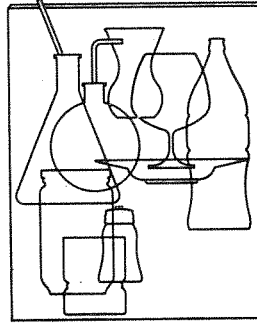


# 4

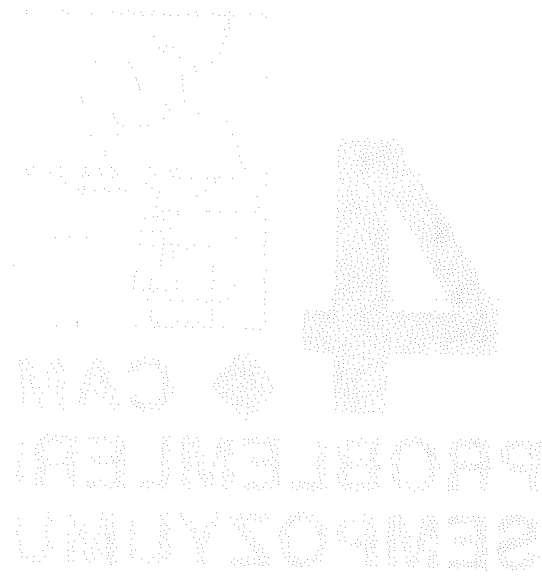


## ◆ CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

9 ARALIK 1988 DEDEMAN OTELİ

(Hizmete Özel)

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
Teknik Grup



11/05/2020 - 12/05/2020

(10/05/2020)

Yayıma Hazırlayan: **Gülser AVŞARCAN**

Yazan: **Gülgün DEMİRCİOĞLU**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖNSÖZ</b>	
<b>GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU AÇIŞ KONUŞMASI</b>	
<b>Cam Fırınlarında Ölçü-Kontrol</b>	1
Fahir AKIN-İsmail USER	
<b>Yandan Ateşlemeli Fırınlarda Side Port Doğal Gaz Uygulaması</b>	16
Şevket ASILKAZANCI	
<b>Pres Üfleme Mamullerinin Sertleştirilmesi</b>	25
Selçuk GÖKMENOĞLU-Adnan ÖZABACI	
<b>Cam Kompozisyonunun Optimizasyonu</b>	26
Gülçin ALBAYRAK-Hale HAYBAT	
<b>Cam Fırınlarında Füzyonun Granüle Edilerek Boşaltılması</b>	37
Dr. Vahit ÇİFTÇİ-Faik SAVAŞLI-Esat SERT	
<b>Cam Sanayiinde Platin</b>	54
İsmail TAŞLICA	
<b>Camın Renksizleşmesinde Seryum Konsantresinin Uygulanması</b>	64
Canan ÖZHAN-Asuman ERKİN	
<b>Şişe Üretim Hatlarında Kalite Kontrol Sistemleri</b>	80
Dr. Yıldırım TEOMAN-İşıl TÜMERKAN-Haluk ŞARDAĞ	
<b>Şişe Kalıplarında Profil Kolmonoyu Kullanımının Yararları ve Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de Tatbikatı</b>	93
Yusuf COŞKUN	



<b>Bir Kampanya Döneminde Renksiz Sınai Cam Kap Üreten Bir Fırının İşletme ve Üretim Bulgularının Toplu Değerlendirilmesi</b>	103
Emin M. ÇİZMECİ	
<b>Gerilim Dağılımının Kesim Kalitesi Üzerine Etkisi</b>	120
İlhan PEKER	
<b>Seramik Kaynak Metodu İle Fırınlarımızda Uygulanan Sıcak Tamirler (1987-1988)</b>	142
Attila İÇLİ-Tufan AKSU - Ali E. SİZGEK	
<b>Düğme Hatasının Kaynağını Belirlemede İstatistiksel Bir Yaklaşım</b>	157
Dr. Bülent ÖZASLAN	
<b>Sıcak Tamirde Rejeneratör Kemerlerinin Çelik Kalıp Kullanımı ile Yenilenmesi</b>	172
Talip OĞUZ	



## ÖNSÖZ

Bilimsel yaklaşımın ve sistematik düşüncenin her boyutta gelişmesine, yerleşmesine ve paylaşılmasına katkıları olduğuna inandığımız **CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMLARI**'nın **DÖRDÜNCÜSÜ** giderek artan bir katılım oranıyla **9 ARALIK 1988** tarihinde yapılmıştır.

Sempozyumda yer alan bildiriler daha öncekiler gibi kitap kapsamında derlenerek Topluluğumuz hizmetine sunulmaktadır.

"**4. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU KİTABI**"nın da kıymetli bir belge niteliğinde olduğuna inanıyoruz.

Bu sempozyumların gelenekselleşerek sürdürülmesinde bizlere destek olan başta Genel Müdürümüz Talât Orhon olmak üzere tüm emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

TEKNİK GRUP





**GENEL MÜDÜR**  
**TALÂT ORHON'UN SEMPOZYUMU**  
**AÇIŞ KONUŞMASI**

Değerli arkadaşlarım,

Geçen pazar günü Çukurova Üniversitesinde bir sempozyumu daha açmıştım. Orada da büyük heyecan vardı. Ama burada benim arkadaşlarımla bilime yaklaşımının ve teknoloji anlayışının çok daha değişik olduğunu söyleyebilirim. Sizlere bunu yabancıların ifadesiyle anlatmaya gayret edeceğim.

Geçen akşam Pilkington'un düz cam genel müdürlerinden Mr. Atherton'la bir yemekte görüşme sırasında son aylarda Şirketimize yapılan müracaatları, özellikle yabancı firma müracaatlarını değerlendirmek yönünden bir soru sordum. Dedim ki: "Türkiye'yi nasıl görüyorsunuz? Özellikle Türk Cam Sanayii ile bütün Avrupa ve Amerika firmaları yakından ilgileniyorlar, teknik ve ticari işbirliği için müracaatta bulunuyorlar. Bunu nasıl yorumlarsınız?" Kendisinin ifadesi şu oldu: "Türkiye'yi Avrupa Topluluğu'na girmek gayretleri içinde olan ve Avrupa'nın kenarında bir ülke olarak telakki ediyoruz. Ama ihmal edilecek bir ülke olmadığını, 60-70 milyon nüfuslu iyi bir pazar olduğunu da daima düşünüyoruz. Ayrıca başka bir yönünüz var; cam sanayii olarak modern ve gelişmiş bir cam sanayiinin Türkiye'de mevcut olduğunu kabul ediyoruz. Mutlak surette herhangi bir cam yatırımı ya da cam ile ilgili bir faaliyet alanında Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları ile işbirliği yapmak zorundayız. Bunun bir başka yaklaşımı yoktur, bir başka yolu yoktur."

Bu bizi şuraya götürüyor sevgili arkadaşlar. Şimdiye kadar biz kendi kendimize yorumlar yaptık. Avrupa'da beşinciyiz, dünyada sekizinciyiz gibi birtakım tasniflere de girdik. Ama bunun bir yabancı tarafından ifadesine ilk defa şahit oldum.

Mr. Atherton daha sonra şöyle devam etti: "Gerçekten çok iyi çalışıyorsunuz, özellikle teknolojik gelişmelerde intibak yeteneğinizin fevkalade iyi olduğunu müşahede ediyorum."

Bu da doğrudur arkadaşlar. Sadece teknolojiyi almak yetmiyor, onu en iyi şekilde kullanmak da birtakım yeteneklerin var olduğunun bir başka ifadesidir. Bunu defalarca gördük. Orta Doğu'dan, Kuzey Afrika'dan bizden cam teknolojisi ile ilgili ya da bazı cam sanayii ile ilgili projeler istediler. Çok zaman hazırladık ama sonunda hiçbirisini uygulama imkânı bulamadılar. Bizden ayrıldılar, Avrupadan aldılar, gene onu da uygulayamadılar, çok zaman bizden yardım istediler. O yönüyle de gerçekten iftihar edilecek bir kadromuz olduğunu, sizlerle iftihar ettiğimi anlatmak istiyorum.

Diğer bir anı da şu. Geçen yıl ne konuştum acaba diye sempozyum kitabının yapraklarını çevirirken gördüm, orada diyorum ki "Fransızlar'ın meşhur Duran firması artık dünyada birçok Avrupa ve Amerikan züccaciye fabrikalarını kapatmış, yalnız rakip olarak bizi görüyor." Bu benim kendi müşahadem ve görüşümdü. Bu sene Duran, bizzat o 80 küsur yaşındaki Duran'ın bir Fransız mecmuasındaki ifadesi de aynı şekilde yayımlandı: "Benim artık rakibim yok. Yalnız bir Paşabahçe grubu var, onlarla Avrupa'da epeyce çekişiyoruz" anlamına gelen bir ifade kullanmış. Biz bunu bir yıl önce kendi görüşlerimiz olarak belirttik. Züccaciyede dünyanın en büyüğü olarak telakki edilen firmanın sahibi ve kurucusunun ifadesi de bu olmuştur. Demek ki hakikaten konuşmalarımızda ya da kendi sezilerimizde isabetli davrandığımızı görmüş oluyoruz.

Bu yönüyle Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları'nın gerçekten Türkiye'de Türk sanayiinin üstünde bir düzeye eriştiğini tekrar ifade etmek istiyorum. Böyle bir sanayiye sahip sizlerin bu seviyeyi çok daha yükseklerle çok daha layık olduğu yerlere getirmenizi özellikle istiyorum. Bunun mümkün olamayacağını kesinlikle düşünmeyin. 1978'lere, 79'lara şöyle dönüp bir bakalım. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları'nın 1988 yılında bu seviyeye gelebileceği düşünülebilir miydi? Sanıyorum çok iyimser bir görüş olurdu. Ama geldik arkadaşlar, hep birlikte çalışarak, sizin gibi değerli elemanlarla bu seviyeyi

bu aşamayı elde ettik. Şimdi elimizde mevcut bilgilerimizi birbirimize aktarmak suretiyle, yani iletişim yoluyla bugün gene bize yakışacak, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları'na yakışacak bir sempozyumun başlaması için açış konuşması yapıyorum.

İletişim neredeyse 20. asrın ismine verilecek kadar önemli bir olay. O nedenle bu sempozyumu en iyi şekilde değerlendirmenizi istiyorum. Yani burada gündemde var olan konuları birbirimize en iyi şekilde aktarmak suretiyle hepiniz aynı şeyleri bilme imkânına sahip olacaksınız. Eskiden bizim "münazara" dediğimiz bir şey vardı, özellikle liselerde, daha sonra üniversitelere de intikal etti. Bu da bir tür münazaradır. Münazaranın amacı en doğruyu bulmaktır. Her şey açık, her şey serbest, tam demokratik bir hava içerisinde bildiklerinizi çok rahat şekilde ifade edebileceğiniz bir zemin. Onun için bu gayret içinde olun.

Bu sempozyumun önemli bir yönü de şu: Uygulayıcılar ile araştırmacılar bir arada çeşitli konuları ele alma fırsatını buluyorlar. Bu yönü ile de sanıyorum arkadaşlarıma büyük katkısı olacaktır. Şişe-Cam'ın geleceğine yönelik büyük aşamalar kaydedecek arkadaşlarım bu suretle her yönden gelişme fırsatını bulacaklardır.

Biraz önce söylediğim gibi bu müessesenin geleceği sizin çalışmalarınıza, sizin gayretlerinize bağlı olacaktır. Bilimsel yaklaşımdan ayrılmadan mutlaka buraya erişeceğinize inanarak hepinize başarılar diliyor, sempozyumun yararlı olmasını temenni ediyorum.

Teşekkür ederim.



## CAM FIRINLARINDA ÖLÇÜ-KONTROL

İsmail USER-Fahir AKIN

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

"Bir şeyi bilmek onu ölçmek ve rakamlarla ifade edebilmektir. Ölçüp rakamla ifade edemediğimiz bir konuyu tam olarak bildiğimiz söylenemez".

Lord Kelvin, 1883

### ÖZET

Günümüz dış pazarlarında süren yoğun rekabet ortamı, cam üretiminde gelişen teknolojik olanaklardan yararlanmayı zorunlu hale getirmiştir. Elektronik ve kontrol sahalarında kaydedilen ilerlemeler bu konunun cam üretim sürecinde gittikçe daha etkin bir rol oynaması sonucunu doğurmuştur.

Bu bildiride, cam fırınlarında ölçü-kontrol uygulamalarının amaçları, gelişen kontrol kavramları ve değerlendirme yöntemleri üzerinde durulmaktadır.

### CAM ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN ÖLÇÜ-KONTROL SİSTEMLERİNİN TARİHİ GELİŞİM NEDENLERİ

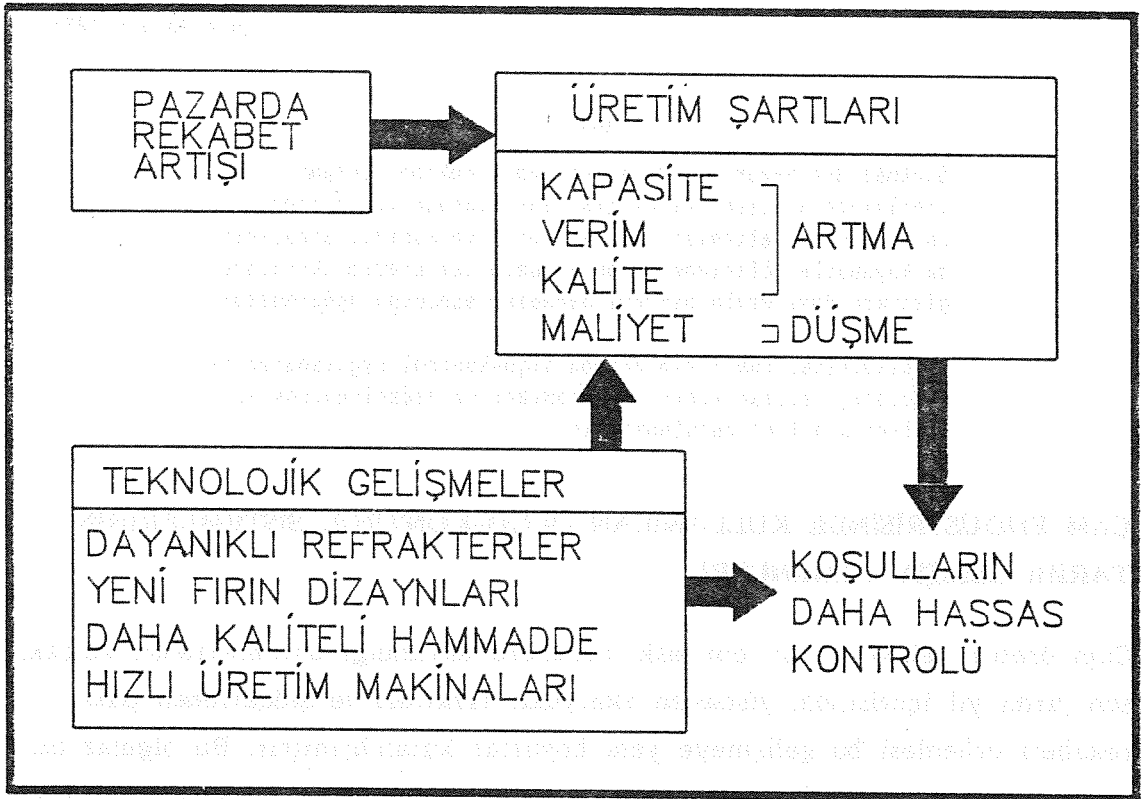
Cam üretim teknolojisinin çok eski tarihlere dayandığı bilinmektedir. Ancak, son yirmi yıl içerisinde, yükselen akaryakıt fiyatları ve şiddetlenen pazar rekabeti etkenleri bu gelişmeye yeni boyutlar kazandırmıştır. Bu olgular da, sonuç olarak cam üretim şartlarında yeni biçimlenmelere yol açmıştır (Şekil 1).

Pazar şartlarının getirdiği bu zorlamalardan kaynaklanan ve "ne yapalım" sorusunun cevabı olan bu biçimlenmeler kapasite, verim ve kalite gibi üre-

tim şartlarında artma; maliyette ise düşme olarak kendilerini göstermişlerdir. Bu koşullara "nasıl" ulaşıyoruz sorusuna ise, üretim teknolojisindeki gelişmelerden yararlanmak olarak cevap verilebilir.

Gerçekten de, artık eskisinden daha dayanıklı refrakter malzemeler ve yeni fırın dizaynları ortaya çıkmıştır. Daha kaliteli hammaddeler yaygın olarak kullanılmakta, daha hızlı üretim makineleri hatlarda yerlerini almaktadırlar. Tüm bunların yanı sıra enerjiyi gittikçe daha ekonomik kullanan yeni üretim yöntemleri geliştirilmektedir.

Ancak tüm bu gelişmeler, üretim sürecinin hemen her adımında, koşulların



Şekil 1

çok daha dar sınırlar içerisinde kontrol edilmesi şartını da beraberinde getirmiştir.

## **ELEKTRONİK ALANINDA GELİŞMELER**

Tüm bu gelişmelere paralel olarak elektronik ve kontrol alanında da büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Lambalı devrelerden transistörlü devrelere geçiş 1951'de başlayıp 10 sene sürmüştür. Bu alanda gittikçe süratlenerek kaydedilen gelişmeler 1970'li yılların başlarında tümleşik devrelerin ortaya çıkmasıyla yeni bir boyut kazanmış, günümüzde pul büyüklüğünde bir alana 250.000 transistörün sığdırılabileceği aşamaya gelinmiştir.

1980'lerde bu gelişmelerin doğal sonucu olarak ortaya çıkan mikroişlemciler önce cep hesaplayıcılarında kullanıldıktan sonra, fiyatlarının düşmesiyle kısa bir süre sonra hemen her türlü elektronik cihazda kullanılmaya başlanmıştır.

Böylelikle ewelce mümkün olmayan "On-Line" hesaplama ve kontrol işlemleri bu yeni cihazlarla ucuz ve etkin olarak yapılabilmektedir (Şekil 2).

Yukarda bahsedilen zorlamalarla ortaya çıkan ve cam üretim koşullarının çok hassas kontrolünü gerektiren şartlar, elektronik sanayiinde ortaya çıkan bu gelişmelerle bütünleşince gelişmiş ölçü-kontrol sistemleri gündeme gelmiştir.

Bu sistemler üretimin her aşamasında kullanılabilirler, ancak bu bildiriye sadece fırın kontrolü ile ilgili kontrol sistemleri üzerinde durulacaktır.

## **CAM FIRINLARINDA ÖLÇÜ-KONTROL**

Cam fırınlarında kontrol altında tutulmak zorunda olan ana parametreler:

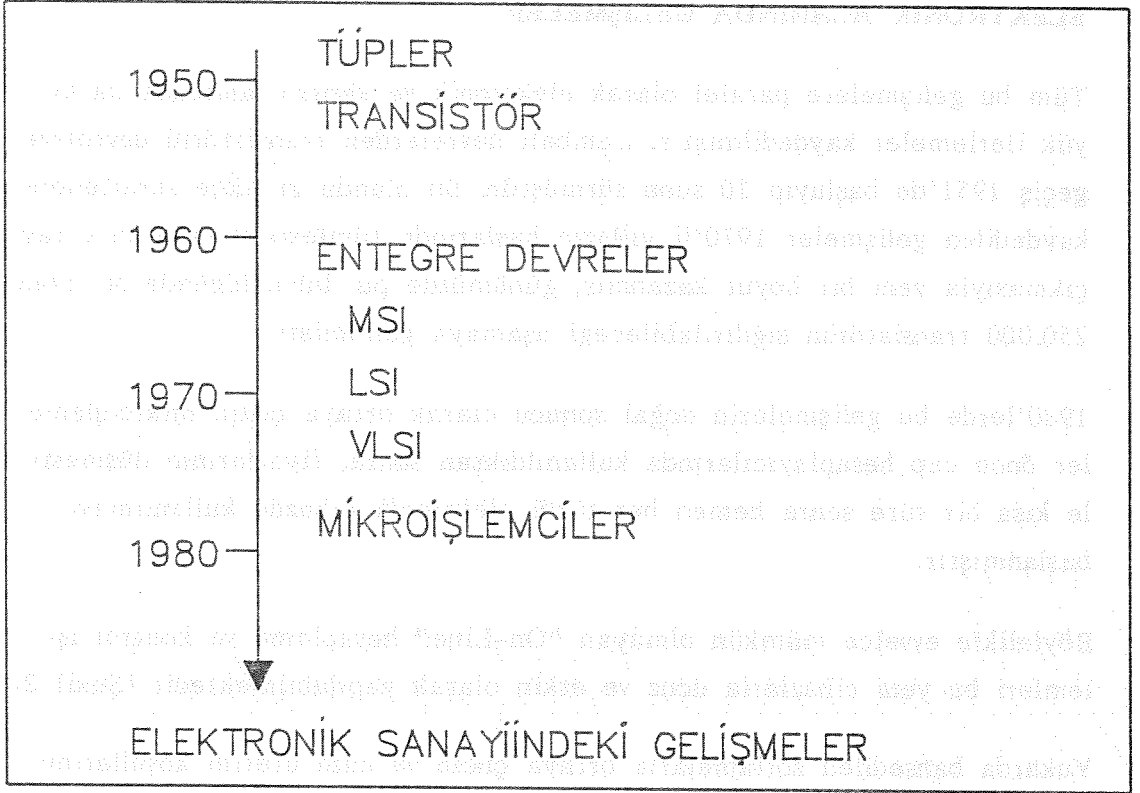
. çeşitli noktalardaki sıcaklıklar,

. yanma şartları,

. cam seviyesi ve

. iç basınç

olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2

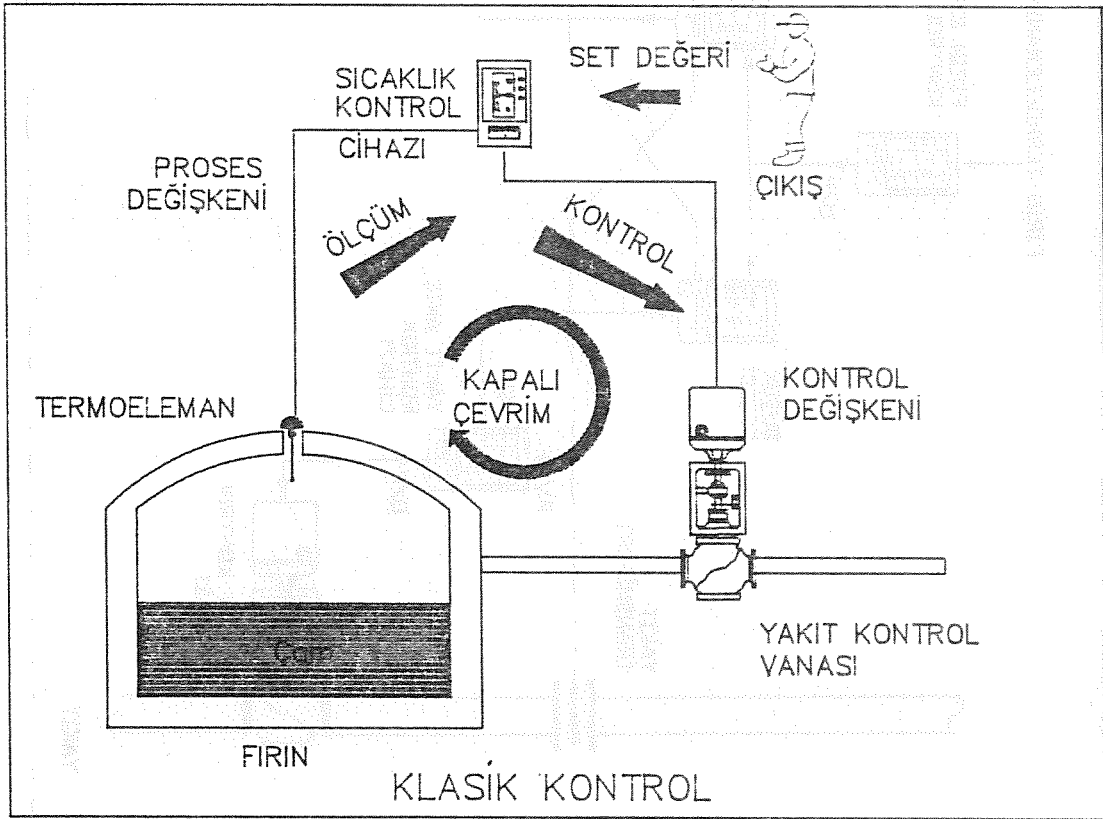
Tüm bu parametreler klasik kontrol mantığı ile kontrol edilebilirler (Şekil 3). Şekildeki temsili cam fırının sıcaklığını kontrol etmek için fırın sıcaklığı kemere yerleştirilmiş bir termoeleman tarafından alınmakta, kontrol cihazında istenen sıcaklık (set değeri) ile karşılaştırılmakta ve çıkan sonuca göre fırın yakıt vanası açılıp kapanarak fırın sıcaklığı sabit tutulmaya çalışılmaktadır.

Burada fırın sıcaklığının tek fırına giren yakıt miktarıyla değiştiği kabul edilmiştir. Oysa ki, fırın sıcaklığının sabit tutulması için

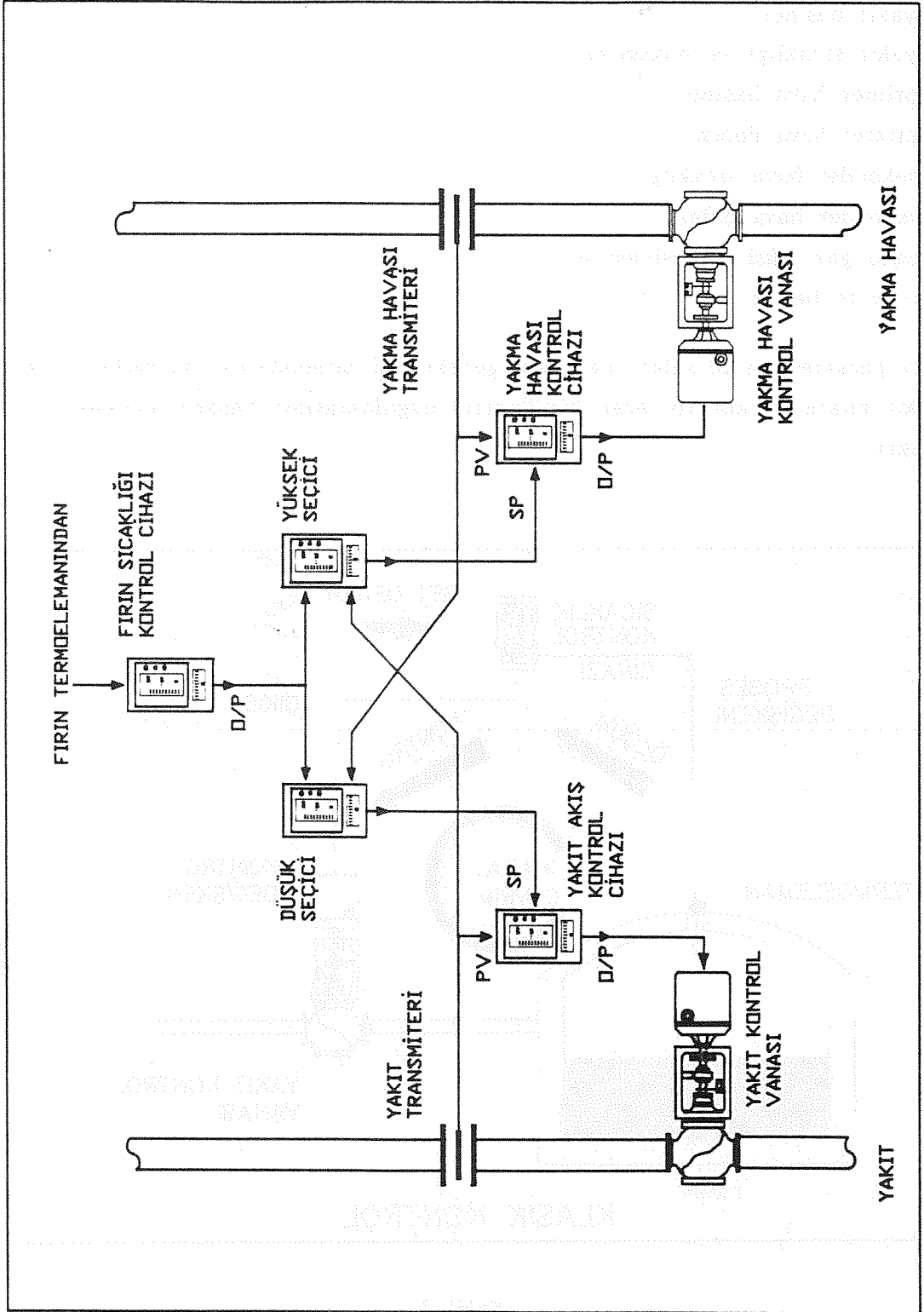


- . yakıt basıncı,
- . yakıt sıcaklığı ve viskozitesi,
- . primer hava basıncı,
- . primer hava debisi,
- . sekonder hava sıcaklığı,
- . sekonder hava debisi,
- . baca gazı oksijen seviyesi ve
- . fırın iç basıncı

gibi parametrelerin sabit tutulması gerektiğini bilmekteyiz. Bu nedenle, tek yakıt miktarını kontrol eden bir kontrol uygulamasının başarılı olamayacağı açıktır.



Şekil 3



Şekil 4

Kontrolü daha iyileştirmek için yakıt ve sekonder hava debisini de kontrol etmek istersek Şekil 4'te gösterilen kontrol düzenine ulaşırız. Pratikte oksijen parametresi de kontrol edilir ancak, artık klasik kontrol mantıkları ile kolay kolay başa çıkılamayacak karmaşık düzenler söz konusu olmaktadır.

İşte bu aşamada gelişmiş kontrol sistemleri devreye girmektedir.

## **GELİŞMİŞ KONTROL SİSTEMLERİ**

Gelişmiş kontrol sistemleri dendiğinde,

- . süpervizör kontrol,
- . doğrudan sayısal kontrol ve
- . dağıtılmış kontrol sistemleri akla gelmektedir.

### **SÜPERVİZÖR KONTROL**

Proses, klasik kontrolde olduğu gibi tek çevrimlik kontrol cihazlarıyla idare edilmektedir. Kontrol cihazları birbirleriyle, ve normalde kontrol odasında duran süpervizör bilgisayarla haberleşebilmektedir.

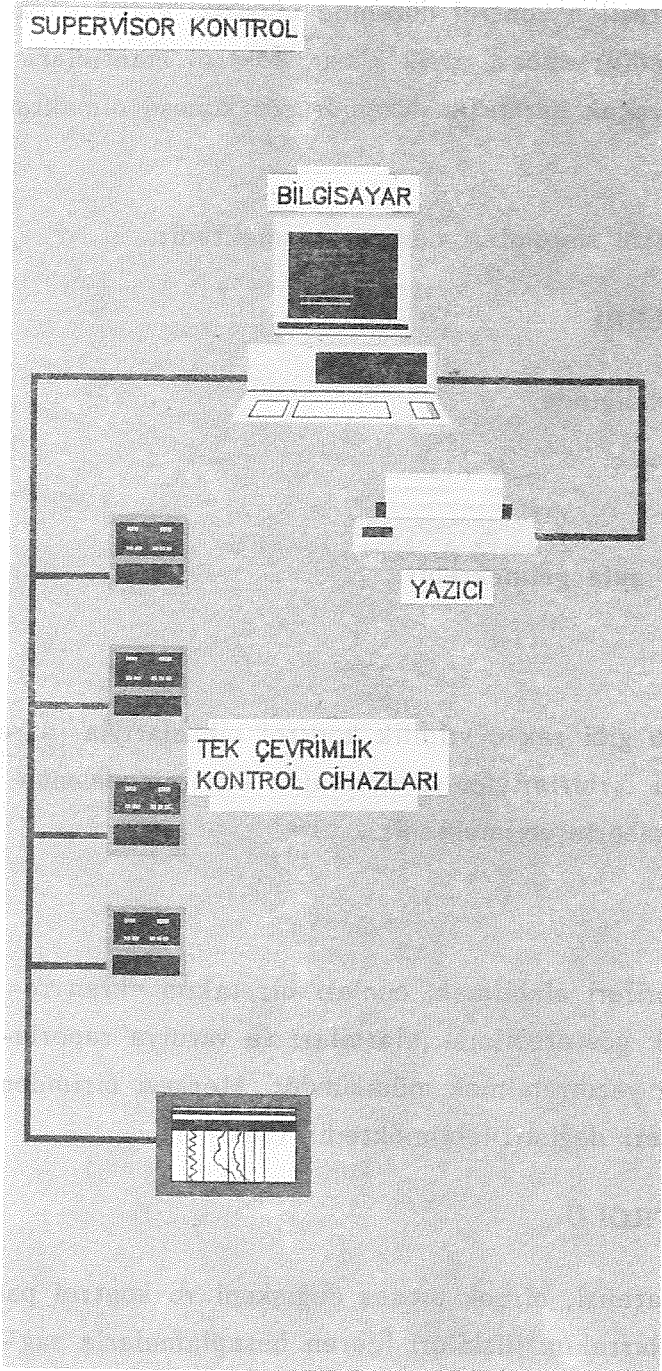
### **MERKEZİ SÜPERVİZÖR**

Bilgisayardan prosesle ilgili verileri alabilmek, bunları bir takım ekran resimleri üzerinde anlamlı olarak gösterebilmek, alarmları ve vardiya raporlarını otomatik olarak yazıcı ile yazdırabilmek mümkündür. Merkezi birimden kontrol cihazlarının set değerleri değiştirilebilmektedir (Şekil 5).

### **MERKEZİ BİLGİSAYAR KONTROLÜ**

Proses için gerekli kontrol stratejisi, birçok proses değişkeni ve kontrol parametresi arasından karmaşık birtakım ilişkileri içeren hesaplamalarla sağlanıyorsa, bunları tek çevrimlik kontrol cihazlarıyla yerine getirmek mümkün olmayabilir. Bu zorlama, 1950'li yıllardan itibaren bilgisayar alanında kat edilen gelişmelerle birleşince merkezi bilgisayar kontrolü gündeme gel-

miştir.



Şekil 5

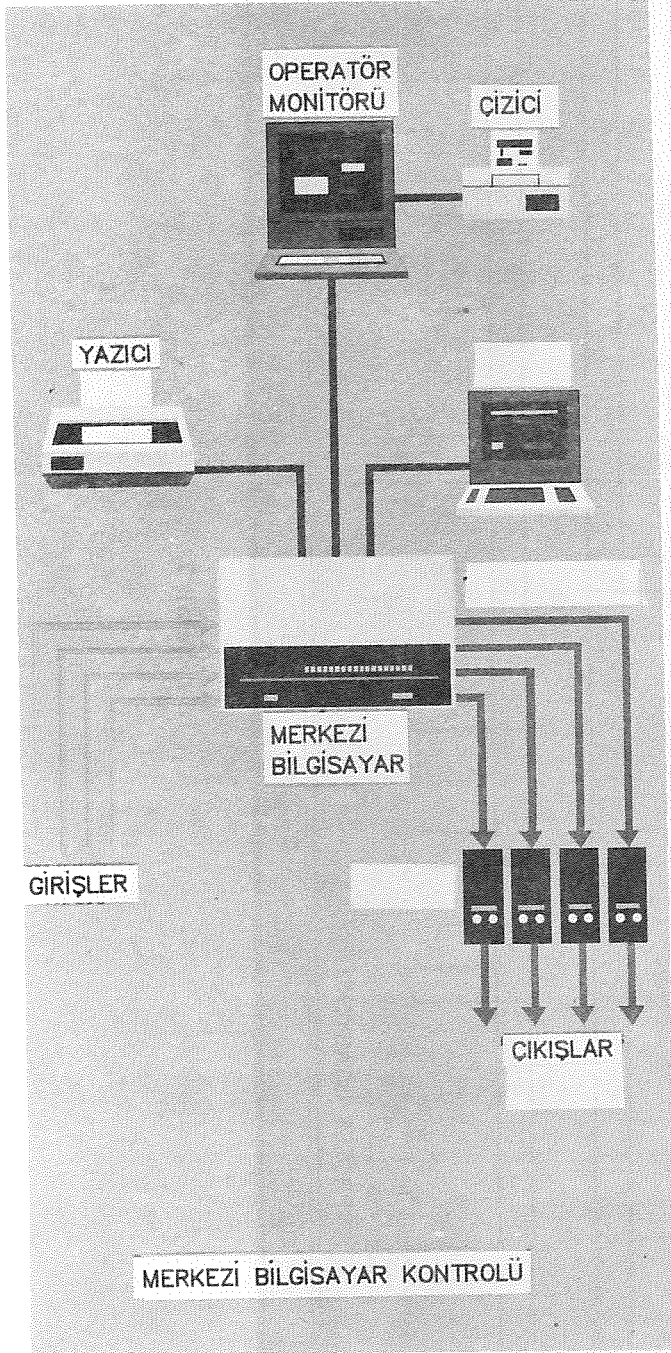
Bu sistemde tüm giriş ve çıkışlar merkezi bilgisayarda toplanmaktadır. Bilgisayar girişleri değerlendirmekte, hesaplamalarını yapmakta ve çıkışları doğrudan doğruya sahaya göndermektedir.

Sistem, çeşitli uygulamalarda kullanıldıktan sonra, tüm kontrolün bir merkezi birim tarafından işlenmesinin ortaya koyduğu risk yüzünden yavaş yavaş terk edilmeye başlanmıştır (Şekil 6).

#### DAĞITILMIŞ KONTROL

Dağıtılmış kontrol sistemleri, merkezi bilgisayar kontrol sistemlerinin ortaya koyduğu kontrol esnekliği, merkezi entegrasyon, karmaşık kontrol algoritmalarının kolayca adapte edilebilmesi gibi iyi taraflarını tutup; kont-

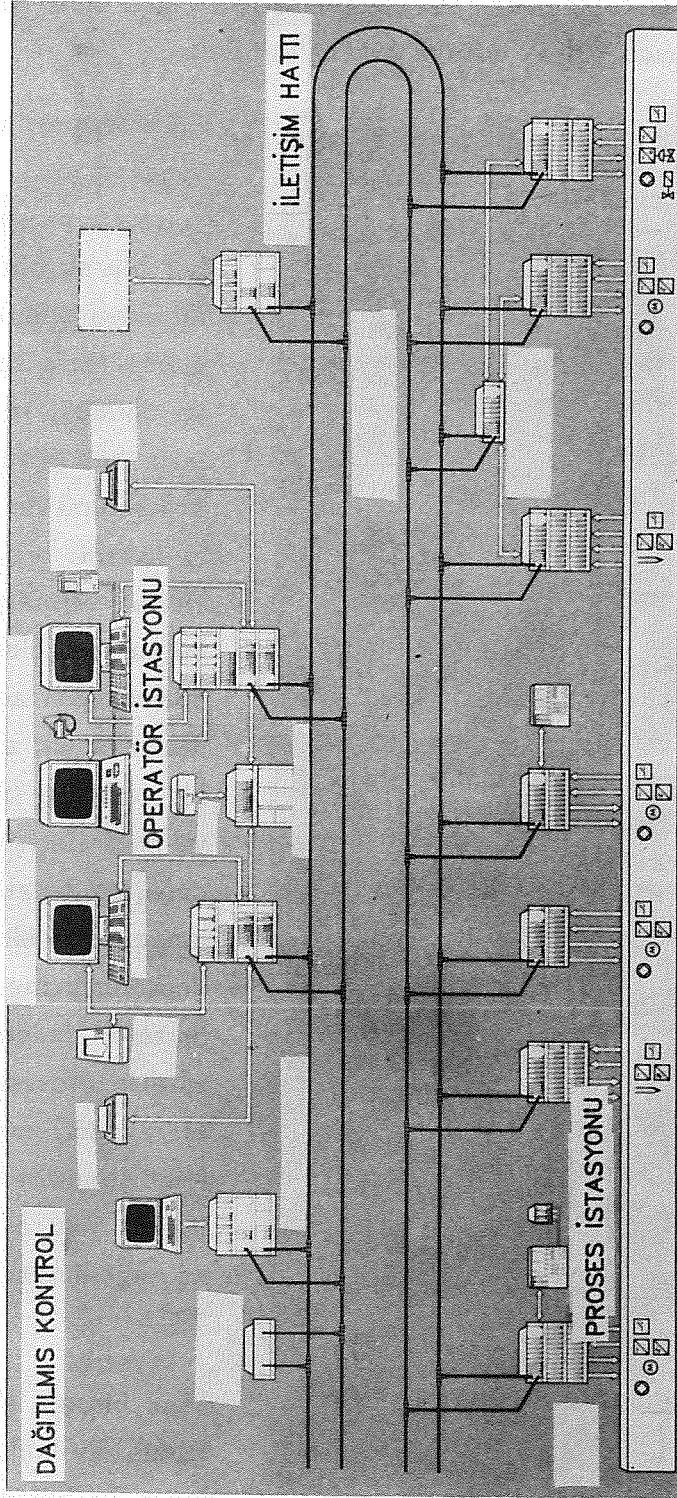
rolün tek merkezde toplanmasından dolayı ortaya çıkan riski bertaraf etme çalışmalarının sonucu olarak ortaya çıkmışlardır.



Şekil 6

Bu sistemlerin temelinde yatan mantık, kontrol edilecek prosesi fonksiyonel olarak bütünlük teşkil eden mümkün olduğunca fazla sayıda parçaya bölmek, ve bu parçaların her birinin topyekün kontrolünü de mikroişlemci tabanlı bir kontrol birimine vermektir. Sahada bu suretle oluşturulan "otomasyon adacıkları" arasında da, daha yukarı bir seviyede oluşturulan ve bilgi iletişimi, saklanması ve değerlendirmesi amaçlarına hizmet eden değerlendirme ve kontrol üniteleri bulunmakta, bu suretle prosesin bir bütün olarak gözlenmesi, değerlendirilmesi ve kontrolü, kısaca kontrol entegrasyonu sağlanmaktadır (Şekil 7).

Yapı olarak, sahada dağıtılmış durumda bilgi toplayan ve bölgesel kontrol



Şekil 7

yapan birimleri, kontrol odasında ise çevre birimlerden gelen bilgileri değerlendiren ve operatöre kontrol olanaklarını sağlayan ekran, manyetik bant gibi depolama cihazları; yazıcı, ekran kopyalayıcı gibi kayıt cihazları bulunabilmektedir. Tüm bu birimler birbirlerine çoğunlukla "Hiway" denilen bir hatla bağlanmakta ve tüm haberleşme bu hat üzerinden yürütülmektedir.

## DOĞRU SEÇİM

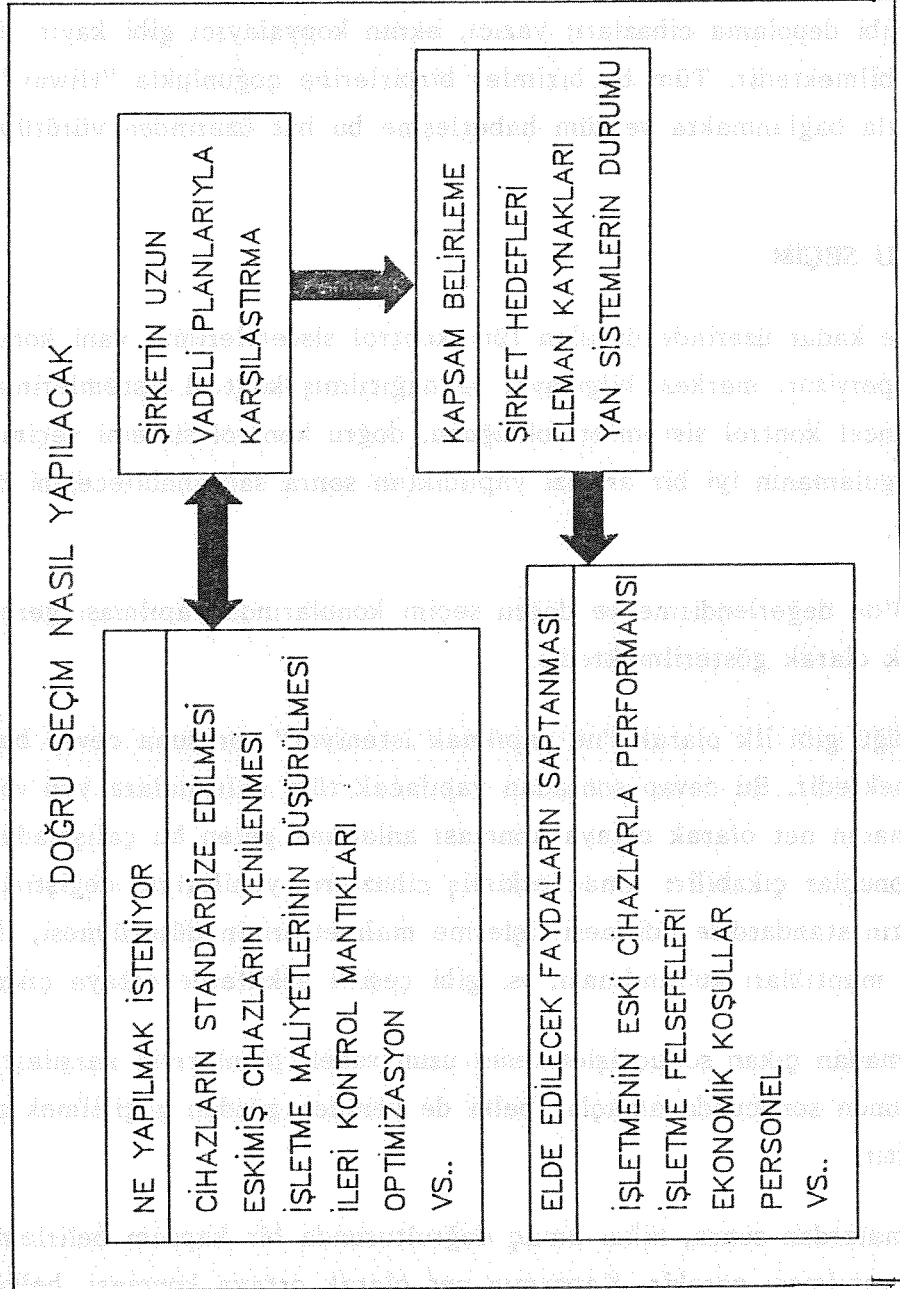
Şimdiye kadar üzerinde durulan tüm kontrol sistemlerinin, yani konvansiyonel, süpervizor, merkezi bilgisayar ve dağıtılmış kontrol sistemlerinin tümünün güncel kontrol sistemleri olduğunu, doğru kontrol sistemi seçiminin ancak uygulamanın iyi bir analizi yapıldıktan sonra saptanabileceğini belirtmek gerekir.

Şekil 8'de değerlendirme ve doğru seçim konularında yapılması gerekenler sematik olarak gösterilmektedir.

Görüldüğü gibi ilk olarak "ne yapılmak isteniyor" sorusuna cevap bulmak gerekmektedir. Bu cevap sonradan yapılacak tüm çalışmalara yön verecektir. Amacın net olarak ortaya konması anlamına gelen bu çalışmadan değişik sonuçlar çıkabilir: Amaç eskimiş cihazların yenileriyle değiştirilmesi, cihazların standardize edilmesi, işletme maliyetlerinin düşürülmesi, ileri kontrol mantıkları kullanılması, vs. gibi çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir.

Bu aşamadan çıkan sonuç işletmenin uzun vadeli planlarıyla karşılaştırılmıdır. Bunun sonucunda amaçlar belki de yeniden gözden geçirilmek zorunda kalacaktır.

Bu aşamalardan sonra, nihai amaç doğrultusunda bir kapsam belirleme çalışması yapılması gerekir. Kapsamın net olarak ortaya konması, belki de projenin en önemli adımıdır. Kapsam belirlenirken şirket hedefleri, eleman kaynakları ve yan sistemlerin (yani enerji, mevcut boru donanımı gibi) genel durumunu dikkate almak gerekecektir.



Şekil 8



Tüm bunları yaptıktan sonra, kullanılacak sistem aşağı yukarı belirlenmiş olmalıdır. Ancak, atılacak son bir adım daha vardır; seçilecek sistemin yararlarını ortaya koymak. Bunun yapılabilmesi için işletmenin mevcut sistemlerle çalışırken gösterdiği performansın iyice irdelenmiş olması gerekir; çünkü öngörülen yeni sistemin faydalarını belirlerken rakamlara ve belki de, şüphe götürmez yargılara dayalı somut değerlendirmeler yapmak gerekir.

### ŞİŞE CAM'DA DURUM

Son olarak Şişe Cam Topluluğu olarak bu gelişmelerin neresinde olduğumuzun bir göz atalım:

Şekil 9'da 1986'dan bu yana soğuk tamir görmüş fırınlar ve bunlarda kullanılan kontrol sistemleri belirtilmiştir.

1986'DAN BU YANA SOĞUK TAMİR GÖRMÜŞ FIRINLAR		
	FIRIN	SİSTEM
PAŞABAĞÇE	B 2,9,D	DAĞITILMIŞ KONT. KONVANSİYONEL
CAMELYAF	1,2	KONVANSİYONEL
ANADOLU CAM	10,20	DAĞITILMIŞ KONT.
TOPKAPI	A,D	DAĞITILMIŞ KONT.
ÇAYIROVA	1	KONVANSİYONEL
TEKNİK CAM	1	KONVANSİYONEL
TRAKYA	1	KONVANSİYONEL
SİNOP	2	KONVANSİYONEL

Şekil 9

Bu bildirin kaleme alındığı Temmuz 1989 tarihinde Paşabahçe B fırını dağıtılmış kontrol sistemi montaj safhasında bulunmaktadır. Topkapı A ve D fırınları ile Anadolu Cam 10 ve 20 numaralı fırınları dağıtılmış kontrol sistemleri ile fiilen kontrol edilmektedir. Tablodaki diğer dağıtılmış kontrol sistemleri sipariş aşamasındadır. İki başka dağıtılmış fırın kontrol sistemi daha bu bildirin kaleme alındığı tarihten kısa bir süre önce sipariş aşamasına gelmiştir. Bunlar Trakya Cam 2 numaralı hattı ve Kırklareli Cam "C" fırınıdır.

## SONUÇ

Bu bildiride kontrol sistemleri gözden geçirilerek fırın kontrolünde hangi kontrol sistemlerinin kullanıldığı, aralarındaki farklar ve kontrol sistemleri seçimlerinde dikkat edilecek hususlar üzerinde durulmuştur.

Çağımıza damgasını vuran gelişme enformasyon alanında olanıdır. Gerçekten de yakın ve orta vadede ortaya çıkması beklenen teknolojik gelişmelerin çoğu bilgi ile ilgili olanlardır. Bilginin üretimi, bir yerden bir yere nakli, depolanması, kolay anlaşılır şekillerde ifade edilmesi ve ham bilgi yığınları arasından anlamlı biçimlerin yakalanıp çıkarılması gibi günümüz teknolojik yaşantısının ana uğraşları, yeni buluşlar ve gelişmelerle beslenmektedir.

Bilgisayarların gittikçe hızlanması, kapasitelerinin artması, kullanımlarını kolaylaştıran ve pratik yararlarını artıran yazılımların ortaya çıkmasıyla ve de, fiyatlarının ucuzlamasıyla kolay edinilir hale gelip yaygınlaşması bilgi işleme alanında ivmelenen gelişmeler doğurmaktadır. Optik haberleşme hatları bilgiyi aktarma; yeni gösterim teknolojileri (laserli yazıcılar, çiziciler; LCD, gaz plazma ekranlar) ise bilgiyi "ifade etme" alanında kolaylıklar sağlamaktadır.

Tüm bu teknolojik ilerlemeler, yeni yeni cihazlar ve kontrol mantıkları arasında insan faktörünün önemini kaçırmamak gerekir. Bütün bunlar insana doğru kararlar vermesinde yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Yetersiz bir kontrol ile hedefe ulaşmak mümkün değildir. Kontrol sistemi ne kadar mükemmel olursa olsun, hedefler yanlış belirlenirlerse amaca ulaşmak söz konusu olamaz. Ancak hedefler doğru konulup hassas bir kontrol yapıldığında sonuç tam beklediğimiz gibi olabilir.

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

100

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

YANLIŞ BELİRLENEN HEDİFLERİN KONTROL SİSTEMİYLE ULAŞILMASI

## YANDAN ATEŞLEMELİ FIRINLARDA SIDE-PORT DOĞAL GAZ UYGULAMASI

Şevket ASILKAZANCI

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

TCS'de ilk olarak doğal gaz uygulamasına Mart 1984'te ilk 3 portta başlanmıştır. Fırın fuel-oil kullanımı için dizayn edildiğinden doğal gaz port kemeri üzerinden yakılmıştır (over throughport). Bu uygulama ile ilgili sorunlar I.Cam Problemleri Sempozyumunda sunulmuştur.

Fırın soğuk tamirinden sonra Temmuz 1986'dan itibaren yeni port dizaynı ile side-port bekleriyle doğal gaz yakılmasına başlanmıştır. Bu sempozyumda, geçen iki yıl içerisinde bu uygulamada alev formunun iyileştirilmesi için arayışlar, yaşanan bazı sorunlar ve çözümleri özetlenecek, port dizaynı, bek ve alev formu ilişkilerine ait deneyimlerimiz ve görüşlerimiz aktarılmaya çalışılacaktır.

Bir cam fırınında dikkat edilecek en önemli noktalardan biri, enerji kaynağı olan alevlerdir. Alevlerdeki düzensizlikler üretimi etkileyebileceği gibi fırının ömrünü de etkileyebilir. Alevden maksimum verimi elde edebilmek için bugüne kadar çeşitli arayışlar yapılmıştır. Düz cam fırınlarında doğal gaz side-port uygulaması bu arayışların bir sonucudur. Bu sistemde her portta yan duvarlarda eksenle belli açıda iki doğal gaz beki bulunmaktadır (Şekil 1). Belirli bir basınç (0.35 bar) ve debide beke gelen iki gaz demeti port önünde karşılaşırlar. Yakma havası akışının etkisi ile zaman zaman ayrılırlar veya birbirlerine değeri.

Bu sistemde alev formunu etkileyen faktörler, yakma havası hızı, port geo-

metrisi, gaz hızı, gaz beki açısı, bek taşlarıdır.

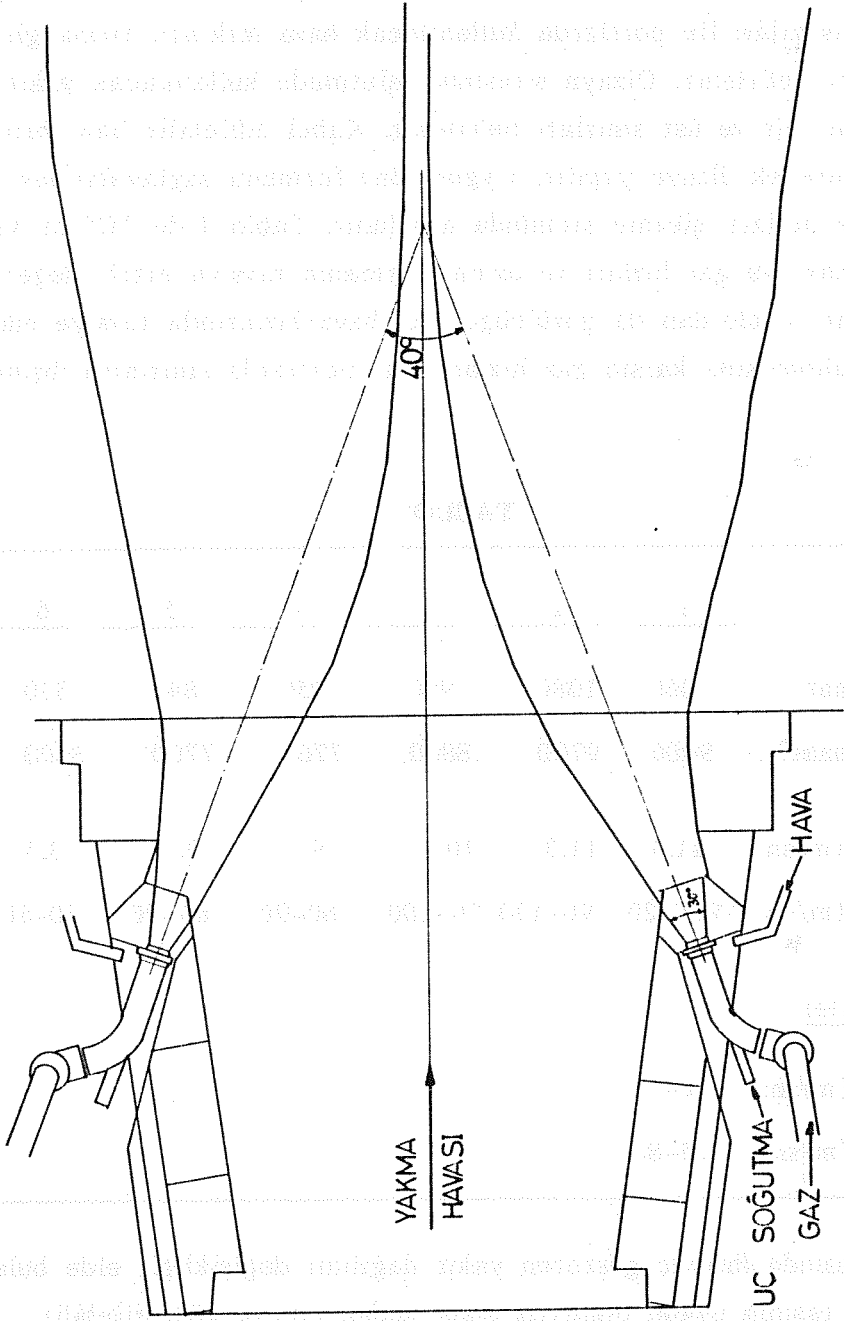
Bunlardan port geometrisine dizayn sırasında karar verilir. Yapılan çeşitli model çalışmaları ile portlarda kullanılacak hava miktarı, fırına giriş açısı ve kesitleri belirlenir. Dizayn sırasında işletmede kullanılacak yakıt miktarı, dağılımı, alt ve üst sınırları belirlenir. Kabul edilebilir hava hızı ve formunu verecek dizayn yapılır. Uygun alev formunu sağlayabilmek için gaz hızı ve açıları işletme sırasında ayarlanır. Tablo 1'de TCS'de yakıt dağılımı, hava ve gaz hızları ve uzman firmanın tavsiye ettiği değerler bulunmaktadır. Tablo'dan da görüldüğü gibi hava hızlarında tavsiye edilen sınırlarda kalınmasına karşın gaz hızları bazı portlarda sınırların dışına çıkabilmektedir.

**TABLO I**

<u>PORTLAR</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Gaz ( $m^3$ /saat)	1060	1080	980	850	840	330
Hava ( $m^3$ /saat)	9600	9700	8800	7700	7700	3000
Hava Hızı (m/sn)	11.4	11.3	10.4	9.3	9.3	3.5
Gaz Hızı (m/sn)	90-120	90-130	70-100	60-90	60-90	50-80
<u>Tavsiye Edilen</u>						
Hava Hızı (m/sn)	6-15					
Gaz Hızı (m/sn)	15-80					

İşletme sırasında ihtiyaç gösteren yakıt dağılımı değişikliği, elde bulunan bek ve bek taşının uygun olmayışı buna neden olarak gösterilebilir.

TCS'de karşılaşılan sorunlar ve getirilen çözümlere ilişkin bazı bilgilerin ilerde bu sistemi kullanacak işletmelere faydalı olacağı kanısındayız.



ŞEKİL 1

## ALEV FORMU

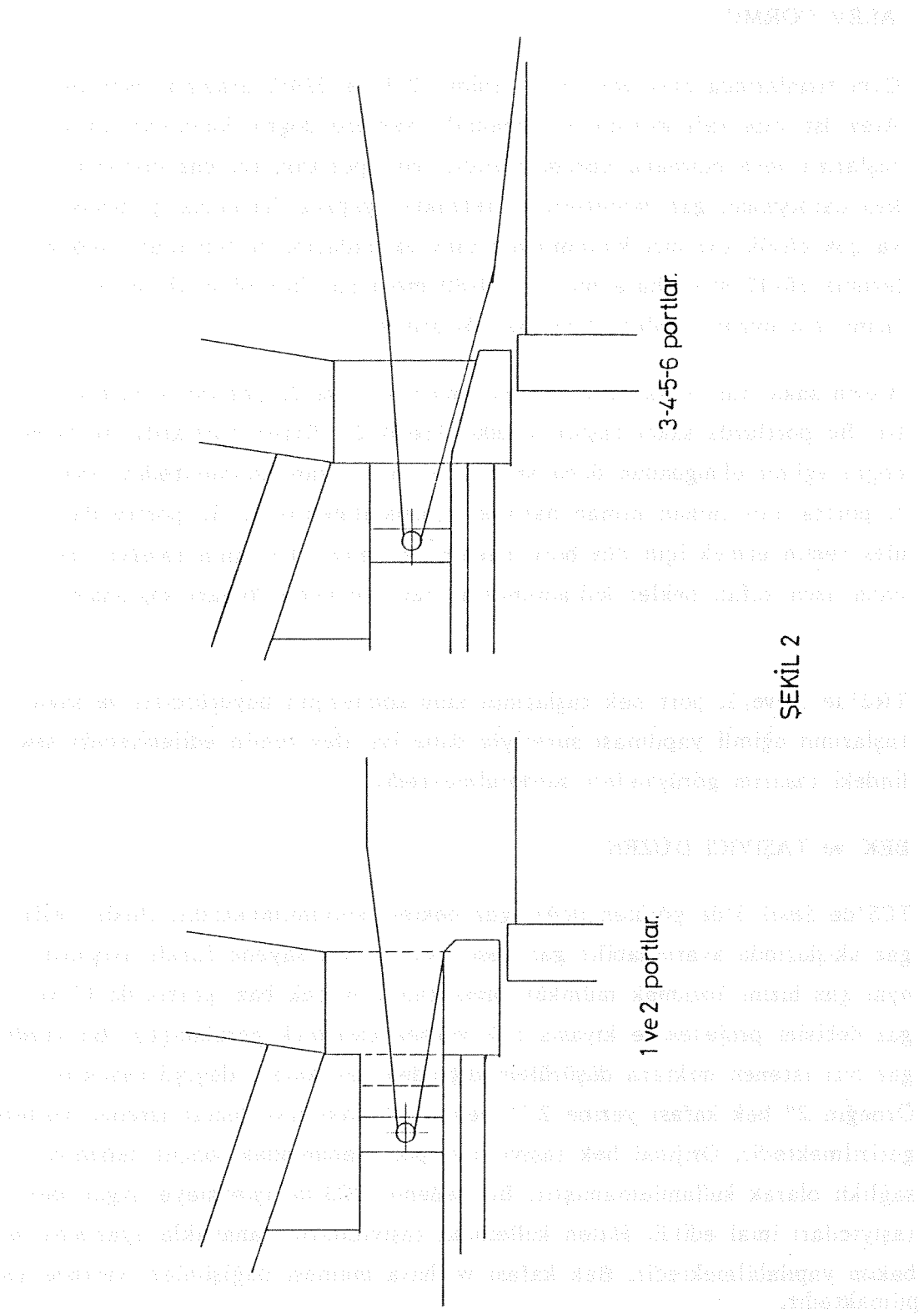
Cam fırınlarında alev boyu fırın eninin 2/3 ile 3/4'ü arasında olmalıdır. Alev üst yapı refrakterine çarpmamalı, kemere doğru dönmemelidir, sakal taşlarına veya harmana çarpmamalıdır. Her porttaki iki gaz demetinin erken çarpışması, gaz demetlerinin refrakter yapıya, harmana çarpması, veya çok düşük gaz hızı kullanılması alev uzamalarına neden olur. Deneyimlerimiz 10-12 m/sn hava hızı ve 70-80 m/sn gaz hızı olan alevlerin TCS fırını için uygun alevler olduğunu göstermiştir.

Alevin sakal taşı veya harmana çarpmasına 1. ve 2. portlarda rastlanmıştır. Bu portlarda sakal taşları düzdür (Şekil 2). Diğer portlarda ise fırına doğru eğimli olduğundan daha kolay alev ayarı yapılabilmektedir. Ayrıca 1. portta alev zaman zaman harmana çarpabilmektedir. Bu portta daha iyi alev temin etmek için düz boru bekleri ve uzman firmanın tavsiye ettiği daha uzun kafalı bekler kullanılmasına rağmen henüz başarı sağlanamamıştır.

TR2'de 1. ve 2. port bek taşlarının alev konilerinin büyütülmesi ve sakal taşlarının eğimli yapılması suretiyle daha iyi alev temin edilebileceği şeklindeki tasarım görüşmeleri sürdürülmektedir.

## BEK ve TAŞIYICI DÜZEN

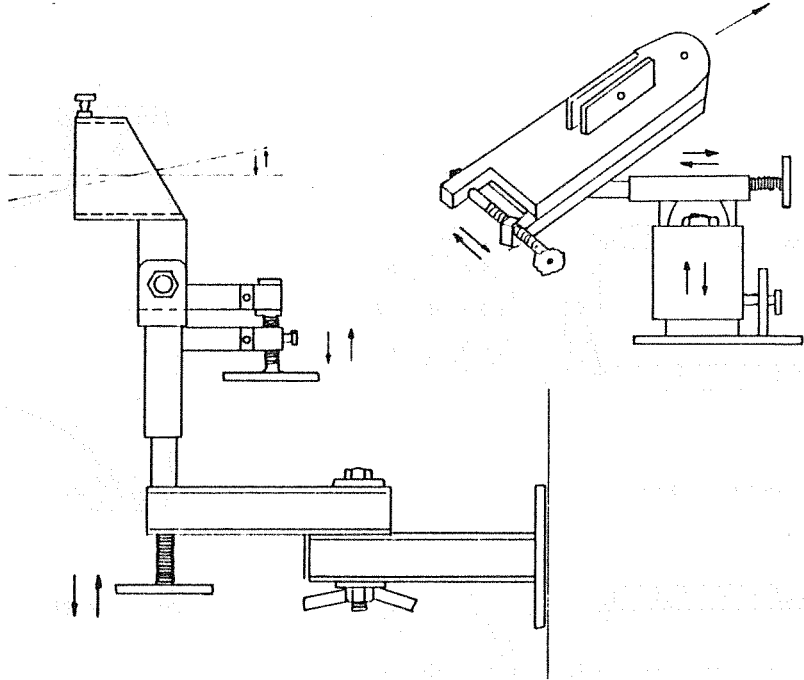
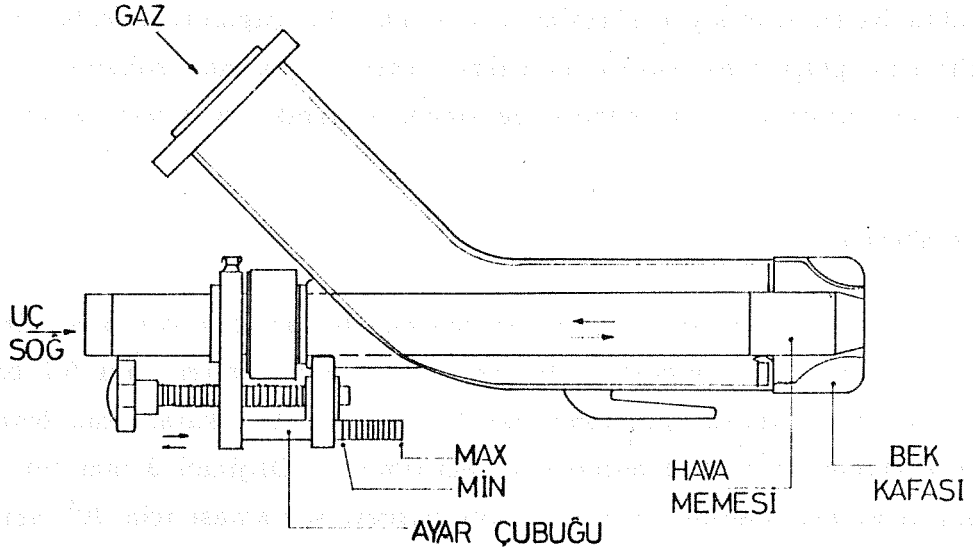
TCS'de Şekil 3'de görülen doğal gaz bekleri kullanılmaktadır. Bekin çeşitli gaz akışlarında ayarlanabilir gaz kesiti vardır. Bu sayede farklı akışlarda aynı gaz hızını korumak mümkün olmaktadır. Ancak bazı portlarda (1 ve 2) gaz debisini projedekine kıyasla çok yüksek çalışmak gerekmiştir. Bu yüzden gaz hızı istenen miktara düşürülemediğinden bek kafası değiştirilmektedir. Örneğin 2" bek kafası yerine 2.2" veya 2.3" takılarak hızlar istenen yerlere getirilmektedir. Orijinal bek taşıyıcıları port tabanındaki engel nedeniyle sağlıklı olarak kullanılamamıştır. Bu nedenle TCS'de işletmeye uygun bek taşıyıcıları imal edildi. Halen kullanılan taşıyıcılarla rahatlıkla ayarlama ve bakım yapılabilmektedir. Bek kafası ve hava memesi değişimleri yerinde yapılmaktadır.



ŞEKİL 2

ALTYAPU VEYA



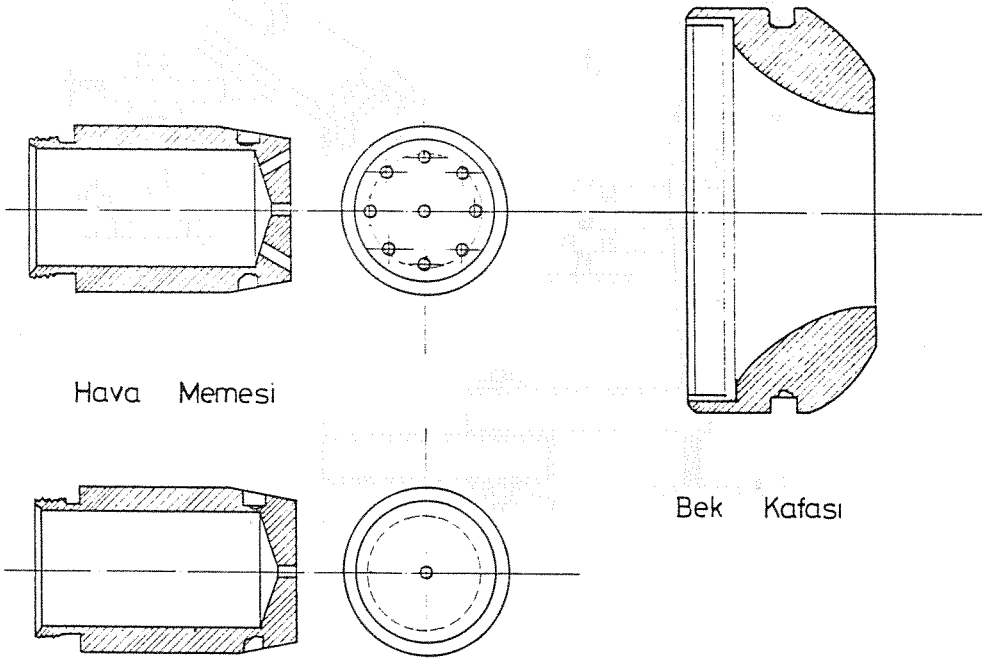


ŞEKİL 3

Ancak aşırı şekilde yanmış olanları ise bekin komple dışarı alınmasını gerektirebilir. Bu işlem için sıcak ortamda bek flanşının sökülmesi uzun süre almakta bazen enversiyon süresini aşmaktadır. Bu bağlantının çabuk sökülebilir hale getirilmesi yararlı olacaktır. Taşıyıcı düzende kullanılan civatlarda bek kafası ve hava memesinde sıcağa dayanıklı özel yağ kullanılmaktadır.

### UÇ SOĞUTMA

Yanmayan bekin kafasını sıcaktan ve harman tozlarından korumak için kullanılır. Enversiyona bağlıdır. Her bek için tavsiye edilen hava 0.2 bar ve  $10 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'tir. Ancak işletmenin hava ihtiyacı ve bek kafalarının ömrü izlenerek kullanılan miktar minimuma indirilmiştir. Orijinali 3 mm tek delikli olan hava memelerine, daha iyi hava perdesi sağlaması için  $30^\circ$  açılı 8 delik açıldı (Şekil 4).



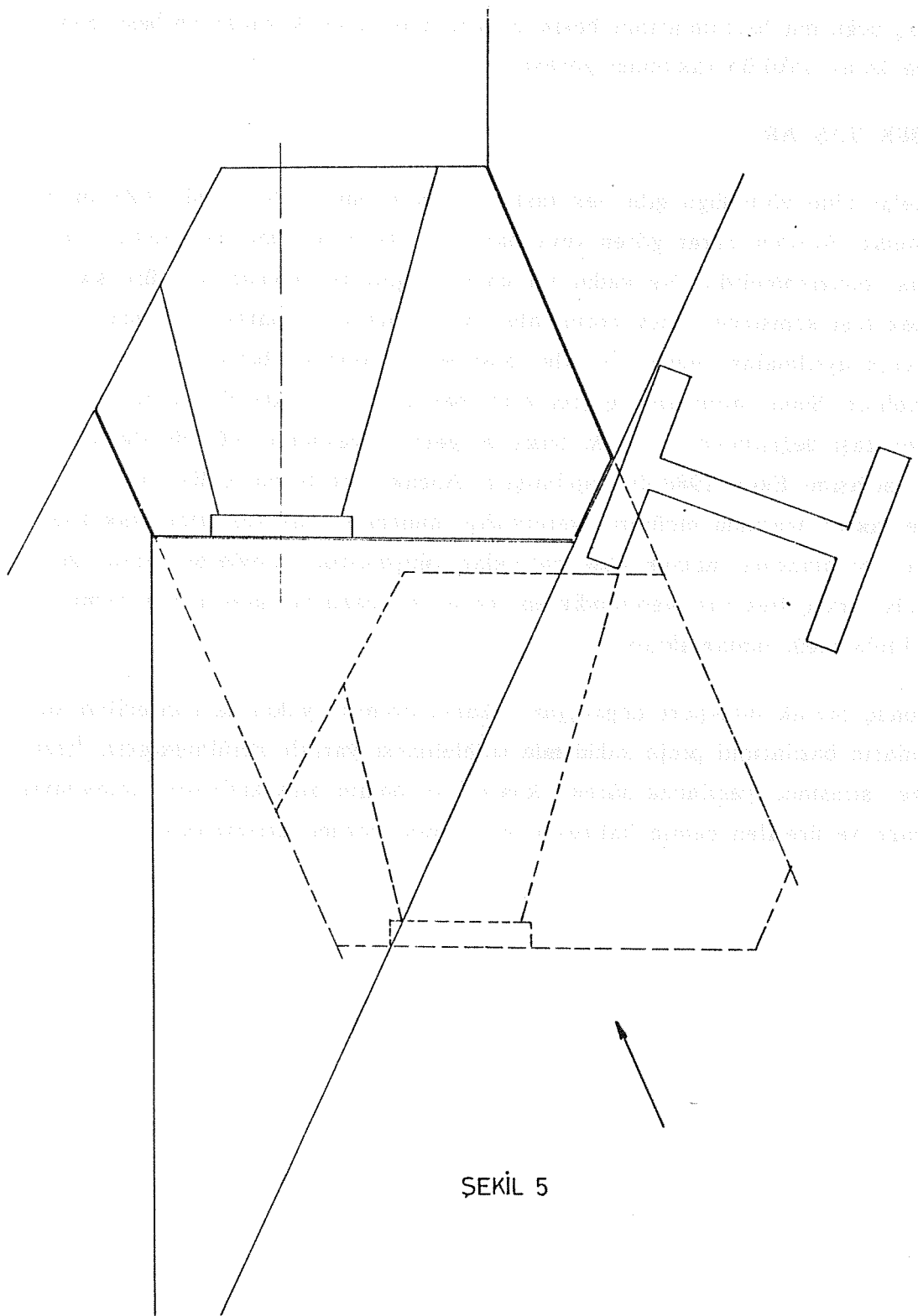
ŞEKİL 4

Uç soğutma hortumlarının bekin ayarını bozmayacak kadar serbest olması ve kolay sökülüp takılması gerekir.

## BEK TAŞLARI

Şekil 5'de görüldüğü gibi bek taşları 76 mm delikli  $30^\circ$  konik AZS malzemedir. Alevden zarar gören veya harman tozları birikmiş bek taşları sık sık temizlenmelidir. Ne kadar iyi bakım yapılırsa yapılsın bir süre sonra bek taşı konisinde yüzey bozulmaları ve damlacıklar hatta çatlamlar ve parça ayrılmaları oluşur. İyi alev elde etmek için bu birikintiler temizlenmelidir. Sonuç alınmazsa geçici ZRX bek plakaları yapılabilir. Bu işlem bek taşı değişiminden önceki basit ve geçici çözümdür. TCS'de ilk bek taşı değişimi Ekim 1988'de yapılmıştır. Ancak port boynu çelik kolonları ile refrakter arasında ölçülerin yetersizliği nedeniyle bek taşı fiberfrax kağıt ile korunmasına rağmen köşe çatlakları oluşmuştur. Alevlerden zarar görmüş birkaç bek taşı yenilendikten sonra çok daha iyi alev formu temin edilebileceği umulmaktadır.

Sonuç olarak side-port doğal gaz yakan fırınlarda yukarıda bahsedilen konuların bazılarının proje sahasında irdelenmesi yararlı görülmektedir. İşletme sırasında yapılacak sürekli kontrol ve bakım alev kalitesini dolayısıyla izabe ve üretilen camın kalitesini ve fırının ömrünü artıracaktır.



SEKIL 5

## PRES ÜFLEME MAMULLERİNİN SERTLEŞTİRİLMESİ

Selçuk GÖKMENOĞLU-Adnan ÖZABACI

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

1984 yılında üretime başlamış olan Kırklareli Cam Sanayii'nde pres mamulleri istenilen standartlara uygun olarak sertleştirilebilmektedir. Ancak özellikle dünya pazarlarındaki payımızı artırmak amacıyla pres-üfleme mamullerinin de sertleştirilmesine yönelik çalışmalarımız başlamıştır.

Bu konu ile ilgili denemelerimiz pres mamullerin sertleştirilmesi için kullandığımız kırılmaz hattında sürdürülmüş ve ince cidarlı olan pres-üfleme mamullerine kırılmazlık için gerekli olan şartlar sağlanabilmiştir. Makinada şekillendirilen mamulün kırılmazlık ünitesinde kademeli olarak sıcaklığı artırılmış, daha sonra mamulün iç ve dış yüzeylerine uygun değerlerde basınçlı hava verilerek kırılmazlığı sağlanmıştır.

Bu proses sonunda yapılan kırılmazlık testlerinde çekme ve basma gerilmelerinin birbirini dengelediği görülmüştür.

**NOT: BU BİLDİRİNİN GİZLİLİĞİ GEREKTİREN ÖZGÜN BİLGİLERİ KAPSADIĞINDAN) BASILMASI SAKINCALI GÖRÜLMÜŞTÜR.**

## CAM KOMPOZİSYONUNUN OPTİMİZASYONU

Gülçin ALBAYRAK-Hale HAYBAT

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

### ÖZET

Günümüzde ticari olarak büyük boyutlarda üretilen camlar bir oksitler karışımı olarak ifade edilebilir. Bu oksitlerin cins ve miktarları camın kompozisyonunu belirler.

Kompozisyon seçimine etki eden faktörler mamulün kullanım amacına uygun özellikleri, hammadde özellikleri, maliyet, eritme-şekillendirme yöntemleri ve çevre koruma ilkeleri olarak belirlenebilir. Etkenlerin öncelik sıralaması ürün türüne göre değişir ve kompozisyon seçimi her birinden belirli tavizler verilerek gerçekleştirilir.

Geçtiğimiz yıllarda, Araştırma Müdürlüğümüzde, şirketlerimizde üretilmekte olan bazı cam kompozisyonlarında anılan yaklaşımlar çerçevesinde çalışmalar yapılmıştır.

Düz cam kompozisyonunda yapılan bir çalışmada terkip, camın erime özellikleri ve kristallenme sıcaklığı esas alınarak belirlenmiştir.

Sınai kapla ilgili bir çalışmada maliyeti düşürmek esas alınmış, bu husus hammadde spesifikasyonlarının değiştirilmesiyle sonuçlanmıştır.

El imalatı züccaciye kompozisyonu konulu çalışmada ise, terkipte mamulün cazibesini ve dolayısıyla pazar payını artırmaya yönelik incelemeler yapılmış, tespit edilen kompozisyonla hedeflenen özelliklere ulaşılmış, ancak camın harman maliyeti artmıştır.

Yukarıdaki örneklerden de görüleceği üzere cam kompozisyonu seçimi, etkin faktörlerin getirdiği avantajlardan bir veya birkaçının maksimizasyonu değil, tümünün bir arada ve belli taviz dengeleri içinde düşünüldüğü bir optimizasyon çalışmasıdır.

## 1. GİRİŞ

Ticari olarak günümüzde üretilen türlerine bakıldığında, cam bir oksitler karışımı olarak düşünülebilir. Bu oksitlerin cins ve miktarları camın kompozisyonunu oluşturur. Bugün düz cam, cam kap ve züccaciye gibi çeşitli türlerde üretilen camlar, sadece farklı ürün cinsleri arasında değil, aynı ürün türü içinde dahi geniş bir kompozisyon yelpazesine sahiptirler. O halde, acaba cam kompozisyonlarını ne belirler? Bu bildirimizde, cam kompozisyonlarının seçimine etki eden faktörler üzerinde duracak, bu konudaki düşünce tarzımızı fabrikalarımızda üretilmekte olan muhtelif camların kompozisyonlarında yaptığımız çalışmalarla örneklere çalışacağız.

## 2. KOMPOZİSYON SEÇİMİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kompozisyona etki eden faktörler beş ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

- . ürünün kullanım özellikleri,
- . hammadde kaynakları,
- . camın eritilmesi ve şekillendirilmesi,
- . maliyet, ve
- . çevre koruma ilkeleri'dir.

### 2.1. Ürünün Kullanım Özellikleri

Tüm sınai üretim dallarında olduğu gibi cam sanayiinde de hedef pazarın talep ettiği kalitede, diğer bir deyişle kullanım amacına uygun niteliklere sahip mamul üretmektir. Örneğin; fırın kabı olarak kullanılacak bir cam kabın termal şok dayanıklılığının yüksek olması istenir. O halde bu camın ısıl genleşme katsayısı düşük olmalıdır. Dolayısıyla cam kompozisyonu seçiminde birinci etken nihai üründe aranan fiziksel ve kimyasal özelliklerdir.

## 2.2. Hammadde Kaynakları

Kompozisyon seçiminde etkin olan diğer bir husus ülkenin veya çevrenin hammadde kaynaklarıdır. Örneğin şişe camlarının  $Al_2O_3$  içerikleri genelde, Avrupa'da % 1.3-2.0, ABD'nin doğusunda % 1.5 civarında seyretmektedir. Buna mukabil aynı değer ABD'nin batısında yüksek  $Al_2O_3$  içerikli Güney Kaliforniya kumlarının kullanılması nedeniyle % 5.6'ya çıkar. Kanada ve Sri Lanka'da ise % 0.6 gibi çok düşük  $Al_2O_3$  yüzdelerine rastlanmaktadır.

## 2.3. Camın Eritilmesi ve Şekillendirilmesi

Üçüncü bir etken ise camın eritilmesi ve şekillendirilmesidir. Akışkanlarca zengin ve yüksek sıcaklık viskozitesi düşük olan bir kompozisyon kolay erimesi nedeniyle tercih edilir. Eritme teknolojisinin getirdiği imkanlar ve kısıtlar da cam kompozisyonunun seçimini etkiler. Örneğin, bazı fırın dizaynları ve işletme koşullarının sağlanmasıyla cam kap kompozisyonlarında genelde  $\sim$  % 14 seviyelerinde seyreden  $Na_2O+K_2O$  toplamı, % 11.5-12.0'lere indirilebilmiş ve soda sarfiyatlarının azalması nedeniyle harman maliyetlerinde düşüşler kaydedilmiştir. Diğer taraftan şişe fırınlarında kampanya sonlarında terkibe bir miktar  $Li_2O$  ilave etmek halen kullanılmakta olan bir uygulamadır. Bu katkı ile harman maliyeti artırılmakta ancak kompozisyon daha kolay erir hale geldiğinden fırın düşük sıcaklıkta çalıştırılmakta ve kampanya süresi bir miktar artmaktadır.

Şekillendirme sırasında kullanılan yöntemler de camın bazı fiziksel özelliklerini, dolayısıyla kompozisyonunu dikte eder. Örneğin, düz cam, özellikle Fourcault yöntemiyle şekillendirilen düz camların düşük kristallenme sıcaklığına sahip olması istenir. Şişe üretiminde ise bağlı makina hızının yüksek olabilmesi için düşük sıcaklık viskoziteleri yüksek olmalıdır.

Özetlenecek olursa, camın kompozisyonuyla direkt bağlantılı olan



harmandan arınma süresi ve yüksek sıcaklık viskozitesi eritmede, tüm viskozite özellikleri ve kristallenme sıcaklığı şekillendirmede önem taşır.

#### 2.4. Maliyet

Kompozisyon seçiminde en önemli etkilerden biri de maliyettir. Cam üretiminde maliyetleri düşürebilmek için ucuz hammaddeler kullanılarak oluşturulabilen, kolay eriyen, hatasız ve kolay şekillenebilen kompozisyonlar tercih edilir.

#### 2.5. Çevre Koruma İlkeleri

Son zamanlarda gündeme gelen ve giderek önem kazanacak olan diğer bir kısıt çevre koruma ilkelerinden kaynaklanan bacalardan gaz ve partikül halinde atılan atıkların sınırlandırılmalarıdır. Gayet tabii ki bu atıkları bacalarda alınabilecek filtre ve benzeri önlemlerle tutmak mümkündür. Ancak daha sağlıklı bir önlem F, Cl gibi çevre yasasıyla sınırlandırılmış olan malzemelerin kullanımını sınırlamaktır. Bilindiği gibi bu malzemeler genellikle harmana afinyasyon amacıyla katılırlar. Bunların kullanımının tamamen veya kısmen kaldırılması yine cam kompozisyonunun tespitine önemli etkilerde bulunacaktır.

Cam kompozisyonu tesiptine etki eden bu faktörlerin öncelik sıraları ürün türlerine göre aynı değildir. Örneğin düz cam, sınav kap ve züccaciye ürünleri için bu sıralama aşağıdaki gibi yazılabilir.

### Kompozisyon Tasarımındaki Etkin Faktörlerin Ürün Türüne Göre Öncelik Sıralaması

Düz Cam	Sınai Kap	Züccaciye
1. Hammadde kaynakları	1. Kimyasal dayanıklılık	1. Optik özellikler (renk, kırılma indisi)
2. Maliyet	2. Maliyet	2. Kimyasal dayanıklılık
3. Kimyasal dayanıklılık	3. Hammadde kaynakları	3. Hammadde kaynakları
4. Optik özellikler	4. Optik özellikler (renk)	4. Maliyet

Bu sıralamada yer alan faktörler birbirini de etkilemektedir ve bu nedenle de kompozisyon tespiti her bir faktörden belirli tavizler verilerek gerçekleştirilebilmektedir.

Geçtiğimiz yıllarda Araştırma Müdürlüğümüzde düz cam, sınai kap, ve züccaciye kompozisyonlarına ilişkin bazı çalışmalar yapılmıştır. Yukarıda konulmaya çalışılan bakış açıları sanırım bu örneklerle daha net olarak açıklanabilir.

#### ÖRNEK 1

1. Örneğimiz düz cam kompozisyonuna aittir. 1987 yılı sonlarına doğru Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de yaşanan bir problem döneminde camda vollastonit tipi kristal hatalarına rastlanmış, fırın içinde köpük-habbe hattı ise eskiye oranla ileriye kaymıştı. Bu hataların giderilmesi için bir kompozisyon çalışması yapılmış olup bu çalışmada hedef, camın kristallenme sıcaklığını düşürmeye ve erimeyi kolaylaştırmaya yönelik olmuştur.

Çalışmanın başlangıcında camın kompozisyonu ve kristallenme sıcaklığı ana

hatlarıyla şöyledir.

	%	
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	= 73.2	
CaO	= 8.7	}
MgO	= 3.9	
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	= 13.8	
		12.60
TL= $980 \pm 5^\circ\text{C}$		

Literatür bilgilerimize göre kompozisyonda  $\text{Na}_2\text{O}$  miktarının arttırılıp toplam alkali metal oksitlerindeki CaO/MgO oranının MgO lehine kaydırılması kristallenme sıcaklığını düşürmektedir. Ayrıca CaO/MgO oranının camın erime hızına etki ettiği de bilinmektedir. Bu itibarla yukarıda verilen kompozisyonda  $\text{R}_2\text{O}$  miktarı % 14.10'a çıkarılıp RO miktarı 12.30'a düşürülmüş; ayrıca farklı CaO/MgO oranlarında erime hızı ve kristallenme sıcaklığı deneyleri yapılmıştır. Alınan sonuçlar şöyledir:

	Başlangıç Kompozisyonu	1.Öneri	2.Öneri	3.Öneri	Uygulama
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2
CaO	8.7	8.46	8.20	7.91	8.06
MgO	3.9	3.84	4.10	4.39	4.24
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	13.8	14.10	14.10	14.10	14.10
$\Sigma \text{RO}$	12.60	12.30	12.30	12.30	12.30
CaO/MgO	2.23	2.20	2.0	1.80	1.9
Kristallenme Sıcaklığı, $^\circ\text{C}$	980	967	953	940	

### Eritme Deneyi Sonuçları

Eritme Süresi (dak.)	Erimemiş Harman % si			
	10	8	8	10
15 dak. sonra	10	8	8	10
20 dak. sonra	8	5	2.8	3.5
30 dak. sonra	1.80	1.80	1.80	2.0

Sonuçlardan da görüleceği üzere en düşük kristallenme sıcaklığı 3.öneri olarak belirtilen kompozisyonla verilmişken 2.öneri erime bakımından daha olumlu sonuçlar vermiştir. Bu nedenle uygulamaya 2. ila 3.öneri arasında bir kompozisyonla başlanmış ancak erime hızı istenilen düzeyde olmadığı için kompozisyon 2.öneriye doğru kaydırılmıştır.

Bu örnekte cam kompozisyonu,

- Şekillendirme nedeniyle camdan istenen özellikler,
- Erime koşulları itibariyle camdan istenen özellikler, göz önüne alınarak optimize edilmiştir.

### ÖRNEK 2

İkinci bir örnek biraz daha farklı karakterde olmasına rağmen düşünce tarzımızı göstermesi itibariyle önemli olup cam kap kompozisyonlarıyla ilgilidir.

Bilindiği gibi cam kap üretiminde en önemli hususlardan biri maliyetleri düşürerek camı ucuz bir ambalaj malzemesi haline getirmektir. Bu konuyla ilgili olarak sıklıkla başvurulan çarelerden üçü

- . yüksek cam kırığı ile çalışma,
- . indirgen ortamda eritme, ve
- . ucuz hammadde kullanımı,

olarak sıralanabilir.

Bu çareler uygulandığında, elde edilecek sonuçlar;

1. Yüksek cam kırığı kullanımı nedeniyle daha az hammadde kullanımı, dolayısıyla harman maliyetinde düşüş,
2. Yine yüksek cam kırığı kullanımı nedeniyle yakıt giderlerinde azalma,
3. İndirgen ortamda eritme dolayısıyla yakıt giderlerinde azalma ve
4. İndirgen ortamda eritme ve yüksek cam kırığı kullanımının bileşik etkisi olarak fırın çekişinde artış olarak belirtilebilir.

Buna mukabil, yüksek cam kırığı ve ucuz hammadde kullanımının her ikisi de, camdaki demir oksit miktarının artması nedeniyle renk bozulmasına neden olur. İndirgen ortamda eritme ise camın  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  oranını  $Fe^{2+}$  lehine kaydıracağından yine renk bozulmasına neden olacaktır. Cam rengini düzeltebilmek, diğer bir deyişle camdaki toplam  $Fe_2O_3$  miktarını, toplam maliyetten en az taviz vererek azaltmak için hammaddelerdeki demir miktarını düşürmek gerekir. Böyle bir uygulama ise birim hammadde maliyetinde artışa neden olacaktır.

Dolayısıyla mamulün rengi itibariyle kalitesinden taviz vermemek kaydı ile sıralanan üç unsurdan optimum fayda ancak birim hammadde maliyetinden taviz verilerek gerçekleştirilebilecektir.

Nitekim geçtiğimiz dönemde TK C ve D fırınlarında kullanılan cam kırığı oranının % 40'ın altına düşmemesi prensip kararı olarak alınmış ve bununla bağlantılı olarak dönem dönem camın  $Fe_2O_3$  miktarı çok yükselmiştir. Aynı dönemde renksizleştirme için Ce konsantre uygulamasına da geçilmiştir. Bu uygulama ile cam redoksu eskiye oranla bir miktar indirgene kaymış ve camın habbe sayımında önemli azalmalar kaydedilmiştir. Fakat söz konusu indirgenlik cam rengini önemli oranda bozacak boyutta olmamıştır.

Her iki uygulama da harman maddelerindeki demir oksit miktarının düşürülmesi konusunda çalışmalar yapılmasının gereğini doğrulamaktadır.

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de sözü edilen uygulama daha sonraki bir bildiri-  
de detayıyla açıklanacaktır.

### ÖRNEK 3

Cam kompozisyonu tespiti konusunda yürütülen en kapsamlı çalışmalardan  
biri el imalatı züccaciye camlarımızda yaptığımız bir optimizasyon çalışma-  
sı olmuştur.

Bilindiği üzere el imalat üretiminde genellikle kaliteli sofr ve mutfak eş-  
yası ile vazo, şekerlik, vb. gibi dekorasyon amacıyla da kullanılan ürünler  
üretilmektedir. Bu nedenle el imalat camlarında, diğer cam türlerinde de  
aranılan kolay erime, damar, taş vb. hatalar ihtiva etmeme gibi gereklerin  
yanı sıra ürünün cazibesi bakımından önemli olan düşük habbe seviyesi ve  
renk özellikleri de önem kazanır. Diğer yandan bu tarz ürünlerin stok ve  
kullanma süreleri uzun olabileceğinden, camın kimyasal dayanıklılığı da göz  
ardı edilmemesi gereken bir husustur.

Bu noktalardan hareketle optimizasyon çalışmasında;

- . camın erime-afinasyon özelliklerinin kolaylaştırılması,
- . camın kimyasal dayanıklılığının artırılması,
- . cam renginin Se yerine NiO ile hafif eflatunumsu pembe tonlara  
kaydırılması,
- . bu değişiklikler yapılırken camın işleme özelliklerinin fazla etki-  
lenmemesi, ve
- . AET kristal işaretleme yasasında belirtilen 3. sınıfa girilebilmesi  
hedeflenmiştir.

Alınan kıstaslar ve derlenen bulgular çerçevesinde çalışmalara  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  
 $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$ 'den ibaret basit bir kompozisyonla başlanmış ve yapılan

- . kimyasal dayanıklılık
- . erime-afinasyon
- . kırılma indisi

. renk

. yüksek ve düşük sıcaklık viskoziteleri

gibi özelliklerin geliştirilmesine yönelik laboratuvar denemeleri ile kompozisyon kademe kademe geliştirilerek nihai terkip tespit edilmiştir. Bu kompozisyon ile başlangıçtaki kompozisyonun çeşitli özellikleri karşılaştırıldığında, çalışmanın başında konulan hedeflere ulaşıldığı görülmektedir.

Örneğin,

1. ml. asit sarfiyatı 11.4 ml'den 8.9 ml'ye düştüğünden camın kimyasal dayanıklılığı artmıştır. Bu suretle camın raf ömrü uzamıştır.
2. Harmandan arınma süresi  $117 \pm 2$  dak.'dan  $92 \pm 2$  dak.'ya inmiş,  $1350^{\circ}\text{C}$ 'deki viskozite 2.36'dan 2.28'e düşmüştür. Bu suretle cam daha kolay erir hale geldiğinden fırın sıcaklıklarını düşürme imkanı doğmuştur. Dolayısıyla refrakter korozyonuna bağlı damar hataları azalabilecektir.
3. Cam NiO ile renksizleştirilebilecek, camın albenisi, dolayısıyla pazar payı artabilecektir.
4. Camın  $\sum \text{K}_2\text{O}$  ve BaO içeriği  $> \%10$ , kırılma indisi  $\sim 1.520$ , dansitesi  $> 2.4$  olacağı için cam, AET kristal işaretleme yasasındaki 3. sınıfa girerek pazar payı artabilecektir.
5. Camın diğer fiziksel özelliklerinde büyük boyutta değişme olmadığından şekillendirme koşullarını yeni terkibe göre ayarlamaya gerek kalmayacaktır.

Bu faydaların yanı sıra camın **harman maliyeti** artacaktır. Ancak burada maliyet 1. öncelik taşıyan konulardan olmadığından bu husus göz ardı edilebilir.

## SONUÇ

Yukarıda verilen örneklerden de görüldüğü üzere, cam kompozisyonunun se-

çimi, bu seçime etki eden faktörlerden olan kalite, maliyet, hammadde kaynakları, eritme-afinasyon, şekillendirme koşulları vb. gibi etkenlerden kaynaklanan herhangi bir avantajın maksimizasyonu değil, tüm etkenlerin birlikte düşünüldüğü bir optimizasyon çalışmasıdır.

Bu itibarla, cam üretiminde hammadde, fırın, şekillendirme, mamulün kullanım özellikleri ve albenisi, cam kompozisyonundan bağımsız olarak düşünülmemeli, anılan unsurların birbirlerine olan etkileri birlikte irdelenmelidir.

Ancak şu da unutulmamalıdır ki söz konusu optimizasyon dinamik bir olgudur ve optimizasyon sırasında taviz verilebilecek konulara ilişkin öncelik sıralaması, şartlara göre değişim gösterebilir. Dolayısıyla koşulların değişmesi halinde irdelemeler yeniden ele alınmalıdır.



## CAM FIRINLARINDA FÜZYONUN GRANÜLE EDİLEREK BOŞALTIMASI

Dr. Vahit ÇİFTÇİ-Faik SAVAŞLI  
Esat SERT

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'nin Mayıs 1988'de yapılan 1 no'lu fırın soğuk tamirinde, eski geleneksel fırın akıtma yöntemlerinden farklı olarak fırındaki füzyonun granüle edilerek akıtılmasını sağlayan yeni bir sistem uygulanmıştır. Böylece, daha emniyetli ve kontrollü bir şekilde boşaltmanın yanı sıra, akıtılan camın kırılması işlemi de ortadan kaldırılmıştır. Sistemin prensibi fırın yan bloğunun tabana yakın bölgesinden açılan bir veya birkaç delikten su ceketli oluk üzerine akıtılan erimiş camın yüksek basınçlı su jetine çarpması sonucu kristal parçalara ayrılması ve granüle biçiminde cam kırığı haline getirilmesidir. Elde edilen garnüle cam, fırın atrampajı sırasında tekrar fırın içine püskürtme yöntemiyle kolaylıkla şarj edilmiştir.

### 1. GİRİŞ

Cam Sanayiinde kampanya sürelerini tamamlayarak soğuk tamire alınan fırınlardaki füzyonun boşaltılması işlemi, alışlageldiği biçimde kısmen fırın içinde soğutulmakta veya tamamı fırın dışındaki bir cam havuza kanal vasıtasıyla boşaltılarak katı kütleler haline getirilmektedir.

Bu katı kütleler kalabalık bir ekibin uzun süreli çalışmalarıyla irili ufaklı parçalara ayrıştırılarak fırın içine şarj edilmektedir. Böyle bir çalışma uzun süre ve fazla işçilik gerektirmektedir.

Granüle cam akıtma sistemiyle akıtılan camın kırılması işleminin orta-

dan kaldırılmasının yanı sıra daha emniyetli ve kontrollü bir boşaltma sağlanmaktadır.

## 2. SİSTEMİN TANITILMASI

Şekil 1'de gösterildiği gibi sistemin ana elemanlarını;

- . Fırın yan bloğunun tabana yakın bölgesinden açılan delik ve kapama tapası
- . Refrakter kaplı "V" şutu
- . Su ceketli Cr-Ni oluk
- . Taşıyıcı oluk
- . Yüksek basınçlı su nozulları ve devreleri, oluşturmaktadır.

Açılan fırın deliğinden, cam ergiyik halde refrakter kaplı "V" şutu aracılığı ile su ceketli Cr-Ni oluk içine boşaltılırken yüksek basınçlı su jeti ile çarpıştırılır.

Buradan boşaltma noktasına kadarki yol boyunca taşıyıcı oluk vasıtasıyla hem yönlendirilir, hem de soğutulmuş granüle hale getirilir ve bir havuzda toplanır.

## 3. GRANÜLE CAMIN ELDE EDİLMESİ

Akıtma işlemi üç aşamada oluşmaktadır.

- a. Tesisatın hazırlanması ve montajı
  - b. Deliğin açılması
  - c. Camın granüle edilerek akıtılması
- a. Şekil 1'de görüldüğü tarzda yukarıda belirtilen malzemelerin hazırlanması, yerlerine montajı ve su tesisatının test edilmesi işlemleri yapılır.
  - b. Yan blok malzemesinin (Elektro refrakter malzeme ER 1711 veya 1681) delinmesi işlemi pnömatik olarak çalışan su soğutmalı CAROT

matkap, tespit edilen delik eksenine göre monte edilerek delme işlemine başlanır.

Matkabın yan bloğu delme işlemi sonuna doğru su ile soğutulan matkap erimiş cama girerken camın az bir alanını bölgesel olarak soğutur. Matkap geri çekildiğinde soğumuş cam açılan deliği tıkar. Bu eriyiğin akması için arzu edilen bir sonuçtur. Çünkü delme ekipmanının geri çekilmesi ve tapanın takılması için zaman kazanılmış olmaktadır.

Delik çapına göre seçilen matkap ucunun kesme ağızları sentetik elmas ile emprenye edilmiş olup, elmasın yüzeyleri, max. mukavemeti ve aşınmaya karşı direnci sağlaması için düzgün şekilde işlenmiştir.

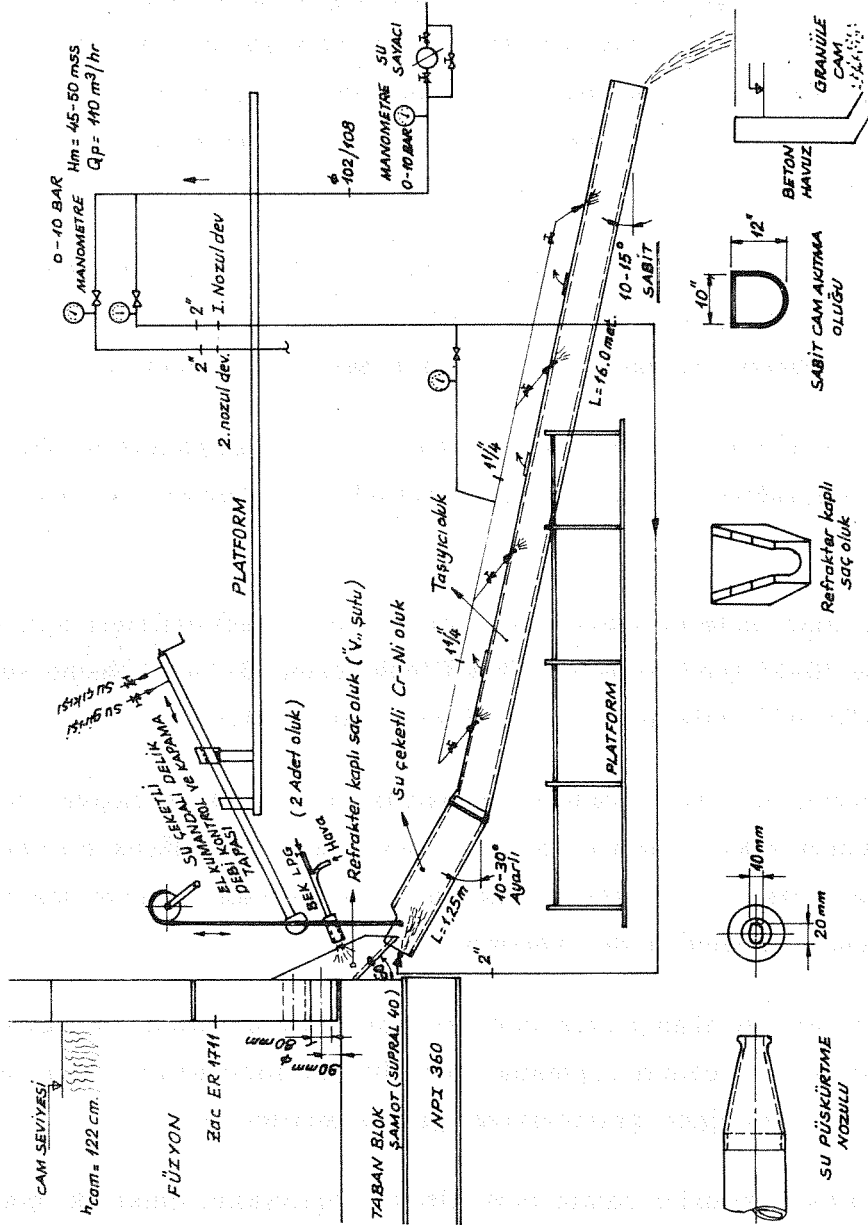
Tapa geri çekilerek oluktan camın akıtılabilmesi çalışmalarına başlanır. Normal akış sağlanabilmesi için gerektiğinde LPG bekleri ile delik bölgesi ısıtılır.

- c. Camın granüle edilerek akıtılması. Camın granüle edilebilmesi için literatüre göre 10-15 ton/h debi ve 1300°C'deki cama 5-7 bar basınç ve yaklaşık 40-50 m<sup>3</sup>/h miktarında su verilmesi gerekmektedir.

"V,, şutundan, su ceketli oluk içine akıtılan cama dik ve taşıyıcı oluk doğrultusunda yüksek hızlarda su jeti püskürtülür. Bu yüksek hızlardaki su jeti camı ileri doğru iterek yüzdürür. Yol boyunca da cam soğutulurak granülasyon işlemini de tamamlar.

Su miktarı ve hızı akan camın debisine göre ayarlanmalıdır. Bu ayar işlemi oluktan akan camın kopmadan sürekliliğini sağlamanın yanı sıra istenilen tane iriliğinde granülasyonu gerçekleştirmelidir.

Havuzda biriken granüle camın oluk altında yığılmasını önlemek için gerektiğinde başka bölgelere nakli yapılarak stoklanması sağlanır. Böylece elde edilen granüle cam püskürtme yöntemi ile atrampaj sırasında tekrar fırına şarj edilebilmektedir.



Şekil 1 : 1. Fırın Granüle Cam Akıtma Tesisat Şeması

#### 4. SİSTEMİN ÇAYIROVA CAM SANAYİİ A.Ş. 1 NO'LU FIRINDA UYGULANMASI

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'de Mayıs 1988'de başlanan 1 No'lu Fırın soğuk tamirinde granüle cam akıtma işlemi uygulanmış olup, başarıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen granüle cam, atrampaj sırasında püskürtme yöntemi ile fırına şarj edilmiştir.

##### a. Tesisatın hazırlanması ve montajı

Fırındaki 1220 ton'luk camın iki delikten akıtılması planlanmış olup, fırın sol taraf (dar kanala yakın olan), dinlenme bölgesindeki yan blokların, tabandan 90 mm. yükseklikte delik eksenleri belirlenmiştir.

Şekil 1'de görüldüğü gibi gerekli teçhizatlar imal edilmiş olup, belirlenen yerlere ilk durumda refrakter kaplı "V,, şutu düşeyle açısı  $60^{\circ}$  olacak şekilde, Cr-Ni oluk (ayarlanabilir;  $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$  arasında), toplam 16 metre uzunluğundaki taşıyıcı oluk ise yatayla açısı  $15^{\circ}$  olacak şekilde montajı yapılmıştır.

$1300^{\circ}\text{C}$ 'de tek delikten maksimum 20 ton/h camı granüle edecek şekilde su tesisatı hazırlanmıştır. ( $P=5$  bar,  $Q=60$  ton/h her oluk için)

Her bir oluğa, 2 adet nozuldan ( $d_{\text{noz}} = 10 \times 20$  mm. eliptik kesitli), 4-5 bar basınç ve yaklaşık  $40 \text{ m}^3/\text{h}$  debisindeki su püskürtülmüş olup, geri kalan  $15-20 \text{ m}^3/\text{h}$  civarındaki su ise taşıyıcı kanal üzerine 4'er metre aralıklarla, ayarlanabilir şekilde, oluk eksenine  $15^{\circ}$  açı yapacak tarzda 4 adet aynı kesitli nozuldan verilmiştir.

Bu arada matkap için gerekli olan 4-5 bar basıncındaki hava, soğutma suyu, camın akma bölgesinin ısıtılması için gerekli olan LPG hattı ve beklerinin montajları da yapılmıştır. Ayrıca su ceketli delik kapama tapaları eksenlere göre ayarlanabilir şekilde yerleştirilmiştir.

Tesisat ile ilgili hava, LPG ve su kontrol vanalarına platform üzerin-

den kumanda edilecek tarzda monte edilmişlerdir.

### b. Delik delme işlemi

Pnömatik matkap tezgahının delik eksenine dik olacak şekilde bağlantısı yapılarak, delik açma işlemine 80 mm. çapındaki matkap ucu ile başlanmıştır. İlk etapta eritme tarafına yakın olan delik açılmıştır. Delme işlemi sonrası matkap geri çekilerek, matkap ucu soğutma suyu ile soğuyan bölge 2 adet LPG bekleri ile ısıtılarak ve kanca ile çekilerek camın su jeti üzerine akıtılması sağlanmıştır.

Bu arada ikinci deliğin de delinmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

### c. Camın akıtılması

Başlangıçta 4-5 kg'lık katı kütleler halinde havuzda oluşan cam yaklaşık bir saat içinde sistemin sürekli rejime sokulmasıyla 5-20 mm. boyunda 10 mm. çaplı parçalar haline dönüşmüştür.

Böylece istenilen sonuca çok kısa sürede, başarıyla ulaşılmıştır.

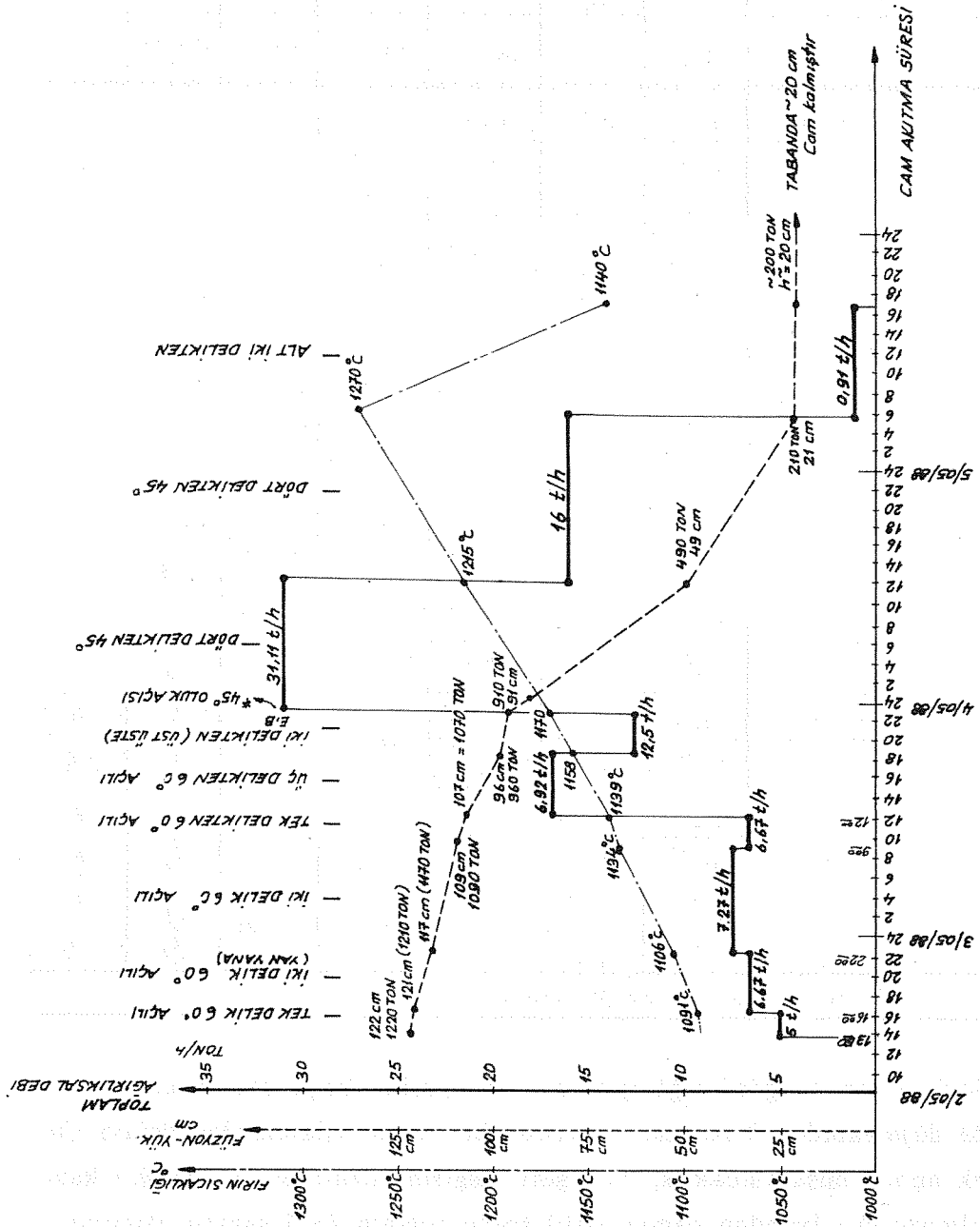
Tablo 1 ve Şekil 2'de görüleceği gibi başlangıçta planlanan şekilde 80 mm. çapındaki iki delikten cam akıtılmış olup, elde edilen cam debisinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Bunun sebebinin taban sıcaklığının düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışma havuzu kubbe kemerine zarar vermemek için taban sıcaklığı kısa sürede yükseltilemediğinden delik adedinin arttırılması yoluna gidilmiştir. Bu amaçla deliklerin üzerine eksenler arası 80 mm. olacak tarzda birer ilave delik açılmıştır. Bu arada refrakter kaplı "V,, şutunun akışı engellediği görüldüğünden, şutlardan bir tanesinin düşeyle olan açısı  $60^{\circ}$ 'den  $45^{\circ}$ 'ye düşürülmüştür. Böylece cam debisi Şekil 2'de görüldüğü gibi 31,11 ton/h'a ulaşmıştır. "V,, şut açısı değiştirilen deliklerden akan toplam camın diğer deliklerin toplamından akan cama göre % 60 fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1.

KOD NO	TARİH	SAAAT	E.SONU	İÇ TAZYİK	AKITILAN TOP.CAM	CAM DEBİSİ	DELİK ADEDİ VE KONUMLARI	
			TABAN SICAK.				°C	mmSS
1	2/5/88	13. <u>50</u>	1091	3.20	10	5.00		
2	"	16. <u>00</u>	1093	"				
3	"	16. <u>00</u>	"	"	40	6.67	(L <sub>2</sub> )	(R <sub>2</sub> )
4	"	22. <u>00</u>	1105	"				
5	"	22. <u>00</u>	"	3.40	80	7.27	(L <sub>2</sub> )	(R <sub>2</sub> )
6	3/5/88	8. <u>55</u>	1134	"				
7	"	8. <u>55</u>	"	"	20	6.67		(R <sub>2</sub> )
8	"	12. <u>00</u>	1139	"				
9	"	12. <u>00</u>	"	"	110	16.92	(L <sub>1</sub> )	
10	"	18. <u>30</u>	1158	"				
11	"	18. <u>30</u>	"	"	50	12.50	(L <sub>1</sub> )	
12	"	22. <u>30</u>	1170	"				
13	"	22. <u>30</u>	"	"	420	31.11	(L <sub>1</sub> )	(R <sub>1</sub> )
14	4/5/88	12. <u>00</u>	1215	"				
15	"	12. <u>00</u>	"	3.50	280	16.7	(L <sub>1</sub> )	(R <sub>1</sub> )
16	"	05. <u>30</u>	1270	"				
17	"	05. <u>30</u>	"	"	10	0.91	(L <sub>1</sub> )	(R <sub>1</sub> )
18	5/5/88	16. <u>30</u>	1140	"				
19	TABANDA 20 cm = 200 TON CAM KALDI.							

Şekil 2'den de görüldüğü gibi cam seviyesine bağlı olarak cam debisi de düşmektedir. Yukarıda belirtilen bir takım işlemlerden dolayı (delik açma, düşük sıcaklık, "V" şutu değişim sırasında iki deliğin kapatılması vb.) fırından camın 1010 ton'u toplam 63.5 saatte akıtılmıştır. Fırın tabanında ortalama 20 cm. = 200 ton füzyon taban soğuması ve delik yerinin tabandan olan yüksekliği nedeniyle akıtılamamıştır. Daha sonra bu cam kırılarak boşaltılmıştır.



Şekil 2 : 1. fırın cam akıtma eğrisi



#### d. Granüle camın fırına şarjı

Havuzda stoklanan 1010 ton granüle cam atrampajın 15. gününde, yani fırın kemer sıcaklığının 1300-1320°C eriştiği anda şarj ağzına monte edilen 2 adet su soğutmalı pnömatik cam kırığı besleyicileri ile (Şekil 3) saatte 20 ton/h debi ile fırına şarj edilmiştir. Cam kırığı şarjında kullanılan her bir besleyici için  $Q = 6000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H_m = 1350 \text{ mmSS}$  kapasiteli Vantilâtör kullanılmıştır.

### 5. TEORİ

Atmosfere açık bir tank'ın altından açılan bir delikten bir sıvının boşalma debisi:

$$\dot{Q} = f(r, \Delta P, l, \eta) \dots \dots \dots (1a)$$

olarak yazılabilir.

Burada:

$r$  = Delik yarı çapı

$\Delta P$  = Basınç farkı

$l$  = Delik uzunluğu

$\eta$  = Sıvının dinamik viskozitesini gösterir.

$$\Delta P = \gamma h \dots \dots \dots (2)$$

$\gamma$  = Sıvının yoğunluğu

$h$  = Sıvı yüzeyinin delik eksenine uzaklığı

Fizikten de bilindiği gibi "Poiseulle" kanununa göre Newtonsal bir akışkanın bir tüpten boşalma debisi:

$$\dot{Q} = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 l \eta} \dots \dots \dots (3)$$

Sıvı cam Newtonsal bir akışkan olmadığından formül (3), sıvı cam akışı için tam uygulanamaz, fakat debinin formül (1) deki parametrelere bağlı olduğunu gösterir. Eğer delik yandan açılmışsa ve delik önünde de

yönlendirici bir savak varsa boşalma debisi:

$$\dot{Q} = f(r, \Delta P, l, \eta, \alpha) \dots \dots \dots (4)$$

olarak yazılabilir.

Burada " $V_{\parallel}$ " şutunun düşeyle olan açısını gösterir.

$\alpha$  açısı ne kadar küçükse akışkan ivmesi dolayısıyla akışkanı aşağı doğru çeken kuvvet o kadar büyük olacaktır.

Eğik düzlem kurallarından da bilindiği gibi, bir eğik düzlem üzerinde kayan bir partiküle etki eden net kuvvet:

$$F = T - R \dots \dots \dots (5)$$

olarak yazılır.

T : Cismi aşağı doğru hareket ettiren kuvvet

$$T = mg \cos \alpha \dots \dots \dots (6)$$

R : Cidarla olan sürtünme kuvveti

$$R = k mg \sin \alpha \dots \dots \dots (7)$$

m : Partikülün kütlesi

g : Yerçekimi ivmesi

k : Sürtünme katsayısı

Böylece net kuvvet:

$$F = mg (\cos \alpha - k \sin \alpha) \dots \dots \dots (8)$$

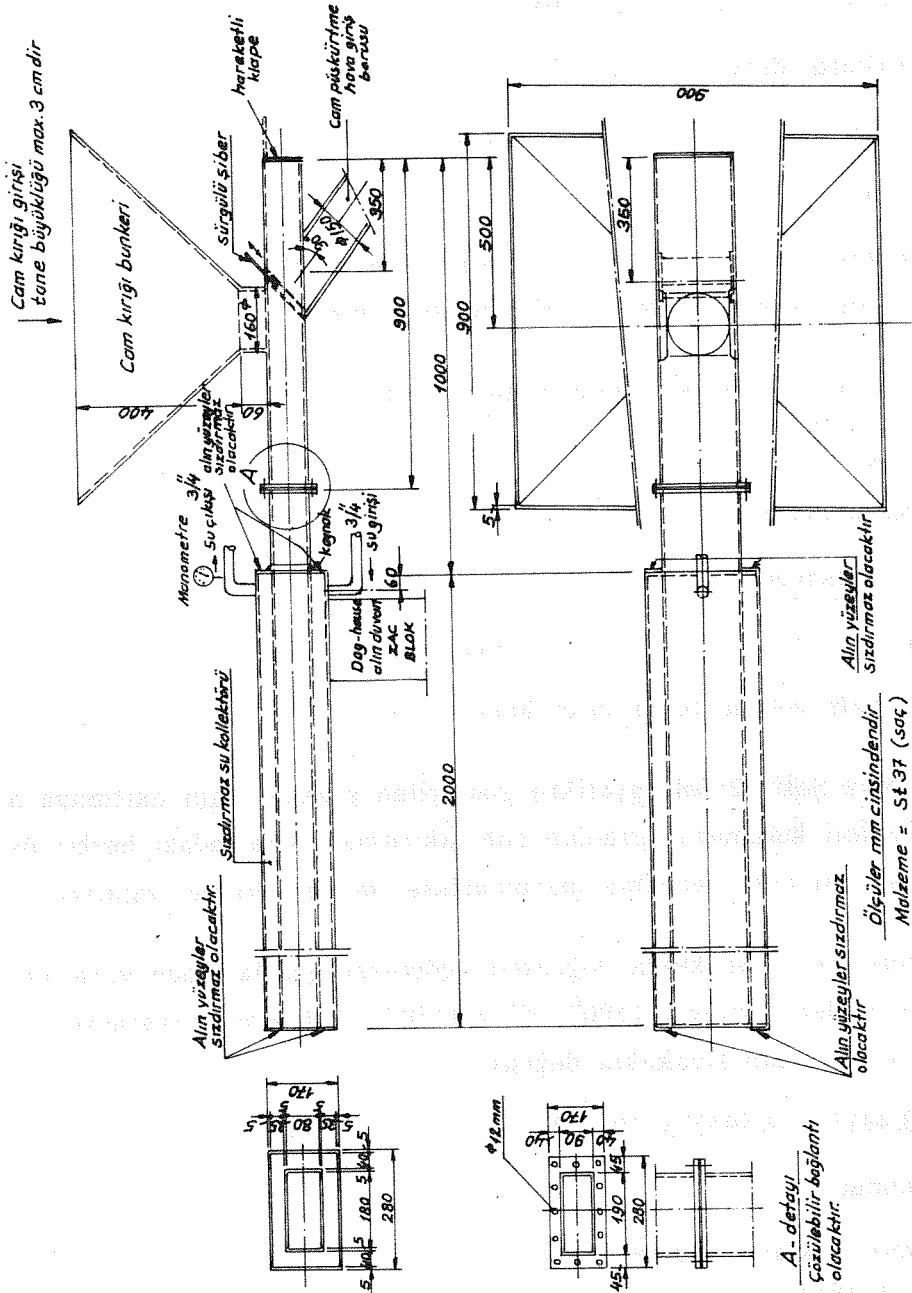
ve ivme

$$a = g (\cos \alpha - k \sin \alpha) \dots \dots \dots (9)$$

olarak yazılır.

Son formülden de görüldüğü gibi k çok küçük olduğundan ikinci terimi ihmal edersek ivme veya hızın savak açısı

" $\cos \alpha$ " ile direkt doğru orantılı olduğu görülür.



Şekil 3: Granüle Cam Besleyicisi

Yine süreklilik denkleminde bilindiği gibi bir akışkanın debisi:

$$\dot{Q} = A \times V \dots \dots \dots (10a)$$

veya ağırlıksal debisi:

$$\dot{G} = \rho \times A \times V \dots \dots \dots (10b)$$

olarak bilinir.

$\dot{Q}$  : Hacimsel debi  $\dot{G}$  : Ağırlıksal debi

A : Akışkanın geçtiği kesit V : Akışkan hızı

Atmosfere açık tanktaki sıvının boşalma hızı:

$$V = c_d \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (11)$$

olarak bilinmektedir.

$C_d$  = Akış katsayısı

$$C_d = f(K, \alpha, \eta) \dots \dots \dots (12)$$

K = Delik ağız şekline bağlı sabit katsayı

Tablo 1 veya Şekil 2'deki grafikte gösterilen granüle cam akıtmaya ait pratik bilgileri kullanarak granüle cam akıtılması sırasındaki herbir delikten akan sıvı cam debisinin matematiksel modellemeleri yapılabilir.

Cam viskozitesinin sıcaklıkla değişimini gösteren grafiklerden yararlanılarak elde edilen verilerin  $1100^\circ\text{C} < T < 1450^\circ\text{C}$  için lineer regrasyonu yapılırsa viskozitenin sıcaklıkla değişimi,

$$\log \eta = 8.4815 - 4.5452 \times 10^{-3} T \dots \dots \dots (13)$$

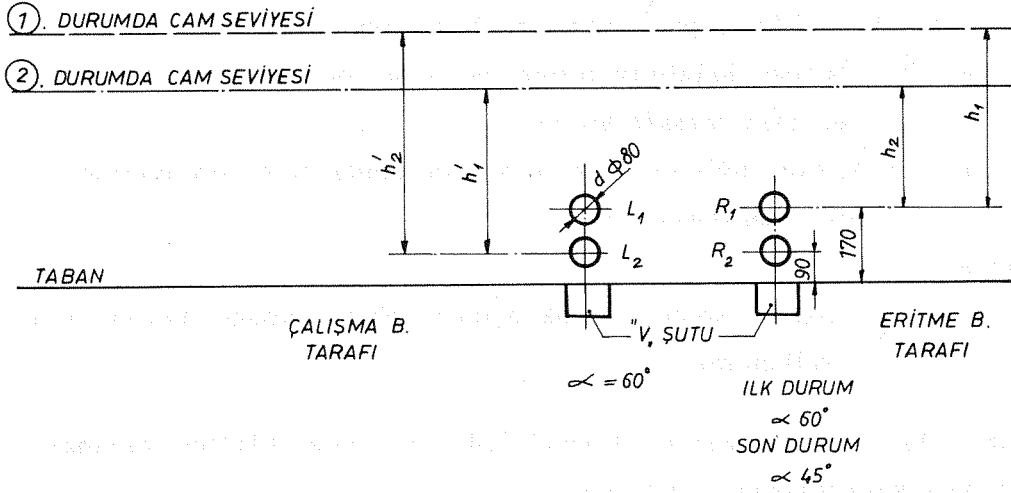
olarak bulunur.

$\eta$  : Dinamik viskozite (poise)

T : Sıcaklık ( $^\circ\text{C}$ )

Şekil 4'te gösterildiği tarzda cam akıtılması esnasında 4 delik kullanılmıştır.

YAN BLOK ÜSTÜ



Şekil 4

Üstteki deliklerin her birinden akan ağırlıksal debiyi:

$$\dot{G} = \frac{G}{T} \dots \dots \dots (14a)$$

$$\dot{G} = A \cdot Cd \cdot \delta \cdot \sqrt{g(h_1 + h_2)} \times 3600 \dots \dots (14b)$$

Altta deliklerin herbirinden akan ağırlıksal debiyi ise:

$$\dot{G} = A \cdot Cd \cdot \delta \cdot \sqrt{g(h_1' + h_2')} \times 3600 \dots \dots (15)$$

Toplam 4 delikten akan debiyi:

$$\Sigma \dot{G} = 3600 \times 2 \delta \times A \sqrt{g} \left[ \sqrt{h_1 + h_2} + \sqrt{h_1' + h_2'} \right] (cd_L + cd_R) \dots \dots (16)$$

şeklinde hesaplıyabiliriz.

Burada:

G : Toplam boşalan cam miktarını (Ton)

$\dot{G}$  : Tek delikten akan sıvı cam ağırlıksal debisini (ton/h)

$\Sigma \dot{G}$  : Toplam deliklerden boşalan sıvı cam ağırlıksal debisini (ton/h)

A : Delik alanını ( $m^2$ )

$t$  : Zamanı (h)

$cd$  : Denklem 12'deki parametrelere bağlı akış katsayısını

$h^1$  ve  $h^2$  : Üstteki deliklerin birinci ve ikinci durumda cam seviyelerinden olan mesafeleri (m)

$h_1'$  ve  $h_2'$  : Alttaki deliklerin ilk ve son durumda cam seviyelerinden olan mesafeleri (m)

gösterir.

$cd_1$  ve  $cd_2$  : Sağ ve soldaki savak açıları değişik olduğundan bu ifadeler kullanılmıştır.

Şimdi, Tablo 1'deki verileri formül (14), (15) veya (16)'da kullanarak Cd Akış katsayılarını tespit edelim.

### "cd" Akış Katsayılarının Tespiti

Kabuller :

1. Tablo 1'deki sürekli şartlar esas alınmıştır.
2. Çayırova Cam San. A.Ş. 1 No'lu fırın füzyonunda;  
1 mm. = 1 TON'dur.
3.  $\gamma$  cam = 2.47 TON/m<sup>3</sup> sabit olarak kabul edilmiştir.

4. Akış katsayısının değişiminin

$$cd = K \times f(\alpha) \times f(\gamma) \dots \dots \dots (17)$$

olduğu kabul edilerek;

$\alpha = 60^\circ$  için  $f(\alpha) = 0.57$  alınmıştır.

$$5. f(\gamma) = \frac{\log \gamma (T=1100^\circ\text{C için})}{\log \gamma (T=T^\circ\text{C için})} \dots \dots \dots (18)$$

6. Delik çapı 80 mm.  $\Rightarrow A = 5.027 \times 10^{-3} \text{ m}^2$   
olarak alınmıştır.

Formül (14a), (14b), (15) ve (16) ile yukarıdaki kabullerin yardımıyla Tablo 1'deki bilgileri kullanarak aşağıdaki tablo düzenlenebilir (Tablo 2).

Tablo 2.

KOD NO	DELİK YERİ		T	G	$h_1$	$h_2$	$h_1'$	$h_2'$	$f(\alpha)$	$f(\gamma)$	K	cd
		°	°C	t/h	m	m	m	m	-	-	-	-
7	R <sub>2</sub>	60°	1134	6.67	-	-	0.98	-	0.57	1.05	0.057	0.0342
8			1139		-	-	-	0.96				
9	R <sub>2</sub> =L <sub>2</sub>	"	1139	5.73	-	-	0.96	-	0.57	1.07	0.050	0.0304
10			1158		-	-	-	0.85				
9	L <sub>1</sub>	"	1158	5.47	0.88	-	-	-	0.57	1.07	0.050	0.0304
10			1170		-	0.77	-	-				
11	L <sub>1</sub>	"	1158	6.08	0.77	-	-	-	0.57	1.09	0.057	0.0356
12			1170		-	0.72	-	-				
11	L <sub>2</sub>	"	1158	6.42	-	-	0.85	-	0.57	1.09	0.057	0.0356
12			1170		-	-	-	0.80				
13	L <sub>2</sub>	"	1170	5.72	-	-	0.80	-	0.58*	1.14	0.057	0.0377
14			1215		-	-	-	0.38				
13	R <sub>2</sub>	45°	1170	10.40	-	-	0.80	-	1.05*	1.14	0.057	0.0384
14			1215		-	-	-	0.38				
15	L <sub>2</sub>	60°	1215	6.18	-	-	0.38	-	0.58	1.23	0.057	0.0406
16			1270		-	-	-	0.10				
15	R <sub>2</sub>	45°	1215	12.48	-	-	0.38	-	1.17	1.23	0.057	0.0820
16			1270		-	-	-	0.10				

### Teorik Hesapların Sonuçları

- \* Kod No (13), (14) L<sub>2</sub> ve (13), (14) R<sub>2</sub> verilerinden görüleceği gibi sıcaklık aynı olmasına rağmen savak açısının değişikliğinden dolayı  $f(\alpha)$ 'da % 70-80 dolaylarında bir artış olmuştur.

Yani  $f(\alpha) = \text{Cotg } \alpha$  olmaktadır.

$\alpha = 45^\circ$  için  $f(\alpha) = 1$  olur.

- Delik ağzına bağlı sabit sayı  $K = 0.057$  olmaktadır.

- $T = 1100^\circ\text{C}$ 'deki viskozite esas alınarak;

Ortalama sıcaklık  $T = 1200^{\circ}\text{C}$  için denklem (18)'den

$$f(\eta) = 1.15 \text{ bulunur.}$$

Bu takdirde denklem (17)'den;

$$cd = 1 \times 0.057 \times 1.15 = 0.0656 \dots \dots \dots (19)$$

bulunur.

Bu değerler denklem 15'de yerine konursa;

$$\dot{G} = 1827 A \sqrt{h_1' + h_2'} \dots \dots \dots (20)$$

denklem 20 ile denklem 14a'nın eşitliğinden, belli bir sürede akan toplam cam miktarı:

$$G = 1827 A \sqrt{h_1' + h_2'} \times t \dots \dots \dots (21)$$

olarak bulunur.

$G$  : Boşalan cam miktarı (ton)

$A$  : Boşalma deliği alanı ( $\text{m}^2$ )

$h_1'$  : Cam yüzeyinden delik eksenine olan mesafenin ilk değeri (m)

$h_2'$  : Cam yüzeyinden delik eksenine olan mesafenin son okunan değeri (m)

$t$  : Boşalma zamanı (h)

Örnek : Delik ekseninden yüksekliği 1100 mm. olan 1100 ton'luk bir fırın füzyonun;

a.  $d^{\phi} = 80$  mm.'lik delikten

b.  $d^{\phi} = 100$  mm.'lik delikten boşalma sürelerini ve boşalma debilerini bulalım.

a. Formül (21)'den  $d^{\phi} = 80$  mm. için  $t = 114.2$  saat

Formül (20)'den  $\dot{G} = 9.6$  Ton/h

b. Yine aynı formüllerden  $d^{\phi} = 80$  mm. için  $t = 73$  saat

$\dot{G} = 15$  ton/h bulunur.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yukarıda belirtilen uygulama ve teorik esas sonucunda,

- a. Refrakter kaplı "V" şutunun mümkün olduğunca düşey ile olan açısının, nozul yerleşim durumu da gözönüne alınarak, 30-45° arasında tutulması uygun olacaktır.
- b. Fırın taban sıcaklığının yüksek olması (1200-1300°C) camın akıcılığı açısından gereklidir.
- c. "V" şutu açısı 45°, cam ortalama sıcaklığı 1200°C ve delik çapının 100 mm. olması halinde, bir delikte saatte 15 ton kapasiteye ulaşılabileceği, iki delik ile toplam füzyonun (1000 ton) yaklaşık 34 saatte fırından boşaltılabilmesi mümkün olacaktır.
- d. Bir deliğin açılmasından (bütün hazırlıklar dahil) camın normal akıtılmasına kadar geçen süre yaklaşık 2 saatlik bir çalışma gerektirmektedir.
- e. Granülizasyon işlemi, gerek cam kırma işlemlerini ortadan kaldırmak ve gerekse camın fırına şarjını kolaylaştırmak açısından aynı zamanda bir maliyet düşürme projesidir.

## REFERANS

Stan Herbert "Drained Furnaces Hapen Faster" Glass Melting and Annealing Plant and Equipment, July 1980 P.265

## CAM SANAYİNDE PLATİN

İsmail TAŞLICA

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

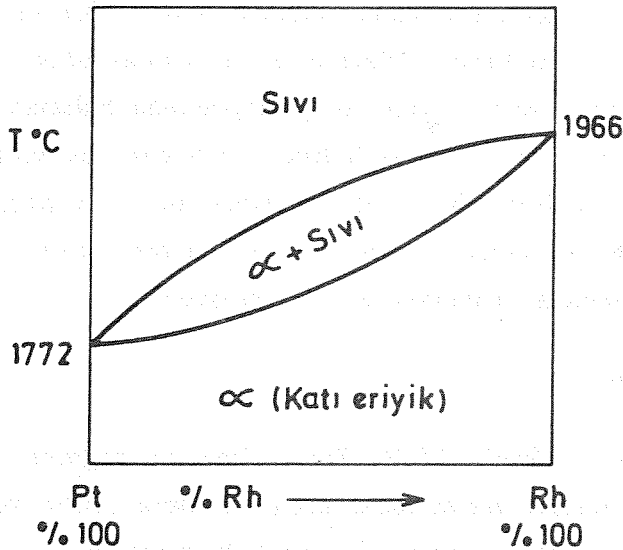
### ÖZET

Günümüzde pazarda rekabet etmek birim maliyetleri düşürmekten geçmektedir. Refrakterin cam ile reaksiyonu sonucu çözünmesi ve erozyona uğraması, inhomojenite ve taş hatasına neden olmaktadır. Dolayısıyla kalite ve üretim verimi düşmektedir. Anılan sorunların çözümünde, reaksiyonun en etkili olduğu skimmer blok, plunger, orifis taşı, spout taşı gibi fonksiyonel refrakterlerin platin - rodyum alaşımından kaplanarak, karıştırıcılar ve bubbler boruları gibi araçların tamamen platin - rodyum alaşımından yapılarak kullanılması daha uzun ömürlü ve problemsiz olmaktadır. Sıcaklık ölçümünde kullanılan termokupulların fırın içerisinde kalan kısımlarına platin koruma borusu uygulaması düşük seramik ve T/C teli stoğuyla çalışmayı sağlamaktadır. Cam elyaf ve Cam yünü üretiminin alternatifsiz üretim aracı Pt-Rh alaşımıdır. Laboratuvarlarda ise platin, kapsül, kroje, kalıp gibi uygulama alanlarına sahiptir. Topluluğumuzdaki ileriye dönük çalışmalar, çağdaş teknolojik yenilikleri uygulamadaki istek, platin kullanımının yanı sıra işlenmesinin de ülkemizde yapılabildiğini gündeme getirmiştir. Şirketimizde kullanılan Pt. miktarının fazla oluşu işlenmesinin de bünyemizde yapılması gereğini doğurmuştur. Bu amaçla geliştirilen Pt atölyesi, tüm kuruluşlarımıza açık olduğu gibi diğer dış şirketlere de hizmet vermektan kıvanç duymaktadır.

### 1. PLATİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Periyodik cetvelin VIII B grubunda yer alan Platin, Paladyum, Rodyum, İridyum, Osmium ve Rutheniyum, Platin grubu metalleri oluşturmaktadır. İlk kez 1750 yılında sanayide kullanılabilirliği keşfedilen platin, yüksek sıcaklıklarda dayanıklılığı, mekanik şekil verilebilirliği, kimyasal etkilere

karşı asal davranışı, termoelektrik özellikleri ile günümüzde kimya, elektrik, elektronik, cam ve otomotiv endüstrilerinde çok geniş uygulama alanları bulmuştur. Cam endüstrisinde ilk kullanım, cam analizinin yapıldığı laboratuvarlarda kapsül, kroze gibi analiz araçları olmuştur. Cam fabrikalarına ise, ergitme şartlarını kontrol etmeyi sağlayan termoelemanlar olarak girmiştir. 1829 yılında süper saflıktaki optik cam üretimi platin potalarda gerçekleştirilmiş, bunu takip eden yıllarda cam eşya üretiminin yapıldığı fırınlarda, cam ile reaksiyonu ürün kalitesini doğrudan etkileyen refrakterlerin platin kaplanması veya refrakterin yerini platinin alması gibi önemli gelişmeler olmuştur. Modern endüstrinin en göz alıcı gelişmelerinden biri de cam elyafı üretiminde, tabanında 200 ve katları oranında meme bulunan platin kovanların kullanılması olmuştur. Pt'nin yumuşak olması zaman içinde daha sert ve mekanik mukavemeti fazla metallere ihtiyaç göstermiş ve çalışmalar kıymetli metal alaşımları üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Pt - Rh alaşımının geliştirildiğini görüyoruz. Aşağıda Pt - Rh faz diyagramı gösterilmiştir.



Aşağıdaki tabloda saf Pt ve çeşitli Pt - Rh alaşımlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri gösterilmiştir.

	Saf Pt.	95/5 Pt.Rh	90/10 Pt.Rh	80/20 Pt.Rh
Yoğunluk ( $gr/cm^3$ )	21.45	20.65	19.97	18.74
Ergime noktası ( $^{\circ}C$ )	1772	1825	1850	1900
Elektriksel direnç (m.ohm.cm.) $20^{\circ}C$	10.59	17.5	19.4	20.8
Çekme mukavemeti (Oda sıcaklığı MPa)	150	240	320	450
Çekme mukavemeti $1000^{\circ}C$ MPa	75	102	133	205
" " $1200^{\circ}C$ MPa	50	68	96	109
% Uzama oda sıcaklığı	40	31	28	27
" $1000^{\circ}C$	63	63	60	43
" $1200^{\circ}C$	63	70	66	60
Sertlik (HV)	40	70	90	120

Platin, kimyasal etkilere karşı asal davranış göstermektedir. Sadece kral suyunda tamamen çözünmekte bunun dışında humid klor ve brom gazında kısmi çözünmeye uğramaktadır. Platinin cam fırınlarındaki uygulamalarında çıkabilecek en önemli sorun, cam kompozisyonunda bulunan metal oksitlerin, redükleyici atmosfer oluşması halinde, indirgenerek platinle yapabileceği alaşımlardır. Özellikle B, Si, Pb, platinle alaşım yaptığında ötektik nokta oluşturmakta ve sıcak yırtılmalara neden olmaktadır. Bu durumda kirlenen platin kimyasal arıtmayı gerektirmektedir.

## 2. PLATİN İŞLEME

Yatırım maliyeti yüksek (25-30 \$/gr) olmasına rağmen, sağladığı yararlar (kalite ve üretim verimindeki artış) sonuçta platin ve alaşımlarının cam sanayiinde uygulanmasını ekonomik kılmaktadır.

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'nin 1974'de üretime geçişiyle birlikte üretimin

temel unsurlarından olan ve yurt dışından satın alınan Pt- bushingleri; Pt. dışı aksamıyla monte ederek üretime vermeye yönelik bir atölye kurulmuştur. Ancak ithal maliyetlerinin çok yüksek oluşu ve ithalattaki gecikmelerin üretimi etkilemesi; platin bushing'lerin fabrika bünyesinde imal edilmesini gerektirmiştir. Yapılan sürekli araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda bütün imalatların atölyemizde yapılması sağlanmıştır. Bugün fabrikamızda ergitme, plastik şekil verme (haddeleme, derin çekme vb.) talaşlı imalat, kaynak ve dizayn geliştirme çalışmaları yapılmakta, topluluğumuza da bu kapsamda hizmetler sürdürülmektedir. Yıllık platin işleme kapasitemiz 300 kg.'dan 1000 kg.'a kadar çıkmıştır.

### 3. TOPLULUĞUMUZDA PLATİN VE ALAŞIMLARININ UYGULAMALARI

#### 3.1. Refrakter Dış Yüzeyinin Kaplanması

**Skimmer Blok** : Throat'a yerleştirilen ve cam yüzeyindeki safsızlıkların refiner'e geçmesini engelleyen skimmer blok; Pt-Rh alaşımından kaplanmadığı takdirde, cam ile sürtünmesi sonucunda kısa sürede aşınarak işlevini yerine getiremediği gibi doğrudan kendisi taş hatasının nedeni olacaktır. Fabrikamızda, kuruluşundan itibaren skimmer blok platin-rodyum alaşımından kaplanmakta ve olumlu sonuçları gözlenmektedir (Şekil 1).

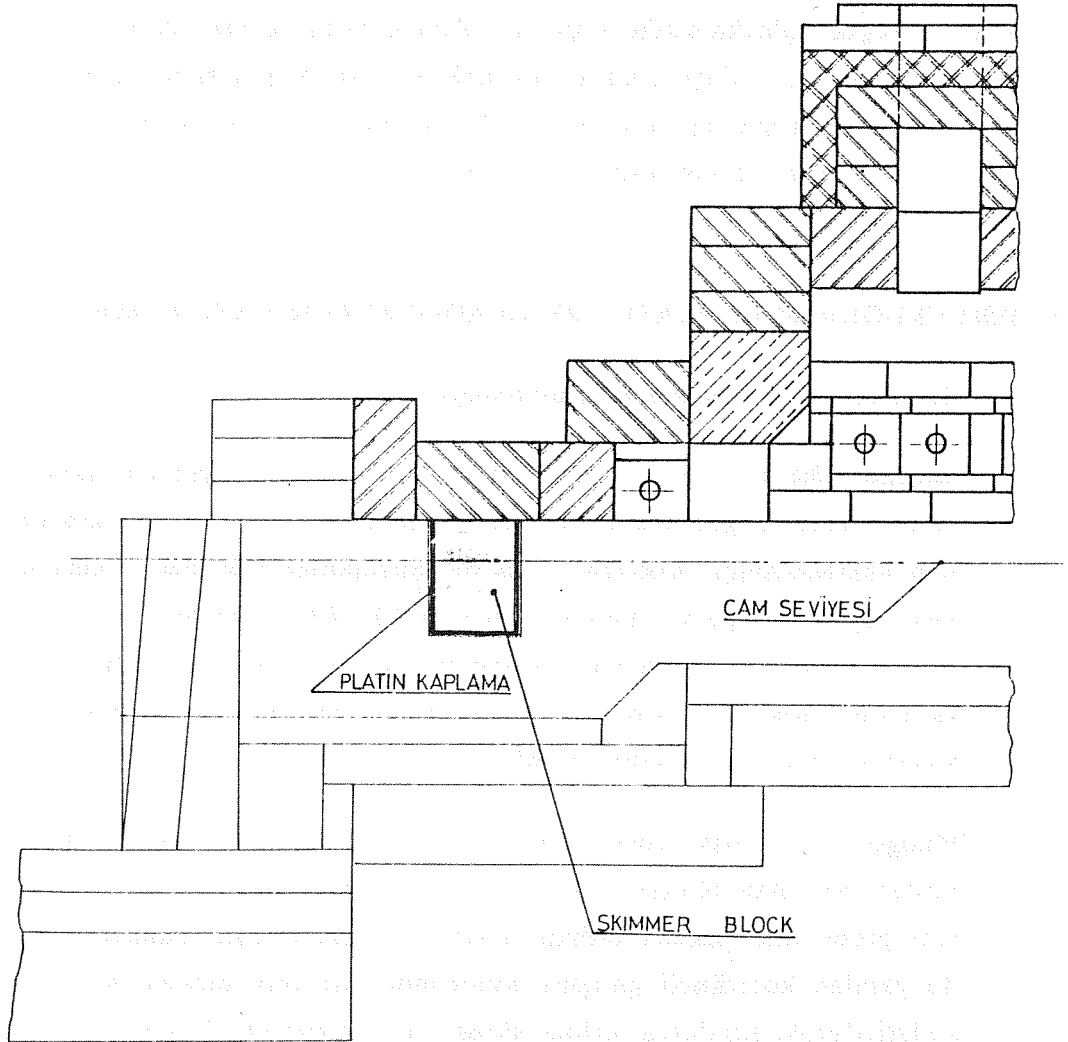
**Plunger** : Cam eşya imalatının yapıldığı fırınlardaki önemli aksamlardan biri olan plunger'lerin Pt-Rh alaşımından kaplanması taş hatası problemini önemli ölçüde azaltmış, Teknik Cam Sanayii A.Ş. ile yapılan koordineli çalışma sonucunda kaplama dizaynı sürekli geliştirilerek, imalatta kalma süresi de artırılmıştır (Şekil 2)

#### 3.2. Refrakter İç Yüzeyinin Kaplanması

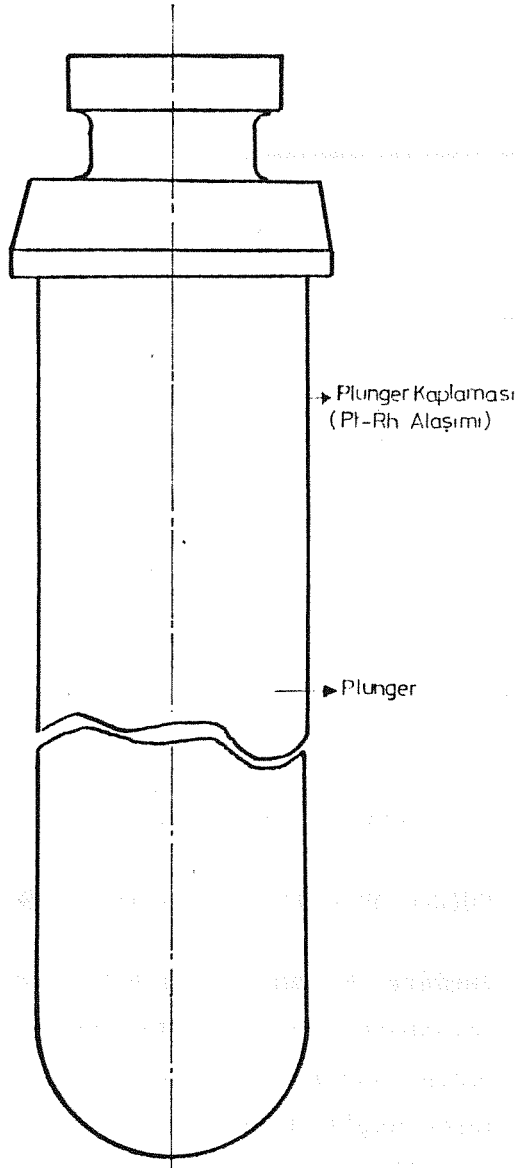
Camın fırını terketmesi sırasında temas ettiği refrakterlerin, aşınarak neden olduğu damar ve taş hataları, söz konusu refrakterlerin

iç yüzeylerinin Pt-Rh alaşımından kaplanması ile önlenebilmektedir.

Bu amaçla orifis, dip akıtma, spout taşları, boru besleme hattı gibi refrakterlerin iç yüzeylerinin Pt-Rh alaşımından kaplanmasının olumlu sonuçları alınmıştır (Şekil 3. Teknik Cam Sanayii A.Ş.'ye ait boru besleme hattı platin kaplaması).



Şekil 1 : Skimmer Block Platin Kaplama Uygulaması



Şekil 2 : Plunger Platin Kaplaması

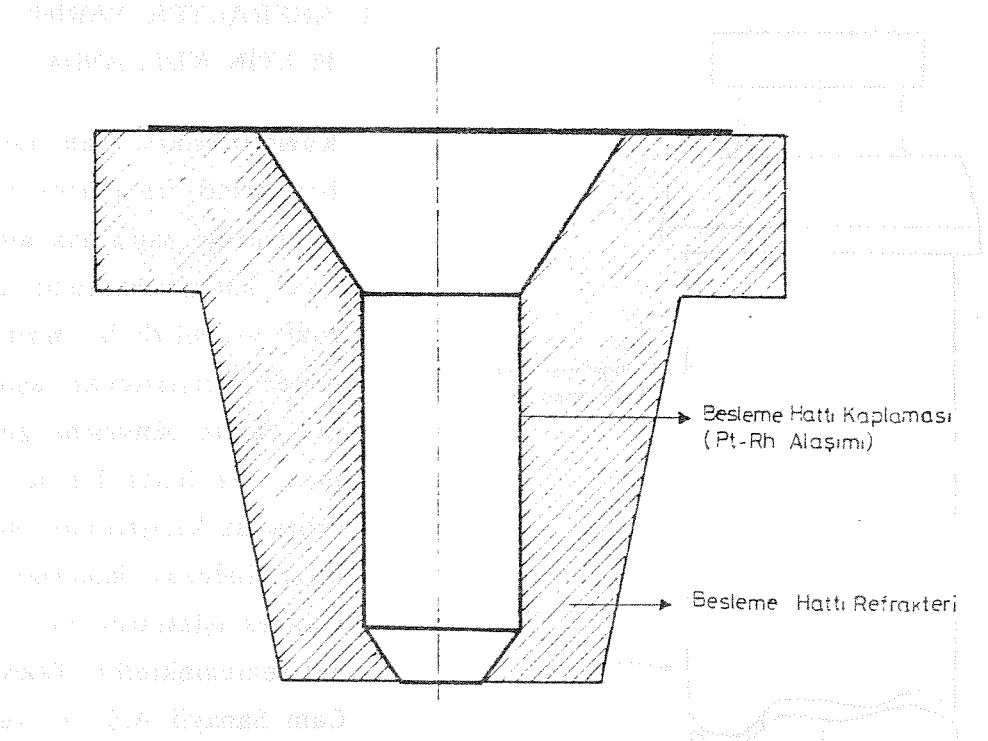
lenmektedir. Seramik bubblerler kısa sürede aşınmakta, tıkanmakta ve kırılarak değiştirilmektedir.

Borunun camda kalan ve taban tuğlasının yarısına kadar olan kısmı Pt-Rh alaşımı, diğer kısmı paslanmaz çelik borudan platine kaynatılarak oluşturulan dizayn, sorunu çözümlenmektedir. Fabrikamızda bu uygulama kuruluşumuzdan bugüne kadar olumlu sonuç vermektedir (Şekil 5).

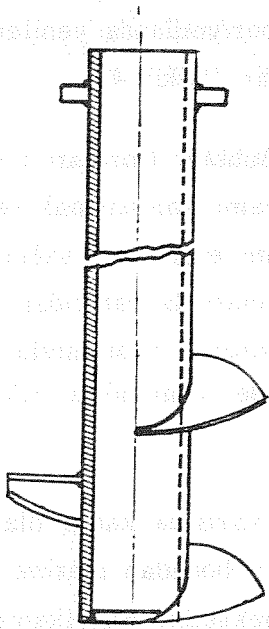
#### 4. REFRAKTER YERİNE PLATİN KULLANIMI

**Karıştırıcılar :** Cam eşya fırınlarında feeder'de homojeniteyi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Sürekli ve belirli bir hızda dönen karıştırıcılar, aşınarak camın bünyesine geçmekte ve hatta bir süre sonra da karıştırmayı sağlayan helezoni kanatlar küçülerek işlevlerini yerine getirememektedir. Teknik Cam Sanayii A.Ş. ile yapılan ortak çalışma sonucu Pt-Rh alaşımı karıştırıcılar imal edilmekte ve belirli periyotlarda yenilenmektedir (Şekil 4).

**Bubbler Boruları :** Melterde, camı karıştırmak ve homojen ergitmeyi sağlamak amacıyla tabandan bubbler boruları vasıtasıyla hava ü-



Şekil 3 : Refrakter İç Yüzey Kaplama Uygulaması



Şekil 4 : Platin Karıştırıcı Uygulaması

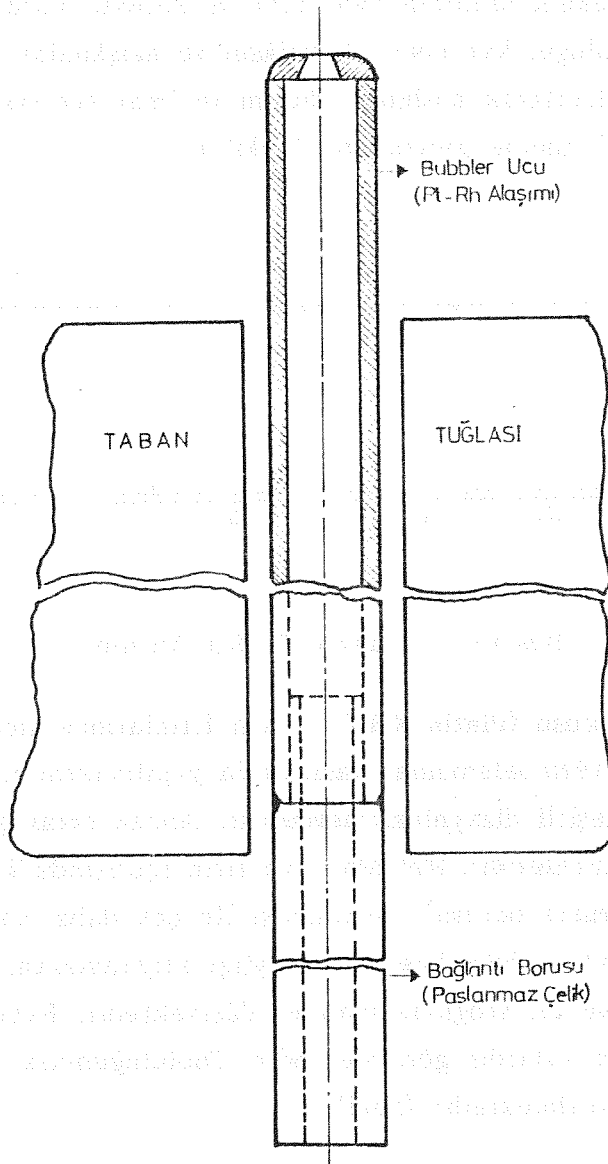
## 5. DİĞER PLATİN UYGULAMALARI

**Bushing (Kovan) :** Cam elyaf üretimi forehearth'a monte edilen bushing'lerden, camın belirli bir hızda çekilerek miğfer üzerine sarılması ile gerçekleşmektedir.

Pt-Rh alaşımından imal edilen bushingler; dikdörtgenler prizması şeklinde, üstü cam girişi için açık, tabanında üretim cinsine bağlı olarak 200 ve katları oranında memeler bulunan konstrüksiyonlardır.

Temel işlevi, yüksek amperde akım verildiğinde, fırından gelen camı, üre-



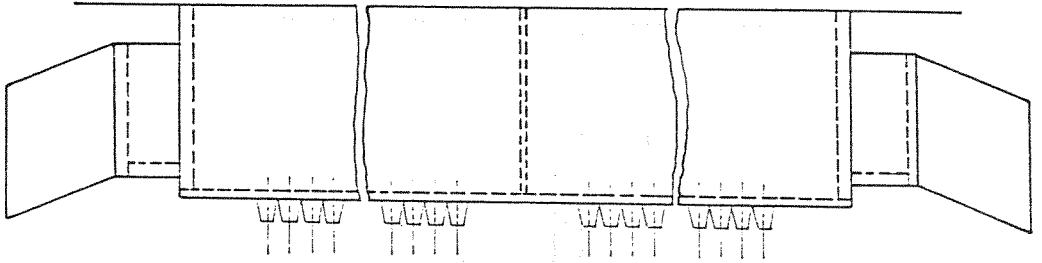


Şekil 5 : Bubler Borusu Uygulaması

tim sıcaklığında tutarak tabanındaki memelerden çekilebilmesini sağlamaktır.

Cam elyafı üretimi için gerekli olan, elektriksel iletkenlik, korozyon dayanımı ve yüksek sıcaklıkta uzun süre deforme olmadan çalışma özelliğine sahip tek alaşımın Pt-Rh olduğu bilinmektedir.

Birden fazla teknik özelliğin aynı anda ve sürekli olarak sağlanabilmesi zorunluluğu; karmaşık elektriksel ve akışkanlar mekaniği prensipleri kullanılarak bushing'i dizayn ve imal etmeyi başlı başına bir teknoloji haline getirmiştir (Şekil 6).



Şekil 6 : Bushing (Malzeme Pt-Rh Alaşımı)

**T/C Koruma Borusu (Platin Kılıf) :** Cam fırınlarında sıcaklık kontrolü, Pt/Pt-Rh termoelemanlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Termokupların çok çeşitli dizaynları mevcuttur. Ancak ortak sorun, kısa sürede değiştirilmeleridir. Refrakter ve fırın içerisinde kalan kısmına platin kılıf (koruma borusu) uygulaması ile çok daha uzun süre çalışmaktadır. Böylece hem işletme kolaylığı sağlanmakta, hem de düşük seramik ve tel stoğuyla maliyet düşmektedir. Fabrikamızda olumlu sonuçları yıllardır görülmektedir. Topluluğumuza bu konuda teknik hizmet verilmektedir (Şekil 7).

## 6. SONUÇ VE AMAÇ

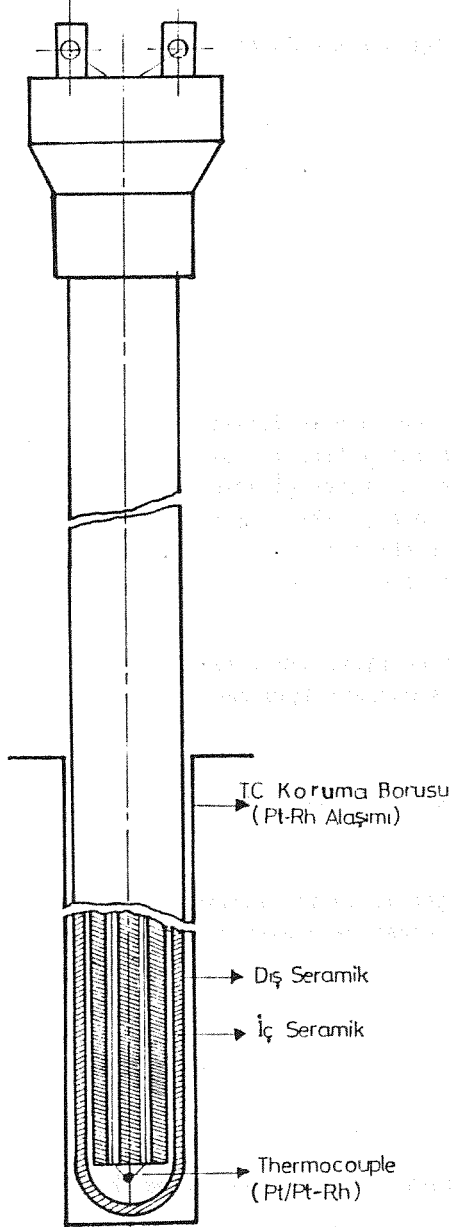
Pt ve alaşımı malzemelerin Türkiye'de modern yöntemlerle işlenmesini ve hurdalarının değerlendirilmesini sağlamış bulunuyoruz. Amacımız, kimyasal yöntemlerle Pt. ve alaşımlarının arıtılarak temizlenmesini de gerçekleştirmektir.

Halihazırda birkaç dünya şirketinin tekelinde olan Pt. işleme ve uygulama konularından haberdar olmamız ve onların yaptıkları işleri takip et-

memizin şart olduğuna inanmaktayız.

### KAYNAKÇA

1. "Clal precious metal laboratory equipment" imalat kataloğu
2. "Platinum metals review" Ocak 1960, Cilt 4, Sayı 1
3. "Platinum metals review" Nisan 1960, Cilt 4, Sayı 2
4. "Platinum metals review" Ocak 1970, Cilt 14, Sayı 1
5. "A history of platinum and its allied metals" Donald Mc Donald, Leslie B. Hunt
6. "The manufacturing technology of continuous glass fibres" K.L. Loewenstein



Şekil 7 : T.C Koruma Borusu  
Uygulaması

## CAMIN RENKSİZLEŞMESİNDE SERYUM KONSANTRESİNİN UYGULANMASI

Asuman ERKİN-Canan ÖZHAN

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Ecza ve gıda ambalajı ağırlıklı sınai kap üreten Şirketimizde, cam renksizleştirilmesinde kullanılan Arseniktitrioksit/Sodyumnitrat ikilisi yerine, cam teknolojisinde giderek yaygınlaşan Seryum konsantresinin kullanımına, 1984 yılından beri Araştırma Müdürlüğü tarafından sürdürülen çalışmaların sonucunda 1988 Şubat ayından itibaren Topkapı C ve D fırınlarında uygulanarak başlanılmıştır.

Bildiride nadir toprak elementlerinin karışımından oluşan seryum konsantresinin uygulanması ve sonuçları aşağıdaki sıralamaya göre açıklanacaktır:

- . Seryum hakkında genel bilgi,
- . Seryum konsantresinin renksizleştirme ve afinyasyon özelliği,
- . Solarizasyon etkisi,
- . Seryum oksitin cam endüstrisinde diğer kullanım alanları,
- . İşletmede seryum konsantrenin uygulanması ve proses verilerinin değerlendirilmesi,
- . Maliyet karşılaştırılması,
- . Sonuçlar.

### GİRİŞ

Camın renksizleştirilmesi, cam sanayiinin en önemli problemlerinden biridir. Bu nedenle araştırmacılar ilgilerini yıllar önce bu konu üzerine yoğunlaştırmışlardır. Nadir toprak elementlerinin, camın renksizleştirilmesinde kullanılabilirliği de böylece gündeme gelmiştir.

Ancak, işçi sağlığı ve çevre koruma ilkeleri çerçevesinde, arsenik oksitin

giderek özellikle gelişmiş ülkelerde kullanımdan kaldırılması, maliyet dezavantajına rağmen, seryum oksitin yeniden gündeme gelmesine neden olmuştur.

Camın renksizleştirilmesi ve afinasyonunda sodyum nitrat/arseniktrioksit sistemi yerine, bazı literatür tarafından daha etkin oksidan özelliğe sahip olduğu belirtilen bir alternatif hammadde olarak seryum konsantre kullanılması, bildirimizin özünü oluşturmaktadır.

Araştırma Müdürlüğünün, 1984 yılından beri yaptığı konu ile ilgili literatür araştırması ve deneysel çalışmalarla elde edilen bulgular ışığında, yüksek demiroksit içerikli camlar için, seryum konsantresi ile renksizleştirme uygulamasına Topkapı Şişe San. A.Ş.'de başlanmıştır.

### 1. Seryum Hakkında Genel Bilgi

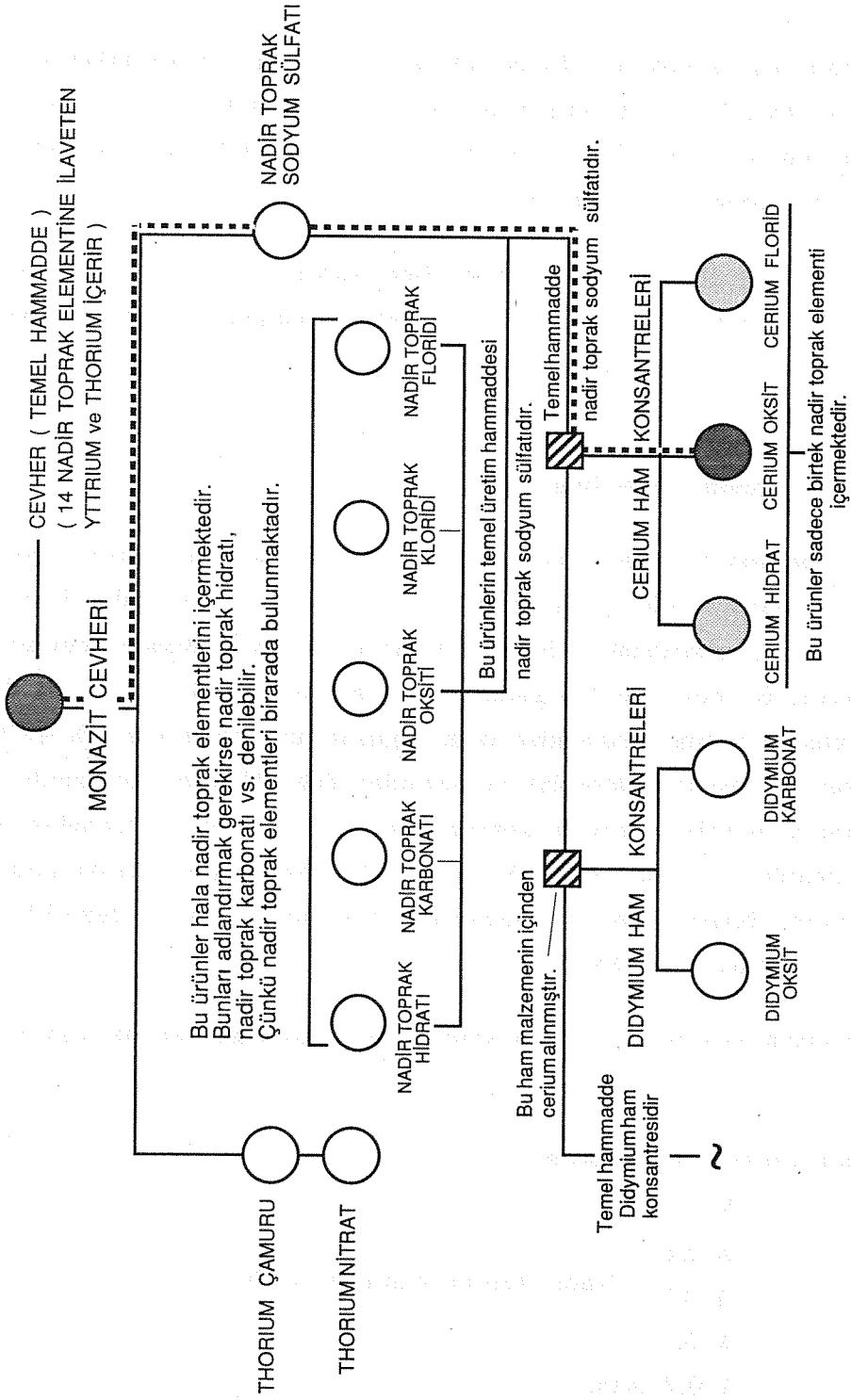
Seryum, periyodik cetvelde lantanitler grubunda yer alan, atom numarası 58, atom ağırlığı 140,13 olan nadir toprak elementlerindedir. Erime noktası 805°C civarındadır. Seryum tabiatta bulunan **Monazit** cevherinden elde edilir. Bu cevherin 1/3 kadarı nadir elementlerden oluşur. Bunların da çoğunluğu aktinit grubundan olan Thorium'un fosfat tuzu, % 45 kadarı da seryum oksittir. Monazit cevherinden özel işlemler sonucunda % 90 CeO<sub>2</sub> ihtiva edebilen seryum konsantreleri elde edilebilir. Genelde ise ticari amaçlı olmak üzere % 65 CeO<sub>2</sub> içeren konsantresi kullanılmaktadır. Seryum, bileşiklerinde +3 değerlikli "cerous", veya +4 değerlikli "ceric" halde bulunabilir (Şekil 1).

Fabrikamızda kullanılan seryum konsantrenin kimyasal analizi aşağıda verilmiştir.

#### L.S.M'nin Seryum Konsantresi

CeO <sub>2</sub>	% 64	
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 2.6	
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 0.2	Nadir toprak oksitleri % 70
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub>	% 0.7	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 0.7 max.	

## THORIUM ve NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ TÜREVLERİNİN AKIŞ ŞEMASI



Şekil - 1

### İlaveten geri kalan kısım

SrO	% 2-4
CaO	% 6 max.
BaO	% 3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% 2-3
K.Z	% 7-10

Bilindiği üzere literatürde, As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün tozuması ve uçuculuğu nedeniyle işçi ve çevre sağlığı açısından sakıncalarına rastlanılmaktadır. Nitekim soluma veya ağız yoluyla alındığında, insan sağlığı için sakıncalı olabilecek miktarları da tespit edilmiştir.

Buna karşılık, literatürde seryum konsantre için böyle bir konuya dikkat çekilmemektedir. Merc-İndex'de, seryum tuzlarının, düşük toksitite içermesi nedeni ile, tıpta teskin edici olarak ve gebelikten doğan kusmaları önlemek için kullanıldığı belirtilmektedir. Ce-tuzlarının kan pıhtılaşmasını engellediğinden de bahsedilmektedir.

## 2. Seryum Konsantresinin Renksizleştirme Ve Afinyasyon Özelliği

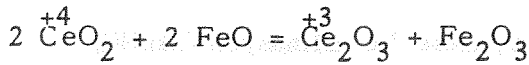
### 2.1. Renksizleştirmede Seryum Oksit Kullanımı

Genelde renksizleştirme, renksiz soda, kireç camlarında düşük miktarlarda bulunan demir oksitin oluşturduğu istenmeyen yeşilimsi rengin giderilmesidir. Bu işlem iki aşamada yapılmaktadır. İlk aşama olan kimyasal renksizleştirmede Fe<sup>+2</sup> iyonlarının Fe<sup>+3</sup> halinde yükseltgenmesi sonucu, cam rengi mavimsi-yeşil tondan gözün daha az hassasiyetle algıladığı sarımsı-yeşil tona dönüştürülmektedir. İkinci aşama olan fiziksel renksizleştirme ise, sarımsı yeşil rengin, renk katkı maddeleri ile nötr bir renk elde edilecek şekilde maskelenmesidir.

Literatürde, camın renksizleştirilmesi için genel olarak kullanılan arsenik-selenyum-kobalt sistemi, seryum oksit-selenyum ve seryum oksit-kobalt oksit sistemleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendiril-

miş ve seryum oksitin, arsenik oksite göre daha etkin bir oksidan olduğu; ayrıca selenyum ve kobalt ile birlikte kullanıldığı takdirde, bu katkı maddelerinden ortalama % 30 azaltma yapılabileceği ortaya konmuştur. Ancak Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'deki uygulamada selen veya kobalt oksit miktarında bahsedilen indirimler yapılamamıştır. Buna, yüksek  $Fe_2O_3$  miktarları ve yüksek oranlarda kullanılan cam kırıklarının etkisinin neden olduğu düşünülmektedir.

Camın seryum oksit ile renksizleştirilmesinde oluşan mekanizma, henüz tamamiyle açıklığa kavuşturulamamıştır. Bu konuda farklı görüşler öne sürülmektedir. Shutt ve Barlow'a göre seryum ve demir ( $CeFeO_3$ ) seryum ferrit gibi bir kompleks oluşturmaktadır. Böylece, cama renk veren serbest demir miktarının azalarak daha az miktarlarda selenyum ve kobalt oksit kullanılmasının sağlandığı söylenmektedir. Herring ve Drobnick'e göre ise oksidasyon reaksiyonunun etkisi aşağıdaki denklem gereği görülmektedir.



Seryum oksit ile renksizleştirilmiş camlarda 230 nm'deki  $Ce^{+4}$  absorpsiyonu ile, meydana gelen oksidasyon sonucu  $Fe^{+3}$ 'ün yaptığı absorpsiyonun birleşik etkisi sonucu camda hafif sarımsı bir renk kalmaktadır. Bu renk kobalt oksit ve selenyum ilavesi ile maskeleyebilir. Nötr veya bir miktar oksidan fırın atmosferinde, 490 nm dalga boyu civarında merkezlenen bir absorpsiyon bölgesi oluşturan selenyum,  $Fe^{+3}$ 'ün verdiği sarımsı-yeşil rengi kapatır. Camda absorpsiyonu, 590, 600 ve 650 nm dalga boylarında merkezlenen kobalt ise,  $Fe^{+3}$  ve selenyumdan geriye kalan son rengi tamamlayarak camın renksizlik seviyesinde hedef alınan nötr rengi oluşturur.

Renksizleştirmede seryum konsantre kullanılmasında cam rengi; fırın atmosferi, sıcaklık ve hammadde safsızlıkları gibi üretim şartlarındaki değişimlere  $As_2O_3$ 'e kıyasla daha az hassasiyet göstermektedir. Ayrıca, Ce-konsantresinin içinde bulunan lantan oksit nedeni ile

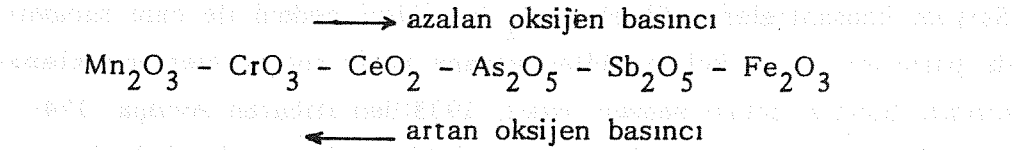


camın kırılma indisi artmakta ve cam daha parlak görünmektedir.

Literatürde, tüm dekolorizasyon çalışmalarında olduğu gibi, seryumla yapılan renksizleştirmede de en uygun renk parametrelerinin elde edilebilmesi için camdaki demir oksit seviyesinin % 0.03, % 0.06 civarında olması gerektiği bildirilmektedir. Fabrikamızda ise daha yüksek demir oksit oranları (%0.080 - 0.095) ile çalışılmaktadır.

## 2.2. Seryumun Oksidasyon-Afinasyon Özelliği \*

Seryum oksit, harmana yeterli miktarda ilave edildiği takdirde oksijen açığa çıkararak çözünür. Deneysel çalışmalara bağlı olarak, pek çok kaynakta arseniğe kıyasla seryum oksitle renksizleştirilmiş camların daha stabil oldukları belirtilmektedir. Seryum oksit camda mevcut  $Fe^{2+}$ 'nin % 87-90'ını  $Fe^{3+}$ 'e dönüştürebilmektedir. Bu araştırmaya dayanarak arsenik ve nitratin  $CeO_2$ 'ye kıyasla demir üzerinde daha az yükseltgen etkisi olduğu söylenebilir. Bu konuda KÜHL'ün araştırmasına göre oksijen taşıyıcı maddelerin karşılıklı etkisi aşağıdaki sıralamaya göre olmaktadır.



Ancak bu sıralama ampirik bir karaktere sahip olup, birtakım etkiler göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.

## 3. Solarizasyon

Literatürde  $CeO_2$  kullanımı ile ilgili olarak değinilen önemli bir konu da solarizasyondur. Harmanda  $As_2O_3$ 'ün yanı sıra  $CeO_2$  kullanıldığı takdirde, camda zamana bağlı olarak meydana gelebilecek olan solarizasyon etkisi ile rengin sarımsı-kahverengine dönüşebileceğidir. Bu renklenme camın tekrar  $200^{\circ}C$  civarına ısıtılması ile giderilmektedir. Tabii ki bu pratik bir çözüm değildir. Bu itibarla yapılan çalışmalarla, seryumun renksizleş-

tirmede kullanılması durumunda harmanda olabilecek maksimum arsenik oksit seviyesine ait değerler saptanmıştır. Shutt ve Barlaw'a göre bu değer % 0.017 olarak bulunmuştur.

Ancak, Topkapı'nın seryum öncesi dönemde şişe kompozisyonundaki  $As_2O_3$ 'ün % 0.019 gibi düşük bir seviyede olması bunun da cam kırığı yolu ile % 40 oranında harmana geri dönebileceği göz önüne alınarak, solarizasyon açısından bir problemle karşılaşılacağı düşünülmektedir. Nitekim Araştırma Müdürlüğü'nde Topkapı C ve D fırınlarına ait damlalar UV solarizasyon kabiniinde, literatürde de genelde rastlandığı üzere, 120 ve 240 saat tutulmuş ve cam renginde gözle bir farklılaşma görülmemiştir.

Literatürde, indirgen şartlarda yapılan eritmenin solarizasyonu azalttığı, oksidan şartların ise solarizasyonu artırdığından bahsedilmektedir.

#### 4. Seryumun Cam Endüstrisindeki Diğer Kullanım Alanları

##### . Parlaticı Olarak Seryum Kullanımı

Seryum konsantreleri, yüksek  $CeO_2$  içerikleri nedeni ile cam sanayiinde parlaticı olarak kullanılabilen yegane nadir toprak element bileşikleridir. Bundan dolayı seryum oksit, 1933'den itibaren Avrupa, 1943'den itibaren de Amerika'da yaygın şekilde parlaticı olarak kullanılmaktadır.

##### . İyonlaştırıcı Radyasyon Kontrolünde Seryum Kullanımı

Seryum konsantrelerinin değişik camlarda kullanımı, iyonlaştırıcı radyasyon nedeni ile kahverengine dönüşmeyi önler.

Bunun bir örneği TV ekran camının kompozisyonunda görülebilir. Bu cama eklenen seryum, görüntüyü meydana getirmek için fosforu tayan elektron şuaı bombardımanının oluşturduğu kahverengine dönüşmeyi engeller. Buna benzer şekilde floresans lambaların cam tüplerinde

elektrot yanında oluşan kahverengine dönüşmeyi önlemek için, seryum kullanılır. Ayrıca arsenik trioksit ile afine edilen farmokoloji camlarında  $\gamma$  ışınları ile yapılan sterilizasyon sırasındaki kahverengiye dönüşümü önler.

### **Seryumun Absorpsiyon Özelliği**

Seryumun (+3) ve (+4) değerlikli iyonları görünür bölgede absorpsiyon vermez. Seryumun ultraviyole bölgede verdiği absorpsiyon, +4 değerlikli iyonu için 240 nm, +3 değerlikli iyonu için 314 nm'de merkezlenmiştir. Stroud tarafından tespit edilen bu bulgu, Smith ve Cohen tarafından da desteklenerek yukarıda belirtilen dalga boylarındaki lineer absorpsiyon katsayılarının takriben 700 ( $Ce^{4+}$  için, 240 nm'de) 100 ( $Ce^{3+}$  için ve 314 nm'de) olduğu saptanmıştır. Bu nedenle seryum gözlük camlarında gözü UV radyasyonuna karşı korumak üzere kullanılır. Az miktarda seryum kullanımı ile üretilen camlar UV absorpsiyonu nedeni ile gıda, ilaç korunmasındaki ambalajlarda da kullanılır.

### **Renkli Camlarda Seryum Kullanımı**

Lantanit grubu elementlerinin cama yeterli miktarda ilave edilmesi ile güzel ve homojen renkler elde edilir. Zira bunlar fırın atmosferi, sıcaklık gibi parametrelerin değişimine karşı daha az hassastırlar.

Örnek olarak;

Neodmiyum oksit	mavi/mor
Prosedmiyum oksit	yeşil
Erbiyum oksit	pembe
Seryum oksit	kehribar rengini oluşturur.

Seryumun titanla kombinasyonundan, sarıdan bal rengine giden bir dizi renk oluşur. Gerek soda, gerekse kristal camda bundan yararlanılabilir. Ayrıca opal cam üretiminde de geniş bir oksidasyon aralığında çok dengeli olduğundan kullanılabilir.

Paul ve Douglas tarafından yapılan çalışmalarda serus ve serik dengesi, çift alkali borat ve alkali silikat camlarında incelenmiştir. Camdaki alkali konsantrasyonu arttığı takdirde  $Ce^{+3}/Ce^{+4}$  dengesi serik iyonu lehine dönmektedir. Benzer durum, sodyum yerine ekvalent miktarda litium veya potasyum kullanıldığı takdirde de meydana gelmektedir.

## 5. Topkapı Fabrikasında Seryum Konsantre Uygulaması

### 5.1. Seryum Konsantre Uygulama Düzeni ve $As_2O_3 + NaNO_3$ 'li Dönem Proses Verilerinin Karşılaştırılması

Seryum konsantre uygulamasına Şubat 1988'den itibaren C ve D fırınlarında başlanılmıştır. Uygulama öncesi, 3. başlıkta bahsedilen,  $CeO_2$  yanında  $As_2O_3$  bulunması durumunda zamanla oluşabilecek solarizasyon etkisi nedeni ile harmandaki renk katkı ve oksidan madde miktarlarında bir ayarlama yapılarak, harmandaki  $As_2O_3 + NaNO_3$  yarı yarıya indirilmiştir (Tablo 1),

RENGE KATKI VE AFİNASYON MADDELERİ	
UYGULAMA ÖNCESİ	CE-GEÇİŞ ARA KADEMESİ
Kg./100 kg. cam	Kg./100 kg. cam
$As_2O_3$ 0.019	0.010
$NaNO_3$ 0.400	0.270
$CaSO_4$ 1.000	1.000
$ZnSeO_3$ 0.0032	0.0029
$CoO$ 0.0001	0.0001

Tablo 1 : Ce-konsantre uygulama öncesi ve geçiş kademesindeki katkı maddeleri miktarları

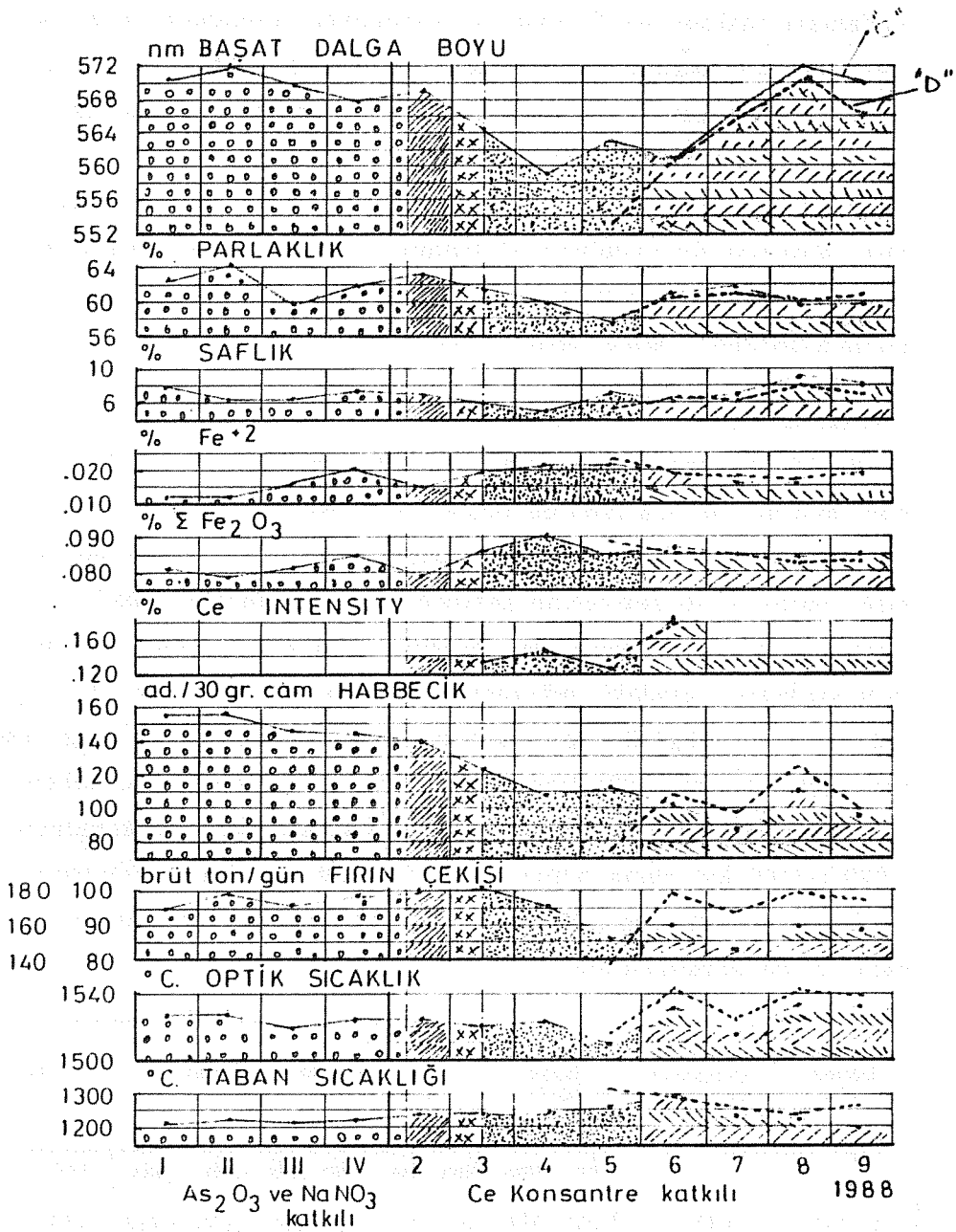
Bu düzenleme sırasında renk parametreleri kabul edilir limitler arasında kaldığından üretim kaybı olmamıştır. Bir hafta süren ara

kademeyi takiben  $As_2O_3+NaNO_3$  harmandan tamamen kaldırılarak Ce-konsantre uygulanmasına geçilmiştir. Uygulama süresince renk parametreleri yanı sıra sıcaklıklar, çekiş, habbecik ve indirgenlik seviyesi günlük olarak takip edilmiş Şekil 2 'de aylık ortalama değerler halinde verilmiştir. 21.2.1988 tarihinde "D" fırının soğuk tamire alınması ile uygulama C fırınında genel olarak şöyle ilerlemiştir (D fırının 12.5.1988'de tekrar üretime başlaması ile birlikte uygulama paralel şekilde devam etmiştir).

**1. Dönem (7.2 - 15.3.1988):** Ce-konsantre uygulaması Araştırma Müdürlüğünde deneme eritişlerinde tesbit edilen 0.05 kg/100 kg. cam miktarı ile 7.2.1988'de başlamıştır. Ayrıca yüksek cam kırığı ile çalışmak da amaçlandığından başlangıçta % 32 olan oran kademeli olarak % 40 seviyesine getirilmiştir. Fabrikanın döngü cam kırığının yetersizliği nedeni ile Çayırova Cam Kırığı Tesisinden alınan cam kırıkları, camdaki indirgenliği artırmıştır. Bu arada 21.2.1988  $ZnSeO_3$  0.0032 kg/100 kg. cama çıkarılmış, ancak başat dalga boyunun geçici bir süre düzelmesinden sonra tekrar bozulması nedeni ile camda gerekli oksidasyon seviyesini sağlamak üzere Ce-konsantre 0.070 kg/100 kg. cama artırılmıştır. Uygulamada farklı dönemlerdeki renk parametrelerinin indirgenlik seviyesi min. ve max. değerleri Tablo 2.'de görülmektedir.

Dönem aralığı	Uygulanan Ce - kons. Kg / 100 kg. cam	Başat dalga boyu		Safılık %		Parlaklık %		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %		Fe <sup>+2</sup> %	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
7.2 - 15.3	0.05	561	574	5.0	7.8	59	66	0.074	0.086	0.014	0.021
16.3 - 30.3	0.07	557	569	5.3	7.0	54	65	0.075	0.093	0.015	0.026
31.3 - 01.6	0.09	545	571	4.0	9.0	51	61	0.081	0.093	0.018	0.027
01.6 - 30.9	0.12	548	575	4.0	10.2	56	67	0.080	0.088	0.014	0.023

Tablo 2: Ce-konsantre uygulama dönemlerindeki C fırını camının renk parametreleri tablosu



TOPKAPI C ve D FIRINLARI  
cam kırığı oranı % 40

- 0,019 Kg. As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 0,05 Kg. CeO<sub>2</sub>
- 0,07 Kg. "
- 0,09 Kg. "
- 0,12 Kg. "

Şekil 2.

**2. Dönem (15.3 - 30.3.1988):** 15.3.1988'de 0.07 kg/100 kg. cam olarak uygulanan Ce-konsantre artışı kısa bir dönem,  $Fe^{+2}$ 'nin azalması ve B.D.B ve % P. değerlerinin de düzelmesine neden olmuştur. Ancak camdaki  $Fe_2O_3$ 'ün ve  $Fe^{+2}$ 'nin artışına paralel renk bozulmuştur. Bu dönem içinde harmanda alçı taşı yerine  $Na_2SO_4$  kullanımına geçilmiştir (0.80 kg/100 kg. cam).

Bu geçiş, rengi etkilememesine karşın, camdaki iri habbe oranını bir miktar artırmıştır.

**3. Dönem (30.3 - 1.6.1988):** 30.3. 1988'de Ce-konsantre 0.90 kg/100 kg. cam'a, 4.4.1988'de de  $ZnSeO_3$  0.0034 kg/100 kg artırılmıştır. Kısa aralıklarla yapılan değişimlerin cam rengi üzerinde etkisi gözlenememiştir. Nisan ayı sonlarında renkte göreceli bir düzelme olmuş, B.D. boyu 565 nm seviyelerine ulaşmıştır. Mayıs ayında ortalama olarak 563 nm değerleri elde edilirken, ayın sonuna doğru, camdaki indirgenlik hızla artarak renk parametreleri çok düşük değerlere inmiştir. Bu dönemde  $Na_2SO_4$ 'ün ince taneli olması nedeniyle afinasyon etkisinin yüksek olduğu, dolayısı ile mamulde izlenen "reboil" tipi birikintili iri habbelerin aşırı miktarda  $Na_2SO_4$  kullanımından kaynaklanabileceği düşünülerek  $Na_2SO_4$  miktarı 24.5.1988'de 0.65 kg/100 kg. cam seviyesine düşürülmüştür.

**4. Dönem (1.6 - 30.9.1988):** Renk parametrelerinin istenen değerlerde olmaması nedeni ile 1.6.1988'de Ce-konsantre 0.120 kg/100 kg. cam,  $ZnSeO_3$ 'de 0.0037 kg/100 kg. cam seviyesine çıkarılmıştır. Dönem boyunca sabit kalan değerlerle, kullanılan cam kırığına bağlı olarak değişen renk parametrelerinde, özellikle Temmuz-Ağustos ve Eylül ayında istenen başat dalga boyu değerlerine ulaşılmıştır.

Şekil 2'de 1987 yılında renk kalitesi nedeni ile en çok birer ay süre ile çalışabilen % 40'lık cam kırıklı ( $As_2O_3+NaNO_3$ )'la renksizleştirilmiş dört ayrı dönemle, 27.2.1988'den itibaren sürekli % 40 cam

kırığı ile çalışılan Ce-konsantreli 8 aylık bir dönemin proses verilerinin değişimleri mevcuttur. Grafikte de görüldüğü gibi, uygun Ce-konsantre seviyesine gelindiğinde sürekli yüksek cam kırığı ile çalışılarak, iyi renk parametreleri elde edilebilmiştir. Ayrıca camdaki habbecik seviyesinde de önemli bir azalma olmuştur.

## 5.2. Ce-Konsantre Uygulama Sırasında Cam Kırıklarının Renk Üzerindeki Etkisi

Ce-konsantresinin uygulanması sırasında, renk parametrelerinin istenen düzeyde olma koşulunun sağlanması için en büyük etkenlerden birinin cam kırığı olduğu saptanmıştır. Cam kırığı alımlarında yapılan laboratuvar analizleri ile renk parametrelerinin ölçüm değerleri aynı paralelde sonuç vermiştir. Tablo 3'de bu değerler görülmektedir.

Cam kırığının kontrolü için; cam kırığındaki toplam  $Fe_2O_3$ , cam kırığındaki kirlenme ile gelen kontamine  $Fe_2O_3$  ve cam kırığının indirgenlik potansiyeli analizi C.O.D (Chemical Oxygen Demand) değerleri belirlenmiştir. Tablo 3'de görüldüğü üzere Şubat ayından başlayarak camdaki indirgenlik potansiyelinin giderek artması nedeniyle Temmuz ayına kadar olan sürede kademeli olarak artırılan Ce-konsantreye rağmen, istenen başat dalga boyuna ulaşamamıştır. Haziran ayında başlayan 0.12 kg/100 kg. Ce-konsantre miktarı, camdaki ortalama % 0.087  $Fe_2O_3$  ve 880 ppm C.O.D ile renk ancak 561 nm B.D. boyuna ulaşılırken, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında aynı Ce-konsantre miktarı ve kullanılan  $ZnSeO_3$  miktarındaki artış yanında, camdaki ortalama 0.084 ve 0.085  $Fe_2O_3$  ve daha düşük indirgenlik potansiyeli ile hedeflenen 570-572 nm başat dalga boyuna ulaşılmıştır. Cam kırığının kullanımında, temizliğinin yanı sıra, kimyasal kompozisyonunun, renk parametreleri üzerindeki etkisinin büyük olduğu deneysel bulgularla anlaşılmıştır. Örneğin türeks camının % 5'in üzerine çıktığı veya Haziran ayı sonunda olduğu gibi farklı bir kompozisyonlu züccaciye cam kırıklarının kullanıldığı koşullarda, renk parametrelerinde etkin bir bozulma saptanmıştır.



## C FIRINI ÜRETİMİNİN CAM KIRIĞI İLE BAĞINTILI OLAN VERİLERİ

VERİLERİ	OCAK 1988	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS
Dekolorizan adı	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ve NaNO <sub>3</sub>	Ce-K.	Ce-K.	Ce-K.	Ce-K.	Ce-K.	Ce-K.	Ce-K.
Dekolorizan Miktarı	0.019 kg-0.40 kg.	0.05 kg.	0.07 kg.	0.09 kg.	0.09 kg.	0.120 kg.	0.120 kg.	0.120 kg.
Afinaşyon maddesi	Kalsiyum Sül.	Kals.S.	Kals. S.	Sodyum Sül.	Sodyum Sül.	Sodyum Sül.	Sodyum Sül.	Sodyum Sül.
Af. Maddesi miktarı	1.00 kg.	1.00 kg.	1.00 kg.	0.080 kg.	0.070 kg.	0.065 kg.	0.065 kg.	0.065 kg.
CAM KIRIĞI ANALİZLERİ								
Cam kırığı Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 0.079	% 0.091	% 0.092	% 0.115	% 120	% 0.092	% 0.088	% 0.112
Kontamine olan Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 0.013	% 0.016	% 0.015	% 0.012	% 0.005	% 0.017	% 0.008	% 0.006
İndirgenlik Pot. (COD)	530 ppm	458 ppm	440 ppm	438 ppm	692 ppm	880 ppm	470 ppm	660 ppm
Cam kırığı oranı	% 32	% 35	% 40	% 40	% 40	% 40	% 40	% 40
CAM KIRIĞI TÜRÜ-								
NÜN ORANDAKİ PAYI								
Topkapı Mübaayesi	% 18	% 20	% 19	% 24	% 17	% 27	% 13	% 11
Topkapı füzyon ve stok	% 6	% 8	% 12	% 13	% 14	% 10	% 13	% 13
Çayırova cam kırığı	% 8	% 7	% 9	% 3	% 9	% 3	% 14	% 16
CAM ÜRETİMİ ANALİZLERİ								
Candaki Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.080	0.079	0.086	0.090	0.085	C.087	0.085	0.084
Candaki Fe(+2)/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.3	17.3	19.2	22.9	20.6	17.9	15.8	15.1
Candaki parlaklık	% 61	% 63	% 61	% 60	% 57	% 61	% 62	% 59
Candaki safılık	% 8	% 7	% 6	% 5	% 7	% 6	% 7	% 9
Camin besat dalga boyu	572 nm.	569 nm.	565 nm.	559 nm.	563 nm.	561 nm.	567 nm.	572 nm.
Camin habbecik adedi	153	134	124	109	128	89	103	88

Tablo 3.

### 5.3. Ce-Konsantre Uygulamasının İşletmedeki Avantajları

Ce-konsantre uygulaması ile birlikte harmandan arseniktrioksit ve sodyum nitratın kaldırılması, işletmede bazı kolaylıklar sağlamıştır.  $As_2O_3$ 'ün toksit özelliğinin yanında, melanj hazırlanırken tozumasının getirdiği dezavantajlar Ce-konsantre kullanımı ile önemli derecede azalmıştır.

Sodyum nitratın depolanması sırasında kolaylıkla rutubet kapmasından, taşlaşmış hale gelmekte ve melanj hazırlanmakta tane boyutu nedeni ile güçlük yaratmaktadır. Bu şekildeki  $NaNO_3$ 'ün kullanımı sırasında, diğer melanj maddeleri ile karıştırılırken, azot türevi olan gazların ortama yayıldığı gözlenmiştir.

Ayrıca eski renksizleştirme maddelerinin uygulanmasında, insan gücü ile taşınan günlük tüketim miktarları, Ce-konsantrenin kullanımı ile azalmıştır. (750 kg  $NaNO_3$  + 35 kg  $As_2O_3$ /gün), (200 kg(Ce-konsantre/gün))

### 6. Maliyet Karşılaştırılması

Bilindiği gibi, renksizleştirme ve afinasyon için kullanılan malzemelerin çoğu yurt dışı kaynaklardan temin edilmektedir. Bu maddelerin cam harmanındaki hacimsel ağırlığı payları % 0.1, % 0.35 olmasına karşılık, birim cam maliyetindeki payları % 3.5, % 9.8 arasında değişmektedir.

( $As_2O_3$  +  $NaNO_3$ ) ile renksizleştirilen camın maliyeti 100 birim ise, 0.05 kg/100 kg. cam Ce-konsantre ile üretilen cam maliyeti 102 birim olmaktadır. Bu da dünyada birçok cam üreticisi tarafından tercih edilen Ce-konsantre için uygun bir maliyet kabul edilebilir. Ancak yüksek cam kırığı oranları ile üretim sırasında Ce-konsantre miktarının artırılma gereksinimi doğduğundan cam maliyeti 107.7 birime kadar yükselmiştir. Fakat eski renksizleştirme maddeleri ile camdaki demir oksit tenörü % 0.080 ve cam kırığı % 33 oranı üzerinde olursa rengin yeşile kayması nedeni ile çok kısıtlı çalışırken, Ce konsantreli dönemde sürekli % 40

cam kırığı kullanılarak, iyi renk parametrelerini elde etmek mümkün olmuştur. Böylece % 8'lik cam kırığı artırılmasıyla sağlanacak enerji tasarrufu, cam maliyetini % 2.4 kadar düşürmüştür.

## SONUÇLAR

### Seryum Konsantresinin Renksiz Cam Üretiminde Arseniktrioksit/Sodyum Nitrat İkilisi Yerine Kullanılması

- . Yüksek oranlardaki cam kırığının uzun süreli ve kesintisiz kullanma imkânını getirmiştir. Daha homojen kompozisyonlu ve temiz cam kırıklarının elde edilmesine paralel olarak, daha iyi renk seviyelerine ulaşılabilir.
- . Ce-konsantre ile renksizleştirilen camlar, afinasyon etkisiyle daha az habbecik içermesi ve daha parlak görünmesi nedeniyle, üretimdeki görünüm hatalarını azaltmaktadır.
- . Ce-konsantresinin kullanımı işletme kolaylığı sağlamıştır.
- . Ayrıca 2.11.1986 tarihinde yürürlüğe giren "Hava Kalitesini Koruma" yönetmeliği çerçevesinde, kısıt getiren malzemeler arasında yer almaması nedeni ile Ce-konsantresinin kullanılması daha avantajlı görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Glass - December 1987 (469)
2. C.R. BAMFORD; Colour Generation and Control in Glass (69-79-155)
3. Hans Jepsen - Marwedel - Fabrikations Fehler (144)
4. Dr. Alexis. G. Pincus; In The Glass Industry Secondary Manufacturing. Part II
5. T. Çavdar - C. Karan; Soda kireç camının renksizleştirilmesinde seryum oksit kullanılması. Rap. No. 143, Araştırma Müdürlüğü, Mayıs 1984.

## ŞİŞE ÜRETİM HATLARINDA KALİTE KONTROL SİSTEMLERİ

Dr. Yıldırım TEOMAN-İşıl TÜMERKAN-Haluk ŞARDAĞ

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

### ÖZET

Şişe ve cam sınaî kaplar üretiminde, üretim hattı sonunda hatalı ürünlerin ayrılması, üründe kalite tutarlılığının korunması ve kalitenin garanti altına alınmasında önemli bir rol oynar. Gelişen teknoloji bu işlemin otomatik olarak daha süratli ve güvenilir bir şekilde yapılmasına imkan tanımaktadır.

Ancak, hatalı mamulün ayıklanması beklenen kalite seviyesine ulaşmak için pahalı bir yöntemdir. Hat sonu otomatik kalite kontrol seçme ve ayırma makinaları, fonksiyonları hataların belirlenerek kaynağında giderilmesi amacına dayalı kapsamlı bir proses kontrol sistematiği ile bütünleşebildiği ölçüde kaliteli mamulün ekonomik üretiminin teminatı olabilirler.

Bu bildiri de hat sonu kalite kontrol seçme ve ayırma makinalarının proses içindeki yeri, kullanım amaçları, çalışma ilkeleri ve topluluğumuz bünyesindeki uygulamalar incelenmekte ve makinalarda beklenen gelişme eğilimleri değerlendirilmektedir.

### GİRİŞ

Sınaî üretimde kalite, mamulün bir sonraki üretim aşaması veya tüketici tarafından belirlenen ve onun gereksinimlerini karşılamayı hedefleyen karakterlerin bileşimidir.

Cam kaplar ambalaj malzemesi olarak karton, teneke, plastik gibi ikame ambalaj malzemeleri ile rekabet etme durumundadır ve

- . ambalajlayacağı ürüne,
  - . nihai kullanım şekline,
  - . ambalajlama işlemi (dolum) koşullarına
- uygun olmalıdır. Bu koşulların gerektirdiği fiziksel, kimyasal özellikleri mamulün kalite seviyesini tanımlar. Üretimde bu seviyenin,

- . öncelikle yaratılması
  - . sürekliliğinin sağlanması ve
  - . kontrol altında tutulması
- gerekmektedir.

Mamulün talep edilen özelliklerden uzaklaşan karakterlerinin herbiri "hata" olarak tanımlanır. Mamulün kullanımı üzerinde yarattığı etkiler açısından 3 ana başlık altında değerlendirilirler.

**1. Kritik Hatalar :** Mamulü kullanana ve/veya bir sonraki üretim kademesine zarar veren hatalar,

- . Bird swing
  - . Gövde içine yapışmış cam
  - . İç basınca dayanıksızlık
  - . Dar boyun.

**2. Fonksiyonel Hatalar :** Mamulü kullanılmaz duruma getiren hatalar,

- . Büyük çatlaklar
- . Büyük taş
- . Tolerans dışı ölçüler.

**3. Görünüm Hataları :** Mamulün görünümü dışında kullanımını önemli ölçüde etkilemeyen hatalar,

- . İnce çatlaklar
- . Kirli yüzey

- . Küçük taşlar
- . Habbe

Bu hatalar prosesteki çeşitli aksamalardan kaynaklanan, prosesin amacına aykırı olarak ortaya çıkan olgulardır. Ancak hiçbir zaman tamamen ortadan kaldırılamazlar.

Bu nedenle üretim süreci içinde hata oluşumunun takibi, değerlendirilmesi paralelinde hatalı mamullerin ayrılarak kullanıcıya intikalinin önlenmesi gerekir. İkame ambalaj malzemelerinin rekabet gücü, dolum hatlarının hızlarındaki artışlar ve tüketiciyi koruma konusundaki hukuki gelişmelerle kalite talebi sürekli olarak artmakta, bu da kalite kontrolü ve hat üzerinde muayene ve ayırma işlemlerine önem kazandırmaktadır.

#### **HATALI MAMULLERİN MUAYENE VE AYIRMA YÖNTEMLERİ**

Üretim makinesinde şekillenen mamulde hata analizi ve ayırımının yapılabileceği ilk nokta makineden çıkış konveyörüdür. Ancak burada mamulün sıcak olması nedeni ile makine operatörünün üretimin durumu hakkında bir fikir edinmek üzere aldığı örneklere dayalı bir kontrol dışında ayırma imkanı yoktur.

Ayırma işleminin yapılabileceği en uygun bölge soğutma fırını sonu, paketlenme hattı öncesidir.

Paketlemenin elle yapıldığı durumda hatalı mamul paketleme işçisi tarafından burada ayırma tabi tutulabilir. Ancak bu şekilde ayırma, paketleme işçisi başına 30 şişe/dakika hızın üzerinde etkili olamamaktadır.

Bir sonraki otomasyon aşamasında mamul soğutma sonunda "single liner" adı verilen teçhizatla tek sıralı konveyöre aktarıldığında paketleme işçisinden ayrı olarak bu konuda eğitilmiş bir eleman vasıtası ile ayırma işlemini 75-100 şişe/dak. hızlara kadar gerçekleştirmek mümkün olmaktadır. Ancak bu eleman 15 dakikadan fazla sürekli çalışmada verimli olmamaktadır.

Her iki yöntemde de mamulde sadece görsel bir muayene gerçekleştirilebilmekte, ölçüme ve mekanik mukavemete dayalı hiçbir muayene yapılamamaktadır.

Yüksek hızda üretim yapan hatlarda tüketicinin kalite talebini karşılamayı teminat altına alacak ayırma işlemi ise ancak otomatik makinalarla yapılabilmektedir.

### **OTOMATİK MUAYENE VE AYIRMA MAKİNALARI**

Bu cihazlar hatayı en iyi tanımlayan fiziksel özelliğini mekanik, elektronik, optik veya pnömatik ölçümler yolu ile belirleyen ve hatalı mamulü ayıran makinelerdir. Muhakeme yeteneği olmayan bu cihazlar sadece aldıkları sinyalleri kendilerine verilen bilgi ve ölçütler çerçevesinde değerlendirerek tek yönlü karar verebilen cihazlardır ve bu nedenle de kendileri gerçekte hata olmadıkları halde hata sinyali karakterinde sinyal üreten faktörlere duyarlıdırlar. Kullanımlarında kalibrasyon ve ayarlanmaları sağlıklı çalışmalarını için büyük önem taşır.

Çalışma prensipleri ve hata cinslerine göre otomatik muayene ve ayırma cihazlarını 5 ana grupta toplamak mümkündür.

1. **Çatlak ayırma cihazları** : Çatlak yüzeylerinin ışığı yansıtma özelliğinden faydalanırlar (kafa ve kafa altı, omuz, gövde, etek, dip çatlakları).
2. **Görsel ayırım cihazları** : Mamulün elektronik görüntüsünü master görüntü ile karşılaştırırlar (habbe, kabarcık, taş, şekil bozuklukları)
3. **Masterlama ve ölçüm cihazları** : Mamulün çeşitli boyutsal ve fonksiyonel özelliklerini mekanik, pnömatik ve optik olarak inceler (boyun, sızdırmazlık, ovalite hataları, kafa masterlama, eğrilik, tolerans dışı ölçüler)
4. **Cam dağılımı ölçüm cihazları** : Mamulün cidar kalınlığını çeşitli bölgelerde kapasitif ölçüm yolu ile tayin ederek ayırım yaparlar (cidar kalınlığı, katlanmış cam, dolmamış ağız, salıncak)

- 5. Mekanik mukavemet cihazları :** Mamulün iç basınç darbe mukavemeti gibi özelliklerini mamulü fiilen darbe veya basınca tabi tutarak test ederler; zayıf mamuller kırılarak üründen ayrılmış olurlar (iç basınç dayanıksızlığı, sıkıştırma darbe dayanıksızlığı)

Bu cihazların soğutma fırını sonrasına tek sıralı taşıma konveyörleri üzerinde söz konusu hatta üretimine ağırlık verilen mamullerin karakterine göre optimize edilecek bir kombinasyonda dizilmeleri ile üretimde spesifikasyon dışı hatalı mamullerin otomatik olarak ayrılması için imkan sağlanmış olur.

Makinelerin seçimini ve hat üzerindeki dizilişlerini etkileyen faktörler;

- . Üretilen mamul cinsinin hata karakteristiği,
- . Mamullerin boyutları,
- . Hattın üretim hızları,
- . Yerleşim imkanları,
- . Maliyet,
- . Cihazların diğer sistemlerle entegrasyonu konusundaki talepler.

#### **MUAYENE HATTININ YERLEŞİMİNDE DİKKAT EDİLECEK KONULAR**

- . Yerleşim imkanı zorunlu kılmadıkça tek cihazda çeşitli muayeneleri yapan cihazlar yerine belli muayeneleri yapan çok sayıda basit makina kullanımı tercih edilmelidir.
- . Genel olarak daha hızlı çalışan cihazlar ön kısma, yavaş çalışanlar gerekirse paralel hatlara bölünerek arka kısımlara yerleştirilir. Duyarlı ölçümlerin yapıldığı cihazlar için arka kısımlar tercih edilir.
- . Şekillendirme makinesinin en yüksek üretim hızının muayene cihazlarının çalışma hızının % 70'ini geçmemesine özen gösterilir. Böylece hatta meydana gelebilecek herhangi bir şişe devrilmesi veya sıkışması durumunda meydana gelebilecek kayıpların önüne geçilebilir. Ayrıca muayene makinalarının daha güvenli çalışmaları sağlanabilir.



- . Üretim hızı düşük ve/veya küçük mamul üretilen hatlarda tek dizi muayene cihazının kullanımı mutlaka arizi duruşlarda, bakım onarım veya değişim için yeterli zamanı sağlayabilecek büyüklükte toplama masaları ile birlikte düşünülmelidir.
- . By-pas konveyörlerinin kullanılmaması, şekillendirme makinasında üretilen her şişenin paketleme öncesinde mutlaka muayene makinasından geçirilmesi gerekmektedir.
- . Yüksek üretim kapasiteli hatlarda veya toplama masalarının yeterli olmayacağı durumlarda birbirlerini yedekleyecek kapasitede iki veya daha fazla paralel muayene hattının kurulması gerekmektedir.
- . Cihazların, mamul akışının düzenliliğini sağlayacak, devrilme ve sıkışmalarla hattın sıkışmasına neden olmayacak kaliteli ve güvenilir taşıma sistemleri üzerine yerleştirilmesi önemlidir. Bazı hallerde kullanıcı talebi olmadığı halde taşıma sisteminde akıcılığı sağlamak için mamule soğuk kaplama uygulaması gerekli olabilmektedir.

Muayene cihazlarının hatalı mamulü doğru ayırabilmesi, cihazın doğru seçiminin yanısıra iyi ayarlanması, kalibrasyon, bakım ve kullanımı konusunda eleman eğitimine ağırlık verilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Bütün bunlara rağmen ve bazen cihazın, kendisi hata olmayan kaynaklardan (kalıp izi vb.) aldığı sinyalleri hata olarak değerlendirmesi sonucu zaman zaman sağlam mamuller hatalı olarak ayrılabilir. Bu yolla verim kavbı,

- . muayene cihazlarının duyarlılığı ve ayar seviyesine,
- . şekillendirmeden gelen mamulde genel hata seviyesine,
- . nihai üründen beklenen kalite seviyesine ve
- . muayene cihazlarının cins ve adetine,

bağlı olarak % 0.5 ila 2.5 arasında değişmektedir. Genel ortalama değer muayene cihazı başına % 0.3 olarak alınabilir. Ancak bazı hallerde örneğin bebek maması gibi çok kritik bir mamulde dipte yapışık cam ve salıncak gibi az rastlanan fakat kesinlikle ayrılması gerekli hatalar için bazen cihaz bilinçli olarak çok duyarlı ayarlanabilmektedir.

## MUAYENE CİHAZLARININ PROSELE BÜTÜNLEŞMESİ

Üretim sürecinde genel olarak,

- . harman, afinyasyon, tavlama kökenli bazı hatalar bir anda üretimin tümünü etkileyecek şekilde,
- . taş, düğme, damar gibi bazı cam hataları ise mamul içine gelişigüzel dağılmış şekilde,
- . çatlaklar, cam dağılımı, tolerans dışı boyutlar gibi diğer bazı hatalar da belirli kol veya kalıplar üzerine yoğunlaşmış olarak,

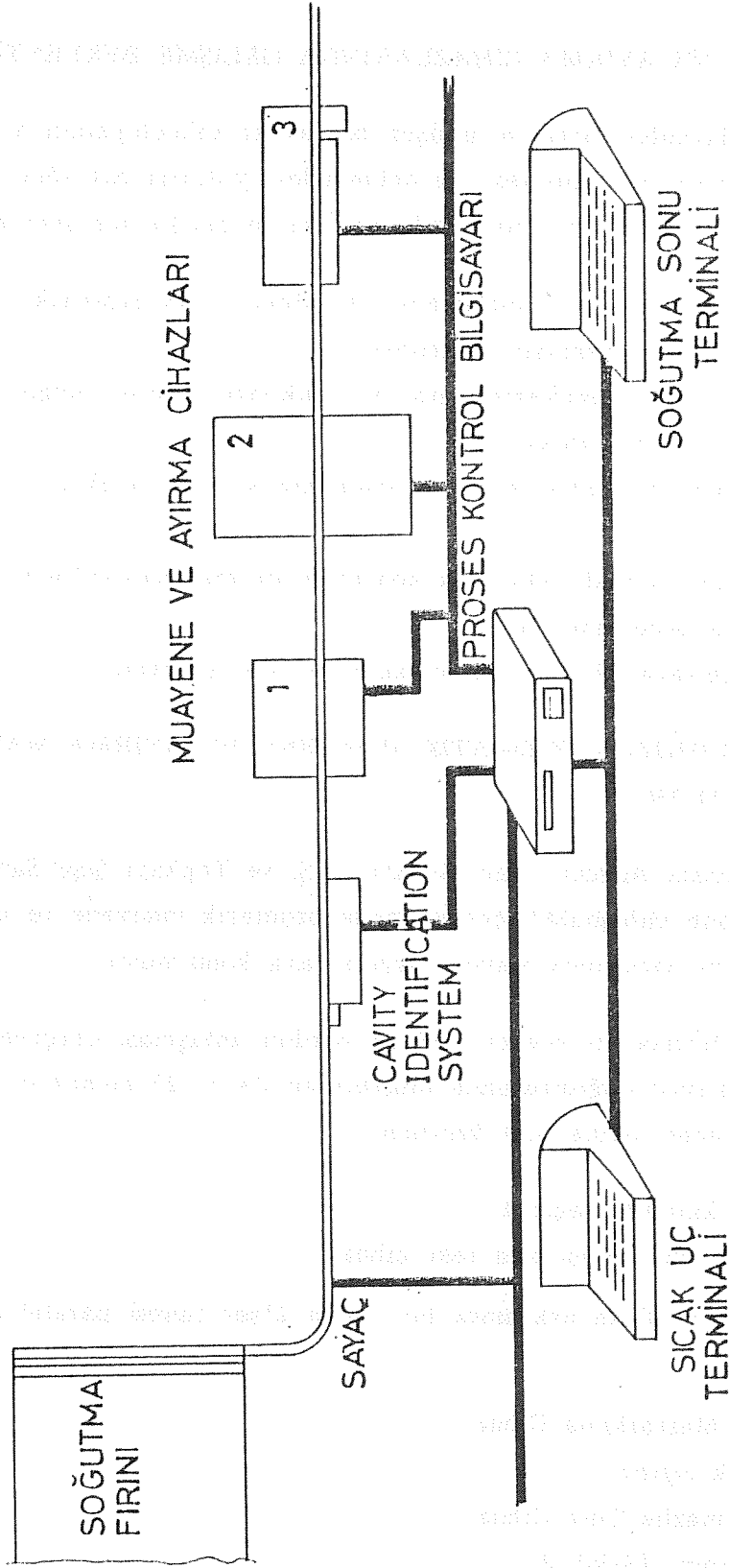
ortaya çıkmaktadır.

İlk gruptaki hataların ortaya çıktığı anlarda üretimin hemen hemen tümü reddedilirken ikinci gruptaki hatalar mutlaka etkin muayene ile ayırım gerektirir. Üçüncü gruptaki hataların ise bazı özel uygulamalarla sistematik olarak ayrılmasını sağlamak mümkündür.

Ancak hata miktarı arttıkça önemli olan hatalı mamulü ayırmaktan çok hata kaynağını ortadan kaldıracı tedbirleri almaktır. Bu da soğutma sonundan şekillendirmeye etkin bir bilgi akışının sağlanmasını gerektirir.

Bu amaçla geliştirilmiş olan sıralı ayırma metodu dışında esasen kısmen muayene makinelerinde üretilmekte olan bilginin kalıp numaraları ile değerlendirilerek şekillendirilmeye aktarılmasını sağlayan sistemler ile muayene makineleri artık üretim prosesi ile tamamen entegre hale gelmişlerdir (Şekil 1).

Bu sistemde kalıp numarası soğutma fırını sonunda özel bir cihazla okutulmakta şişe bundan sonra sistemde elektronik olarak takip edilerek muayene cihazlarında ayrılan şişelerin hata türleri kalıp numaraları ile bağdaştırılmakta ve bilgi proses bilgisayarında değerlendirilerek sıcak uca aktarılmaktadır. Bu sistemlerin otomatik istatistik analiz cihazları ile donatılması ile üretilen bilginin kapsamı daha da genişleyebilmektedir.



Şekil 1.

## MUAYENE VE AYIRMA CİHAZLARINDA GELİŞME BEKLENTİLERİ

Üretim hızlarındaki artış ve gelişen bilgisayar teknolojisinin artan fabrika otomasyonu ile bütünleşmesi ile önümüzdeki yıllarda hat sonu kalite kontrol seçme ve ayırma sistemlerinde beklenen gelişmeler şunlardır:

- . Muayene makinalarının hızlarının arttırılması (400 şişe/dak. ve üzeri),
- . Mamulle fiziksel temasın azaltılması,
- . Cihazların kendi kendilerine ayar ve fonksiyon testleri uygulayarak güvenilirliklerinin artırılması.
- . Hat üzerinde otomatik muayene işleminin kısmen sıcak uç'a kaydırılması,
- . Hat üzerinde sürekli istatistik kontrolün otomatikleştirilmesi ve bilgisayarla hata değerlendirme,
- . Proses bilgisayarı ile üretim makinesinin entegrasyonu.

## TOPLULUĞUMUZDA OTOMATİK MUAYENE VE AYIRMA MAKİNALARI UYGULAMALARI

Topluluğumuzda Anadolu Cam Sanayii A.Ş. ve Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. modernizasyon çalışmaları çerçevesinde otomatik muayene ve ayırma makinaları üretim hatlarında kısmen uygulamaya konulmuştur.

Heye Glas firması ile mevcut teknik yardım anlaşması çerçevesinde bu firmanın anlayışı doğrultusunda oluşturulan 24 ve 23 numaralı üretim hatlarında iki adet paralel hat üzerinde,

AGR cidar kalınlığı seçicisi

Schafer Flottman sıkıştırma test cihazı

yer almakta bunların arkasında her hatta 2'şer tanesi paralel çalışmak üzere,

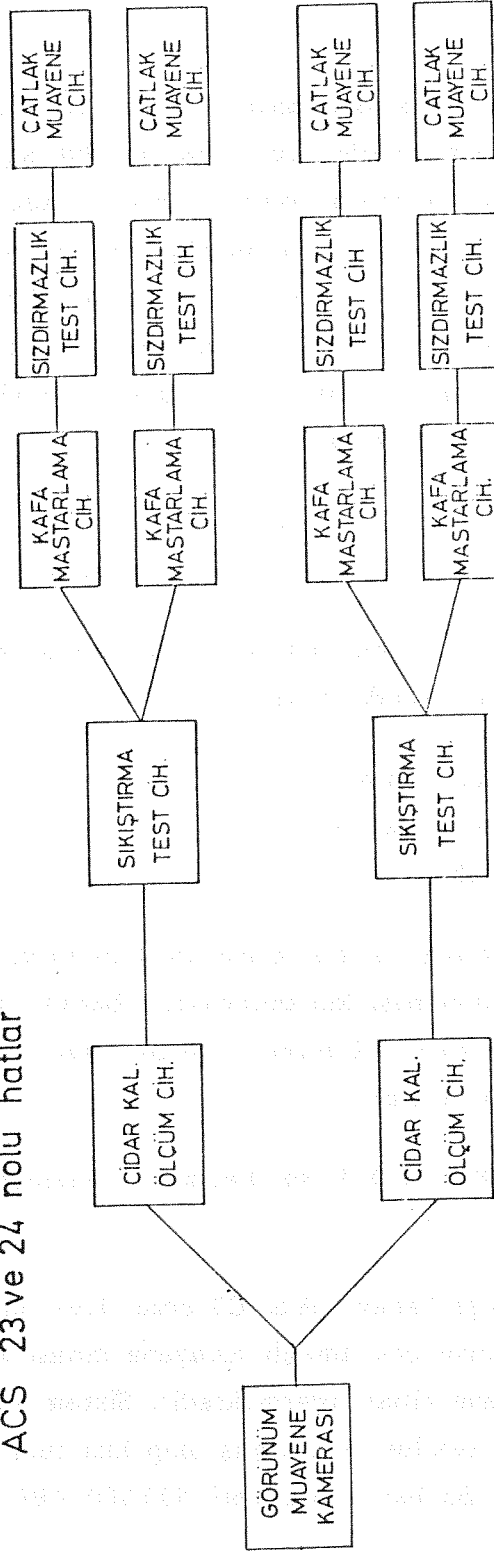
Heye Kafa Mastarlama Cihazı

Heye Çatlak Ayırıcı

Heye Sızdırmazlık Test Cihazı

kullanılmaktadır (Şekil 2).

## ACS 23 ve 24 nolu hatlar



İMALAT MAK.(I.S.8) : 1.194.200 ₺

MUAYENE HATTI : 830.000 ₺ (% 70)

Şekil 2.

Her ikisi de 8 kollu I.S. makinalarından beslenen bu hatlarda en yüksek muayene hızı paralel hattın herbiri için yaklaşık 200 şişe/dakikadır. Böylece muayene cihazlarından herhangi birinde ortaya çıkacak bir arıza durumunda diğer hat üretimin tümünü karşılayabilecek güçtedir. Hat ayrıca yüksek kaliteli taşıma konveyörleri ve otomatik hat bölücüsü ile donatılmıştır. Sistem hat girişinde tek bir kamera içermektedir. Hat başına cihazların toplam değeri olan 830.000 ABD \$ üretim makinesinin değerinin yaklaşık % 70'ine tekabül etmektedir.

Bu hatlar genel amaçlı meşrubat ve içki şişeleri, 24 numaralı hat ise özellikle geri dönüşsüz hafif meşrubat şişesi üretmektedir.

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. D3 hattında kurulmak üzere temin edilen sistem bu fabrika koşulları çerçevesinde 2 paralel hatta,

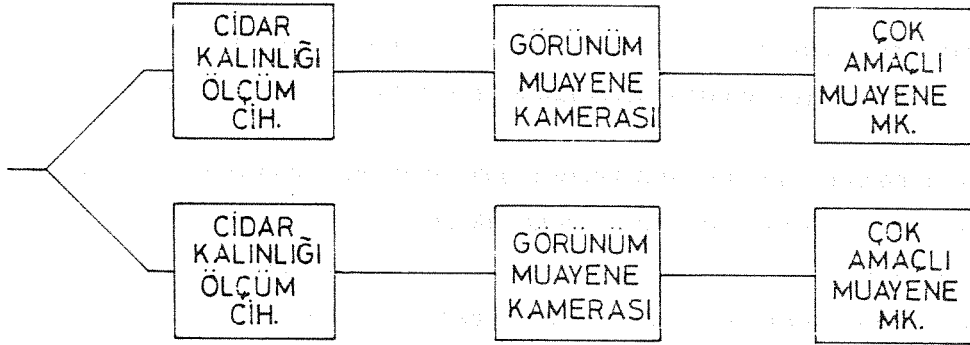
- . Görünüm muayene cihazı (kamera)
- . Cidar kalınlığı muayene cihazı, ve
- . Çok amaçlı muayene cihazı

içermektedir. Yine meşrubat ve içki şişesi ağırlıklı üretim yapan bu hatta gelecekte 10 kollu I.S. makinası kullanılacaktır. Burada da sistem herhangi bir arıza durumunda tek hattın üretimin tümünü bazı küçük şişeler dışında muayene edebilecektir (Şekil 3).

Bu hattın maliyeti 870.000 ABD \$, şekillendirme makinasının % 55'i civarındadır.

3. örnek yine Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. C3 ecza şişesi üretim hattından alınmıştır. Tek hat üzerinde çok amaçlı muayene cihazı ve arkasında lazer taramalı görünüm muayene cihazı içermektedir. Sistem sadece küçük şişeleri muayene edebilecek şekilde donatılmış olup hızı tüm makina üretiminin iki katı civarındadır. Bu hattın maliyeti 500.000 ABD \$ civarındadır (Şekil 4).

TOPKAPI - D3 Hattı (Mesrubat, kavanoz, diğer)

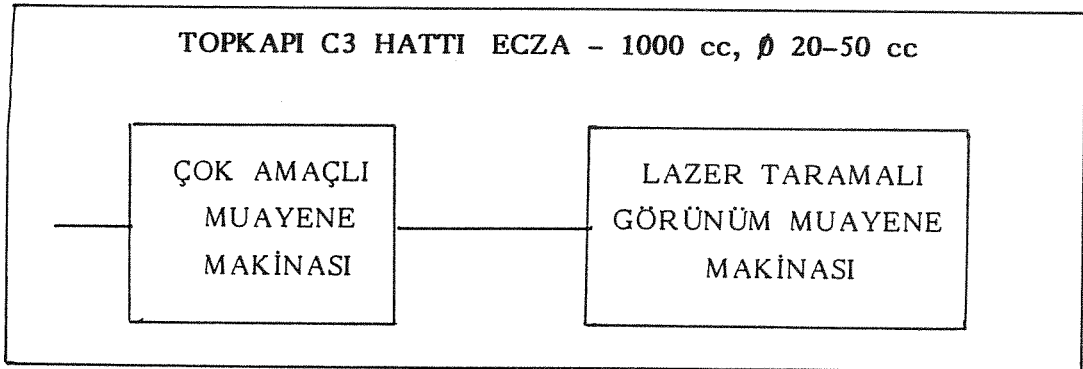


İMALAT MAK.(I.S.10) : 1.587.800 \$

MUAYENE HATTI : 869.000 \$ (%55)

Şekil 3.

Şekil 4.



### SONUÇ

Şişe üretim hatlarında otomatik muayene ve ayırma cihazları artan kalite talebi ve üretim hızları paralelinde zorunluluk halini almaktadır.

Makinaların seçimi ve yerleşimi hata türleri ve mamul boyutları açısından hatlarda üretilecek mamul grupları ile yakından ilgili olduğundan, verimli çalışma sağlanabilmesi açısından uygulamanın kısmen özelleşmiş hatlara kaydırılma ihtiyacı doğmaktadır. Makinaların yerleşiminde hat ve makinala-

rın üretim hızları dikkate alınmalı ve arizi durumlar gözönünde tutularak üretilen mamulün tamamının istisnasız muayenesine imkan tanınması sağlanmalıdır.

Cihazların etkin kullanımı hat üstü istatistik kontrol ve sıcak uca sürekli bilgi akışı sağlamaya yönelik uygulamalarla birlikte düşünülmelidir.

Muayene cihazları yatırım maliyetleri şekillendirme makinası için yapılacak yatırıma oranla önemli boyutlara ulaşmaktadır. Bu nedenle seçimi, bakımı ve kullanımında aynı titizliğin gösterilmesi ve cihazlardan azami faydayı sağlayacak önlemlerin mutlaka alınması gerekmektedir.



## ŞİŞE KALIPLARINDA PROFİL KOLMONOYU KULLANIMININ YARARLARI VE ANADOLU CAM SANAYİİ A.Ş.'DE TATBİKATI

Yusuf COŞKUN

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

#### 1. Kalıplarda Profil Kolmonoyunun Uygulanmasını Gerektiren Problemler

- Dönüşsüz hafif (Leight-Weight) şişelerin imalata alınması ile devir artışı söz konusu olmuş ve bu durum kalıp köşelerindeki aşınmayı hızlandırmıştır. Aynı şekilde şişe cam kalınlığının incilmesi camın kalıp açıklıklarına girmesini kolaylaştırmıştır.
- Başta Tekel olmak üzere son yıllarda müşteriler kalıp çizgisi konusunda daha hassas davranmaktadır.
- Profil kolmonoylu kalıpların tamiri profil kolmonoysuzlara oranla daha kolay olmaktadır ve bu tamir defalarca tekrarlanabilmektedir.

#### 2. Anadolu Cam San. A.Ş.'de Profil Kolmonoylu Kalıp İmali

Anadolu Cam San. A.Ş. Kalıp İmal Atölyesi, kolmonoylu kalıp için plânlanmamıştır. Gereken ilave taşlama tezgâhı yerine Fabrikada atıl duran makas bileme tezgâhı, imal edilen aparatlarla taşlama tezgâhına dönüştürülmüştür. Diğer operasyonlar için mevcut tezgâhlar kullanılmıştır.

#### 3. Profil Kolmonoyunun Kalıp Ömrüne Etkisi

Şişe imalatı sırasında fiili kalıp kullanımı gözlenmiş,sonuçta en az % 80'lik bir ömür artışı saptanmıştır. 70 cl. Tekel rakı şişesinde birim kalıp maliyetinden olan tasarrufun en az 1.45 TL.- olduğu hesaplanmıştır (Kasım 1988 fiyatları). Ayrıca şişe üretimi sırasında aşınma ve yaralanmaların azalması kalıp değişim zamanını uzatmış, bundan kaynaklanan imalat kayıplarını azaltarak verimin artmasına neden olmuştur.

#### 4. SONUÇ

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de bütün hafif ve yarı hafif şişe

ve kavanoz kalıplarında profil kaynağı uygulamasına devam edilmektedir.

## 1. GİRİŞ

Değişen pazar şartları Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de şişe üretimini "Leight-Weight" olarak adlandırılan dönüşsüz ince cidarlı şişeye doğru yönlendirmektedir. Dönüslü şişelerde daha az görülen kalıp çizgisi problemi ince cidarlılarda çok daha sık görülmekte, şişenin basınç dayanımı ve görünüşünü olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum birim kalıpla imal edilen şişe miktarının düşmesine ve verim kaybına neden olmaktadır. Kalıp çizgisi problemine çare olarak birleşme yüzeyleri keskin köşelerinin takviyesi gerekmiştir.

## 2. KALIPLARDA PROFİL KAYNAĞINI GEREKTİREN PROBLEMLER

### 2.1. İnce Cidarlı Şişelerin Üretime Girmesi İle Kaynaklanan Problemler

- . İnce cidarlı şişelerin devreye girmesi ile makina devirleri artmış bunun sonucu olarak ısınma ve soğuma frekansı sıklaşmıştır. Sıcaklık değişimlerinin en fazla olduğu nokta keskin köşeler olduğundan bu noktadaki mikro yapının bozulması hızlanmıştır.
- . Makina devirlerinin artışı mekanik aşınmayı artırmıştır.
- . Yüksek hızın gereği olarak cam sıcaklığı artmış ve viskozitesi düşmüştür. Bu faktör cidarın da incilmesi ile birleşince camın kalıp açıklıklarına girmesi kolaylaşmıştır.
- . Hafif şişelerin dizaynı yapılırken ağırlığı en az yapabilmek için cidar kalınlığı gerekli minimumda yapılır. Cam dayanım açısından çentiğe çok hassas malzemedir. Kalıp çizgisinin cam üzerinde çentik özelliği yaratması cidarın ince olması ile birleşince şişede önemli basınç dayanımı problemi ortaya çıkarmıştır.

### 2.2. Görünüş Problemleri

Yukarıda bahsedilen basınç problemleri yanında kalıp çizgileri şişe-

nin görünümünü de olumsuz yönde etkilemektedir. En büyük müşterilerimizden birisi olan **TEKEL**, son yıllarda kalıp çizgisini önemli bir kalite problemi olarak görmeye başlamıştır. Zaman zaman Tekel'den bu konuda şikâyetler alınmış hatta bazı sevkiyatlarda eksik ödemelere neden olmuştur. Bu duruma geçici çözüm olarak kalıp ömürlerinin % 40 oranında düşürülmüş olmasına rağmen sağlıklı bir çözüm olmamıştır.

### 2.3. Tamir Problemleri

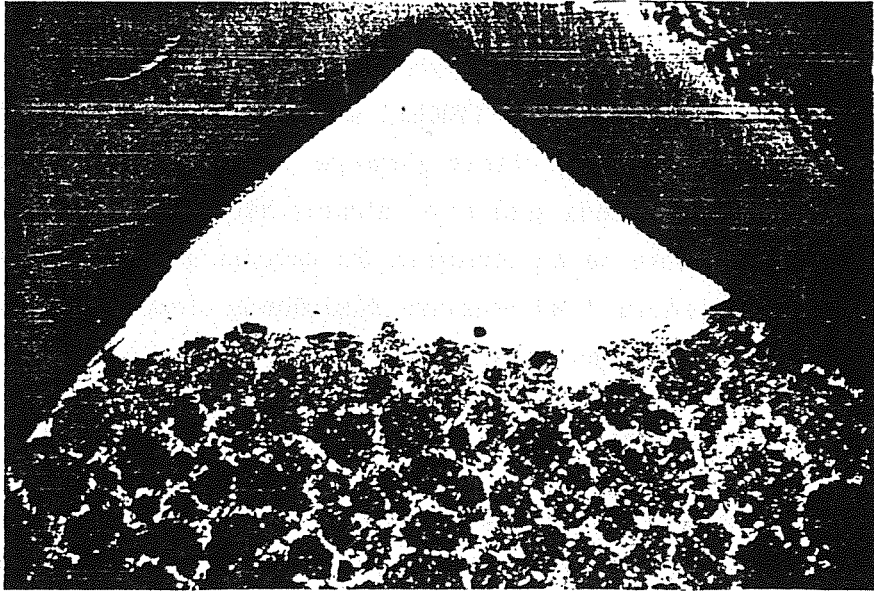
Kalıp izi yapan kalıbın tamiri kaynak tozu ile mümkündür. Ancak bu tamir profil kolmonoysuz kalıpta en fazla 1-2 defa yapılabilir ve kısa zamanda bu kaynak düşmektedir. Oysa profil kaynaklı kalıpta bu tamir defalarca yapılabilen ve çok daha uzun süre dayanmaktadır.

## 3. PROFİLDE UYGULANAN TOZ KAYNAĞI VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

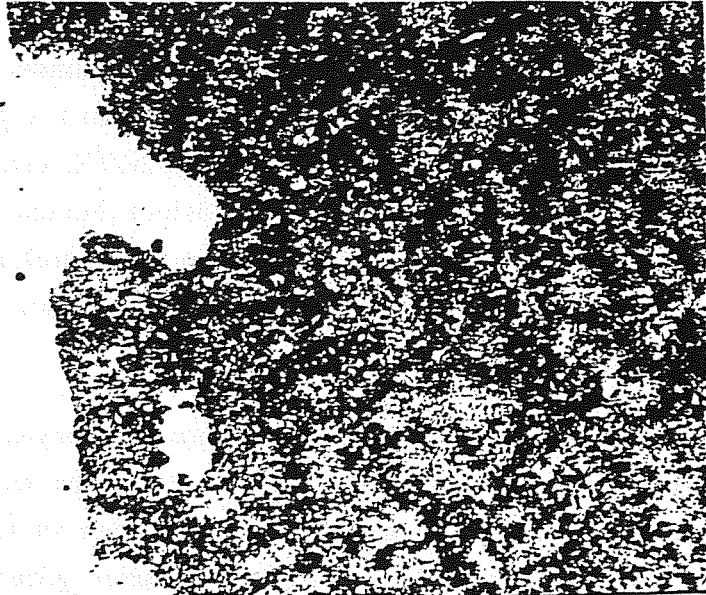
3.1. Profilde uygulanan kaynak cam kalıp imalinde eskiden beri kullanılan ve "KOLMONOY" yaygın adıyla bilinen kaynak tozudur. Nikel esaslı bir kaynak tozu olup takriben 600°C civarındaki sıcak metal üzerine püskürtülerek ergitilir. Böylece burada aşınmaya ve ısıya daha dayanıklı bir malzeme katmanı oluşturulur. Resim 1'de profil kaynağı kesitinden alınan bir parçanın 50 katı büyütülerek alınan fotoğrafı görülmektedir.

Burada kolayca görüleceği gibi tamamen beyaz görülen kısım kaynak dolgusu, arkada kalan gri kısım ise ana malzemedir. Ana malzeme aşınmaya neden olan grafit yapısı ve taneler kolaylıkla seçilmesine rağmen kaynak kısmı tamamen gözeneksiz olarak görülmektedir.

3.2. Resim 2'de kaynağın ana metale bağlantı şekli 100 misli büyütülerek alınan fotoğrafta kolaylıkla görülebilmektedir.

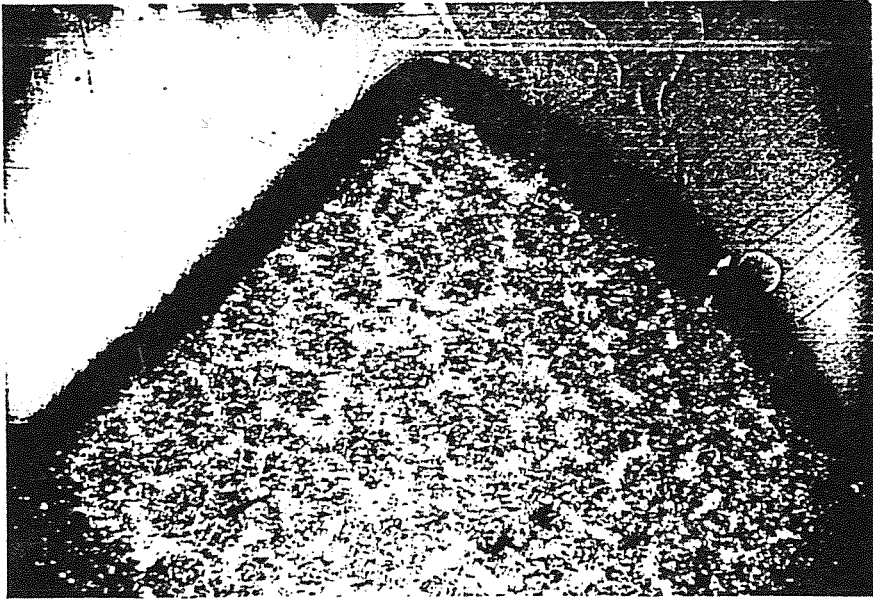


Resim 1.



Resim 2.

3.3. Resim 3'de ise profil kaynaksız bir kalıbın birleşme yüzeyindeki köşeden 50 misli büyütülerek alınan fotoğraf görülmektedir.



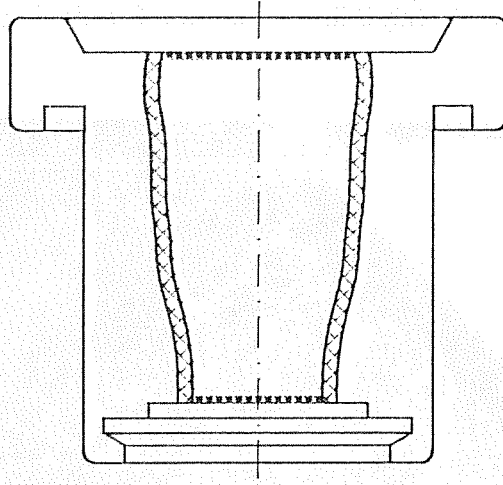
Resim 3.

Resim 1 ile karşılaştırıldığında aşınma farkının nedeni olan profil yapısındaki taneleşme kolaylıkla seçilebilmektedir.

3.4. Kaynak tozu çeşitli firmalarca üretilmektedir ve uygulandığı malzeme ve istenilen mukavemete göre çeşitli türleri vardır.

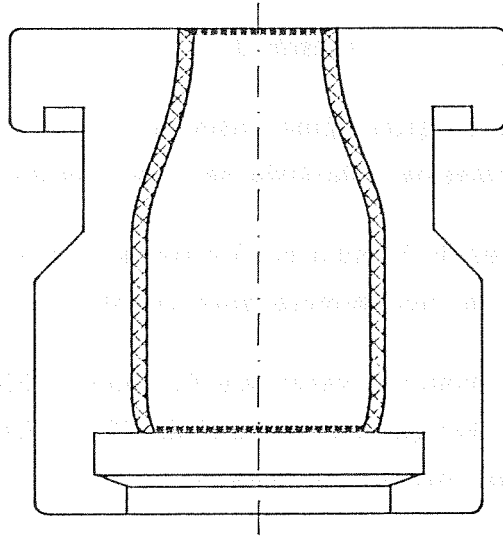
ACS'deki uygulamalarda genellikle Chpolansky/FRANSA Firması'nın 10120 numaralı kaynak tozu ve UTP/İSVİÇRE Firması'nın HA-1320 numaralı kaynak tozu kullanılmaktadır.

3.5. Şekil 1 ve 2'de hazırlayıcı ve tamamlayıcı kalıpta uygulanan profil kaynağı uygulamasının şekli gösterilmiştir. Burada yıldızla taranan kısımlar eskiden beri uygulanmakta olan boğaz ve dip kaynağını, şişe profilinin sağında ve solunda çapraz taranmış kısımlar ise yeni uygulanmaya başlanan profil kaynağını göstermektedir.



- \*\*\*\* HAZIRLAYICI KALIP BOĞAZ VE DİP KAYNAĞI  
 ☒☒ HAZIRLAYICI KALIP PROFİL KAYNAĞI

Şekil 1.



- \*\*\*\* TAMAMLAYICI KALIP BOĞAZ VE DİP KAYNAĞI  
 ☒☒ TAMAMLAYICI KALIP PROFİL KAYNAĞI

Şekil 2.

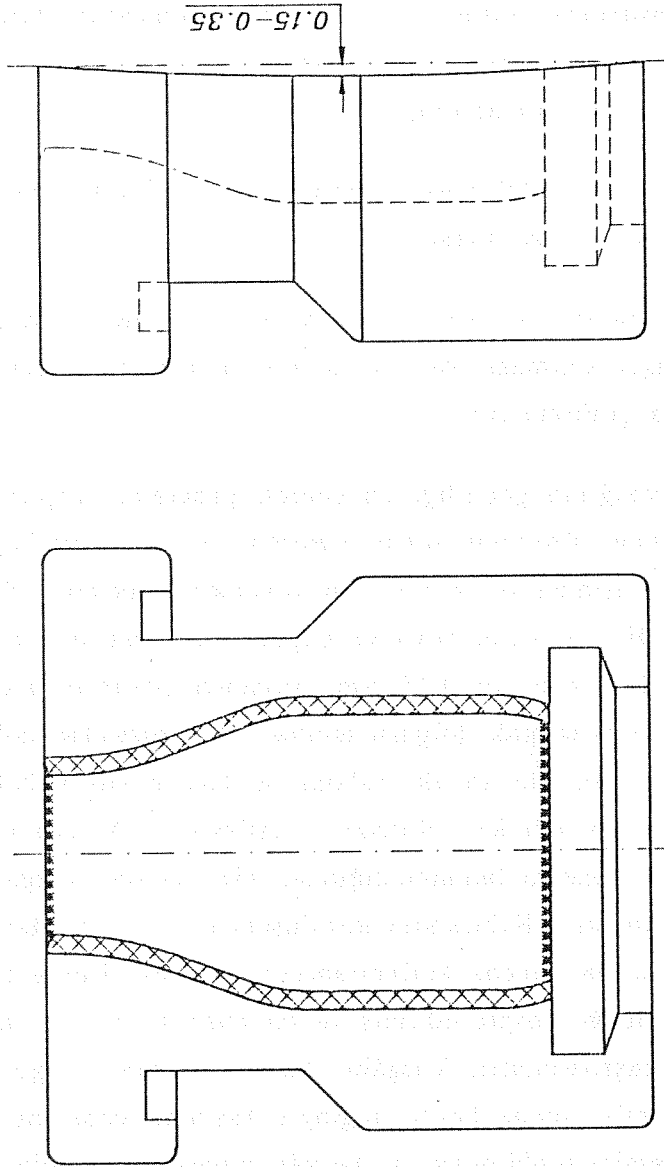
#### 4. PROFİL KAYNAĞI UYGULAMASINDA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

- 4.1. Şişe imalatında profil kaynağının olumsuz etkisi kalıp birleşme çizgisi civarında oluşan cidar incelmeleri olmuştur. Kaynak takviyesinin mümkün olduğunca ince yapılması ile bu sorun imalat problemi olmaktan kurtarılmıştır.
- 4.2. ACS Kalıp İmal Atölyesinde profil kaynaklı kalıp imali sırasında şu problemlerle karşılaşmıştır:

Profil kaynağının ek kalıp imal operasyonlarından ön profil kopya, kaynak ağız açılması, kaynak dolgusu işlemleri atölye imkânları ile kolaylıkla çözülmüştür.

Profil kaynağının getirdiği en önemli problem, çarpılma tabir edilen birleşme yüzeyinde satıh bozulmasıdır. Bu olay kaynak dolgusu sırasındaki ısınma ve soğumadan kaynaklanmaktadır. Şekil 3'de görülebileceği gibi kalıp boyu ve çapına göre değişen miktarlarda orta kısım 0.15 mm. ve 0.35 mm. arasında çukurlaşmaktadır. Kalıp malzemesi ve kaynak dolgusu ısınma ve soğumadan dolayı sertleştiğinden bu yüzeyin ancak taşlanarak düzgün yüzey haline getirilmesi suretiyle mümkün olacağı anlaşılmıştır. Atölye makina parkında taşlama tezgâhı bulunmadığından bir taşlama tezgâhı temin etmek gerekmiştir. Fabrikanın kuruluşunda makas bıçaklarının bilemesi için alınan ancak kullanılmayan makas bileme tezgâhının atıl durumda olduğu tespit edilmiş ve bu operasyon için kullanılabilir çareleri araştırılmıştır. Tezgâhın bakım, montaj ve gerekli ekipmanı temin edilmiş, ancak kalıbı bağlayıp taşlama yüzeyine paralellliğini kolayca temin edebilecek bir tezgâh mengersi temin edilememiştir.

Çözüm yolu olarak atölye imkânları kullanılmıştır. Atölyede mevcut bir freze tezgâhı mengersi kalıbı bağlayacak kapasiteye büyütülmüş ve taşlama yüzeyinin paralellliğini kolayca temin edebilmek için



Şekil 3: KAYNAK DOLGUSUNDAN KAYNAKLANAN SATH  
BOZULMASI



yine atölye imkânları kullanılarak bir aparat geliştirilmiştir. Sonuçta, bu aparatla taşlama operasyonu başarılmıştır.

ACS Kalıp İmal Atölyesi makina parkı ve işleme sistemi yardımcı kulaklar kullanarak dış torna operasyonunu yapacak şekilde dizayn edilmiştir. Profil kaynağından önce kaba ön işleme ve kaynaktan sonra hassas işleme gerekmektedir. Kaba ön işleme sırasında yardımcı kulakların kesilme zorunluğu olduğundan hassas dış torna işlemi için sistem değişikliği gerekmiştir. Bunun için ilk akla gelen yol çok pahalı bir yatırım olan merkezleme frezesi teminidir. Bu operasyon için atölye imkânları denenmiş, merkezleme frezesi olmaksızın daha önce kaba işlenen yüzeyleri kullanarak hassas dış torna işlemini yapma çareleri araştırılmış ve özel geliştirilen aparatlarla dış tornalama işleminin yeterli hassasiyette mevcut torna tezgâhlarında yapılması başarılmıştır.

## 5. PROFİL KAYNAĞININ KALIP ÖMRÜNE ETKİSİ

Profil kaynaksız ve profil kaynaklı kalıpların en uygun karşılaştırma yolu şüphesiz aynı mamüle ait kalıpların profil kaynaklı ve kaynaksız olarak imal edilerek normal ömürlerini tamamladıktan sonraki net imalatlarının karşılaştırılması şeklinde olmalıdır.

Ancak bugüne kadar profil kaynaklı imal edilen kalıplardan ömrünü tamamlayan olmamıştır. Bu yüzden en fazla imalat yapan bir set kalıp örnek alınmıştır.

26 tamamlayıcı kalıp ve 28 hazırlayıcı kalıptan oluşan bir 70 cl. Tekel rakı kalıp seti ile 20.150.000 adet şişe imalatı mümkün olmuştur. Buna göre;

1 tamamlayıcı kalıba düşen ortalama şişe . . . . .	775.000	adettir.
1 hazırlayıcı " " " " . . . . .	719.000	adettir.

Kolmonoysuz imalatı yapılmış ve ömrünü tamamlamış 70 cl. Tekel rakı

şişesine ait 16 tamamlayıcı kalıp ve 18 hazırlayıcı kalıptan oluşan kalıp seti ile yapılan imalat miktarı 6.900.000 adettir.

1 tamamlayıcı kalıba düşen ortalama şişe . . . . . 431.000 adet

1 hazırlayıcı " " " " . . . . . 383.000 adet

Ömür artışı; hazırlayıcı kalıpta % 88, tamamlayıcı kalıpta % 80 olarak hesaplanmıştır.

## 6. MALİYET ANALİZLERİ

Yukarıda konu edilen kalıp setlerine ait fiyat analizleri şu şekildedir:

	<u>Profil Kolmonoysuz (6 kollu mak. için)</u>	<u>Profil Kolmonoylu (8 kollu mak. için)</u>
Döküm malzeme	4.371.000.-TL	6.923.000.-TL
Kaynak tozu	300.000.-TL	1.120.000.-TL
Aksesuar	90.000.-TL	140.000.-TL
İşçilik	<u>19.032.000.-TL</u>	<u>32.074.000.-TL</u>
<b>TOPLAM</b>	<b>23.793.000.-TL</b>	<b>40.257.000.-TL</b>
Birim şişeye düşen kalıp maliyeti (Kafa kalıbı hariç)	345 TL	2.00 TL

Görüldüğü gibi birim şişede 1.45 TL. tasarruf söz konusu olmuştur. 1988 yılı bütçe programına göre ACS'de 18 milyon 70 cl. Tekel rakı şişesi üretilmektedir. Sadece 70 cl. Tekel rakı şişesinde profil kolmonoyu uygulamasından 40.600.000.-TL. tasarruf söz konusudur. Sık sık kalıp değişiminden olan imalat kayıplarının da azaldığı gözönüne alınırsa bu miktar daha da yükselecektir.

## 7. UYGULAMA

Halen ACS'de imal edilen tüm,

7.1 İnce cidarlı şişelerde,

7.2 Tekel rakı ve şarap şişelerinde,

7.3 Kavanozlarda

profil kaynağı uygulamasına devam edilmektedir.

## BİR KAMPANYA DÖNEMİNDE, RENKSİZ SİNAİ CAM KAP ÜRETEN BİR FIRININ İŞLETME VE ÜRETİM BULGULARININ TOPLU DEĞERLENDİRİLMESİ

Emin M. ÇİZMECİ

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Sodyum-kalsiyum-silikat ana kompozisyonu ile renksiz sınavi cam kap (şişe/kavanoz) üreten bir fırının ateşlenmesinden soğuk tamire alınmasına kadar devam eden bir kampanya dönemindeki işletme ve üretim bulgularının toplu bir değerlendirmesidir.

Sözü edilen fırın TOPKAPI D fırını olup, 200 ton/gün kapasitelidir. Şubat 1982'de işletmeye alınmış, Şubat 1988'de de soğuk tamire geçilmişti. 6 senelik (313 hafta) bir çalışma hayatı olmuştu.

Öncelikle fırının teknik özellikleri, üretilen camın yapısı ile önemli değişikliklerin tarihleri hakkında bilgiler verilmekte, ardından belirtilen kampanya dönemindeki, harman-fırın-imalat-kalite vs. parametrelerinin birbiri ile ilişkileri, ilerleyen fırın yaşına göre işletme ve kalite değerlerinin değişimi incelenmeye çalışılmıştır. Yıllık-3 aylık-aylık bazda yapılan incelemelerde bazı teknolojik kabullerin fiili değerlerle ilişkisi araştırılmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak bildiri, bir kampanya döneminde fırının yaşamını konu etmektedir.

### A. D FIRINININ GENEL TANIMI

#### Teknik Özellikleri

Fırın tipi : Arkadan ateşlemeli

Dizayn kapasitesi : 200 ton/gün

Eritme kapasitesi : 2.2 ton/gün m<sup>2</sup>

Yakıt sarfiyatı (ort.) : 141 gr/kg cam

### Eritme Havuzu

Eritme-çalışma havuzu refrakter ağırlığı : 393 ton  
 Toplam çelik konstrüksiyon ağırlığı : 102 ton  
 Uzunluğu : 9.5 m  
 Genişliği : 8,4 m  
 (L/W=1.13)  
 Alan (doghouse dahil) : 81.8 m<sup>2</sup>  
 Derinliği (yan blok yüksekliği) : 1,5 m.  
 Erimiş cam derinliği : 1,265 m  
 Eritme havuzu erimiş cam ağırlığı : 256 ton  
 Eritme havuzu erimiş cam hacmi : 102.6 m<sup>3</sup>  
 Eritme havuzu üst hacmi : 166,5 m<sup>3</sup>  
 Termal yoğunluk (ort.yakıt sarfı ısıl değeri) : 15.79 kCal/sn m<sup>3</sup>

EH üst hacmi

Bubblers ve baraj yok.

### Çalışma Havuzu

Alan : 11.86 m<sup>2</sup>  
 Derinliği : 0.75 m  
 Erimiş cam hacmi : 8.9 m<sup>3</sup>  
 Erimiş cam ağırlığı : 22.2 ton

### Port

Port adedi (Doğu-Batı) : 2 adet

Ölçüleri/ genişlik : 2.4 m

alan : 1.91 m<sup>2</sup>

uzunluk : 2.86 m

Her porttaki bek adedi : 5 adet

Bek tipi (porta basınç-büyük) : KTG

Cam yüzeyine göre bek açısı : 10<sup>o</sup>

Cam yüzeyine göre port üstü açısı : 20<sup>o</sup>

**Rejeneratör**

Rejeneratör refrakter ağırlığı	: 760 ton
Rejeneratör çelik konstrüksiyon ağırlığı	: 44 ton
Rejeneratör örgü tipi	: Pigeon hole
Fırında izolasyon yapılmış yerler	: Eritme havuzu taban, yan bloklar, üst yapı, kemer, port ve rejene- ratör kemeri, rejene- ratör duvarları.

**Baca**

Tipi	: Cebri
Fan debisi	: 32.500 m <sup>3</sup> /h
Fan basıncı	: 408 mm ss

**Soğutma sistemi**

Cebri soğutma yapılan bölgeler	: Yan blok, doghouse, boğaz, port altı.
Fırın iç basıncı	: 0.6-0.8 mm ss
Holding heat	: 4.7 ton/gün

**Fırına bağlı imalat makinaları**

D1 makinası	IS 8 EF 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " ÇD Electronic Timing
D2 makinası	IS 8 EF 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " çd Electronic Timing
D3 makinası	IS 8 EF 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " ÇD Electronic Timing

**B. KAMPANYA DÖNEMİNDEKİ OLAYLARIN KRONOLOJİK SIRALAMASI**

<u>Tarih</u>	<u>Olay</u>
31.12.1981	Fırın ateşlenmesi
4.2 .1982	İşletmeye alınış
6.8 .1982	Kompozisyon değişikliği (MgO/CaO oranı 0.45)
1.7 .1983	Hafif sodaya geçiş

- .1983 Trakya Cam San. A.Ş. float camının cam kırığı olarak yoğun kullanımı
- 6.3 .1984 Sodyum nitrat kullanılmaya başlanması (Renksizleştirme uygulaması)
- 11.5 .1984 Bor cam kırığı kullanımı  
(Kullanımına ileriki tarihlerde zaman zaman devam edildi)
- 1.8 .1985 Orhangazi kalkerini kullanımı
- 17.9 .1985 Tekrar Trakya kalkerine dönüş
- 2.8 .1986 Cam seviyesi 0.5 cm'e düşürüldü.  
(E.H. yan blok taşlarının aşınması nedeni ile)
- 22.7 .1986 }  
19.8 .1986 } Rejeneratör dolgu tıkanması
- 16.1 .1987 Rejeneratör duvar ve kemer yenilenmesi
- 16.2 .1987 Fırın port kemerleri ara taşları düştü
- 13.3 .1987 }  
8.4 .1987 } 1. Fosbel seramik kaynak tamiri
- 26.8 .1987 }  
2.9 .1987 } 2. Fosbel seramik kaynak tamiri
- 1.2 .1988 Kompozisyon değişimi (Soda düşürülmesi-seryum oksit kullanımı)
- 8.2 .1988 Seryum oksit kullanımı (Arsenik trioksit-Sodyum nitrat çıkartıldı)
- 21.2 .1988 Fırın soğuk tamire alındı.

### C. CAMIN ÖZELLİKLERİ

#### Teorik kompozisyon değişimleri ve oksit değerleri

Tablo

1 No'lu kompozisyon önceden süre gelen renksiz cam teorik terkididir.

Kullanılan hammaddeler;

Safaalanı kumu, Yalıköy kumu, kalker (Trakya), dolomit (Trakya), soda (ağır), sodyum sülfat, arsenik trioksit, çinko selenit, kobalt oksit.

2. No'lu kompozisyon MgO/CaO oranının 0.45'e çıkartıldığı teorik terkiptir.

Önceki tabloya göre hammadde farklılığı;

Hafif soda (ağır soda yerine)

Sodyum nitrat (dekolorizan maddesi olarak)

Kalsiyum sülfat (sodyum sülfat yerine) kullanımı

3. No'lu kompozisyon, seryum oksite geçiş ve toplam alkali yüzdesinin düşürüldüğü teorik terkiptir.

Önceki tabloya göre hammadde farklılığı;

Sodyum sülfat (Kalsiyum sülfat yerine)

Seryum oksit (Arsenik trioksit ve sodyum nitrat yerine) kullanımı.

### Camın Diğer Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Parametreler	Dönemlere göre değerler		
MgO/CaO oranı	1 komp./0.25	2 komp./0.45	
$Fe^{2+}/Fe_2O_3$	18		
Redoks katsayısı	1 komp./18.50	2 komp./18.00	3 komp./16.50
C.O.D. (Chemical oxygen demand) ppm karbon	1 komp./320	2 komp./150	3 komp./70
Kimyasal dayanıklılık ml/0.02 $NH_2SO_4$	1 komp./6.5	2 komp./5.3	

Genleşme katsayısı L/C (30-380°C)	90.10 <sup>-7</sup>	
Teorik dansite gr/cc	1 komp./2.4975	2 komp./2.4915
Softening point °C	1 komp./733	2 komp./736
Deformasyon sıcaklığı °C	600	
Annealing point °C	1 komp./548	2 komp./558
Strain point °C	1 komp./512	2 komp./523
Cam tipi	Tip 3 (soda kireç camı)	

#### D. KAMPANYA DÖNEMİNDE, CAMIN KONTROL PARAMETRELERİNİN YILLIK ORTALAMA DEĞERLERİ

##### 1. Cam analizi sonuçları

% oksit / YIL	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
SiO <sub>2</sub>	71.90	71.97	71.76	72.00	72.33	72.42	72.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.77	1.53	1.63	1.65	1.67	1.63	1.59
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.092	0.097	0.084	0.082	0.080	0.080	0.079
TiO <sub>2</sub>	0.151	0.151	0.140	0.126	0.117	0.092	0.085
CaO	8.77	8.49	8.49	8.50	8.40	8.37	8.32
MgO	3.28	3.69	3.58	3.52	3.47	3.41	3.51
Na <sub>2</sub> O	12.76	12.94	13.05	13.05	12.91	12.89	12.78
K <sub>2</sub> O	0.77	0.74	0.89	0.78	0.83	0.88	0.83
SO <sub>3</sub>	0.18	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21



## 2. İşletme Şartları

PARAMETRE / YIL	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
KUM (SAF ALANI) RUTUBETİ %	10.58	9.44	9.10	8.92	7.48	6.82	7.40
KUM (YALIKÖY) RUTUBETİ %	7.81	6.64	6.60	7.00	5.79	6.75	7.30
HARMAN RUTUBETİ %	5.50	5.11	4.45	4.66	4.21	4.21	4.50
CAM KIRIĞI YÜZD. %	29.9	42.2	34.9	32.2	34.0	35.6	37.2
EH OPTİK C°	1541	1528	1521	1522	1536	1490	1508
EH TERMOKUPL C°	1455	1428	1423	1408	1442	1432	1467
EH TABAN C°	1109	1086	1061	1057	1036	968	-
EH YAKIT SARFI Kg. fuel oil / Gün	-	22600	22733	22383	24448	23783	27035
EH BİRİM YAKIT SARFI Gr. Fuel oil / kg. cam	-	128	129	132	136	182	175
ÇH. LPG SARFI Kg. LPG / Gün	-	-	-	-	273.7	311.1	230.8
ÇH. BİRİM YAKIT SARFI Gr. LPG / kg. cam	-	-	-	-	1.6	3.7	1.4
FIRIN ÇEKİŞİ Ton / Gün	175.0	179.0	166.0	171.0	174.0	151.0	155.0

### 3. Camın kalite parametreleri

Parametre / YIL	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
HABBECİK	69.0	119.0	148.0	126.0	131.0	138.0	142.0
1 mm <							
% HABBE	0.20	0.18	0.12	0.10	0.37	0.17	0.38
3 mm >							
% TAŞ	1.9	1.9	1.1	0.8	1.5	3.5	3.1
% TOPLAM	5.7	5.4	5.2	5.2	3.8	3.8	2.6
ÇATLAK							
DALGA BOYU ( )	-	556	573	571	572	573	567
% PARLAKLIK ( P )	-	66	62	61	60	61	61
% SAFLIK ( S )	-	6	9	8	8	7	7
DANSİTE	2.4951	2.4910	2.4938	2.4917	2.4905	2.4901	2.4902

### E. KAMPANYA DÖNEMİNDE BELİRLENEN BULGULAR

Bulgular, veri birikiminin istatistiksel değerlendirilmesi ve deneyimlerin sonucu oluşturulmuştur.

1. 6.8.1982 tarihinde yapılan harman kompozisyon değişimi ile camdaki MgO yüzdesi artarken, CaO yüzdesi düşüş göstermiştir (MgO/CaO oranının 0.45'e yükselmesi).

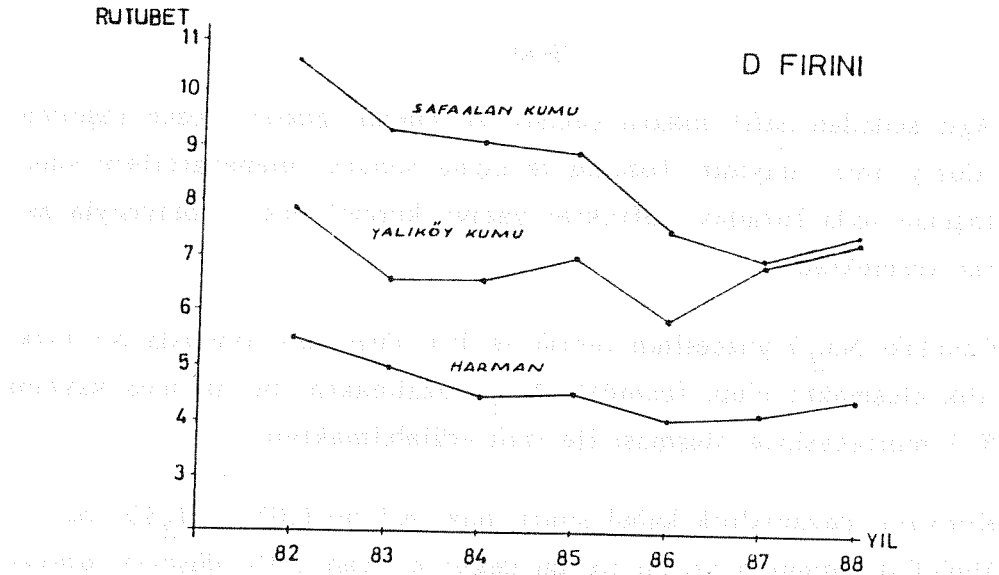
Tarih aralığı	% MgO	% CaO	MgO/CaO oranı
4.2.1982/6.8.1982	2.45	9.60	0.25
6.8.1982/1.2.1988	3.70	8.45	0.44

Bu değişime bağlı olarak eritme havuzu yakıt sarfiyatında bir miktar azalma öngörülmüştü. Ancak o dönemki yakıt ölçüm ve kayıt işleminin yetersizliği ile fırın parametrelerindeki değişikliklerden dolayı

kesin bir sonuca varılamamıştır.

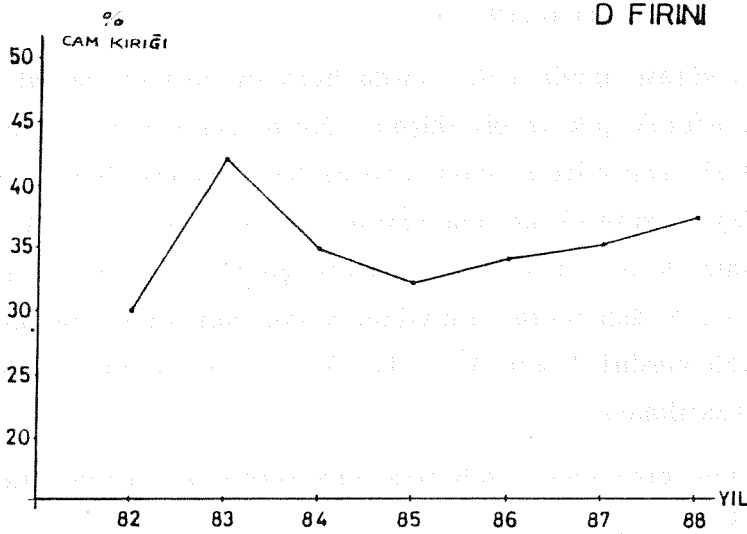
2. Kampanya süresi içinde yıllık bazda harman rutubeti stabil bir periyod takip ederek çok az bir düşme eğilimi göstermiştir. Değer ortalaması % 4.65 civarındadır (cam kırksız harmandan). Safaalanı kumu rutubet değeri giderek azalma eğiliminde olup, ortalama % 8,5 dolaylarındadır. % 10,5'dan % 7,5'a doğru giderek bir düşme eğilimi göstermiştir. Neden olarak Safaalanı kumu ince tane oranının azalması (- 150 mesh/0.1 mm % 30'dan % 15'e) ve kumun bekletilme süresinin uzatılmasıdır.

Yalıköy kumu ortalama % 6.8 civarında stabil bir periyod takip etmiştir (Şekil 1).



Şekil 1.

3. Cam kırığı yüzdesi yıllık bazda yaklaşık % 35 oranında seyretmiştir. 1983 yılında cam kırığı ağırlıklı olarak Trakya Cam Sanayii A.Ş. float camı kullanıldığından, camdaki %  $Fe_2O_3$  oranı 0.097'ye çıkararak rengi de olumsuz yönde etkilemiştir. Adı geçen dönemde zaten cam kırığı yüzdesi de 40'ın üzerindedir (Şekil 2).

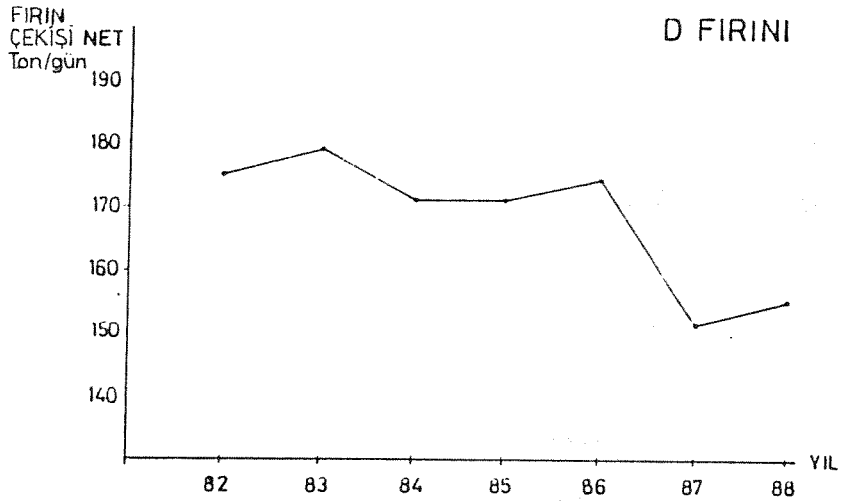


Şekil 2.

4. Ağır sodadan hafif sodaya geçişte en önemli gözlem tozun taşınması (Carry over) olayıdır. Tozuma ve uçma sonucu rejeneratörlere kadar taşınan soda buradaki refrakter yapıya korozif etkisi dolayısıyla zarar vermektedir.

Camdaki  $\text{Na}_2\text{O}$  yüzdesinin teorik ve fiili değerleri arasında bir farklılık oluşmakta olup, (camdaki  $\text{Na}_2\text{O}$  azalmakta) bu da soda kaybının % 1 mertebesinde oluşması ile izah edilebilmektedir.

5. Kimyasal dayanıklılık kabul sınırı max. 8.5 ml/0.02 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 'dür. MgO/CaO oranının artımı ile bu değer 6.5'tan 5.3'e düşerek kimyasal dayanıklılık olumlu yönde etkilenmiştir.
6. Dizayn kapasitesi 200 ton/gün olan D fırınının, başlangıçta 180 ton/gün olan fiili fırın çekişi sonlara doğru 150 ton/gün'e düşmüştür. Durum tamamen fırının eskimesinin bir sonucu olup, cam kalitesi parametrelerinin giderek bozulması ve fırın sıcaklığının yeterince artırılamaması ile izah edilebilir (Şekil 3).



Şekil 3.

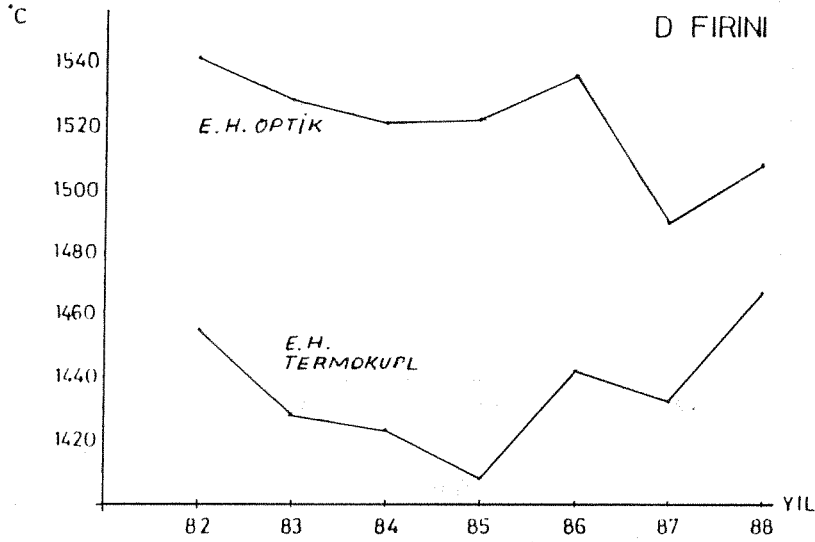
7. Eritme havuzu optik sıcaklığı zaman içinde giderek yumuşak bir şekilde azalmıştır. Başlangıçta  $1540^{\circ}\text{C}$  dolaylarında olan optik sıcaklıklar kampanya döneminin sonlarına doğru  $1500^{\circ}\text{C}$ 'da düşmüştür. Bu durum fırın çekişindeki azalma ve fırın yaşlanmasının bir sonucudur. Termokupl sıcaklığı optik ile aynı eğilimi göstermiştir (Şekil 4).

Genelde taban sıcaklığı fırın çekişi, harman rutubeti, camdaki %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oranına bağlı olarak eritme havuzu optiğine paralel bir eğilim göstermektedir. Taban termokupl ölçüm yerinin throat'dan doghouse yakınlarına çekilmesi de taban sıcaklıklarına azalması yönünde tesir etmiştir.

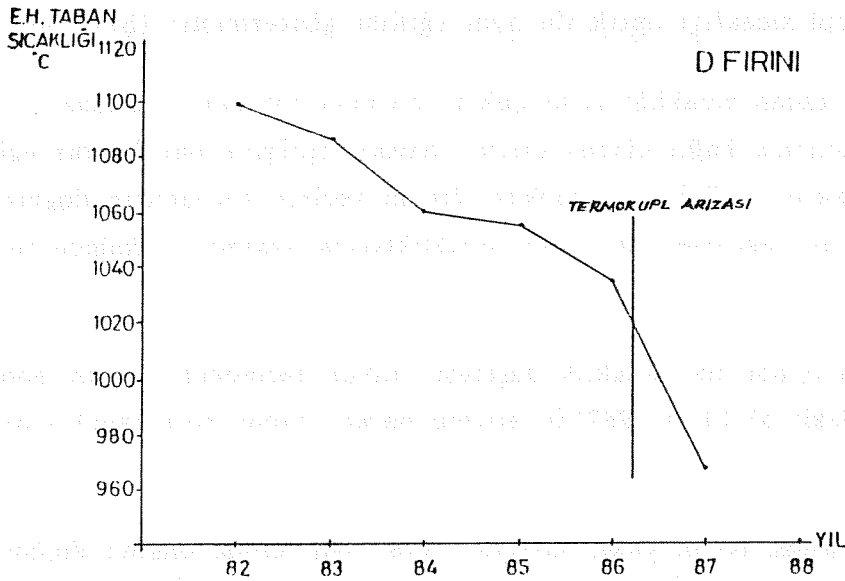
1987 yılı içinde ani sıcaklık düşmesi taban termokupl arızası sonucudur (Şekil 5) (19.4.1987'de eritme havuzu taban termokupl'u arızalandı).

8. Eritme havuzu birim yakıt sarfiyatı 1987 yılı içinde önemli ölçüde artmış olup, nedeni fırındaki sıcak tamirlere bağlı olarak fırın çekişindeki düşme ile açıklanabilir (Şekil 6).

## Eritme havuzu optik-termokupl-taban sıcaklıkları



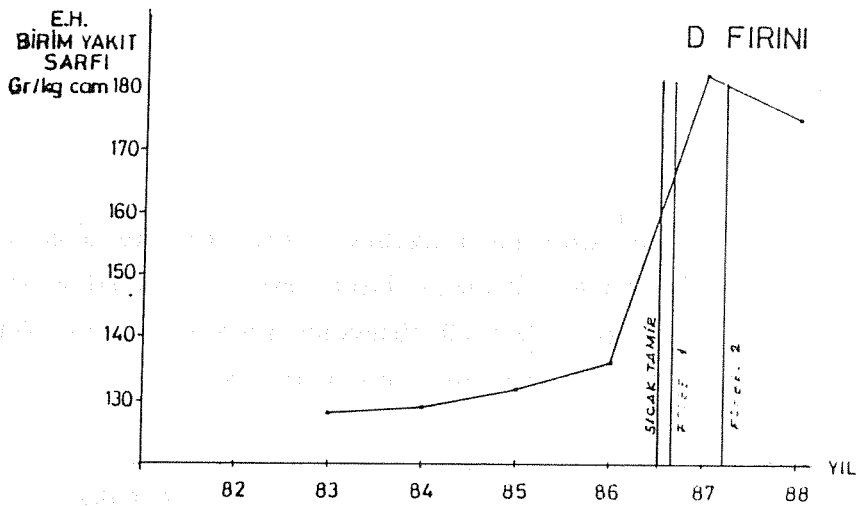
Şekil 4.



Şekil 5.

Tarih	Eritme havuzu birim yakıt sarfiyatı
1986	136 gr. fuel oil/kg. cam
1987	182 " " "

Artış oranı % 34 dolaylarındadır. Değer 1988 yılı içinde biraz düşmüş olmasına rağmen fırın kapatılıncaya kadar yüksek oranda devam etmiştir.



Şekil 6.

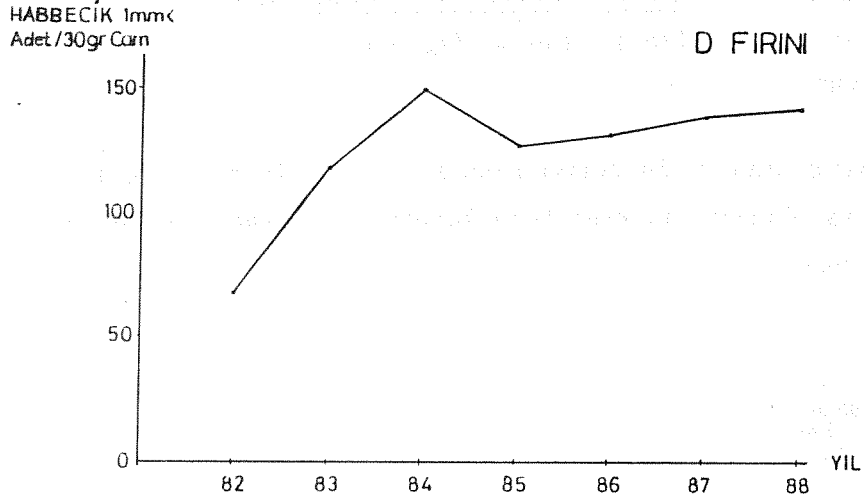
9. Habbecik 1 mm.'den küçük habbeleri ifade etmekte olup, 30 gr. camdaki adet olarak belirlenmektedir.

Ticari kabul sınırı 200 adet/30 gr. cam.

Fabrikadaki proses ikaz sınırı 150 adet/30 gr. cam'dır.

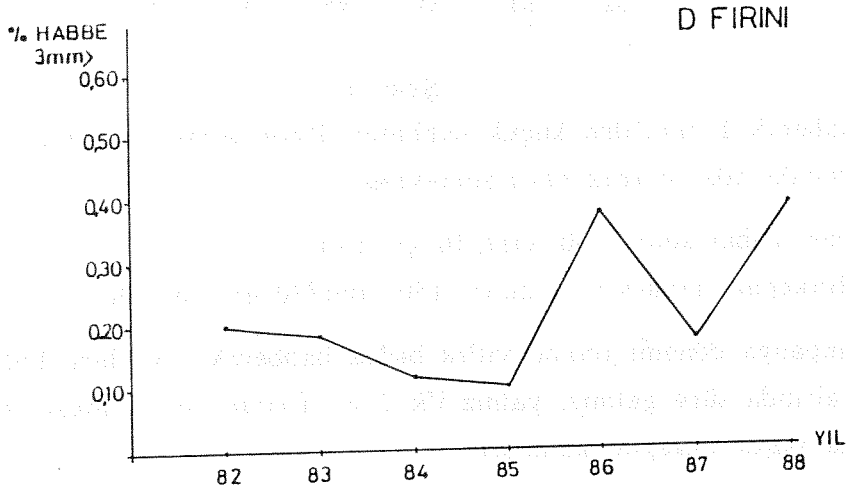
Kampanya dönemi içinde yıllık başda habbecik değerleri 150 sınırının az altında süre gelmiş, yalnız ilk 2 yıl fırının yeni olması nedeniyle daha düşük düzeyde kalmıştı.

Seryum oksit kullanımı sonucu, D fırınında sürenin kısalığı dolayısıyla belirlenemeyen durum diğer renksiz fırında (C fırını) habbecik sayısındaki azalma şeklinde ortaya çıkmıştır. Durum seryum oksidin afinyasyon etkisiyle açıklanmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7.

10. % Habbe 3mm.'nin üzerindeki habbeyi ifade etmekte olup, yüzde olarak belirlenmektedir. Oldukça düşük seviyede seyreden bu kalite parametresi başlangıçta % 0.20 düzeyinde iken kampanya döneminin sonlarına doğru % 0.40 seviyesine çıkmıştır (Şekil 8).



Şekil 8.

11. % Taş kampanya dönemi içinde en belirgin şekilde değişim gösteren kalite parametrelerindedir. Başlangıçta % 1-1,5 düzeyinden, sonlara doğru % 3-3,5 seviyesine yükselmiştir. Fırın refrakter yapısının aşın-

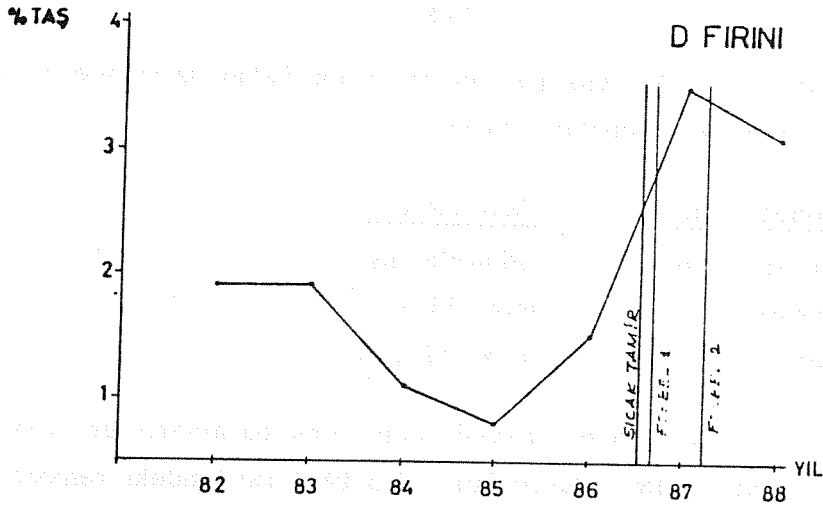


ması, zaman zaman yapılan sıcak tamirler, Fosbel seramik kaynakları bunun nedenleri arasındadır. Diğer bir bakış açısıyla;

<u>Tarih aralığı</u>	<u>Dönem Tanımı</u>	<u>% Taş</u>
1.1.1984/12.3.1987	Fosbel seramik kaynağı öncesi	1.16
8.4.1987/26.8.1987	İki Fosbel seramik kaynağı arası	2.16
2.9.1987/21.2.1988	2. Fosbel seramik kaynağı sonrası	2.71

1987 yılı başındaki 3 aylık dönemde rejeneratör ve kemer yenilenmesi sırasında taş % 12'ye kadar yükselmiştir.

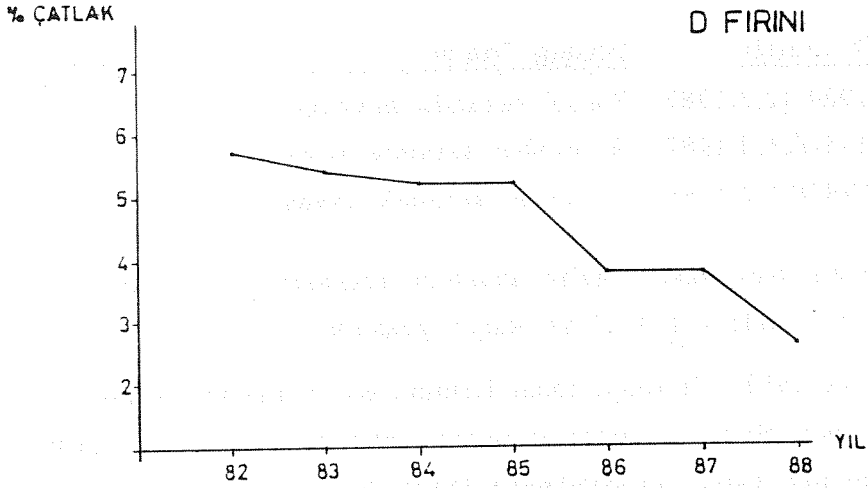
1982 ve 1983 yıllarında taşın fırının yeni olmasına rağmen % 2 dolaylarında oluşu Safaalanı kumunun kalın tanesinin (+32 mesh/0.5mm) o dönemde fazla olmasındandır (Şekil 9).



Şekil 9.

12. Mamul üzerinde belirlenen toplam çatlak yüzdesi giderek azalma eğilimi göstermiştir (Toplam çatlak yüzdesi; ağız-ağızda dikey-vida-bilezik-bilezik altı-boyun-omuz-gövde-dip-pim yeri-sıcak çatlak gibi çatlak cinslerinden oluşur). Başlangıçta % 5,5 dolaylarında olan değer giderek % 2,5-3,5 civarına inmiştir. Bu diğer bir deyişle randımanın % 3 artımı demektir. Çatlak oranındaki bu olumlu gelişme kalıp dizayn ve imalat şartlarındaki düzeltilmeler yanında Borcam kı-

rığının harmana katılması ile de açıklanabilir (Şekil 10).



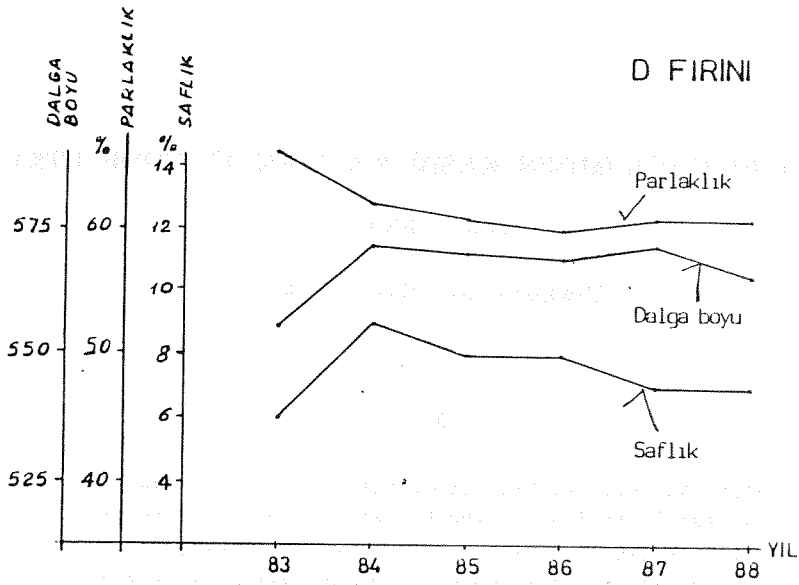
Şekil 10.

13. Renksiz camdaki renk parametrelerinin Tekel şartnamesine göre kabul edilen ikaz sınırları şöyledir.

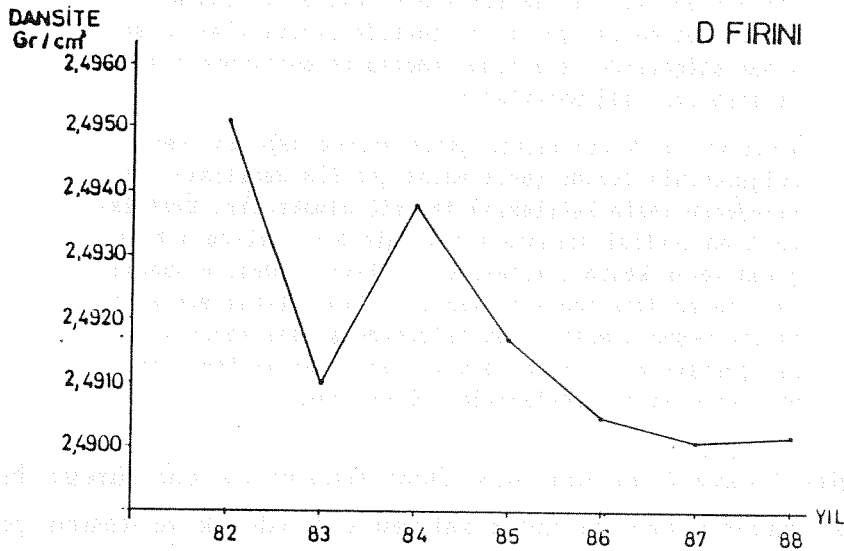
<u>Parametre adı</u>	<u>İkaz sınırı</u>
Başat dalga boyu	560-578 dışı
% Parlaklık	min. 55 altı
% Saflık	max. 12 üstü

Buna göre yıllık bazda renksiz cam renk parametreleri kontrol sınırının içinde kalmış durumdadır. 6.3.1984 tarihindeki renksizleştirme çalışmasından sonra dalga boyu istenilen düzeye yükselmiş, % saflık ve % parlaklık ise olumsuz yönde etkilenmiştir (Şekil 11). Bunun nedeni devreye giren yeni hammadde ve cam kırığıdır.

14. Camın dansitesi kompozisyon değişimleri ve cam kırığına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Şekil 12).  
1982 yılındaki yükseklik camın kompozisyonundan (1. kompozisyon), 1984 yılındaki yükseklik ise cam kırığı olarak Borcam kullanımından-  
dır.



Şekil 11.



Şekil 12.

**KAYNAK**

Dr. Alexis G.Pincus; Raw materials in the glass industry, Part II. New York, Ashlee Publishing, 1983.

Jebsen-Marwedel, H; Glastechnische Fabrikationsfehler. 3. Auflage, Berlin Springer-Verlag, 1959.

## GERİLİM DAĞILIMININ KESİM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

İlhan PEKER

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

Camın iyi kesilebilmesi uygun bir şekilde tavlanmasıyla yakından ilişkilidir. Camdaki gerilim dağılımı soğutma tüneline uygulanan kenar orta sıcaklık farkına ve kalınlığa bağlı olarak değişir. İyi bir kesim kalitesine ulaşabilmek için kesim bölgesinde belirli bir miktarda gerilim (tansiyon) olması gerekir. Kenar kesim kalitesi kesim noktasında bulunan kompresyon geriliminin azalmasıyla orantılıdır. Cam şeritinin boyuna kırılmadan kesim ünitesine emniyetli bir şekilde ulaştırılması ise kenar bölgelerde yaratılan kompresyon geriliminin artan değerleriyle sağlanmaktadır.

Üretilen cam kalınlığının şerit enince dağılımı kenar bölgelerinin durumu şerit enine gerilim dağılımını etkileyerek kesim kalitesine tesirli olmaktadır. Özellikle 6 mm üretimi sırasında belirgin bir şekilde ortaya çıkan kenar kesim kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar daha sonra olayın bir bütün olarak ele alınmasına neden olmuştur. Bu bildiride şu ana kadar yapılan çalışmalar, alınan sonuçlar yorumlar ve önerilerimiz toplu halde özetlenmeye çalışılacaktır.

Bilindiği gibi Trakya Cam San. A.Ş. float sistemi ile cam üreten bir fabrikadır. Float camının özelliği optik kalitesi çok yüksek ve kesimi çok iyi yapılabilen bir cam olmasındandır. Bu bildiride kesim kalitesine etki eden faktörler ele alınıp bunlar arasında ölçülebilen tek faktör olan gerilim dağılımının kenar kesim kalitesi üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılacaktır.

### Düz camın kesimine etki eden faktörler

#### 1. Kesme;

- . Kesme rölesinin durumu,

. Uygulanan basınç,

## 2. Kesme Yağı;

- . Kesme çizgisinin korunması,
- . Kesme çizgisi yanında oluşan kılcal çatlakların büyütülmemesi,

## 3. Gerilim;

- . Gerilim dağılımı şekli,
- . Kalıcı ve geçici gerilmeler,

## 4. Koparma;

- . Uygulanan koparma momenti,
- . Koparma ekipmanlarının ayarı,

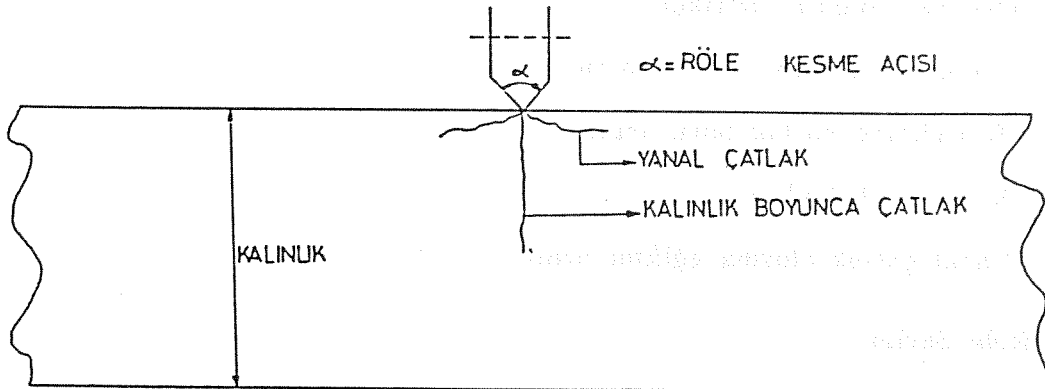
## 5. Çeşitli;

- . Şerit yüzeyin düzgün olmayışı,
- . Şeritin stabilitesi, ve
- . Kesilen plaka ebatlarıdır.

## KESME TEORİSİ

Camın elmasla kesimi işlemi camda iki çeşit kılcal çatlak oluşturur:

- . Birinci tür çatlak cam kalınlığı boyunca olan çatlaklardır (Şekil 1). Koparma sırasında ilerleyerek nihai kesimin oluşmasını sağlar.



## CAMIN ELMAS İLE ÇİZİLMESİ

ŞEKİL 1

İkinci tür çatlak yüzeye yakın oluşan arzu edilmeyen çatlaklardır. Zamanla büyürler, kesim çizgisinin etrafında pul atmalarına ve kesimin koparılmasında zorlanmalara neden olur. Yağlama bu çatlakların ilerlemesini engeller ve koparmada % 30 kolaylık sağlar.

Elmasa uygulanan basınç belli bir değere kadar arttıkça çatlak derinliği artar. Bu da kopmayı kolaylaştırır. Basınç daha fazla artırılırsa yanal çatlaklar yine ortaya çıkar ve kesimi kötüleştirir.

### 1. Rölenin Kesme Açısının Etkileri (Şekil 2)

- . Kalınlık boyunca çatlak oluşturmak için kesme rölesi çapı büyüdükçe uygulanan basınç artırılmalıdır.
- . Röle açısının artması daha derin çatlak oluşmasına neden olur.
- . Röle açısı arttıkça yanal çatlakların oluşma şansı azalır. Koparma kolaylaşır.

Örnek: 120°C'lik açı ile yanal çatlak oluşturmamak çok güçtür.

150°C'lik açı ile yanal çatlak oluşturmak çok güçtür.

### 2. Röle Çap Ölçülerinin Etkileri (Şekil 3)

Röle çap ölçüsü arttıkça;

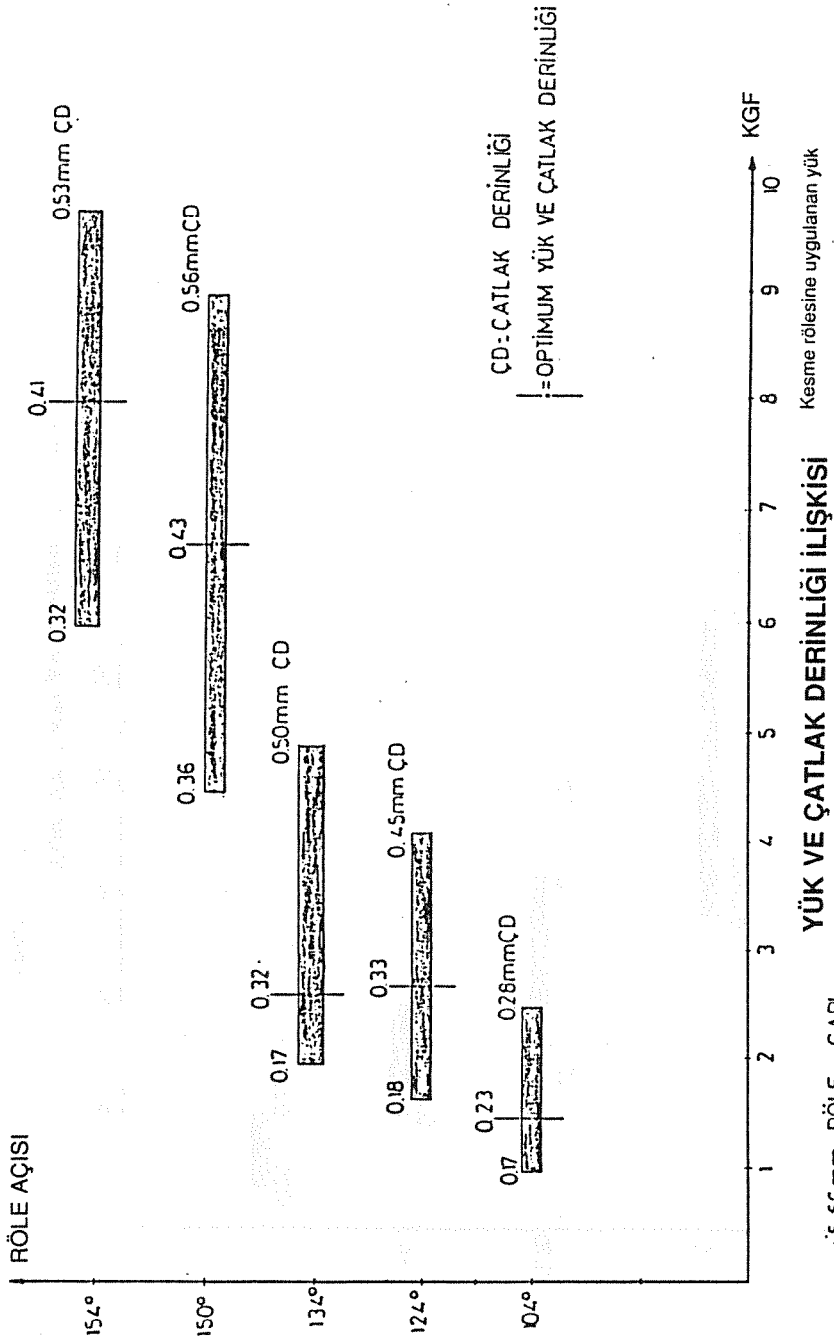
- . Röleye uygulanan kuvvet artar.
- . Derinliğine çatlak boyu artar.
- . Koparma kolaylaşır.
- . Yanal çatlak oluşma eğilimi azalır.

### 3. Röle Seçimi

Röle seçimi yapılırken

- . Kolay bir kopma sağlayacak kesim yapılması.

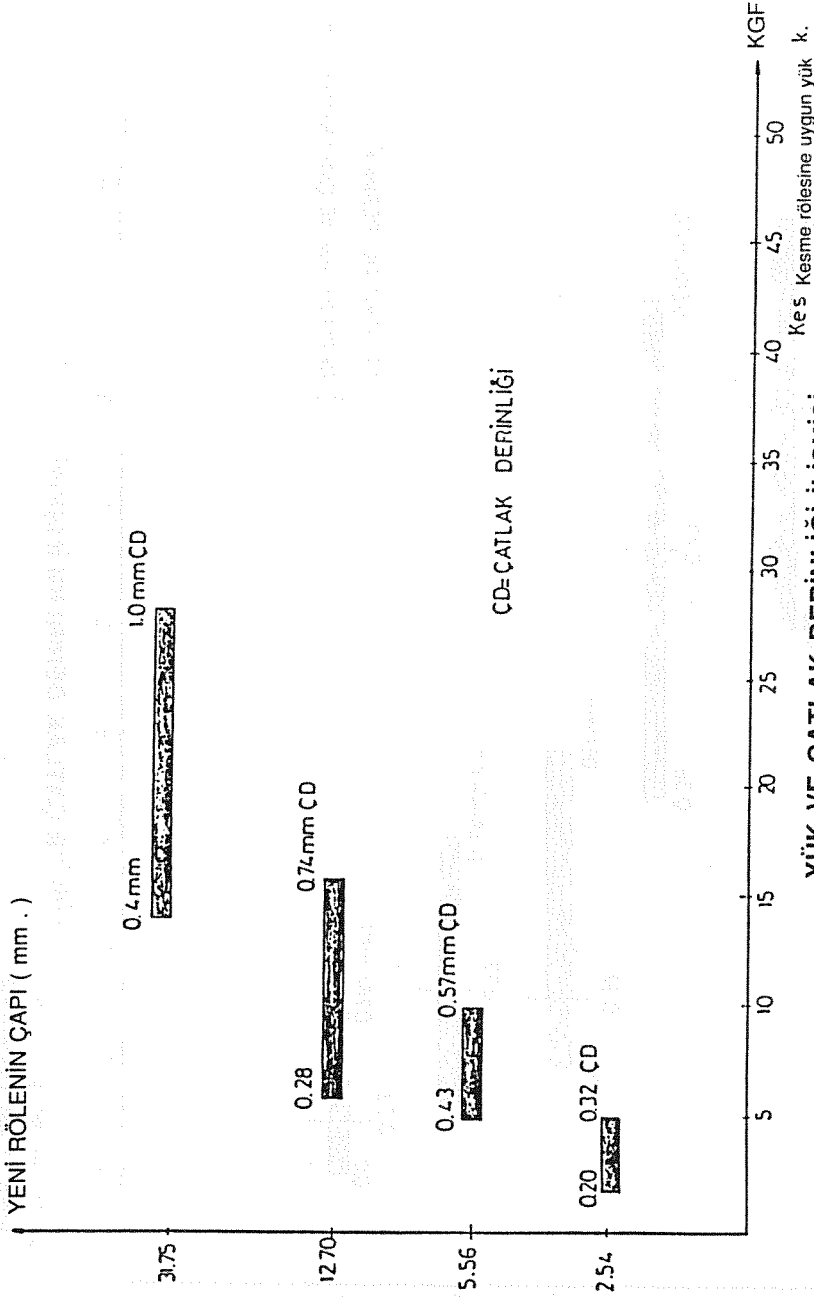
## RÖLE AÇISININ ETKİSİ



NOT : Bu grafik PB Ltd. firmasının Fletcher - Terry röleleriyle yaptığı deneme sonuçlarıdır.

SEKİL 2

## RÖLE ÇAP ÖLÇÜSÜNÜN ETKİSİ



ŞEKİL 3



- . Koparmadan önce kesim çizgisinden erken ayrılma olması. Bu durumda kötü bir kenar oluşabileceği gibi, kırılmalar da ortaya çıkabilir.

Camın kalınlığına göre kullanılması önerilebilecek rölenin açı ve çap ölçüleri aşağıda belirtildiği gibi tavsiye edilmektedir.

	<u>Açı</u>	<u>Çap</u>	<u>Düşünceler</u>
2 mm için	135 <sup>0</sup>	5.5 mm	Bazen 120 <sup>0</sup> kullanılır.
3- 6 mm için	145 <sup>0</sup>	5.5 mm	
8-10 mm için	150 <sup>0</sup>	5.5 mm	daha büyük çap tercih edilebilir.
12-19 mm için	150 <sup>0</sup>		

#### **Kalınlığa Göre Kesme Parametreleri :**

2 mm kesimi en zor olan camdır. En önemli problem plakanın kesme işlemi sırasında erken ayrılması ve kopmasıdır. Cam şeridinde gerilmeler yüzünden eğilmeler varsa problem daha da belirginleşir.

- . Röleye uygulanan kesme yükünün minimize edilmesi (2 kg uygun),
  - . Özellikle yan kesimlerde yağ uygulamasının şart olmaması,
  - . Sık sık röle değiştirilmesi,
  - . Camın akışına dik kısımların 120<sup>0</sup>'lik röleyle yapılması,
  - . Kesme kafalarının (kütüklerin) sık sık kontrol edilmesi, düzeltilmesi ya da değiştirilmesi,
- iyi sonuçlar verecektir.

#### **3-4 mm için;**

- . Kesme yükü başlangıçta 3-4 kg olmalı,
- . Zamanla yük artırılmalı 5-6 kg civarında röle değişmelidir.
- . Yağlama yapılması uygundur.

#### **5-6 mm için;**

- . Kesme yükü başlangıçta 4-5 kg olmalı,

- . Zamanla yük artırılmalı ve 6-7 kg civarında röle değiştirilmeli, ve
- . Kesim sırasında her zaman yağ kullanılmalıdır.

#### 8-10 mm için;

- . Kesme yükü başlangıçta 7-8 kg olmalı ve 10-11 kg'da röle değişmelidir,
- . Yağ kullanmak mecburidir.

#### 12-19 mm için;

- . Kesme yükü başlangıçta 15-18 kg olmalı, 27-30 kg'da röle değişmelidir.
- . Yağ kullanmak mecburidir.

### TAVLAMA TEORİSİ

#### Ana Prensipler

Tavlama tüneli esas olarak şu bölgelerden oluşur:

- . Bir tünelin bölgeleri, bu bölgelere giriş ve çıkış sıcaklıkları, kazandığı gerilimler Şekil 4'de verilmektedir. Cam tavlama tüneline aşırı soğuk sıvı durumdan katı duruma geçer. Bu "hal" değişimi sırasında cam şeridin ortası ile kenarları arasında oluşacak sıcaklık farklılıkları şeritte kalıcı gerilmelere (strain) neden olur. Hızlı soğutma bölgesinde sıcaklık farklılıkları cam şeridi oda sıcaklığına ulaştığı zaman ortadan kalkacak geçici gerilmelere neden olur. Bu nedenle hızlı soğutma bölgesini terk edip kesim bölgesine ulaşan camda kalıcı ve geçici gerilmeler bir arada toplam olarak bulunurlar.

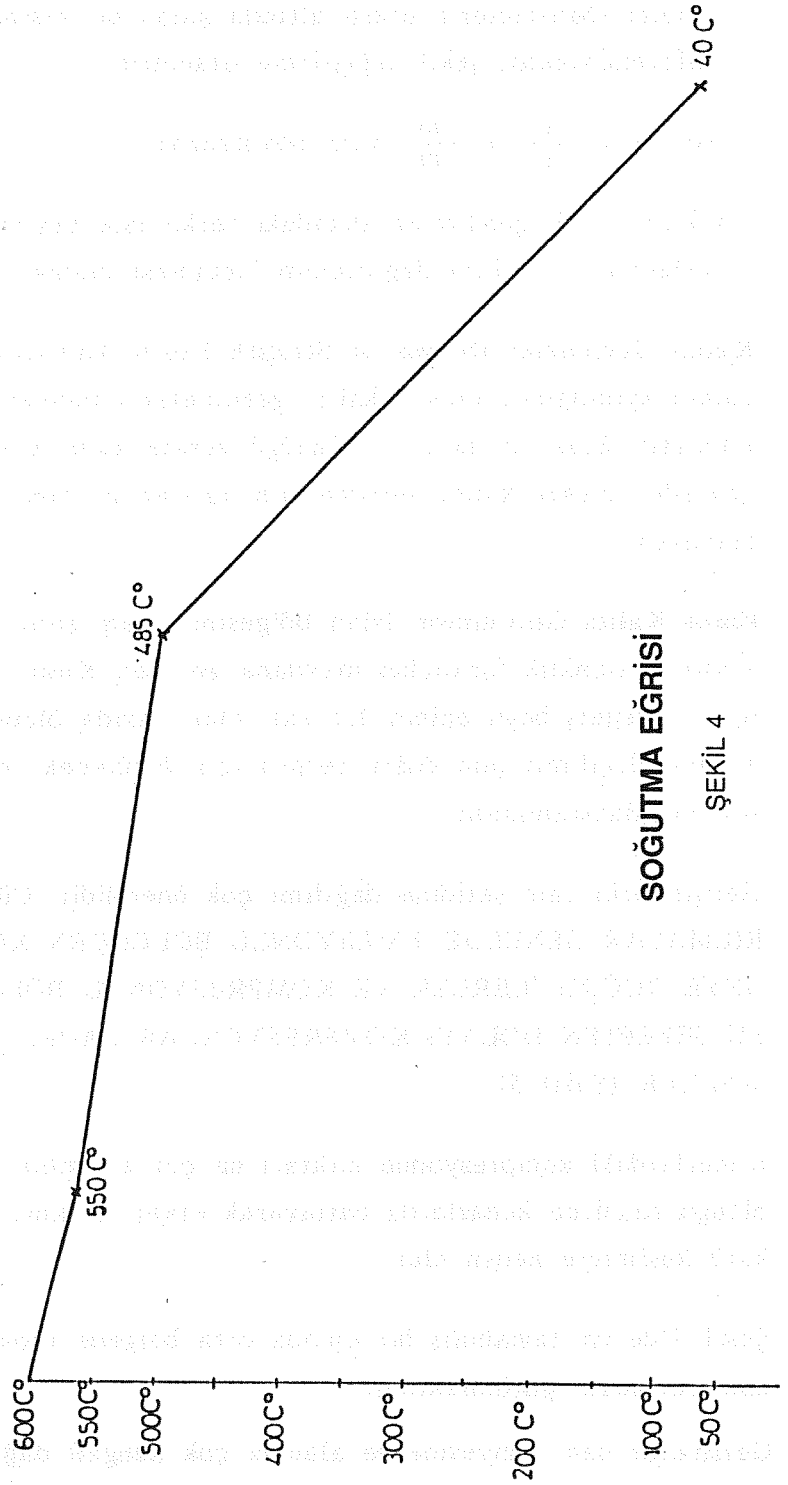
- . Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için bazı tarifler yapılırsa:

-Gerilme: Bir cismin birim alanına etki eden iç yüzey kuvvetidir.

Cismin boyunu uzatmaya çalışanlara "Tansiyon" (Tension), kısaltma yönünde oluşanlara "Kompresyon" (Compression) adı verilir.

Boyutu  $\left(\frac{M}{L^2}\right)$  dir. Yani  $\left(\frac{kg}{cm^2}\right)$ ,  $\left(\frac{Paund}{Inch^2}\right)$ ,  $\left(\frac{Newton}{m^2}\right)$  olabilir.

GERİLME YOK	KALICI GERİLME OLUŞUMU K.G	GEÇİCİ GERİLME OLUŞUMU KG . GG
ON TAVLAMA BÖLGESİ A	TAVLAMA BÖLGESİ B <sub>1</sub>	HIZLI SOĞUTMA C RETCI(234) SOSCACI(234)



- Strain: Gerilmelerin etkisi altında kalan bir cisimde meydana gelen deformasyonlar, şekil değiştirme oranlarıdır.

$$\text{Boyutu} = \frac{L}{L} = \left(\frac{m}{m}\right) \text{ yani boyutsuzdur.}$$

Camın farklı gerilimler altındaki farklı ışık geçirme özelliklerinden yararlanılarak gerilim dağılımının ölçülmesi mümkün olabilmektedir.

- . **Kalıcı Gerilmeler (Stress or Strain):** Kesim kalitesiyle ilgili olmadığından camın kalınlığına oluşan kalıcı gerilmelerin incelenmesi konu dışı bırakılmıştır. Esas olarak şerit sözcüğü yerine kalınlık sözcüğü konulduğunda gövdede oluşan kalıcı gerilmelerin açıklaması benzer şekilde yapılmış olacaktır.

- . **Enine Kalıcı Gerilmeler:** Islah bölgesinde cam şeridi ortası ile kenarları arasında sıcaklık farkından meydana gelirler. Kalıcı gerilmeler oda sıcaklığına ulaşmış boyu eninin 1.5 katı olan camda ölçülmelidir. Tüm endeki gerilim dağılımlarının doğru tespiti için ölçülecek cam plakasına yan kesim uygulanmamalıdır.

Gerilimlerin cam şeridine dağılımı çok önemlidir. Çünkü CAMDAKİ KIRILMALAR GENELDE TANSİYONLU BÖLGEDEN KOMPRESYONLU BÖLGEYE DOĞRU İLERLER VE KOMPRESYONLU BÖLGEDE DEVAM EDER. BU SEBEPTEN DOLAYI KOMPRESYONLAR SADECE KENARLARDA OLMALIDIR (Şekil 5).

Kenarlardaki kompresyonun miktarı da çok önemlidir. Kompresyon çok olduğu takdirde kenarlarda patlayarak erken ayrılma, kulak yapma vb. kötü kesimlere neden olur.

Şekil 5'de iyi tavllanmış bir camda orta bölgede tansiyon, kenarlarda kompresyonlar görülmektedir.

Gerilimler cam bünyesine ve alanına çok dengeli dağılmalıdır. Bu dengeyi bozan faktörler;

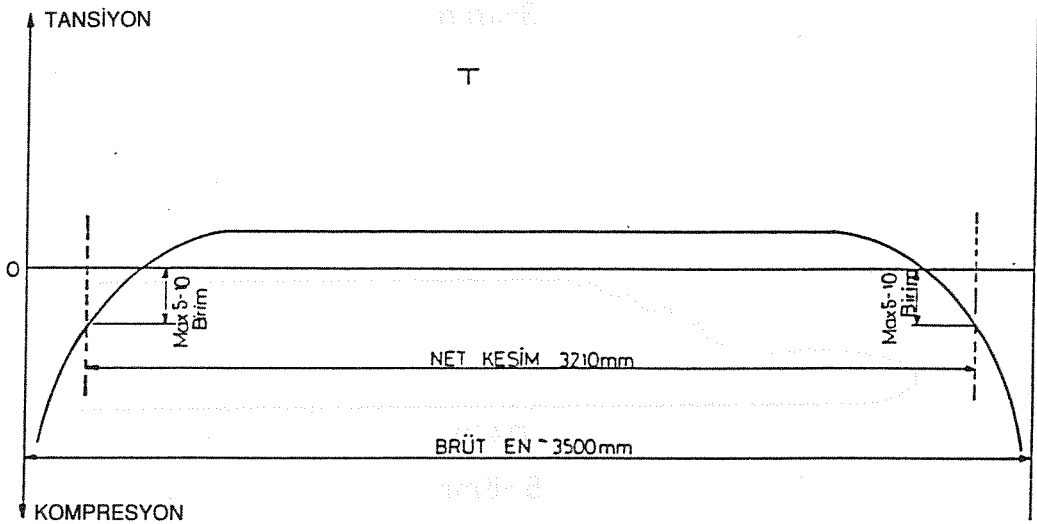
- Islah bölgesinde uygulanan sıcaklık eğrisi,
- Üretim metodu,
- Cam şeridinin kenar kalınlıkları, ve
- Çekiştir.

Float camda 3 tip üretim metodu Şekil 6'da gösterilmiştir.

Çekiş arttıkça ve cam kalınlaştıkça üretim şekli R.A.D.S'ye doğru kaymaktadır.

Üretim 500 Ton/gün olan bir hatta üretim şekli ve kenar kalınlıkları ve kalıcı gerilimler Şekil 7'de görülmektedir.

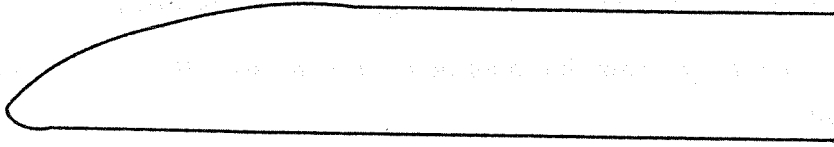
Üretim 785 Ton/gün değerine çıktığı zaman üretim şekilleri, kenar kalınlıkları ve kalıcı gerilimlerdeki değişimler görülmektedir.



**İDEAL GERİLİM EĞRİSİ**

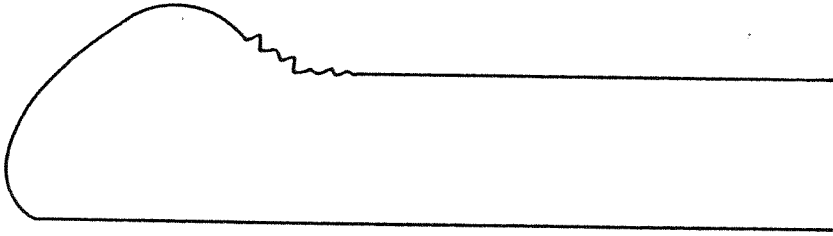
ŞEKİL 5

FLOAT BANYOSUNDA ÜRETİM ŞEKİLLERİNE AİT  
KENAR GEOMETRİLERİ



DS

6mm (1. KAMPANYA)



ADS

3-4mm

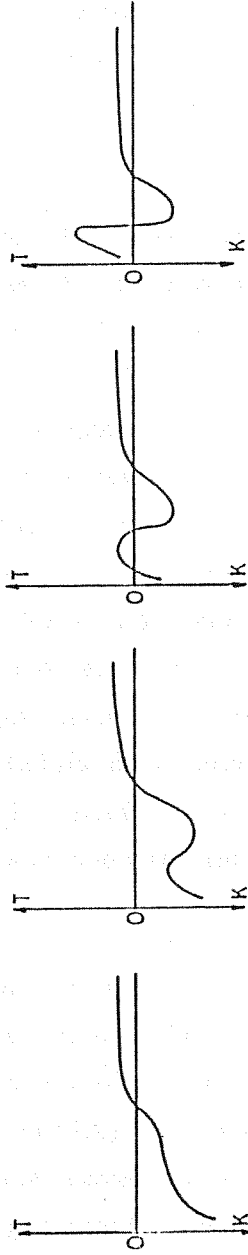
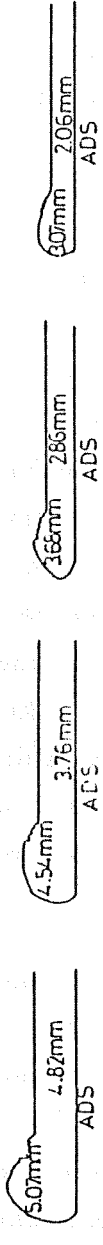


RADS

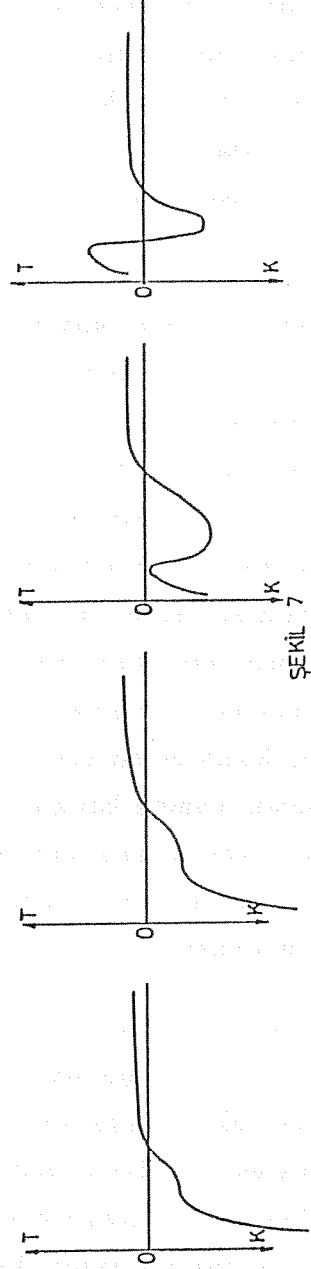
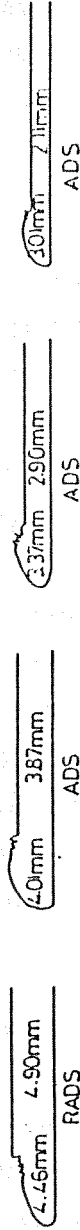
5-6mm

ŞEKİL 6

GEOMETRİLERİ: Kenar kalınlık dağılımları ve gerilim eğrileri 500 Ton/gün.



785 Ton/gün.



ŞEKİL 7

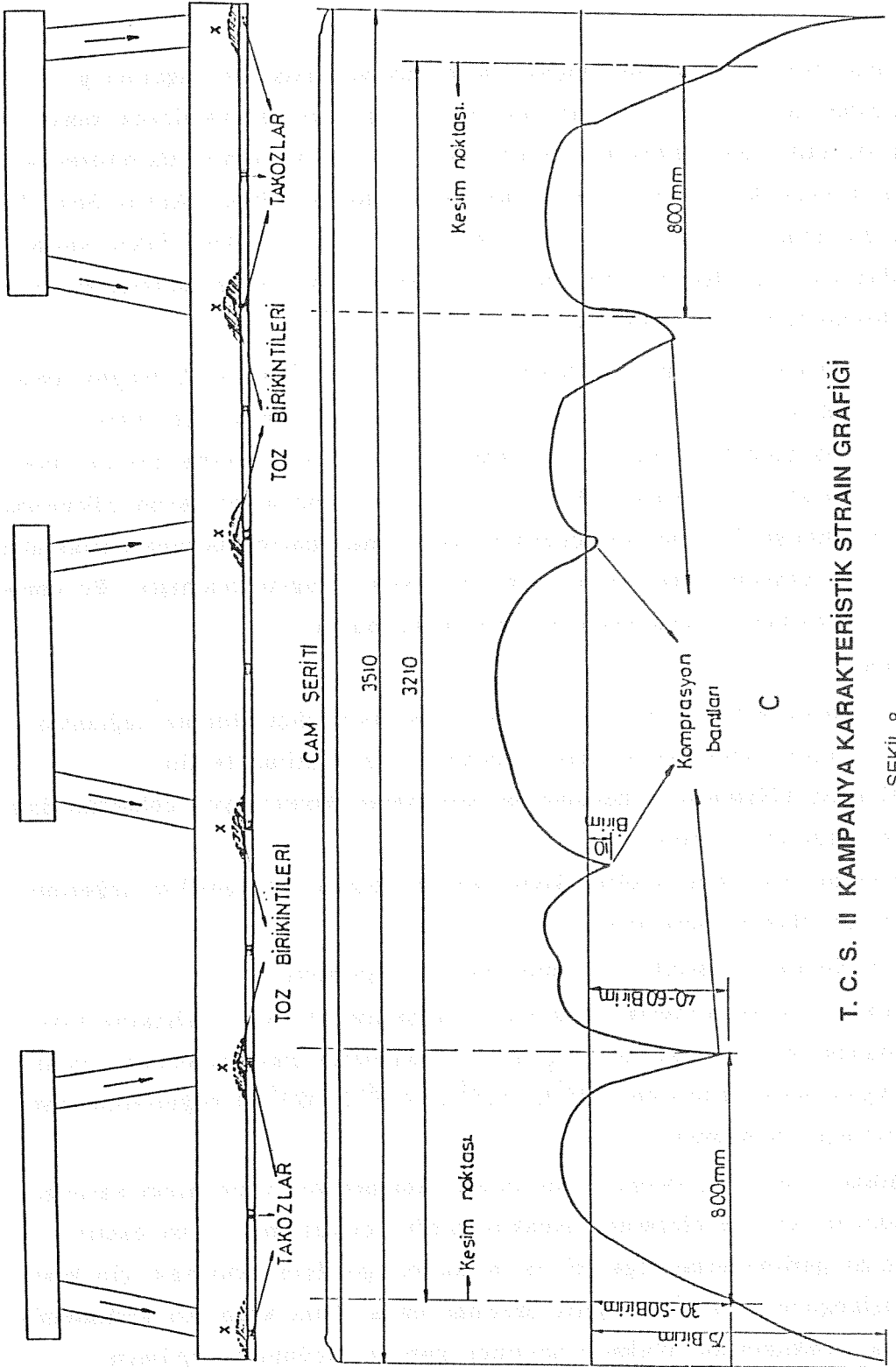
- **Geçici Gerilmeler:** Hızlı soğutma bölgesinde cam şeridinin ortası ile kenarları arasında var olan sıcaklık farklılıkları nedeniyle oluşur. Cam oda sıcaklığına ulaşana kadar yani kenarları ile ortası arasındaki sıcaklık farkı kalkana kadar devam eder. Kesim bölgesinde ölçülen gerilim değeri tavlama bölgesinde oluşan kalıcı gerilimler ile hızlı soğutma bölgesinde oluşan geçici gerilimler toplamına eşittir.

TCS'de özellikle II. kampanya sırasında çekiş 600 Ton/gün mertebesini aştıktan sonra kenar kesimler giderek kötüleşti ve kesimden önce ölçülen değerlerine göre çizilen eğriler genellikle Şekil 8'de görüldüğü gibi oluşmağa başladı. Daha önce bahsedildiği gibi iyi bir kesimin ancak dengeli dağılmış bir gerilim eğrisiyle mümkün olduğu bilinmektedir. Bizim eğrimizde şekilde görüldüğü gibi arzu edilmeyen kompresyon çöküntüleri mevcuttur. Şeridin herhangi bir yerinde oluşan bir çatlağın kenarlardan çıkması yerine bu kompresyon çöküntülerinde uzun süre ilerlemesi söz konusu olmuştur. Bunun önüne geçebilmek için ıslah bölgesinde kenar sıcaklıklarını düşürerek, hızlı soğutma bölgesinde ise yükselterek çatlağın en dış kompresyon bantlarına geçip kenardan çıkması sağlanmıştır. Bu durumda camda boyuna çatlamlar azalmış, buna mukabil şekerlenmiş yahut çapaklanmış kalitesiz kenarlar ortaya çıkmıştır. Bu da camın daha sonraki işlemleri olan aynalama ve temperlemede çok önemli sorunlar doğurmuştur.

Olayın daha ayrıntılı incelenmesi sonucunda iyi bir yan kesimin ancak çok düşük kompresyon değeri için (-10 birim max.) geçerli olduğu, kompresyon değerleri yükselince kesim kalitesinin bozulduğu izlenmiştir. Yüksek çekişlerde kalın cam üretiminde cam şeridinin top-roll izi dış bölgesinin iç bölgeye nazaran daha ince olmasının ıslah bölgesinde daha çabuk soğuma suretiyle yüksek kompresyon oluşturduğuna hükmedilmiştir. Kesimleri düzeltmek için ıslah ve ön ıslah bölgesinde kenar bölge sıcaklığını ortaya nazaran yükselttiğimizde uzun süre boy kırıkları oluşmuş fakat istenilen kesim kalitesine ulaşılmamıştır.



## SOĞUTMA HAVA ÜFLEME BORULARI



T. C. S. II KAMPANYA KARAKTERİSTİK STRAIN GRAFİĞİ

ŞEKİL 8

Bunun üzerine tavsiyeler doğrultusunda banyo çıkışı ile soğutma girişi arasına top-roll izinin dışına bek (Flint gap burners) yakılarak kenar orta sıcaklık farkı azaltılmış ve bu yolla gerilim dağılımını düzelterek kesim noktasındaki kompresyonun azalacağı düşünülmüştür. Ancak Şekil 9'da görüldüğü gibi top-roll dışı kompresyon değeri azalmış fakat kesim noktasında bir değişme olmamıştır. Bu yüzden de kesim kalitesinde bir iyileşme temin edilememiştir.

İkinci denemede A bölgesi başında yakılan beke ilaveten B bölgesi başında tünel içinde bek yakılmış böylece 2 çift bek seri çalıştırılmıştır. Şekil 10'da görüldüğü gibi gerilim dağılımında ve kesimlerde çok az düzelme olduysa da kenardan 800 mm içeride var olan kompresyon çöküntüsü şiddetlenmiştir. Bunun sonucunda zaman zaman camda boyuna çatlamlar artmaya başlamış fakat çok iyi bir yan kesim sağlanamamıştır. Bu denemeleri takiben üç ana konu üzerinde durulmuştur.

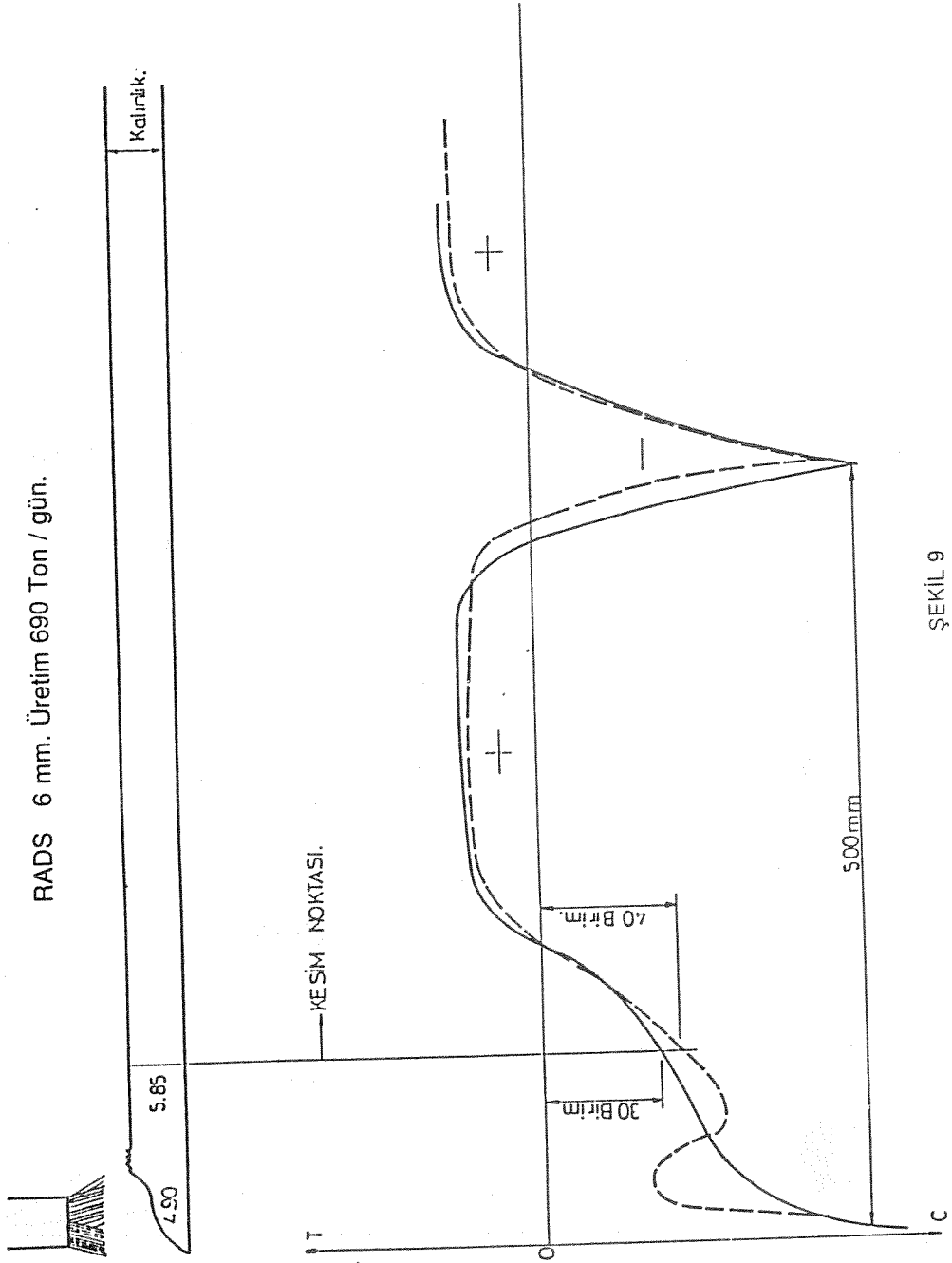
Bunlar;

1. Termokupullarla A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C bölgesi sıcaklık ölçümlerinin sağlanması için optik pirometre ile doğru sıcaklık ölçülmesinin temini,
2. Cam iç bölgelerinde bulunan ve istenmeyen kompresyon çöküntülerinin kaynağı ve giderilmesi,
3. Her ne yolla olursa olsun kenar kesim bölgesindeki gerilim değerinin uygun düzeye indirilmesi.

Bu problemler şu şekilde çözümlenmeğe çalışılmıştır.

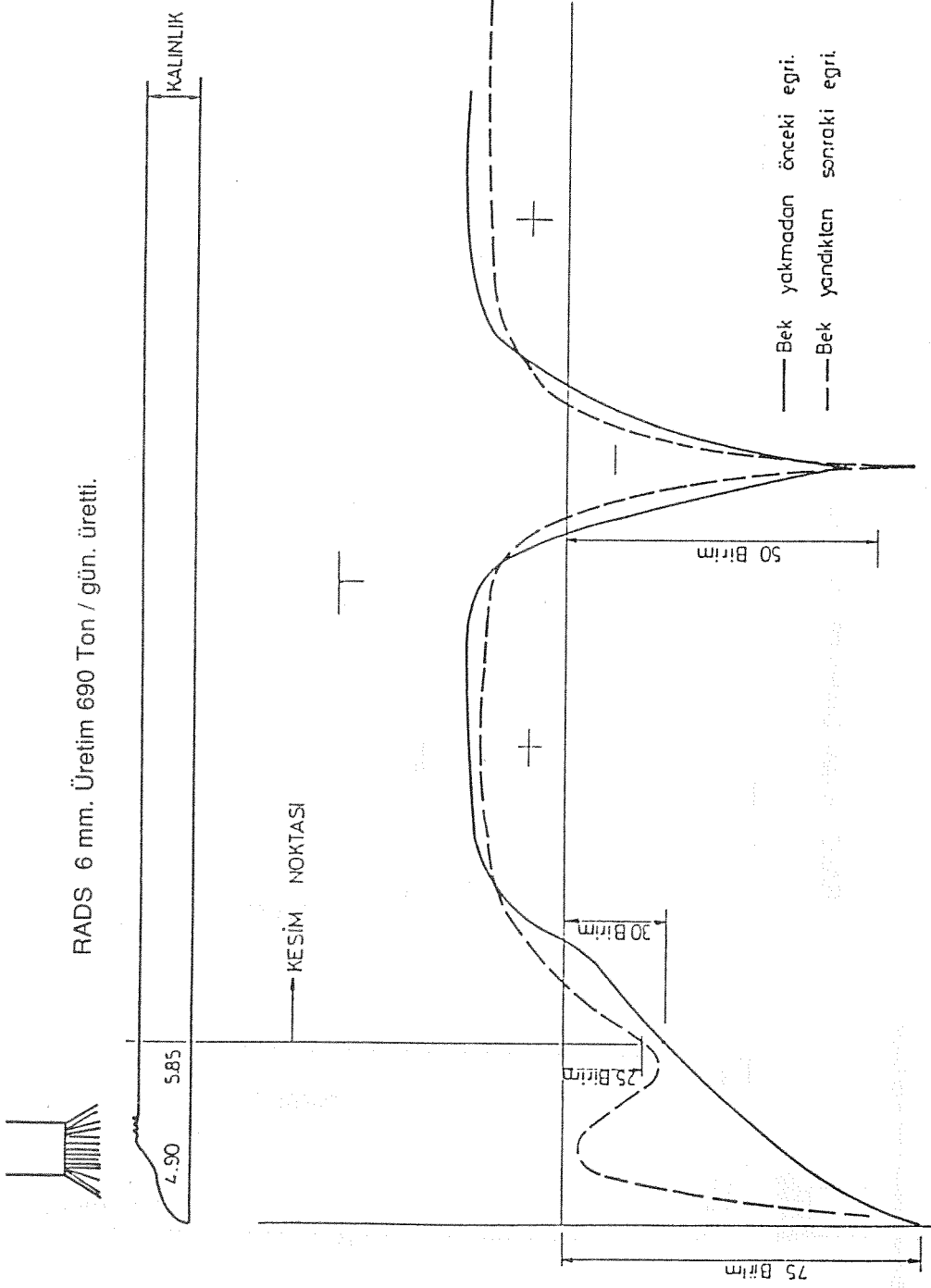
1. **Adım** : Optik pirometre ölçümleri yardımıyla ( $\epsilon=0.90$  alınarak tavlamadaki kritik bölge (A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C bölgeleri) çıkış sıcaklıkları daha uygun olarak önerilen (555°C, 525°C, 475°C, 425°C) değerlerine getirilmeğe çalışılmıştır.
2. **Adım** : Camın iç bölgelerinde oluşan kompresyon bantlarının kaynağını bulmak için bu bölgelerin sıcaklık profili çıkartılmış ve bu bantların hangi gerilmelerden (geçici ya da kalıcı) geldiğini anlamak için kesme başlangıcında hareketli şerit üzerinde daha sonra kenarları kesilmemiş oda sıcaklığındaki plakalar üzerinde gerilim ölçümleri yapılmıştır.

Soğutma girişine Flint gap burner



ŞEKİL 9

A ve B1 bölgeleri girişine bek uygulaması



ŞEKİL 10

## Trakya Cam San. A.Ş.'de Strain Ölçümü İki Yolla Olmaktadır :

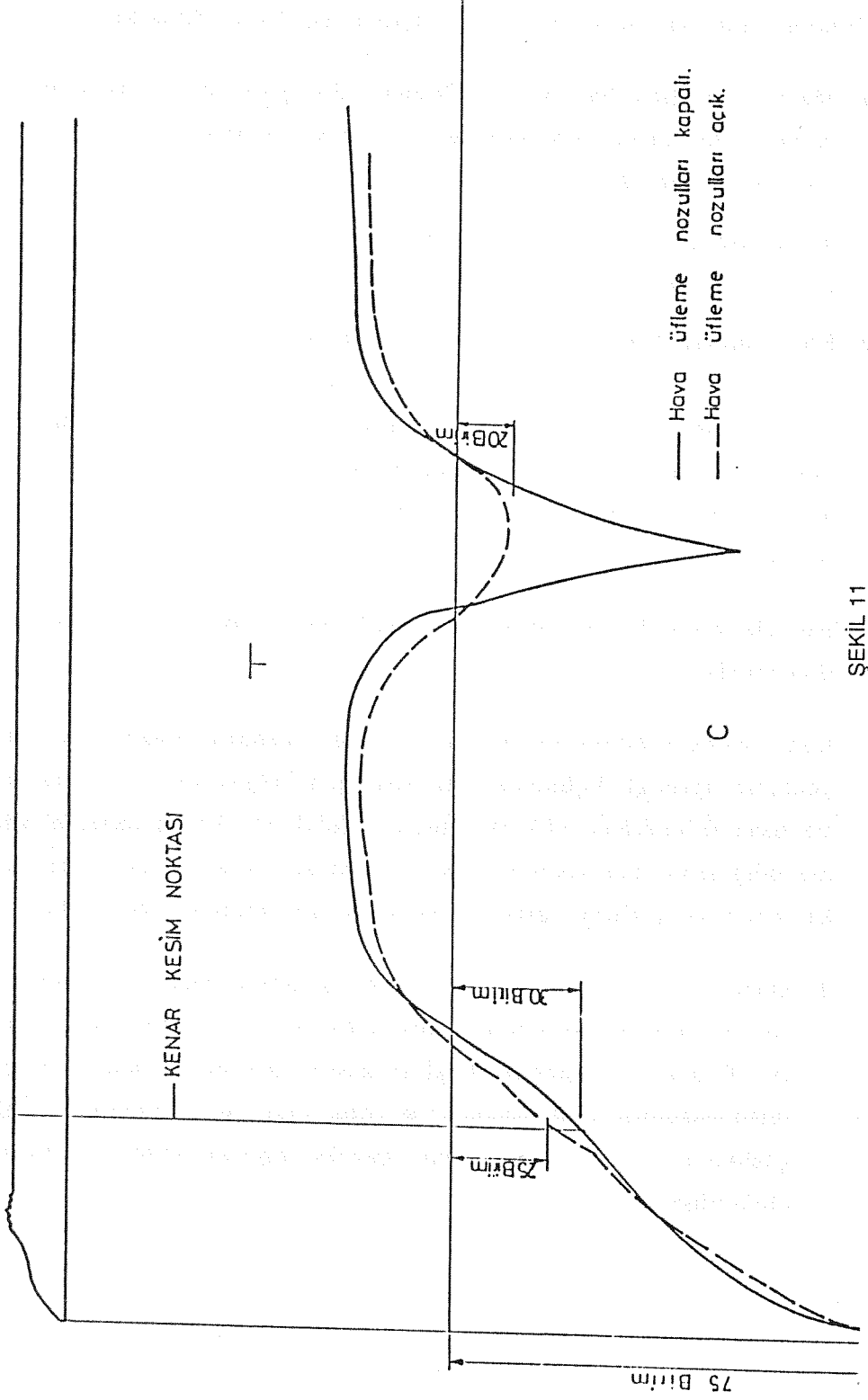
1. **Makina Yardımı İle Yapılan Ölçüm** : Sherpless cihazı ve camın altına konulan bir beyaz ışık kaynağı yardımıyla kesme hattı üzerinde ölçüm yapılmaktadır. Sherpless cihazında 2 ana parça vardır.
  - a. Camın şerit enince hareketini sağlayan motor,
  - b. Yarı otomatik strain ölçen cihaz.
2. **Elle Yapılan Ölçüm** : P.B'dan temin edilen "senarmont" cihazı yardımıyla yapılır. Bu cihazda diğerinde olduğu gibi camın altında bir beyaz ışık kaynağından yayılan ışık ışınlarının gerilimler altında bulunan camdan farklı kırılma özelliği göstermesinden yararlanılır. Bu cihaz ışığı  $90^{\circ}$  kıran polarize kağıt ve strain ölçümünü yapan skalalı basit bir göstergeden ibarettir.

Her iki yolla ölçülen strain değerleri daha sonra gerilim değerlerine dönüştürülür.

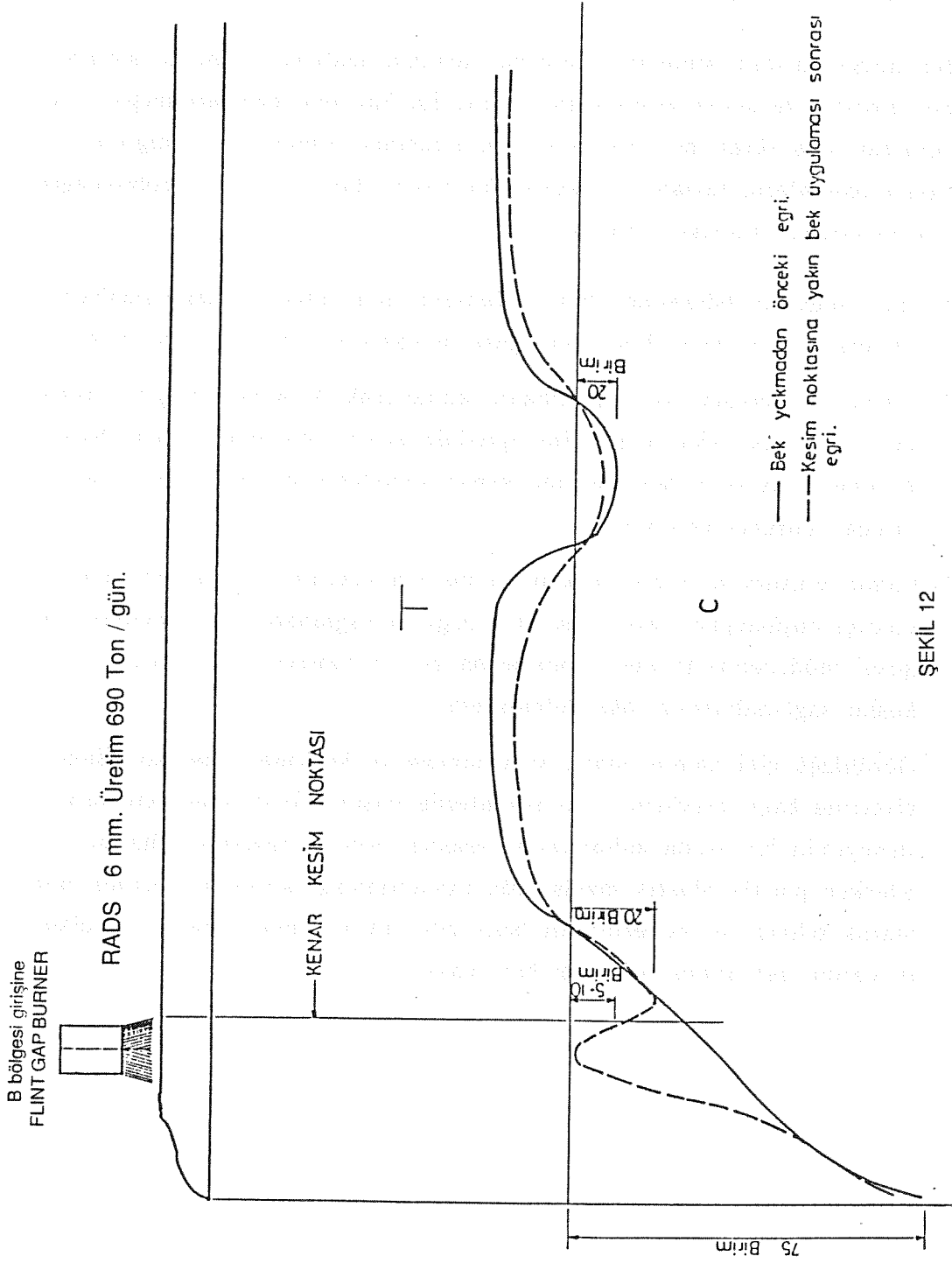
Daha sonra kompresyon bantları su ile yıkanarak soğutulmuş kompresyonların azaldığı ölçülünce hızlı soğutma bölgesinde bu noktalara yetersiz hava üflendiğine hükmedilmiştir (Şekil 8). Bunun üzerine hızlı soğutma bölgesinin son kısımlarında bu bantların üzerine gelen takozlar çıkartılmış ve gerilim eğrisinde düzelme görülmüştür (Şekil 11).

3. **Adım** : Kenar kesimleri düzeltmek amacıyla beki yaktığımız yerler ve cam üzerindeki pozisyonları denemeyle değiştirilmeye çalışılmıştır. B bölgesi başındaki bekleri kesim noktasına yanaştırdıkça kesimlerin düzeldiği fark edilmiş ve koparmada şekerlenmenin azaldığı gözlenmiştir. Bu sırada alınan gerilim eğrileri (Şekil 12)'deki gibi ölçülmüştür.

RADS 6 mm. Üretim 690 Ton / gün.



ŞEKİL 11



ŞEKİL 12

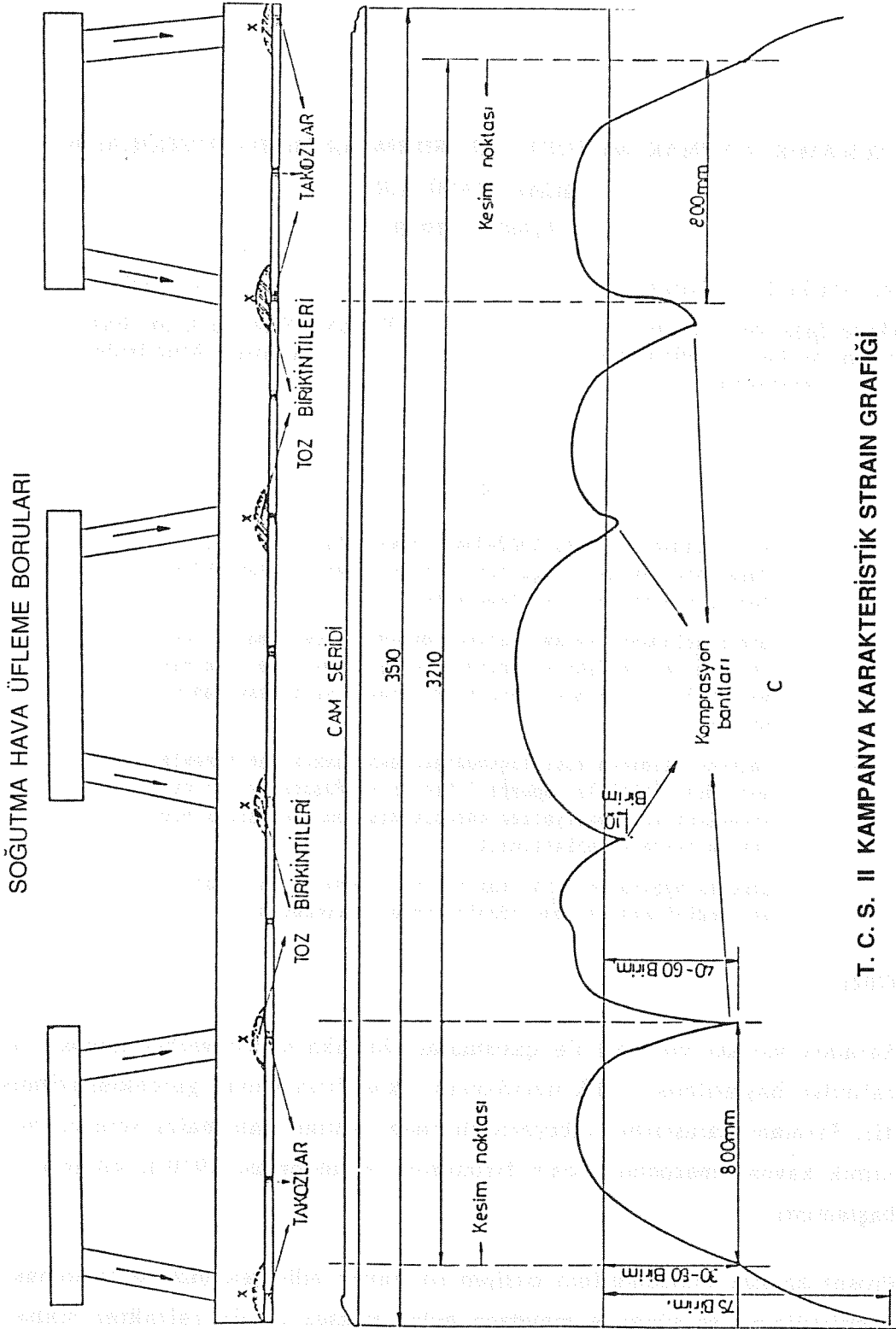
## VARILAN SONUÇLAR

Bu çalışmalarımız sonucunda boyuna çatlama azaltılarak makul sınırlar içine çekilmiş ve kenar kesimlerinde daha iyi kaliteye erişilebilmiştir. Diğer taraftan kısa süreli bir üretim duruşu sırasında almayı planladığımız bir takım önlemlerle tavlama ve kesim kalitesini daha da iyileştirebileceğimiz çalışmalarımız olacaktır. Bunlar;

1. Hızlı soğutma bölgesinde hava üfleme mane olacak düzgünsüzlüklerin ortadan kaldırılması böylelikle gerilim eğrisinin düzeltilmesi (Şekil 13),
2. 1'deki çalışmanın sağladığı imkanı kullanarak A bölgesi başında top-roll izi dışına bek yakarak gerilim eğrisinin kesim için daha uygun hale getirilmesi (A ve B bölgelerinde kenar sıcaklıklarını emniyetle yükseltebilecek duruma gelmesi),
3. Camın yıkanması (cam soğutma çıkışında yıkanıp şerit enince oda sıcaklığı düşüklüğüne yakın eşit bir dağılım sağlanabilecek böylelikle bölgesel müdahalelerle kesim noktasına geçici tansiyon kazandırıp iyi bir kesim sağlanabileceği düşünülmektedir),

Görüldüğü gibi camın ıslahı, soğutulması ve kesilmesi çok kompleks ve birbirine bağlı olaylardır. Bu işlemlerde başarılı olabilmek için bilgi ve deneyimin bir arada kullanılması esastır. Ayrıca tavlama bölgesini set ederken plastik elastik dönüşümün tamamlandığı sıcaklık sınırının doğru olarak bilinip set değerlerinin buna göre uygulanması önemli ve dikkatle yerine getirilmesi gereken bir husustur.





**T. C. S. II KAMPANYA KARAKTERİSTİK STRAIN GRAFİĞİ**

**SERAMİK KAYNAK METODU İLE FIRINLARIMIZDA UYGULANAN  
SICAK TAMİRLER  
(1987 - 1988)**

M. Attila İÇLİ-Tufan AKSU  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Proje ve Teknik Hizmetler  
Müdürlüğü

Ali E. SİZGEK  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

**ÖZET**

Bu çalışmanın konusu 1987-1988 Topkapı Şişe San. A.Ş. ve Paşabahçe Cam San. A.Ş. fırınlarında "Seramik Kaynak" metodu ile yapılan sıcak tamirlerdir.

Giriş bölümünde seramik kaynak metodunun gelişmesi, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikalarında ilk uygulama kararının nasıl verildiği anlatılmış, daha sonra proses ve sistem tanıtılmıştır.

Gelişme kısmında topluluğumuzdaki uygulamalardan örnekler verilmiş özellikle Topkapı D fırını ve Paşabahçe D fırını örnekleri için maliyetler hesaplanmış, buna karşılık elde edilen faydalar anlatılmıştır.

Sonuçta uygulanan sıcak tamirin fırın ömürlerini uzattığı ve kendini kısa sürede ödediği ortaya çıkmaktadır.

## 1. GİRİŞ

Seramik kaynak yöntemi ile çalışmalar, Belçika'da Glaverbel firması tarafından başlatılmıştır. İlk uygulamalar kok fırınlarında gerçekleştirilmiştir. Firmanın araştırma laboratuvarlarında yapılan çalışmalar sonucu, seramik kaynak metodunun cam fırınlarına uygulanması 1970'li yıllarda başlamıştır.

Proses kaynak malzemesinin oksijen ile tamir edilecek yüzeye taşınması, püskürtülmesi ve yüzeyde meydana gelen yüksek ısı ile refrakter malze-

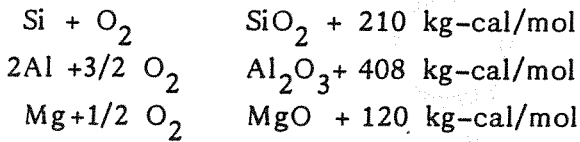
menin eriyerek yüzeye yapışmasından ibarettir.

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.'deki ilk uygulama, Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. D fırınında yapılmıştır. Topkapı D fırını kampanya başlangıç tarihi 2.2.1982'dir. 22.7.1986 tarihinde fırın rejeneratör dolgularının tıkanması sonucunda durdurulmuş, dolgular yenilenmiş, fırın ergitme havuzunda klasik soğuk tamir yapıldıktan sonra tekrar 19.8.1986'da devreye alınmış ve 17.1.1987 tarihine kadar imalatını sürdürmüştür. Bu tarihte rejeneratör ara duvarının ve dolayısı ile rejeneratör kemerinin çökmesi sonucu tekrar durdurulmuştur. Rejeneratör ara duvarı ve kemeri yeniden örülerek fırın 16.2.1987 tarihinde devreye alınmış imalatın 2. günü port arası duvar çökmüştür. Bu şekilde imalat yapılamayacağından dolayı seramik kaynak metodu ile sıcak tamir yapılmasına karar verilmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. PROSESİN TANIMI

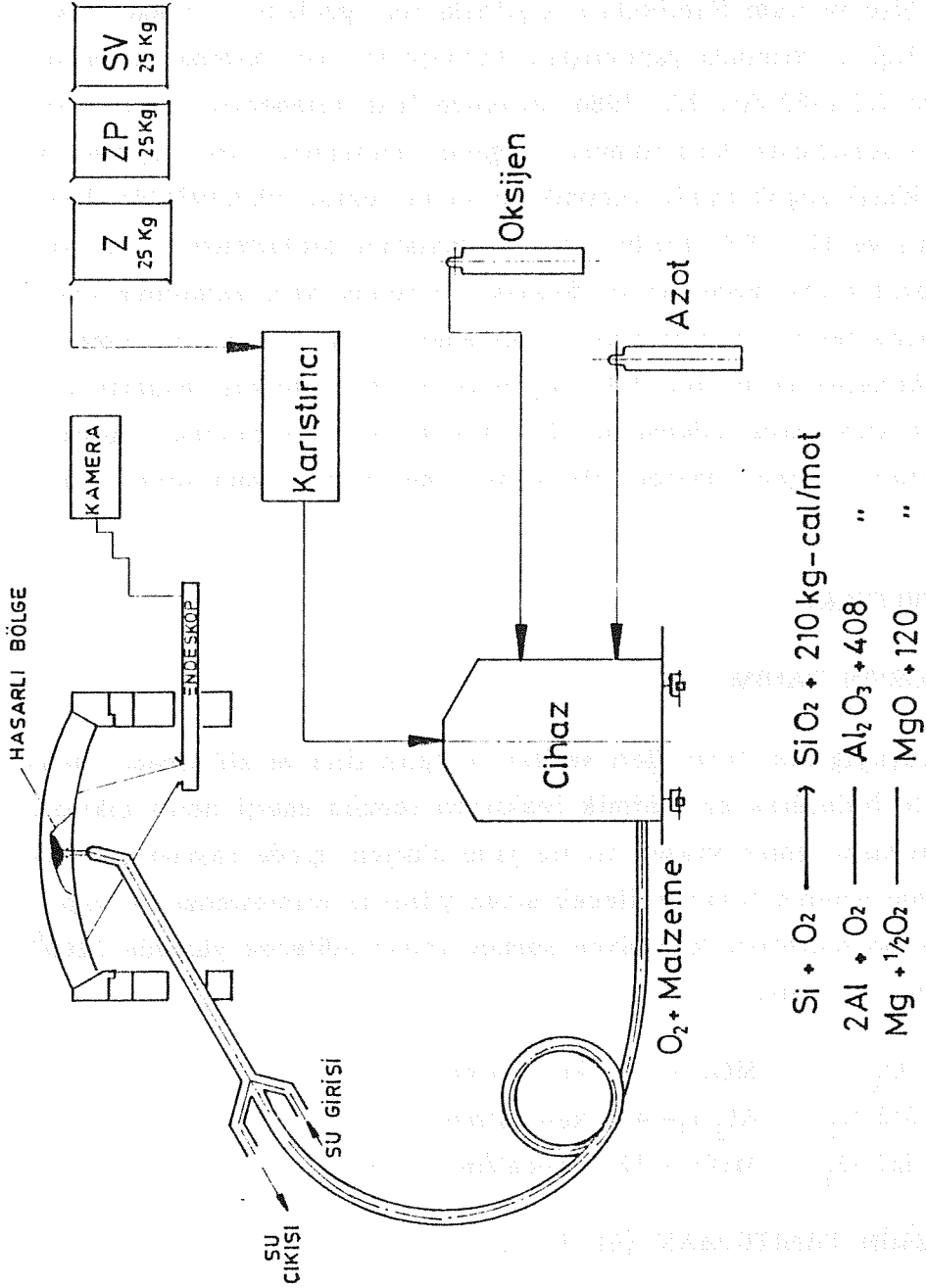
Proses, aşağıdaki formülleri verilen metalik silis ve alüminanın oksijen ile birleşerek egzotermik reaksiyon sonucu enerji açığa çıkması ve meydana gelen yüksek ısı ile yine oksijen içinde taşınan refrakter malzemenin tamir edilecek sıcak yüzeyde erimesinden ve yapışmasından ibarettir. Reaksiyon sonucu tamir edilecek yüzeyde 2200°C bir sıcaklık oluşur.



### 2.2. SİSTEMİN TANITILMASI (Ek 1)

Sistem aşağıdaki birimlerden oluşur;

**Ana Malzemeler :** Üç tip malzeme kullanılmaktadır.



Ek 1.

ZF: Oksijen ile birlikte temizlik ve delme malzemesidir.

Z : AZS dolgu malzemesidir.

SV: Silika dolgu malzemesidir.

**Yardımcı Malzemeler :** Oksijen, azot ve sudur. Oksijen reaksiyonu sağlar. Azot emniyet için, su ise fırına giren lansların soğutulmasında kullanılmaktadır.

**Cihaz :** Ana malzemelerin, azot ile emniyete alınarak oksijen ile taşınmasını sağlayan saatte 50 kg kapasiteli bir besleyicidir.

#### **Yardımcı Ekipman**

- . **Oksijen Kolektörü :** Oksijen tüplerinin kendi aralarında 10 veya 20'li seri olarak bağlandığı 2 paralel gruptan oluşur. Biten tüplerin pratik olarak değiştirilmesine yarar.
- . **Karıştırıcı (Melanjör) :** Besleyiciye homojen harman verebilmek için kullanılır.
- . **Su Soğutmalı Püskürtücü Borular (Lance) Ve Su Hortumları :** Besleyiciden çıkan refrakter malzeme ve oksijenin fırın içine aktarılması için gerekli su soğutmalı borulardır. Tamir edilecek yere göre çeşitli boy ve şekillerde olabilir.
- . **Endoskop :** Tamir esnasında imalatın kesilmemesi için alevlerden dolayı görülmeyen veya ölü noktalarda kalan kısımların ekrandan görülerek tamirin yapılması için kullanılmaktadır.

Temizleme, delme veya dolgu için kullanılacak malzeme homojen bir şekilde karıştırılır. Bu arada cihaza azot verilerek temizlenir, malzeme konular, azot kesilerek belli basınçta oksijen beslenerek ana malzemeler tamir edilecek kısımlara püskürtülür. Tamir esnasında meydana gelebilecek aksaklıklar örneğin; elektrik kesilmesi, reaksiyonun erken başlaması, basınç düşmesi gibi durumlarda sistemin tüm emni-

yeti azotun otomatik olarak devreye girmesi ile sağlanmaktadır.

### 3. TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.'DEKİ UYGULAMALAR

#### 3.1. TOPKAPI D VE C FIRINLARI TAMİRİ

(13.03 - 5.04 D FIRINI 21 GÜN - 10.04 - 15.04.1987 C FIRINI 6 GÜN)

#### TOPKAPI D FIRINI TAMİR EDİLEN BÖLGELER

##### **Alın Duvarı, Port Kemer Arası Duvar, Sakaltaşları Ve Bek Taşları:**

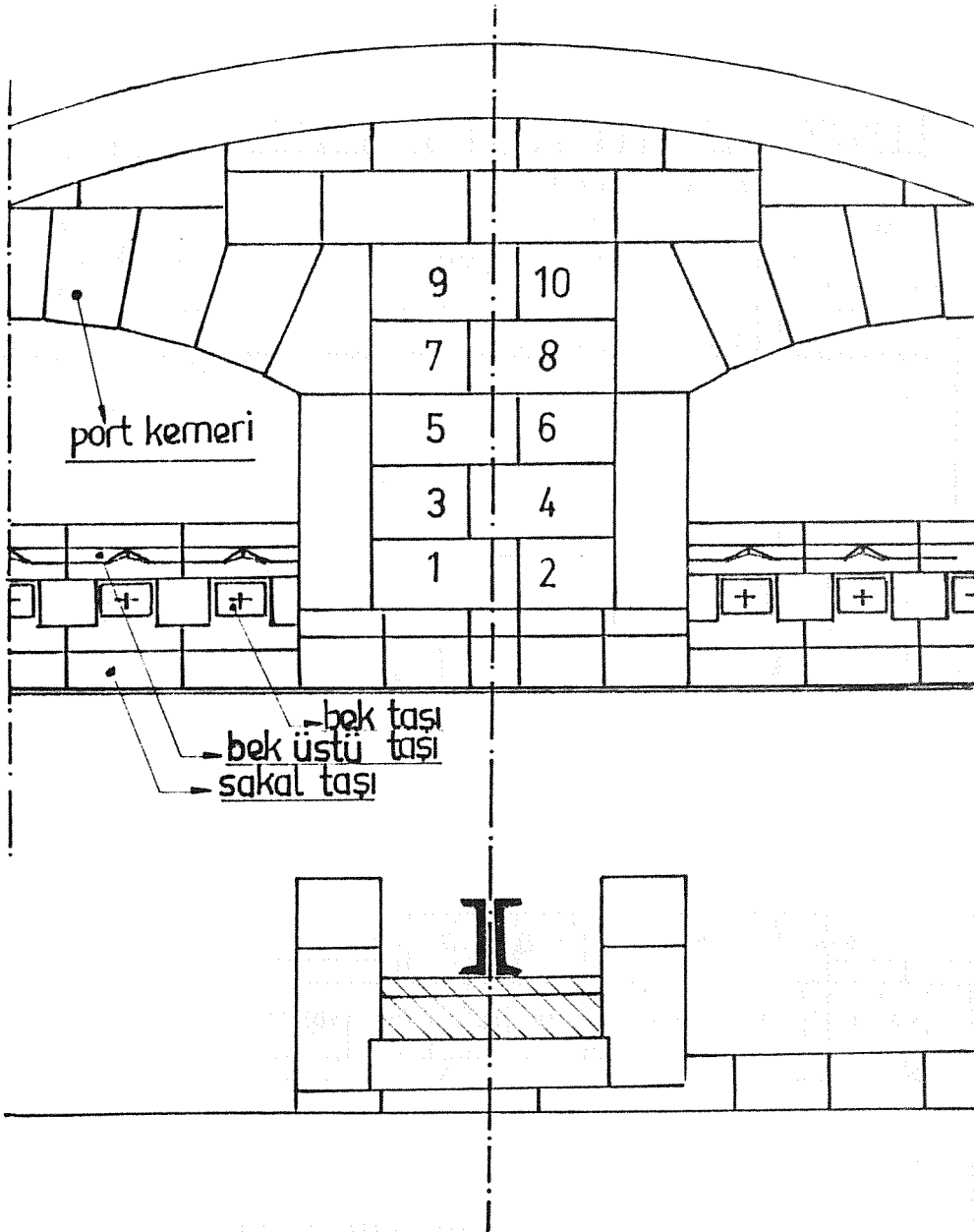
Alın duvarında port kemeri yatak taşları arasında ve altındaki bloklar 5, 6, 7, 8, 9, 10 no'lu blokların tamamı 1, 2, 3, 4 no'lu blokların yarısı fırın içine devrilmiştir(Ek 2).Fırın duruşunun ve sıcak tamirin en önemli sebebidir. Buranın klasik tamir yapılması imkansız olduğundan ve geride kalan tuğla kalitesi sıcaklık ve cam buharları yönünden dayanıksız olduğundan cam imalatına imkan vermemekteydi. Bu ara duvar tamamiyle temizlenmiş daha sonra delikler açılarak ara duvar tamamen doldurulmuştur.

Port kemeri üzerindeki aralanmış ve dönmüş bloklar da sağlamlaştırılmıştır. Bu bölgedeki sakaltaşlarının uç kısımları korozyona uğramış sakaltaşı çelik taşıyıcı konsolları açığa çıkarmıştır. Açığa çıkan konsolların üzeri kapatılarak daha fazla yanması önlenmiştir. Stabilitesi bozulmuş bek taşları da sağlamlaştırılmıştır.

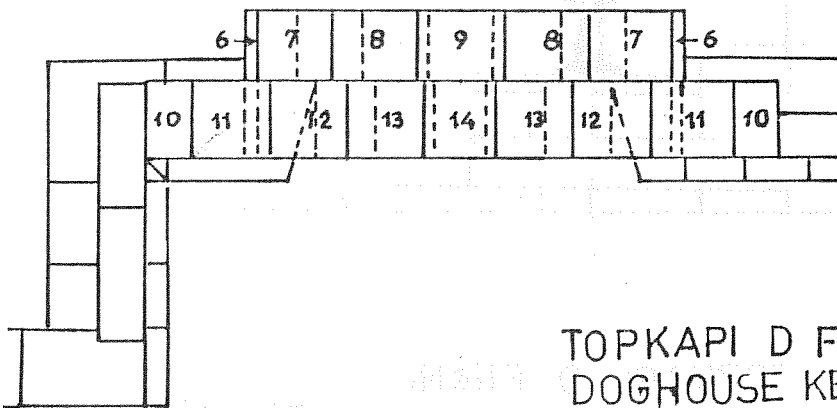
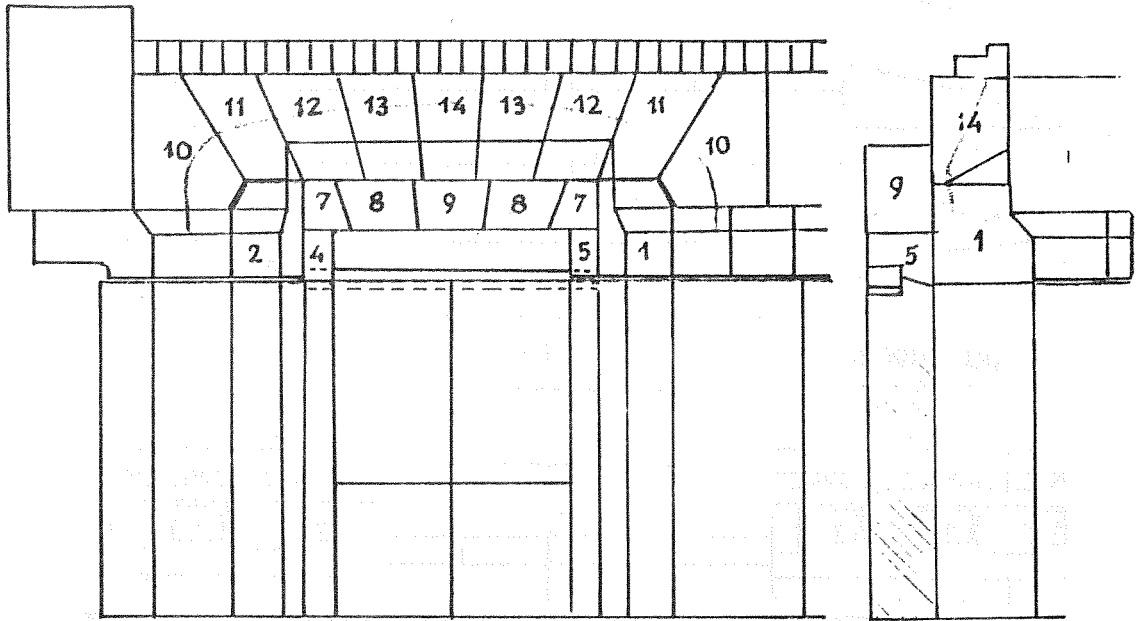
**Doghouse Kemer Ve Yan Duvarları:** Doghouse kemerleri özellikle içte olan kemerler taşıyıcı yataктаşları da olmak üzere çok aşınmış ve stabilitesini kaybetmiştir(Ek 3).Yatak taşları kuvvetlendirilerek kemer tamir edilmiş, üstyapısındaki açıklıklar da kapatılmıştır. Bu tamirde Endoskop ve şekilli lanse kullanılmıştır.

#### TOPKAPI C FIRIN TAMİRİ

(10.04 - 15.04.1987, 6 GÜN)



TOPKAPI D FIRINI  
PORT KEMERİ, BEK TAŞLARI, SAKAL TAŞLARI  
(PORT ALIN DUVARI)



TOPKAPI D FIRINI  
DOGHUSE KEMERI



## TAMİR EDİLEN BÖLGELER

**Doghouse Karşısı Üst Yapı (İçerden) :** Üstyapıyı meydana getiren ZAC bloklar orta kısımda zamanla öne doğru kaymış ve altlarındaki sakaltaşlarından bazıları kırılmıştı. Daha fazla kaymasını önlemek ve stabilitesini artırmak için zirkon L taşları silika kemere ve üst-yapıya 2.6 metre boyunca kaynaklanmıştır(Ek 4).

**Silika Kemer Tamiri :** Kemerde zamanla açılmış 500x400 mm ve 300x300 mm ebadındaki oyuklar silika malzeme ile doldurulmuştur.

### 3.2. TOPKAPI D, C, B FIRINLARI TAMİRİ

(26.08 - 07.09.1987)

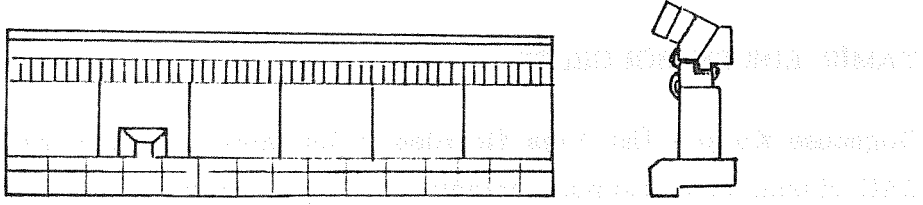
Nisan ayındaki D ve C fırınına uygulanan tamirden sonra fırınlardaki kritik noktalar sürekli gözlenmiştir. Ağustos ayında D fırınında port alın duvarı kemeri üzerindeki bazı blokların düştüğü ve özellikle sol doghouse kemerinin tekrardan kritik duruma girdiği gözlenmiştir. C fırınında daha önce tamir edilen bölgedeki hareketin durmadığı ve bloklardaki içe kaymanın devam ettiği görülmüştür. Bu arada B fırınında da sağ rejeneratör geçiş kemerinde kilit taşının kırıldığı ve bir kısmının kaydığı ve yan bloklarda bazı hareketler gözlemlendiğinden, seramik kaynak metodu ile tamire karar verilmiştir. Her üç fırında tamir edilen kısımlar aşağıda anlatılmaktadır.

#### TOPKAPI D FIRINI TAMİR EDİLEN KISIMLAR :

(26.08-04.09.1987 , 7.5 GÜN)

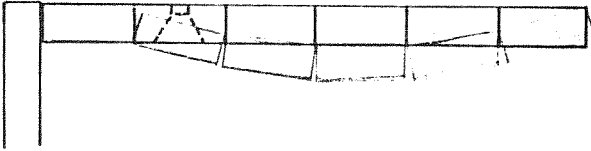
**Port Alın Duvarı :** Port kemeri üzerinden düşen blokların yerleri doldurulmuş ve duvar stabilitesini sağlamlaştırmak için bloklar birbirleri ile bağlanmıştır.

**Doghouse Kemer (Sol) :** Aşınmış olan yataктаşları tamir edilerek kemer stabil hale getirilmiş, düşme eğilimi gösteren kemer kilit taşındaki hareket durdurulmuş ve boşluk doldurulmuştur. Ayrıca sol



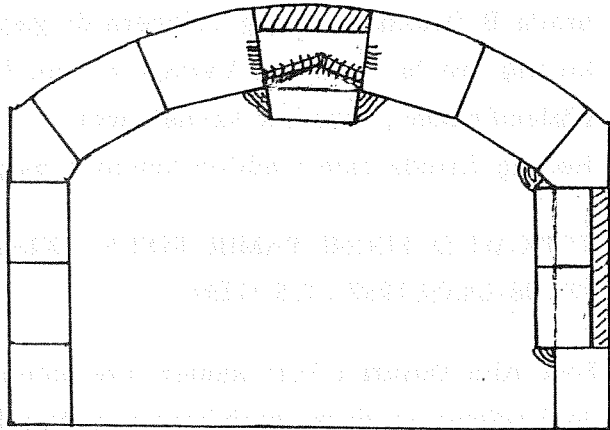
DOGHOUSE KARŞISI ÜSTYAPI  
TOPKAPI C FIRINI

Ek 4.



REJENERATÖR GEÇİŞ KEMERİ

Ek 5.



TOPKAPI B FIRINI

orta kısımda yatak taşı hizasında açılan boşluk dışarıdan kısmen tamir edilmiştir.

**TOPKAPI C FIRINI TAMİR EDİLEN KISIMLAR :**

**(05.09 - 06.09.1987 , 2 GÜN)**

Kayan bloklar üzerinde daha önce yapılan tamir bu sefer üstyapı ile kemer arası bağlanarak daha sağlamlaştırılmış, ayrıca fırın, dışından da kaynatılarak kuvvetlendirilmiştir. Yapılan bu işlem için üstyapı delinerek endoskop kullanılmıştır.

**TOPKAPI B FIRINI TAMİRİ :**

**(07.09.1987 , 1 GÜN)**

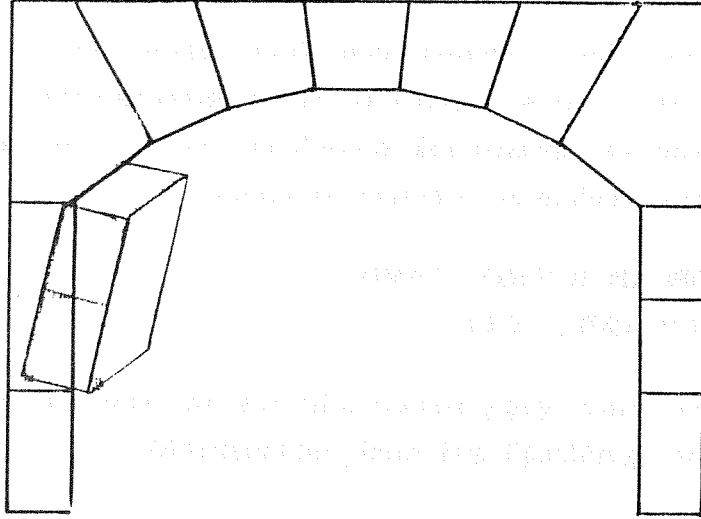
Rejeneratör geçiş kemeri kilit taşı ve dönen yan duvar şematik resimde görüldüğü gibi tamir edilmiştir(Ek 5).

**3.3. PAŞABAHÇE D, A, TOPKAPI B, A FIRINLARI TAMİRİ :**

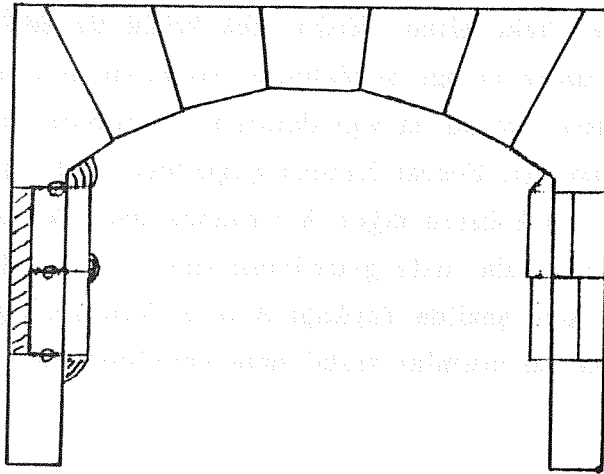
**(22.6.1988, 7 GÜN) (30.6 - 1.7.1988, 2 GÜN)**

Mayıs 1988 sonunda Paşabahçe D fırınında, sol rejeneratör geçiş kemerine bakıldığında bloğun çok kritik bir şekilde döndüğü ve devrilmek üzere olduğu görüldükten sonra diğer fırınlara da bakılmış çok kritik olmasa da yan duvarda dönmelerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Fosbel firması çağırılmış ve D fırınının kritik bölgesi asıl olmak üzere diğer A fırınında geçiş kemerlerinin yan bloklarının da stabil hale getirilmesi için tamir edilmesi kararına varılmıştır. Aynı şekilde Topkapı B ve A fırınlarında da 2 günlük bir tamir ile bu kısımlar stabil hale getirilmiş ve sağlamlaştırılmıştır. (Ek 6)

PAŞABAHÇE REJENERATÖR  
GEÇİŞ KEMERLERİ



D FIRINI



A FIRINI

## 3.4. KULLANILAN MALZEME MİKTARI (KG)

TARİH	FIRIN	Z	ZF	SV
13.03.5.04 1987	TK-D	4275	475	625
10.04.15.04 1987	TK-C	225	75	775
<b>TOPLAM</b>		4500	550	1400
26.08.04.09 1987	TK-D	710	115	590
05.09.06.09 1987	TK-C	75	25	325
07.09.1987	TK-B	115	60	-
<b>TOPLAM</b>		900	200	915
22.06.25.06 1988	PB-D	350	125	125
27.06-29.06 1988	PB-A	575	75	25
30.06.1988	TK-B	125	25	-
01.07.1988	TK-A	125	38	16
<b>TOPLAM</b>		1175	263	166

#### 4. MALİYET FAYDA

##### 4.1. TOPKAPI D FIRINI SICAK TAMİRİ

- . Kampanya başlangıcı : 02.02.1982
- . 1. sıcak tamir (21 gün) : 13.03.1987-15.04.1987
- . 2. sıcak tamir (7.5 gün) : 26.08.1987-04.09.1987
- . Kampanya sonu : 21.02.1988
- . 2. sıcak tamir ile duruş arası geçen süre : 169 gün
- . 1 ve 2. sıcak tamir süresince ambara giren cam : 2751 ton
- . 1 ve 2. sıcak tamir süresince fırından çekilen cam : 4927 ton
- . Tamir esnasında net mamulün çekilen cama oranı : % 56
- . 2. sıcak tamirden sonra ambara giren cam miktarı : 42013
- . Sınai maliyet : 187 TL/KG (Standart 1987)

##### SICAK TAMİR MALİYETİ x 1000

. İşçilik (28.5 gün x 23151)	247.000.-
. Malzeme	129.000.-
. Yardımcı malzeme (O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> )	4.000.-
. Navlun, gümrük, sigorta vs.	45.000.-
. Konaklama ve yol	35.000.-
Toplam (28.5 gün)	460.000.-

##### FAYDA

1. Tamir esnasında ambara giren net cam tutarı (34 gün) 514 milyon TL
- . Sıcak tamir için harcanan para, tamir esnasında çekilen 30 günlük mamul ile geri ödenmiştir.
2. 13.03.1987 tarihinden fırın duruş tarihi olan 21.02.1988 tarihine kadar 338 gün kazanılmış, 42013 ton mamul üretilmiştir. Bunun Türk Lirası karşılığı 8 Milyar TL'dir.

3. Fırın ömrü yaklaşık 11 ay uzatılmış kampanya süresi 6 sene olmuştur.
4. Kazanılan zaman zarfında yeni fırın için gerekli yatırım kalemlerinin siparişi yapılarak fırın yenilenmiş ısıtılarak cam çekilmeye başlanmıştır.
5. Acil duruşundan dolayı bazı mamullerde pazar payının kaybedilmesi bu sıcak tamirle önlenmiştir.

#### 4.2. PAŞABAHÇE D FIRINI SICAK TAMİRİ

- . Kampanya başlangıcı : 10.03.1987
- . Sıcak tamir süresi (4 gün) : (22.06.1986-25.06.1986)
- . Sıcak tamir esnasında fırından çekilen brüt cam : 252.6 ton
- . Ambara giren net cam : 168.2 ton
- . Sıcak tamir esnasında net mamulün çekilen cama oranı % 66.6
- . Sınai maliyet 736TL/kg (1988 standart maliyet)

#### SICAK TAMİR MALİYETİ x 1000 TL

- . İşçilik : 57.000.-
- . Malzeme : 21.000.-
- . Yardımcı malz. (O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>) : 1.000.-
- . Navlun, gümrük, sigorta vs. : 7.000.-
- . Konaklama ve yol : 10.000.-
- . Toplam (4 gün) : 96.000.-

#### FAYDA

- . Tamir esnasında ambara giren net cam tutarı 4 gün 124 Milyon TL. Sıcak tamir esnasında fırın durdurulmadığı için 4 günlük mamul tutarı kazanıldığından tamir için harcanan 3 günde geri kazanılmıştır.
- . Kritik olan kısmın daha önceden tamir edilerek emniyete alınma-

sından dolayı daha sonra meydana gelebilecek ani bir duruşa ve üretim kaybına yol açacak sebep ortadan kaldırılmıştır.

## 5. SONUÇ

Topluluğumuza bağlı şirketlerde değişik kapasitelerde 29 adet cam fırını bulunmaktadır. 1991 senesinde bu sayı 31'e ulaşacaktır.

Fırın ömürlerini artırmak amacıyla tüm dünyada ve camiamızdaki fırınlarda uzun zamandır klasik tamirler uygulanmaktadır. Bu tip tamirler ya fırın dışından uygulanmakta ve randımanı düşük olmakta veya fırın soğutulduğu için imalat alınamamakta ve üretim kaybına neden olmaktadır. Örneğini verdiğimiz olaylarda Topkapı D fırınında klasik tamirin mümkün olmadığı görülmüştür. Paşabahçe D fırınında ise klasik tamir yöntemi seçildiğinde fırının soğutulması dolayısıyla imalat kaybının göze alınması gerekmektedir.

Cam fırınlarının yatırımında en pahalı kalemi refrakter malzemeler oluşturmaktadır. Fırınlarımızda 1980'lerden sonra yakıt tasarrufu sağlamak amacıyla izolasyon seviyesinin ve birim alandan çekişin fazlaştırılması cam imalatında fırın ömürlerinin önemini arttırmış dolayısıyla fırınların periyodik olarak gözlenmesi, kritik noktalarının tespiti ve vakit geçirilmeden tamiri ağırlık kazanmıştır.

Son 2 yılda fırınlarımıza uygulanan seramik kaynağı ile sıcak tamirlere ödenen 1.34 Milyon TL. göz önüne alındığında, konunun topluluğumuz bünyesinde de geliştirilmesinin sağlayacağı mali avantajların yanı sıra fırınlarımızın "koruyucu bakım" yolu ile kampanya sürelerinin uzatılmasına da katkısı olacaktır.



## DÜĞME HATASININ KAYNAĞINI BELİRLEMEDE İSTATİSTİKSEL BİR YAKLAŞIM

Dr. Bülent ÖZASLAN  
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

### ÖZET

1987 yılı Eylül-Aralık döneminde Kırklareli Cam San. A.Ş. B fırınında yoğunluk kazanan taş/düğme hatasının, fırın sıcaklık ve çekiş parametreleri ile ilişkisi doğrusal regresyon analizleri ile incelenmiştir. İlişkisi saptanan değerlerin doğruluk araştırmaları için hipotez testleri ve kalıntı analizleri uygulanmıştır. Üçlü ilişkilerde ANOVA testine başvurulmuştur.

Bu çalışma, herhangi bir cam problemi konusunda uygulanabilecek genel bir istatistik analiz yöntemi örneği oluşturmak amacı ile kaleme alınmıştır. Konu özelinde; eldeki verilere ve analiz sonuçlarına göre, sözkonusu fırındaki çalışma sıcaklık sınırlarında düğme hatası ile cam sıcaklığı arasında minimum bir ilişki saptanmakla birlikte, yüksek çekiş ile bağımlılığı saptanamamıştır. Ayrıca, literatürde bahsedilmeyen, çevre sıcaklığı etkisinin, düğme hatasını oluşturabilecek bir kaynak olabileceği bulunmuştur.

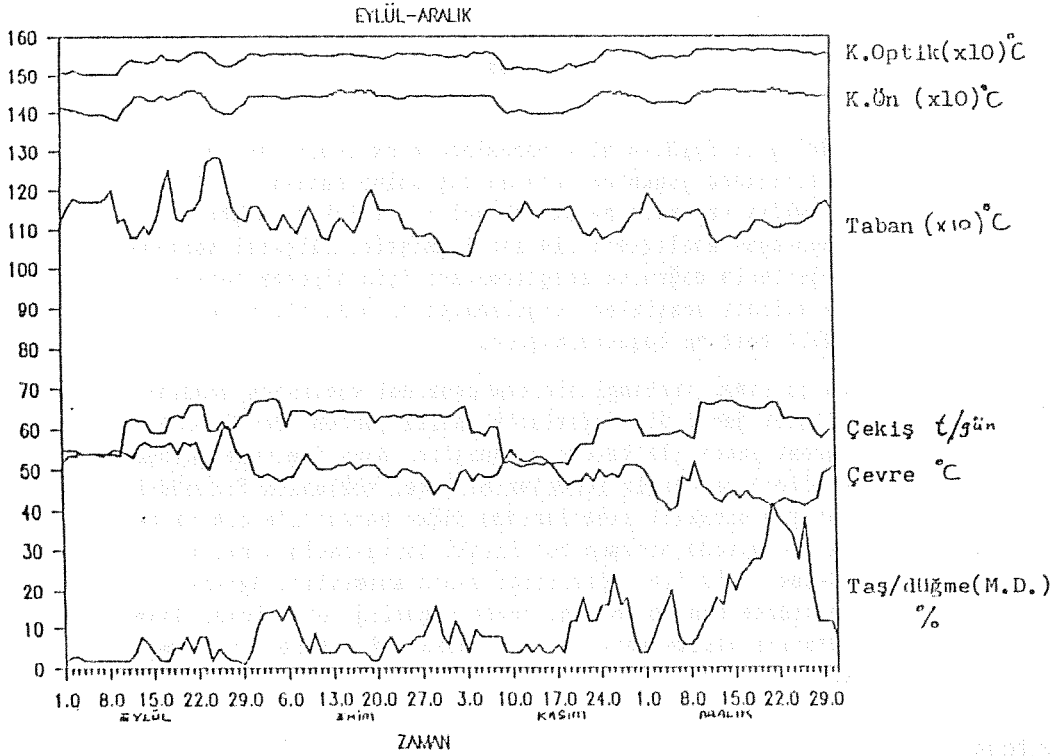
### GİRİŞ

1984 yılı Ağustos ayında faaliyete geçen 60 ton/gün kapasiteli arkadan ateşlemeli Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. B fırınında, 1987 yılı Eylül-Aralık döneminde taş/düğme hataları özellikle 1 no'lu forehearth'ta yoğunluk kazanmıştır. İlk belirtiler Eylül ayında başlamış ve artarak Aralık ayında maksimum şiddete ulaşmıştır (Grafik 1). Problemin böyyesine boyut kazandığı bir ortamda, Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. fırın-harman ve laboratuvar şeflikleri ile Araştırma Müdürlüğü yakın bir diyalog içerisinde ortak bir

çözüm yolu aramıştır. Çeşitli ebatlarda gelen taşların (mikroskopik ölçüden, 0.5 cm üstüne kadar) orijini araştırılmış ve,

- . Cam üstü refrakterden oluştuğu,
- . Ergime bölgesinden geldiği,
- . Harman segregasyonuna herhangi bir şekilde rastlanılmadığı tespit edilmiştir.

### MADEN DÜĞMESİ HATA ANALİZİ



Grafik 1.

Her ne kadar yukarıdaki bulgular bize birtakım bilgiler veremekteyse de, taş/düğme hatalarına neden olan kaynağı veya kaynakları açıklayamamaktadır. Böyle bir sorunun cevabını bulmak için söz konusu 4 aylık döneme ait birçok parametre istatistiksel bir yöntemle; regresyon analizleri ile, taş/düğme (kısaca MD) hatasına katkıları açısından incelenmiştir. Ergitme bölgesinde MD hatasına neden olabilecek dört parametre dikkate alınmıştır.

- . Refrakter sıcaklığı (K.ön ve K.optik)
- . Cam sıcaklığı (taban)
- . Çekiş (toplam çekiş ve f/h çekişi)
- . Çevre sıcaklığı (çevre)

Refrakter sıcaklığı olarak iki değer alınmıştır ki bunlar, K.ön ile belirtilen kemer thermocouple değeri ile K.optik ile belirtilen optik pirometre değerleridir. Çekiş değeri de, toplam ve forehearth çekişleri olarak ayrı ayrı alınmıştır. Cam sıcaklığı olarak taban thermocouple değeri, çevre sıcaklığı olarak da blok soğutmadan gelen havanın refraktere çarptıktan sonra, dönüşündeki sıcaklık değeri alınmıştır.

Yukarıda sözü edilen dört parametrenin MD hatası ile ilişkileri regresyon analizi ile incelenmiştir. Bilindiği gibi, regresyon analizi iki veya ikiden fazla değişken arasındaki ilişkinin incelenmesinde kullanılan matematiksel bir yaklaşımdır<sup>1</sup>. Çok değişkenin bulunduğu bir ilişkiler zincirinde uygulanacak regresyon analizinde dikkat edilecek iki nokta vardır.

1. Seçilen modelin ilişkiyi açıklaması.
2. Modelin basit olması. Bu çalışmada doğrusal regresyon modeli,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \epsilon$$

ilişkiyi açıklayabilecek en basit model olarak kabul edilmiştir. Regresyon analizleri sonucunda ilişkileri belirleme katsayıları ( $R^2$ ) ile tespit edilen parametrelerde hipotez testi ve kalıntı analizi (residual analysis), üçlü ilişkilerde ise ANOVA testi (Analysis Of Variance) uygulanmıştır.

## UYGULAMA

Refrakter sıcaklığı (K.ön ve K.optik), cam sıcaklığı (taban), çekiş (toplam çekiş ve forehearth) ve çevre sıcaklığı (çevre) parametrelerinin MD hatası ile ilişkisini incelemeyen önce kendi aralarındaki bağımlılık dereceleri araştırılmış ve sonuçlar Tablo 1'de özetlenmiştir. K.ön ile K.optik ve çekiş, Tablo 1'den görüleceği gibi birbirine oldukça bağımlı parametrelerdir. Diğer parametreler arasında belirli bir bağımlılık söz konusu değildir. Bu paramet-

relerin MD ile ilişkileri Tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo 1: K.ön, K.optik, çekiş, taban ve çevre arasındaki doğrusal ilişki değerleri**

<u>Parametreler</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>n</u>
K.ön - Çekiş	0.696	122
K.ön - K.optik	0.820	"
K.ön - Taban	0.164	"
Taban - Çekiş	0.109	"
Çevre - Çekiş	0.098	"
Çevre - K.ön	0.194	"
Çevre - Taban	0.189	"

R<sup>2</sup> = belirleme katsayısı      n= gözlem sayısı

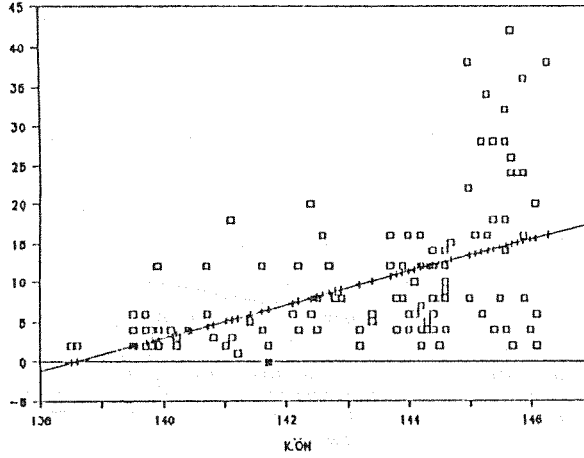
**Tablo 2: MD ile çeşitli sıcaklık ve çekiş değerleri arasındaki doğrusal ilişki**

<u>Parametreler</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>n</u>	<u>Grafik No</u>
MD - K.ön	0.242	122	2
MD - K.optik	0.261	"	3
MD - Çekiş	0.145	"	4
MD - F/H çekişi	0.076	"	5
MD - Taban	0.122	"	6
MD - Çevre	0.608	"	7

Tablo 2 incelendiğinde en çarpıcı ilişkinin MD ile çevre sıcaklığı arasında olduğu görülmektedir. Her ne kadar Tablo 1'den çevre ile diğer üç parametre arasında dikkate alınacak bir bağımlılık görülmediği saptanmışsa da, çevre sıcaklığının belli bir değerinde (çevre sıcaklığı = 48°C) MD ile K.optik taban ve çekiş ilişkileri tekrar incelenmiştir.

### MD-K.ÖN SICAKLIĞI

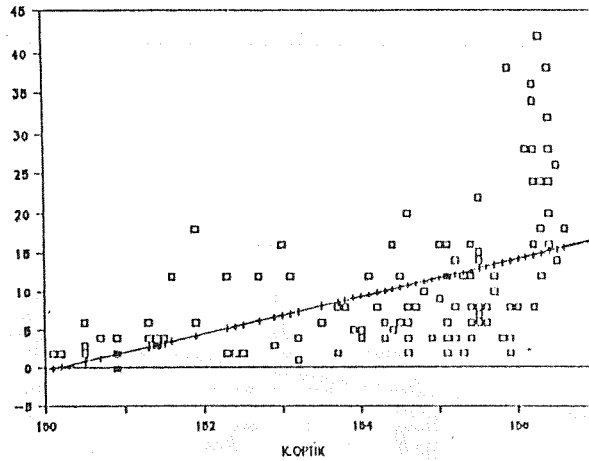
#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 2.

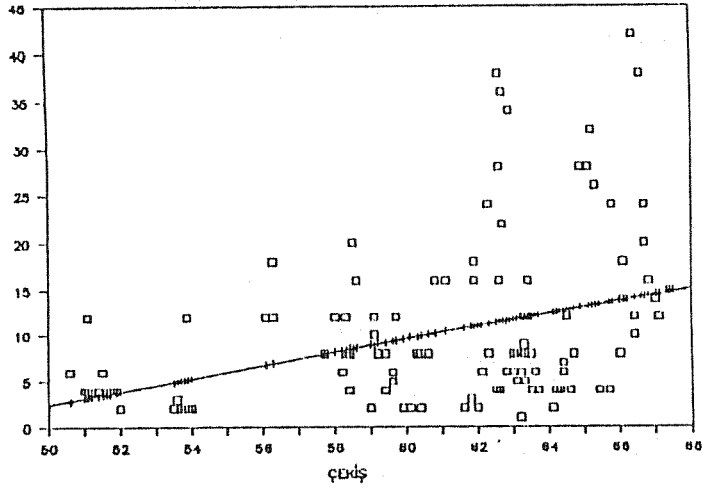
### MD-K.OPTİK SICAKLIĞI

#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



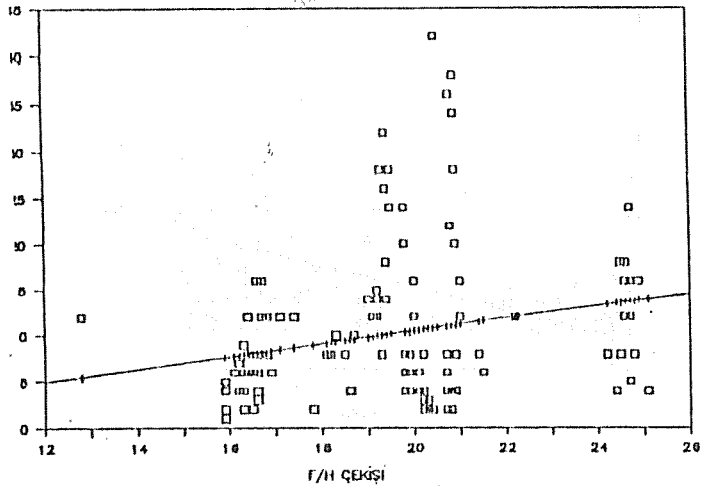
Grafik 3.

**MD & ÇEKİŞ**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



Grafik 4.

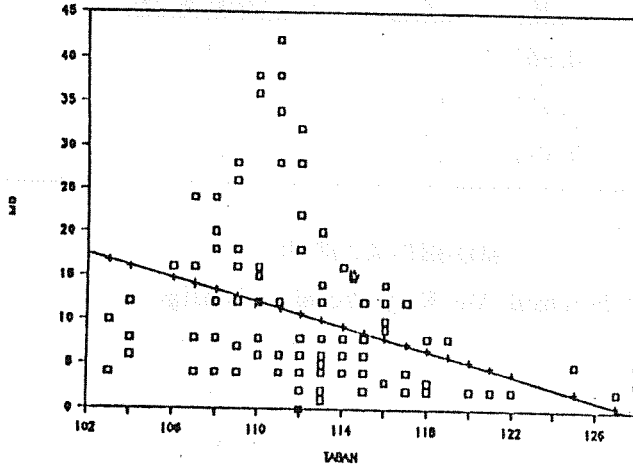
**MD & FOREHEARTH**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



Grafik 5.

### MD- TABAN SICAKLIĞI

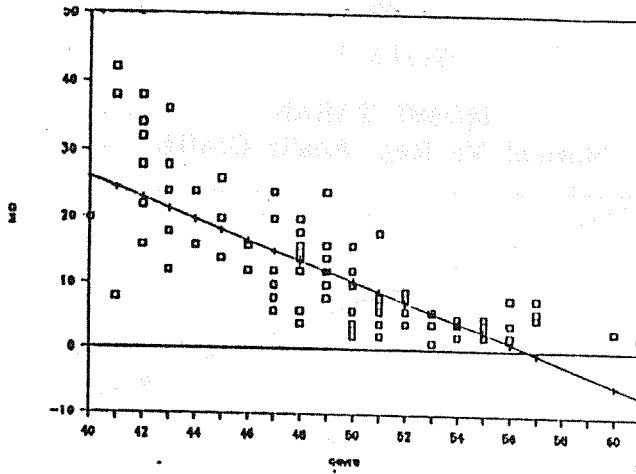
#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 6.

### MD & ÇEVRE T

#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



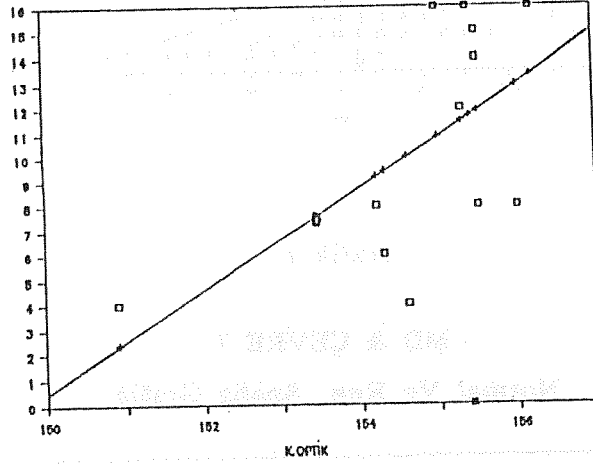
Grafik 7.

Tablo 3: 48°C çevre sıcaklığında MD ile çekiş K.optik ve taban ilişkisi

Parametreler	$R^2$	n	Grafik No
MD - K.optik	0.365	12	8
MD - Taban	0.312	12	9
MD - Çekiş	0.300	12	10

### MD48T-K.OPTİK

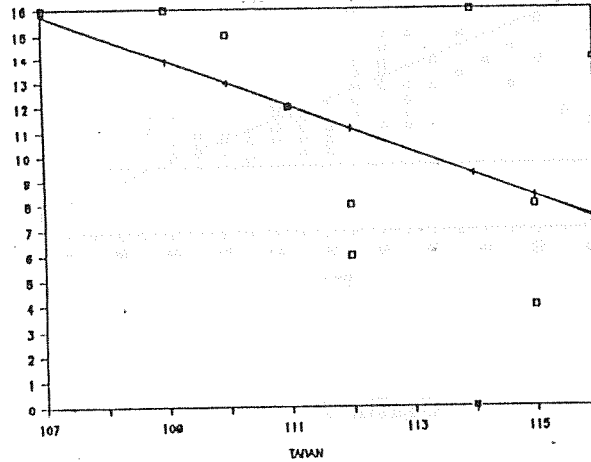
#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 8.

### MD48T-TABAN

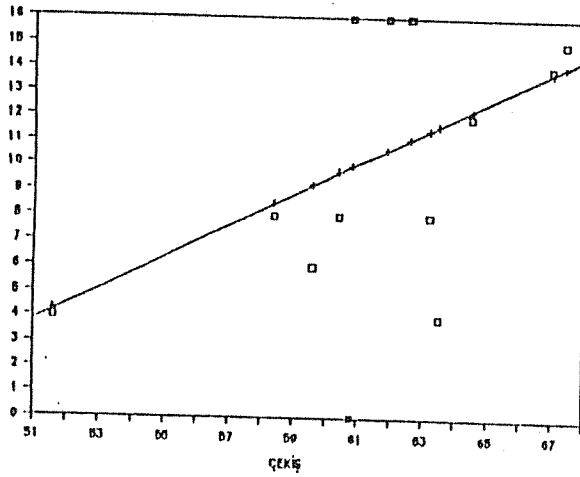
#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 9.



**MD48T-ÇEKİŞ**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



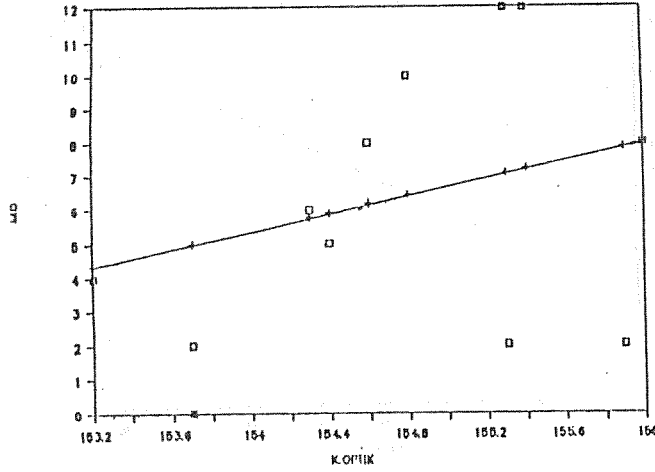
Grafik 10.

Tablo 2 ve Tablo 3 karşılaştırıldığında ilişkilerde bir artış görülmekteyse de Grafik 8, 9, 10 incelendiğinde sapmaların aşırı olduğu ve ilişkinin olmadığı anlaşılır. MD ile K.optik, taban ve çekiş arasında ihmal edilebilecek bir ilişkinin olduğu saptandıktan sonra, MD ile çevre arasındaki ilişkinin sabit K.optik, çekiş ve taban değerlerinde incelenmesi düşünülmüştür. Ancak K.optik değerlerindeki değişimin fazlalığı ve çekiş ile belirgin bir bağımlılığının olması sebebiyle sadece çekiş ve taban değerleri dikkate alınmış ve Tablo 4'te özetlenmiştir.

**Tablo 4: MD ile çevre arasındaki ilişki**

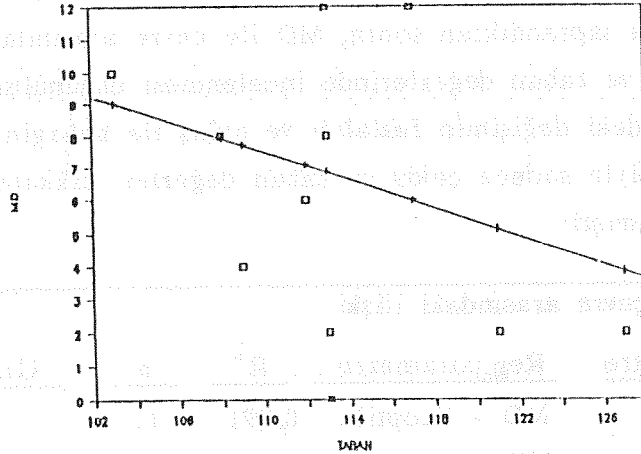
<u>Sabitlenen Parametre</u>	<u>Reg.parametre</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>n</u>	<u>Grafik No</u>
59 ton/gün çekiş	MD - K.optik	0.091	11	11
"	MD - Taban	0.192	11	12
"	MD - Çevre	0.479	11	13
62 ton/gün çekiş	MD - K.optik	0.383	14	14
"	MD - Taban	0.049	14	-
"	MD - Çevre	0.779	14	15
Taban 1012 <sup>o</sup> C	MD - Çevre	0.728	14	16

**MD59C-K.OPTİK**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



Grafik 11.

**MD59C-TABAN**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



Grafik 12.

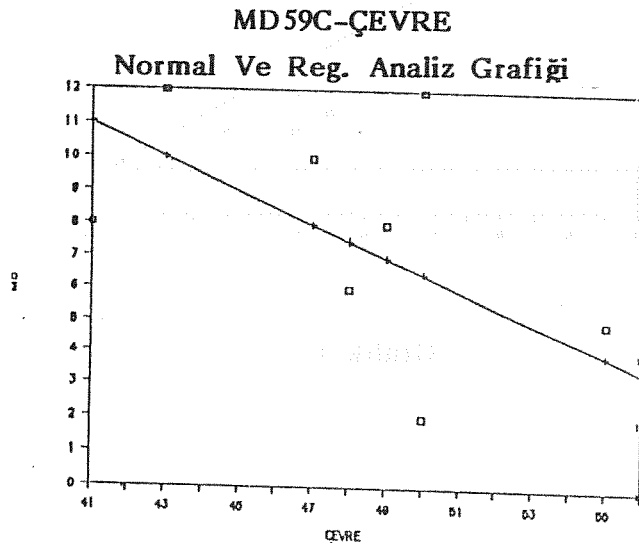
Cöürldüğü gibi çekişin 62 ton/gün olduğu veya taban sıcaklığının 1012°C olduğu değerlerde MD ile çevre sıcaklığı ilişkisi önemli ölçüde artmaktadır. Ancak bu örneklerde gözlem sayısı (n) düşüktür. Bu sebepten MD ile çevre arasındaki ilişki belirli çekiş ve taban sıcaklık bölgelerinde ele alınarak sonuçlar Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5: MD ile çevre arasındaki ilişki

Sabitlenen parametre	Reg.parametresi	Belirleme kat (R)	D
58-59 ton/gün çekiş	MD - Çevre	0.576	25
60-62 "	"	0.686	25
63-67 "	"	0.624	66
1001-1010°C Taban	MD - Çevre	0.412	30
1011-1015°C "	"	0.595	66
1016-1028°C "	"	0.492	26

Tablo 5'ten de görüleceği gibi 60-62 ton/gün çekiş ve 1011-1015°C taban sıcaklığı olan bölgelerde belirgin bir MD-çevre ilişkisinden bahsedilebilir.

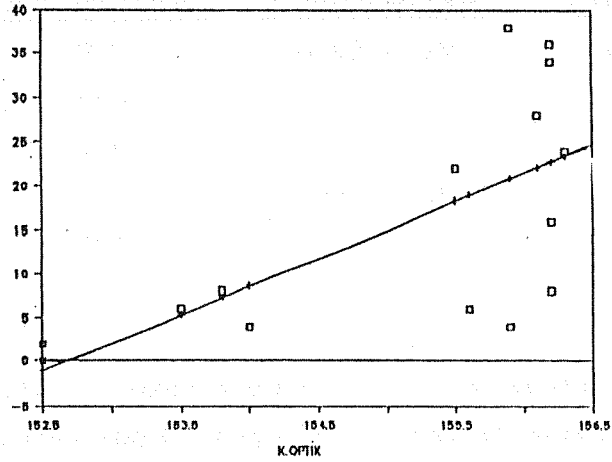
İki değişkenin, doğrusal regresyon analiz yöntemi kullanılarak incelenen ilişkisinin dikkate değer olup olmadığı ve derecesi her ne kadar belirleme katsayısına ( $R^2$ ) bakılarak söylenebilirse de, bulunan R değerinin sınanması, onun doğruluk derecesinin saptanması gerekir. Ancak ondan sonra bu değer in sağlıklı olup olmadığı anlaşılabilir. Bu noktadan hareketle, ilişkileri olduğu belirlenen değerlerin her birine hipotez testi uygulanmış, olabirlik diyagramı (normal probability plot) çizilmiş, kalıntı analizlerine (residual analysis) bakılmıştır.



Grafik 13.

### MD62C-K.OPTİK

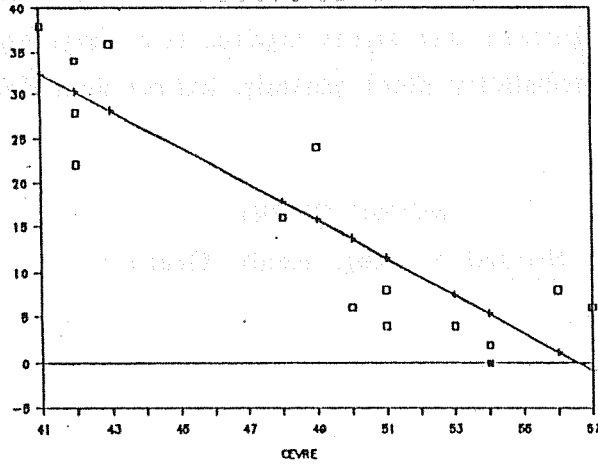
#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 14.

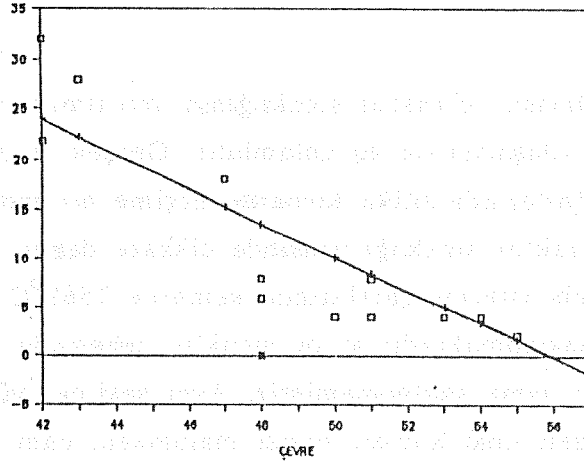
### MD62C-ÇEVRE

#### Normal Ve Reg. Analiz Grafiği



Grafik 15.

**MDTABAN(1012)-ÇEVRE**  
**Normal Ve Reg. Analiz Grafiği**



Grafik 16.

**Değişik Değerlerdeki Parametrelerle MD İlişkisi**

**1. 62 ton/gün çekiş değerinde**

Değerler arasında büyük bir sapma görülmemektedir.

**2. 60-62 ton/gün çekiş değerinde**

Sapmalarda aşırılık yoktur.

**3. Taban 1012°C değerinde**

Kuwetli bir ilişkinin varlığı görülmektedir.

**4. Taban 1011°C - 1015°C değerleri arasında**

Belirli bir sapma yoktur.

**SONUÇ**

MD hata kaynakları çok çeşitlidir<sup>2</sup>. Ancak harman segregasyonu ihmal edilip, yalnız ergitme bölgesi incelendiğinde literatürde üç ana kaynak ele alınmaktadır.

- a: Fırının aşırı ısıtılması,
- b: Camın korozif etkisi,
- c: Yüksek çekiş.

Fırının aşırı ısıtılması, refrakter sıcaklığının artırılması ve silika kemerin ergime noktasına ulaşması ile eş anlamlıdır. Gerçekten sıcaklığın  $1600^{\circ}\text{C}$ 'nin üstündeki değerlerinde silika kemerde ergime hızlanmaktadır. Bu çalışmada MD ile refrakter sıcaklığı arasında dikkate değer bir ilişkinin bulunamamasının sebebi işletme şartlarında kemerde  $1565^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıkılmamasından kaynaklanmaktadır ki bu sıcaklık değerinde silika kemerde herhangi ciddi bir akma gözlenmemiştir. Aynı şekilde, yüksek cam sıcaklığının refrakter üzerindeki korozif etkisi malumken, cam sıcaklığının göstergesi olan taban sıcaklığı ile MD hatası arasında ihmal edilebilecek bir ilişkinin saptanması, işletme şartlarındaki cam sıcaklığının güvenilir sınırlar içerisinde tutulmuş olmasından kaynaklanmaktadır.

Konuya daha açıklık getirmek amacıyla, düşük, normal ve yüksek taban sıcaklığı bölgelerinde MD-çevre ilişkisi incelenmiş, buna göre artan cam sıcaklığı MD-çevre ilişkisinin doğru orantılı olarak etkilendiği görülmüştür.

Bununla birlikte, bu çalışmada MD hatası ile çekiş arasında saptanan çok düşük düzeydeki ilişki literatür ile çelişmektedir. Gerek problemlili olan söz konusu dört aylık periyod, gerekse bu zamanın haricindeki işletme koşullarında artan sıklıkta kapasitenin oldukça üzerinde çalışıldığı halde, söz konusu B fırınında MD hataları ile yüksek çekiş arasında bir korelasyonun kurulmadığı tespit edilmiştir. MD hataları ile çekiş arasındaki en önemli ilişki, ani ve yüksek çekiş artışlarında olmaktadır. Gerek ani ve şiddetli ısıtma ortamı, gerek fırın cam akımlarındaki ani ve şiddetli ısıtma ortamı, gerekse fırın cam akımlarındaki değişmeler dolayısıyla MD hatalarında kısa süreli de olsa belirgin artışlar gözlenmektedir. Konuya açıklık getirmek amacıyla kapasite altı, kapasite ve kapasite üstü çekiş değerlerinde MD-çevre ilişkisi incelenmiş ve sonuçlara ANOVA testi uygulanmıştır. ANOVA testi sonuçlarına göre çekiş değerlerinin MD-çevre ilişkisinde hiçbir katkısının bulunmayacağını varsayabiliriz.

Bu çalışmada elde edilen bilgiler ışığında konu özetlenirse;

1. Cam sıcaklığı MD hatalarını etkilemekle birlikte bu etki işletme şartlarında uygulanan sıcaklık değerlerinde minimumdur.
2. Her ne kadar literatürde cam fırınlarındaki taş/düğme hataları ile yüksek çekiş arasında bir ilişkiden söz ediliyorsa da, B fırını özelinde bu ilişki saptanamamıştır.
3. Bu çalışmada çevre sıcaklığı ile anılan blok soğutma havası sıcaklığı ile MD hataları arasında ters orantılı ihmal edilmeyecek bir ilişki vardır.

Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ve yorumlamasındaki değerli katkılarından dolayı Boğaziçi Üniversitesi öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Rıza KAYLAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

#### REFERANSLAR

1. Drager - Smith. Applied Regression Analysis. WILEY 1966.
2. a. Dr. R. S. Arrandale. The Glass Industry, Sept. 1988 p.22
- b. J. Recanes, A. Sevin, Mr. Gardiol. Behaviour of refractories in contact with various glasses at melting temperatures. S.E.P.R. research centre. (presented 8 th. International Glass Congress 1969)
- c. J. Segend, G. Duvierre. Refractories and glass quality. Glass, April 1981
- d. Von Jacques Daudans. Influence of cooling fusion-cast refractories on the temperature of the inner face and resistance to corrosion of the blok. Glastechnische Berichte October 1972 p.43
- e. R. Moreau, P. Jeanvoine, A. Westgate. Fused-cast refractories and campaign duration of hollow ware glass furnaces. Glass International, June 1981.
- f. M. Bülent Arman -Dr. Eşref Aydın. The evolution of knots and cords in glass products (presented, XIV Intl. Congr. on Glass 1986).

## SICAK TAMİRDE REJENERATÖR KEMERLERİNİN

### ÇELİK KALIP KULLANIMI İLE YENİLENMESİ

Talip OĞUZ

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

#### 1. GİRİŞ

Şişe Cam camiası içinde yer alan Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de düz cam fırını önemli bir yer tutar. Fırın  $645.94 \text{ m}^2$  üzerine kurulmuş olup, Pittsburgh sistemine göre çalışan 8 cam çekme makinasını besleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Yaklaşık 2346.7 ton füzyon almaktadır. Fırında sağlı, sollu 5'er rejeneratör olup, rejeneratörler bir cam fırınının en önemli parçalarından biridir. Ayrıca enerji tasarrufu da sağladığı bir gerçektir. Rejeneratörler yarımşar saat ara ile gaza ve havaya çalışır. Yapı itibariyle şamot ve magnezit malzemelerden örülmüşlerdir. Gaza çalışırken bu malzemeler belirli bir ısıyı absorbe eder, akabinde havaya çalışırken aralarından geçen temiz havanın belirli bir oranda ısınmasını da sağlar. İşte bu kadar önemli bir yer tutan rejeneratörlerin ömürleri yazık ki genelde bir kampanya boyunca sürmemektedir. Bunun nedeni de çoğunlukla zaman içerisinde malzemelerdeki tahribat ve ufak tefek işletme hataları olmaktadır. Keza rejeneratör kemerleri için de aynı şeyleri söyleyebiliriz. Tahrip olan bu amplaj tuğlalarını ve rejeneratör kemerlerini belirli bir dönem sonra değiştirmek, yenilemek icabetmektedir. Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de de böyle bir durum 4 rejeneratörde meydana gelince bir sıcak tamir çalışması ile 4 rejeneratörün amplaj malzemelerinin tahrip olan üst seviyeleri ve rejeneratör kemerlerinin değiştirilmesine karar verildi.

Rejeneratör amplaj malzemelerinin değişiminde yeterli deneyim sahibi



olunmasına rağmen, rejeneratör kemerinin yenilenmesi konusunda önemli bir problem karşımıza çıkıyordu, bu da kemer kalıbının hangi malzemenin yapılacağı idi. Ahşap malzeme ile 150-200°C'de çalışmanın riskli olacağı ve kenarlardan gelecek alev sızmaları ile tutuşacağı düşünüldüğünden vazgeçildi. Dolayısıyla gündeme çelik kemer kalıbı düşüncesi geldi. Çelik yapının getireceği sorunlar tartışıldı. Bu arada en büyük sorunun çelik malzemenin sıcakta şekil değiştireceği olduğu ortaya çıktı. Bu amaçla çizilen proje üzerinde malzemenin uzamasından doğabilecek aksaklıkları önlemek üzere tedbirler alındı. Bu tedbirleri daha sonra göreceğiz. Çelik kemer kalıbı yapılarak 30.9.1988'de sıcak tamir çalışmalarına başlandı.

## 2. TANITIM

Şimdi çelik kemer kalıbını inceleyelim. Şekil 1'de çelik kemer kalıbının genel görünüşü görülmektedir. Burada görüldüğü gibi ana şase 100'lük INP profil ve 80'lik INP profilden oluşmaktadır. Kemer kalıbı yarıçapı 4340 mm.'dir. Uzunluğu da 4370 mm olup, daire dilimi yüksekliği 570 mm.'dir. Ara saplantılardan ortaya gelenler 80'lik INP diğerleri ise 65'lik INP malzemenin yapılmıştır.

Çelik kemer kalıbını bir diğer kesitten incelemeye devam edelim. Şekil 2'de görüldüğü üzere dikmeler 80'lik INP'den yapılmıştır.

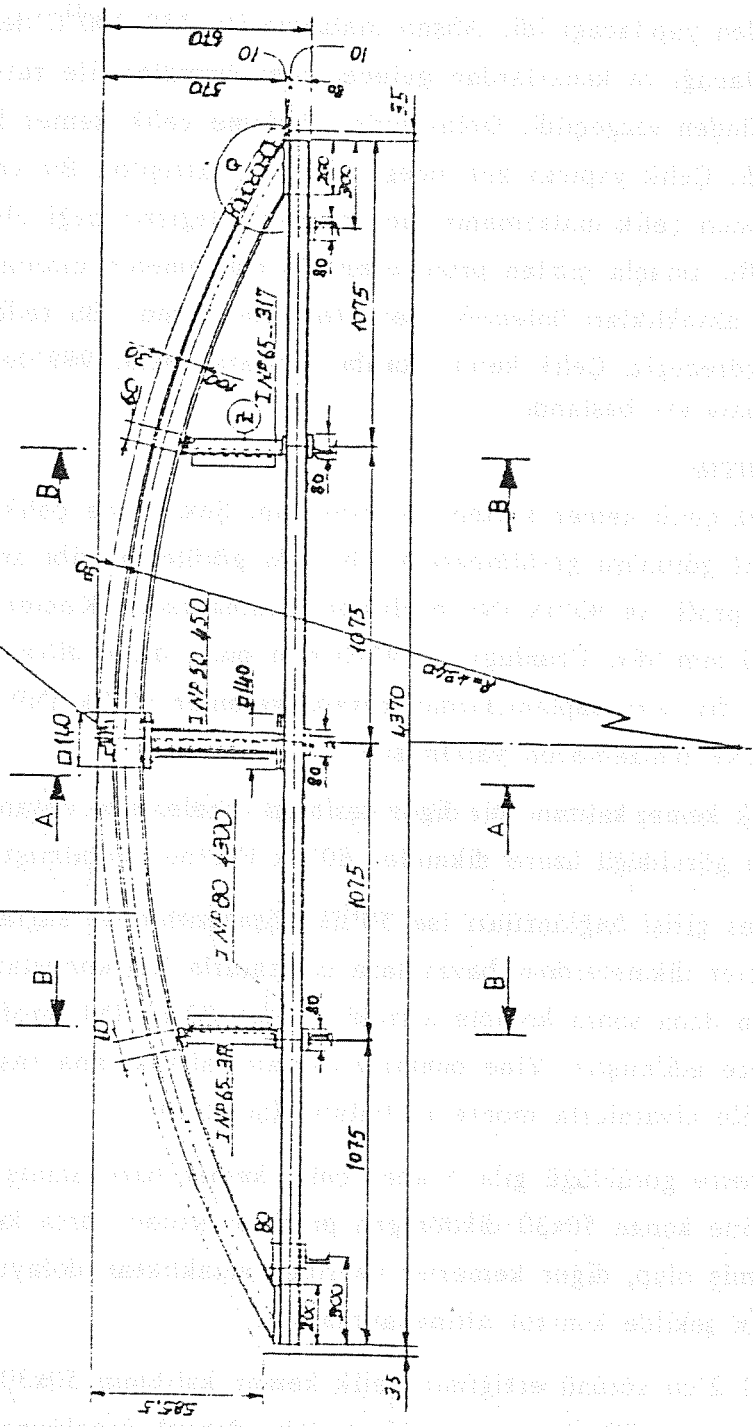
Kafes girişi bağlantıları ise 50'lik köşebentler ile sağlanmıştır. Bu köşebentler dikmelerdeki bayraklara civatalarla bağlanmışlardır. Bu konstrüksiyon daha sonra komple alttaki 5 adet 80'lik INP profillere civata ile monte edilmiştir. Yine bunların tamamı alttaki ana taşıyıcı 100'lük INP profile civatalarla monte edilmiştir (Şekil 3).

Proseste görüldüğü gibi 5 adet çelik kemer hazırlanmış olup bunların üzerine konan 50x30 dikdörtgen profiller sadece orta kemerde tahdit edilmiş olup, diğer kemerler üzerinde sıcaklıktan dolayı rahatça uzayabilecek şekilde kontrol altına alınmıştır.

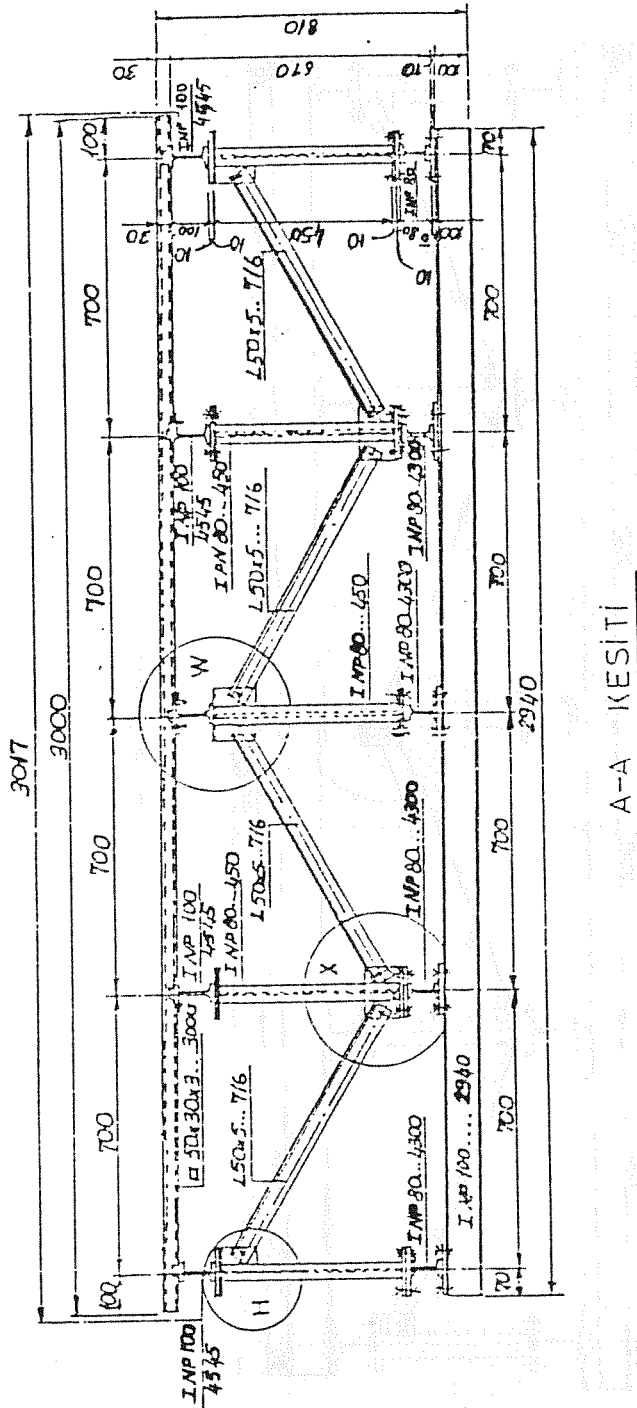
Şekil 2'de sözünü ettiğimiz çelik kemer kalıbının 50x30 ebadındaki dikdörtgen profillerin yapısını biraz daha detaylı inceleyecek olursak, profilin tam orta yerinden sağa, sola hareket kabiliyetini tahdit eden parçaları görebiliriz.

□ SDR 30.1.3 Ayrıllı Boru  
Tasarımat orta ekstansiyon  
dayanacaktır. (Burut görülebilen gözü)

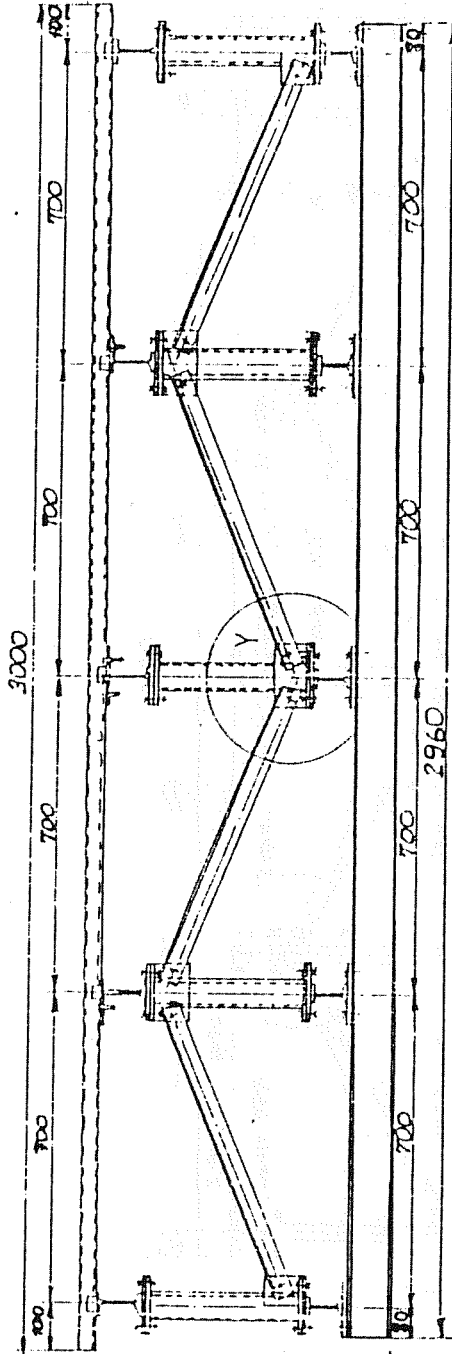
I 110 100...4545



Şekil 1.

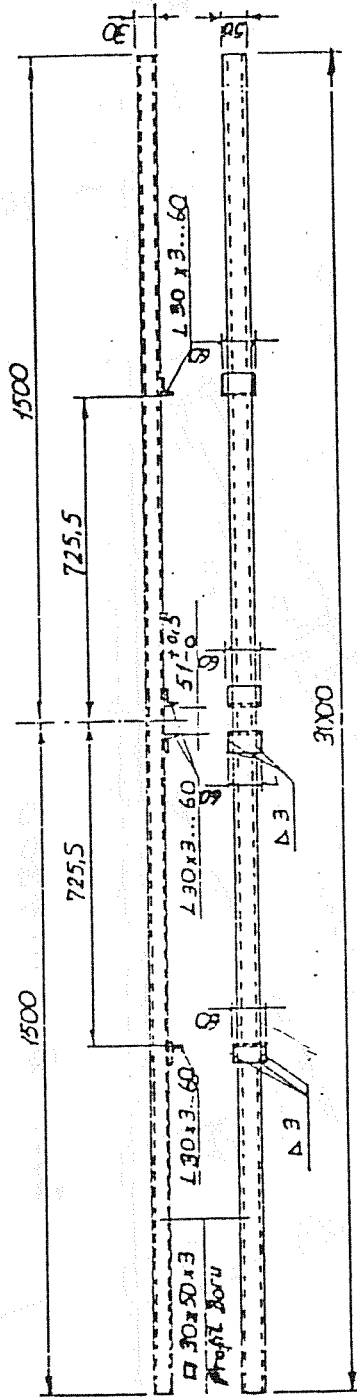


Şekil 2.



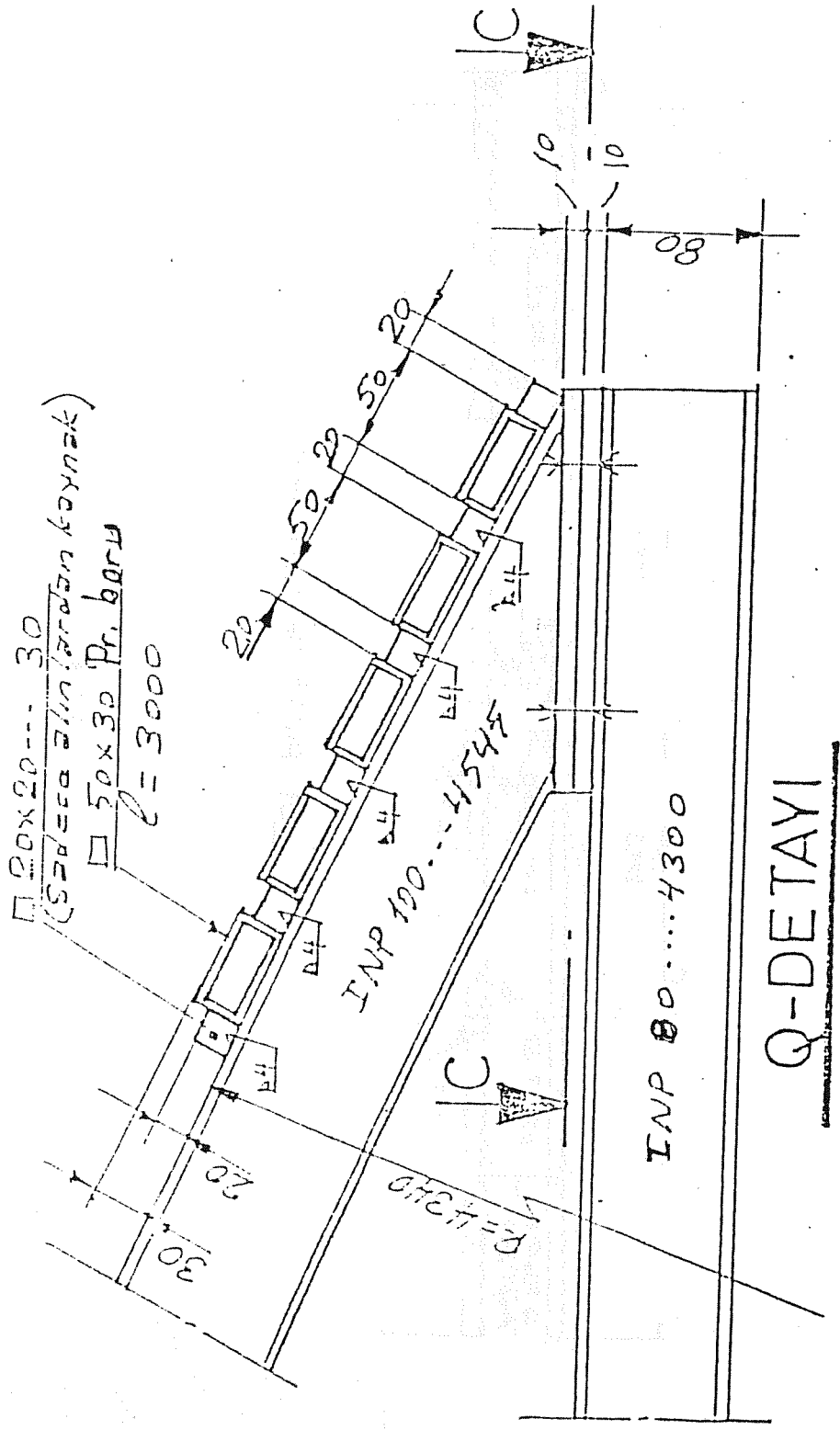
B - B KESİTİ

Şekil 3.

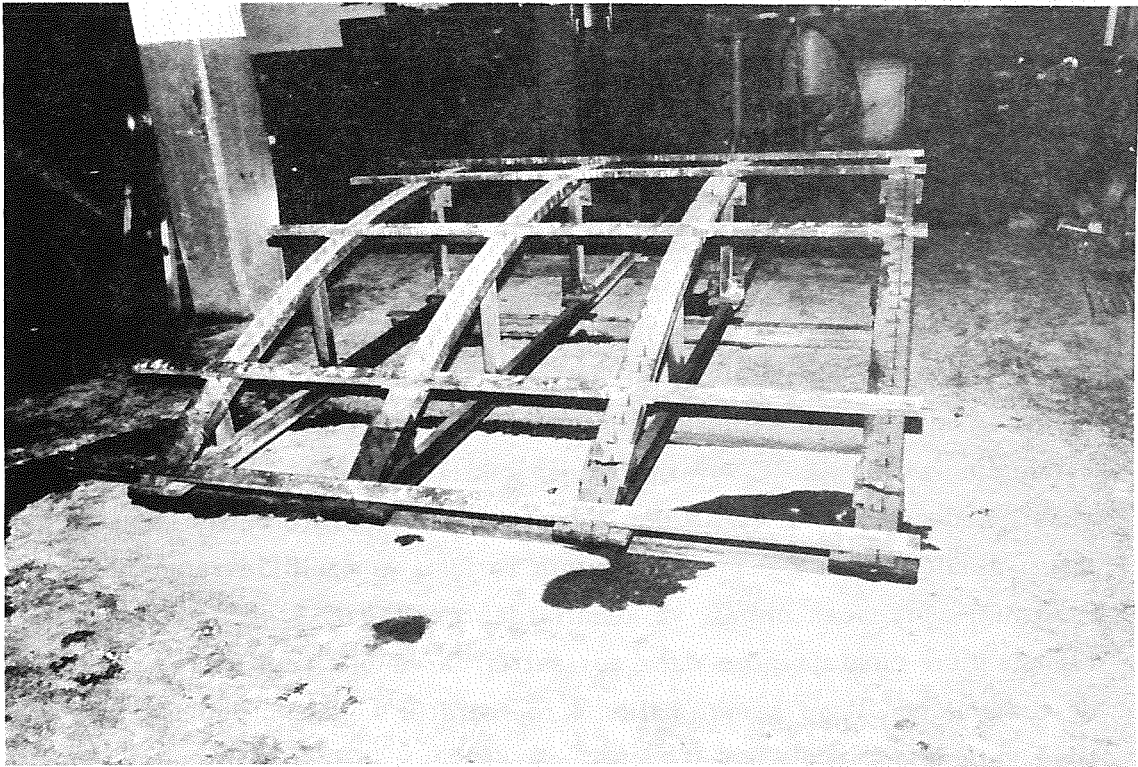
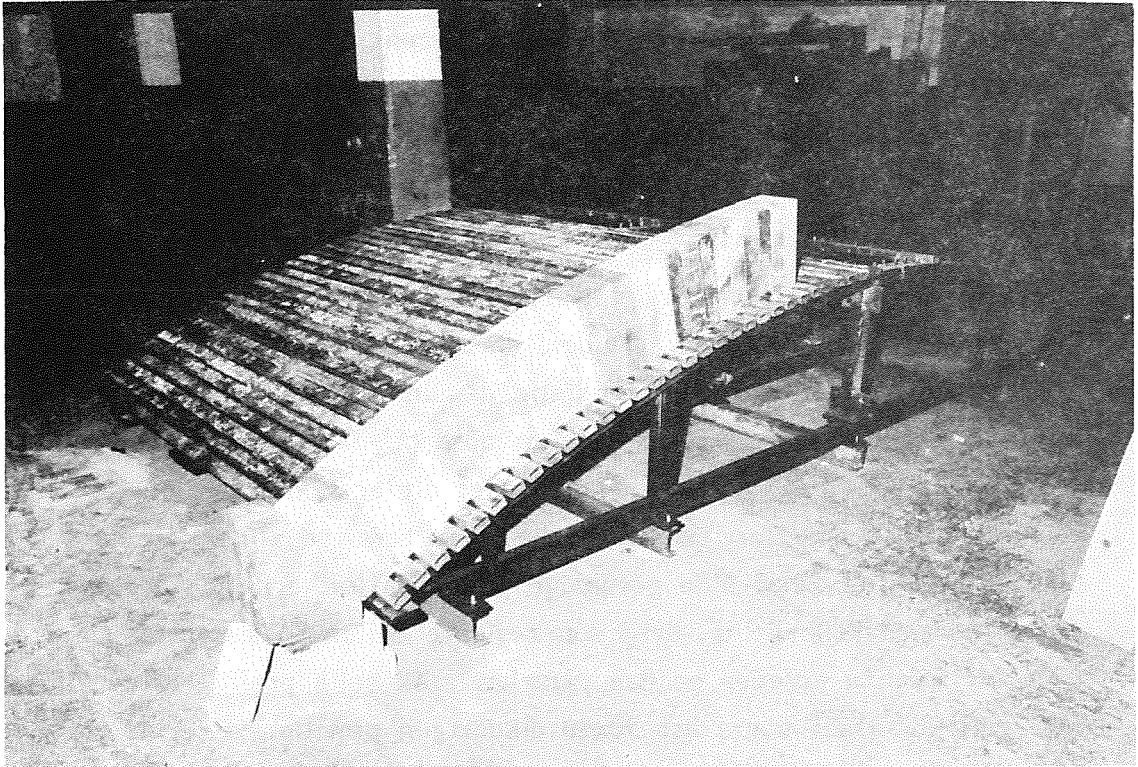


ÜST PROFİL DETAYI (65 Adet)

Şekil 4.



Şekil 5.



Çalışma ortamının sıcak oluşundan dolayı sistem mümkün olduğu kadar portatif olarak, büyük bir bölümü civata bağlantılı ve üst dikdörtgen profiller serbest olarak dizilmiştir.

### 3. MONTAJ

Detayına girmediğimiz amplaj malzemelerinin örümünden sonra amplaj'ın üst seviyesine saçlar döşendi, bundaki amaç çalışma zemininin temin edilmesi ve rejeneratör içerisine pisliklerin dökülmesini önlemektir. Çalışma esnasında önce sağlı soflu yatak taşları döşendi, daha sonra kalıbın taşıyıcı kemerleri rejeneratör içerisinde kemer alt açısı dikkate alınarak rejeneratör yan duvarları üzerine yerleştirilip teraziye alındı. 5 adet olan bu kemerler Şekil 5'de görüldüğü gibi birbirleri arasında bağlantılar yapılarak rijitlendirildi, daha sonra monte edilen bu sistem amplajların üst kısmına döşenen sacdan yararlanılarak çelik profillerle ayaklı hale getirildi. Daha sonra üst 50x30 dikdörtgen profiller yerlerine yerleştirildi. Montaj 8 kişilik tamir bakım ekibi ile yaklaşık 5-6 saat içerisinde bitirildi, bu arada ortalama ısı 80°C civarında idi.

Bütün bu işlemlerden sonra kemer örümüne geçildi. Kemer örümü esnasında ve örüm sonrasında çelik kemer kalıbında herhangi bir deformasyon olmadığı görüldü. Kemer örümü 8 kişilik bir duvarcı ekibi ve yeterli sayıda yardımcı ile 16 saatte bitirildi.

### 4. SÖKÜM

Örülen kemer, fırın çelik konstrüksiyonunda bulunan baskı civataları ile 1 cm. kadar yükseltildi. Bundaki amaç çelik kemer kalıbını askıya almaktı. Askıya alınan kemer kalıbı sökümüne başlandı. Bu arada çalışma ortamının ısısının 180°C civarına kadar çıktığı görüldü. Söküm aşağıdan yukarıya doğru yapılarak sökülen malzemeler rejeneratör giriş kapısından dışarı alındı. Ancak çalışma şartlarının zorluğu ve özellikle rejeneratör içerisinde aşırı sıcak olması ve kenarlardan sızan gazlar nedeniyle demontaj işlemleri montaja göre daha zor şartlarda ve 6-7 saat gibi bir sürede tamamlandı. Aynı kemer kalıbı 4 rejeneratör kemer örümünde başarıyla kullanılmıştır.



#### IV. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

9 Aralık 1988

Dedeman Oteli, Balo Salonu

##### PROGRAM

10.00-10.10 SUNUŞ  
GENEL MÜDÜR TALÂT ORHON'UN AÇIŞ KONUŞMASI

##### I. OTURUM (10.10-11.10)

Başkanlık: Kâmil BAŞKAŞ - Yıldırım CANBERK  
Yücel CANDEMİR

10.10-10.30 Cam Fırınlarında Ölçü Kontrol  
Fahir AKIN-İsmail USER  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü

10.30-10.50 Yandan Ateşlemeli Fırınlarda Side Port Doğal Gaz Uygulaması  
Şevket ASILKAZANCI  
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

10.50-11.10 Pres Üfleme Mamullerinin Sertleştirilmesi  
Selçuk GÖKMENOĞLU-Adnan ÖZABACI  
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

11.10-11.30 Çay Arası

##### II. OTURUM (11.30-12.50)

Başkanlık: Gürol DEMİRKOL - Atilla DİDİN

- 11.30-11.50 Cam Kompozisyonunun Optimizasyonu  
Gülçin ALBAYRAK-Hale HAYBAT  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Araştırma Müdürlüğü
- 11.50-12.10 Cam Fırınlarda Füzyonun Granüle Edilerek Boşaltılması  
Dr. Vahit ÇİFTÇİ-Faik SAVAŞLI-Esat SERT  
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
- 12.10-12.30 Cam Sanayiinde Platin  
İsmail TAŞLICA  
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
- 12.30-12.50 Camın Renksizleşmesinde Seryum Konsantresinin Uygulanması  
Canan ÖZHAN-Asuman ERKİN  
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
- 13.00-14.30 Yemek (Camhan Yemek Salonu)
- III. OTURUM (14.30-15.50)**
- Başkanlık: Erol ERGÜN - Yekta ETİ
- 14.30-14.50 Şişe Üretim Hatlarında Kalite Kontrol Sistemleri  
Dr. Yıldırım TEOMAN-Işıl TÜMERKAN-Haluk ŞARDAĞ  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
- 14.50-15.10 Şişe Kalıplarında Profil Kolmonoyu Kullanımının Yararları  
ve Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de Tatbikatı  
Yusuf COŞKUN  
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
- 15.10-15.30 Bir Kampanya Döneminde Renksiz Sınai Cam Kap Üreten  
Bir Fırının İşletme ve Üretim Bulgularının Toplu Değerlendirilmesi

Emin M. ÇİZMECİ  
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

15.30-15.50 Gerilim Dağılımının Kesim Kalitesi Üzerine Etkisi  
İlhan PEKER  
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

15.50-16.10 Çay Arası

#### IV. OTURUM (16.10-17.10)

Başkanlık: Yeşim KAYA - Hasan ÖZER  
Metin ÜNLÜER

16.10-16.30 Seramik Kaynak Metodu ile Fırınlarımızda Uygulanan Sıcak  
Tamirler (1987-1988)  
Attila İÇLİ-Tufan AKSU - Ali E. SİZGEK  
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.  
Proje ve Teknik Hizmetler Araştırma Müdürlüğü  
Müdürlüğü

16.30-16.50 Düğme Hatasının Kaynağını Belirlemede İstatistiksel Bir Yaklaşım  
Dr. Bülent ÖZASLAN  
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

16.50-17.10 Sıcak Tamirde Rejeneratör Kemerlerinin Çelik Kalıp Kullanımı ile Yenilenmesi  
Talip OĞUZ  
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

18.00 Kokteyl (Dedeman Oteli, Balo Salonu)

**SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ**  
(Soyadına Göre Alfabetik Olarak Sıralanmıştır)

**(A)**

ACAR, Ertuğrul (CE)  
 AKAY, Mustafa (AC)  
 AKÇA, İ. Öner (AC)  
 AKÇAKAYA, Reha (SC-ARŞ)  
 AKÇİVİ, Muhammet (AC)  
 AKIN, Bahadır (SC-SM)  
 AKIN, Fahir (SC-ARŞ)  
 AKIN, Sevinç (SC-ARŞ)  
 AKINCI, Ahmet (CE)  
 AKINCI, Alpaslan (SC)  
 AKINCI, Hilmi (SC-PTHM)  
 AKMAN, Tuncer (CY)  
 AKMEHMET, Asaf (SC-SO)  
 AKMORAN, Esra (SC-ARŞ)  
 AKRAY, Malik (AC)  
 AKSU, Tufan (SC-PTHM)  
 AKTÜRK, Çetin (TR)  
 ALACA, Hatice (SC-ARŞ)  
 ALBAYRAK, Gülçin (SC-ARŞ)  
 ALPSAR, Dilek (SC-PTHM)  
 ALTIN, Selim (CY)  
 ALTINER, Ali (KC)  
 ALTUN, Adnan (Cİ)  
 APAK, Günay (CA)  
 ARAS, Erhan (SC)  
 ARIÇ, Haluk (SC)  
 ASAR, Metin (KC)

ASİLKAZANCI, Şevket (TR)  
 AVŞARCAN, Gülser (SC-ARŞ)  
 AYDIN, Eşref (SC-ARŞ)  
 AYDIN, Ferit (TK)  
 AYDIN, Yaşar (PB)  
 AYKUL, Kâzım (CY)  
 AYLAK, Ali (TC)  
 AYTUĞ, Gülgün (SC-ARŞ)

**(B)**

BALCI, Alper (SC-MM)  
 BAŞAKAR, Abdülkadir (SC-PTHM)  
 BAŞKAŞ, Kâmil (PB)  
 BATUR, Sevil (Cİ)  
 BAYAR, Semih (SC-SM)  
 BAYHAN, Nilgün (CE)  
 BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)  
 BİLSEN, Engin (PB)  
 BOYACIOĞLU, Ömer (SC-PTHM)  
 BOZKURT, Rüştü (SC-PEAM)  
 BURGUCU, Murat (AC)  
 BÜYÜKATLI, Hatice (TR)  
 BÜYÜKBİÇER, Esen (SC-ARŞ)  
 BÜYÜKKAPU, Semih (TC)

**(C)**

CANBERK, Yıldırım (AC)

CANDEMİR, Yücel (TK)  
 CANSEVER, Ahmet (CY)  
 CEBECİOĞLU, Ergül (PB)  
 CEBİ, Ercan (PB)  
 COŞKUN, Yusuf (AC)

**(Ç)**

ÇAVDAR, Taner (PB)  
 ÇİFTÇİ, Vahit (CY)  
 ÇİL, Hasan (SC)  
 ÇİZMECİ, Emin (TK)  
 ÇOBANLI, Melih (Cİ)  
 ÇOKAY, Kâzım (İP)  
 ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

**(D)**

DANIŞMAN, Taylu (SC-MM)  
 DEMİRCAN, Bayram (CE)  
 DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)  
 DEMİRKOL, Gürol (TC)  
 DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)  
 DENİZ, Ahmet (CY)  
 DİDİN, Atilla (CE)  
 DİLEK, Şerif (TC)  
 DOĞRU, Bülent (TR)

**(E)**

EKE, Mesut (İP)  
 EKİCİ, Haşım (TR)  
 ELÇİ, Nurettin (TK)  
 ELDEMİR, Ali (KC)  
 ERDİNÇ, Gürcan (SC-PM)  
 EREL, Derya (TR)  
 EREN, Ahmet (KC)

ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)  
 ERGİNAY, Cihat (CY)  
 ERGÜL, Hasan T. (SC-MM)  
 ERGÜN, Erol (TR)  
 ERGÜN, Handan (TK)  
 ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)  
 ERİZ, Ender (İP)  
 ERKAL, Cahit (TC)  
 ERKEN, Murat (CE)  
 ERKİN, Asuman (TK)  
 EROĞLU, Mehmet (TR)  
 EROĞLU, Turgut (SP)  
 ERSOY, Ertuğrul (CY)  
 ESEN, Erkut (SC-ARŞ)  
 ETİ, Yektâ (Cİ)  
 EYİGÜNGÖR, Tunç (CE)

**(F)**

FADILLIOĞLU, Sumru (SC-SM)  
 FEKE, Hadi (MK)

**(G)**

GİRİŞMEN, Süreyya (CY)  
 GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)  
 GÖKTAN, Kaya (PB)  
 GÖNEN, Suha (MK)  
 GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)  
 GÜLENER, A. Rifat (AC)  
 GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)  
 GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)  
 GÜNEY, Yalçın (TC)  
 GÜRASLAN, Gülsen (SC-BBM)  
 GÜVELİOĞLU, Yalçın (CP)

**(H)**

HACIALIOĞLU, İsmail H. (CE)  
 HAKSÖZ, Orhan (TK)  
 HALICI, Tamer (CI)  
 HAYBAT, Hale (SC-ARŞ)  
 HÜRKAN, Zühal (SC)  
 HÜRPEK, Yasemin (KC)

**(İ)**

İÇLİ, Attila (SC-PTHM)  
 İNAL, Nilay (SC-ARŞ)  
 İSHAKOĞLU, Maksude (SC-SM)

**(K)**

KAFESCİOĞLU, Ayşegül (SC-ARŞ)  
 KALIPÇI, Ali (PB)  
 KARABULUT, Ömer (SC-ARŞ)  
 KARACAOĞLU, Ahmet (KC)  
 KAVRAKOĞLU, İbrahim (SC)  
 KAYA, Levent (SC-ARŞ)  
 KAYA, Yeşim (KC)  
 KAYNAK, Gür (PT)  
 KEKE, Lütfi (AC)  
 KERESTECİOĞLU, Ayşe (SC-ARŞ)  
 KERİMOĞLU, Kerim (PT)  
 KINAYYİĞİT, Fersen (CE)  
 KINLI, Ersin (SC-ARŞ)  
 KIRAN, Şeref (TC)  
 KOÇER, Müge (TC)  
 KÖSEKUL, Neşe (CE)  
 KÖŞDERE, Zeki (TR)  
 KUBAN, Baha (SC-ARŞ)  
 KUŞCULUOĞLU, Sema (SC-EM)

KUT, Ateş (SC-PTHM)

KUTAY, Coşkun (CE)

KUTLU, Zekai (TC)

KUTSOY, Sadun (AC)

KÜNTAY, Cankaya (TK)

**(M)**

MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)

MASMANACI, Ayşegül (CY)

MERİÇ, Emre (PB)

MİSOĞLU, Turgut (SC-PTHM)

MÜFTÜOĞLU, Cem (SC-PTHM)

**(O)**

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)

OĞUZ, Talip (AC)

OLTULU, Kenan (MİM)

ORAN, Mustafa (SC-ARŞ)

ORHON, Talât (SC)

ORMANCI, Remzi (SC)

**(Ö)**

ÖKTEN, Bahattin (SC-PTHM)

ÖNER, Ahmet Turan (TR)

ÖNKOL, Funda (SC-ARŞ)

ÖNSEL, Lale (SC-ARŞ)

ÖZABACI, Adnan (KC)

ÖZABACI, Ali (PB)

ÖZASLAN, Bülent (KC)

ÖZAYDIN, Murat Celal (TC)

ÖZCAN, Mustafa (TK)

ÖZCAN, O. Akif (SC-ARŞ)

ÖZDURMUŞ, Semih (TR)

ÖZER, Hasan (BC)

ÖZER, Serdar (SC-SM)

ÖZER, Ümit (CY)

ÖZHAN, Canan (TK)

ÖZİN, Nadire (AC)

ÖZKAN, Hünkar (AC)

ÖZMERDİVEN, Ümit (TR)

ÖZSOY, M. Uran (SC)

ÖZTEN, Yavuz (CP)

ÖZTÜRK, Murat (MK)

(P)

PALAS, Betül (IP)

PARLAR, Hüseyin (SC-MM)

PEKER, Güngör (TR)

PEKER, İlhan (TR)

PERK, Recep (SC-MM)

PINARLI, Mehmet (CY)

POLAT, Fikret (PT)

(R)

RABUŞ, Mehmet (PB)

(S)

SAĞLAM, Zafer (CY)

SANCAR, Nermin (AC)

SANDER, Faruk (SC-ARŞ)

SARAÇ, Yusuf (SC-ARŞ)

SARPEGE, Fedai (CE)

SAVAŞLI, Faik (CY)

SENGEL, Hande (SC-ARŞ)

SERT, Esat (CY)

SERTEL, Engin (İP)

SEVİ, Yılmaz (TK)

SOYMAN, Figen (PB)

(Ş)

ŞAHİN, Hasan (SC-PTHM)

ŞARDAĞ, Haluk (SC-PTHM)

ŞEKERCİ, Tamer (SC-MM)

(T)

TALA, Melek (TC)

TAŞLICA, İsmail (CE)

TELATAR, Semih (CY)

TEOMAN, Yıldırım (SC-PTHM)

TOPÇUOĞLU, Fehran (SC-ARŞ)

TORUNOĞLU, Cenan (SC-PEAM)

TUĞRAN, Fikret (PB)

TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)

(U)

UĞURLU, Günay (SC-PTHM)

ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)

ULUTAN, Tamer (SC-PTHM)

URAS, Ali (AC)

USER, İsmail (SC-ARŞ)

USLAN, Mehmet (CY)

USTAOĞLU, Cavit (KC)

UZ, Taner (PB)

UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜ, Hürriyet (TC)

ÜNLÜER, Metin (CY)

ÜNSAL, Atila (SC-PTHM)

ÜZÜMCÜ, Ahmet (TK)

(V)

VARLI, Fehiman (SC-ARŞ)

VATANSEVER, Salih (CY)

(Y)

YARAMAN, Alev (SC)

YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)

YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)

YILDIRIM, Gülser (CA)

YİĞİT, Murat (KC)

YİĞİT, Vural (SC)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

(Y)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

(Y)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)

YARAL, Evrim (SC-ARŞ)



**SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE  
KULLANILAN KISALTMALAR**

- SC** : Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.  
**SC-ARŞ** : Araştırma Müdürlüğü  
**SC-BBM** : Belge ve Bilgi Merkezi Müdürlüğü  
**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 Otocam Sanayii A.Ş.  
**CA** : Camiş Ambalaj Sanayii A.Ş.  
**CE** : Cam Elyaf Sanayii A.Ş.  
**CI** : Cam İşleme Tesisi  
**CP** : Cam Pazarlama A.Ş.  
**CY** : Çayırova Cam Sanayii A.Ş.  
**İP** : İstanbul Porselen Sanayii A.Ş.  
**KC** : Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.  
**MK** : Makina Kalıp Fabrikası  
**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.

KARADENİZ MİRALİFETLERİ KURUMU  
YAZAR DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
AKIN, Fahir	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	1
AKSU, Tufan	TŞCFAS, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü	142
ALBAYRAK, Gülçin	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	26
ASILKAZANCI, Şevket	Trakya Cam San. A.Ş.	16
COŞKUN, Yusuf	Anadolu Cam San. A.Ş.	93
ÇİFTÇİ, Vahit	Çayırova Cam San. A.Ş.	37
ÇİZMECİ, M. Emin	Topkapı Şişe San. A.Ş.	103
ERKİN, Asuman	Topkapı Şişe San. A.Ş.	64
GÖKMENOĞLU, Selçuk	Kırklareli Cam San. A.Ş.	25
HAYBAT, Hale	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	26
İÇLİ, M. Attila	TŞCFAS, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü	142
OĞUZ, Talip	Anadolu Cam San. A.Ş.	172
ÖZABACI, Adnan	Kırklareli Cam San. A.Ş.	25
ÖZASLAN, Bülent	Kırklareli Cam San. A.Ş.	157
ÖZHAN, Canan	Topkapı Şişe San. A.Ş.	64
PEKER, İlhan	Trakya Cam San. A.Ş.	120
SAVAŞLI, Faik	Çayırova Cam San. A.Ş.	37
SERT, Esat	Çayırova Cam San. A.Ş.	37
SİZGEK, Ali E.	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	142

ŞARDAĞ, Haluk	TŞCFAŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü	80
TAŞLICA, İsmail	Cam Elyaf San. A.Ş.	54
TEOMAN, Yıldırım	TŞCFAŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü	80
TÜMERKAN, Işıl	TŞCFAŞ, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü	80
USER, İsmail	TŞCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü	1





