.



Resim 2: (2015x1410) mm camın temperlemeden sonraki termografik görüntüsü.

Temperlemenin eskiye göre farkının görülmesi amacıyla fırının eski halinde temperleme işlemi tamamlanmış (1600x675) mm ebatlı camın termografik görüntüsü Resim 3'de verilmektedir.



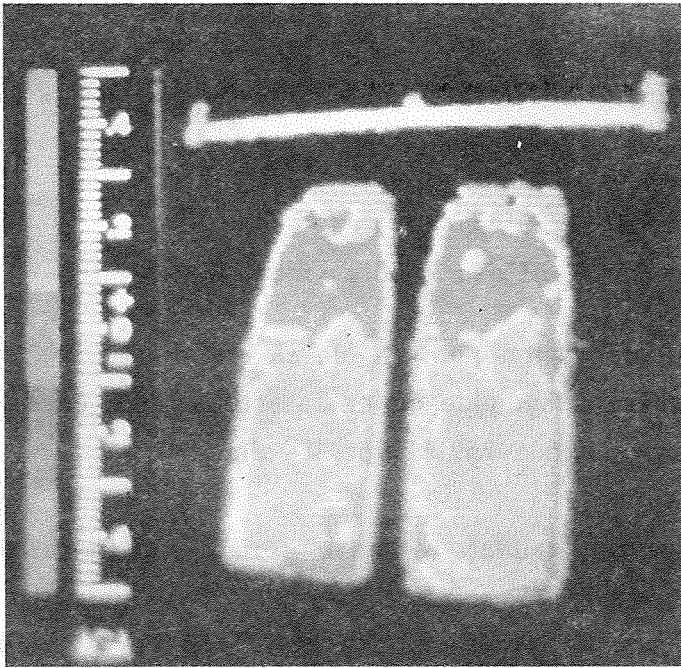
Resim 3.

Resim 2 ve 3 karşılaştırmalı olarak incelendiğinde tasarım değişikliği ile temperlemenin sıcaklık dağılımı açısından iyi bir düzeye getirildiği görülmektedir. Resim 2'deki cam diğerinden yaklaşık 3 katı büyüklükte olmasına rağmen sıcaklık homojenitesi sağlanabilmiştir. Bu cam daha sonra test için kırıldığında kristal dağılımı açısından da standartlara uygun olduğu görülmüştür. Bu durum fırının yaklaşık tüm alanının kullanılabilirliğini göstermesi açısından da önemlidir. Resim 3'deki camın orta bölgesinin hava tahliyesindeki güçlük nedeniyle sıcak kaldığı da açıkça görülmektedir.

Benzer bir örnek Resim 4 ve 5'de gözlenmektedir. Resim 4 (1411x 596) mm ebatlı 6 mm kalınlıkta iki camın fırın orjinal halindeki, Resim 5

ise tasarım değişikliğinden sonraki termografik resimleridir. Temperlemenin çok daha iyi yapılabildiği bu resimlerden de belirgin bir şekilde görülmektedir.

Yapılan tasarım değişikliğinin getirdiği randıman artışını görebilmek amacıyla 1988 yılında Düz Sack fırınından çekilen camlarda inceleme yapılmıştır. Bu incelemenin sonuçları Tablo 3'de verilmektedir.



Resim 4: Fırının orijinal halinde (1411x596) mm ebatlı iki camın temperleme sonrası termografik görüntüsü.

Tablo 3: Düz Sack Fırınının 1988 Yılı Randımanları

Cam kalınlığı (mm)	Çekilen (m <sup>2</sup> )	Ambara teslim edilen (m <sup>2</sup> )	Randıman (%)
5	30.448	25.474	84
6	18.450	16.173	88

Tasarım değişikliğinden önce 5 mm cam randımanı % 23, 6 mm randımanı ise % 61'dir.

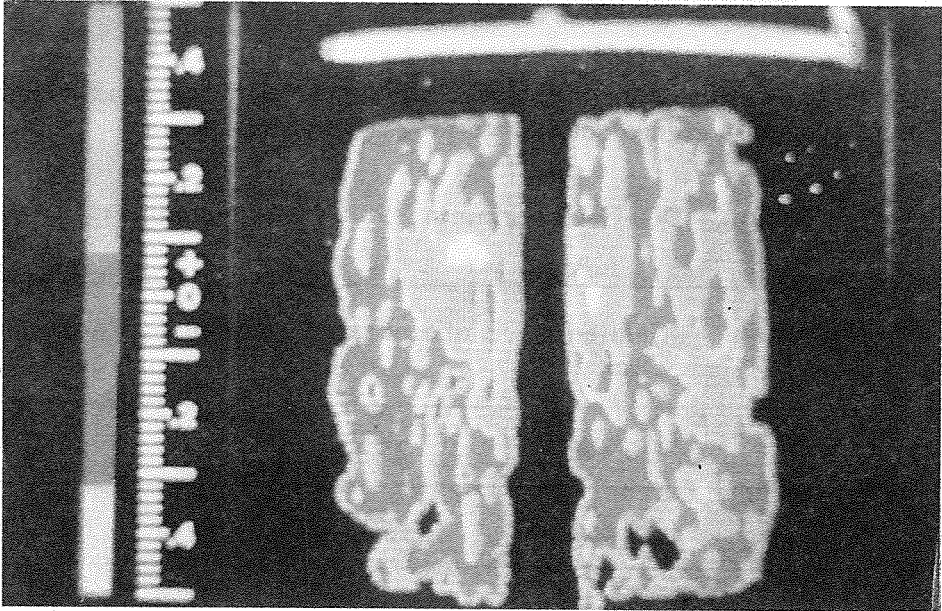
## 7. SONUÇ

Düz Sack fırını soğutucu sisteminde yapılan tasarım değişikliği sonucunda, fırın üç vardiya sürekli çalışır hale getirilmiştir. Fırının kapasite kullanımı ve temperleme randımanı artırılmıştır. Bu sayede 1988 yılında temperlenmiş düz cam üretimi 1987 yılına göre 17000 m<sup>2</sup> artmıştır. Kapasite artırımının yanı sıra fırın randımanında da büyük gelişmeler sağlanmıştır. Buna göre randıman,

- . 5 mm cam için % 23'den % 84'e,
- . 6 mm cam için % 61'den % 88'e yükselmiştir.

Bu konu maliyet düşürme projesi olarak ele alınmış ve 1988 yılında randıman artışından dolayı elde edilen tasarruf işçilik, enerji, finansman giderleri çıkartıldığında 769 Milyon TL olmuştur.

Soğutma sisteminin tadilatı ve fan motoruna yapılan yatırım miktarı ise toplam 25.1 Milyon TL'dir.



## ENSTRÜMENTAL ANALİZ TEKNİKLERİ

Alpaslan ERENTÜRK

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

### ÖZET

Bu bildiride günümüzde büyük önem kazanan daha iyi kalitenin temini ve ulaşılan kalitenin kontrolünde hızlı, sağlıklı ve hassas analiz imkanları sağlayan enstrümental analiz tekniklerinden ve bunların kullanım alanlarından bahsedilmektedir.

Bir ülkenin teknolojik, sosyal, kültürel ve ekonomik gelişme düzeyinin en inandırıcı kanıtlarından biri de kuşkusuz ürettiği mal ve hizmetlerin kalitesidir.

Bol çeşitli ve düşük maliyetli üretim bu konuda güvenilir bir kanıt sayılabirirse de kalite bunların üstünde bilimsel, teknolojik ve sosyo kültürel bir birikimi gerektirir. Her şeyin en iyisini yapmak temel bir eğilim olmalıdır. Bu eğilim gelişme ve yükselmenin temelidir.

Üretim sistemlerinin büyümesi, işletmeler arası ilişkiler, rekabetin uluslararası nitelik kazanması, yaşam düzeyinin yükselmesi günümüzde kaliteyi ve kalite kontrolünü zorunlu hale getirmiştir.

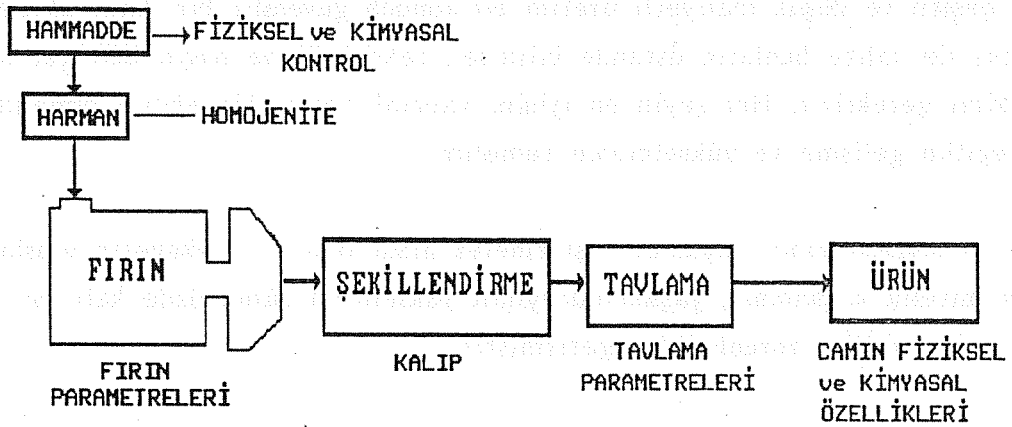
Kalite mutlak anlamda en iyi demek değildir. Bir mamul veya hizmetin kaliteli olması, tüketici gereksinimlerine cevap verme, ömür ve fiyat koşulları açısından en iyi kombinasyonu oluşturması demektir. Kalite mamul maliyetinden ayrı düşünülemez.

Modern teknoloji, otomasyon üretim hızının artması mamullerin karmaşıklı-

ğı gibi faktörler imalatta çok dar toleranslarla çalışmayı gerektirmekte bu da kalitenin son derece duyarlı ve dar limitler arasında sürekli kontrol edilmesini zorunlu kılmaktadır.

Saptanan limitler dışına çıktığında durumun mümkün olan en kısa zamanda farkına varılması ve düzeltilmesi gerekir. Bu da üretimde hammadde- nin, imalatın her kademesinin ve nihai ürünün sürekli kontrolü ile mümkündür. Kontroller hızlı hassas ve sağlıklı ölçüm teknikleri kullanılarak yapılmalıdır. Çağımızın teknolojisi uygun tekniklerin seçilmesi kaydıyla bu imkanı bize sağlamaktadır.

Cam üretiminde hammaddelerin karışımı, eriyerek şekillenebilen homojen bir sıvı haline gelmesi, tavlama, yüzey muamelesi, kesme hata kontrolü ve paketleme işlemleri üretimin kademelerini oluşturmaktadır. Böyle bir prosesin verimini pek çok değişken etkileyebilir. Cam üretim prosesinde etkin bir kontrol bütün değişkenleri sabit tutmakla sağlanabilir (Şekil 1).



Şekil 1.

Bu değişkenlerden biri de cam kompozisyonudur. Kompozisyonun değişmesi halinde başta erime ve şekillendirme koşulları olmak üzere tüm proses et-



kilenecektir.

Üretimde kullanılan hammaddelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin arzu edilen limitler arasında seyretmesi, değişiklik göstermemesi üretimin kalitesini büyük ölçüde etkiler.

Bunun içindir ki üretimde kullanılan, hammaddelerin kimyasal kompozisyonlarının, tane boyutu dağılımının ve istenmeyen kirlilik miktarının sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir.

### HAMMADDE KONTROLÜ

#### KİMYASAL

- . Kompozisyon
- . Safsızlıklar

#### FİZİKSEL

- . Tane boyutu analizi
- . Mineralojik

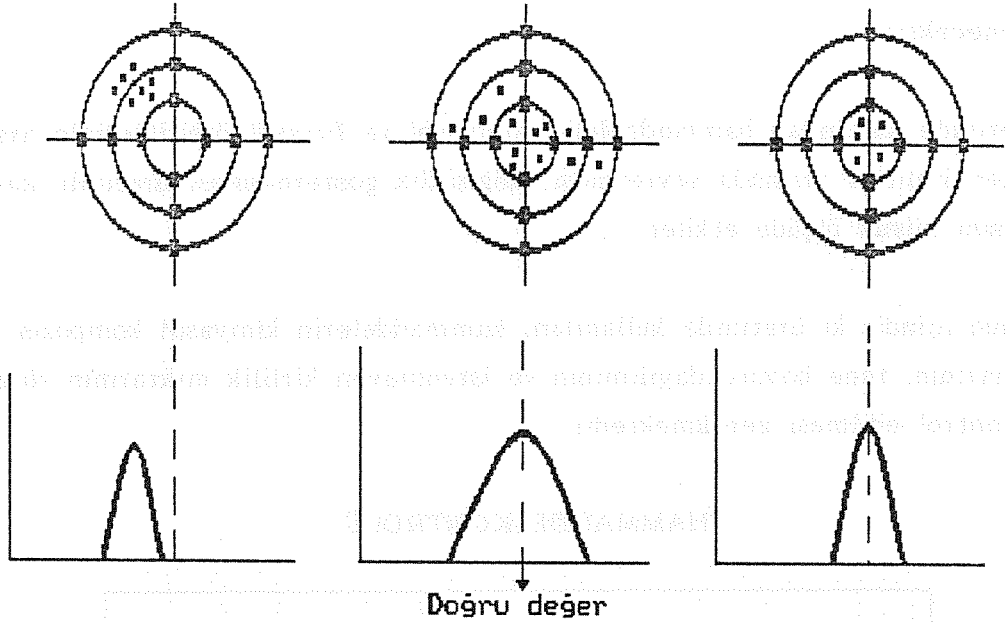
Enstrümantal analiz tekniklerine geçmeden önce analizlerle ilgili bazı kavramlardan bahsedecek olursak:

**Precision (kesinlik)** : Bir analizin aynı şartlar altında birkaç kez yapılması ile elde edilen sonuçların gösterdiği dağılımdır.

**Accuracy (doğruluk)**: Bir analizin birçok kereler yapılması ile elde edilen sonuçların ortalamasının doğru değere yakınlığıdır. Sistematik hatalar ne kadar küçük ise doğruluk o kadar iyidir.

Bir analizde precision'un çok iyi olması sonucun doğru olduğunu garanti-  
mez.

Bir analiz sonunda karşılaşılabilecek durumlar Şekil 2'de görüldüğü gibidir.



- PRECISION YÜKSEK
- PRECISION DÜŞÜK
- PRECISION YÜKSEK
- ACCURACY DÜŞÜK
- ACCURACY YÜKSEK

Şekil 2.

- a) Precision iyidir, fakat sonuçların ortalaması alındığında doğru değerden sapmaktadır.
- b) Sonuçlar oldukça büyük dağılım göstermektedir. Dolayısı ile precision kötüdür.
- c) Precision iyidir ve sonuçların ortalaması alındığında doğru değerle çakışmaktadır. Bu ideal durumu göstermektedir.

Analiz sonuçları değerlendirilirken ortalama değer yanında standart sapma ve range değerleri de dikkate alınmalıdır.

Enstrümantal analiz metotlarının çoğunda bilinmeyen fiziksel, kimyasal veya nükleer özelliği bir standartla karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalarda standartların numuneye olabildiğince benzemesi arzu edilir.

Standartlar analizin kesinliğini (precision) değil doğruluğunu artırır.

Bir analizin doğruluğu hiçbir zaman standardın hazırlanmasındaki doğruluğu aşamaz.

Bugün laboratuvarlarda çeşitli konularda yapılmakta olan fiziksel testlerin ve kimyasal analizlerin büyük çoğunluğu daha iyi kalitenin sağlanması ve mevcut kalitenin kontrolü amacı ile gerçekleştirilmektedir. Kalite kontrolü kalite temininin bir parçasıdır ve programdaki her bir adımın kontrolünü sağlayacak bütün işlemleri içerir.

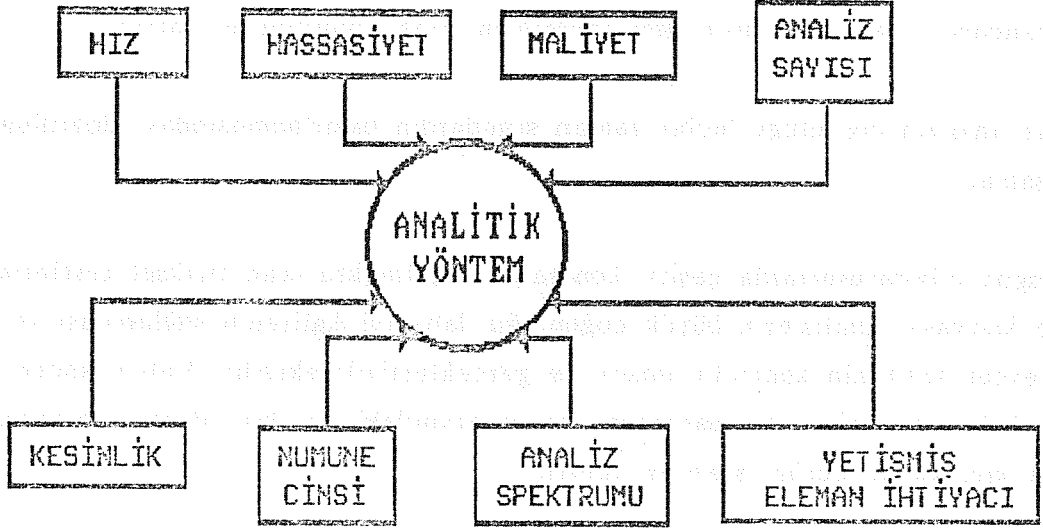
Analizlerde kalite temininde şu hususların göz önüne alınması gerekir:

- . KALİFİYE PERSONEL,
- . İYİ BİR CİHAZ, UYGUN KALİBRASYON VE BAKIM,
- . ÖRNEĞİN BÜTÜNÜ TEMSİL ETMESİ,
- . KULLANILAN REAKTİFLERİN KALİTESİ,
- . REFERANS ÖRNEKLERİN KONTROLÜ,
- . SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ,
- . SONUÇLARIN BAŞKA LABORATUVARLARLA VE DİĞER TEKNİKLERLE MUKAYESESİ.

Bir laboratuvarın kendisini kontrol etmesinin en iyi yolu uluslararası karşılaştırma programlarına katılmasıdır.

Analitik yöntemin seçilmesinde hız, hassasiyet, maliyet ve istenen analiz sayısı gibi parametreler dikkate alınarak en uygun seçimin yapılması gerekir (Şekil 3).

Örneğin yüksek precision hızla rekabet edemez. Bir problemin çözülmesi gerektiğinde analitik teknikler proses hakkında doğru kararı vermek için bir araç olarak kullanılır.



Şekil 3.

Analitik bir proseste göz önünde bulundurulması gereken hususları şöyle sıralıyabiliriz.

1. Analiz niçin isteniyor?

Analiz problemin çözümüne ışık tutacak mı?

Her analizin bir maliyeti vardır.

2. Analizi yapılacak numune bütünü temsil ediyor mu?

Her analiz numunesi kadar bilgi verir. Eğer numune bütünü temsil etmiyorsa analizi yapmanın bir anlamı yoktur.

3. Analizi yapılacak numunenin matriksi nedir?

İmkanlar böyle bir numuneyi analizlemeye elverişli mi?

4. Malzeme içinde bulunabilecek safsızlıklar nelerdir ve bunların mertebesi nedir?

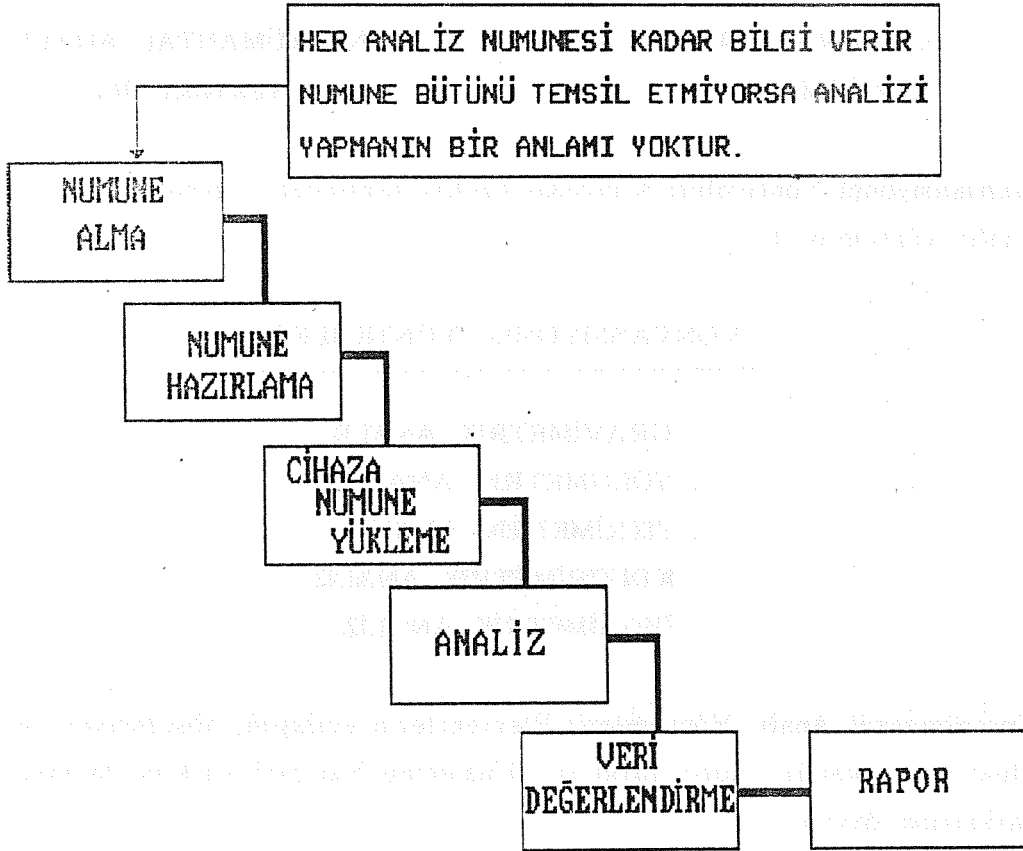
Safsızlıkların bilinmemesi enterferanslar nedeni ile analiz sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilir.

5. Analiz yapılacak malzemedeki elementlerin konsantrasyonları hangi aralıklarda değişmektedir.

6. İstenen analiz sayısı ve hassasiyet nedir?

7. Sonuçlar ne şekilde isteniyor?

Bir analiz çeşitli kademelerden oluşmaktadır (Şekil 4).



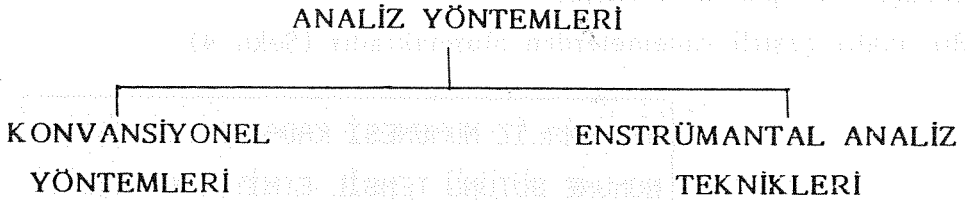
Şekil 4.

Analitik prosesin doğruluğu ve tekrarlanabilir oluşu bütün prosesin her basamağının doğru ve tekrarlanabilir oluşuna bağlıdır.

Yüksek analiz yoğunluğu olan laboratuvarlarda otomasyon zaman ve eleman kazancı sağlar.

Analiz yöntemleri maddenin bünyesindeki elementlerin veya grupların fiziksel özelliklerindeki ve kimyasal davranışlarındaki farka dayanır ve iki temel

grupta toplanabilir:



**Konvansiyonel Yöntemler:** Kimyasal özellik farkından yararlanılarak yapılan analiz yöntemleridir:

### KONVANSİYONEL YÖNTEMLER

- . GRAVİMETRİK ANALİZ,
- . VOLUMETRİK ANALİZ,
- . TİTRİMETRİK ANALİZ,
- . KOLORİMETRİK ANALİZ,
- . İYODİMETRİK ANALİZ,

**Enstrümantal Analiz Yöntemleri:** Elementlerin emisyon, absorpsiyon, ısı, elektrik iletkenliği, kütle farkı ve difüzyon hızı gibi fiziksel davranış farklarına dayanır.

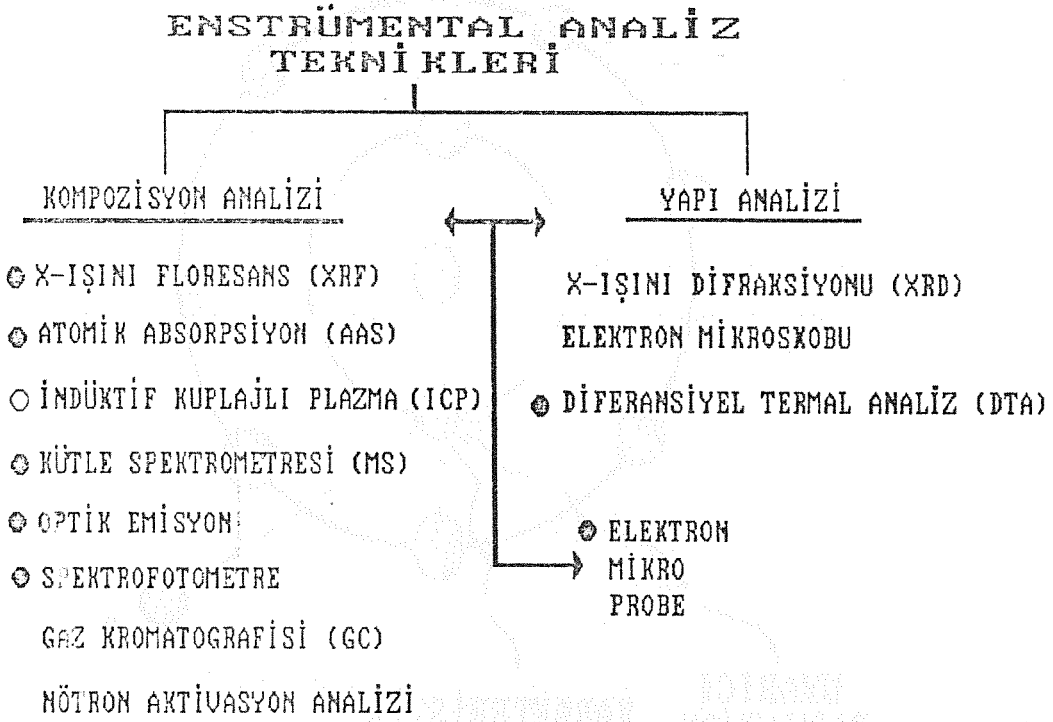
Enstrümantal analiz tekniklerinden başlıcalarını şöyle sıralayabiliriz:

### ENSTRÜMENTAL ANALİZ

#### TEKNİKLERİ

- SPEKTROSKOPİK METOTLAR,
- ELEKTROKİMYASAL METOTLAR,
- NÜKLEER METOTLAR,
- KROMATOGRFİK METOTLAR,
- TERMOMETRİK METOTLAR,
- ELEKTRON İYON SPEKTROSKOPİSİ.

Bu yöntemleri işlevlerine göre Şekil 5'deki gibi sınıflandırabiliriz.



Şekil 5.

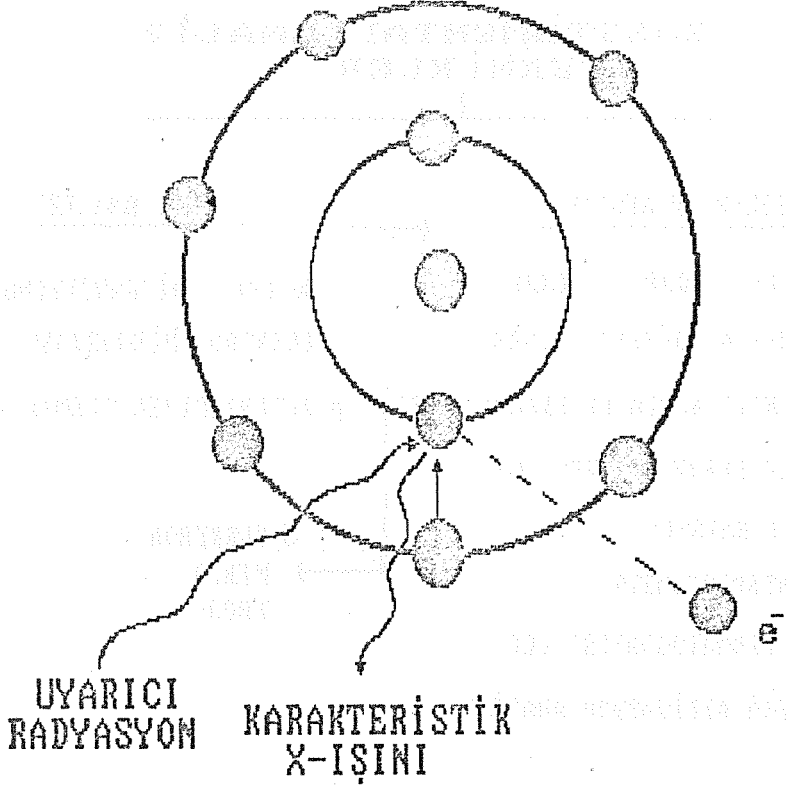
Yöntemlerden yanında o işareti olanlar halihazırda Merkezimizde bulunan sistemlerdir. o ile gösterilenler ise 1990 yılı programında alınması planlanan sistemlerdir.

Bu yöntemlerin yaygın olarak kullanılanlarından kısaca bahsedelim.

### X-İŞİNİ FLORESANS SPEKTROMETRESİ

X-ışını floresans tekniği, bir uyarıcı kaynak tarafından uyarılan malzemenin, atomları tarafından yayınlanan ikincil x-ışınlarının enerjilerinin ölçülerek kalitatif ve şiddetlerinin ölçülerek kantitatif analizinin yapılabilirdiği tahribatsız bir analitik yöntemdir (Şekil 6). Katı ve sıvı numunelerde atom numarası 6 C'dan atom numarası 92 U'a kadar olan elementlerin çoğunun

ppm seviyesinde analizi mümkündür (Şekil 7).



Şekil 6.

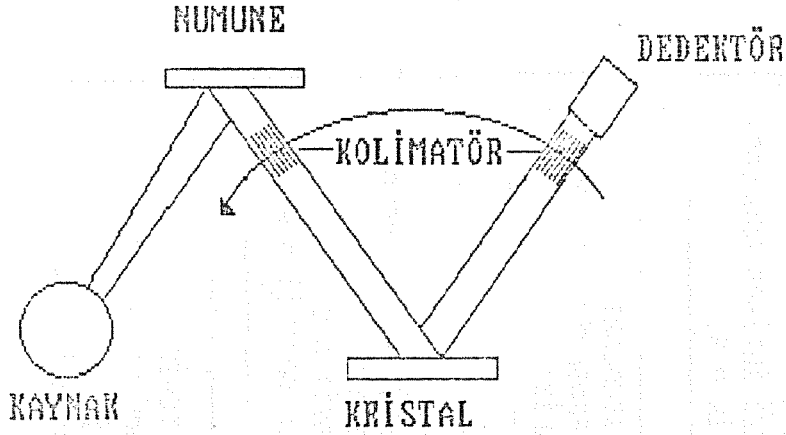
Hız, geniş uygulama alanı, tekrarlanabilirlik ve doğruluk değerleri gibi ideal bir teknikte aranan birçok üstünlüklere sahiptir. Endüstrinin hızlı analiz gerektiren birçok dalında dalga boyu dağılımlı spektrometreler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Topluluğumuzda halihazırda 3 adet XRF spektrometresi bulunmaktadır. 1990 yılında Trakya bölgesine dördüncü spektrometrenin kurulması planlanmaktadır. Bu laboratuvarların verdikleri hizmetler Şekil 8'de gösterilmiştir.

Araştırma Merkezi XRF Laboratuvarında tüm Üretim Şirketlerimizin ürettikleri camların ve kullandıkları hammaddelerin belli periyotlarla kimyasal kompozisyonları tespit edilmekte ve Araştırma Müdürlüğündeki çeşitli İhti-



sas Gruplarının yürüttükleri çalışmalara analiz desteği verilmektedir.



### BALGA BOYU DAĞILIMLI X-IŞINI SPEKTROMETRESİ (SEQUENTIAL)

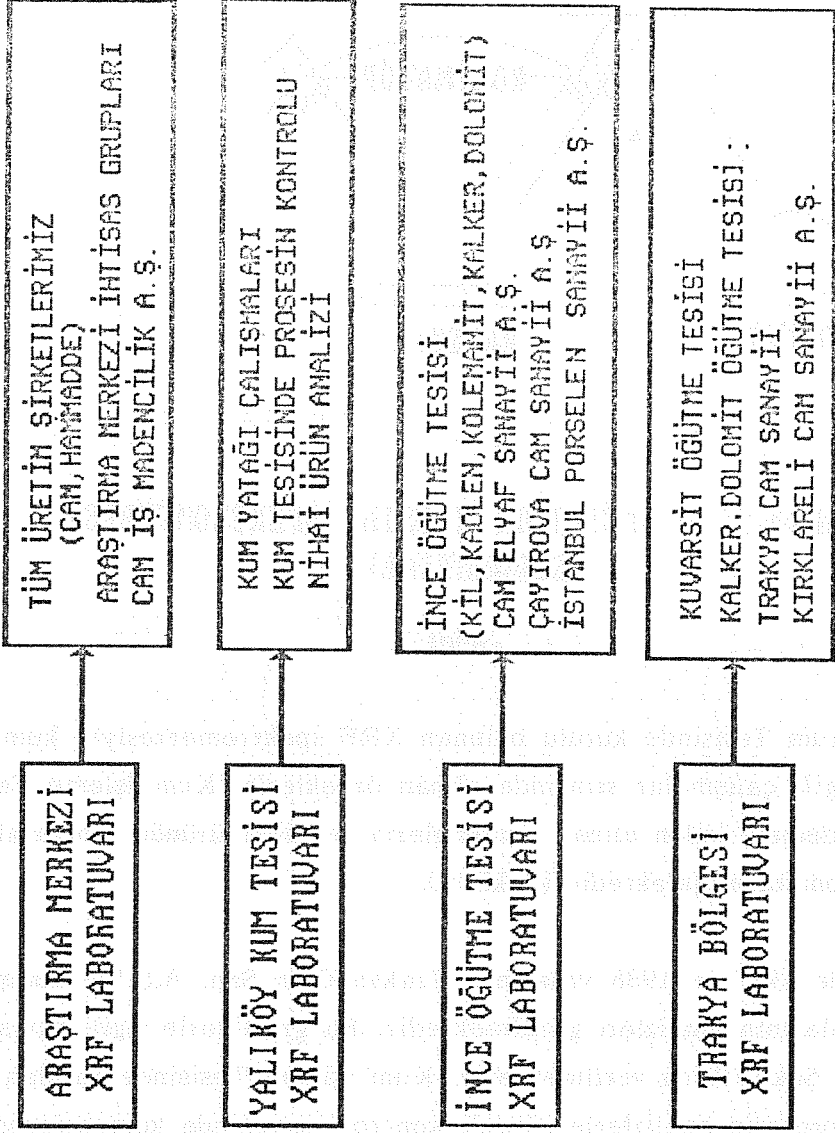
Şekil 7.

Yalıköy Kum Tesisinde kurulu bulunan XRF spektrometresiyle kum yatakları ile ilgili çalışmalar sırasında alınan örneklerin, Kum İşleme Tesisinin çeşitli kademelerinden alınan numunelerin ve nihai ürünün kimyasal kompozisyonu kontrol edilmektedir (Şekil 9).

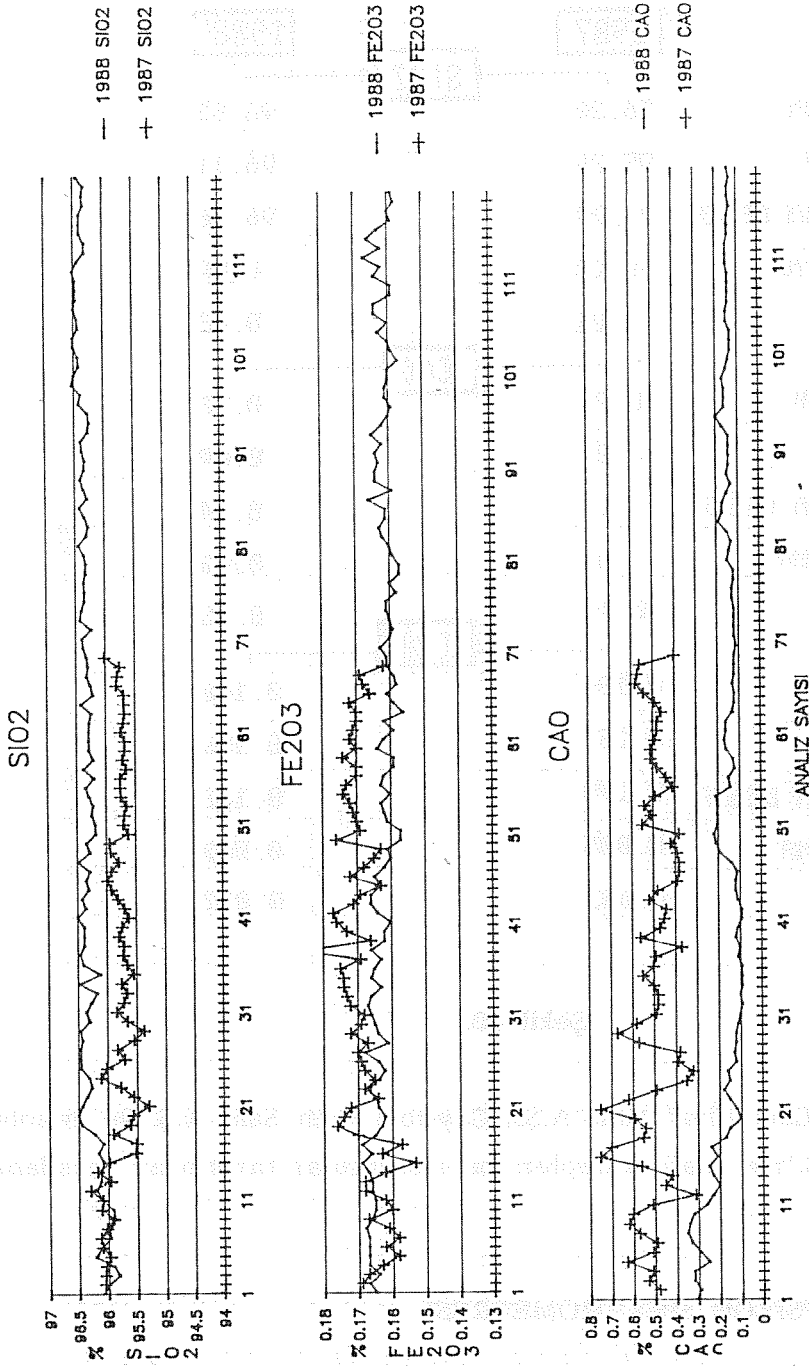
Grafiklerde 1987 ve 1988 yıllarında Trakya Cam San. A.Ş.'de kullanılan Dune kumlarının analizleri görülmektedir. Bu grafiklerle ilgili sayısal değerler ise Şekil 10'da verilmektedir. Kum İşleme Tesisinde yapılan değişiklikler ve prosesin analizlerle sürekli kontrolü sayesinde kompozisyondaki oynamaların çok azaldığı ve stabil hammaddenin temin edilebildiği görülmektedir.

İnce Öğütme Tesisinde kurulu bulunan XRF laboratuvarında bu tesiste işlenen hammaddelerin brüt örneklerinin, paçaldan ve nihai üründen alınan örneklerin analizleri yapılmaktadır.

**TOPLULUĞUMUZDAKİ XRF LABORATUVARLARI**



Şekil 8.



Şekil 9.

	1987	DÜNE KUMU	1988
		SiO <sub>2</sub>	
MAKSİMUM	96.30		96.53
MİNİMUM	95.29		96.11
ORTALAMA DEĞER	95.79		96.36
STD. SAPMA	0.20		0.09
RANGE	1.01		0.42
		CaO	
MAKSİMUM	0.75		0.22
MİNİMUM	0.31		0.09
ORTALAMA DEĞER	.50		0.14
STD. SAPMA	.09		0.03
RANGE	0.44		0.13
		FE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
MAKSİMUM	0.186		0.168
MİNİMUM	0.153		0.156
ORTALAMA DEĞER	0.170		0.162
STD. SAPMA	0.005		0.003
RANGE	0.033		0.012

Şekil 10.

Yakın gelecekte Cam Elyaf San. A.Ş., Çayırova Cam San. A.Ş. ve İstanbul Porselen San. A.Ş.'nin analiz talepleri bu laboratuvar tarafından karşılanacaktır.

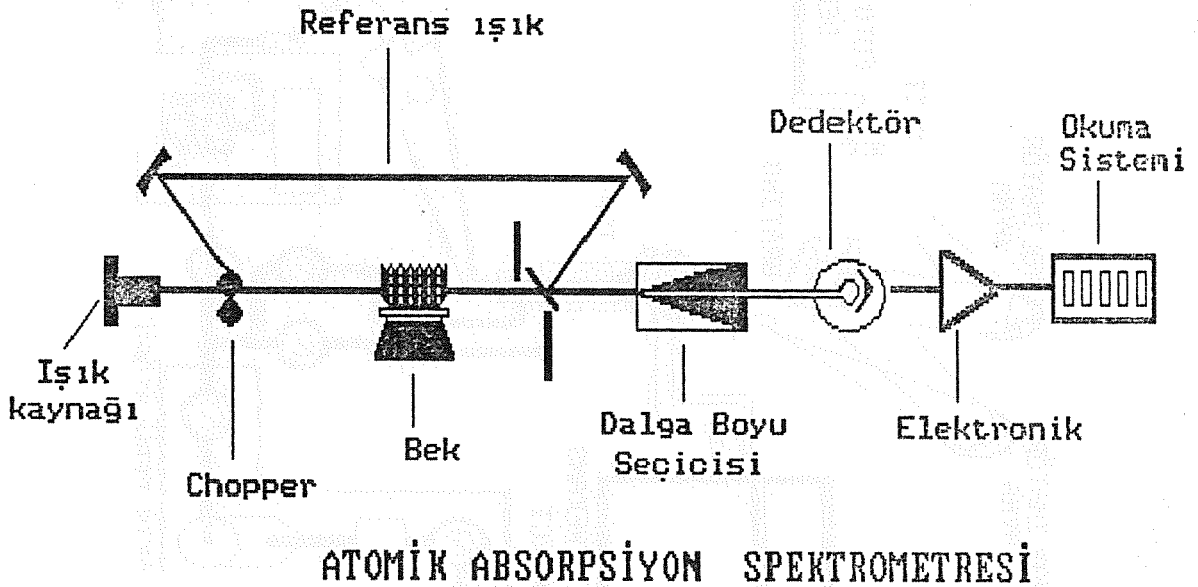
#### ATOMİK ABSORPSİYON SPEKTROMETRESİ

Sistemde temel prensip, analiz edilecek elementin temel seviyede atomlarını oluşturmak ve bu atom bulutu içinden, analiz edilecek elementin rezo-

nans ışınımını geçirerek absorbe edilen ışığın şiddetini ölçmektedir (Şekil 11). Absorblanan ışık miktarı element konsantrasyonu ile orantılıdır.

AAS ile çok küçük hacimlerde çalışmak ve ppb seviyesinde analiz yapmak mümkündür. Genellikle sıvı örneklerle çalışmak gerektiğinden numunelerin çözülmesi zaman almakta ve yüksek konsantrasyonlarla çalışıldığında ise seyreltme faktörünün büyük oluşu nedeni ile hassasiyet azalmaktadır.

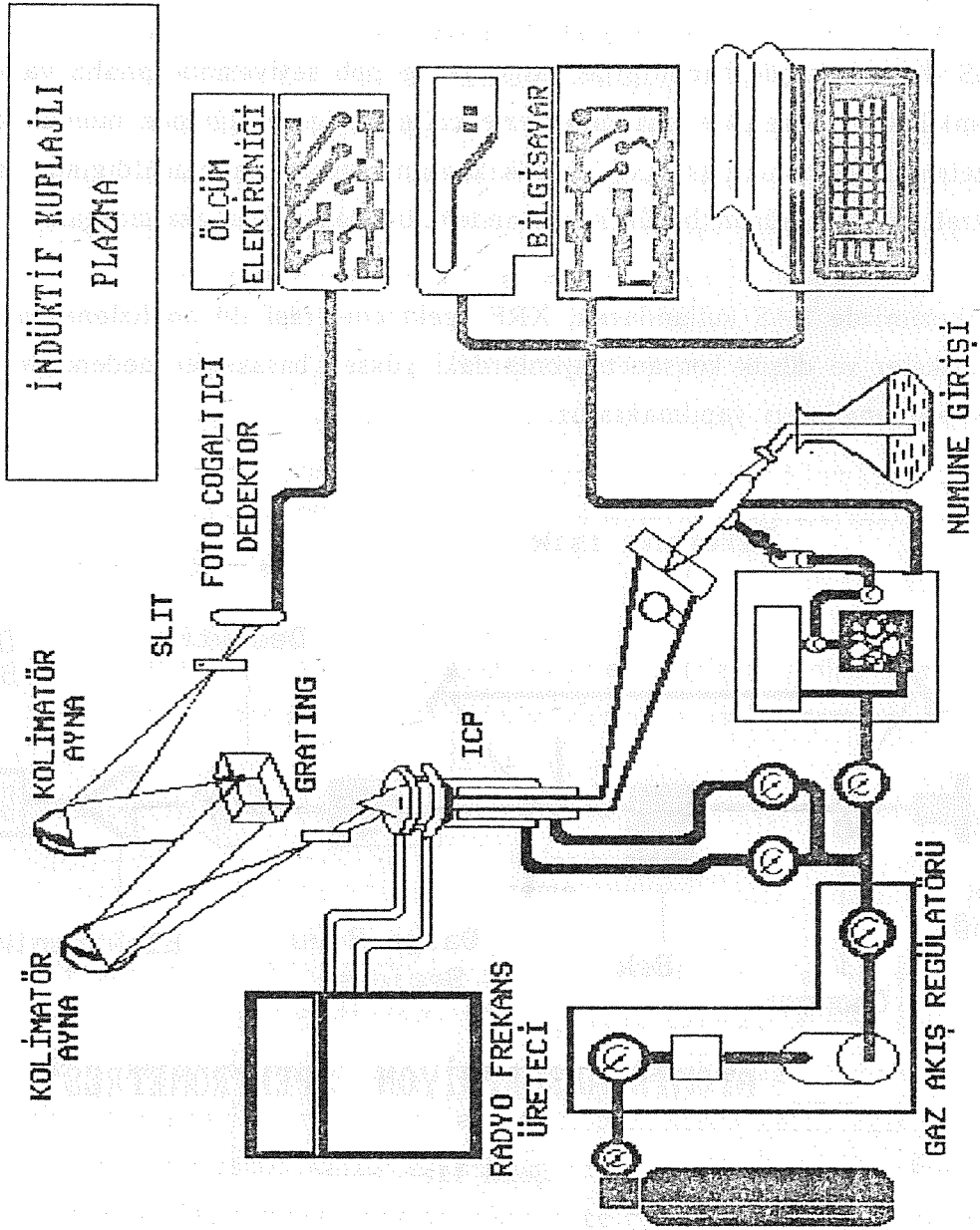
Merkezimizde AAS kullanılarak, XRF spektrometresi ile analizlenemeyen matrisler ve düşük konsantrasyonlardaki yüksek hassasiyet nedeni ile eser element analizleri yapılmaktadır.



Şekil 11.

### İNDÜKTİF KUPLAJLI PLAZMA OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ

İndüktif kuplajlı plazma ICP (Şekil 12), periyodik tablodaki elementlerin % 70'ini ppb seviyesinde analiz edebilen son 10 yılın en gelişmiş analiz tekniklerinden biridir. Simultane spektrometre ile bir örnekte çok sayıda element kısa bir süre içinde analiz edilebilmektedir (Şekil 13).



Şekil 12.

## ICP SPEKTROMETRESİ İLE ANALİZLENEBİLEN ELEMENTLER

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac																
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Hu	Ef	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw		

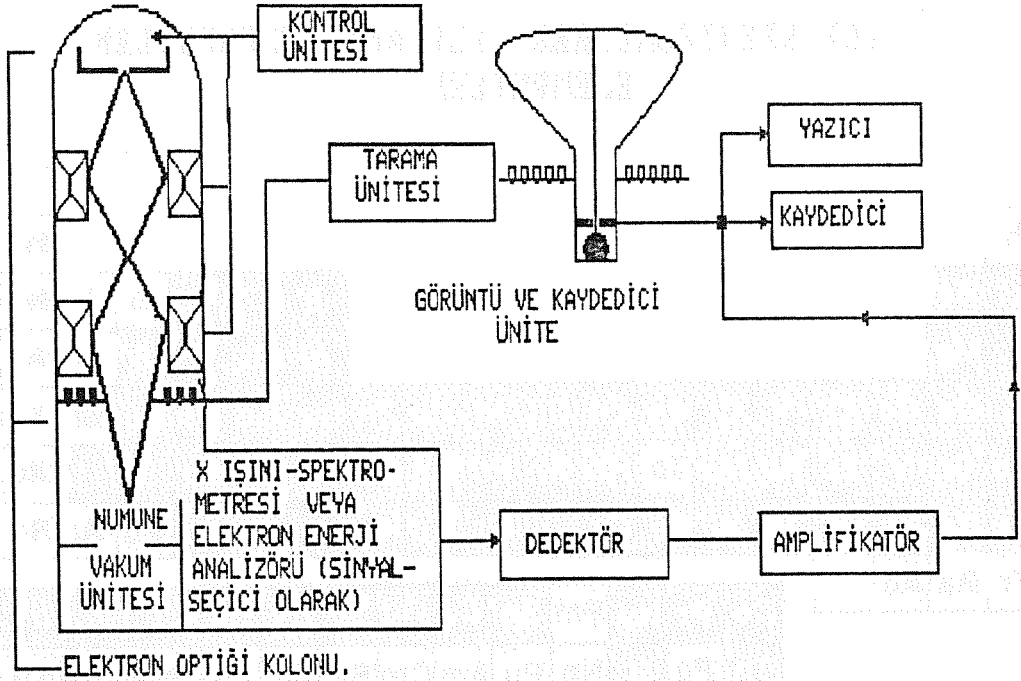
Şekil 13. ICP SPECTROMETRESİ İLE ANALİZLENEBİLEN ELEMENTLER

Şekilde taralı olarak gösterilen elementler ICP ile analizlenebilmektedir.

Plazma çok yüksek iyonize olmuş, dengeli, kimyasal olarak asal ve çok sıcak bir gazdır. 10.000°K civarında bir ısıya erişir. Bu plazma ortamına gönderilen sıvı numune atomize hale gelir ve elementler bu sıcaklıkta emisyona tahrik edilir. Emisyon şiddeti numunedeki element konsantrasyonu ile orantılıdır.

### ELEKTRON MİKROPROB

İncelenecek numunelerin elektronlar tarafından bombardıman edilmesi sonucu yayımlanan ikincil elektronlar görüntü elde edilmesinde ve bu sırada yayımlanan karakteristik X-ışınlarının dedeksiyonu da kalitatif ve kantitatif analizde kullanılır (Şekil 14).



## ELEKTRON MİKROPROB

Şekil 14.

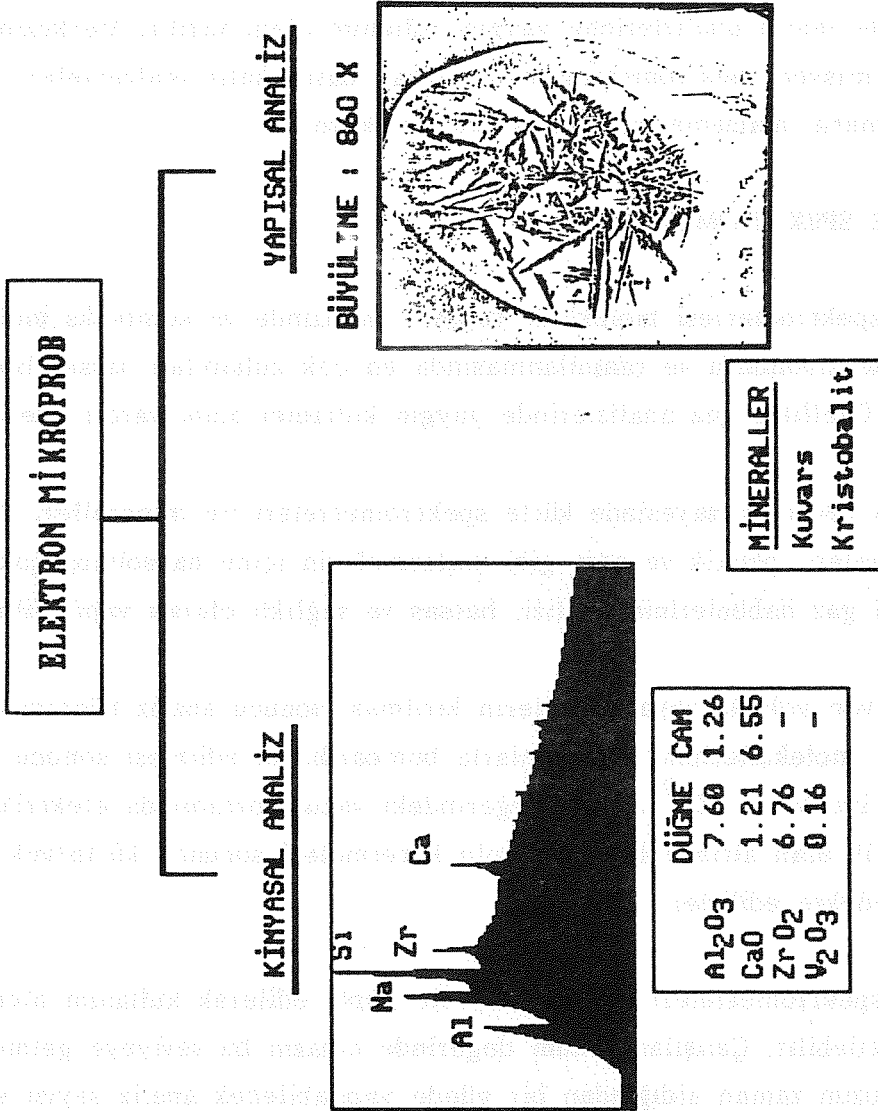
Normal mikroskoplarda görüntü elde edilmesinde kullanılan ışığın yerini alan elektronların dalga boyları, ışığa nazaran çok küçük olduğundan, çok iyi ayırma gücüne sahiptir. Bu nedenle çok ince yapıların incelenmesinde büyük olanak sağlar. 100.000 civarında büyütme elde etmek mümkündür.

Aynı anda görüntüsü elde edilen bölgenin kimyasal kompozisyonu hakkında kalitatif ve kantitatif bilgi sahibi olmak mümkün olduğundan aynı anda yapısal ve kimyasal analiz yapılabilir (Şekil 15).

Ancak, incelenen bölgelerin alanlarının birkaç mm ve derinliğinin birkaç  $\mu$  oluşu nedeniyle yapılan analizler noktasaldır.

Merkezimizde EMP kullanılarak, minerolojik, petrografik malzeme ve cam hatalarının analizleri yapılmaktadır.





Şekil 15.

## OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ

Bir elektrot ile numune arasında oluşturulan elektrik arki, temel seviyelerine geçişleri sırasında yaydıkları emisyonun dedeksiyonuna dayanarak kantitatif ve kantitatif analiz yapan bir tekniktir (Şekil 16).

Özellikle metal analizlerinde yaygın kullanım alanı vardır. Merkezimizde optik emisyon spektrometresi kullanılarak başta kalıp malzemeleri olmak üzere metal malzemelerin analizi yapılmaktadır.

## KÜTLE SPEKTROMETRESİ

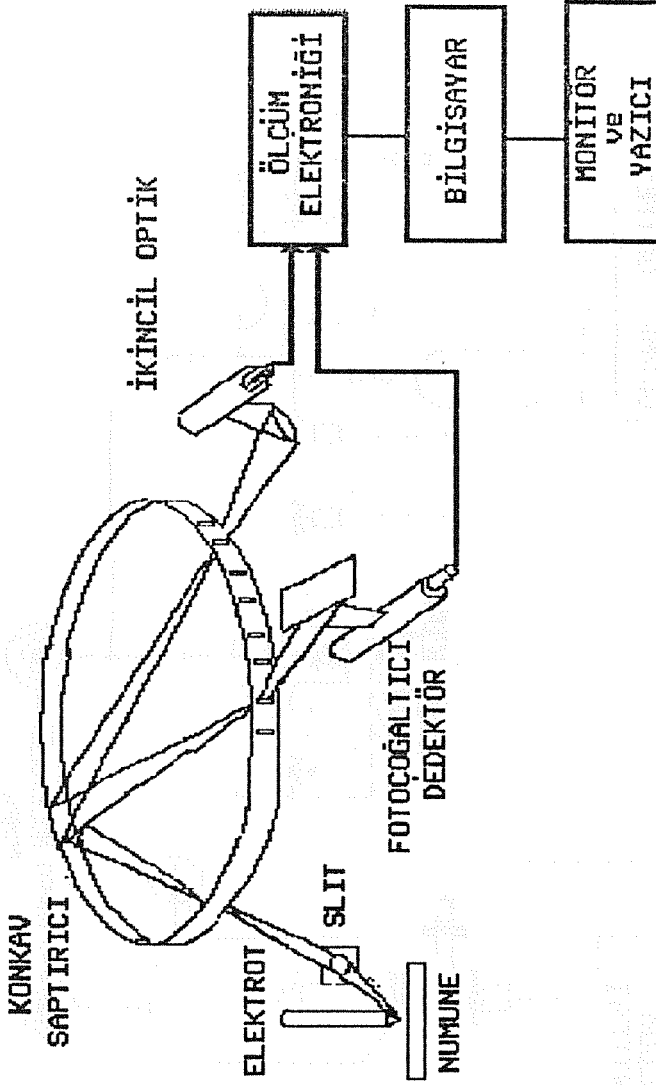
Kütle spektrometresi moleküler yapının analizinde ve kompleks moleküllerin dedeksiyonunda ve tanımlanmasında en çok kullanılan hassas bir tekniktir. Özellikle gaz analizlerinde yaygın kullanım alanı vardır (Şekil 17).

Gelişen teknoloji sayesinde kütle spektrometreleri ile mineraller, döküm malzemeleri, plastik ve cam gibi malzemelerin içine hapsolmuş çok küçük hacimli gaz habbelerinin analizi, hassas ve sağlıklı olarak yapılabilmektedir.

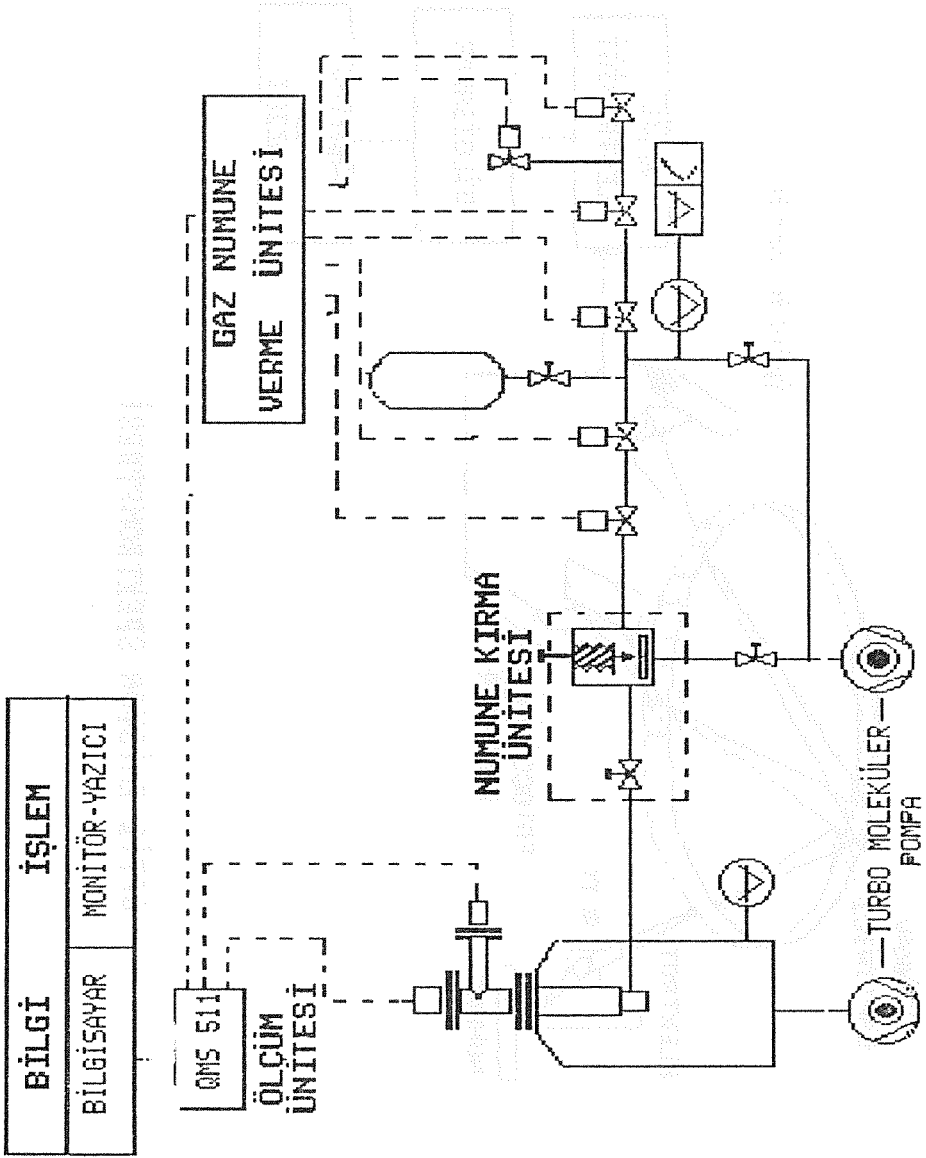
Enjeksiyon yoluyla veya habbelerin kırılması sonucu analiz hücrelerine dağılan gaz moleküllerinin, elektronlarla bombardıman edilmesi sonucu oluşan pozitif iyonların,  $10^{-9}$  m bar değerindeki vakum ortamında elektriksel veya manyetik alan altında belli bir yolu katetmeleri sonunda kütle/yük oranlarına dedekte edilirler.

Kütle spektrometreleri ICP ve GC ile kuple edilerek kullanım alanları genişletilebilir. Çalışılan vakum değerinde cihazın bu seviyeye gelmesi oldukça uzun zaman aldığından bir günde yapılabilecek analiz sayısı sınırlıdır.

Merkezimizde bulunan kütle spektrometresi kullanılarak üretimin çeşitli kademelerinde cam içine hapsolmuş habbelerin kompozisyonları tespit edilmekte ve menşelerinin tayini çalışmaları yapılmaktadır.



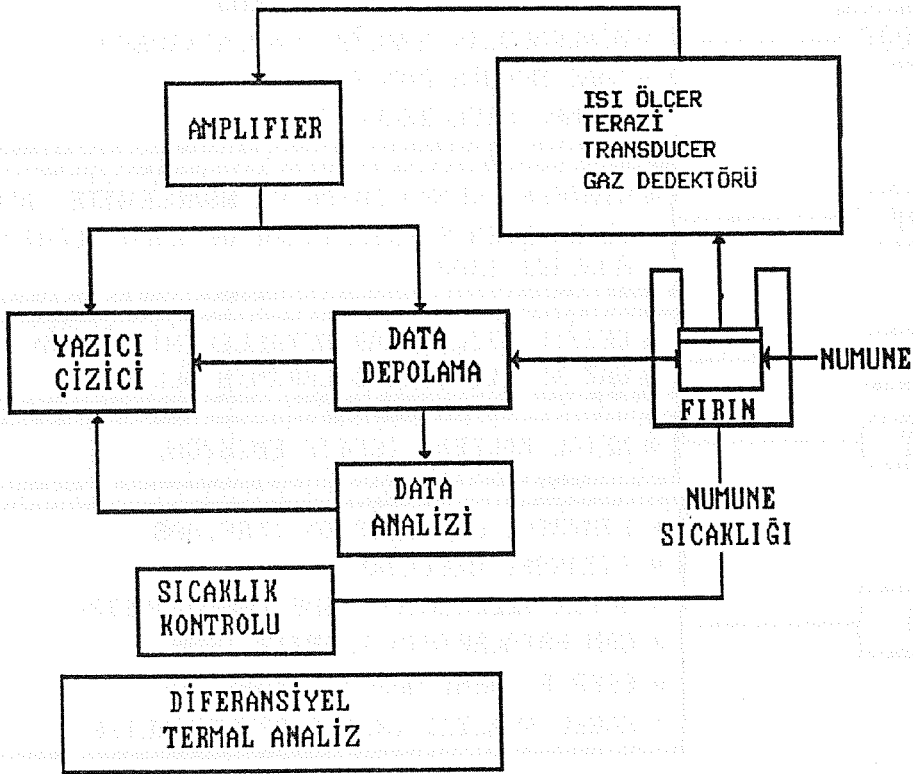
OPTİK EMİSYON SPEKTROMETRESİ



KÜTLE SPEKTROMETRESİ

## DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZ

Termal analizlerde malzemenin fiziksel özellikleri, sıcaklığın fonksiyonu olarak ölçülür. Gelişen teknoloji birçok malzemenin değişik sıcaklıklardaki davranışlarının bilinmesini gerekli kılmaktadır. Elde edilen termal data değerlendirilerek, malzemenin farklı fazlardaki kompozisyonu veya yapısı hakkında geniş bilgi sahibi olunabilir (Şekil 18).



Şekil 18.

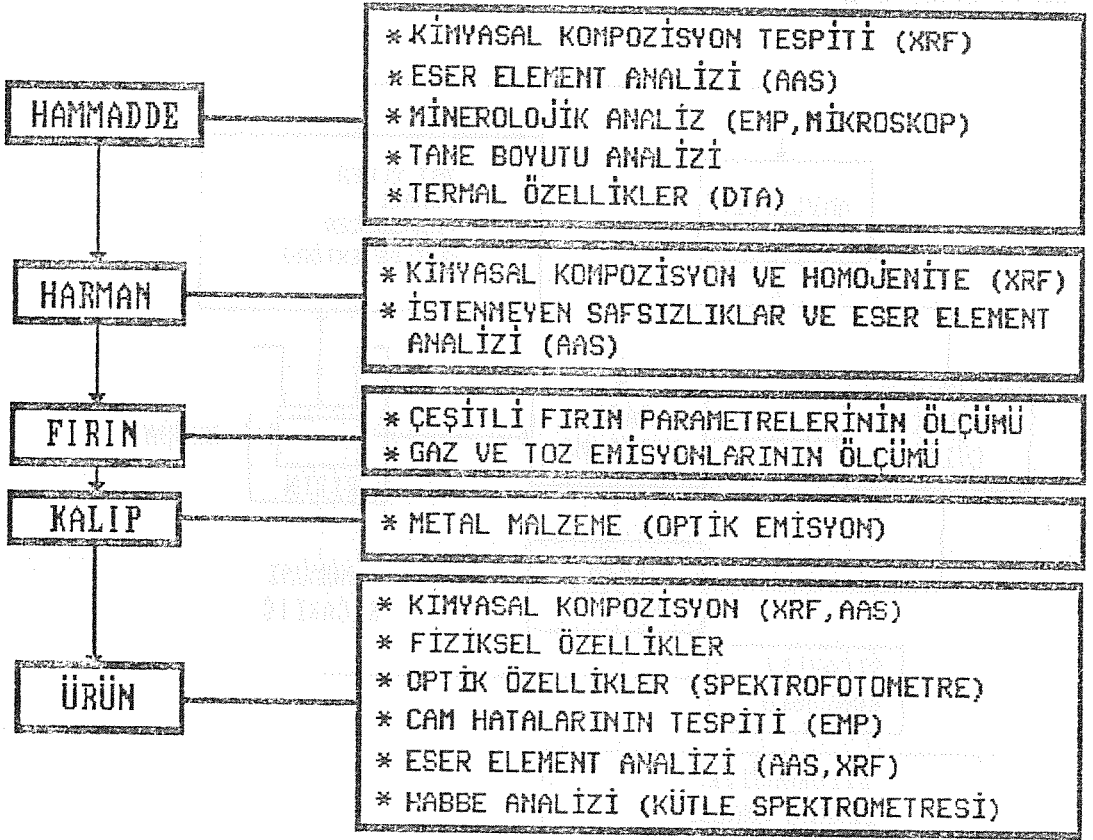
Merkezimizde bulunan DTA cihazı kullanılarak, birçok hammaddenin değişik sıcaklıklardaki fiziksel ve kimyasal davranışları incelenmektedir.

Enstrümental analiz tekniklerinden hiçbiri için diğ erinden üstündür diyemeyiz. Ancak tekniklerin birbirlerine göre üstün oldukları alanlar mevcuttur.

Araştırma Merkezinde mevcut olan ve üretim sürecine hizmet veren enstrümantal analiz teknikleri Şekil 19'da gösterilmiştir.

Merkezimizde enstrümantal analiz sistemleri kullanılarak bir vaka etüdünde takip edilen yol Şekil 20'deki gibidir.

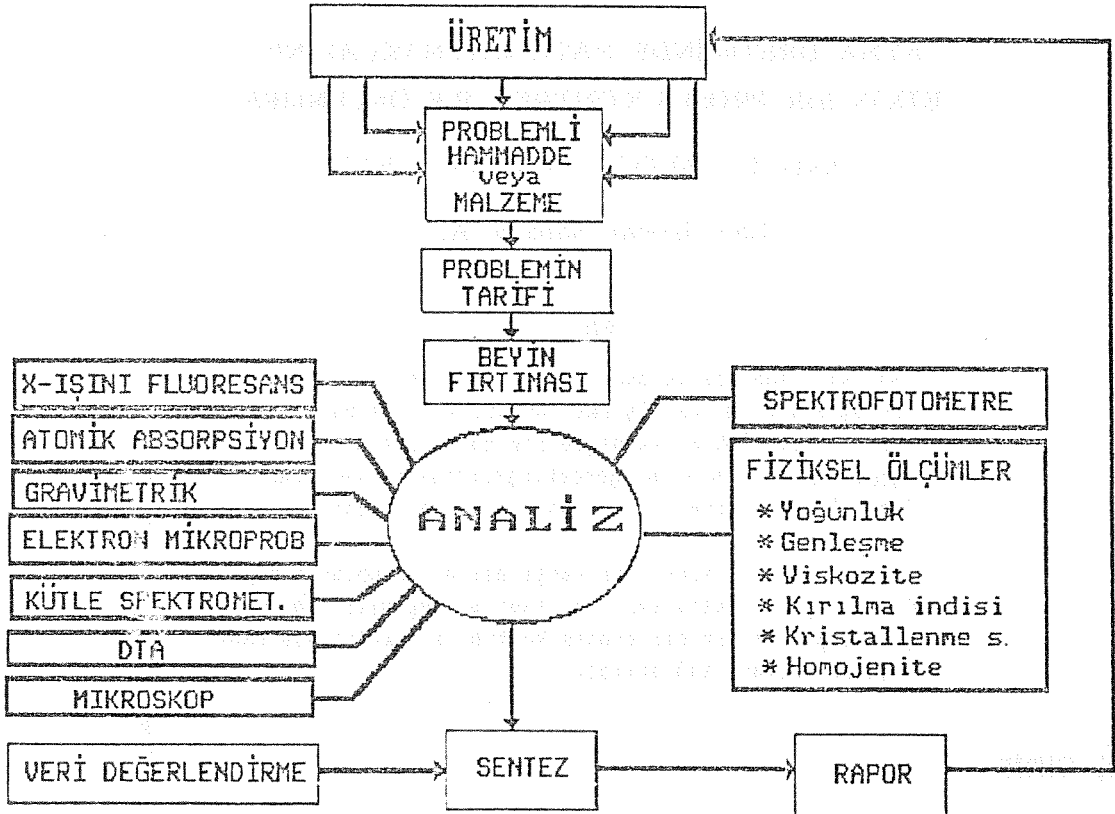
## ÜRETİM SÜRECİNE HİZMET VEREN ENSTRUMENTAL ANALİZ TEKNİKLERİ



Şekil 19.

Üretim Şirketlerinden Araştırma Merkezine gönderilen problemlü hammadde veya malzemede önce problemin tarifi yapılmakta akabinde ilgili ihtisas gruplarının katılması ile problem çeşitli yönleri ile detaylı olarak incelenmekte ve gerekli bilgiler toplanmaktadır. Toplanan bu bilgilerin daha önceki bilgilerle takviye edilmesi ile oluşturulan sentez, rapor halinde üretim

## ENSTRUMENTAL ANALİZ SİSTEMLERİNİN KULLANIMI (VAKA ETÜDÜ)



Şekil 20.

kuruluşuna bildirilmektedir.

Mevcut kalitenin korunmasının yanında daha iyi kalitenin temini amacıyla çağımızın modern teknikleri kullanılarak üretim proseslerinin her kademesi sürekli kontrol edilmekte ve en iyiyi bulma çalışmaları sürdürülmektedir.

## AYNA ÜRETİMİNDE HATA KAYNAKLARININ ETKİN BİR PROSES KONTROL İLE ÖNLENMESİ

A. İlkay ÇATALOĞLU - N. Sevil BATUR

Cam İşleme Sanayii A.Ş.

### ÖZET

1982 yılı sonunda yurdumuzda ilk kez ileri bir teknoloji ile ayna üretimi Cam İşleme Sanayii A.Ş.'de başlamıştır. Yıllık 1.600.000 m<sup>2</sup> kapasite ile dünya standartlarına uygun kalitede üretimi gerçekleştirdiğimiz ayna hattı, Alman Eugen Klöpffer firmasından satın alınmıştır.

7 yıllık üretim süresinde karşılaşılan sorunların bazıları orijinal hatta yapılan ilave ve değişikliklerle giderilmiş, etkin bir proses kontrol ile kalite ve randımanın artması sağlanmıştır.

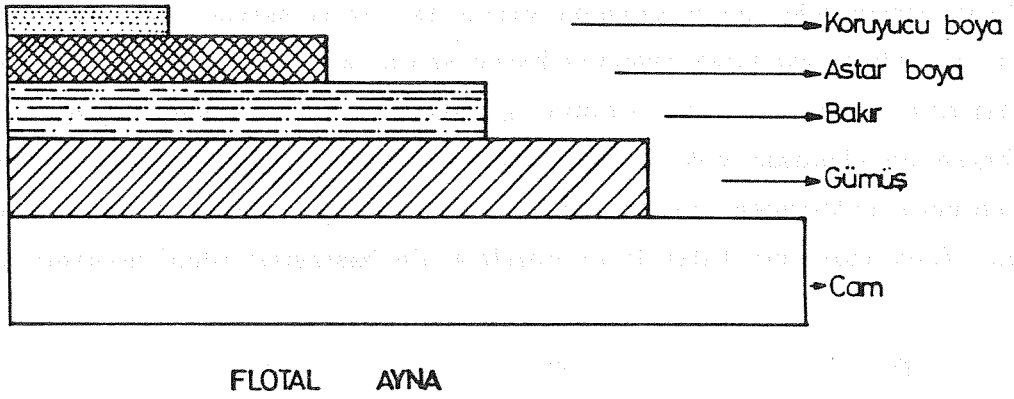
### 1. GİRİŞ

Cam İşleme Sanayii A.Ş.'nin temel ürünü olan ve Şişe Camın ihracatında önemli bir rakam teşkil eden flotal markalı ayna, cam yüzeyinin kimyasal yöntemlerle gümüş kaplanması ve bu tabakanın bakır ve boya ile korunması sonucu elde edilen bir cam işleme ürünüdür (Şekil 1).

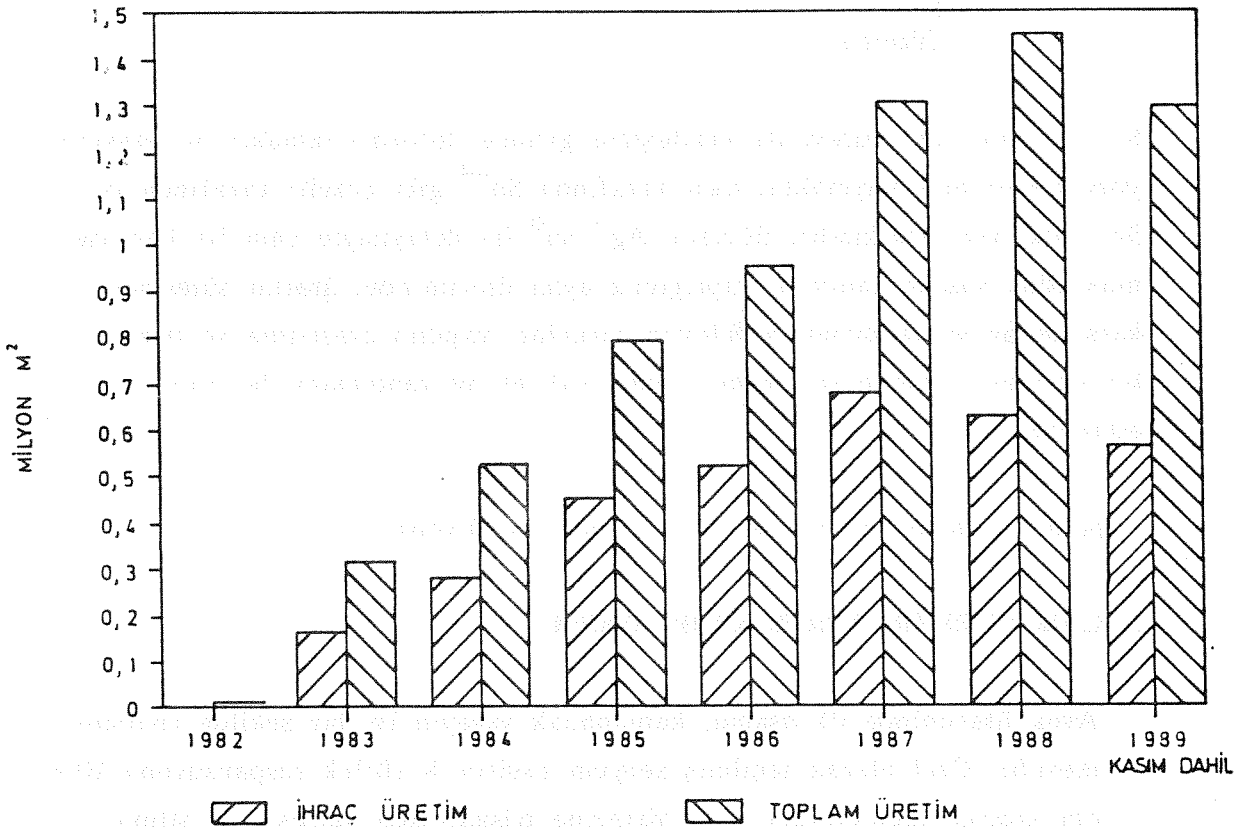
DIN 1238 ve TS 5229 standartlarında istenen testleri yapabilecek laboratuvara sahip olup, bu standartlara uygunluğu sürekli kontrol edilen ürünümüz başta ABD, Almanya, İngiltere, Japonya, İtalya, Avustralya olmak üzere yirmiden fazla ülkeye ihraç edilmektedir (Şekil 2).

Ayna üretim hattımız 1982 yılında Alman Eugen Klöpffer firmasından satın alınmıştır. 105 m uzunluğunda, 2.5 m genişliğinde, 4 m/dak. hıza sahiptir.





Şekil 1.

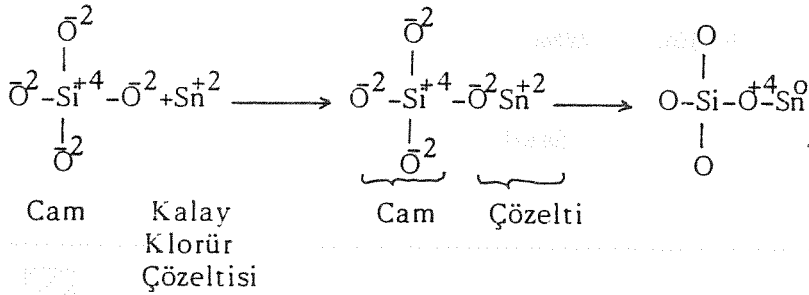


SON İKİ SENEDİR TAM KAPASİTE ÇALIŞILMAKTA,

ARTAN İÇ PİYASA İSTEKLERİNİ KARŞILAYABİLMEK İÇİN İHRACATTA AZALMA OLMUŞTUR.

Şekil 2.

Ayna üretiminde camın kaplama yapılacak yüzeyi seryum oksit süspansiyonu ile polisaj yapılarak temizlendikten sonra, kalayklorür ile yüzey hassaslaştırılması yapıp, bazik ortamda gümüşnitrat çözeltisinden uygun bir indirgen ile gümüşün çöktürülmesi sağlanır. Metalik gümüş tabaka kimyasal yöntemle çöktürülen bakır tabaka ile desteklenip, çift kat boya ile korunur. Cam yüzeyinin kalayklorür çözeltisi ile hassaslaştırılma mekanizması (I):



$Sn^{+2}$  atomu cam yüzeyi ile etkileşime girince deforme olmakta ve elektron yörüngeleri dışa kaymakta, cam tarafında  $Sn^{+4}$  gibi çözelti tarafında ise  $Sn^0$  gibi davranmaktadır. Böylece  $Ag^+$   $Sn^0$  ile dolayısıyla cam ile bağ yapmaktadır. Kısaca tanımını yaptığımız ayna üretiminde, üretim süresince karşılaşılan ve randımanı etkileyen sorunlar, yapılan araştırma ve denemeler neticesi ortadan kaldırılmış, daha kaliteli ve randımanlı bir ürün elde edilmiştir.

Yapılan bu değişiklikleri başlıklar altında inceleyelim:

## 2. CAM YÜZEYİN TEMİZLİĞİNİN ÖNEMİ

Ayna üretiminde ilk aşama, kaplanacak yüzeyin iyi bir şekilde temizlenmesidir. Özel olarak seçilmiş seryum oksitin % 10'luk süspansiyonu 20'er cm aralıklı memelerden cam yüzeyine püskürtülüp dairesel ve silindirik fırçalar yardımı ile tüm cam yüzeyinin mikron seviyesinde aşındırılarak polisajı yapılır. Dairesel fırçaların cam yüzeyine fazla basması aynada dairesel kılcal kazıntılara yol açar. Fırçaların cama az teması ise iyi

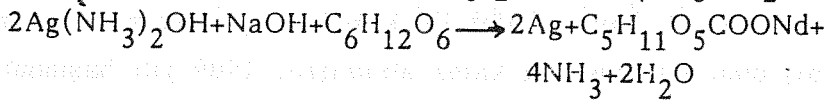
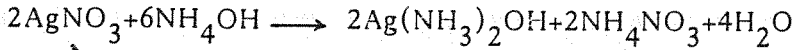
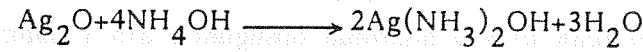
bir polisaj işlemini sağlamadığından gümüşün tam çökmesini engeller. Kesim sırasında fazla miktarda kesim yağı kullanılması ve bu tür camların uzun bir süre bekledikten sonra ayna üretiminde kullanılması durumunda, kesim yağının toz ve kir ile yarı kurumuş bir duruma gelmesine bunun da polisaj işlemi sırasında tam olarak uzaklaştırılamamasına yol açar. Eugen Klöpper firması ile 1990 yılı yatırımımız olan yeni ayna hattı görüşmeleri sırasında kesme yağının neden olduğu bu tür hataların Avrupa'da güncel olduğu ve yeni ayna üretim hatlarında ilave kenar yıkama sistemleri konduğunu, bunun mevcut hattımızın modernizasyonu içinde gerekliliği konuşulmuştur. Bu sistemin ayna üretim hattına ilave edilmesi ile Trakya Cam San. A.Ş.'ye ayna camı hammaddesi temini konusunda rahatlama sağlanacaktır.

Böyle camlardan üretilen aynalarda, bilhassa kenar kısımlarda gümüşün tam çökmemesinden kaynaklanan beyaz lekeler oluşmuştur. Trakya Cam San. A.Ş. ve Araştırma Müdürlüğü ile ortak yapılan çalışmalar sonunda (2) ayna üretiminde kullanılacak camın mümkün olduğunca ara tozundan arındırılmış, minimum miktarda kesim yağı ile kesilmiş, nötr pH'da reçine ve silis içermeyen 3. hamur kağıt ile kağıtlanmış, üretimden sonra fazla beklememiş olması konusunda karar alınmıştır. 1989 yılı başından itibaren bu şekilde uygulamaya geçilmiştir.

Camın polisajı dairesel fırçalardan sonra dört kademe poliamid esaslı silindir fırçalar ile yapılır. Üçüncü kademe fırçaların üzerine nozül sistemi ile seyreltik kalay klorür püskürtülür. Kalay klorürün fırça uçlarında kuruyup kristalize olması cam yüzeyinin çizilmesine ve bu da aynada karelay adı ile tanımlanan kazıntı hatasına neden olmuştur. İkinci kademe silindir fırçaların önüne bir seri nozül ile çalışan demisu püskürtme sistemi ilave edilerek fırçaların kuruması, böylece de kalay klorürün kristalizasyonu önlenmiştir.

### 3. GÜMÜŞLEME MEMELERİNİN KONUMU VE TRAVERS HIZININ AYARI İLE AYNI KONSANTRASYON VE DEBİDEKİ ÇÖZELTİDEN MAKSİMUM GÜMÜŞ ÇÖKTÜRÜLMESİ

Ayna hattının hızına bağlı olarak, standartlarda istenen ortalama  $0.8 \text{ gr/m}^2$  gümüşü çöktürecek miktarda çözelti, hatta dikey olarak 20 periyot/dak. hızla hareket eden bir travers üzerindeki nozüllerden cam yüzeyine püskürtülür. Gümüşleme istasyonunda iki tip çözelti kullanılmaktadır. Birinci çözelti, gümüşnitrat, amonyak ve MS-S-277 kod isimli indirgen içeren çözeltilerdir. İkinci çözelti ise MA-280 kodlu bazı katkı maddeleri içeren amonyaklı, sodyumhidroksit çözeltilisidir. Her iki çözelti nozüller vasıtasıyla püskürtülerek cam yüzeyinde buluşturulmakta, uygun pH'da gümüş çökmektedir. Gümüşün çökme reaksiyonu şu şekilde olmaktadır.



Birinci çözelti  $125 \text{ gr AgNO}_3/1$  konsantrasyonun da hazırlanmakta, reaksiyonun % 100 gerçekleşmesi durumunda ortalama  $0.8 \text{ gr Ag/m}^2$  miktarını sağlamak için  $1.26 \text{ gr. AgNO}_3/\text{m}^2$  kullanılması gereklidir. Bu reaksiyonun gerçekleşme yüzdesi eski metotlarla % 25-30 seviyesinde olduğu halde, ileri teknolojiye sahip hattımız ve patentli kimyasal çözeltiler ile % 60-70 seviyesinde gerçekleşmektedir. Bu durumda;

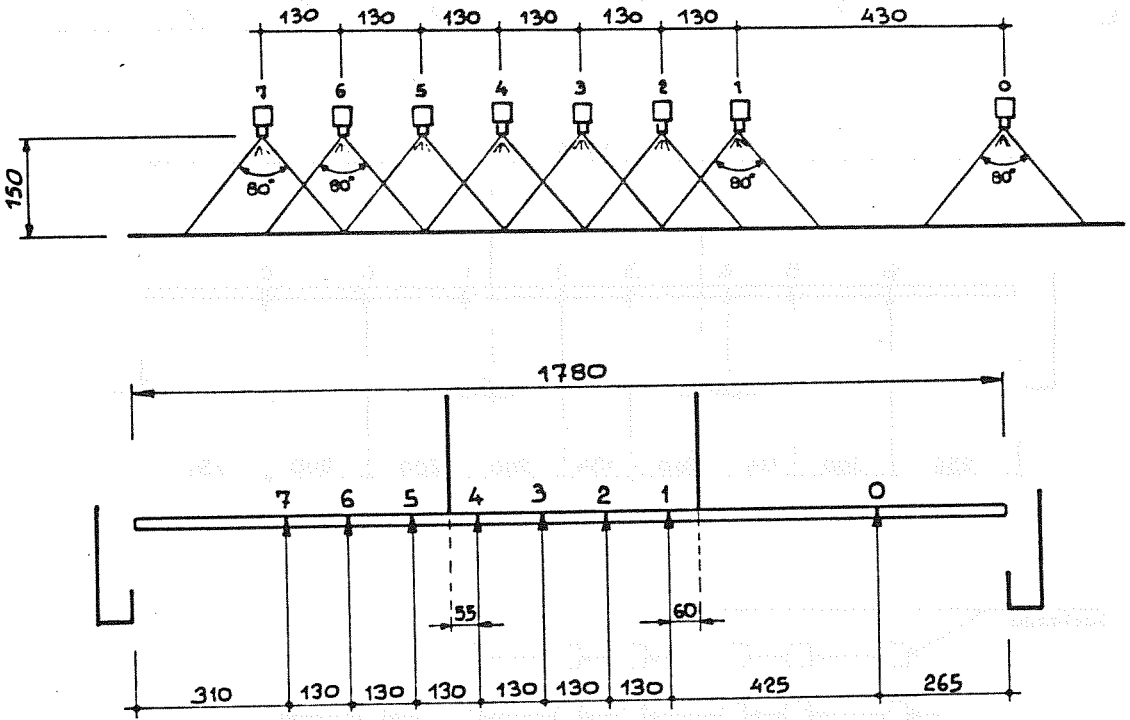
$$0.8 \text{ gr Ag/m}^2 \text{ için } \frac{1.26}{0.65} = 2 \text{ gr AgNO}_3/\text{m}^2 \text{ gerekmektedir.}$$

Şekil 3 püskürtme nozüllerinin orijinal konumunu göstermekte olup, bu

konumda 20 periyod/dak. hıza sahip olan travers ile  $2 \text{ gr AgNO}_3/\text{m}^2$  debi için;

$$\frac{2 \text{ gr AgNO}_3/\text{m}^2 \times 1000 \text{ cc}}{125 \text{ gr AgNO}_3} = 16 \text{ cc}/\text{m}^2 \text{ gereklidir.}$$

Bir dakikada  $10 \text{ m}^2$ 'lik alana püskürtme yapıldığından  $16 \times 10 = 166 \text{ cc}/\text{dak.}$  debi ile çalışılmaktaydı.



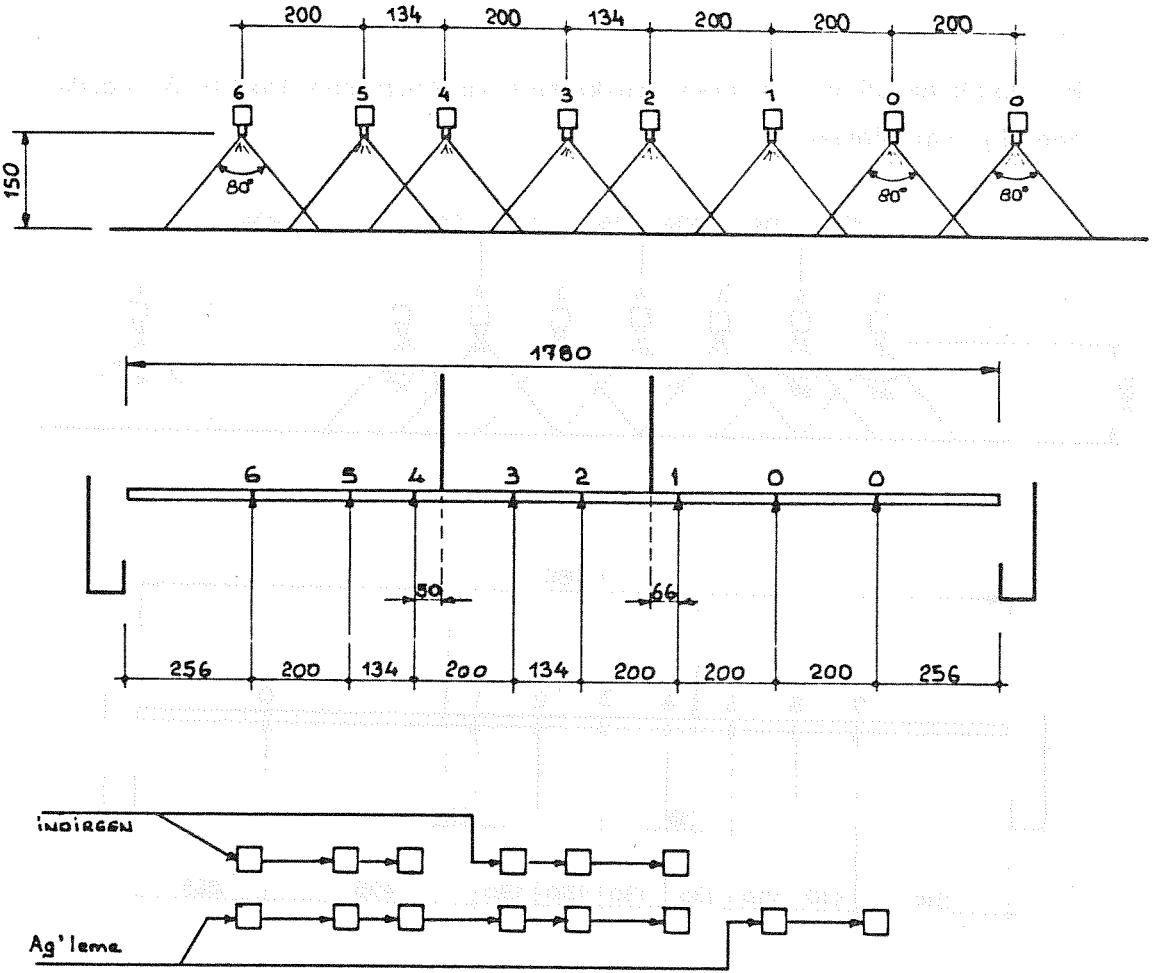
Şekil 3: Gümüşleme sprey memelerinin orijinal konumu

Yaptığımız bir seri denemeler sonucu travers hızını 10 periyot/dak. ve nozüllerinin konumunu Şekil 4'deki pozisyona getirdiğimizde  $148 \text{ cc}/\text{dak.}$  debi ile istenen ortalama  $0.8 \text{ gr}/\text{m}^2$  gümüş kaplamanın sağlandığı görülmüştür. Böylece;

$160 - 148 = 12 \text{ cc}/\text{dak.}$   $\text{AgNO}_3$  çözeltisi tasarrufu sağlanmış oldu.

125 gr/1000 cc konsantrasyona göre bu,

$$\frac{125 \times 12}{1000} = 1.5 \text{ gr/dak. AgNO}_3 \text{'a tekabül eder.}$$



Şekil 4: Gümüşleme sprej memelerinin yeni konumu.

Yıllık 270 gün, günde 3 vardiya ve vardiya çalışma süresi 400 dakika alınarak;  $1.5 \times 400 \times 3 \times 270 = 486$  kg yıllık  $\text{AgNO}_3$  sarfiyatı önlenmiş oldu. Travers hızı ve nozüllerde yapılan değişiklik ile yıllık 486 kg gümüşnitratın fazla kullanımı önlenip bu miktara tekabül eden 309 kg gümüşün

gümüşleme istasyonu altındaki gümüş çamuru toplama deposunda birikmesi önlenmiştir. Bu gümüş çamuru ihale ile % 120 mertebesinde gümüş nitrat olarak geri alınmaktadır. Bu ise gümüş çamurunun  $\frac{1.20 \times 100}{1.57} = \%76$ 'sının geri dönüşü olmaktadır. Yapılan değişiklik ile sağlanan net tasarruf yıl bazında  $486 \times 0.24 = 116$  kg gümüş nitrat olmuştur. Bunun 1989 fiyatları ile karşılığı  $116 \times 400.000 = 46.400.000$ .-TL'dir. Travers hızının yarı yarıya azaltılması, haftada bir defa kopan ve değiştirilmesi 1/2 saat üretim kaybına yol açan yön değiştirme yayının bir ay kullanılmasına olanak tanımıştır. Her yay kırılması, üretim hattı üzerindeki ortalama  $10 \text{ m}^2$  aynanın ıskarta olmasına sebep olmaktadır. Bu değişikliğin ayda bire düşmesi ile;

yılda  $52 - 12 = 40$  kez daha az yay değiştirilmiş, karşılığında üretim kaybı  $40 \times 1/2 = 20$  saat azalmıştır. Bu ise üç vardiyalık üretime ve yıllık üretimin % 0.4'ü olan  $6000 \text{ m}^2$ 'ye eşdeğerdir. Ayrıca 40 duruşta ıskartaya ayrılacak  $40 \times 10 = 400 \text{ m}^2$  aynadan da tasarruf sağlanmıştır.

#### 4. SICAK SU İLE CAMIN ISITILMASI SONUCU GÜMÜŞNİTRAT SARFIYATININ AZALTILMASI

Özellikle soğuk kış günlerinde, blok halinde gelen camlarda, aradaki plakaların sıcaklığı yaklaşık  $5^{\circ}\text{C}$  olup, ambarda stoklama ile sıcaklığın  $7^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine pek çıkmadığı saptanmıştır.

Gümüşleme istasyonunda 3. maddede belirtilen debi ve konsantrasyonda çözeltiler kullanıldığı halde, cam sıcaklığı  $20^{\circ}\text{C}$ 'nin altında olduğu süreçte istenen  $0.8 \text{ gr Ag/m}^2$  miktarına ulaşmak mümkün olmamış,  $154 \text{ cc/dak}$  debi ile çalışılması gerekmiştir. Bu da,  $154 - 148 = 6 \text{ cc/dak}$  ek çözelti sarfiyatı olup,  $\frac{6 \times 125}{1000} = 0.75 \text{ gr/dak AgNO}_3$ 'a tekabül eder.

Bir vardiyada  $0.75 \times 400 = 300$  gr gümüşnitratın fazla kullanılması demektir. Yaklaşık yılda 4 aylık bir üretim süresince bu miktar,

$$300 \times 3 \times \frac{270 \times 4}{12} = 81 \text{ kg AgNO}_3 \text{ 'a tekabül eder.}$$

Gümüşleme istasyonundan önce orijinal hatta ilave edilen sıcak su yıkama sistemi ile cam sıcaklığı 15°C'nin üzerine çıkartılıp yukarıda belirtilen fazla miktar gümüşnitratın kullanılması önlenmiş oldu. 3. maddede söz konusu edilen gümüş çamurunun geri kazanılması gözönüne alındığında alınan önlemlerle yıllık  $81 \times 0.24 \times 400.000 = 7.776.000$ .-TL'lık gümüşnitratın tasarrufu sağlanmış oldu.

## 5. BOYA PERDESİNİN KONUMU

Gümüş ve bakır kaplanarak ayna haline getirilen cam, metalik tabakaların dış etkilerden korunması amacıyla iki kat boya ile kaplanmaktadır. Kaplama işlemi perde boya (curtain coating) sistemi ile yapılmaktadır.

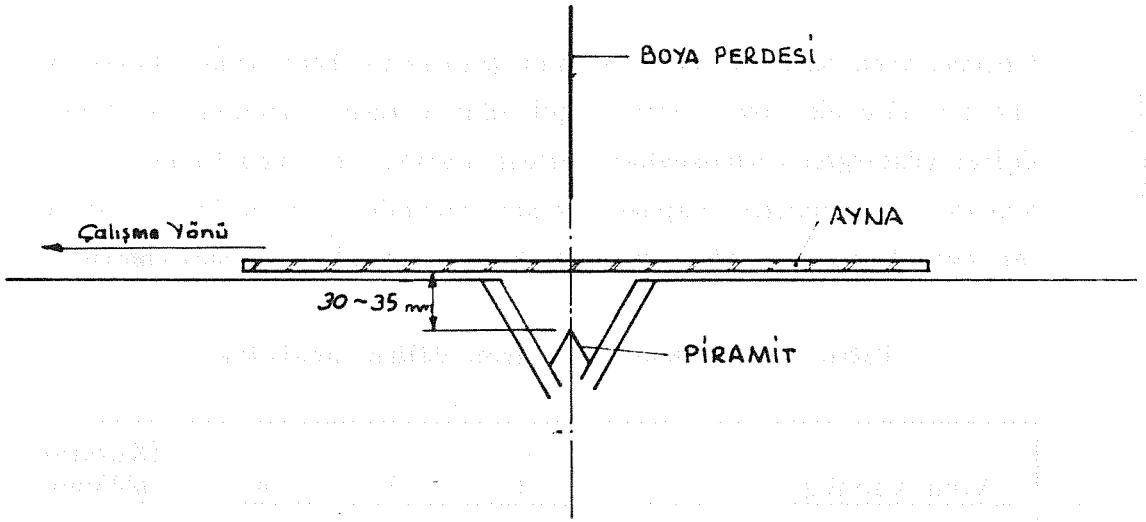
Depodan pompa sistemi ile üstteki yalağa basılan boya yalağın altındaki dudaklardan ayarlanabilir miktarda perde halinde düşmektedir. Alt yalağa akan boya tekrar ilk depoya dönerek kapalı devre sirkülasyon yapmaktadır.

Hattın hızı 4 m/dak. olup, ayna boya perdesinin altından geçerken 80 m/dak.'ya çıkmakta ve yaklaşık 25 mikron kalınlığında boya ile kaplanmaktadır. 80 m/dak. hızla boya perdesine giren ayna boya perdesine çarptığında oluşan vakumla, boya aynanın perdeye çarpan kenarında yaklaşık 1 cm içeriye alt yüzeye bulaşmaktaydı. Bu tür hatalar standartlara göre çevreden 1 cm'lik bölgede kaldığı sürece tolere edilmekteydi. Bu hata ABD'ye yapılan ilk parti ihracatımız sonrası uyarı almamıza neden olmuş, takip eden 20.000 m<sup>2</sup>'lik siparişte bu tür hatanın temizlenmesi için, plaka başına ortalama 30 saniye işçilik ile ortalama 60 saatlik bir iş kaybı ile sevk edilmiştir.

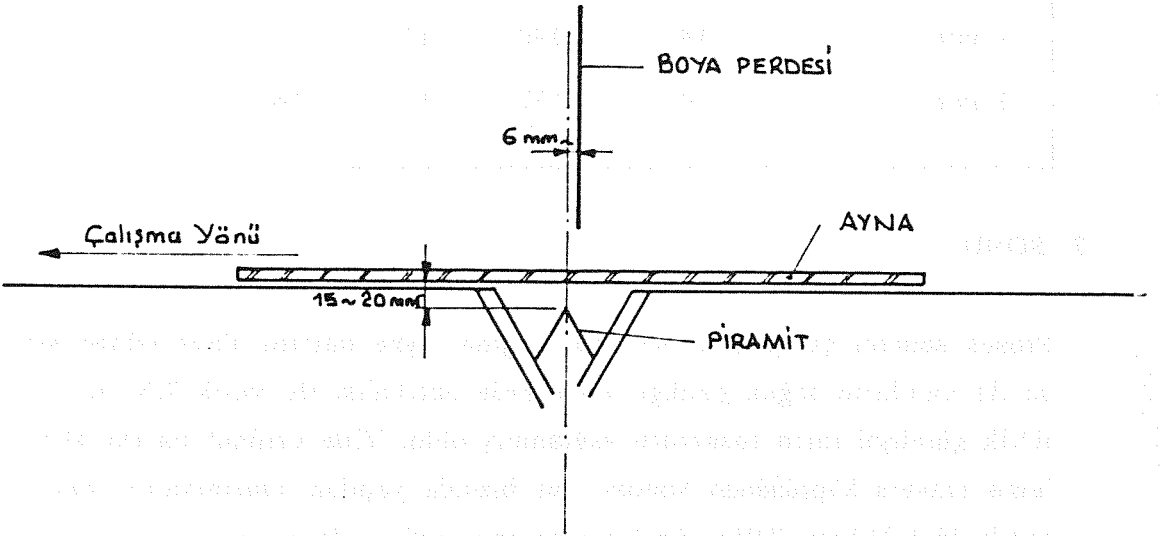
İşçilik ve zaman kaybına neden olan bu hatanın giderilmesi amacıyla bo-



ya perdesinin orijinal konumunda değişiklik çalışmaları yapıldı. Orijinal konumunda alt yalak içinde bulunan piramidin tepe noktası ile cam arası uzaklık 35 mm olup, boya perdesi ile dikey eksende idi (Őekil 5). Bu mesafe 15-20 mm'ye dűřürölűp boya perdesinin eksenini piramit tepesinden 6 mm ne kaydırılınca (Őekil 6) ayna geçişi sırasında oluşan vakum minimuma indirilip söz konusu hata önlenmiş oldu.



Şekil 5: Boya perdesinin orijinal konumu



Şekil 6: Boya perdesinin yeni konumu

## 6. İLK KAT BOYA SONRASI KONTROLLÜ KURUTMANIN SAĞLANMASI

Metalik kaplamadan sonra astar boya olarak kullanılan ilk kat boya 4 m uzunluğunda enfrared sistemle çalışan fırında boya incelticisi olan ksilol uzaklaştırılmak suretiyle kurutulmaktadır. Esas koruma görevi gören astar boyanın iyi kurutulmaması sonucu ikinci kat boya iyi pişmemekte bu da ayna kalitesini negatif yönde etkilemektedir.

Orijinal ayna hattında astar boyanın pişmesinin kontrolüne olanak sağlayan bir düzenek yoktu. Dört bölgeyi olan kurutma fırınının her bölgesine dijital göstergeli termokupllar yerleştirilerek, fırın sıcaklığının sürekli kontrolü sağlanmıştır. Yapılan bir seri ölçümler sonucu Tablo 1'de görülen ayna kalınlığına göre optimum kurutma sıcaklıkları saptanmıştır.

**Tablo 1: Boya Kurutma Fırını Bölüm Sıcaklıkları.**

Ayna Kalınlığı	1	2	3	4	(Kurutma bölümleri)
6 mm Ayna	152	147	135	169	
5 mm "	150	144	131	165	
4 mm "	142	140	128	163	
3 mm "	140	137	126	160	

## 7. SONUÇ

Proses kontrol çalışmaları sonucu; orijinal ayna hattına ilave edilen sıcak su ile camların soğuk geldiği devrelerde ısıtılması ile yıllık 7.8 milyon TL'lik gümüşnitratın tasarrufu sağlanmış oldu. Yine orijinal hattın gümüşleme travers köprüsünün konumu ve hızında yapılan ayarlamalar sonucu yıllık 46.4 Milyon TL'lik gümüşnitrat tasarrufu sağlanmıştır.

## OTOMATİK ÜRETİM HATLARINDA BİLGİSAYAR YARDIMIYLA ÜRETİM MİKTAR VE KAYIPLARININ HESAPLANMASI SONUÇLARIN ANLIK İZLENMESİ

Ali ÖZABACI-Engin BİLSEN

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Otomatik Üretim Fabrikasındaki üretim hatlarının çeşitli noktalarından sayım yapılarak üretilen miktarların belirlenmesi, makina kayıplarının ve verimlerin anında tespit edilmesi sağlanmıştır. Makinaların yakınına yerleştirilen monitörler vasıtasıyla da makinistler kendi üretim hatlarının grafiksel ve sayısal değerlendirmelerini anında izleyebilmektedir. Sonuç olarak makinadaki saatlik, vardiyalık ve günlük değerlendirmeler makinistlere anında ulaşabilmekte ve çabuk önlem alınabilmesi için bilgi dönüşü sağlanmaktadır.

### GİRİŞ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Otomatik Züccaciye Fabrikasında dört fırında ondört adet üretim makinası hizmet görmektedir. Bu makinalardan beş adedi pres-üfleme, dört adedi üfleme, üç adedi çift damla pres, iki adedi ise tek damla pres makinalarıdır.

Bir züccaciye ürününün fırından alınan camdan, ambara teslim edilmeye hazır hale gelmesi sürecinde birçok faktör mevcuttur. Bu faktörler,

- . Fırından çekilen camın forehearthlarda şartlandırılarak imalat makinasına uygun sıcaklık ve şekilde verilmesi,
- . Makinada üretimin arzu edilen kalite ve adette yapılması,
- . Tavlama fırınında tansiyonunun giderilmesi,

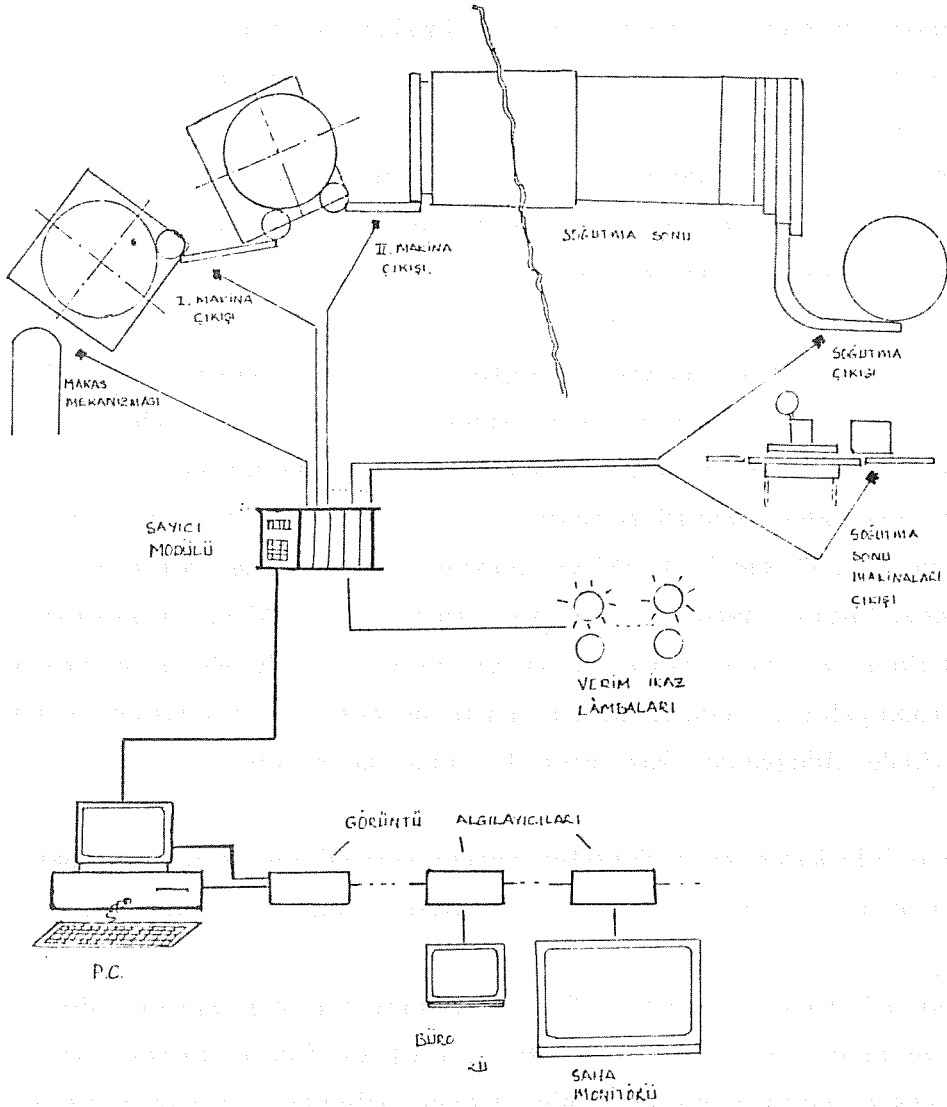
- . Tavlama fırınından çıkan mamulün ayırma paketleme servisi tarafından ayrılarak kutulanması,
- . Kalite kontrol görevlileri tarafından dolan paletlerde gerekli kontrollerin yapılması iyi kabul edilen paletlerin ambara teslimi.

Yönetici açısından bir makinanın ve komple sisteminin çalışmasının kontrolü iyi olarak ambara verilen adetlerin ölçülmesi ile mümkün olmaktadır. Yönetici bu şekilde makinaların durumları ve elemanların çalışmalarını yakından ve gerçekçi biçimde tetkik edebilmektedir. Üretimi gerçekleştiren makinada çalışan elemanlar açısından ise, makinada üretilen mamul adedi ve kalitesinin kontrolü, makinanın ayırma paketleme kısmında iyiye ayrılan mamulün gözlenmesi ile yürütülmektedir. Bu takip ise gerçeği tam olarak yansıtmamakta, makinist yaptığı müdahalelerin sonucunu zaman ve iş yükü açısından sürekli olarak gözleyememektedir.

## SİSTEM

Sistem yapı olarak sayım elemanları, sayıcı modülü, bir personel kompüter, üretim hatlarında, bürolarda görüntü algılayıcıları ve monitörlerden oluşmaktadır.

Sistemin mantığı, bir üretim hattı boyunca kayıpların hangi makinada olduğunun ve hattın veriminin tespit edilmesine dayanmaktadır. Şekilde görüldüğü gibi damla sayısının tespit edilmesi için makas mekanizmasına bir mikro switch, makinadan çıkan imalatın sayısının tespiti için bir kapasitif proximity switch, eldred sıcak kesme makinasından çıkan imalatın sayısının tespiti için bir px switch, soğutma fırınından çıkan ve paketlenmeye giden mamulün adedini tespit etmek için ayrı bir px switch yerleştirilmiştir. Bu noktalardan alınan sayım sinyalleri sayıcı modülü vasıtasıyla sayılarak PC'ye aktarılır. PC hazırlanan programa göre aktarılan sayım sonuçlarını değerlendirerek sonuçları tablolara kaydeder.



**Şekil 1.**

Bu aşamadan sonra operatör, sonuçları istenilen tabloyu seçerek, monitörlerden izlenmesini sağlar.

Sayım elemanlarının tipini belirlemede ortam sıcaklığının yüksek olması, mamulün sıcak olduğu noktalarda sayım yapma zorunluluğu, camın ışığı geçirmesi, mamullerin değişik ebatta olmaları seçimde zorluklar yaratmıştır. Çeşitli tipte sensörler denenmiş ve damla sayımı için mekanizma üzerine mekanik switch yerleştirilmiştir. Mamul sayımı için ise kapasitif proximity switch kullanılmıştır. Soğutma sonunda bazı hatlarda sayım yapmak mümkün olmadığından sayımlar bir eleman tarafından her saat başı yapılarak bilgisayara yüklenmektedir.

Sayıcı modülü 64 KB adresleme kapasiteli, elektrik kesintilerinde bilgilerin kaybolmaması için zero power kullanılmış CPU giriş modülleri ve güç kaynağı modülünden oluşmuş bir endüstri bilgisayarıdır. Görevi, sayım elemanlarından gelen sinyalleri saymak ve her saat başı toplamları üzerinde bulunan RS 232 kanalı ile PC'ye aktarmaktır. Modülde yalnız bir saatlik dilimdeki bilgiler depolanır. Her saat başı bilgiler PC'ye aktarıldıktan sonra sıfırlanır ve tekrar saymaya başlar. Sayıcı modülü 48 sayım noktasından bilgi toplayabilir. Modülün üretim hattı verimlerinin standardın altında ya da üstünde olduğundan ikaz veren 16 çıkışı da mevcuttur.

Böylece fabrikanın en görülebilen yerine yerleştirilecek ikaz lambaları ile standarda göre verimin düşük ya da yüksek olduğu ilk anda görülecektir.

PC, 640 KB hafıza kapasiteli IBM PC uyumlu bir bilgisayardır. Renkli monitör ve rapor için printeri mevcuttur. Program Pascal dilinde hazırlanmıştır. Yetkisi olmayan kişilerin bilgi girişini önlemek için parola ile korunmuştur. PC her saat başı sayıcı modülü ile RS 232 kanalı üzerinden haberleşerek geçen saatin toplamlarını alır. Manuel olarak girilen bilgilerden sonra brüt adede göre gerçekleşen verim, standarda ve hedefe göre gerçekleşen verimleri hesap eder, sayım sonuçlarını sonuçları ile birlikte tablolara işler.

Kalite Kontrol tarafından bırakılan adetlere manuel olarak girilir ve tablolarında görülür.

Verimler, standardın ve hedefin altında veya üstünde olmasına göre tablolarında değişik renklerde gözüktür.

PC makina çıkışlarından aldığı sayım değerleri ile makina girişindeki sayım değerlerinden makina kayıplarını hesaplar. Bunları da kayıplar ile ilgili tablolarında, sayımları ve verimleri standartları ile mukayeseli olarak grafik tablolarında görmek mümkündür. Her makina ile ilgili periyodik olarak ekrandan izlenmesi sağlanmıştır.

Tablolar saatlik, vardiyalık, günlük olarak hazırlanır. Operatör istenilen tabloyu seçer ve monitörlerden izlenmesini sağlar.

Her gün saat 06.00'da günlük rapor otomatik olarak alınır. Geçmiş günlere ait sayım değerleri ile ilgili rapor ise her an alınabilir.

Monitör olarak sahada 68 cm. renkli televizyon, bürolarda 36 cm renkli monitör kullanılmıştır. PC'nin TTL-RGB ekran çıkışından alınan sinyal, görüntü algılayıcısı ile yükseltilerek bir sonraki monitöre, burada da tekrar yükseltilerek bir sonraki monitöre gönderilir.

Monitörlerin sıcaktan ve tozdan korunması için özel olarak monitör kutuları yaptırılmıştır. Büyük ebatla renkli monitör bulunamaması nedeni ile renkli televizyon kullanılmıştır. Böylece rakamların ve grafiklerin çok rahat bir şekilde görülmesi temin edilmiştir.

Üretim sayısal kontrolü bugüne kadar fabrikamızda vardiyalık ve günlük olarak yapılmaktaydı. Bu şekilde ancak günün ve her vardiyanın seyrini görmek

mümkündür. Gerçekleştirilen bu sistem ile her saat soğutma sonundan çıkan adet bilgisayara girilmekte ve anında imalat sahasındaki monitörlerden görülmektedir. Makas mekanizmasından makinanın devri otomatik olarak sayıldığı için, tarif edilen standart ve hedef adetlere göre tabloda üretilen miktar değişik renklerde görülmektedir. Böylece makinist ve vardiya amirleri makinaların saatlik durumlarını görerak sorunlu makinada gerekli müdahaleleri yapmaktadırlar.

Sistemin gösterildiği tablolar gerek makinist tarafından yapılan sıcak kontroller, gerekse tavlama fırını sonunda kalite kontrol servisinin yaptığı proses kontroller ile paralellik arz etmek zorundadır. Aksi durumlarda, aksaklığın kaynağı anında teşhis edilebilmektedir.

Tavlama fırınının girişine konacak olan sayıcılar ile saatlik soğutma fırın giriş adetleri de kaydedilecektir. Böylece makina brüt adedi ile soğutmaya giriş adetleri mukayese edilebilecek, kayıplar ortaya çıkacaktır. Bu kayıplar sistemde yüzdeli ve adetsel olarak görülmektedir. Düşük adet çıkan bir makinada kayıpların imalat sırasında soğutmaya girmeden kaybolduğu veya hatalı gelen imalatın ayırma paketleme servisi tarafından ıskartaya atıldığı sayısal olarak ortaya çıkacaktır. Amaç işletmenin takibini gerek çalışan eleman açısından makina bazında, gerekse yönetici tarafından işletme bazında artırmaktır. Bu şekilde denetleme mekanizması daha etkin bir biçimde işlerlik kazanmıştır.

## SONUÇ

Dünya ve Avrupa züccaciye pazarında sahip olduğumuz yeri korumak, geliştirmek ve rekabet gücümüzü artırmak için daha çok ve daha kaliteli üretmek amacıyla olduğumuz bir gerçektir. Bu sistem yardımı ile problemlere gerekli müdahaleler anında yapılabilmektedir. Böylece zaman ve mamul kaybı asgariye indirilmekte, daha kaliteli ve daha fazla üretim mümkün olmaktadır.



**TEKNİK GENEL MÜDÜR YARDIMCISI  
ALEV YARAMAN'IN  
SEMPOZYUMU KAPATIŞ KONUŞMASI**

5. Cam Problemleri Sempozyumu'nun oturumlarını tamamlamış olduk. Şirketimizin 50. kuruluş yıldönümüne tarih düşerek başlatmış olduğumuz bu girişimin bugün ulaştığı nokta;

- . geleceğe ve teknik potansiyelimize olan güvenimize,
- . paylaşmaya - gelişmeye,
- . ve daha iyiyi arama amacımıza

ilişkin bir gösterge oluyor ise, ne mutlu!

Sempozyumumuza değerli katkılarından dolayı sayın oturum başkanlarına, sayın bildirici yazarları ve sunucularına, bilimin ve teknolojinin önemine inanarak tüm uygulamalara destek veren yöneticilerimize ve sempozyumun tüm delegelerine teşekkür ederiz.

Sempozyumu kapatmadan önce gelecek sempozyumda, 2000 yılına 10 kala, tekrar birarada olmayı dilerken camın 2000'li yıllara nasıl gireceğini ve nasıl hazırlandığını sizlerle kısaca paylaşmak istiyorum (bildiri sunmuyorum, sadece bazı hususları sizlerle kısaca paylaşmak istedim).

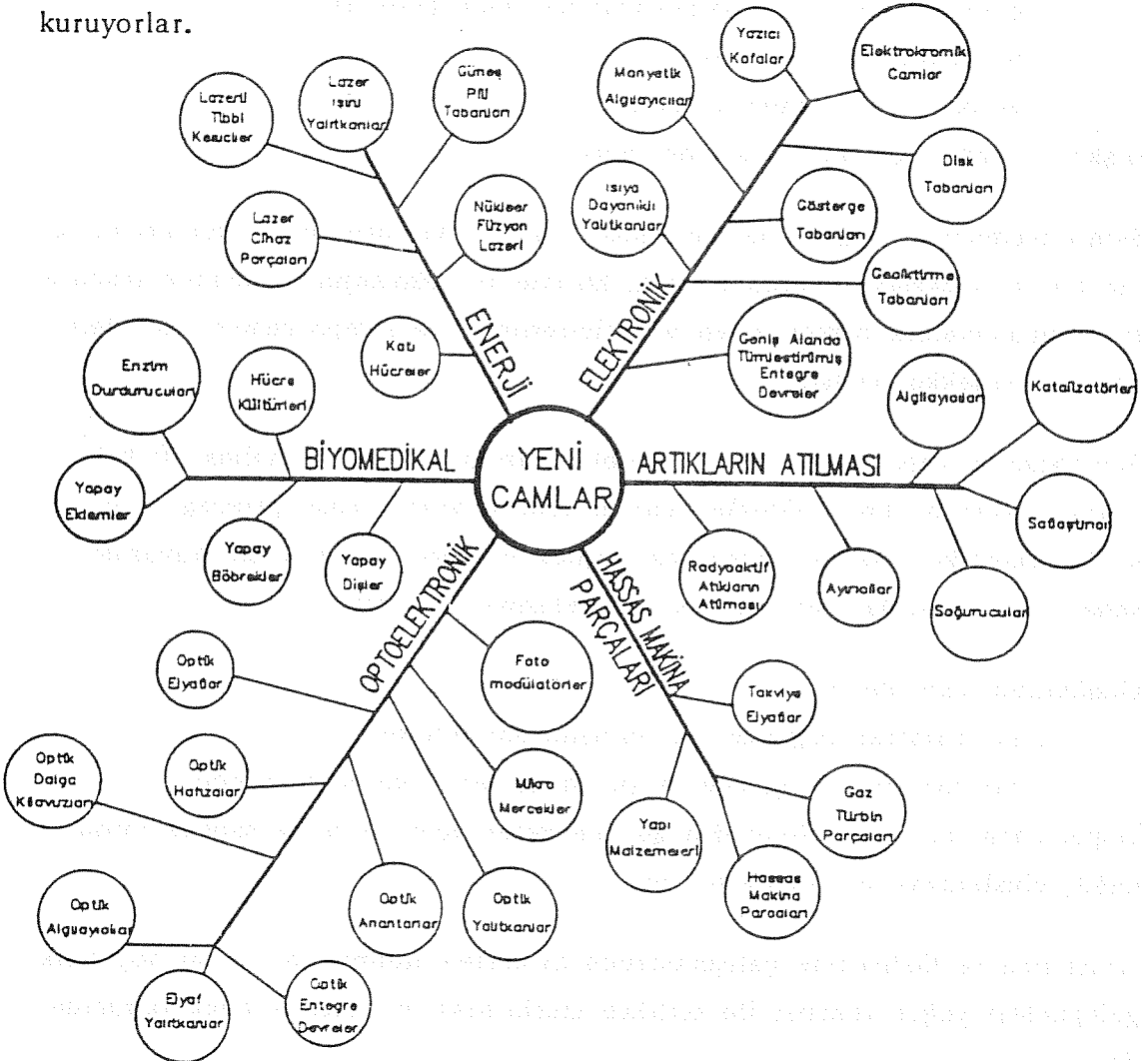
Günümüzün cam devleri;

- . bir taraftan bugünün güç yarışını sürdürürken,
- . bir taraftan da geleceğin güç dengelerini kurmaya yönelik yoğun çaba içindeler. Geleceğin güç dengeleri için ise artık sadece ulusal değil, uluslararası bir yapılaşma var.

Araştırma ve Geliştirme çalışmalarının Şirketler özelinde ve ulusal boyuttaki gelişmeleri yoğun rekabet ile birlikte uluslararası bir nitelik alma durumunda.

Bugün artık **"yeni camlar"** konuşuluyor. Yeni camlar konuşulurken disiplinler arası, endüstriler arası, (endüstriler arası derken sadece cam sektörü değil birçok farklı sektörlerin arasını kastetmek istiyorum) ve uluslararası çalışmalar ve beraberlikler gündemde. Camın yeni keşfedilen ve keşfedilmekte olan özellikleri ve bu özelliklerin verdiği imkânların yarattığı ve yaratacağı, katma değeri yüksek yeni ürünler gerçekten şu gün için belki de hayal gücümüzün de ötesinde! Camın **"parlak geleceği"** güçleri birleşmeye itiyor.

Japonya'da kıyasıya rekabet eden Japon camcılarını birleştiriyor, üstelik aralarına Japon şirketi olarak kurumlaşmaya başlayan Pilkington, Shott, Corning gibi Avrupa ve Amerikan şirketlerini de alarak araştırma organizasyonları kuruyorlar.



Avrupa Topluluğu üyesi ülkeler tüm araştırma kurumlarının katılımı ile Japon "**yeni camlar**" forumunun ardından Avrupa "**yeni camlar**" forumunu kuruyorlar. Nedir yeni camlar? Nasıl tanımlanıyorlar? Hangi ürünler ne amaçla üretiliyorlar veya üretilebilecekler?

Günümüzün yeni camlar tanımı artık hergün birlikte yaşadığımız ve tanıdığımız, cam diye bildiğimiz tanımın ötesine taşmış durumda: Yeni özellikler kazandırılan klasik camlarla birlikte amorf malzemeleri, camdan veya amorf maddelerden yapılan kristal maddeleri, cam esaslı kompozitleri ve türevlerini kapsıyor. Bu alanlar optoelektronikten biyomedikal, enerji, atıkların atılması (özellikle nükleer atıklar kısmını kapsıyor), elektronik, presizyon makinaları ve özel kimyasallar gibi uygulama alanları içinde kullanım buluyorlar.

Bu cam ürünlerinde ve üretiminde önde gelen ülke Japonya. Bu ürünlerin Japon üretimi olarak pazar boyutu ise;

- . 1983'de 1.3 Milyar dolar,
- . 1986'da 1.8 Milyar dolar,
- . 1989'da da 2.8 Milyar dolar,

ile bir artış gösteriyor. Bu camların sınıflamasına göz atacak olursak klasik silisleri ve borları görmekteyiz. Değişik fonksiyon gruplarına bağlı olarak camlar özel geliştirilen kompozisyonlarla gerçekten çok değişik uygulama alanı buluyorlar. Bu yeni arayışlar ve teknolojinin hızlı değişmesi, özünde yeni malzemeye ihtiyaç doğuruyor. Yani bugün artık ihtiyaçtan doğan bir arayış, talebe göre ürün üretme gibi bir çaba var. Bu sınıflama kapsamında üretim ve satış dağılımında;

- . optik fonksiyonu olan camlar % 62,
- . ısı fonksiyonu olan camlar % 25,
- . elektronik fonksiyonu olan camlar % 12'lik,

bir orana sahipler. Kimyasal ve biyomedikal camlar henüz araştırma safhasında. Bugün için özellikle biyomedikalde gelişmiş ülkelerdeki denemelerin, yani tam ticari aşamaya geçmeden önceki denemelerin sürdürülmesi çok özel zaman gerektirdiği için hazır olmasına rağmen bunların bugünkü piyasa payı küçük denecek düzeylerde, % 1 civarında; ancak çok ciddi bir potansiyel oldukları da gerçek.

**YENİ CAMLAR**  
ve  
**UYGULAMA ALANLARI**

<u>Fonksiyon</u>	<u>Cam</u>	<u>Kompozisyon</u>	<u>Uygulama</u>
OPTİK	Optik elyaf	$\text{SiO}_2$	optik iletişim mikro-optik
	Cam lazer	fosfat	füzyon
	Fotokromik camlar	$\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-$ $\text{B}_2\text{O}_3-\text{Si}_2\text{O}_3$ (Ag, Cl, Br)	gösterge
	Amorf oksitler	Te-O	lazer diski
	Fotomaskeler için cam	$\text{SiO}_2$ , silikat	fotomaskeler
ELEKTRONİK	Süper iyon- iletken camlar	$\text{AgI}-\text{Ag}_2\text{O}-$ $\text{P}_2\text{O}_5$	katı pil
	Geciktirme hattı camı	$\text{R}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$ (R: alkali metâl)	TV, video cihazı
ISIL	Düşük genleşmeli cam	$\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$	mikroskop
	Düşük genleşmeli kristallenmiş cam	$\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3$ $-\text{SiO}_2$ ( $\text{ZrO}_2$ , $\text{TiO}_2$ )	ısı değiştiricisi
KİMYASAL	Gözenekli cam	$\text{SiO}_2$	biyoreaktör, kataliz
	Borosilikat cam	$\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$	radioaktif atıkların atılması
BIYOMEDİKAL	Apatit kristalli cam	$\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}-$ $\text{MgO}-\text{CaO}-$ $\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$	diş mineleri, kemikler

Yeni malzeme arayışı hangi özellikler çerçevesinde oluşuyor?

Şu özellikler üzerinde duruluyor:

**YENİ ARAYIŞLAR**  
ve  
**MALZEMEDEN BEKLENEN ÖZELLİKLER**

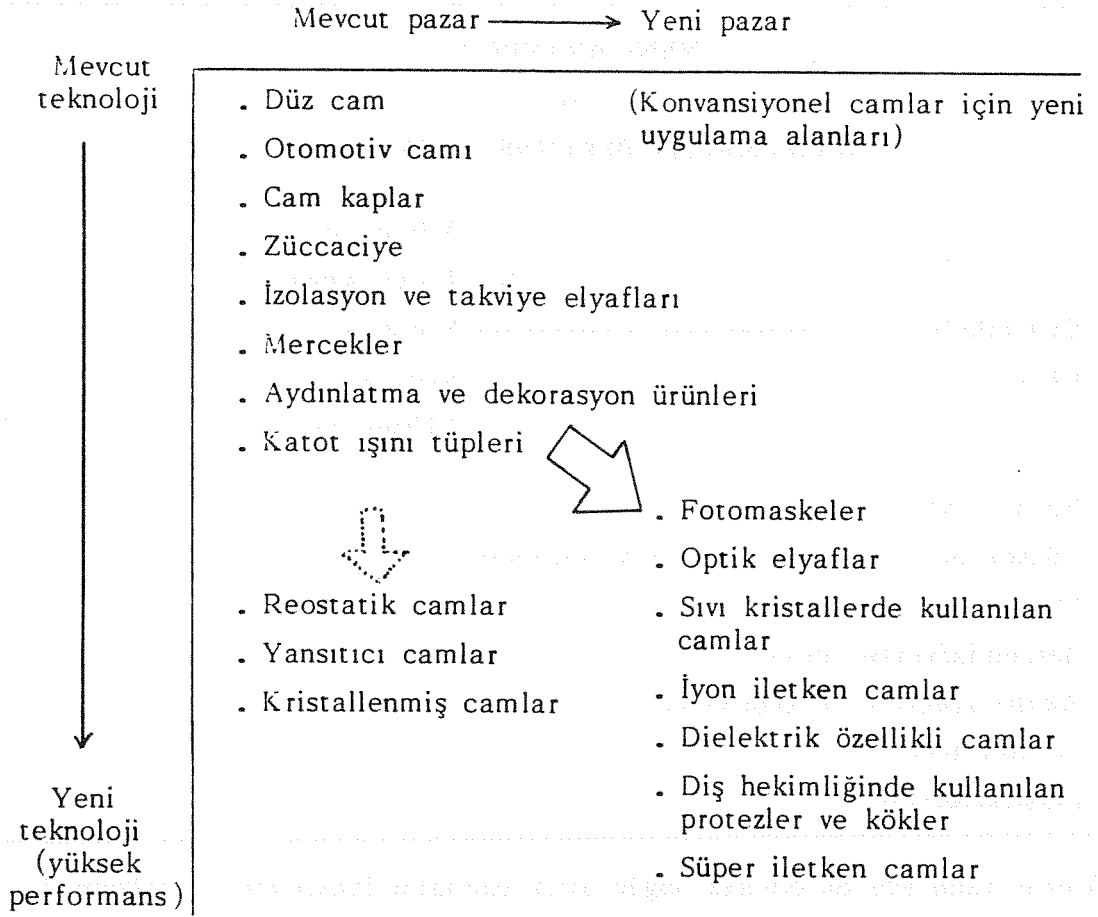
- |                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| . Dayanıklılık<br>(Resistivite) | — | <ul style="list-style-type: none"> <li>— Yüksek sıcaklık</li> <li>— Düşük sıcaklık</li> <li>— Kimyasal</li> <li>— Korozyon</li> <li>— Yüksek voltaj</li> </ul> |
|---------------------------------|---|--|
- . Yüksek safiyet
  - . Yüksek ışık geçirgenliği/yansıma/absorblama
  - . Fleksibilite
  - . İletkenlik/yüksek direnç
  - . Akustik/geçirim ve geçirimsizlik
  - . Su absorblama
  - . Elastikiyet/sertlik

Özetle ifade edecek olursak bugün artık camların fonksiyonları malzemede geliştirilmiş;

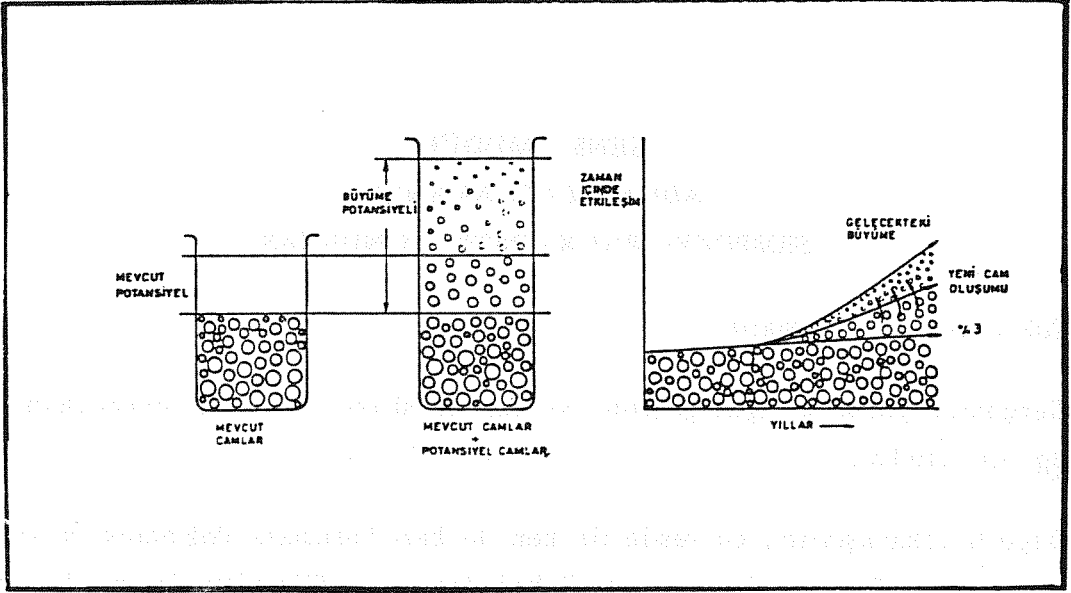
- . optik fonksiyonlar,
- . elektrik ve elektronik fonksiyonlar,
- . ısı fonksiyonlar,
- . mekanik fonksiyonlar,
- . magnetik fonksiyonlar, ve
- . biyolojik uyum fonksiyonları,

çerçevesinde ürün gelişmesine yönelik çalışmaları içeriyor ve bunun için de disiplinler arası, endüstriler arası ve hatta uluslararası bir yapının gereği ortaya çıkıyor. Bugünkü malzemelerin teknolojisi ve pazarına ilişkin durumu özetleyecek olursak gelişme iki yönde:

- . Mevcut pazar, yeni pazar
- . Mevcut teknoloji, yeni teknoloji



Bunları iki eksen üzerinde düşünecek olursak gayet tabii konvansiyonel camlar veya geleneksel camlar dediğimiz camlar var. Bu camlardaki gelişme yeni teknolojinin gelişmesi ile devam edecek. Bu camlar öz olarak yerini muhafaza edecek ama bunlarda yüksek performanslı uygulamalar gündeme gelecek. Bugün de bir kısmını yansıtıcı camlar, kristallenmiş camlar (özellikle cam seramikleri kısmını kapsıyor), reostatik camlar diye nitelendirebiliriz. Ama öte yandan bütün bu camlardan sonra fotomaskeler, optik elyaflar, sıvı kristallerde kullanılan camlar, iyon iletken camlar, dielektrik özellikli camlar, diş hekimliğinde kullanılan protezler, kökler ve kemikler var. Hatta genelde ortopedide kullanılan kemikler ve süper iletken camlar geleceğin pazarını oluşturacak cam türleri.



Sonuç olarak bir şematik şekil var. Çok ilginç bir sektörün üyeleri olmanın kıvancını yaşıyoruz herhalde, çünkü geleceğe bu kadar ümitle bakan başka sektör var mı bilmiyorum. Ben cam yönünden düşündüğüm için belki dar düşünebilirim ama burada da görüldüğü gibi mevcut camlarda ciddi bir büyüme potansiyeli var. Mevcut camlara ilişkin % 3'lük bir artış trendi yıllar itibariyle görülüyor. Ama esas büyümenin, gelecekteki büyümenin, yeni geliştirilecek cam türlerinde olduğu da bugünden öngörülmüş. Burada oluşan her taneciğin sağlam tanecik olduğuna ve bu taneciklerin gelecekteki büyümenin çekirdeklerini oluşturduğuna da herkes inanıyor.

Doğal olarak bu şartlarda mevcut pazarlar yerini koruyacak, yeni pazarlar oluşacak ve rekabet gücünü ve kuvvetlerini bugünden oluşturarak geleceği hazırlayan kazanacak. Kazanmak ise bugünün gücünü yarınlara yansıtmak azmiyle mümkün olacak.

Hepinize sağlıklı ve başarılı bir yeni yıl dileyerek saygılar sunuyor, sayın Genel Müdürümüz'ü kürsüye davet ediyorum.

Teşekkür ederim.

**GENEL MÜDÜR**  
**ADNAN ÇAĞLAYAN'IN**  
**SEMPOZYUM'U KAPATIŞ KONUŞMASI**

Çok değerli arkadaşlarım,

Gerçekten yoğun bir gün geçirdik ve ben de sizleri başından sonuna kadar ilgi ile izledim.

Değerli arkadaşlarım, bu vesile ile ben de bazı hususlara değinmek istiyorum. Bugün Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., ülkemizin önemli bir sanayi kuruluşu olarak içeride ve dışarıda çok büyük baskılar altında görev yapmaktadır. İçeride baskılar, özellikle hükümetimizin son zamanlarda almış olduğu kararlardan kaynaklanmaktadır. Alınan kararların hemen hemen tamamı da sektörümüzü çok yakından ve olumsuz olarak ilgilendirmektedir.

Şirketimiz biliyorsunuz üretiminin yaklaşık % 50'sini ihraç eden bir kuruluştur. Yaklaşık yine 67 ülkeye 250 Milyon dolar civarında ihracat yapan bir kuruluştur. Dolayısıyla ihracatla ilgili tüm teşvik tedbirleri bizi yakından ilgilendirmektedir. Fakat artık ihracatta önemli bir teşvik kalmamıştır, sadece ve sadece kredilerle ilgili uygulamalar vardır. Ayrıca bu kadar yüksek bir enflasyon ortamı içerisinde de görüyoruz ki döviz kurlarında da, döviz fiyatında da lehimize olacak herhangi bir değişiklik yoktur.

Dışarıya gelince, biraz evvel Alev'in de bahsettiği gibi devler birbirleriyle çarpışmaktadır. Biz de bu devlerden biri olarak onlarla mücadele ediyoruz, mücadele veriyoruz. Dışarıda rekabet çok yoğun ve aleyhimize gelişmeler çok büyük. Bu özellikle şuradan kaynaklanıyor. Gelişmekte olan bir ülkede Şişecam gibi dev bir kuruluş çıkacak ve onlarla rekabet edecek, bunu maalesef hazmedemiyorlar.

Birkaç olay yaşadık geçmiş günlerde, bunlardan bir tanesi züccaciye oldu.



Dünyanın bir numaralı züccaciye üreticisi olan Duran patent hakları nedeniyle bizi mahkemeye verdi.

Bildiğiniz gibi bizim 8 köşeli bardaklarımız var. Bu bardakları ben yaptım, patenti bana aittir, siz bunu üretemezsiniz dedi. İngiltere'de bizi mahkemeye verdi. Mutlulukla söylüyorum ki mahkemeyi biz kazandık. Çünkü o bardakları onlardan önce biz üretmiştik.

Damping ile ilgili çok önemli girişimler var yurt dışında. Özellikle bizim float'ın devreye girmesinin yaklaştığı bu günlerde bizi biraz daha müşkül duruma sokmak için azami gayreti gösteriyorlar. Ümit ediyorum ve bekliyorum önümüzdeki günlerde aleyhimize damping iddiaları yoğunlaşarak devam edecektir, ama biz de bunun gerekli tedbirini alacağız.

Değerli arkadaşlarım, bu kadar güç şartlara rağmen Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. iddia ediyorum ki Türkiye'nin en güzide kuruluşu olarak görevini başarıyla sürdürmektedir. Bu sene sonu itibariyle alacağımız sonuçların da ümitlerimizin ötesinde iyi olacağı kanaati bende hakimdir. Ama önümüzdeki yılın da son derece zor olacağını şimdiden sizlere haber vermek istiyorum.

Ama bizim tek bir güvencemiz vardır, o da çalışanlarımızdır. Bugünkü tebliğlerde üzerinde özellikle durulan kalite ve maliyet konuları bizim de aylardan beri hatta yıllardan beri üzerinde durduğumuz çok önemli iki konudur.

Bugünkü sempozyumumuzu değerlendirmek istersek şöyle düşünüyorum. Ben bu kadar güzide arkadaşlarımın arasında ne kadar heyecan duyuyor isem bütün tebliğ veren arkadaşlarım da benim kadar heyecanlıydılar. Ama tebliğleri baştan aşağıya fikir yüklüdü, öneri yüklüdü. Maalesef zamanımızın kısalığı nedeniyle bunları tam olarak burada irdelemek imkânına sahip olamadık. Ama inanıyorum ki bunlar sizler tarafından üzerinde daha çok tartışılacak olan konulardır.

Ayrıca büyük bir memnuniyetle görüyorum ki burada verilen tebliğlerde önerilen hususların, getirilen önerilerin bir kısmı da fabrikalarımızda uygula-

maya konulmuştur. Bu da bizler için büyük bir gurur kaynağıdır ve bu, bugün Türkiye'de ve dünyada yapılmaya çalışılan akademi ve sanayi işbirliğinin kendi bünyemiz içerisinde gerçekleştirilmesinin bir simgesidir. Akademisyen niteliğinde olan teknik arkadaşlarım sanayilerinin sorunlarını akademik yönden inceleyerek sonuçlandırmışlar ve bunların da büyük bir kısmını uygulamaya koymuşlardır. Bu gerçekten, tekrar ediyorum gurur verici bir olaydır. Yine uygulamaya koyabileceğimiz çok hususlar vardır. Bunu da özellikle yönetici arkadaşlarımla teknik arkadaşlarımın el ele vererek tekrar düşünüp uygulamaya koymalarını istiyorum ve ben de bunun takipçisi olacağım.

Değerli arkadaşlarım, ben Şişecam'a gelmeden önce biliyorsunuz İş Bankası'nda görev yapıyordum ve İş Bankasındaki 18 senelik yaşantımın yaklaşık 12 senesi iştiraklerde geçti. İş Bankasının çok büyük bir portföyü var, Türkiye'nin en büyük portföyü. Hep düşünürdüm orada, İş Bankası cama neden bu kadar önem vermektedir, acaba camı, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikalarını bir tekstilden, bir otomotiv sanayiinden, bir gıda sanayiinden, bir turizmden ayıran özellik nedir diye. Bugün bunun cevabı açık ve seçik bir şekilde sizler tarafından verilmiş bulunuyor. Bu da Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'de çalışan arkadaşlarımın üstün vasıfları, üstün kaliteleri ve yetenekleridir. Bugün Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. bu duruma gelmişse bunun nedeni sizlersiniz, çalışan arkadaşlarımdır. Sizlerle konuşurken heyecan duyuyorum, çünkü gerçekten dolu bir gün geçirdik. Müsade ederseniz konuşmamı, bir hususu söyleyerek bitirmek istiyorum.

Önce Teknik Genel Müdür Yardımcımız Alev Yaraman arkadaşşıma çok çok teşekkür ediyorum. Büyük emekler verdi, bu sempozyumu arkadaşlarıyla birlikte düzenledi. Ayrıca tebliğ veren arkadaşlarıma ve katılan tüm arkadaşlarıma teşekkür etmek istiyorum; ve diyorum ki sizlerle iftihar ediyorum, sizlerle gurur duyuyorum ve bu gururu da sizlerle hep paylaşmak istiyorum.

Hepinize teşekkür ederim.

**V. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU****9 Aralık 1989****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: E. Yeşim KAYA - Hasan ÖZER

Metin ÜNLÜER

10.10-10.30 Cam Fırınlarnn'nın Fiziksel Model Yöntemi ile İncelenmesi  
Lâle ÖNSEL - ZEYNEP ELTUTAR  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

10.30-10.50 E-Camı Üretiminde Kullanılan Reküperatif Fırınlarnn'nın Isıtıl-  
ması  
Ahmet AKINCI  
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

10.50-11.10 Port Altı Ateşlemeli Fırınlarda Yakma Havasının Oksijen'e  
Zenginleştirilmesi  
Ali ALTINER - Levent KAYA  
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

11.10-11.40 Çay Arası

**II. OTURUM (11.40-12.40)**

Başkanlık: Erol ERGÜN - Yekta ETİ

- 11.40-12.00 Camın Kimyasal Dayanıklılığı  
Orhan ÇORUMLUOĞLU  
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü
- 12.00-12.20 Üretim Planlamada Kişisel Bilgisayar Kullanımı: Tek Hatlı  
ve 300 Ürünlü Float Cam Örneği  
Çetin AKTÜRK - Hayrullah GÜL - Ahmet Alper CAN  
Trakya Cam Sanayii A.Ş.
- 12.20-12.40 Paşabahçe Cam San. A.Ş. Kristal Asit Parlatma Tesisi İşlet-  
me Koşullarının Optimizasyonu  
Osman MELİKOĞLU-Figen SOYMAN - Orhan ÇORUMLUOĞLU  
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü
- 13.00-14.30 Yemek (Destek Reasürans T.A.Ş. Yemek Salonu)

**III. OTURUM (14.30-15.30)**Başkanlık: Yücel CANDEMİR - Gürol DEMİRKOL  
Atilla DİDİN

- 14.30-14.50 Fırın Tamirlerinde Proje Planlama ve Kontrolün Etkinliğinin  
Artırılması  
Esat SERT  
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
- 14.50-15.10 Oto Pres Kalıplarında Çalışma Ömrünün Uzatılması  
Ali ELDEMİR - Osman ÖZTÜRK  
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

15.10-15.30 Mevcut Sack Düz Fırınının Üretim Performans Eksikliklerinin Giderilerek Kaliteli ve Randımanlı Çalışma Yapılması  
Erol ERSÖZ - Tuğrul YAZICIOĞLU  
Cam İşleme Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

15.30-16.00 Çay Arası

#### IV. OTURUM (16.00-17.00)

Başkanlık: Kâmil BAŞKAŞ - Yıldırım CANBERK

16.00-16.20 Enstrümantal Analiz Metotları  
Alpaslan ERENTÜRK  
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

16.20-16.40 Ayna Üretiminde Hata Kaynaklarının Etkin Bir Proses Kontrol ile Önlenmesi  
A. İlkay ÇATALOĞLU - N. Sevil BATUR  
Cam İşleme Sanayii A.Ş.

16.40-17.00 Otomatik Üretim Hatlarında Bilgisayar Yardımı ile Üretim Miktar ve Kayıpların Hesaplanması, Sonuçların Anlık İzlenmesi  
Ali ÖZABACI - Engin BİLSEN  
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

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, Fahir (SC-ARŞ)  
 AKINCI, Ahmet (CE)  
 AKINCI, Alpaslan (SC)  
 AKINCI, Hilmi (SC-PTHM)  
 AKKAYA, Serap (TC)  
 AKMAN, Tuncer (CY)  
 AKMAZ, Fehiman (SC-ARŞ)  
 AKMORAN, Nur Esra (SC-ARŞ)  
 AKŞANLI, Selahattin (AC)  
 AKTÜRK, Çetin (TR)  
 ALACA, Hatice (SC-ARŞ)  
 ALBAYRAK, Gülçin (SC-ARŞ)  
 ALGÜN, Figen (CI)  
 ALPSAR, Dilek (SC-PTHM)  
 ALTIN, Selim (CY)  
 ALTINER, Ali (KC)  
 APAK, Can (IP)  
 ARAS, Erhan (SC)  
 AREN, Tülin (SC-BBM)  
 ARMAN, Bülent (SC-ARŞ)  
 ASAR, Metin (KC)  
 ASILKAZANCI, Şevket (TR)  
 ATIKKAN, Gökhan (TR)  
 AYDIN, Eşref (SC-ARŞ)  
 AYDIN, Ferit (TK)  
 AYIŞIK, Tefik (CY)  
 AYKUL, Kazım (CY)

(B)

BAŞAKAR, Abdülkadir (SC-PTHM)  
 BAŞKAŞ, Kâmil (PB)  
 BATUR, Sevil (CI)  
 BAYHAN, Nilgün (CE)  
 BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)  
 BERÇİN, Ömer (CY)  
 BİLSEN, Engin (PB)  
 BOLCAN, Dilek (SC-ARŞ)  
 BOYACIOĞLU, Ömer (SC-PTHM)  
 BOZKURT, Rüştü (SC-PEAM)  
 BOZTEKİN, Ayşe (CE)  
 BÜGET, Beken (RA)  
 BÜKE, Savaş (KC)  
 BÜYÜKATLI, Hatice (TR)  
 BÜYÜKKAPU, Semih (TC)

(C)

CAN, Alper Ahmet (TR)  
 CANBERK, Yıldırım (AC)  
 CANDEMİR, Yücel (TK)  
 CANSEVER, Ahmet (CY)  
 CEBECİOĞLU, Ergül (PB)

(Ç)

ÇAĞLAYAN, Adnan (SC)  
 ÇATALOĞLU, İlkay (CI)

ÇAVDAR, Taner (PB)  
 ÇITMACI, Ümit (PB)  
 ÇİFTÇİ, Vahit (CY)  
 ÇİL, Hasan (SC)  
 ÇOĞAL, Uğur (KC)  
 ÇOKAY, Kâzım (IP)  
 ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRCAN, Bayram (CE)  
 DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)  
 DEMİRKÖL, Gürol (TC)  
 DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)  
 DENİZ, Ahmet (CY)  
 DİDİN, Atilla (CE)  
 DİLEK, Şerif (TC)  
 DOĞRU, Bülent (TR)  
 DÖKME, Y. Turan (AC)  
 DÖNMEZ, Nevin (TR)

(E)

EKİCİ, Haşim (TR)  
 EKMEN, Selim (TR)  
 ELDEMİR, Ali (KC)  
 ELTUTAR, Zeynep (SC-ARŞ)  
 ENGİN, Sevin (SC-EM)  
 EREL, Derya (TR)  
 ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)  
 ERGİNAY, Cihat (CY)  
 ERGÜL, Hasan (SC-MM)  
 ERGÜN, Erol (TR)  
 ERKAL, Cahit (TC)

ERKAN, Serdar (AC)  
 ERKİN, Asuman (TK)  
 EROĞLU, Mehmet (TR)  
 EROĞLU, Turgut (SP)  
 ERSOY, Ertuğrul (CY)  
 ERSÖZ, Erol (CI)  
 ESEN, Erkut (SC-ARŞ)  
 ETİ, Yekta (CI)  
 EYİGÜNGÖR, Tunç (CE)

(F)

FEKE, Hadi (MK)

(G)

GİRİŞMEN, Süreyya (CY)  
 GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)  
 GÖKTAN, Kaya (PB)  
 GÖNEN, Süha (MK)  
 GÖNENÇ, Bora (SC-PM)  
 GÖRKEY, Sabri Mehmet (TR)  
 GÜL, Hayrullah (TR)  
 GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)  
 GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)  
 GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)  
 GÜRASLAN, Gülsen (SC-BBM)  
 GÜVENÇ, İzzettin (TK)

(H)

HACIALIOĞLU, İsmail (CE)  
 HAKSÖZ, Orhan (TK)  
 HALICI, Tamer (CI)

HAYBAT, Hale (SC-ARŞ)

HÜRPEK, Yasemin (KC)

(İ)

İÇLİ, Attila (SC-PTHM)

İLİSU, Cemal (PB)

İNAL, Nilay (SC-ARŞ)

(K)

KABACIOĞLU, Ahmet (KC)

KAFESCİOĞLU, Ayşegül (SC-ARŞ)

KALIPÇI, Ali (PB)

KARABİYİK, Celil (TR)

KARABULUT, Ömer (SC-ARŞ)

KAYA, E. Yeşim (KC)

KAYA, Levent (SC-ARŞ)

KERESTECİOĞLU, Ayşe (SC-ARŞ)

KINAYYİÇİT, Fersen (CE)

KINLI, Ersin (SC-ARŞ)

KIRAN, Şeref (TC)

KIRCA, Mustafa (SP)

KÖSEKUL, Neşe (CE)

KÖŞDERE, Zeki (TR)

KUBAN, Baha (SC-ARŞ)

KUŞCULUOĞLU, Sema (SC-EM)

KUT, Ateş (SC-PTHM)

KUTAY, Coşkun (CE)

KUZUDİŞLİ, Yılmaz (PB)

KÜNTAY, Cankaya (TK)

(M)

MASMANACI, Ayşegül (CY)

MELİKOĞLU, Osman (PB)

MERİÇ, Emre (PB)

METİN, Lokman (PB)

MİSOĞLU, Tuğrul (SC-PTHM)

MÜFTÜOĞLU, Cem (SC-PTHM)

(O)

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)

OKYAR, Kürşat (PB)

ORHON, Melek (SC-ARŞ)

ORMANCI, Remzi (SC)

(Ö)

ÖKTEN, Bahattin (SC-PTHM)

ÖNER, Turan Ahmet (TR)

ÖNSEL, Lale (SC-ARŞ)

ÖZABACI, Ali (PB)

ÖZAYDINLI, Murat (TC)

ÖZBAYLI, Kenan (KC)

ÖZCAN, Mustafa (TK)

ÖZCAN, O. Akif (SC-ARŞ)

ÖZÇETİN, Faruk (TC)

ÖZDURMUŞ, Semih (TR)

ÖZER, Hasan (BC)

ÖZER, Ümit (CY)

ÖZHAN, Canan (TK)

ÖZKAN, Hünkâr (AC)

ÖZMERDİVEN, Ümit (TR)

ÖZÖĞREN, Ender (TR)

ÖZSOY, M. Uran (SC)

ÖZTÜRK, Osman (KC)



## (P)

PEKER, Güngör (TR)  
PINARLI, Mehmet (CY)

## (R)

RABUŞ, Mehmet (PB)

## (S)

SAĞLAM, Celal (TC)  
SAĞLAM, Zafer (CY)  
SANCAR, Nermin (AC)  
SANDER, Faruk (SC-ARŞ)  
SARACI, Yusuf (SC-ARŞ)  
SAY, Səmi (TK)  
SENGEL, Hande (SC-ARŞ)  
SERT, Esat (CY)  
SERTEL, Engin (IP)  
SIRDAŞ, Ruhiye (CE)  
SOYMAN, Figen (PB)  
SÖYLEV, Atilla (TK)  
SÜTLÜPINAR, Hüsnü (CY)

## (Ş)

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

## (T)

TAN, Ufuk (CE)  
TELATAR, Semih (CY)  
TEOMAN, Yıldırım (SC-PTHM)

TUĞRAN, Fikret (PB)

TUNALI, Kadir (KC)

TUNALI, Yıldız (TR)

TÜFEKÇİ, Süha (CI)

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)

USTAOĞLU, Cavit (KC)

UZ, Taner (PB)

UZMAN, Nedim (CP)

UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

## (Ü)

ÜNLÜ, Hürriyet (TC)

ÜNLÜER, Metin (CY)

ÜNSAL, Atilla (SC-PTHM)

ÜZÜMCÜ, Ahmet (TK)

## (V)

VATANSEVER, Salih

## (Y)

YALÇINKAYA, Muhammet (KC)

YARAMAN, Alev (SC)

YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)

YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)

YENİGÜN, Teoman (PB)

YILDIRIM, Gülser (CA)

YİĞİT, Vural (SC)

YÜCESOY, Deniz (SC-EM)

YÜKSEL, Ebubekir (RA)

(1997-98) YILIN EN İYİ ÖZETİ

(1997-98) YILIN EN İYİ YAZIŞI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ KAVRAMI

(1997-98) YILIN EN İYİ İLİMLİSİ

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(19)

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(19)

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(19)

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

(1997-98) YILIN EN İYİ ANLATI

**SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE  
KULLANILAN KISALTMALAR**

- SC : Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
 SC-ARŞ : Araştırma Müdürlüğü  
 SC-BBM : Belge ve Bilgi Merkezi  
 SC-MİM : Maden İşletmeleri Müdürlüğü  
 SC-MM : Malzeme Müdürlüğü  
 SC-PM : Pazarlama Müdürlüğü  
 SC-PEAM : Planlama ve Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü  
 SC-PTHM : Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü  
 SC-SM : Sanayi Mühendisliği Müdürlüğü  
 SC-SO : Sistem ve Otomasyon Müdürlüğü

**ŞİRKETLER**

- AC : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.  
 BC : Bursa Cıocam Sanayii A.Ş.  
 CA : Camiș Ambalaj Sanayii A.Ş.  
 CE : Cam Elyaf Sanayii A.Ş.  
 CI : Cam İşleme Sanayii A.Ş.  
 CP : Cam Pazarlama A.Ş.  
 CY : Çayırova Cam Sanayii A.Ş.  
 İP : İstanbul Porselen Sanayii A.Ş.  
 KC : Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.  
 MK : Camiș Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş.  
 PB : Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.  
 PT : Paşabahçe Tic. Ltd. Şti.  
 SP : Sinop Cam Sanayii A.Ş.  
 TC : Teknik Cam Sanayii A.Ş.  
 TK : Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.  
 TR : Trakya Cam Sanayii A.Ş.



## YAZAR DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
AKINCI, Ahmet	Cam Elyaf San. A.Ş.	2
AKTÜRK, Çetin	Trakya Cam San. A.Ş.	54
ALTINER, Ali	Kırklareli Cam San. A.Ş.	18
BATUR, Sevil	Cam İşleme San. A.Ş.	154
BİLSEN, Engin	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	165
CAN, Alper Ahmet	Trakya Cam San. A.Ş.	54
ÇATALOĞLU, İlkay	Cam İşleme San. A.Ş.	154
ÇORUMLUOĞLU, Orhan	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	37,67
ELDEMİR, Ali	Kırklareli Cam San. A.Ş.	104
ELTUTAR, Zeynep	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	1
ERENTÜRK, Alpaslan	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	129
ERSÖZ, Erol	Cam İşleme San. A.Ş.	115
GÜL, Hayrullah	Trakya Cam San. A.Ş.	54
KAYA, Levent	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	18
MELİKOĞLU, Osman	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	67
ÖNSEL, Lale	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	1
ÖZABACI, Ali	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	165
ÖZTÜRK, Osman	Kırklareli Cam San. A.Ş.	104
SERT, Esat	Çayırova Cam San. A.Ş.	87
SOYMAN, Figen	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	67
YAZICIOĞLU, Tuğrul	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	115

INDEX

1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100