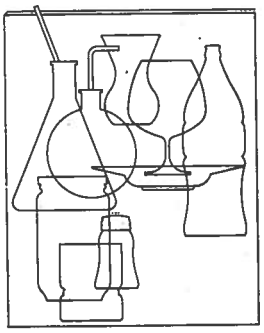


2. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

3 ARALIK 1986 CAMHAN

(HİZMETE ÖZEL)

TÜRKİYE ŞİŞE ve CAM FABRİKALARI A.Ş.
TEKNİK GRUP

Yayıma Hazırlayan: Gülser AVŞARCAN
Yazı : Sevinç AKIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

Topluluğumuz içinde etkin bir bilgi iletişiminin sağlanmasının, işletme uygulama ve deneyimleri ile teknik ve bilimsel yaklaşımların birleştirilerek birlikte paylaşılmasının, tartışılmasının topluluk olarak daha ileri noktalara hızla ulaşmamızda büyük etken olacağı inancından hareketle 50. kuruluş yıldönümümüzde başlattığımız CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU'nun ikincisi 3 Aralık 1986 tarihinde yapılmıştır.

Üretim Şirketlerimizde tüm cam türlerinde yoğunlaşmış olan değerli tecrübelerin ve bilgi birikiminin kalıcılığını sağlamak üzere bu Sempozyum'da da yer alan bildiriler I. Sempozyumda olduğu gibi, kitap halinde derlenerek Topluluğumuz hizmetine sunulmaktadır.

Teknolojik uygulamalarda yeni düşünce ufukları yaratmakta bir araç olmasını dilediğimiz bu sempozyumların geleneksel leşmesinde bizleri teşvik eden, bilim ve teknolojiye verdiği önemle bizlere en büyük desteği veren başta Genel Müdürümüz Talât Orhon olmak üzere tüm emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

TEKNİK GRUP

GENEL MÜDÜR
TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Değerli arkadaşlar,

2. Cam Problemleri Sempozyumunu açıyorum. 50. yılımızda başlattığımız bu geleneksel Sempozyumun Topluluğumuza önemli katkıları olacağına inanıyorum. Nitekim geçen yılki tartışmalar bir kitap haline getirildi. Böylece sunulan bilgi ve tecrübeleriniz aramızda kalıcı bir biçimde paylaşılmış oldu.

Topluluğumuz modern işletmecilik kuralları ve ilkeleri içinde yönetilmeğe çalışılmaktadır. Milletlerarası cam kongreleri ve büyük cam kuruluşlarından örnek almaya devam eden Cam Problemleri Sempozyumu da bu yaklaşımımızın bir gereği olarak devam edecektir. Bu sempozyumların sürdürülmesinde büyük yarar gördüğümü sizlere açıkça ifade etmek isterim.

Değerli arkadaşlar, Uzun Vadeli Plan çalışmaları dünyadaki gelişmeler çerçevesinde belki de geçmiş yıllardaki büyük atılımımızı aynı ölçüde tekrarlamaya imkan bulamayabileceğimizi göstermektedir. Ama ben bir başka doğrultuda büyük gelişmeler kaydedeceğimize inanıyorum. Özellikle modernizasyon ve idame yatırımlarımız büyük boyutlarda devam ettirilecektir. Böyle olduğu takdirde ve bu çalışmalar bilgi ve beceri alanında büyük hamlelerle pekiştirildiği takdirde dünya cam sanayiindeki yerimizi ve saygınlığımızı daha da güçlendirme imkânına kavuşacağız.

Bunun için de 50 yıllık bilgi birikimimizi çeşitli iletişim araçları ile aramızda paylaşmalı ve başarımızı sürdürmeliyiz. Bu sempozyumu ciddiyetle devam ettirmek gayreti içinde olan Teknik Genel Müdür Yardımcısı Sn. Yaraman'a teşekkür eder, hepinize saygılar sunar ve başarılar dilerim. Teşekkür ederim.

FLOAT FIRININDA AĞIR İZOLASYON UYGULAMASI VE İZOLELİ FIRININ ISITILMASI

Ahmet Turan ÖNER
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Trakya Cam Sanayii A.Ş. float fırını soğuk onarımı, düşük maliyetle yüksek kapasite ve kalitede ergitme yapabilmek amacıyla, ağır şekilde izolasyon ve modernizasyonla birlikte projelendirilmiştir. Böylelikle ülkemizde ilk kez yüksek kapasitede bir düz cam fırını izole edilmiştir. Uygulama yoğun bir çalışma temposu ile tamamlanarak 7 Temmuz 1986 gününden itibaren üretime geçilmiştir.

Cam sanayii, enerji tüketimi bakımından ilk 10 arasına girer. Bunun büyük bir bölümü camın ergitilmesi ve afinasyonu için fırında harcanmaktadır. Yakıt yakılarak işletilen izolesiz bir fırında enerjinin % 20-30 kadarı duvarlardan kaybedilmektedir. Bu kaybın % 50-70'lik bir bölümü izolasyon yapmakla tasarruf edilebilmektedir.

Fırınlar cam endüstrisinin kalbidir. Kaprisleri, kararsızlıkları ve sırları olan bir varlık gibidirler. Bu nedenle izolasyon gibi hassas bir konunun planlama ve projelendirme çalışması, deneyim düzeyi yüksek, konusunda uzman mühendislik ve refrakter imalatçı firmaları ile yakın işbirliği içinde yapılmalıdır.

Bu temel düşüncelerden hareketle izolasyon malzemeleri ve bununla uyum sağlayacak şekilde fırın refrakterleri için temel tercihler yapılmıştır. Böylece; taban ve yan bloklar izole veya standart şamot bloklarla, fırın kemeri ve silika üst yapısı izole silika, diğer kısımlar ise izole şamot tuğlalarla kaplanmış, bunların üzerine yerine göre seramik elyaf battaniye veya özel izole plakalar konulmuştur.

Tüm uygulama süresince fırının ısıtılması sırasında nasıl bir yöntem uygulanacağı tartışılmıştır. Bu nedenle yer yer izolasyon uygulama detayları ve zamanı değiştirilmiştir. Nihayet fırının ısıtılması başarılı bir şekilde sonuçlandırılarak üretime başlanılmıştır. 1. kampanya döneminde 600 ton/gün brüt çekiş düzeyinde 175 gr fuel-oil/kg cam olan özgül yakıt tüketiminin

mak suretiyle izole edilmiştir.

Elektrodöküm-izole şamot tuğla arasında 1.5 mm kalınlıkta uygun bir AZS harcı (erplast 121 vb.),

Silika-silika izole arasında 1.5 mm kalınlıkta yine silika harcı, kullanılmıştır.

Besleme Ağzı Asma Duvarı

25 mm'lik şekilli özel plakalarla izole edilmiştir. Merkle (ABD) firmasının patenti olan bu duvarın hava soğutmalı çok özel bir çelik ve refrakter yapısı vardır. Isıya dayanıklı çelik askılar ile refrakter yapıdaki malzemelerin emniyetli sıcaklık bölgelerinde çalıştırılmaları gerektiğinden 50 mm'den kalın plakalarla izolasyon için çelik ve refrakter malzemelerin değiştirilmesi, daha pahalı bir dizayna gidilmesi gerekmektedir.

Ergitme sonu alın duvarı, yalnızca ısıtma sırasında duvarın geometresini bozmadan (bombeleştirmeden) genleşme kontrolüne yardımcı olabilmesi için 50 mm özel izolasyon plakalarıyla kaplanmıştır.

Ergitme havuzu kemeri, başlangıçta 3 sıra 64 mm'lik izole silika tuğla ve üzerine de 50 mm'lik seramik elyaf battaniye konularak izole edilmesi öngörülmüştür. Ancak, refrakter imalatçı firmasının bu şekilde bir izolasyonu tereddütle karşılaması üzerine uzun süren tartışma ve görüşmelerin sonucunda alevli bölgenin 2 sıra tuğla 25 mm battaniye, alevsiz bölgenin 3 sıra tuğla 50 mm battaniye ile izole edilmesi kararlaştırılmıştır.

İzolasyonun soğukta ya da ısıtma sırasında 850°C'de 1 veya 2 gün beklenerek yapılması tercihi en güç kararlaştırılan konu olmuştur. "İzolasyonu silikanın genleşme hareketleri durduktan sonra yapmak kemeri görerek kontrol etme imkanı verecektir!" Bundan başka önemli bir tercih nedeni ileri sürülememiştir. Oysa ısıtma öncesi kemerler cam yünü ile geçici izole edilerek tuğlanın daha uniform ısıtılması bilinen yaygın uygulama şeklimiz olmuştur.

TECO firmasının fırın inşaat uzmanı yukarıdaki düşüncelerimizi netleştirecek bazı anımsatmaları yaptıktan sonra kemeri soğukta izole etmenin şu yararlarını saymıştır:

. Daha dengeli sıcaklık gradyanı ve dolayısıyla kontrollu bir ısıtma,

. İşçilik ve zamandan kazanç,

. Daha kaliteli bir izolasyon uygulaması.

Bu avantajların yanı sıra genelde kemerleri soğukta izole edilen fırınların ısıtılması sırasında kemerde çatlamalar, açmalar, vb. sorunlarla hiç karşılaşılmadığı ifade edilmiştir.

İşte bu görüşmelerin sonucunda kemerin soğukta izole edilmesi tercih edilmiş ve uygulanmıştır.

Kemer seksiyonları arası genleşme aralıklarında 15'er cm'lik kısımlar izole edilmemiş, 1000°C'de kama taşı ve silika sıcak onarım harcı ile sızdırmaz bir şekilde kapatılmıştır.

Port boynu izolasyonu; tabanda K26, yan duvarda K28 izole şamot tuğla ve üzerine 50 mm'lik özel izolasyon plakası, kemerde ise yine K28 izole şamot tuğla ve üzerine 50 mm'lik battaniye örtüsü yerleştirilerek yapılmıştır. Kemerde ayrıca galveniz saçla kaplama yapılmıştır.

Daha önce belirtildiği gibi AZS blokları ile izole şamot tuğlalar arasında Erplast 121 harcı kullanılarak daha iyi bir intibak sağlanmıştır. Bu çalışmalar fırın soğukken tamamlanmıştır.

Rejeneratör izolasyonu, aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

1. Fırın soğukken kemerler iyice temizlendikten sonra herhangi bir harç kullanılmaksızın 1. sırada K26, 2. sırada K23 izole şamot tuğlası, üzerine de 50 mm'lik battaniye ve galveniz saç örtülerek kilit taşı hiza-

sında 460 mm genişliğinde bir kısım ısıtma tamamlandıktan sonra kapatılmak üzere açık bırakılmıştır. Ayrıca bölme duvar ile kemer birleşimi 114'lük tuğla ile kapatılıp kenarda 25 mm'lik kısım izole edilmemiştir.

2. Çevre duvarların, dolgu seviyesi üstündeki kısmının soğukta izole edilmesi öngörülmüşse de tüm duvarların üretime geçildikten sonra kaplanması kararlaştırılmış ve uygulama buna göre yapılmıştır.

Üretim başlayıp fırın işletilmesine hakim olunduktan sonra sağ ve solda paralel çalışabilecek şekilde 2 ekip oluşturulup taşıyıcı kemerlerin (rider arches) düzeyinden başlanarak, karşılıklı simetrik çalışarak;

. Dolgu üst seviyesinden 1 mt aşağıya kadar olan kısımda 12 mm kalınlıkta özel izolasyon sıvası ile duvar tesviyesi yapılıp üzerine "Vermiculite" plakalar yerleştirilerek,

. Üst kısım ise 1-2 mm kalınlıkta şamot harcı ile sıvandıktan sonra özel izolasyon plakaları ile kaplanarak,

çevre duvar izolasyonları tamamlanmıştır.

Fırının Isıtılması

Fırının ısıtılmasında başlıca amaç oda sıcaklığından işletme sıcaklığına yükselirken;

. Uzun ve başarılı bir kampanya için refrakter yapıya hasar vermemek,

. Temiz bir çalışma ile bir an önce kaliteli üretime ulaşabilmek,

başlıca hedeflerdir.

Bilindiği gibi aynı fırının soğuk onarımını takiben ısıtılmasında dahi önceki ısıtma ve işletme döneminin aynı sonuçlarını alabilmek bu güne kadar mümkün olamamıştır. Fırın ısıtma sorumlularının olayı an ve an yakından izlemeleri, her türlü detayla ilgilenmeleri, sürekli ve ısrarlı göz-

lem yapmaları hep gerekmiştir.

İşbirliği yaptığımız TECO firmasının özlü bir şekilde belirttiği gibi "Olayın can damarı bireylerin ve ekiplerin HAZIRLANMASI ve ORGANİZE EDİLMESİ'dir. Vardiyalar içinde ve arasında tam bir ekip çalışması, organizasyonel yapıda yatayda ve düşeyde son derece etkin bir haberleşme aksamayacak şekilde tesis edilmelidir".

TR Uygulaması

Fırında ağır bir izolasyon uygulaması nedeniyle ısıtmanın, konusunda uzman bir ekip tarafından yapılması başından beri daha emniyetli görülmüştür. Nitekim ısıtma, bu konuda uzman HOTWORK (İngiliz) firmasınca sıcak hava bekleri (excess air burners) ile yapılmıştır. Böylece fırında pozitif bir basınç temini ile daha homojen bir sıcaklık dağılımı tutulabilmesi baştan kararlaştırılmıştır. Oysa ısıtmaya paralel fırındaki genleşme hareketlerinin nasıl ve hangi ekiplerce yapılacağı,üzerinde önemle durulan ve tartışılan bir husus olmuştur. TECO firmasının da görüşümüzü paylaşmasıyla, soğuk onarımda bilfiil çalışan personelin refrakter ve çelik yapıyı daha iyi tanımış olacağı düşünülerek genleşme kontrolünün bir gruptan seçilecek bir ekip tarafından yürütülmesi kararlaştırılmış ve uygulanmıştır.

Başlangıçta rejeneratör kemerlerinin soğukta, fırın kemerinin 850°C geçildikten sonra izole edilmesi düşünülmüşse de her ikisi de soğukta yapılmıştır (Bkz. fırın kemeri bölümü).

Diğer bir önemli konu da fırının boş ısıtılması ve 1250°C'den sonra doldurulmasına karar verilmesidir. Doldurmada cam kırığı üfleyicilerinin kullanılması halinde; özellikle AZS üst yapının ve rejeneratör duvar ve dolgu malzemelerinin cam kırığı tozlarıyla ıslanarak korozyon ve erozyon bakımından daha başlangıçta olumsuz koşulların etkisinde kalacağından endişelenilmiştir.

Ancak TECO ve HOTWORK ısıtma firmaları ile müşterek değerlendirme sonucunda,

. AZS üst yapının daha sonra taşınan harman ve cam kırığı tozlarıyla zaten ıslanacağı,

. 1, 2, 3'üncü hücrelerde "cruciform" dolgu malzemesi (AZS) kullanılması nedeniyle rejeneratör yönünden aşırı bir tehlike olmayacağı,

. Akıtıp, insan gücü ile iterek cam kırığı doldurmada ilk 20 cm'e erişilmesinin uzun zaman alacağı bu nedenle de taban refrakterlerinin daha uzun bir süre yüksek sıcaklığa maruz kalacağı,

düşünülerek cam kırığı üfleyicilerinin kullanılması benimsenmiş, uygulama buna göre yapılmıştır. İlk 20 cm'in doldurulması sırasında üst yapıda aşırı bir ıslanma görüldüğü takdirde uygulamanın değiştirilmesi düşünülmüştür. Bu nedenle cam kırığının fırına elle beslenebilmesi için gerekli hazırlıklar tamamlanmıştır.

Isıtma organizasyonu 12'şer saatlik 2 vardiya şeklinde çalışılması esasına göre yapılmıştır.

Refrakter ve çelik yapı; TR, Teknik Grup, TECO firması elemanlarından oluşan değişik ekiplerce 3-4 kez kontrol edildikten sonra her seferinde gerekli düzeltmeler yapılmış eksiklikler giderilmiştir.

Isıtma öncesi hazırlıklar özenle ve titizlikle tamamlanmıştır. Bunlardan ilginç olanları aşağıda belirtilmektedir:

. Bir an önce kaliteli üretime ulaşabilmek amacıyla fırın içi refrakter yüzeyleri, eklem yerlerindeki harçlar birkaç kez fırçalanıp ıslak bezle silinmiştir.

. Montaj artığı olarak demir, çelik, elektrot artığı vebenzeri metallerin son olarak temizlenebilmesi taban refrakterleri üzerinde 2 kez elektro-

magnet gezdirilerek taranmıştır. İlginç olan onca titizlik ve özene rağmen yaklaşık 1.5 kg kadar çoğunluğu demir tozu ve elektrot artığı metal toplanmış olmasıdır.

Isıtma sırasındaki genleşme hareketlerinin sağlıklı bir şekilde takibi ve kontrolü için yaygın bir şekilde uygulanan röperlerin yanı sıra önemli genleşme aralıkları soğuk halde ölçülüp hem sahada refrakter malzemeler üzerine hem de rapor defterine kaydedilmiştir. Bunlar;

. Fırın ve dinlendirme kemer ve üst yapı genleşme aralıkları,

. Port ve rejeneratör geçiş kemeri arası genleşme aralığı,

gibi yerlerdir.

. Fırın ve dinlendirme havuzu çevresinde fiktif bir çerçeveye göre taban ve yan blokların konumları tespit edilmiştir. Bunun amacı ısıtma sonrası taban ve yan blokların ne yönde ne ölçüde hareket ettiğinin saptanmasıdır.

. Fırındaki tüm açıklıklar yerine göre uygun malzemeyle geçici olarak kapatıldıktan sonra,

. Fırın kemeri izolesiz kısımları 50 mm'lik seramik elyaf battaniye ile,

. Dinlendirme kemeri ve alın duvarları 50 mm'lik cam yünü battaniyelerle,

geçici olarak izole edilmişlerdir.

. 16 adet özel ısıtma beki (excess air burners) fırın ve dinlendirme havuzunda mutabık kalındığı şekilde yerleştirilmiştir.

Fırınanın elektronik kemer yükselme röperleri ve termokupllarının yanı sıra konvensiyonel röperler ile geçici ve sürekli termokupllardan da ısıtmanın gidişatı takip edilecek şekilde organize olunmuştur.

Isıtma öncesi üzerinde en çok durulan ve derinlemesine tartışılan konulardan biri de "yan bloklara, kemerdeki AZS yatak taşları ile bek taşlarına soğutma havasının ne zaman ne miktarda üflenmesi" olmuştur. TECO firmasının genel uygulama pratiğinin bu şekilde olması ve olumsuz bir sonuçla karşılaşılmaması nedeniyle, söz konusu malzemelere başlangıçta çok az hava üflenmesi, sıcaklıkların yükselmesine paralel olarak zaman içinde üflenen miktarın artırılması ilke olarak kabul edilmiş ve uygulanmıştır.

Isıtma başlangıcında,

- Baca ve atık ısı kazanı şiberleri kapalı,
- Gaz enversiyon şiberleri yarım açık,
- Hava enversiyon şiberleri tam kapalı,
- Küçük kanal şiberleri tam kapalı,

konumlara getirilmişlerdir.

16 Haziran 1986 Pazartesi 11.55'de besleme ağzındaki 6 no'lu bekin ateşlenmesiyle ısıtma dönemi başlamıştır. Bu bek yanar halde iken fırın içi son kez kontrol edilmiş, temizlenmiş ve magnetle taranmıştır. 17.6.1986 günü diğer bekler mutabık kalınan sırayla devreye alınarak sıcaklıkların yükseltilmesine başlanmıştır.

Kemerin boyuna genleşmesindeki sonuçlar incelendiğinde;

Yatak taşına yakın kenarlarda: % 1.12
Kilit taşı hizası ortada : % 1.45

genleşme olduğu görülmüştür. Oysa geçici izole ile ısıtılan eski dinlendirme kemeri % 1.06 genleşmiştir.

Isıtma sırasında kemerde istenmeyen bir deformasyon, açılma olmamıştır. Kemer dış yüzeyinde tuğlalar arasındaki en çok açılma 10-12 mm kadar olmuş, daha sonra kapanmıştır. Bu sırada fused silika termokupl

ve radyasyon pirometresi taşlarında içeri doğru kaymalar (18 cm'e varan) olmuş dübel ya da kanca takılarak yukarı çekilmiştir. Alevli bölgede AZS kemer yatak ve yastık taşlarında 5-10 mm aralanmalar gözlenmiştir. Bunlar daha sonra Zr patch 150 veya aynı taştan kesilmiş dilimlerle kapatılmıştır.

Kemer yükselmesi 250°C'ye kadar (1-2) mm/saat iken 250-360°C arasında 10 mm/saat'e kadar ulaşmış daha sonra yavaşlayarak 0.6 mm/saat düzeyine inmiş 800°C'den sonra dingin hale gelmiştir. Çalışmış olan dinlendirme eski kemeri gerek yükselme gerekse uzama bakımından daha düşük değerlerde kalmıştır.

820°C'de kemer geçici izole örtüleri kaldırılıp genleşme aralıklarının kapatılmasına başlanmıştır. Kapatma işleminde tuğlanın kendi kesik parçalarını kullanmak mümkün olamamıştır. Bunun yerine sıcakta ölçü alınarak fused silika (VRC) kama taşları kesilip yerleştirilmiş, üzerine önce (fondit-K) cıvık olarak daha sonra sıcak onarım harcı (fondit-K) ile kesme artığı (VRC) tuğla kırıklarının ufalanıp ezilmesi suretiyle temin edilen parçacıklar karıştırılıp dövülerek doldurulmuştur.

Rejeneratör kemerlerinde 350°C'ye kadar belirgin bir hareket (yükselme ve uzama) görülmemiştir. 450°C'de baca damperinin açılıp 10 dakika'lık enversiyonların başlatılmasını takiben ani bir şekilde 10 mm yükselme olduğu gözlenmiştir. (450-800)°C'ler arasında 0.25 mm/saat hızla yükselen kemer 800°C'den sonra eğim değiştirerek 0.68 mm/saat yükselme hızına erişmiştir. Rejeneratör en tiranlarında herhangi bir gevşetme yapılmamıştır. Kemer baskı civataları yük durumuna göre kontrol edilip gevşetilmiştir.

Üst yapıyı tutan boy tiranlarında gerekmedikçe gevşetme yapılmaması kararlaştırılmış, bunların bağlı olduğu alın duvarı dikmelerinin 76 mm defleksiyonuna izin verilmesinde mutabık kalınmıştır. Ancak fırın bekleri devreye alındıktan (30.6.1986) sonra AZS için kritik olan sıcaklık bölgelerine girilmiş ve bu sırada 5. ve 6. Jargal-H port kemerlerinde çatla-

maya benzer bir durum tespit edilmiş bu nedenle de boy tiranlarında 3 tur'a yakın gevşetme yapılmıştır. Bu müdahaleyle AZS ve Jargal-H malzemeler üzerindeki yükün alınması (basma gerilmelerinin azaltılması), bu nedenle oluşabilecek çatlamaların önlenmesi amaçlanmıştır. Ancak daha sonra çatlak şeklinde görülenlerin yüzeyden kabuk kalkması olduğu anlaşılmıştır. Bu gevşetmeye rağmen alın duvarı dikmelerinde port kemerleri hizasındaki defleksiyon 45 mm kadar olmuştur.

30 Haziran 1986 günü 1015°C kemer sıcaklığında fırının doğal gaz bekleri ateşlenmiştir. Bunu takiben 1 Temmuz 1986 günü kemer 1400°C, taban 1350°C iken besleme ağzından çift üfleyici ile münavebeli cam kırığı beslenmesine başlanmıştır. Daha sonra doldurmayı hızlandırmak için ilave olarak elle besleme de yapılmıştır. 6 Temmuz 1986 günü normal seviyeye 50 mm kala besleme durdurulmuştur. 1770 tonluk füzyon hacmi, elle takviyeli beslemeye kadar 12.8 ton/saat, daha sonra 15 ton/saat hızlarla sürdürülmüştür. Buna rağmen taban sıcaklıklarının ara ara 1400°C'ye kadar yükseldiği gözlenmiştir.

İkisi, AZS ve Jargal-M taban refrakterlerinin birleştiği yerde; diğeri, üretime başlanacağı gün dinlendirme sonunda olmak üzere 3 yerden cam sızarak akmıştır. Zamanında görülüp uygun şekilde müdahale edilmesi sonucu önlenmiştir. Şüphesiz taban sıcaklıklarının yüksekliği akmanın başlıca nedenidir. Ancak, taban Jargal-M yapısının ve ısıtma sırasında tam kapanmamış aralıkların da bu sızmalara imkan sağlamış olduğu unutulmamalıdır.

7 Temmuz 1986 Pazartesi günü besleyiciler devreye alınarak eksik seviye tamamlanmış, 8.00'den itibaren üretime başlanılmıştır.

Bildirimizin kaleme alındığı bu günlerde brüt çekiş 640 ton/gün, hata yoğunluğu 0.35, randımanlar % 82-84 düzeylerinde iken 13.2×10^5 Kcal/ton cam özgül enerji tüketimi ile çalışılmaktadır.

Bu ısıtma süresince harcanan doğal gaz karşılığı enerji 5860×10^6 Kcal olup, I. ısıtma dönemindekinin % 60'ı kadardır. % 40'lık tasarrufun bir

kısmı ısıtma yönteminden ileri geliyorsa da en az yarısı fırının izoleli olmasıyla ilgilidir. Eğer rejeneratörler de soğukta izole edilebilmiş olsaydı bu tasarruf daha da artmış olacaktı. Nitekim rejeneratörlerin izole edildiği 12-22 Temmuz 1986 dönemi incelenirse aynı brüt çekiş düzeyine göre değerlendirme yapıldığında yaklaşık % 6 özgül enerji azalması olduğu görülmektedir. Bunun anlamı 220 kg/saat fuel-oil, 2107.6×10^3 Kcal/saat, 607200 TL/gün tasarruf demektir.

Sıcaklıkların yükselip fırın içinin kendiliğinden aydınlandığı döneme kadar, gözetleme pencerelerinden projektörle aydınlatma yapılarak belli aralarla fırın içi çıplak gözle, gereğinde dürbünle incelenebilmiştir. Bu incelemelerde,

- Fırın ve dinlendirme kemer iç yüzeyinde herhangi bir deformasyon çatlama, aralanma görülememiştir.
- Ergitme sonu alın duvarı 1. sıra sıkma kemerinden dökülmeler olduğu saptanabilmiştir.

Isıtma öncesi ve sonrasında tüm yan bloklar incelenerek ilgili resimler üzerine kaydedilmiştir. Bu değerlendirme sonuçlarına göre toplam 228 bloktan 64'ünde çatlak, 22'sinde kılcal çatlak oluşmuştur. Çoğunlukla düşey durumdaki bu çatlaklardan ışık sızmadığı görülmüştür. Korkulduğu gibi şekilli yan blokların "notch" kısımlarından herhangi bir çatlak ilerlemesi olmamıştır.

Varılan Sonuçlar

Şüphesiz, bu tür sonuçlara varılabilmesi, bu günkü başarılı üretim düzeylerine ve üstün kaliteye erişilmesi; ekip çalışmasıyla, etkin bir haberleşmeyle mümkün olabilmiştir.

1. Günümüz camcılık camiasında fırın performanslarını konuşurken, bir yandan da ülkemizde fuel-oil yanı sıra LPG elektrik, doğal gaz gibi kaynakların ayrı veya bir arada kullanılmasında en azından dil birliği

sağlayabilmek için "birim cam başına birim fuel-oil" yerine "birim cam başına birim enerji" tanımının yerleştirilmesinde fayda görülmektedir.

2. İzoleli fırınlarda özellikle taban delinmesine karşı etkin önlem alınmalıdır.

2.1. Montaj veya onarım sonrası metal artıklarına karşı fırın içi son derece titizlikle ve özenle temizlenmelidir (En az 2 kez magnet ile tarama yapılması).

2.2. Cam kırığı ya da harman ile fırına metal girmesini önleyecek şekilde demir ya da demir esaslı olmayan malzemelere karşı önlem alınmalıdır (etkin "ayırıcıların" uygun yerlere konularak dikkatli bir şekilde çalıştırılması).

3. Refrakter seçimi, spesifikasyon hazırlanarak sipariş edilmesi, muayene ve kontrolü izoleli fırın inşası için son derece önemlidir.

3.1. Fırın refrakter ve çelik tasarımları en uygun şekilde projelendirilmelidir (ABD'de daha iyi bir genleşme kontrolü sağlamak için kemer seksiyon uzunluklarının 6.0 mt'yi geçmemesine özen gösterildiği öğrenilmiştir).

3.2. Gereğinden kuvvetli konstrüksiyonlar, ısıtma sırasında kemer genleşme kontrolünde tereddütlere yol açmıştır.

3.3. Sıcakta sertleşen (heat set), havada sertleşen (air set) harçların özellikleri ve kullanıldıkları yerler, uygulama şekilleri araştırılıp yeni uygulamalara hazır edilmelidir.

3.4. Kemerde kullanılacak fused-silika termokupl ve pirometre taşlarının hemen tamamı ısıtma sırasında aşağı kaymış zamanında alınan önlemlerle tutulabilmiş yerine çekilebilmiştir. Daha uygun çözümlerin geliştirilmesinde yarar görülmektedir.

3.5. Genelde yeni kemerlerin izole edilmesi tercih edilmelidir. Kemer tuğlaları titizlikle sipariş, muayene ve kontrol edilmelidir.

4. İzolasyon, yakıt tasarrufu sağlayarak daha yüksek çekişlere de imkan sağlayabildiği gibi, daha dengeli bir sıcaklık gradyanının temin edilmesine, dolayısıyla ısıtma sırasında malzemenin daha az hasarlanmasını böylelikle daha uzun bir kampanya ömrünü mümkün kılabilmektedir.

5. Temiz çalışmak bir an önce kaliteli üretime ulaşabilmek için son derece gereklidir. Nitekim üretimin başlamasını takiben 2. gün akşamında kalite tutulabilmiştir.

6. Blok soğutma ısıtma başlangıcında devreye alınarak; AZS bloklara soğukken hava üflenmesine başlanmalıdır. Kızarık haldeki AZS döküm malzemeye ani, çok miktarda hava üflenmesi, blokları çatlatıp fırın ömrünü kısaltması bilinen bir olaydır.

   Ancak, "yan blokların üstünün önce izole edilip AZS kritik bölgesi geçildikten sonra izolenin zaman içinde yavaş yavaş alınması aynı şekilde hafif bir üflemeyle başlayarak zamanla bunun artırılması" müteakip uygulamalarda (özellikle küçük fırınlarda) denenip istatistiki sonuçların toparlanması yararlı olabilecektir.

7. Sıcaklıklar yükselip fırın kendi malzemelerinin ışımasıyla aydınlanıncaya kadar olan dönemde iç kısımların etkin projektörlerle aydınlatılıp gözlenmesi son derece yararlı olmuştur.

8. Gaz enversiyon şiberleri açılıp otomatik enversiyonlara geçildiğinde fırın kemer sıcaklıklarında bazı oynamalar olabilmektedir. Bu nedenle bu işlemin 500°C'de 5 dakikalık enversiyonlarla başlatılmasının daha olumlu sonuç vereceği düşünülmektedir.

TABLO 1: TCS FLOAT FIRININDA İZOLASYONLA SAĞLANABİLECEK TASARRUF

Not: İzolasyonlu ve izolasyonsuz kayıp değerleri Literatür taramalarında rastlanmış benzer uygulamalara aittir.

İzole edilen fırın bölgesi		Duvar kayıpları Kcal/m^2 h		Fark	Tasarruf
Tanım	Yüzeyi(m2)	İzolesiz	İzoleli	Kcal/m^{2}h	Kcal/h
Taban	407	3315	1146	2169	882783
Ergitme kemeri(1,2,3)	302	4050	1289	2761	883822
Ergitme kemeri(4,5)	166	4050	1103	2947	489202
Besleme ağzı asma duvarı	45	6374	2929	3445	155025
Ergitme sonu alın duvarı	45	3535	3180	355	15975
AZS Üst yapı	45	9400	2300	7100	319500
Silika Üst yapı	25	5590	2140	3450	86250
Yan bloklar (sadece izole edilen alan)	128	12150	1810	10340	1323520
Port boynu (yan duvar ve kemer)	68	9400	2300	7100	482800
Fırın Toplam					**4638877**
Rejeneratör kemer	222	9200	1395	7805	1732710
Rej.duvar (dolgu üstü)	240	2150	1270	880	211200
Rej.duvar (dolgu kısım)	1005	1435	845	590	592950
Rejeneratör Toplam					**2536860**
Genel Toplam					**7175737**

7175737 kcal/h = 18 Ton/gün Fuel-oil = 2.1 MTL/gün = 762 MTL/Yıl

(116 TL/kg. Fuel-oil fiyatı esas alınmıştır.)

LEVHA CAM ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN SÜLFAT HABBESİ HATASININ GİDERİLMESİNDE UYGULANAN YÖNTEMLER

Ahmet N. CANSEVER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Genelde düz cam üretiminde sık karşılaşılan sülfat habbesi hatası burada özel olarak Çayırova Cam San. A.Ş. 2 no'lu Fourcault fırınında ele alınmıştır.

Hatanın 6 no'lu yakıt yağının içerdiği yaklaşık % 3 kükürtten kaynaklanan sekonder sülfat olduğu saptandıktan sonra göllenen sülfatın temizlenmesi ve indirgenmesi, iç basınç ve sıcaklık ayarlamaları gibi çeşitli müdahalelerle hata miktarı kontrol altında tutulmaya çalışılmıştır. Fakat kesin çözüm çalışma bölgesi atmosferindeki SO_2 konsantrasyonunun hava ile seyreltilmesi sonucunda elde edilmiş ve 2 adet/m^2 üzerinde seyreden sülfat habbesi hatası ortalama 0.3 adet/m^2 düzeyine düşürülerek zararsız duruma getirilmiştir.

LEVHA CAM ÜRETİMİNDE SÜLFAT HABBESİNİN YERİ

Çoğunlukla içinde donuk beyaz sodyum sülfat kristalleri bulunan ince oval biçimli kapanımlar olarak tanımlanan sülfat habbesi düz cam üretiminde sık karşılaşılan bir hatadır. Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'nin 2 no'lu Fourcault fırınında da bugüne değin değişen miktarlarda sülfat habbesi hatası süregelmiştir.

İlerideki paragraflardan da anlaşılacağı üzere teorik olarak bu hatanın sıfırlanması olanaksız gözükmektedir. O halde yapılması gereken, her zaman olduğu gibi hatayı kabul edilirlik sınırının altına indirmektir. Günümüzün pazar koşulları bu sınırı ortalama 1 m^2 camda 2 adet sülfat habbesi olarak belirlemektedir. Günümüze değin Fourcault camında rastladığımız sülfat habbesi boyları 1-700 mm arasında değişim göstermesine rağmen büyük çoğunlukla birkaç milimetre civarında olmaktadır. Yukarı-

da sözü edilen 2 adet/m^2'lik sınır da doğal olarak boyu 2 mm'den küçük habbeler için geçerlidir. Özellikle dış satım üretiminde bu hata sınırı toleranssız olarak izlendiğinden geçmişte dış siparişlerin yoğunluğu ile sülfat habbesi hata yoğunluğunun çakıştığı dönemlerde oldukça zayiatlı bir çalışma sürdürülmek zorunda kalınmıştır. Çizelge 1 bu konuda bir fikir vermektedir. Sülfat habbesinin hata sınırının çok az üzerinde (2.47 adet/m^2) seyrettiği 1 no'lu analiz süresinde bile cam hatalarından oluşan zayiatlar toplamı içinde sülfat habbesinin payı % 8.34 değerini bulmaktadır. Oysa, alınan önlemlerle sülfat habbesi 2 adet/m^2'nin çok altına düşürüldükten sonra yapılan 2 no'lu analiz ile cam hatalarından oluşan zayiatlar toplam içinde sülfat habbesi payının artık yer almadığı görülmektedir. Üstelik 2 no'lu analiz sürecinde ortalama üretim miktarı daha fazladır. İçinde bulunduğumuz dönemde de sülfat habbesi bakımından üretimde herhangi bir darboğaz söz konusu değildir. Ancak, en son önlem sonrasında olumsuz olarak etkilenen bölgeler de yok değildir. İlerideki paragraflarda bu olumsuzluklardan da kısaca söz edilecektir.

SÜLFAT HABBESİNİN OLUŞUM MEKANİZMASI

Sülfat habbesi oluşum sırasında SO_3 içerir. SO_3 sıcakta kararlıdır. Cam soğudukça

$$SO_3 \rightleftharpoons SO_2 + 1/2\ O_2 \quad \text{.....(1)}$$

reaksiyonu ile SO_2 ve O_2'ye ayrışır. SO_2 ve O_2

$$2Na\ (cam) + SO_2\ (habbe) + O_2\ (habbe) \longrightarrow Na_2SO_4 (habbe) \quad \text{.....(2)}$$

reaksiyonuna göre camdaki Na iyonlarıyla habbe içinde katı Na_2SO_4 birikintisini oluşturur.[2] İndirgen atmosferde durum farklıdır. Na_2SO_4, C veya diğer indirgenlerle SO_2 ve S oluşturmak üzere indirgenir. Sıcaklık düşünce kükürt habbe kenarlarında yoğuşur.[3]

Golob ve Swarts[4, 5] ticari camlardaki habbelerde beraberce bulunan Na_2SO_4 ve S^o oluşumlarının aşırı sülfat indirgenmesini gerektirmeyebileceğini belirtmektedir. Bu savlarını da ergitilen cam kırığı içine N_2 gazı

verip 1030°C'de 20 dak. kadar tutulduğunda içinde S^o ve Na_2SO_4 içeren habbeleri deneysel olarak elde ederek kanıtlamaktadırlar. Mekanizma

$$3\ SO_2 \rightleftharpoons 2\ SO_3 + S^o \quad \text{.....(3)}$$

$$3\ SO_2 + 2\ Na_2O \rightleftharpoons 2\ Na_2SO_4 + S^o \quad \text{.....(4)}$$

(3) ve (4) denklemlerindeki reaksiyonlarla açıklanmaktadır. Golob ve Swarts[4] yaptıkları deneylerle habbe içindeki SO_2'nin habbenin iç yüzeyindeki Na_2O ile reaksiyona girdiğini de kanıtlamışlardır. Bunun sonucunda habbe iç yüzeyinde önemli oranda Na_2O azalması olurken, diğer yandan silika yönünden zenginleşme meydana geldiğini belirtmektedirler.

CY Fourcault fırınında makina köprü arkalarında gözlenen sülfat göllenmesinin de denklem (2)'deki mekanizmaya benzer şekilde oluştuğu varsayılmaktadır (Şekil 1). Williams ve Pasto[6] bu oluşumu

$$2\ NaOH\ (g) + SO_2\ (g) + 1/2\ O_2\ (g) \longrightarrow Na_2SO_4\ (s) + H_2O\ (g) \text{.....(5)}$$

denklemiyle açıklarken, değişik O_2 ve S ortamlarında Na_2SO_4 yoğunlaşmasının sıcaklığa bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermektedirler (Şekil 2 ve 3). Denklem (5)'in doğal sonucu olarak yüksek kükürt miktarı Na_2SO_4 yoğuşmasını artırmaktadır. Her iki şekilin incelenmesi ile yaklaşık 1150°C'dan başlayarak sülfat yoğuşması olabileceği açıkça görülmektedir. Çayırova'daki fiili durum da bu sonucu doğrulamaktadır; yoğuşmanın gözlendiği makina köprü arkalarındaki cam yüzey sıcaklığı yaklaşık 1050°C'dir.

Kirkbride[7] gaz ateşlemeli bir düz cam fırınında 1000-1800°K sıcaklık aralığında baca gazlarının denge bileşimlerini incelemiştir. Gaz fazından ilk yoğuşmaların başladığı sıcaklık derecesi üzerinde gaz fazında bulunan sodyumun % 95'inden fazlası NaOH (g) ve NaCl (g) durumundadır. Aynı sonuç fuel-oil ateşlemeli fırınlarda da gözlenmektedir. Na_2SO_4 gaz fazında çok düşük oranda yer alır. Çünkü sıcaklık azaldıkça Na_2SO_4 (g) molekülünün kararlılığı artar ve sodyum içeren bileşikler içinde Na_2SO_4 buhar

basıncı en düşük olanıdır. Gaz atmosferinde sodyum üzerinde kükürtün stokiometrik fazlalığı uygulamada geçerli olan bir durumdur ve bu koşullarda sodyumun tamamı sülfat olarak yoğuşur.

Aksi durumda, yani kükürt üzerinde sodyumun stokiometrik fazlalığında, kükürtün tamamı sodyum sülfat olarak, sodyumun fazlası da daha düşük sıcaklıklarda Na_2CO_3 ve NaCl olarak yoğuşur.

SÜLFAT HABBESİNİN GİDERİLME YÖNTEMLERİ

Sülfat habbesinin oluşum mekanizması anlaşıldıktan sonra bu hatanın giderilmesi için uygulanacak temel yöntemler de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu temel yöntemleri iki ayrı grupta toplayabiliriz;

1. Sülfat habbesini oluşturan bileşenlerden kükürtün üretilen cam içinde yer aldığı (stokiometrik) miktarından fazlasının fırına girişinin önlenmesi yöntemi.

2. Stokiometrik miktardan fazla kükürt girişinin önlenememesi durumunda ise sülfat habbesi oluşumunun meydana geldiği (genellikle çalışma bölgesi) sınırlı bölgeden SO_2, SO_3, Na_2SO_4 gibi kükürtlü bileşiklerin uzaklaştırılması veya bu sınırlı bölgedeki sıcaklık-basınç parametrelerini değiştirerek sülfat yoğuşumu ve habbe oluşumunun önlenmesi yöntemi.

Harman içinde stokiometrik miktardan fazla Na_2SO_4 veya benzeri kükürt bileşenli hammadde bulunması ile fırında kullanılan yakıt içindeki, özellikle yüksek oranlı, kükürt birinci temel yönteminde sözü edilen ve önlenmesi gereken konulardır. Harmanın çeşitli nedenlerle aşırı segrege olması da tıpkı sülfatın stokiometrik gerekenden fazla tartılmasındaki gibi doghouse çevresinde primer sülfat göllenmesine neden olur. Göllenmenin miktarına bağlı olarak, şarj ağzından uzatılan kepçelere doldurarak ve odun, talaş, kömür tozu gibi indirgen maddelerle yakılarak yoğuşan primer sülfattan kolaylıkla kurtulunabilir.

Fuel-oil (6 no) içindeki kükürt çoğunlukla ağır hidrokarbonlarla organik sülfür bileşikleri yapmış olarak bulunur.[8] Kükürt miktarı en düşük petrol parafinik yapıda olandır. Naftenik yapıda olan petrolde kükürt en yüksek oranda bulunur. Karışık yapıda olanlarda ise, hem parafinik hem de naftenik özellikleri taşıdıklarından, içerdikleri parafinik orana bağlı olarak değişik yüzdelerde kükürt olabilir. Son yıllarda çevre kirliliği ile ilgili olarak getirilen sınırlamalar az ve çok kükürtlü fuel-oil arasında önemli fiyat farklılıklarını doğurmuştur. A.B.D.'de 1955 ile 1972 yılları arasında üretilen 6 no'lu ağır fuel-oil içindeki ortalama kükürt yüzdeleri 1.5 ile 1.7 arasında değişmekte iken, 1 Ekim 1970 tarihinde kullanımda % 0.5 S sınırı getirilmiştir. Magnezyumlu çeşitli yakıt katkıları kullanarak % 0.5'lik sınır altına düşme olanağı vardır.[9, 10, 11] Sonuç olarak düşük kükürtlü yakıt kullanımı mutlaka ek bir maliyet getirmektedir. Aslında düşük kükürtlü yakıt kullanımına doğru yönelmemek de bir bakıma rejeneratör ve baca korozyonu ile çevre ve insan sağlığı gibi konularda, sülfat habbesine göre biraz daha uzun vadede, mutlaka ek bir maliyet bindirmektedir.[12, 13] Yakıttaki S yanına sonucunda SO_2 ve SO_3'e dönüşmektedir. Fırın içinde kuvvetli bir soda tozuması söz konusuysa 1200°C civarında

$$2\ Na_2CO_3 + 2\ SO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ Na_2SO_4 + 2\ CO_2 \qquad (6)$$

reaksiyonu ile sodyum sülfat cam yüzeyinde yoğuşur.[14]

İkinci temel yöntem, genellikle çalışma bölgesinden kükürtlü bileşiklerin uzaklaştırılması konusunu kapsar. Sıcaklığı 1200°C'nin altında bulunan çalışma bölgelerinde kolaylıkla cam yüzeyinde yoğuşan Na_2SO_4 zaman zaman kepçelerle temizlenmelidir. Ancak, bu temizliğin sık ve gelişigüzel yapılması sülfatın cam akımları içine karışmasını kolaylaştıracağından üretilen camda daha büyük ve çok miktarda sülfat habbesine rastlama olasılığını artırmaktadır. Kepçe ile temizlik yerine yine çalışma bölgesinde yoğuşan sülfatın odun talaşı, kömür ve benzeri maddelerle yakılarak indirgenmesi de oldukça riskli bir yöntemdir. Çünkü indirgeme mertebesi her zaman kontrol altında tutulamaz. Sülfat kükürt ve sülfüre kadar indirgenebilir ve bu kez de çekilen camda bal rengi dalga hataları oluşur.

Çalışma bölgesinde yoğuşan sülfatı uzaklaştırmanın bir başka yolu, cam yüzeyi yerine uygun yerlerden sokulan soğutucular üzerinde sülfatı yoğuşturmak ve böylece camı hiç kirletmemektir. Bu yöntemin olumsuz yönleri de çok miktarda soğutucuların hazırlanması, yedeklenmesi, sık sık temizlenme külfeti, çalışma bölgesi sıcaklık kararlılığının bozulması ve fazla enerji harcama zorunluluğu şeklinde sıralanabilir.

Çalışma bölgesindeki kükürt gazlarını uzaklaştırmak ise fırının alevli atmosferi ile bağlantısının kesilmesi veya serbest gaz geçişlerinin engellenmesi anlamına gelmektedir. Çalışma ve eritme bölgeleri arasındaki gaz atmosferi bağlantısının duvarla kesilmesi yüksek kapasiteli düz cam fırınlarında pratik olarak uygun değildir.

Uygun çözüm ise hava perdesi ile engel yaratmak ve böylece çalışma bölgesi atmosferindeki kükürt bileşikleri konsantrasyonunu zarar vermeyecek düzeye indirmek olabilir. Bu yöntemin de iki önemli olumsuz yanı bulunmaktadır. Birincisi, hava üflemesinin yakıt harcamasında meydana getireceği doğal artış; diğeri ise çalışma bölgesinde yoğuşmasına izin verilmeyen kükürt bileşiklerinin tamamının sülfat ve sülfürik asit şeklinde rejeneratör ve bacalarda oluşturacağı korozyon ile çevreye yayılan asit yağmurudur.

Çalışma bölgesinin cam çekme makinalarına bitişik olan bölgelerinde sıcaklığın yükseltilip basıncın düşürülmesi de bir ölçüye kadar sülfat habbesini önlemeye yarayan pratik bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ancak, gerek sıcaklık gerekse iç basınçtaki oynama sınırları oldukça dardır. Ayrıca iç basıncın düşürülmesi dışarıdan fırın içine soğuk hava sızması tehlikesini de her zaman beraberinde taşır.

Önlemler konusunda söylenecek son söz, fırında cam ile temas eden metal, toz, taş, refrakter malzemeler ile birlikte devitrifikasyonun bile diğer habbelerin yanı sıra sülfat habbesini de oluşturabilecekleri olasılığını akıldan çıkarmamaktır.

ÇAYIROVA'DA SÜLFAT HABBESİNE KARŞI ALINAN ÖNLEMLER

Çayırova Fourcault fırınında sülftat habbesi sorunu 6 no'lu ağır fuel-oil kullanımı kadar eskidir. Türkiye koşullarında pazarlanan 6 no'lu fuel-oil'e ait ortalama analiz (Çizelge 2)'de verilmiştir.

Görüldüğü gibi S miktarı % 0.5-5 arasında oynamaktadır. Bugüne değin edindiğimiz deneyim, viskozitesi 2500 Redl'den yüksek yakıtlarda daha fazla kükürt bulunduğu şeklindedir. Camdaki sülfat habbesi sayımları ile yakıtın kükürt içeriği arasındaki ilişki incelenmiştir (Çizelge 3). Normal koşullar altında ve belirgin başka bir etken bulunmadığı zamanlarda sülfat habbesi hatasının kabul edilirlik sınırının ($\sim$2 adet/m^2) üzerine çıkışı yakıt kükürtünün % 2'den fazla olduğu dönemlere rastlamaktadır (Çizelge 3)'den de görüleceği gibi, şimdilik yurdumuz koşullarında sürekli % 2'den az kükürt içerikli 6 no'lu fuel-oil garantisi olanaksızdır. Özel katkı maddeleri ile kükürtü bağlama yoluna henüz gidilememiştir. Bu durumda sülfat habbesinin giderilmesinde uygulanacak temel yöntemlerden birincisi kendiliğinden devre dışı kalmaktadır.

Bugüne değin Çayırova'da uygulanan önlemler ikinci temel yöntem çerçevesi içinde kalmıştır.

1. **Fırın iç basıncının düşürülmesi:** Bu yöntem Çayırova'da sülfat habbesi tarihi kadar eski bir uygulamadır. Uygulaması kolay, ancak etkinliği çok sınırlıdır. Basınç düşürülürken yan blok seviyelerinde iç basıncın nötr veya en az -0.05 mm SS olduğu durum alt sınır olarak kabul edilir. Basıncın daha da azaltılması fırın içine soğuk hava girişini ve doğal olarak birim yakıt harcamasını artırır, ayrıca fırın sıcaklıklarının kararlılığını bozar. Yöntemin sağladığı yarar ancak sülfat habbesi hatasının 2 adet/m^2 altında seyrettiği zamanlarda belirgin olarak görülebilmektedir. Daha yüksek hata düzeylerinde fazla bir etkinliği yoktur, getirdiği ile götürdüğü tartışma konusu olabilir.

2. **Sıcaklığın yükseltilmesi:** Makina köprü arkalarındaki cam yüzeyinin

ortalama 1050°C olan sıcaklığında 10°C'ı geçmeyen yükseltmeler yapılmıştır. Ancak çok dar sınırlı olan bu uygulama da sülfat yoğuşmasında belirgin bir azaltma yaratmamıştır. Sıcaklığın daha fazla yükseltilmesi ise şekillendirme prosesi bakımından tehlikelidir.

3. **Kepçe ile sülfat temizliği ve yakılarak indirgeme:** Bu yöntem de yukarıdaki ilk ikisi gibi eskilere dayanmakta ve günümüzde de uygulanmaya devam edilmektedir. İlkel bir yöntem sayılmasına rağmen çoğunlukla ilk iki yöntemden daha etkili olabilmektedir. Ancak uygulama iyi bir göz ve el melekesini gerektirir. Aksi durumda yarardan çok zarar getirir. Yakıttaki yüksek kükürt içeriğine rağmen sülfat habbesi hatalarının aşırı derecede yükselmemesi bu yöntemin sürekli uygulanmasıyla sağlanabilmiştir. Yoğun birikimlerin olduğu dönemlerde Çayırova'da kazanılan pratik, hergün her makina köprü arkasından yaklaşık 500 gr kadar sülfatın kepçe ile temizlenmesi şeklindedir. Kepçe ile alınamayan kısımlar da tahta talaşı ve benzeri madde ile yakılır. Mart 1986'da uygulamaya başlanan son önleminden sonra köprü arkalarında sülfat birikimine nadiren rastlanmakta ve yaklaşık ayda bir bazı makinaların arkasında 200-300 gr kadar görülüp temizlenmektedir. Kepçe temizliğinden sonra kalan sülfatın yakılması sonrasında çok az da olsa bal rengi dalga hataları, aşırı indirgenme nedeniyle, meydana gelebilmektedir.

4. **Dinlenme bölgesinde LPG beki yakılması:** Dinlenme bölgesi atmosferini kükürtlü gazlar bakımından seyreltebilmek amacıyla kükürt içeriği daha az olan LPG sol ve sağ taraf flatör kapıları yanlarından sokulan şamot kafalı beklerle yakılmıştır.

Yaklaşık 1.5 ay kadar süren bu uygulama, belirgin bir iyileşme görülmediğinden ve tersine, çalışma bölgesi sıcaklıklarında kararlılık sağlanamadığından sona erdirilmiştir. Ancak daha iyi bir bek tasarımı ve yanma-sıcaklık denetimi ile daha olumlu sonuç elde etme olasılığı var görünmektedir. Uygulama sırasında birim fuel-oil harcaması yaklaşık 4 gr/kg cam kadar azalmış, buna karşılık yaklaşık 4.8 gr/kg

cam kadar LPG harcaması eklenmiştir.

5. **Hava üflemesi:** Hava üflemesinin ilk uygulaması ergitme fırını tarafında kullanım dışında bırakılan 7. portlar vasıtası ile yapılmıştır. 7. portların tam kapalı olan şiberleri 10 cm açılarak ve bek yakılmadan dinlenmeye geçiş ekranı yakınlarında yakma havası ile bir hava perdesi yaratılmaya çalışılmıştır. Hava perdesi ile amaçlanan kükürtlü gazların çalışma bölgesine geçişini engellemek olmuştur. Bu uygulama da 20 gün sürdürülmesine rağmen sülfat habbesi sayımlarında ve yakıt harcamasında belirgin bir değişme olmamış, ancak dinlenme ve çalışma bölgeleri atmosferindeki O_2 miktarı biraz artmıştır (Çizelge 4). 7. port kanalından daha fazla yakma havası gönderilmesi, diğer portların kritik olan alev formunu bozduğundan, gerçekleştirilememiştir.

Ergitme bölgesine yapılan hava üflemesinden sonuç alınamayınca aynı işlemin, cam yüzeyi üzeri gaz hacmi daha küçük olan dinlenme bölgesinden yapılması gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Dinlenme bölgesinin sol ve sağ taraflarındaki flatör kapılarının yanlarından içeriye kafası Cr-Ni sactan yapılmış damperli birer nozul sokularak blok soğutma hava vantilatöründen alınan bir branşman ile başlangıçta yaklaşık 2500 Nm^3/saat hava üflenmiştir.

İki hafta süreyle aynı miktarda hava üflenirken fuel-oil harcamasında yaklaşık % 6 artış gözlenmiş, makina köprü arkalarında yaklaşık % 21 O_2 ölçülmüş, uygulamanın 3. gününden itibaren sülfat habbesi ve köprü arkalarındaki sülfat göllenmesi azalmaya başlamıştır. Uygulamanın başarılı sonuç vermesi üzerine üflenen havanın gereksiz olan kısmı kademe kademe kesilerek yaklaşık 800-900 Nm^3/saat değerine erişilmiş ve bu arada fırın iç basıncının da 0.92'den 1.12 mm SS değerine yükseltilme olanağı elde edilmiştir. Buna paralel olarak, yan blok cam seviyesinde ortalama -0.05 mm SS olan iç basınç +0.25 mm SS civarına yükselerek fırın içine soğuk hava girişi tehlikesi de ortadan kalkmıştır. Bu durumda köprü arkalarındaki O_2 % 18, sülfat habbesi 0.3

adet/m^2 civarında seyretmektedir. Ancak birim fuel-oil harcamasında yaklaşık % 4 kadar bir artış meydana gelmiştir. Uygulama sonrasında gelişen olumlu olaylardan birisi üretilen camda gaz oturması olarak tanımlanan hatanın yok denecek kadar azalması, diğeri de fırın iç basıncının yükseltilmesi ile fırın ve çalışma bölgesi sıcaklıklarında sağlanan kararlılık olmuştur. Son olarak belirtilmesi gereken, uygulamanın olumsuz sonuçlarıdır. Bunlardan birincisi, doğal bir sonuç olan, birim yakıt artışıdır. Diğeri, üretilen camda kazıntı hatasının önemli ölçüde kendini göstermesi, sonuncusu ve en önemlisi de rejeneratör dolguları, kanallar ve bacadaki sülfat ve sülfürik asit korozyonu ile çevreye olan asit yağmurudur. Ortalama % 2.5 S içeren fuel-oil kullanıldığını varsayarsak, 50 ton/gün yakıt kullanımı olan fırında 2.5 ton/gün SO_2 oluşuyor demektir. Bunun sülfürik asit karşılığı 3.83 ton/gün gibi korkunç bir rakamdır. Neyse ki kükürtün tamamının sülfürik asite dönüşemeyeceğini bilmek bizi biraz rahatlatmaktadır. Öte yandan Çayırova'da yaşadığımız bir gerçek de sağ baca hava nozulunda, uygulamadan 6 ay kadar sonra asit korozyonunun meydana getirdiği 2-10 cm arasında deliklerin bulunmasıdır.

6. **Harman içinde sülfat hammaddesinin azaltılması:** Yakıttaki kükürtün yanında etkinliğinin hiç olmayacağı önceden bilinmesine rağmen, deneme amacıyla harmandaki Na_2SO_4 miktarı iki kademede % 1.26'dan 1.09'a azaltılmıştır. Sülfat habbesinde hiçbir değişiklik gözlenmediğinden son kademe geriye döndürülerek % 1.13 Na_2SO_4 oranında karar kılınmıştır.

SONUÇ

Dinlenme bölgesine yapılan hava üflemesi amacına ulaşmış, yüksek kükürtlü yakıt kullanımına devam edilmesine rağmen çoğunlukla 2 adet/m^2 üzerinde seyretmekte olan sülfat habbesi 0.3 adet/m^2 civarına düşürülmüştür. Ancak yukarıda sıralanan kazıntı, fazla yakıt kullanımı ve korozyon gibi yan etkilerin de hesaba katılarak çalışmaların yaygın olarak sürdürülmesiyle büyük yararlar sağlanacağı kuşkusuzdur.

Çizelge.1: Sülfat habbesi hatasının farklı düzeyde bulunduğu iki ayrı dönemde yapılan zayiat analizlerinden elde edilen sonuçlara göre sülfat habbesinin toplam cam hataları içindeki payı (1).

	ANALİZ No 1	ANALİZ No 2
Tarih	Temmuz '85	Eylül.'86
Analiz Süresi, mak. saat	40	53
Üretim Cinsi	2 mm Dış Sip.	2 mm. Dış Sip.
Üretim Miktarı, ton/gün		
$\bar{x}$	43.262	48.694
Max.	54.006	70,592
Min.	34.568	31.502
σ_n	5.25	12.31
Sülfat Habbesi, adet/m^2		
$\bar{x}$	2.47	0.23
Max.	7.20	0,30
Min.	1.50	0.20
σ_n	1.06	0.05
Cam Hataları		
Damar	2.08	0,70
Habbe-Kabarcık	6,25	0,00
Paseçki	14.58	7,69
Taş-Düğme	10.42	6,29
Kazıntı	2.08	19.58
Sülfat Habbesi	8.34	0.00
Merdane İzi	52.08	55.25
Kromit	0.00	0.00
Kristal	4,17	10.49
Toplam	100.00	100,00
Cam Hatalarının Toplam Zayiatlardaki % payı	19.12	4,93

Çizelge. 3: 6 No. Fuel.Oil kükürt içeriği ve Vistozitesi ile Fourcault camındaki sülfat habbesinin değişimi.

	Yakıtta % S				Yakıt Viskozitesi,Red I.				Sülfat Habbesi,adet/m^2			
	Max.	Min.	Ort.	σ_n	Max	Min.	Ort.	σ_n	Max.	Min.	Ort.	σ_n
Nisan '85	3.25	2.77	3.00	0.20	5700	4653	5293	458	5.3	1.5	3.3	1.05
Mayıs '85	3.48	2.20	2.90	0.45	4976	3800	4498	431	6.5	1.4	2.6	1.33
Haz. '85	3.71	1.60	2.82	0.76	5907	4959	5343	398	5.3	1.6	2.7	0.76
Tem. '85	3.01	2.67	2.84*	0.17	5835	4316	5108	622	7.2	1.5	2.5	1.06
Ağst. '85***	2.35	1.90	2.13*	0.23	6236	3315	5332	1181	5.9	1.2	2.1	1.18
Eylül '85	3.54	3.54	3.54**	-	7450	4562	5954	1175	3.4	1.3	1.9	0.61
Ekim '85	2.89	2.01	2.50	0.26	6401	4562	5408	758	13.9	1.6	3.7	2.94
Kasım '85	3.05	2.53	2.79*	0.26	6401	3510	4769	1329	4.4	1.1	2.6	0.80
Aralık'85	2.84	1.33	2.18	0.46	6159	3510	5051	1096	3.1	0.9	1.7	0.52
Ocak '86	4.11	1.97	2.91	0.79	6791	3591	5352	911	7.3	0.9	3.1	1.53
Şubat '86	2.71	1.60	2.34	0.37	5313	4648	4894	227	5.1	1.7	2.9	1.02
Mart '86****	3.75	2.95	3.33	0.25	5880	4830	5231	531	4.3	0.9	2.1	0.92
Nisan '86	3.97	3.66	3.82	0.16	5600	4706	5020	284	1.3	0.2	0.5	0.25
Mayıs '86	-	-	-	-	6200	4830	5402	515	0,9	0.1	0.4	0.16
Hazir.'86	-	-	-	-	5250	4020	4750	468	0.4	0.09	0.3	0.08

* : 2 data

** : 5 yakıt tankı değişimine rağmen S analizi tektir ve ay sonunda yapılmıştır.

*** : Ağustos '85' den itibaren yakıt sevkiyatı büyük ölçüde karayoluyla yapıldığından her parti için kükürt analizi ve viskozite tayini yapılamadı. Kullanımda olan tankların içine kükürt oranı ve viskozitesi bilinmeyen yakıt karıştırılmak zorunda kalındı.Bu sakıncayı ortadan kaldırmak üzere Ekim '85' den itibaren analiz örnekleri ya fırın yakıt hattı üzerinden ya da tam dolu olan yakıt tanklarından alındı.

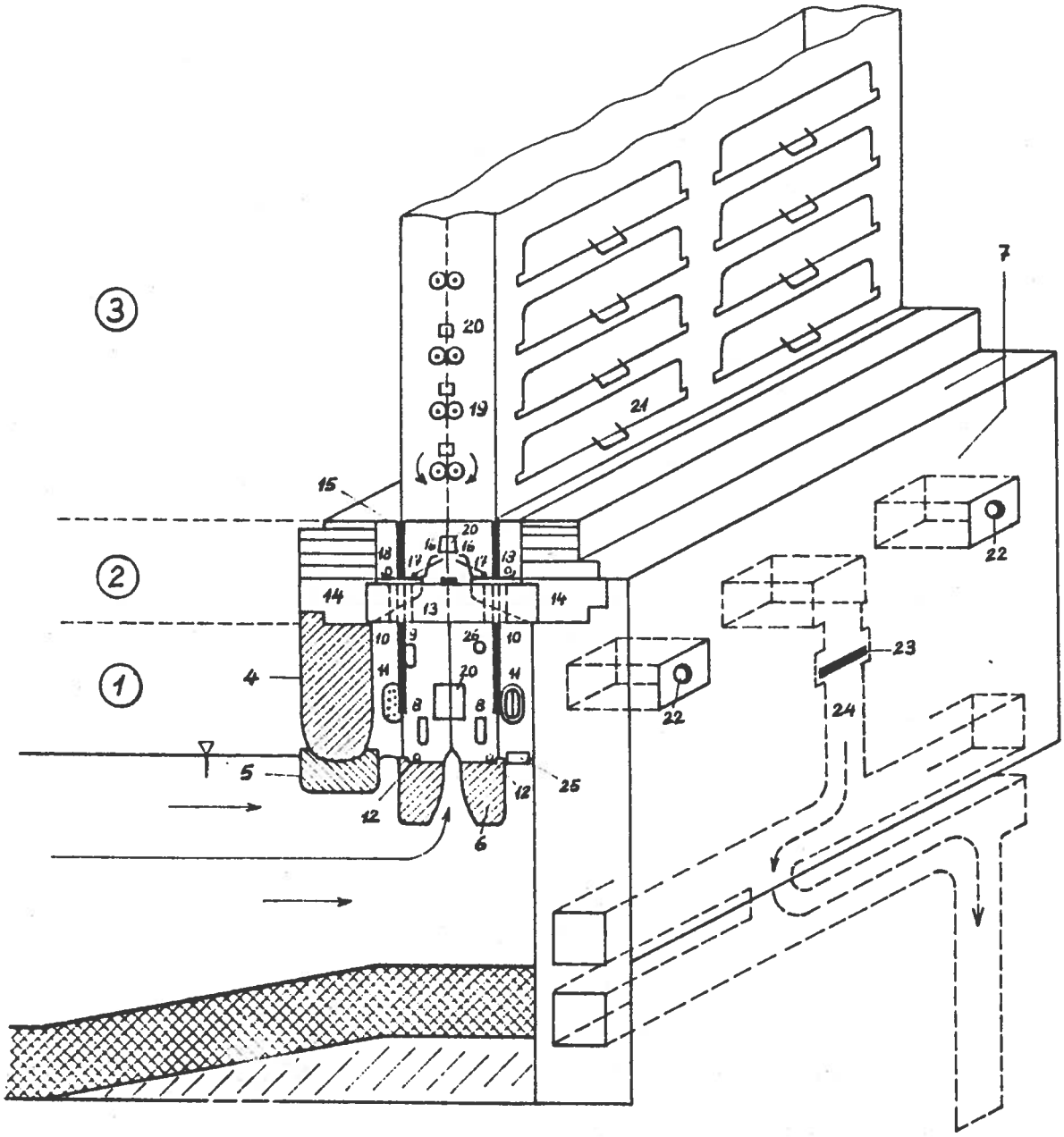
****: 5 Mart '86 gününden itibaren dinlenme bölgesine vantilatör havası üflenmeye başlandı.

Çizelge. 2: Petrol Ofisi 6 no Bunker C Fuel Oil Kimyasal Analizi

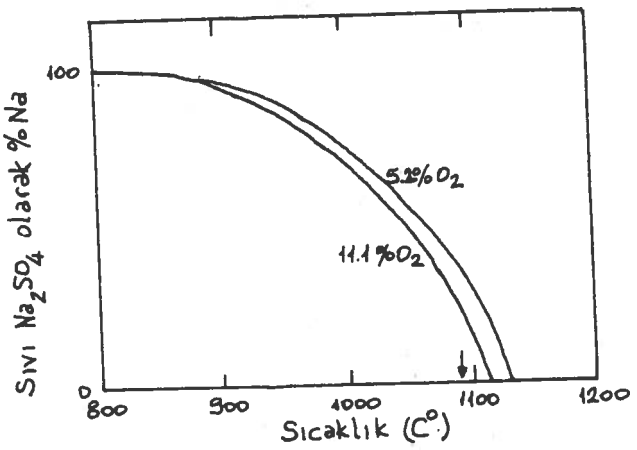
	% Ağırlık
C	81 - 86
H	10 - 13
S	0.5- 5
Tortu	0 - 0.25
Su	1.0 max.

Çizelge. 4: 7. porttan verilen yakma havası ile perde uygulaması öncesi ve sonrasında % O_2 analizleri.

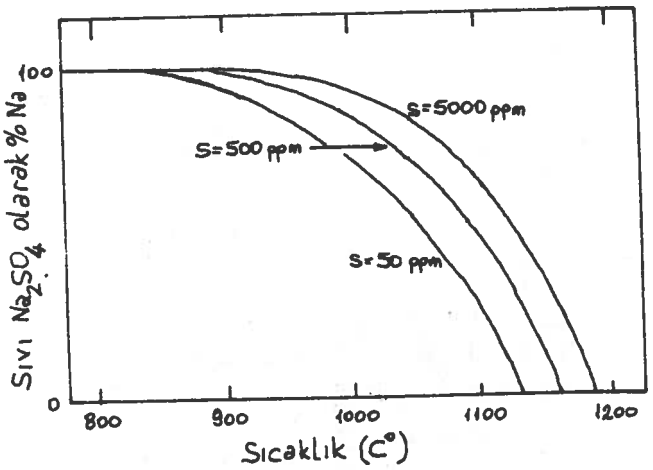
	Makine	Köprü Arkaları		Dinlenme Bölgesi	
	3 No.	6 No.	7 No.	Sol	Sağ
Önce	9.5	6.5	10.0	12.0	9.3
Sonra	10.5	11.3	12.9	16.6	16.7



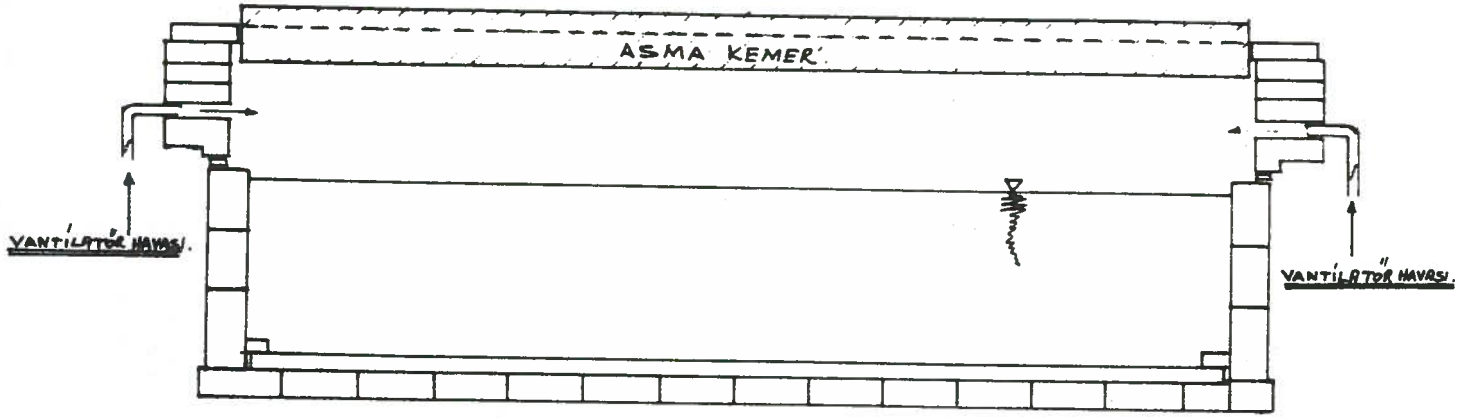
Şekil.1: Fourcault makina kamarası ve köprü arkası.



Şekil.2: Değişik O_2 ortamında Na_2 SO_4 yoğuşmasının sıcaklığa göre değişimi.



Şekil.3: Değişik S miktarlarında Na_2 SO_4 yoğuşmasının sıcaklığa göre değişimi.



Şekil.4: Hava üflemesi yapılan dinlenme bölgesi enine kesiti.

KAYNAKLAR

1. CANSEVER,A., AYIŞIK,T., SERT,E., Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 2 mm raporu. 22.9.1986
2. PLUMAT,E.R., Cam Teknolojisinin Temel İlkeleri, T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Yayınları, No.8, 27.2.1985.
3. PLUMAT,E.R., Cam Teknolojisinin Temel İlkeleri, T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Yayınları, No.3, 23.7.1983.
4. GOLOB,H.R., SWARTS,E.L., Disproportionation of SO_2 in Bubbles Within Soda-Containing Glasses, J. Amer. Ceram. Soc., 67(8), Aug. 1984, 564-567.
5. SWARTS,E.L., Gases in Glass, Ceram. Eng. and Science Proceedings, 7(3-4), 1986, 390-403.
6. WILLIAMS,R.O., PASTO,A.E., High Temp. Chemistry of Glass Furnace Atmospheres, Journal of the American Ceramic Society, 65(12), 1982, 602-606.
7. KIRKBRIDE,B.J., The Chemical Changes Occuring During the Cooling of Hot Gases From Flat Glass Furnaces, Glass Technology, 20(5), Oct. 1979, 174-180.
8. Yakıtlar ve Yağlar, Petrol Olisi Teknik Yayını.
9. CONSIDINE,D.M., Energy Technology Handbook, 1977.
10. TOOLEY, F.V., The Handbook of Glass Manufacture, V.1, 1974.
11. RADWAY,J.E., Chemical Engineering, 87(14), 1980, 155-160.
12. ARMAN,B., AYDIN,E., Rejeneratör Korozyon Tipleri ve Cam Fırını Rejeneratörlerinde Oluşan Kompleks Sülfatın Kökeni, T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü, Rap. No. 148, Haziran 1984.
13. ARMAN,B., Teknik Cam Sanayii A.Ş. Türeks Fırını Rejeneratörlerinde Oluşan Dolgu Malzemelerinin İncelenmesi, T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü, Rap. No. 163, Ekim 1984.
14. MARWEDEL,H.J., BRUCKNER,R., Glastechnische Fabrikations Fehler, 1980.

ARKADAN ATEŞLEMELİ REJENERATİF FIRINLARDA DOĞAL GAZ KULLANIMI

Dr. Bülent ÖZASLAN - Dr. Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

1984 yılında işletmeye açılmış olan Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. fırınlarında yakıt olarak doğal gazdan yararlanılmaktadır. Bu bildiride 60 ton/gün kapasiteli iki fırının işletmeye açıldığından itibaren doğal gazın bekten çıkış hızının ve bek açılarının fırın parametrelerine (yanma, alev formu, ısı transferi, fırın atmosferi, yakıt ekonomisi vb.) etkileri incelenerek optimum şartları bulmaya yönelik çalışmalar ve bunların sonuçları tartışılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucu bek açılarının artırılmasının gerek fırındaki oksidasyon şartları gerekse yakıt ekonomisi açısından olumlu sonuç vereceği anlaşılmıştır. İşletmemizde doğal gaz basıncı sabit tutulduğundan doğal gaz ile yakma havasının temas yüzeyini artırmada farklı ölçülerdeki bek uçlarından yararlanılmış ve cam çekişi ile bek çapı arasında pratikte uygulanabilecek limitler belirlenmiştir. Doğal gazın yakma havası ile temas yüzeyinin artmasının fırın oksidasyon şartlarına pozitif etki yaptığı saptanmıştır.

GİRİŞ

Doğal gaz, petrolde olduğu gibi, organik maddelerin jeolojik formasyonundan oluşmaktadır ve cam eritme fırınlarında uzun zamandan beri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, yalnızca A.B.D.'de bir dönemde kullanılan doğal gaz miktarı 6 milyar m^3'ü bulmaktadır. Her ne kadar yeryüzündeki çeşitli bölgelerde kullanılan doğal gazların bileşimlerinde oldukça farklılıklar varsa da şu genellemeler yapılabilir. Doğal gazın bileşiminde en yüksek oran metandır. Etan ve daha yüksek karbon zincirli hidrokarbonları oranı genelde % 16'dan azdır ve inert gazların toplamı % 10'u aşmaz. Kükürt eser miktarda bulunabilirse de vanadium pentaoksit (V_2O_5)'e rastlanmamıştır. Tablo 1'de çeşitli bölgelerde kullanılan doğal gazların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir. Do-

ğal gaz kullanılan bir fırında yanma, yanma ürünleri, ısı transferi, alev formu diğer yakıtlara (örneğin, fuel-oil, LPG) göre farklılıklar gösterir. Doğal gazın bu özellikleri kısaca özetlenirse;

Yanma

Doğal gazda yanma moleküler seviyede olduğundan yakma havası ile olan reaksiyon çok kısadır ve hava ile gazın fiziksel karışımının ayrı bir önemi vardır. Yanmanın üçte ikisinin karışmış alevin üçte birinde tamamlanmakta olduğu genel olarak belirtilmektedir.(1)

Yanma Ürünleri

Doğal gaz yanma reaksiyonları ön ısıtmalı (havasız ortamda) ve ön ısıtmasız olarak iki kısımda ele alınabilir ki, biz sonuncusuna kısaca değineceğiz.

Metanca zengin doğal gazın şeffaf alev verme durumunda metan (CH_4), oksijen ve hidroksil (OH) radikalleri aracılığı ile kısa ömürlü (CH_3.), (CH_2.) ve (CH.) ara radikalleri üzerinden karbon (C) ve hidrojen gazı (H_2) ürünlerine ulaşır.

Doğal gazdaki ağır hidrokarbon miktarındaki artış parlak alevin oluşmasına, yani radyasyonun artmasına sebep olur. Nitekim Veh hidrokarbon alevindeki karbon partikül radyasyonunun gaz yakıttaki hidrokarbon konsantrasyonuna bağımlı olduğunu bulmuştur.(2)

Isı Transferi

Yanma ve yanma ürünlerinden oluşan ısının genelde iki yolla, konveksiyon ve radyasyonla, iletildiği bilinmektedir. Doğal gaz alevinin durumuna göre (parlak veya şeffaf) ısı transfer değerlerinde değişimler söz konusudur. Parlak alevde kemerden radyasyonla yayılan ısı, alev tarafından emilmekte, bu sebeple ısı transferi konveksiyon ağırlıklı olmaktadır. Halbuki şeffaf alev durumunda kemer refrakterlerinden yansıyan ısının

% 75'inin ergimiş cama ulaşabilmekte olduğu belirtilmiştir.[3] Bu durumda, parlak aleve nazaran şeffaf alevin % 3'lük bir ısı transferi fazlalığı olduğu hesaplanmış[4] ve deneysel olarak gösterilmiştir.[5] Her ne kadar teorik olarak şeffaf alevin vereceği ısının daha fazla olduğu anlaşılıyorsa da pratikte parlak alev aşağıdaki iki nedenden dolayı genelde tercih edilmektedir. Birincisi, ısı transferinin büyük kısmının alevden cama konveksiyon yoluyla gelmesi tercih edilir. İkincisi, şeffaf alevi kontrol etmek güçtür. Kolaylıkla rejeneratöre veya kemere zarar verilebilir.

DOĞAL GAZIN KULLANIMI VE FIRIN PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Konveksiyonla ısı iletiminin ağır bastığı bir ortamda, konu sadece ısı transferi, dolayısı ile yakıt ekonomisi açısından değil, aynı zamanda fırın oksidasyon şartları ve dolaylı olarak cam renk parametreleri üzerine direk etkisi olan iki önemli parametre; bek açıları ve doğal gazın bekten çıkış hızları bu çalışmada incelenmiştir.

Çalışmaların yapıldığı fırınlarla ilgili bazı parametreler Tablo II'de verilmiştir.

Arkadan rejeneratörlü ve port altı ateşlemeli fırınlardaki oksidasyon şartları üzerinde bek açıları ve bek çaplarının etkileri ayrı ayrı incelendiğinde Tablo III ve Tablo IV'de özetlenen değerler elde edilmiştir.

Port altı ateşlemeli fırınlarda yanma kontrolü iki şekilde, bek açılarını veya bek çaplarını değiştirerek yapılabilir.

1. Bek Açılarının değiştirilmesi

Port altı ateşlemeli fırınlarda bek açılarının değiştirilmesinin etkileri şu iki ana teoride toplanabilir.

a) Bek açıları yükseltilerek yakma havası ile doğal gaz arasında daha

iyi bir karışım elde edilir. Aynı zamanda bu iyi karışım neticesinde alev ile cam yüzeyi arasındaki bölgenin indirgenliği azaltılmış olur.(6)

b) Bek açıları alçaltılarak, biraz daha uzun fakat cam yüzeyine yakın olması bakımından, konveksiyonla ısı iletim şansı daha fazla olan bir alev elde edilir. Alev ile cam yüzeyi arasındaki indirgen ortam yakma havası miktarı artırılarak elimine edilir.(7)

Tablo III incelendiğinde, çekiş ve doğal gazın bekten çıkış hızı sabit tutularak açı değişim değerleri sonucu % oksitlenme miktarlarına bakıldığında artan açılarla fırındaki oksidasyon yüzdesinin arttığı görülmüştür. Özellikle B fırını değerlerine bakıldığında 44 ton/gün çekişte ve 9°'lik bek açısında yakma havası miktarı ancak 3.5 kat artırıldıktan sonra 12°'lik bek açısındaki % oksidasyon değerlerine erişilmektedir.

2. Bek Çaplarının Değiştirilmesi

İki gazın karışma oranlarını artırmak için hızları arasındaki farkı artırmak gerekir. Doğal gazın çıkış hızının artırılması hava/gaz karışımını kolaylaştıracağı için yanma geride ve şeffaf olacak, aynı zamanda alev ile cam yüzeyi arasında daha yükseltgen bir ortam oluşacaktır. Tablo IV incelendiğinde elde edilen değerlerin bu teoriyi doğruladığı görülmektedir.

Örneğin, B fırınında gerek 9°, gerekse 10°'lik bek açılarında yakma havası miktarı yaklaşık % 50 fazla olmasına rağmen bek çapı büyüdükçe daha indirgen bir ortamın oluştuğu görülmektedir. A fırınında 19 mm ve 20 mm çaplı bek uçlarından elde edilen sonuçlar teoriyle çelişkili gibi görülmektedir. Mamafih, bilinmektedir ki belirli çekiş değerlerinde belli bir bek ucu değerinin altına düşüldüğünde fırın şartlarını kontrol etmek güçleşmektedir. Pratikteki sonuçlar 57 ton/gün çekişte 19 mm ve 20 mm çaplı bek uçlarının oldukça yetersiz kaldığını ve fırın şartlarının kontrolünde zorlanıldığını göstermiştir. Bu konuya ileride tekrar değinilecektir.

BEK AÇI VE ÇAP DEĞİŞİMLERİNİN FIRIN VERİMİNE YAKIT EKONOMİSİ AÇISINDAN ETKİLERİ

Tablo V'de bek açı değişimlerinin sabit bek çapları ve çekişte özgül yakıt tüketimlerini, habbe sayısı, cam kırığı oranı ve cam kırıklı harman nemini dikkate alarak incelendiğinde, açının artırılması ile özgül yakıt miktarında azalma görülmektedir. Bilindiği gibi doğal gazın oluşturduğu difüzyon tipi alevde maksimum ısının salıverildiği nokta, hava-gaz karışımının gerçekleştiğinoktanın hemen önündedir.(8) Bu noktanın geriye çekilmesiyle;

a) Sıcak nokta geriye kaymakta, dolayısı ile cam kırıklı harmanın erimesi kolaylaşmaktadır.

b) Alevin pozisyonu porta daha yaklaşmakta olduğundan soğuk yakma havasının fırına girişi azalmakta ve gaz çıkış sıcaklığı minimuma indirgenmektedir.

Bek ucu çaplarının yakıt ekonomisine etkilerini incelemek için Tablo VI'ya bakıldığında, düşük bek çaplarında yakıt harcamasının azaldığı görülmektedir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, yakıt harcamasında dikkate alınacak en önemli faktörlerden biri camdaki habbe miktarıdır. Habbe sayısı ile cam çekişi ve yakıt tüketimi arasında basit bir bağıntı bulunmuştur.(8)

$$\text{Habbe sayısı} \propto \frac{(\text{cam çekişi})^2}{(\text{toplam yakıt})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Bu bağıntı aşağıdaki şekle çevrilebilir.

$$\text{Habbe sayısı} = k \frac{(\text{cam çekişi})^2}{(\text{toplam yakıt})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

(2) bağıntısındaki k sabiti, cam kırığı yüzdesi, cam kırıklı harman nemi, fırın basıncı vb. gibi birçok faktörleri içerir. Biz bu değerleri sabit olarak kabul ettiğimizde, yani k=1 olduğunda Tablo V ve VI'daki "teorik

habbe" karşılaştırma değerleri elde edilmiştir. Gerek bu karşılaştırma değerleri, gerekse cam kırığı oranı ve camı kırıklı harman nemi dikkate alındığında bek çapları ile yakıt tüketimi arasındaki doğru orantının her zaman sıhhatli bir yaklaşım olmadığı görülür. Örneğin, A fırınında 20 mm ve 26 mm çaplarındaki beklere ait değerler karşılaştırıldığında her nekadar 20 mm çaplı bekte 0.015 Nm^3/ton cam civarında yakıt tüketiminde olumlu bir fark varsa da, 20 mm çaplı bek kullanılırken cam kırığı oranı % 37 ve habbe sayısı 20 iken 26 mm çaplı bek kullanılırken bu miktarlar sırası ile % 30 ve 5'tir. Tüm bu değerler karşılaştırıldığında 26 mm'lik bek tercih edilir. Pratikteki çalışmalar göstermiştir ki, belli çekiş sınırlarında bek çapları bakımından alt ve üst limitler vardır. Tablo VII'de bu sınırlar gösterilmektedir.

SONUÇ

60 ton cam/gün kapasiteli fırınlarımızda her ne kadar çeşitli bek açıları denenerek teoriyi doğrulayan sonuçlar elde edilmişse de, optimum çalışma şartlarının bulunmasıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Örneğin, her iki fırında 9°'lik bek açısından 35-70 ton/cam/gün çekiş sınırları içinde 19 mm-28 mm çaplı bir seri bek ucu değerleri dikkatle incelenmiştir. Aynı inceleme 10°'lik bek açısında da sürdürülmekte ve 9°'ye nazaran daha verimli şartlarda çalışıldığı alınan sonuçlarla teyid edilmektedir.

Doğal gazın bekten çıkış hızının 75-90 m/sn olduğu sınırlarda optimum yanma şartları elde edildiği saptanarak Tablo VII'de pratikteki sonuçlara uygun bir genelleme yapılmıştır.

TABLO.I.

ÇEŞİTLİ DOĞAL GAZLARIN KOMPOZİSYONU VE ISIL DEĞERİ:[2]

	B.Almanya Bentheim	Hollanda De Lier	Fransa Sahara	İtalya Turin	A.B.D. Pensilvan.	S.S.C.B. Saratow	Türkiye Hamitabat
Doğal gaz analizi							
CH_4	89.7	88.8	81.3	93.5	84.4	93.1	94.8-93.4
C_nH_{2n+2}	1.2	9.6	13.4	6.1	15.8	4.0	5.8-4.3
CO_2	2.0	0.1	0.5	0.1	-	0.6	1.1-0.08
CO	-	-	-	-	-	-	-
N_2	6.6	1.4	4.8	0.3	0.8	2.3	1.5-0.7
H_2	-	0.1	-	-	-	-	-
O_2	-	-	-	-	-	-	-
H_2S	0.5	-	-	-	-	-	-
Üst ısıl değ. (kcal/Nm^3)	8850	9960	11040	10010	-	9640	10000
Alt ısıl değ. (kcal/Nm^3)	7950	-	9990	-	9087	6880	8700
$d_v = d_s/1.243$	0.59	0.64	0.72	-	0.60	0.6	0.583
Wobbe sayısı	11600	12450	12000	-	10900	12400	-

TABLO.II.

K.C.S. FIRINLARINA AİT BAZI PARAMETRELER:

Maksimum kapasite	60 ton/gün
Ergitme uzunluğu	6700 mm
Ergitme genişliği	4900 mm
Uzunluk/Genişlik	1.37
Ergitme alanı	32.83 m^2
Port kemer açısı	18°
Port altı bek taşı ekseninin yataya açısı	10°

TABLO.III.

BEK AÇI DEĞİŞİMLERİNİN FIRIN OKSİDASYON ŞARTLARINA ETKİSİ:

Fırın	Bek açısı	Bek çapı (mm)	Çekiş (ton/gün)	% Oksijen	$\frac{[Fe^{+2}]}{[Fe_2O_3]}$	% Oksitlen.	Değer sayısı
B	9°	19	44	6.8	0.089	91.1	7
B	12°	19	44	1.9	0.089	91.1	5
B	9°	24	52	6.0	0.135	86.5	3
B	10°	24	52	4.0	0.114	88.6	6
A	9°	19	57	1.9	0.148	85.2	5
A	11°	19	57	1.6	0.136	86.4	11
A	12°	19	57	1.8	0.126	87.1	4
A	9°	24	62	5.5	0.118	88.2	5
A	10°	24	63	4.3	0.110	89.0	8

TABLO.IV.

BEK ÇAPI DEĞİŞİMLERİNİN FIRIN OKSİDASYON ŞARTLARINA ETKİSİ:

Fırın	Bek çapı (mm)	D.gazın bek-ten çıkış hızı (m/sn)	Bek açısı	Çekiş (ton/gün)	% Oksijen	$\frac{[Fe^{+2}]}{[Fe_2O_3]}$	% Oksitle.	Değer sayısı
A	19	131	9°	57	1.8	0.145	85.5	3
A	20	118	9°	57	1.8	0.145	85.5	5
A	21.5	102	9°	58	2.1	0.100	90.0	8
A	24	82	9°	57	5.4	0.121	87.9	13
A	26	70	9°	58	5.4	0.133	86.7	7
B	24	82	9°	57	4.7	0.105	89.5	8
B	28	69	9°	62	6.8	0.127	87.3	5
B	22.5	88	10°	53	2.8	0.094	90.6	4
B	24	79	10°	52	4.0	0.111	89.9	7

TABLO.V.

BEK AÇI DEĞİŞİMLERİNİN YAKIT TÜKETİMİNE ETKİSİ:

Fırın	Bek açısı	Bek çapı (mm)	Çekiş (ton/gün)	Harmandaki % cam kırığı	% Nem	Özgül yakıt (Nm^3/toncam)	Habbe	Teorik Habbe[x]	Değer sayısı
B	9°	19	44	32	2.9	224.7	15	10	7
B	12°	19	44	36	2.4	175.6	15	10	6
A	9°	19	57	37	2.2	158.4	25	20	5
A	11°	19	57	34	3.2	168.0	20	20	11
A	12°	19	57	34	3.2	161.0	10	20	4
A	9°	24	62	36	1.8	170.0	5	20	5
A	10°	24	63	30	2.3	171.3	5	25	8

TABLO.VI.

BEK ÇAPI DEĞİŞİMLERİNİN YAKIT TÜKETİMİNE ETKİSİ:

Fırın	Bek çapı (mm)	Bek açısı	Çekiş (ton/gün)	Harmandaki % cam kırığı	% Nem	Özgül yakıt (Nm^3/toncam)	Habbe	Teorik habbe[x]	Değer sayısı
A	19	9°	57	37	2.5	158.2	25	20	7
A	20	9°	57	37	2.0	161.0	20	20	7
A	21.5	9°	58	27	2.0	165.8	30	20	10
A	24	9°	57	36	2.5	180.2	20	20	16
A	26	9°	58	30	3.0	176.0	5	20	9
B	24	9°	57	37	2.3	177.4	15	20	14
B	26	9°	57	37	2.8	173.0	10	20	5
B	28	9°	62	32	2.9	194.0	5	20	5
B	22.5	10°	53	37	2.5	172.5	15	15	7
B	24	10°	52	30	3.0	179.0	10	15	7

x : Açıklama için sayfa V'e bakınız.

TABLO VII

DOĞAL GAZIN BEKTEN ÇIKIŞ HIZI BEK ÇAPI VE ÇEKİŞ ARASINDAKİ BAĞINTI

V (m/sn) \ Bek Çapı (D) mm	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Çekiş (ton cam/gün)
300	122	109	98	88	80	73	67	61	57	52	49		
310	126	112	101	91	83	75	69	63	58	54	50		35-40
320	131	116	105	94	86	78	71	65	60	55	52		
330	134	120	108	97	88	80	73	67	62	57	53		
340	139	124	111	100	91	83	76	70	64	59	55	51	
350		127	114	103	93	85	78	71	66	61	56	52	40-45
360	147	131	118	106	96	88	80	74	68	63	58	54	
370		134	121	109	99	90	82	76	70	64	60	55	
380	155	138	124	112	102	93	85	78	72	66	61	57	45-50
390		142	127	115	104	95	87	80	73	68	63	58	
400		146	131	118	107	97	89	82	75	70	65	60	
410		149	134	121	109	100	91	84	77	71	66	62	50-55
420		153	137	124	112	102	94	86	79	73	68	63	
430			140	127	115	105	96	88	81	75	69	65	
440			144	130	118	107	98	90	83	77	71	66	55-60
450			147	133	120	109	100	92	85	78	71	67	
460			150	136	123	112	103	94	87	80	74	69	60-65
470					125	114	105	96	89	82	76	70	
480					128	117	107	98	91	84	78	72	65-70
490								100	92	85	79	74	

Doğal gazın bekten çıkış hızı V (m/sn)

Çekiş (ton cam/gün)

REFERANSLAR

1. R.W.H. Bracegirdle, Glass Tech. Vol.16, No.5, October (1975).
2. Natural Gas Firing in Glass Melting Furnaces. p.27 (1968).
3. E.Abbott, Glass Tech. Vol.15, No.5, October (1967).
4. J.M.Cabre-F.Valle (1973) Symp.le'laboration du verre. Madrid. 93, 117.
5. G.Datschefski, Glass Tech. Vol.8, 148 (1967).
6. Prof. E.R.Plumat. Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'deki toplantı. 1.3.1985.
7. G.Nelson, Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.'deki toplantı. 17.4.1985.
8. R.P.Wood, Glass Tech. Vol.22, No.2, April (1981).

BOROSİLİKAT CAM ERİTMEDE ELEKTRİK TAKVİYESİ

Ali KUBAN - Ali ÖZABACI
Teknik Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Şirketimizin, borosilikat cam eritilen 1 no'lu fırınında elektrik takviyesi uygulamalarında sistemlerin çalışma prensipleri; günlük fırın çekişi, özgül enerji ve cam kalitesi üzerine elektrikle ısıtma takviyesinin etkileri ve önceki dönemlerle karşılaştırmaları ilk dönemden bu güne dek yaşanılan tecrübelerin sonuçları olarak özetlenmiştir.

GİRİŞ

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikalarında elektrik ile ısıtma takviyeli ilk fırın 1983 yılında Teknik Cam Sanayii A.Ş.'de inşa edildi. 1986 yılı yatırımı ile daha geniş çaplı bir uygulama gerçekleştirildi. Bugün fabrikamız elektrik ile ısıtma takviyesi sayesinde cam kalitesi açısından büyük bir aşama kaydetmiştir.

A. İlk Elektrikle Takviye Uygulaması

İlk uygulama İngiliz Elemelt firmasından alınan 150 kVA'lık üç zondan toplam 450 kVA'lık bir sistemden oluşmaktaydı. Bu sistemde üç çift elektrot mevcut idi (Şekil 4). Elektrotlar fırının yan duvarlarından monte edilmiş idi. Her zon, enerjiyi şebekenin iki fazından bir regüleli trafo üzerinden almakta idi. Sistem şebekenin üç zonuna dağıtılmış ve üç ünitede de ayrı sabit akım kontrolü yapılabiliyordu. Ancak gerilim, regüleli trafo çıkışında 250 volttan yukarı yükseltilemediği için fırında çiftler arasında direncin yükselmesi durumunda istenilen güç sağlanamıyordu.

Elektrotlar fırının yan duvarlarından fırın içine girdiğinden rejenera-

tör altlarında bek değiştirme işlemleri için dolaşmak tehlikeli idi. Fırında bek değiştirmek istendiğinde sistemin enerjisinin tamamen kesilmesi gerekiyordu. Su soğutma sistemi elektrot tutucularının yapısından dolayı su sertliğinin biraz yükselmesi nedeniyle tıkanmakta idi. Elektrot tutucuların değiştirilme imkanı olmadığından ve sistem üç zondan ibaret olduğundan büyük zorluklar çıkarmakta idi. Yeni sistemde elektrot tutucusu tıkanıklığı giderilemezse bile o elektrot çifti iptal edilebilir, fırında da denge bozulmaz. Halbuki eski sistemde bir çiftin devreden çıkarılması sistemin bir zonunun devreden çıkarılması demek idi. Elektrot sıcaklıkları elektrot tutucusu üzerinden ölçülmekte idi. Elektrot soğutma suyu bu sıcaklığa göre ayarlanmakta idi.

Sistemde yapılan bazı ölçümlerden elektrot çiftlerindeki akım yoğunluğunun diğer zonlara da kaydığını göstermiştir. Bu durumda bir zonun sıcaklığını artırmak istediğimizde fırının diğer komşu zonunu da ısıtıyorduk. Şimdiki sistemde üniteler tek fazdan beslendiği için fırın içinde akım yoğunluğu istenilen bölgelerde oluşacaktır.

B. Yeni 1300 kVA Elektrik Takviyesi

Bu sistem Japon NEG firması ile teknik anlaşma neticesi tesis edilmiştir. Sistem 650 kVA gücünde iki ısıtma ünitesi ve üç faz dengeleme ünitesinden oluşmaktadır. Bilindiği gibi erimiş cam elektrik akımını iletir. Bu özellikten yararlanılarak cam fırınları cama daldırılan elektrotlara elektrik enerjisi verilerek ısıtılabilir. Erimiş camın elektriksel direnci ısınma ile birlikte azalır. Sistem 3.3 kV gerilim ile çalışır. Şekil 1'de görüldüğü üzere bir ısıtma ünitesi; bir ayırıcı, bir kesici, bir voltaj regülatörü, bir fırın transformatörü ve 16 adet akım dengeleme transformatörü ve elektrotlardan oluşmuştur.

İkinci ısıtma ünitesi de aynı devre elemanlarından oluşmuştur. Bu iki üniteye ilaveten bir de üç faz dengeleme ünitesi mevcuttur.

Sisteme Elektrik Enerjisi Sağlanması: Sistem 3.3 kV gerilimle beslen-

mektedir (Şekil 3). Gerilimin eldesi için mevcut bulunan 34.5/0.4 kV transformatörümüze ek olarak 0.4/3.3 kV, 1600 kVA yeni bir transformatör piyasada imal ettirilmiş, sistemin elektrik kesilmelerinden etkilenmemesi için de 2000 kVA 0.4 kV bir jeneratör ithal edilmiştir. Böylece jeneratör 0.4 kV olması nedeniyle fabrikanın acil ihtiyaçları için kullanılabilecektir. 0.4/3.3 kV transformatör fabrika elektrik dağıtım merkezine tesis edilmiştir. Elde edilen 3.3 kV bir kablo vasıtası ile fırının yanında kurulan sisteme taşınmıştır.

Kumanda Sistemi: Kumanda sistemi ve devre elemanları, iskelet diyagramında görüldüğü gibi iki faz arasından yani tek fazlı olarak çalışmaktadır. Böylece fırında elektrik akımları dolayısıyle ısınma kolayca kontrol edilir. Fırının eritme ve dinlenme bölgelerinde fırının tabanından daldırılmış 16 çift elektrot vardır. 8 çift elektrot bir üniteden beslenir. Ayırıcılar bir çalışma sırasında üniteleri izole etmek için kullanılır. Sistemde açma kapama kesici vasıtası ile yapılır. Voltaj regülatörü kesiciden gelen 3300 V gerilimi regüle ederek sekonderinden 3300 $\mp$ % 15 V gerilim verir. Voltaj regülatörü fırın transformatörünü besler. Fırın transformatörü boşta kademe değiştiricili bir transformatördür. Primer gerilimi 3300 V'tur. Çıkış gerilimi ise bir kademe değiştirici vasıtası ile 8 kademede 86 V'dan 460 V'a kadar ayarlanabilir. Fırın transformatörü sekonderi bir bara vasıtası ile akım dengeleme transformatörlerine bağlanmıştır. Sistemin en önemli özelliği akım dengeleme işlemidir. Şekil 1'de görüldüğü gibi akım dengeleme transformatörlerinin primer sargılarının birer ucu fırın transformatörünün çıkış barasına diğer uçları elektrotlara bağlıdır. Sekonder sargıları seri bağlıdır. Akım dengelemenin temel prensibi şöyledir;

Şekil 7'deki gibi üç çift elektrotlu bir fırın mevcut olsun. a-b-c çiftlerinin elektriksel dirençleri 10, 9, 8 ohm olsun, akım dengeleme transformatörlerinin beslendiği baralarda 300 V gerilim ve toplam akım 100 A olsun. Akımın her elektrota dengeli dağılabilmesi için birinci çiftte 333 V, ikinci çiftte 300 V, üçüncü çiftte de 267 volt gerilim olmalıdır. Primerlerinden geçen akım sekonderlerinde bir gerilim

indükler. Bu gerilimler transformatörlerin primer sargılarından geçen akımları dengeleyecek şekilde birbirlerini etkiler. Direnci yüksek, yani daha soğuk bölgeler sıcak bölgelere nazaran daha fazla ısınacaktır. Ünitede iki tip otomatik kontrol mevcuttur. Sabit akım ve sabit güç kontrolü fırın transformatörü sekonderinden algılanan akım ve gerilim değerleri set değeri ile karşılaştırılarak voltaj regülatörü motoruna fırın transformatörünün primer geriliminin azaltılması veya artırılması yönünde komutlar verilir. Eğer voltaj regülatörünün ayarı yeterli gelmezse ünite ikaz verir. Fırın transformatörünün kademesi değiştirilerek istenilen gerilim değeri sağlanır. Ünitelere el pozisyonunda da müdahale edilebilir.

Üç Faz Dengeleme Sistemi: Sistemin üçüncü ünitesi üç faz dengeleme ünitesidir. Isıtma üniteleri iki faz arasından beslendiği için eğer bu ünite olmasaydı üçüncü fazdan herhangi bir akım çekilmeyeceği için şebekede rahatsızlıklara neden olacaktır. Bu sebepten yükün üç faza dengeli olarak dağıtılması gerekir. Bu sebeple Şekil 2'de görüldüğü gibi reaktör ve kapasitörler bağlanmıştır. Ünitede 700 kVA reaktör ve iki adet 250 kVA, iki adet 140 kVA, bir adet de 80 kVA kapasitör mevcuttur.

Elektrotlar: Şekil 6'da görüldüğü gibi 16 çift molibden ısıtma elektrodu bir adet de çalışma havuzunda topraklama elektrodu mevcuttur. Elektrotlar fırın tabanından fırına girer Şekil 5'de görüleceği üzere fırının altında tesis edilen platform üzerine yerleştirilmişlerdir. Soğutma sistemi büyük öneme haizdir. Elektrotlar 4 ayrı ana koldan gelen su ile soğutulmaktadır. Elektrodun fırın tabanından girdiği yerde bir elektrot tutucusu mevcuttur. Elektrot tutucusu, elektrot etrafındaki camı soğutarak kenarlardan sızmayı önler. Aynı zamanda taban refrakterlerinin korunmasını da sağlar. Tutucuda dolaşan soğutma suyu dönüşüne yerleştirilen rezistans termometreler vasıtası ile dönüş suyu sıcaklığı kontrol edilir. Yazıcı üzerinde bulunan sıcaklık yüksek alarmı vasıtası ile operatör su sıcaklıklarının yükselmesi halinde uyarılır. Ayrıca ana kollardaki su miktarı debimetreler ile ölçülür. Sistemin bir anlık su kesintisine dahi tahammülü yoktur. Dönüş suyu sıcaklıkları operatör tarafından el ile devamlı kontrol edilir.

C. Teknik Cam 1 No'lu Fırında Elektrik Takviyesi Uygulamalarının Karşılaştırılması

	1981-1983	1983-1985	1986
Eritme alanı	25.2 m^2	27.8 m^2	40 m^2
Isıtma sistemi	.Yandan ateşlemeli .Üç portlu .Her portta ikişer fuel-oil beki .Elektrik takviyesi yok	.Yandan ateşlemeli .Üç portlu .İlk iki portta üçer, son portta iki fuel-oil beki .Elektrik takviyesi var	.Yandan ateşlemeli .Dört portlu .İlk üç portta üçer, son portta iki fuel-oil beki .Elektrik takviyesi var
Fırın çekişi	10.5 ton/gün 417 kg/m^2	15.0 ton/gün 540 kg/m^2	38.5 ton/gün 963 kg/m^2
Fuel-oil harcaması	460 l/h 414 kg/h	360 l/h 324 kg/h	480 l/h 432 kg/h
Elektrik enerjisi	Yok	230 kVA	1200 kVA
Kg cam başına özgül enerji	950 g fuel-oil Elektrik yok 9120 kCal	518 g fuel-oil 368 W elektrik 5282 kCal	269 g fuel-oil 748 W elektrik 3211 kCal
Elektriğin eritmede payı	Yok	% 6	% 20
TL olarak kg cam başına özgül enerji (Bugünkü fiyatlarla)	Fuel-oil: 112.2 TL Elektrik: Yok Toplam: 112.2 TL	Fuel-oil: 61.2 TL Elektrik: 17.4 TL Toplam: 78.6 TL	Fuel-oil: 31.8 TL Elektrik: 35.4 TL Toplam: 67.2 TL

Eritmede Elektrik Takviyesinin Kaliteye Etkisi: Elektrik takviyesinin cam kalitesine etkisini incelemek amacıyla, şirketimizin uzun kampanyalar halinde çalıştığı 300'lük Lüks Camı'nı örnek olarak vermek istiyoruz:

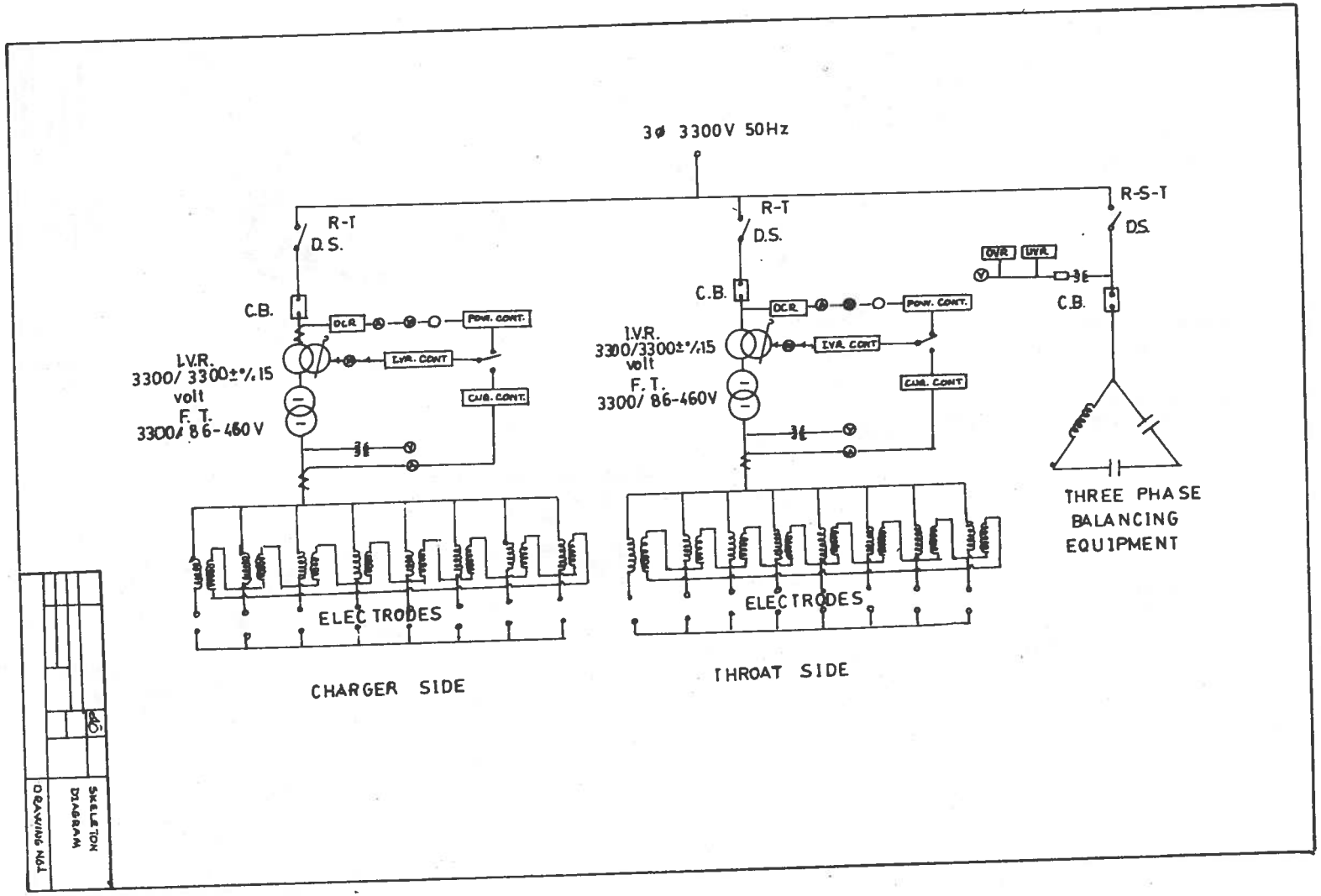
1981-1983 döneminde, yani eritmede elektrik takviyesinin olmadığı fırın kampanyasında tüm imalatlarda, bir türlü önlenemeyen habbe ve zaman zaman yoğun bir şekilde ortaya çıkan erimemiş harman kaynaklı taş en büyük eritme problemleri idi.

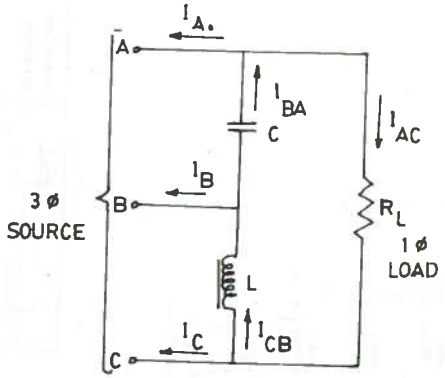
1983-1985 döneminde, 1 no'lu fırında, üç çift elektrotla 230 kWh elektrik takviyesi uygulandığı fırın kampanyasında habbe ve taş problemleri büyük ölçüde çözümlendi. 100 adet 300'lük Lüks Camı örneği üzerinden yapılan kalite kontrol analizleri ortalamaları aşağıdaki gibidir:

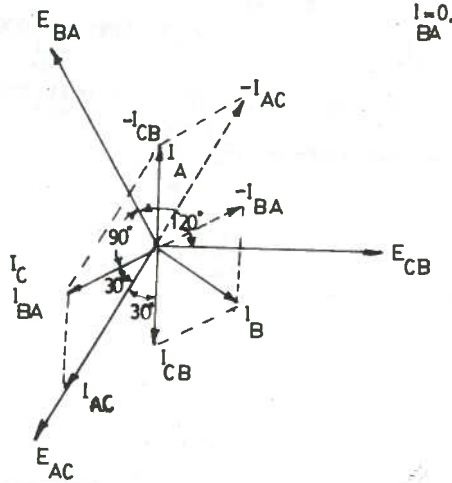
	26 Ekim-13 Kasım 1985	9-30 Ocak 1986
Taş	19 adet örnekte	32 adet örnekte
Habbe	2 " "	9 " "
Düğme	23 " "	43 " "

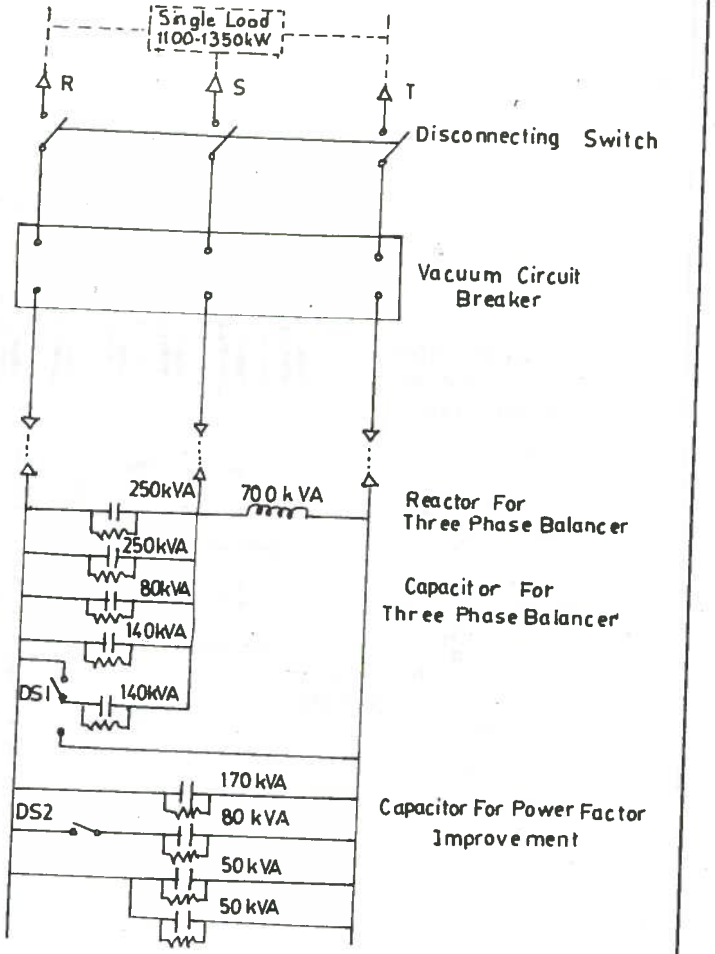
1986 yılı Temmuz ayında, 16 çift elektrot ile 1200 kWh elektrik takviyesi uygulanan yeni fırın devreye girdiğinde ise yine 100 adet örnek üzerinden yapılan analizler sonucunda cam hataları şu değerlere düşmüştür:

	28 Temmuz-6 Ağustos 1986	31 Ağustos-19 Eylül 1986
Taş	5 adet örnekte	4 adet örnekte
Habbe	3 " "	4 " "
Düğme	9 " "	11 " "


3ø 3300V 50Hz
R-T
D.S.
C.B.
DCR
POW. CONT.
I.V.R.
3300/ 3300±%15
volt
F.T.
3300/ 86-460 V
I.V.R. CONT
CUR. CONT.
ELECTRODES
CHARGER SIDE
R-T
D.S.
C.B.
DCR
POW. CONT.
I.V.R.
3300/3300±%15
volt
F.T.
3300/ 86-460V
I.V.R. CONT
CUR. CONT
ELECTRODES
THROAT SIDE
R-S-T
DS.
OVR
UVR.
C.B.
THREE PHASE
BALANCING
EQUIPMENT
SKELETON
DIAGRAM
DRAWING NO.1







$$I_A = I_{BA} - I_{AC}$$

$$I_B = I_{CB} - I_{BA}$$

$$I_C = I_{AC} - I_{CB}$$

$$I_A = I_B = I_C$$

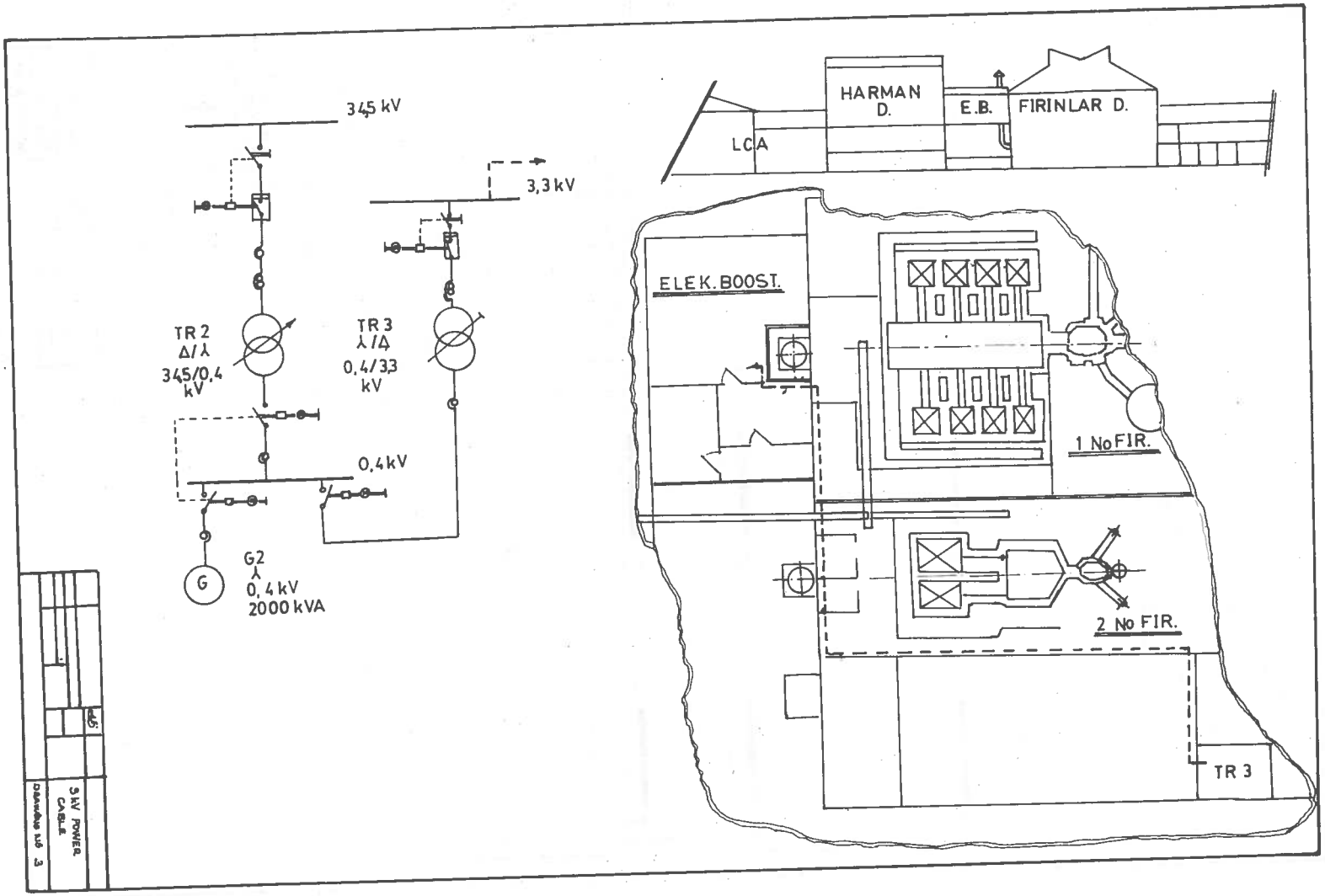
$$I_{BA} = I_{CB}$$

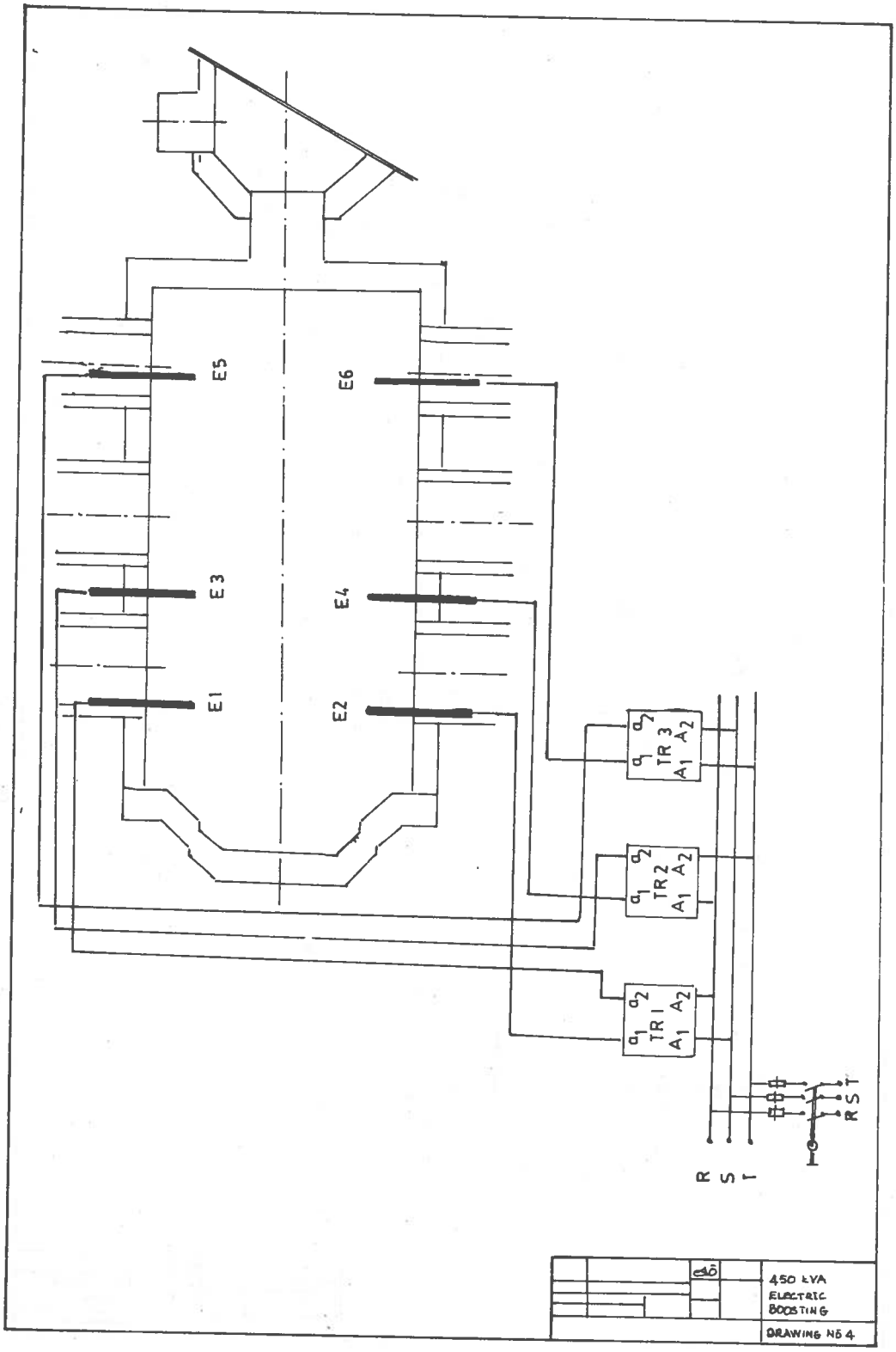
$$I_A = -0,5 I_{BA} + 0,866 I_{AC}$$

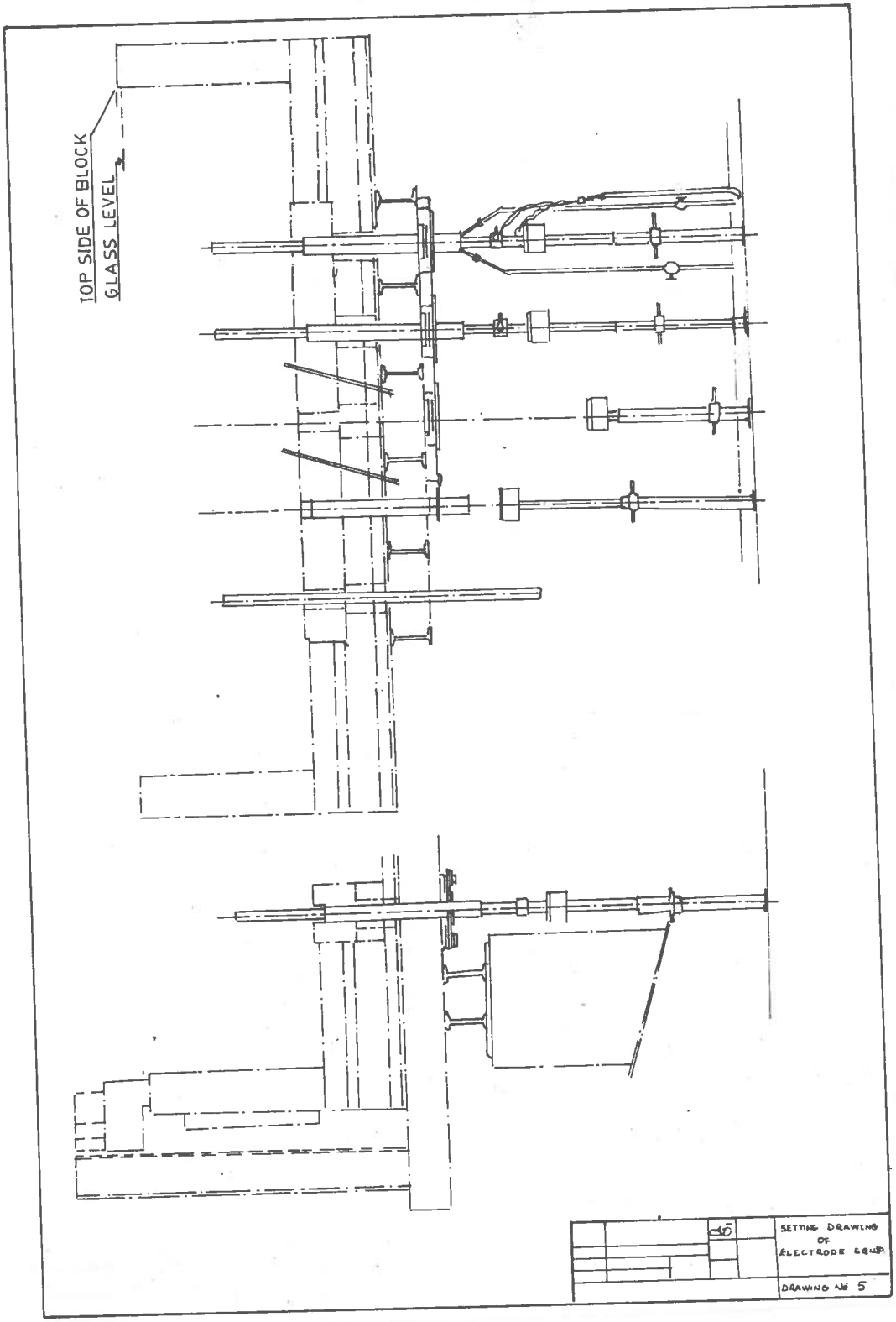
$$I_C = 2(0,866 I_{AC} - I_{CB})$$

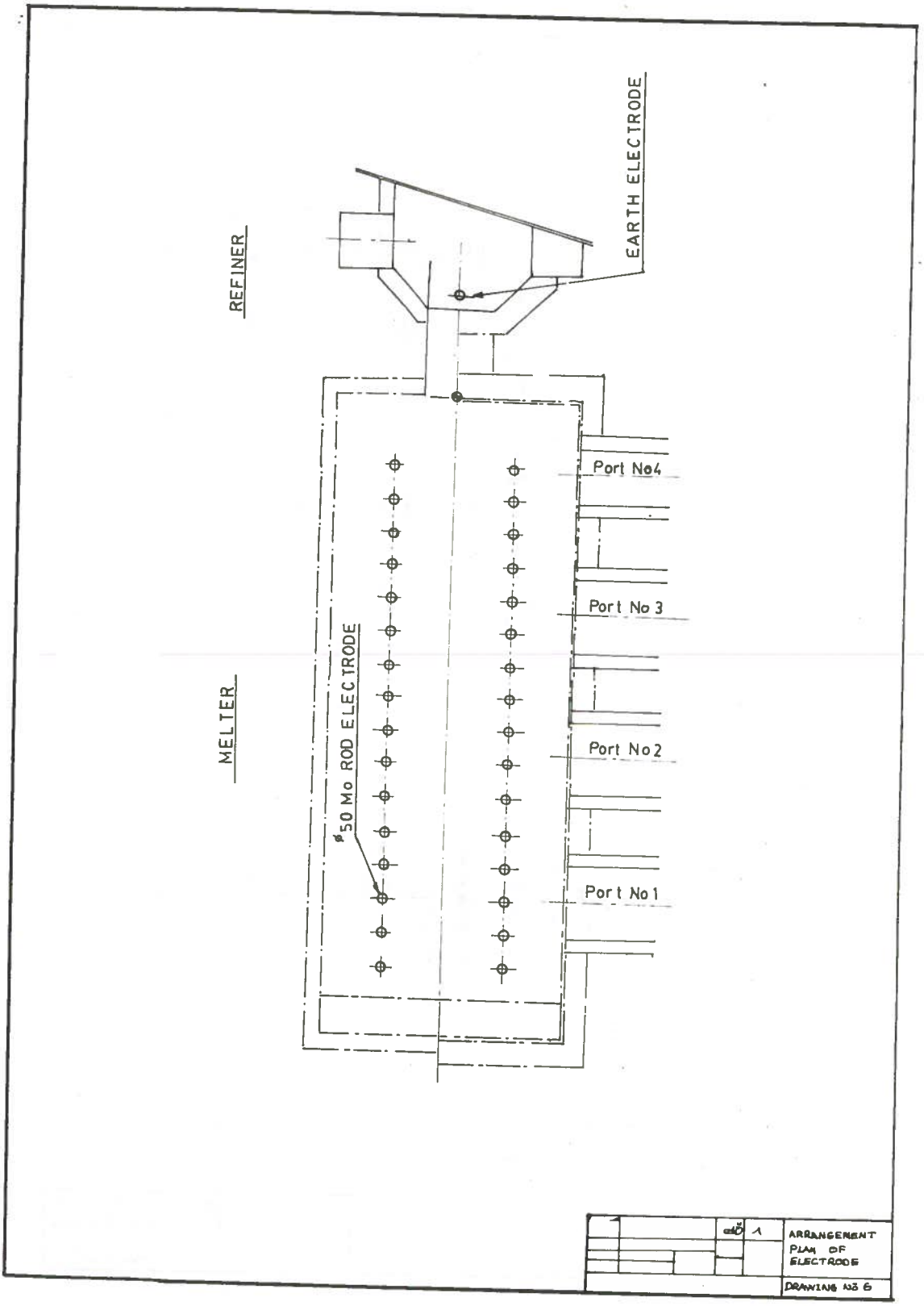
İki denklemin eşitliğinden:

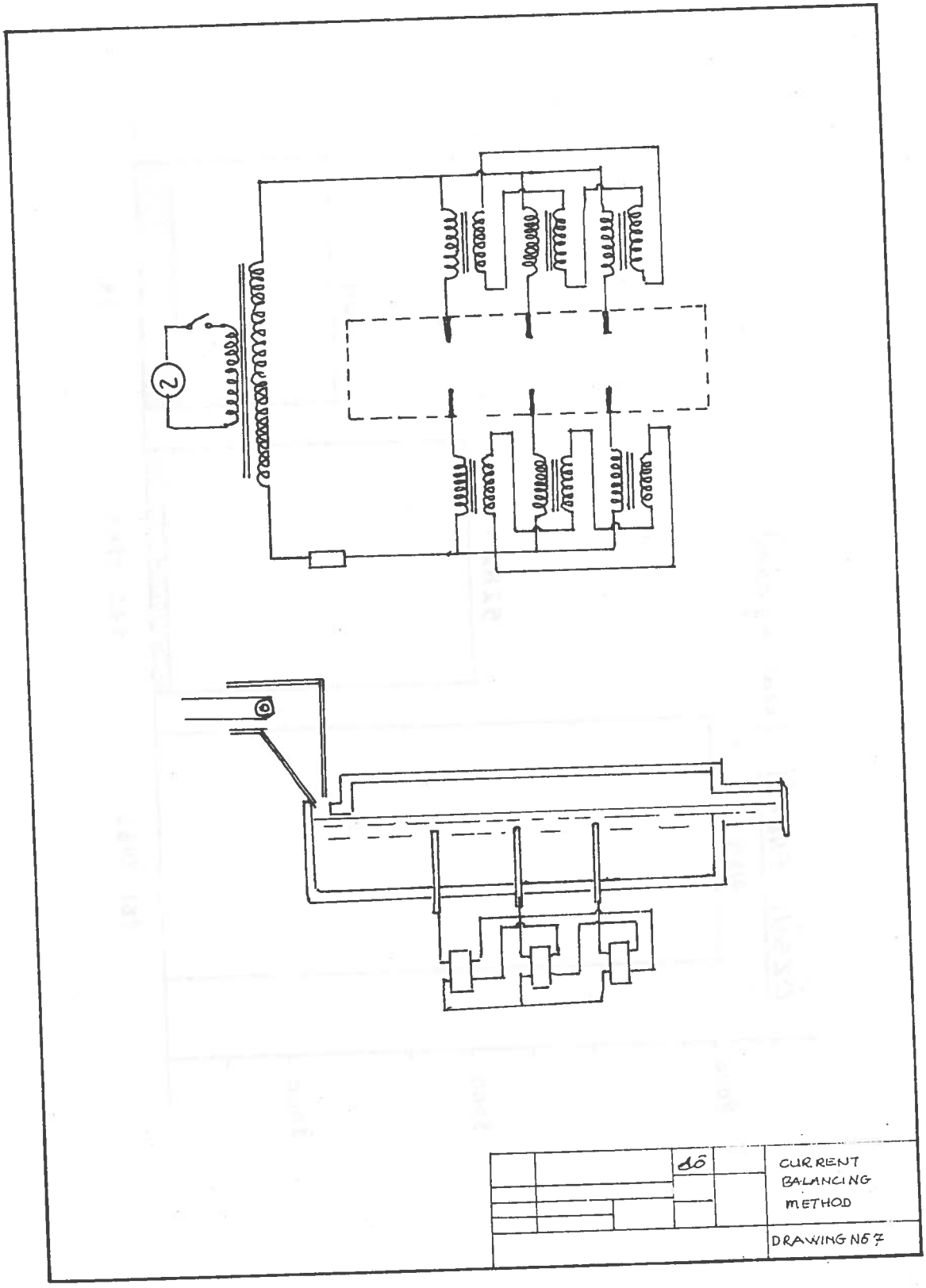
$$I_{BA} = 0,577 I_{AC}$$

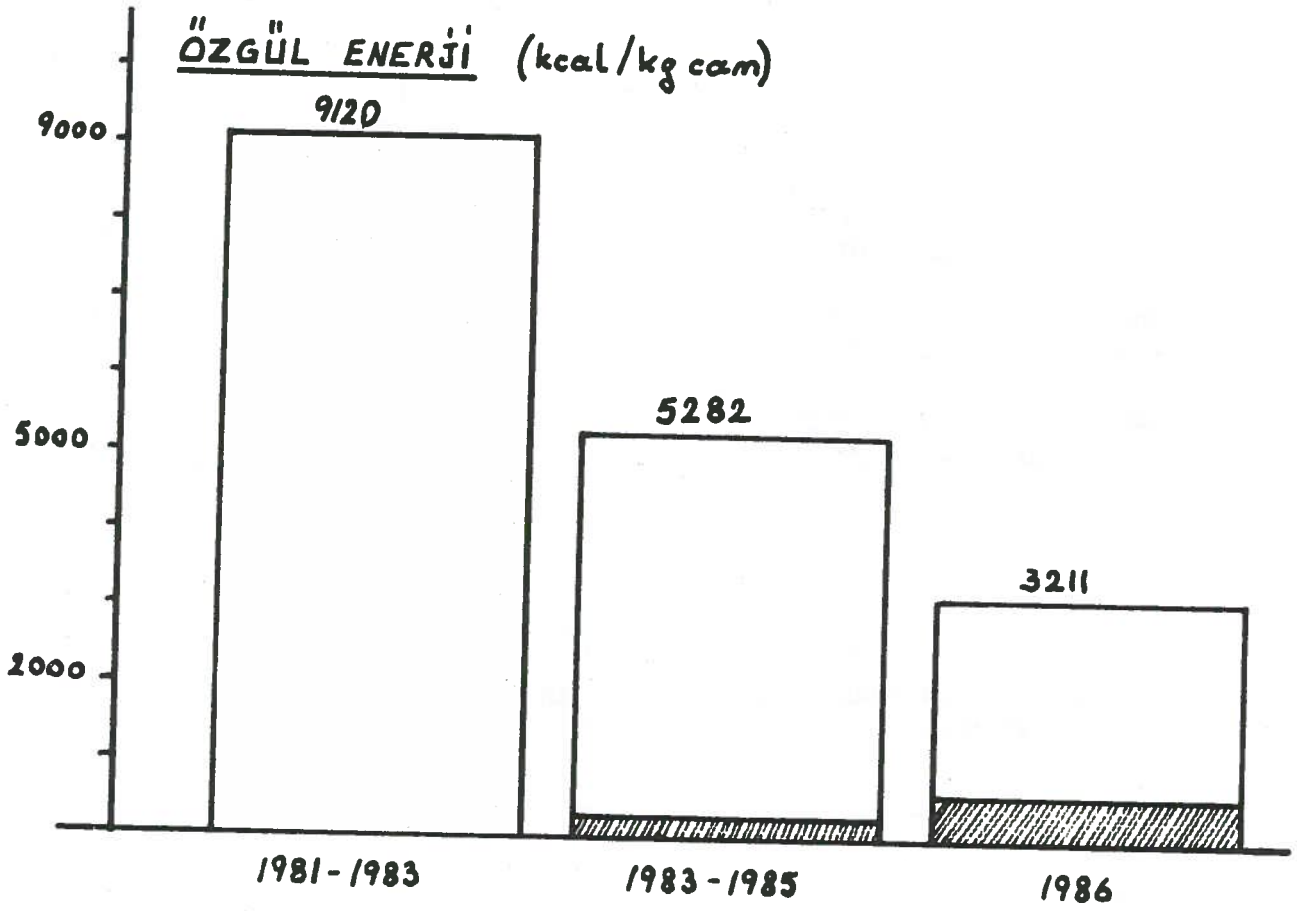

34,5 kV
3,3 kV
TR 2
Δ/λ
34,5/0,4
kV
TR 3
λ/Δ
0,4/3,3
kV
0,4kV
G
G2
λ
0,4 kV
2000 kVA
LCA
HARMAN
D.
E.B.
FIRINLAR D.
ELEK. BOOST.
1 No FIR.
2 No FIR.
TR 3
34,5 kV POWER
CABLE
Dersibu Ltd. 3

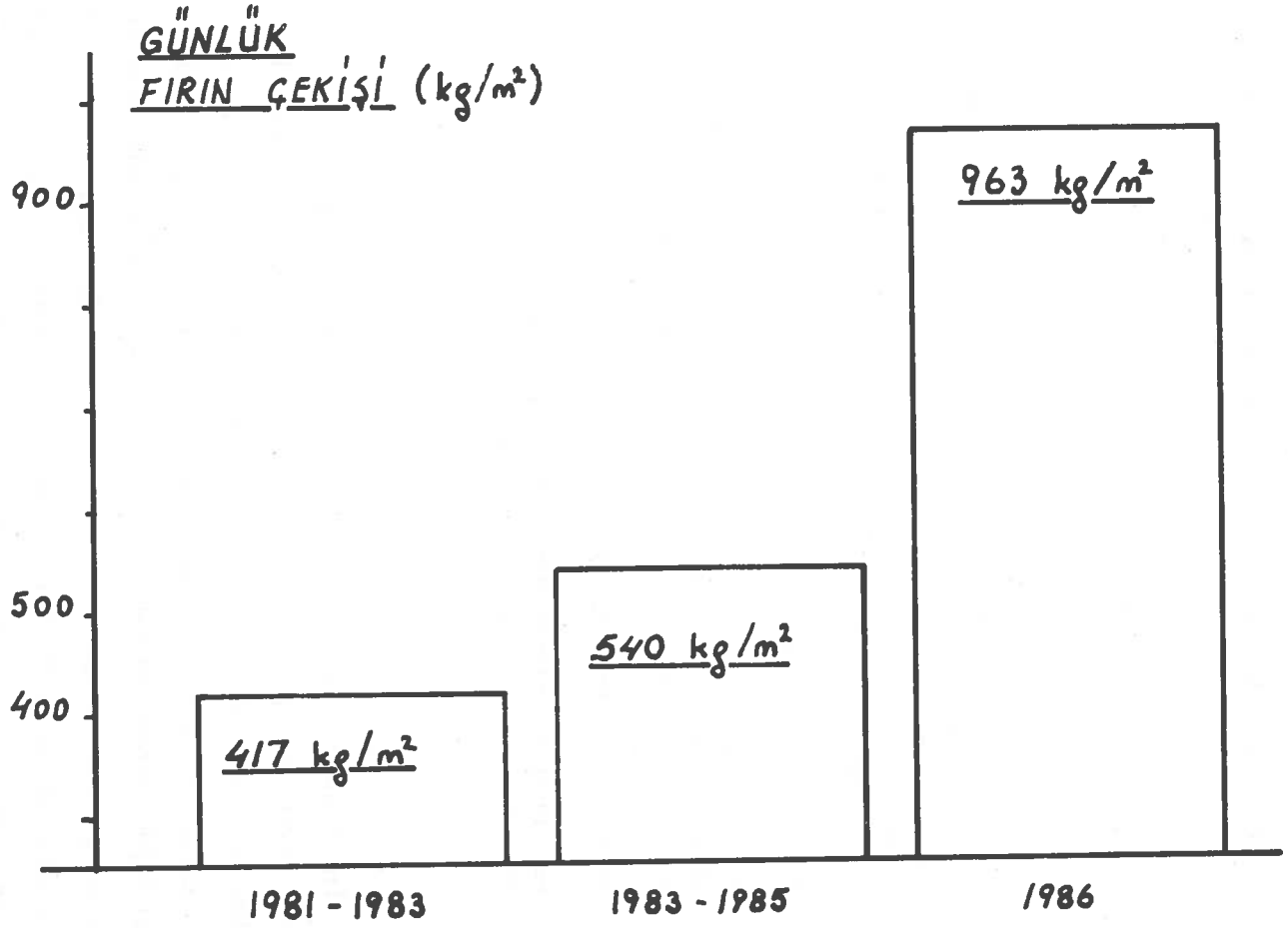

E5
E6
E3
E4
E1
E2
TR 3
TR 2
TR 1
R S T
R S T
450 KVA
ELECTRIC
BOOSTING
DRAWING Nº 4


TOP SIDE OF BLOCK
GLASS LEVEL
SETTING DRAWING
OF
ELECTRODE GROUP
DRAWING No 5


REFINER
EARTH ELECTRODE
MELTER
ø50 Mo ROD ELECTRODE
Port No4
Port No 3
Port No 2
Port No 1
ARRANGEMENT PLAN OF ELECTRODE
DRAWING No 6


CURRENT
BALANCING
METHOD
DRAWING No 7


ÖZGÜL ENERJİ (kcal/kg cam)
9000
5000
2000
9120
5282
3211
1981-1983
1983-1985
1986


GÜNLÜK
FIRIN ÇEKİŞİ (kg/m²)
900
500
400
417 kg/m²
540 kg/m²
963 kg/m²
1981 - 1983
1983 - 1985
1986

ÇALIŞMAKTA OLAN CAM FIRININDA TERMOKUPLLARI YERLEŞTİRME AMACIYLA TABANI DELME METODU

Ulus ŞENER - Kaya ALTUNAY
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Genelde fırın taban termokuplları, fırın tamiri sırasında yani soğuk iken, tabanın hareket edeceği dikkate alınarak bırakılan toleranslarla konurlar. Bazen pavinglerdeki hareketler tolerans sınırlarını aşar ve termokuplların bir kısmı devre dışı kalabilir. Bu gibi durumlarda fırın üretime devam ettiği halde, devre dışı kalmış deliğin temizlenmesi, gerekirse yeni delik açılması ve termokupl'un yerleştirilmesi olanağı vardır.

Pnömatik matkapla tabanı dikine olarak sırasıyla izolasyon şamot ve paving dahil, yukarı doğru delmek ve termokuplu yerleştirmekten ibaret olan bu metot ile, soğuk tamir sonrasında TR'da devre dışı kalmış olan 4 adet taban termokuplu sıcaklık takibi için geri kazandırılmış ve halen kullanılmaktadır.

Bu bildiride, ön hazırlıkları, kullanılan yardımcı servisleri ile delme metodu detaylı olarak sergilenmeye çalışılacaktır.

GİRİŞ

Çalışan fırınlarda rejimin sürekliliğini, yani kemer, taban ve cam sıcaklığı gibi önemli bazı parametrelerin mümkün olduğu kadar sabit kalmasını sağlamak işletmecinin amacı olmalıdır. Kemer ve cam sıcaklıkları takibi, gerektiğinde tamir veya değiştirme ile sürekli kontrol altında tutulabildiği halde; taban termokuplları, fırın soğuk tamirlerinde, yani fırın soğuk iken gerekli toleranslar bırakılarak özenle konduğu halde bazen ısıtma esnasında taban blokları ve pavinglerin ayrı ayrı çalışmalarından dolayı sıkışmakta, kırılmakta ve devre dışı kalabilmektedir. Taban sıcaklıkları fırın işletmeciliğinde en önemli parametrelerden biri olduğundan, böyle bir parametre kaybedilemez. Bu gibi durumlarda önceden açılmış olan deliklerden de faydalanılarak, üretim devam etmesine rağmen, ge-

rekirse yeni delikler de açarak, sıcaklık takibini yeniden sağlamak amacıyla, termokupl yerleştirilmesi ve kaybedilmiş bir parametrenin geri kazandırılması mümkündür. TR'da yapılan uygulama sonucunda şimdiye kadar 4 adet taban termokuplu geri kazandırılmış ve halen kullanılmaktadır.

ÖN HAZIRLIKLAR

Geri kazandırılmasına karar verilmiş olan bir termokupl deliğine işlem yapılabilmesi için birçok servislerin hazırlanması ve hizmet vermesi gerekmektedir. Bu hizmetleri şöyle sıralamak mümkündür.

1. Gerekli personelin seçilip, eğitilmesi (3 kişi)
2. Uygun bir pnömatik matkap (Şekil 1)
3. Fırın tabanına uygun uzaklıkta, rahat ulaşım ve personele çalışma imkanı sağlayacak, matkap tezgahı ve diğer malzemeleri taşıyacak emniyette ve genişlikte bir PLATFORM (Şekil 2)
4. Pnömatik matkap için basınçlı hava (Ø 1/2"/6-7 bar) (Şekil 2)
5. Pnömatik matkap için servis suyu (3/8" Ø/3 bar) (Şekil 2)
6. Acil durumda kullanılmak üzere yangın devresinden (veya teknolojik su da olabilir) çekilmiş hortum, marpuç ve vana düzeni (1") (Şekil 2)
7. Acil durumda kullanılmak üzere çekilmiş basınçlı hava (6-7 bar) (Şekil 2)
8. Personelin rahat çalışabilmesi için serinletici, 1 veya 2 küçük fan ve Ø 200 mm fleks boruları ve yönlendiriciler (Şekil 2-6)
9. Yeteri kadar aydınlatma (Şekil 2)
10. İş bittikten sonra emniyet için delikte sürekli kalacak olan basınçlı hava (Ø 8 mm bakır boru devresi 6-7 bar) (Şekil 2)

11. Gerekli delgi uçları (izolasyon ve şamot için 2" Ø, paving için Ø 1/2" gibi) ve bu uçların gerekirse adaptör ile uzatılması (Şekil 3, 4, 5)

12. Konulacak termokuplun ve bağlama parçalarının hazırlanması.

METODUN TANITILMASI

Ana olarak metot, pnömatik bir matkap ile uygun çapta uçlar ve çeşitli servislerin yardımıyla tabanı dikine olarak sırasıyla izolasyon, şamot ve paving olarak yukarı doğru delmek ve termokuplu yerleştirmekten ibarettir.

Pnömatik matkap delik delinecek yere sabitlenip, gerekli ayarları yapılır. Matkabın çalışması ve delici uca su ulaşması kontrol edilir. Delinecek bloklarla ilgili kalınlıklar delgi ucu üzerine işaretlenir. Sürekli olarak bu işaretler gözlenerek matkabın ucunun nereye ulaştığı veya ilerlemenin durup durmadığı takip edilir. Ucun yanıp, bozulmasını önlemek için delikten aşağı su akması sürekli takip edilmeli ve susuz çalışmasına izin verilmemelidir. Sıra Zack-Paving taban blokunun delinmesine geldiğinde matkap ucu uygun termokupl çapına göre değiştirilir.

Zack taban blok delinmesi işlemleri sırasında mümkün olduğu kadar matkabın ilerlemesi yavaş olmalıdır. Matkap kuvvetli bastırılırsa pavingin kalkması ihtimali vardır. Konulan işaret takip edilerek, ucun cama girdiği anlaşılınca delme hızı daha da yavaşlatılır. Amaç matkap ucundaki suyu artık camı doldurmak için kullanmaktır. Her 10 mm için 3 dakika beklenilerek toplam 50 mm cama girilir. 50 mm'e ulaşılınca ayrıca bir 15 dakika daha beklenerek camın içine açılmış olan deliğin etrafının iyice soğuması sağlanır. Bu süre matkabın geri çekilerek termokuplun yerine yerleştirilmesi için yeterlidir. Olayın en kritik zamanı olan ilk 15-20 saniye içinde termokupl yerine tam ölçüsünde oturmalıdır. Tam olarak oturması sağlanan termokupl, hazır olan bağlama parçalarıyla sabitlenir ve genelde 2" Ø delinen izolasyon ve şamot bloklardaki delikten içeri bakır boru ile basınçlı hava üflemesi başlatılır, sonraları bu hava miktarı azaltılabilir. İşlemlerin bitiminden sonra termokuplun durumu ve göster-

diği sıcaklıklar takibe alınır.

SONUÇ

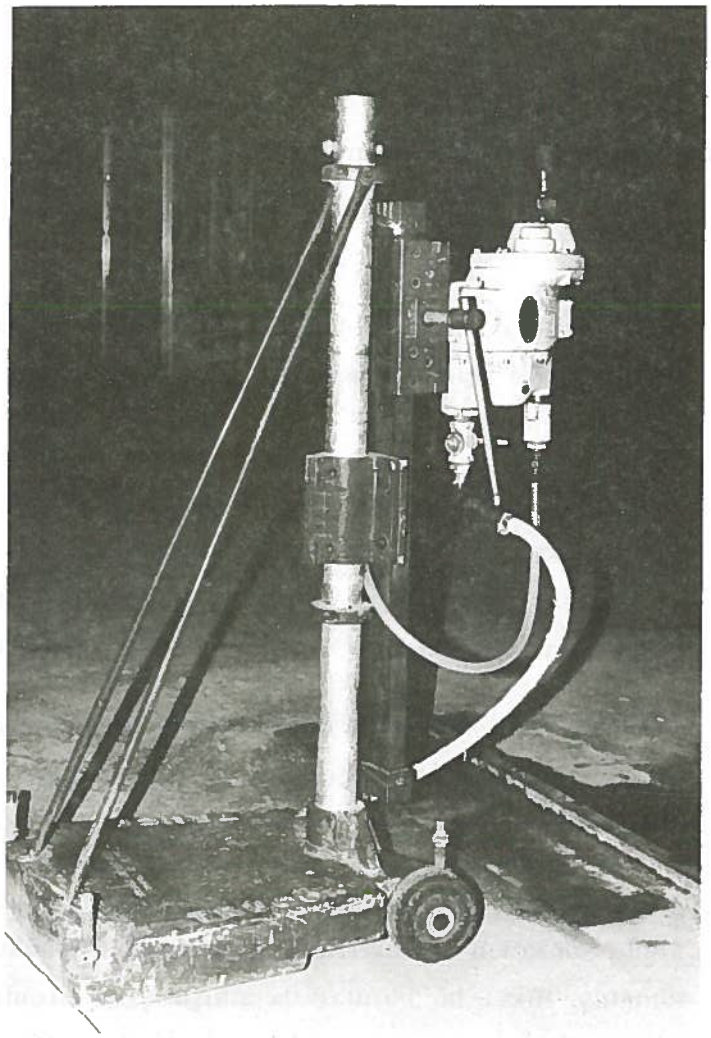
1. Fırın tabanlarına termokupl koymak veya tabanlarının durumunu sürekli kontrol için mümkün ise inşaat esnasında uygun platformlar tesis edilmelidir.

2. Termokupl yerleştirilmesini takiben bağlantı sağlamak amacıyla kullanılması önerilen fiber parça TR uygulamasında, zamanla özelliği bozulup kırıldığı için, bunun yerine termokupla takılan çelik kelepçenin tuğla üzerine oturtulması metodu geliştirilmiştir.

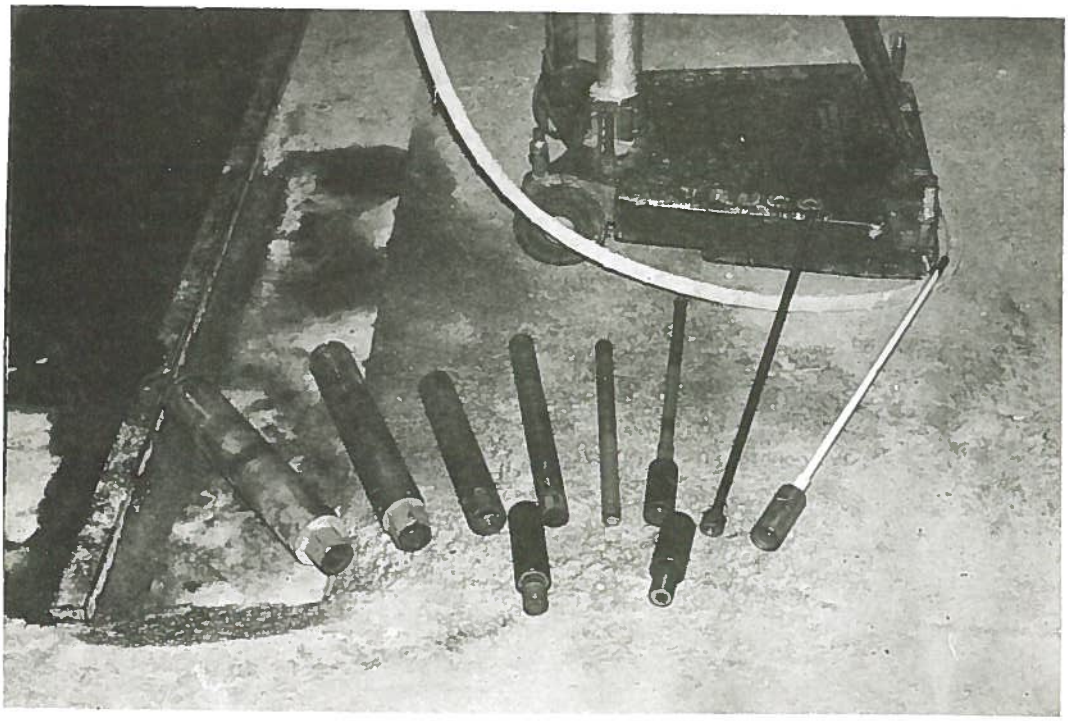
3. Konulan termokuplların durumları, dışındaki seviyeleri, havaları ve gösterdiği değerlerdeki değişimler takip altında tutulmalı, bağlantılarının gevşememesine, aşağı doğru kaymamasına dikkat edilmelidir.

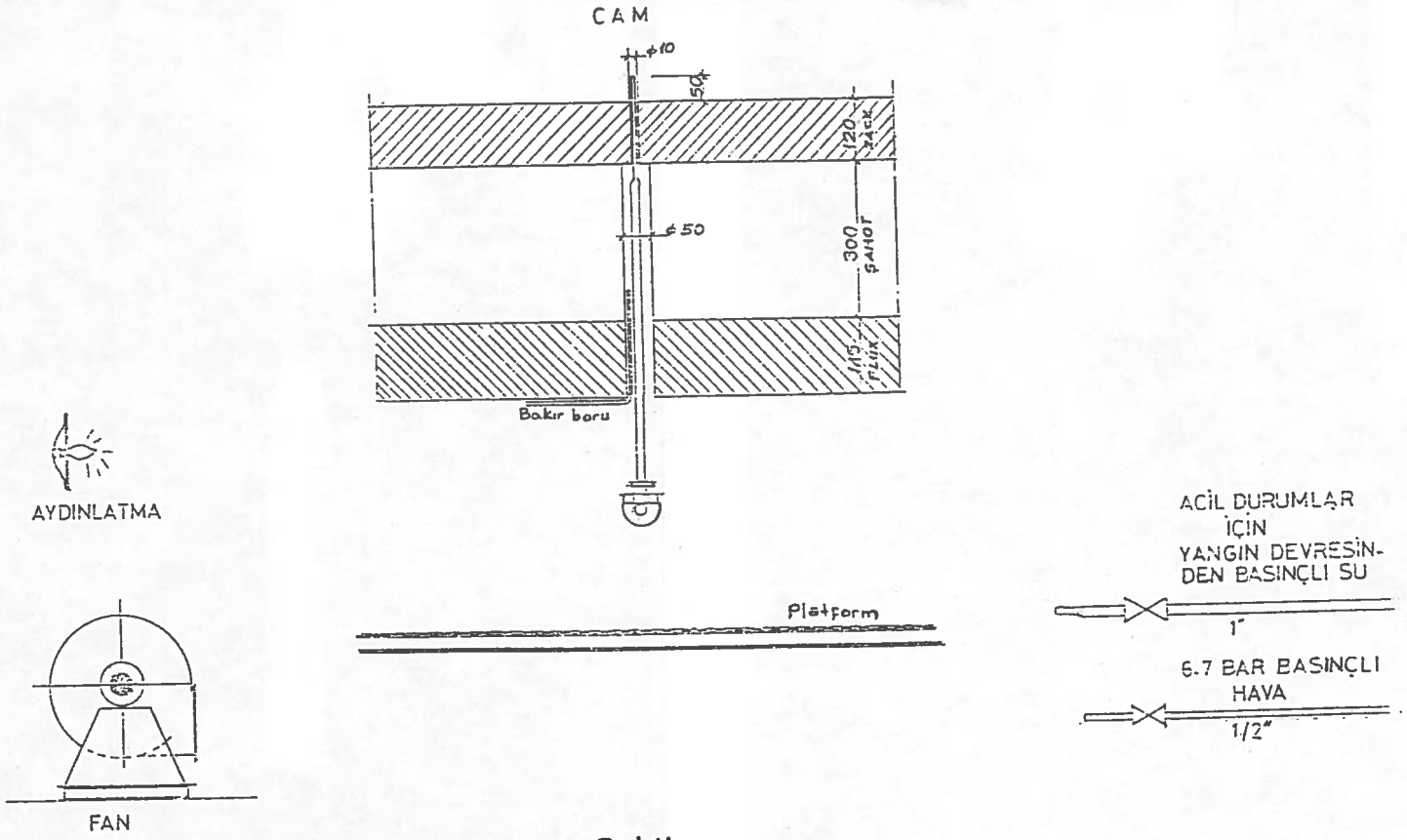
4. TR 1. kampanya döneminde önceden açılmış olan deliklere, termokuplu sonradan yerleştirmek amacıyla, termokupl taklidi su boruları konmuş, fakat bu borular da sıkışmış ve istenilen amaca ulaşılamamıştır. 2. kampanya başında yerleştirilen termokupllar da yaklaşık aynı akibete uğrayınca ortaya şu çıkmaktadır. Taban termokuplları için alışılmış montaj sırası ve zamanı mantığı değişmelidir. Fırın soğuk iken, ya sadece izolasyon ve şamot bloklar delinmeli ve fırının ısıtılması takip edilebilmelidir, veya tüm delme işlemleri fırın ısındıktan ve tüm hareketler oluştuktan sonra bir defada yapılmalı ve termokupl konmalıdır.

Şekil : 1

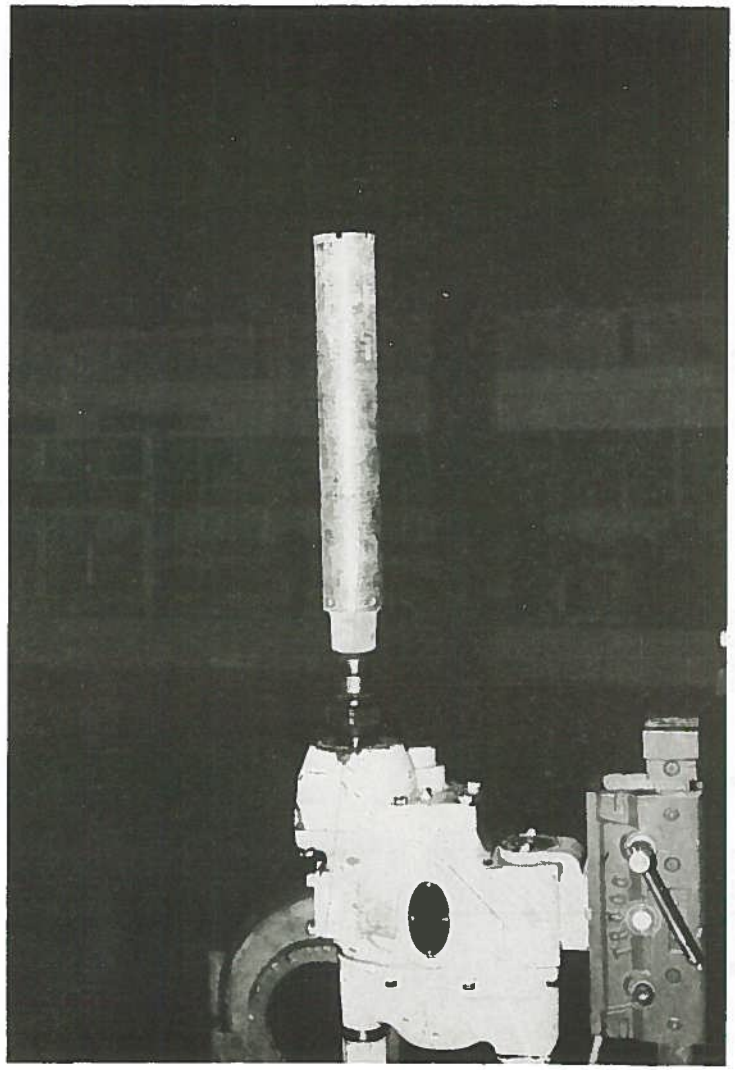


Şekil : 3

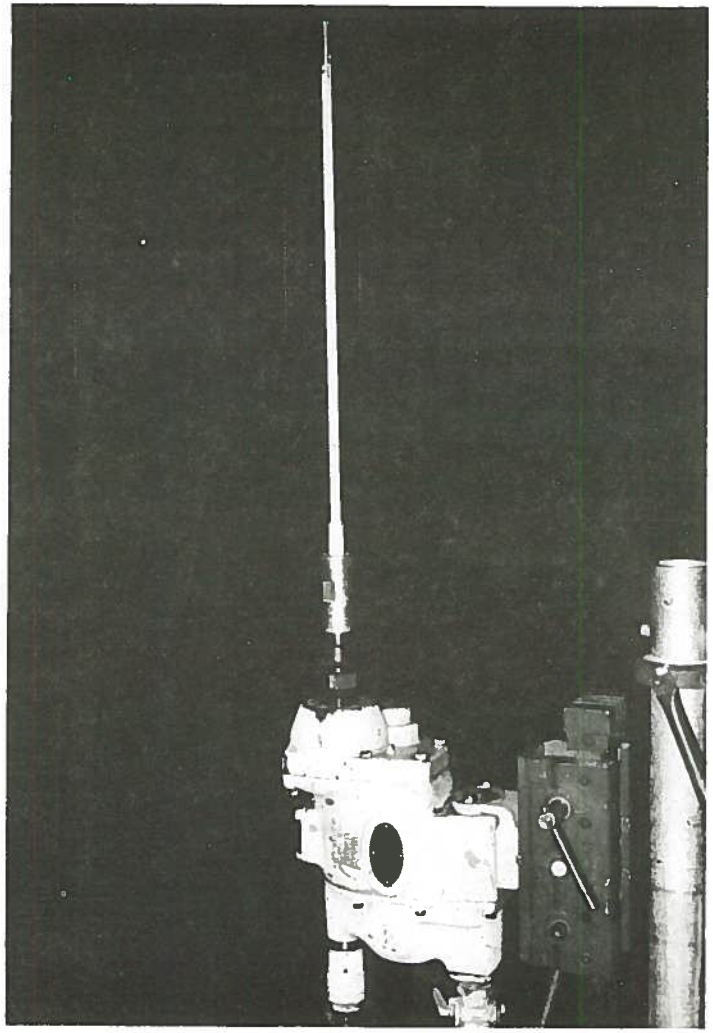



CAM
ϕ10
50
120
TAŞ
300
ŞAMOT
ϕ50
115
FLUX
Bakır boru
AYDINLATMA
Platform
ACİL DURUMLAR İÇİN YANGIN DEVRESİNDEN BASINÇLI SU
1"
6-7 BAR BASINÇLI HAVA
1/2"
FAN

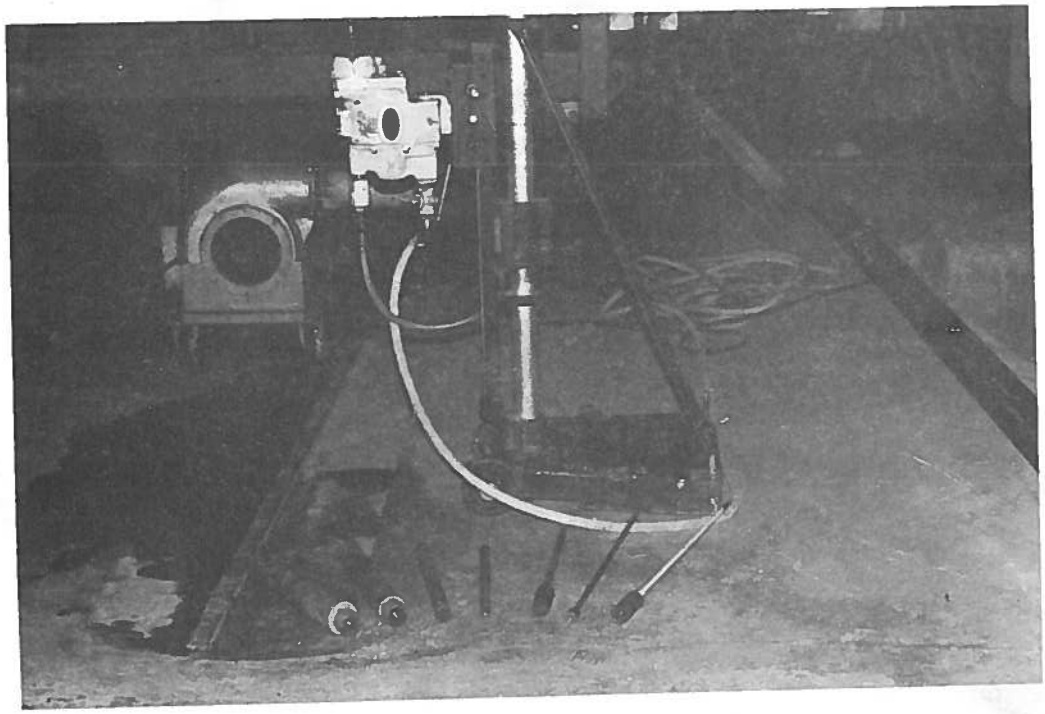
Şekil -- 2



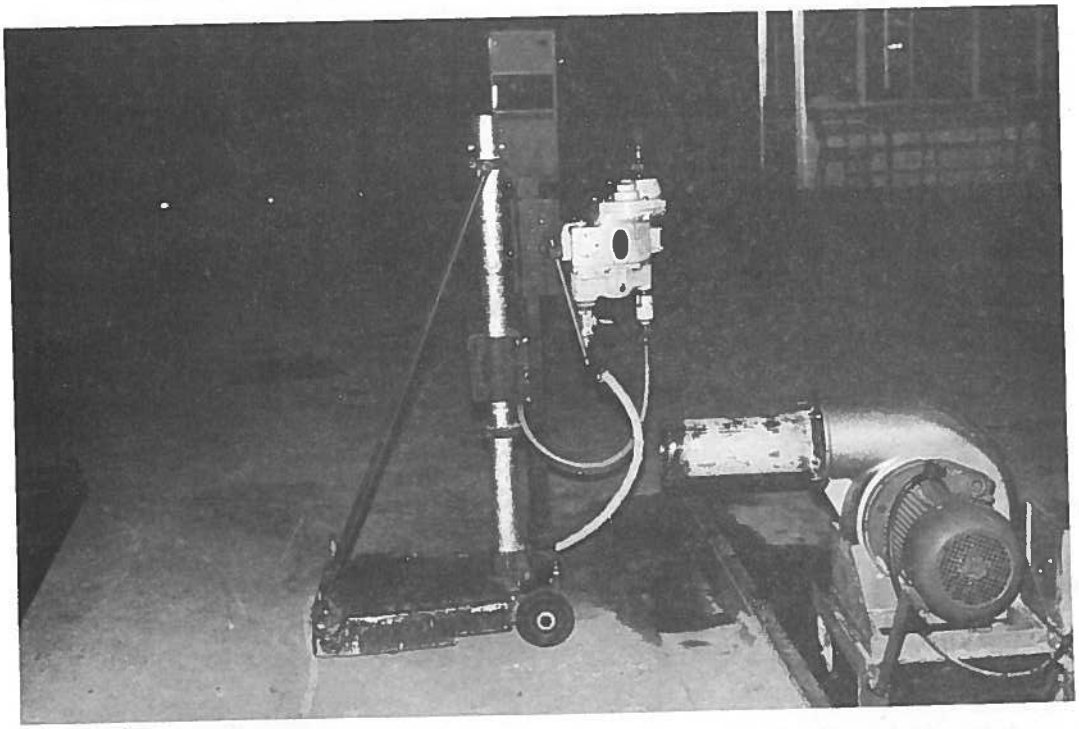
Şekil : 4



Şekil : 5



Şekil: 6



IS MAKİNELERİNDE DİKEY SOĞUTMA PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Mustafa AKAY
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

IS makinelerinin klasik soğutma sistemi, kalıpların yan yüzeylerine makine üzerindeki yarıklardan fan havası göndermek şeklindedir. Bu sistemin kalıp soğutma açısından en önemli sakıncaları soğutmanın simetrik yapılamaması, bazı yerlere havanın ulaştırılamaması ve soğutmanın tek bir bölgede yoğunlaştırılamamasıdır.

İnce cidarlı şişe üretiminde veya kalıp et kalınlığının en az olduğu imalatlarda soğutmanın iyi ayarlanamaması ciddi cam dağılımı hataları yapabilir.

Klasik soğutma yerine kalıp yan cidarlarına simetrik bir şekilde uzunlamasına delikler açılıp, fan havası bu deliklerden geçirilebilir. Teorik olarak yapılan inceleme böyle bir soğutmanın önemli parametrelerini ortaya çıkarmıştır. Deliğin kademeli yapılması soğutmanın belli bir bölgeye teksifini mümkün kılmaktadır.

Isı iletimi için değişik modellerle kompüter programları hazırlanmıştır.

Yapılan bir deneme seti özel olarak hazırlanmış bir makinede denenmiş ve önemli devir artışları sağlanmıştır. Ancak makine randımanı ve cam dağılımı arzu edildiği kadar olmamıştır. Bunun nedenleri araştırılmıştır.

Makine çalışırken yapılan ölçümler kompüter sonuçlarının tatminkar olduğunu göstermiştir.

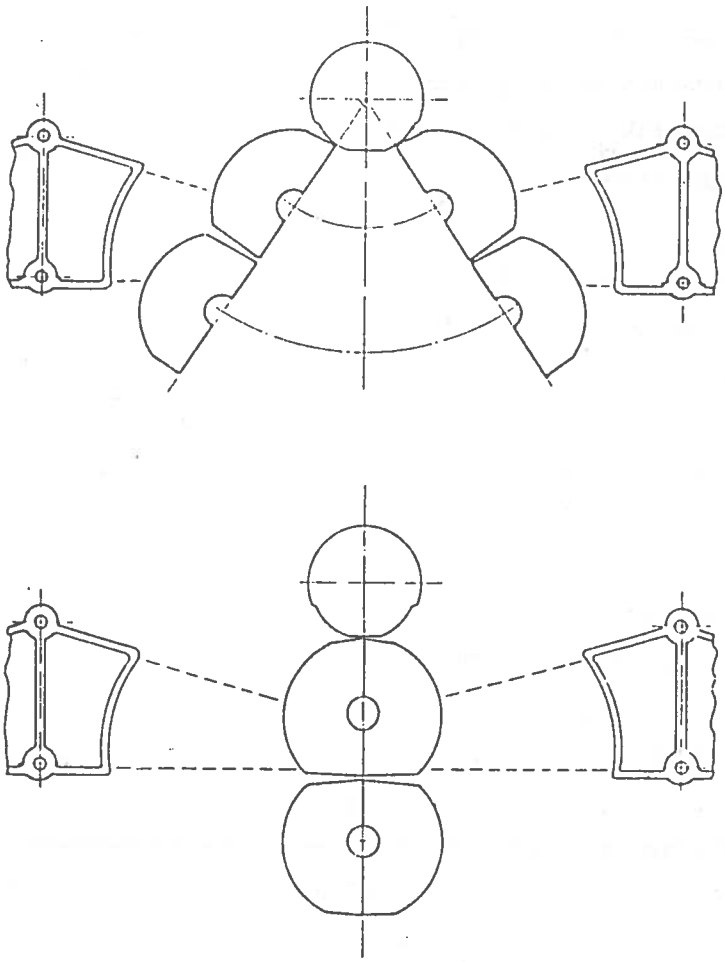
GİRİŞ

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. (AC), piyasasının zorlamasıyla 1984 yılının sonbaharında hafif geri dönüşsüz meşrubat şişeleri piyasasına kalıcı olarak girmek zorunda kalmıştır. AC için yeni olan bu piyasa beraberinde şişe dayanıklılığı ile ilgili müşteri şikayetlerini de getirmiştir. Şişeleri-

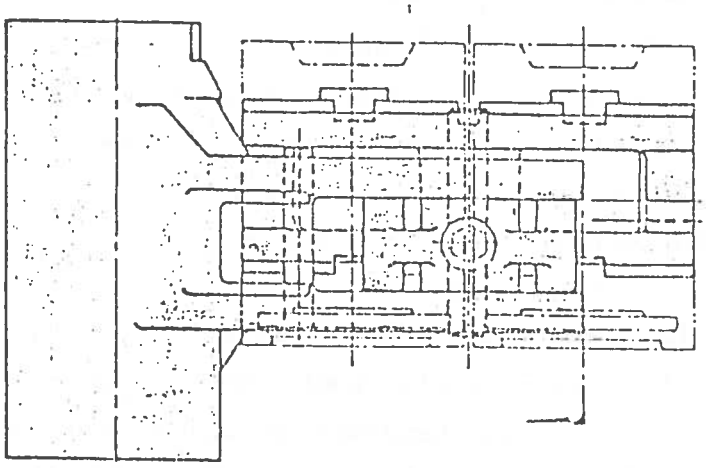
miz Avrupa normlarını geçerli kalite seviyesi sınırları içinde sağlamakla birlikte müşterilerimizin talepleri genel olarak "kendi şartlarında kırılmayacak şişe" olarak özetlenebilir. Neticede şişelerimizi daha da sağlamlaştırmak bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır.

Sağlamlığa etki eden en büyük faktörlerden birincisi yüzey sertliği ve kayganlığı ise, ikincisi de şişedeki minimum cam kalınlığıdır. Her şişe, dizayn limitleri içinde sınırlı ağırlıklar arasında olabileceğinden sağlamlığı artırmak amacıyla minimum cam kalınlığını artırmak için genel olarak şişedeki cam dağılımını mümkün olduğunca homojen yapmak gerekir.

AC'de şişe imalatında genel olarak Emhart'ın çift damla Blow Blow üretim prosesi uygulanmakta olup, Emhart IS makinaları kullanılmaktadır. Bu proses ve makinanın bilhassa yüksek makina hızlarında ve ince cidarlı ve/veya geniş çaplı şişelerde kötü cam dağılımına yol açan bazı özellikleri vardır. Proses gereği şişenin dış yüzeyinin her yanı kalıplara aynı süre temas etmez. İki farklı temas bölgesinin arası (ki bu aşağı yukarı şişe gövdesinin ortasıdır) homojen olmayan bir cam kalınlığına sahiptir. Buna "yerleştirme halkası" denir. Bu halka bazı tedbirlerle azaltılabilirse de tamamen ortadan kaldırılamaz. Makineden gelen sakınca ise bu makinelerin klasik soğutma sisteminin yerleştirilmesi ve simetrik olmamasıyla ilgilidir. Makinede kalıp soğutma, kalıp yan taraflarındaki çıkış menfezlerinden (bunlar dikdörtgen şeklinde kanal ağızlarıdır) çıkan fan havasının kalıplara çarpması ile gerçekleştirilir. Fakat normal olan çift kalıplı çalışmada Şekil 1'de görüleceği gibi hava kalıplara eşit olarak dağıtılamamaktadır. Kalıplar açık ve kapalıyken hava değişik yerlere vurmakta ve ondan sonra kontrolsüz olarak çevreye yayılmaktadır. Dolayısıyla soğutma istenen bir bölgede hassas olarak yoğunlaştırılamamaktadır. Ayrıca iki kalıbın arası soğutulmaya en muhtaç bölge olduğu halde buraya hava pek nüfuz edememektedir. Şekil 2'de de soğutma havasının, kalıpları taşıyan makina aksamı tarafından ne ölçüde önünün kesilebildiği görülmektedir. Fakat en önemli faktör IS makinasındaki klasik soğutma sisteminin şişe eksenine göre simetrik olmamasıdır.



IS'lerde kalıplar ve soğutma
Şekil 1

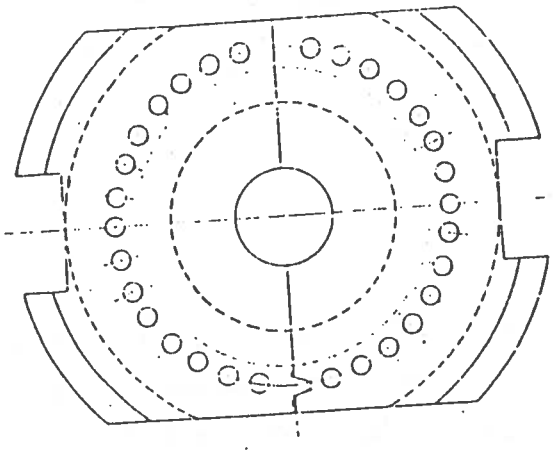


Kalıplar ve askı teçhizatı, yan görünüş
Şekil 2

Bütün bu aksaklıkların sonucunda oluşan mevzii kalıp sıcaklık farklılıkları camda da benzer farklılıklar yaratarak şişenin yer yer farklı sarkmasına ve farklı şişmesine yol açar. Özellikle yüksek makina hızlarında, ince ve/veya geniş çaplı şişelerde netice kötü cam dağılımıdır.

Şekil 1'den anlaşılacağı gibi iki kalıbın birbirine bakan yüzeyleri her zaman diğer taraflarından sıcaktır. Bu, genel olarak şişelerin karşılık gelen yüzeylerinde her zaman bir incelik yapar. Dolayısıyla genel olarak şişelerde minimum cam kalınlığı (yaygın terimiyle "ince cidar") eğer soğutma kaynaklı ise ya kalıp izi üzerinde ya da yerleştirme halkası üzerinde, çoğu zaman ikisinin kesişme noktasında oluşur.

Emhart firması da öteden beri bu problemlerin farkında idi. Bunlardan "yerleştirme halkası"na getirilen çözüm değişik bir prosestir: Dar Boyunlu Pres Prosesi NNPB. Soğutma simetrisi için getirdiği çözüm ise geçen yıllarda piyasaya sürülen yeni bir IS soğutma sistemidir (Ticari adı: Vertiflow). Bu sistemde hava, kalıp cidarına şişe eksenine paralel ve simetrik olarak açılan deliklerden geçirilmektedir (Şekil 3). Eski sistemdeki aksaklıkların hiçbiri bu sistemde yoktur. Üstelik açılan delikler kademeli yapılarak soğutma istenen bölgeye teksif olunabilmektedir.



Şekil 3

Geçen yılın sonunda AC Araştırma Şefliği bu sistemin benzerinin kendi imkanlarımızla imal edilebileceğini, gerekli hesapların dizayn için yeter-

li seviyede yapılabileceğini ve bu sistemin cam dağılımını büyük ölçüde düzelteceğini öne sürerek konunun fabrika seviyesinde ele alınmasını teklif etti. Konu benimsendikten sonra hesapları Araştırma Şefliğince, mekanizma prototip dizayn ve imali, Şişe İmalat Şefliğince, mekanizma nihai dizayn ve imali Kalıp İmal Şefliğince, deneme kalıp dizaynı Kalıp İmal Şefliğince yapılarak hazırlandı. Kalıplarla, bir ön denemeden sonra iki deneme imalatı yapıldı. Aşağıda bu konuda yapılan çalışmalar ve yapılan deneme imalatlarının değerlendirmesi yer almaktadır.

TEORİ

Bu soğutma sisteminde problem esas olarak, iki ucu arasındaki basınçları sabit olan bir borudaki hava akışı ve havaya olan ısı iletimi ile ilgilidir. Boru sıcaklığı ekseni boyunca sabit kabul edilebilir, çünkü kalıbın dış yüzeyi iç yüzeyindeki sıcaklık salınımlarından etkilenmez; ayrıca boyuna sıcaklık dağılımlarının düzgünleştirilmesi her zaman arzu edilen bir nitelik olup, boru kademelendirilmesiyle mümkündür. Ayrıca boru (kalıp) sıcaklığı son kalıp için 400°C civarında olmalıdır (İlk kalıp şartları daha az kritikdir, bu nedenle dikkate alınmamaktadır). Bunun da nedeni en iyi şişe imalat şartlarında son kalıp iç yüzeyinin 550-570°C ortalama sıcaklıklarında bulunması gereğidir. Normal imalat hızlarında arzu edilen ısı akışı için yaklaşık bir hesap boru çevresinde yuvarlak 400°'lik bir sıcaklık olacağını ortaya koymaktadır. Delik çevrelerinde açısal sıcaklık dağılımının da bu problem için yaklaşık olarak sabit olduğunu varsayacağız. Bu varsayımın geçerliği büyük ölçüde deliklerin birbirinden yeteri kadar uzakta delinmiş olmasına bağlıdır.

Akışkanlar mekaniği yönünden de önce problemin sınırlarını çizmek gerekir. Makinedeki hava basıncı 600 mm SS civarında olduğundan ve pratik olarak delik çapı 5 mm civarında ve delik boyu da kullanmayı düşündüğümüz kalıp cinslerinde 200 mm civarında olduğundan bu değerlerle ısı nakli olmaksızın yapılan bir hesap Reynolds sayısını 10^4-10^5 civarında vermektedir. Dolayısıyla akış kararsızdır (turbulent). Problemin bir özelliği, deliğin ilk giriş kısmında akışın tam teşekkül etmemiş olmasıdır.

Bir başka özelliği de, ısı akışı nedeniyle havanın fiziksel özelliklerinin delik boyunca değişmesidir. Havanın değişken fiziksel özellikleri ile hesap yapılacaksa borunun küçük hesap elemanlarına ayrılması gerekir ki bu da bir kompüter programı gerektirir. İlgili akışkanlar mekaniği formülleri aşağıda verilmektedir.

Bir borudaki akış için sürtünme katsayısını veren formül:[1]:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 + \log \left[\frac{6.9}{Re} + \left(\frac{e}{3.7} \right)^{1.11} \right] \quad \text{.....(1)}$$

Burada f sürtünme katsayısı, Re Reynolds sayısı, e=E/D, E yüzey pürüz yüksekliği, D de boru çapıdır. Formülün geçerlilik sınırı $4.10^3 \leq Re \leq 10^8$ ve $0 \leq e \leq 5$ arasındadır. Problemimizdeki gibi bir boru parçasındaki basınç kayıpları şu formüllerle verilebilir:

$$\Delta p_g = c_g \, \rho_g \, \frac{V_g^2}{2} \quad \text{.....(2)}$$

$$\Delta p_v = \rho_g \, \frac{V_g^2}{2} \quad \text{.....(3)}$$

$$\Delta p_L = \sum_i f_i \, \frac{\Delta L}{D} \, \rho_i \, \frac{V_i^2}{2} \quad \text{.....(4)}$$

Burada Δp basınç kaybı, Δp_g giriş basınç kaybı, Δp_v hız dönüşümü kaybı, Δp_L boru boyunca sürtünme kaybıdır. Ayrıca c_g boru giriş basınç kaybı katsayısı, ρ_g girişteki hava yoğunluğu, V_g girişteki boru içi hızı, f_i her boru hesap elemanındaki sürtünme katsayısı, ΔL boru hesap elemanı uzunluğu, ρ_i hesap elemanındaki ortalama yoğunluk, V_i hesap elemanındaki ortalama hava hızıdır.

Ayrıca bir boru parçasında momentin sakımı formülü:[2]

$$A(p_1-p_2) = \dot{m}\,(V_2-V_1) + \tau_w A_d \quad \text{.....(5)}$$

Burada A boru kesit alanı, p_1 ve p_2 boru giriş ve çıkışlarındaki basınçlar, V_1 ve V_2 boru giriş ve çıkışındaki ortalama hızlar, $\dot{m}$ kütle akış hızı, τ_w boru duvarındaki sürtünme gerilimi, A_d de boru çevre alanıdır. Isı iletim katsayısı için eldeki en basit formüllerden biri Reynolds'a aittir. Bu formül Prandtl sayısı 1'e yakın olan gazların giriş bölgesinden uzaktaki kararsız boru akışlarında sadece yüzde birkaç hata vermektedir.[2, 3]

$$\frac{h}{\rho V c_p} = \frac{f}{8} \quad \text{.....(6)}$$

Bu formülde h konveksiyon katsayısı [$=q_d/(T_d-T)$] [q_d duvardan birim alana düşen ısı akışı, T_d duvar sıcaklığı, T ortalama akışkan sıcaklığıdır], ρ hava yoğunluğu, V ortalama hız, c_p havanın özgül ısısı, f ise borudaki sürtünme katsayısıdır. Reynolds formülünün borudaki hava akışı durumuna uygulanması sistem değişkenlerinin etkilerinin kolay anlaşılmasına yol açmaktadır. Bu nedenle aşağıda bu uygulamanın formülleri verilecektir. Her şeyden önce, giriş bölgesinden uzakta, belli bir boru için formülü şöyle yazabiliriz:

$$h = \frac{\dot{m}}{A}\, c_p\, \frac{f}{8} \quad \text{.....(7)}$$

Belli bir boruda $\dot{m}$ her yerde aynıdır. Havanın c_p'si de söz konusu sıcaklıklarda sabittir. f ise yüksek Reynolds sayılarında sabittir. Neticede h'nin tam teşekkül etmiş hava akışı olan boruda yüksek akış hızlarında aşağı yukarı sabit olacağı anlaşılır. Ayrıca (6)nın sabit duvar sıcaklığı olan bir boruya uygulanması (bu uygulamada boru iç sürtünmesinin yaratacağı ısınma ihmal edilmektedir) şu formülü verir:[2]

$$\frac{f}{2}\,\frac{x}{D} = \ln \frac{T_d-T_o}{T_d-T} \quad \text{.....(8)}$$

Burada x boru uzunluk ekseni, T_o boru girişindeki durgun hava sıcaklığıdır (Ayrıca buradaki T ile (6)'daki T farklıdır; fakat farkı önemli değildir). Yani belli bir delik çapında, yüksek hava hızlarında boru içindeki sıcaklık dağılımı sabittir. Havayı belli bir yerden sonra ne kadar artırırsak artıralım yaklaşık olarak delikten çıkan havanın sıcaklığı aynıdır. Isı iletimi

$$Q = \dot{m}\, c_p(T_L - T_o) \qquad (9)$$

olduğundan, (burada Q boruda alınan tüm ısı, T_L de hava çıkış sıcaklığıdır) ayrıca ρ_L sabit olduğundan yaklaşık olarak

$$\dot{m} \propto \Delta p^{1/2} \qquad (10)$$

olduğundan yine yaklaşık olarak

$$Q \propto \Delta p^{1/2} \qquad (11)$$

olur. (11) imalat süresi içinde geçerli pratik bir ayar kriteridir.

Boru kısa olduğundan borunun giriş kısımlarında yüksek bir ısı iletim katsayısı mevcuttur. Giriş etkilerini borunun tamamı için bir faktör olarak veren şu formül yaygındır[4]:

$$F = 1 + (L/D)^{-0.7}, \quad (L/D < 60) \qquad (12)$$

Ancak noktasal bir faktör ararsak (12)'yi

$$F_x = 1 + 0.3\,(x/D)^{-0.7} \qquad (13)$$

olarak yazabiliriz. Eğer (13), sabit duvar sıcaklığı durumunda Reynolds formülü ile birlikte uygulanırsa, boru boyunca sıcaklığı veren denklem

$$\frac{f}{2}\left(\frac{x}{D} + \left(\frac{x}{D}\right)^{0.3}\right) = \ln \frac{T_d - T_o}{T_d - T} \qquad (14)$$

haline gelir. (14) daha önce çıkarılan (11)'in geçerliğini muhafaza eder.

Elimizdeki problemi nispeten az hata ile çözmemiz gerektiğinden ısı iletim katsayısı için oldukça iyi bir formül kullanmalıyız. Colburn'e göre:[3]

$$\frac{h}{\rho V c_p} Pr^{2/3} = \frac{f}{8} \quad \text{.....(15)}$$

formülü $Pr \neq 1$ durumunu karşılar (bizde $Pr \approx 0.7$). Yalnız burada Pr ve f nin "film sıcaklıklarında" yani $T_f=(t_d-T)/2$'de değerlendirilmesi gerekmektedir. (6) ve (15)'in havanın değişken özellikleriyle hesabı bir kompüter programı gerektirmiştir.

FORMÜLLERİN İRDELENMESİ

(1)'den f'nin e ile kuvvetli bir münasebet içinde olduğunu görmekteyiz. Elimizdeki problemde kalıba delikler matkapla açılacaktır. Matkap işlemlerinde E, 32-500μ inç arasında değişmektedir.[5] Dolayısıyla 5 mm çaplı bir boruda e, 0.00016 ile 0.00025 arasında, f de 10^5 Reynolds'da 0.018 ile 0.025 arasında değişir. (6) ve (15)'ten görüleceği gibi ısı iletim katsayısı ile f arasında oransal bir bağıntı bulunmaktadır. Bu nedenle kalıp imalinde her deliğin aynı ve tercihan büyük yüzey pürüzlülüğüyle delinmesine itina gösterilmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

(3)'teki boru giriş basınç katsayısı c_g, boru giriş ağzının geometrisi ile ilgili olup, keskin geçişler için 0.5'ten, tatlı yuvarlak geçişler için 0.23'e ve tam yuvarlatılmış geçişler için 0.04'e kadar değişmektedir.[6] Bu geniş dağılım, delik girişlerinin hassas ve aynı şekilde işlenmiş olmasını bir mecburiyet haline getirmektedir.

Belli bir soğutma dizaynı değiştirilip delik çapı büyütülürse ısı transfer yüzeyi artacağından ısı iletimi de artar. Fakat küçük gibi görünen delik çapı değişikliklerinin büyük etki yapacağı gözardı edilmemelidir. Örneğin çapın 5 mm'den 6 mm'e çıkarılması soğutmayı % 20 mertebesinde artıracaktır.

Belli bir şişe profili veya cam dağılımı gereği kalıbın bir bölgesinde ısı

iletiminin düz bir borunun vereceğinden fazla olması gerekebilir. Bu, delik çapının kademelendirilmesi suretiyle gerçekleştirilebilir. Belli bir çapta deliğimiz olduğunu varsayalım. Bunun çıkış ucundan belli bir uzunlukta deliği büyüttüğümüzde tüm delik boyunca basınç kaybı azalacağından $\dot{m}$ artar. Dolayısıyla aynı Δp'de çalışırken dar kısımda eskiye göre daha yüksek bir ısı akışı gerçekleşir. Genişleyen kısımda ise, tüm deliğin büyük çapta olması durumuna kıyasla daha düşük bir $\dot{m}$ vardır. Dolayısıyla deliğin geniş tarafında ısı iletimi, kalıp boyunca geniş delik olması durumuna göre daha az olur. Delik çapları, Δp ile birlikte değiştirilerek kalıp boyunca en uygun ısı alma profili elde edilebilir.

KOMPÜTER PROGRAMI

Programın mantık akışı şöyledir:

1. Havanın fiziksel özelliklerinin sıcaklığa göre fonksiyon olarak tanımı (c_p, ρ, μ, Pr)
2. Problem verilerinin girilmesi [T_d, D, L, T_o, Δp, c_g, E, ΔL]
3. Hassasiyet kontrol sabitleri tanımları
4. Hafızaya alınacak değişkenlerin tanımı
5. Diğer problem sabitlerininhesabı [A, e]
6. Her hesap elemanının faktörünün hesabı
7. Boruda ısı iletimi yok varsayılarak $\dot{m}$'ın ilk tahmininin hesabı
8. Her eleman için T, Re, Q, Δp, f, h'nin hesabı
9. Δp toplamının alınması, giriş ve hız kaybının eklenmesi
10. Momentin sakımı formülünden, yeni bir $\dot{m}$ tahmini
11. $\dot{m}$ kontrolü ve gerekirse 8'e gidiş

12. Sonuçların basılması

Kompüter programından elde edilen örnek sonuçlar Grafik 1, 2, 3'te verilmektedir.

ÖLÇÜMLER VE KARŞILAŞTIRMA

Kalıp yüzey sıcaklığı ölçümleri için LAND yüzey probu, hava sıcaklığı ölçümleri için Anritsu HLC-30 marka termokupl esaslı dijital yüzey termometresi ve hava hızı ölçümleri için bir pitot tüpü kullanılmıştır. Hava basıncı ölçümleri için makine üzerindeki manometreler kullanılmıştır.

Bütün ölçümler prototip mekanizma ile yapılan deneme imalatında alınmıştır.

55 d/dk'daki ölçümler:

Hava basıncı 600 mm SS
Finisör üst iç yüzey sıcaklığı 476°C
Finisör orta iç yüzey sıcaklığı 478°C
Müldefon sıcaklığı 565, 568°C

64 d/dk'daki ölçümler:

Hava basıncı 600 mm SS
Kalıp orta iç yüzey sıcaklığı 500°C
Müldefon sıcaklığı 550°C

68 d/dk'daki ölçümler:

Hava basıncı 600 mm SS
Hava çıkış sıcaklığı 160°C
Hava çıkış hızı 42 cm SS (101 m/sn)

Finisör üst iç yüzey sıcaklığı	Sol 524, sağ 516°C
Finisör orta iç yüzey sıcaklığı	Sol 569, sağ 572°C
Finisör alt iç yüzey sıcaklığı	Sol 545, sağ 546°C
Müldefon ön (ortalama)	535$\mp$20°C

Müldefon arka (ortalama)	$545 \mp 15^{o}C$
Finisör dış orta yüzey sıcaklığı	$409-415^{o}C$
Ebişör iç yüzey sıcaklığı	$380 \mp 30^{o}C$

Genel olarak sıcaklık ölçümlerinde büyük fark olması ölçüm yapmak için çok az zaman kalmasından ileri gelmektedir. Hava çıkış sıcaklığı da ölçme süresi çok kısa olduğundan ancak yaklaşık (az olarak) ölçülebilmiştir.

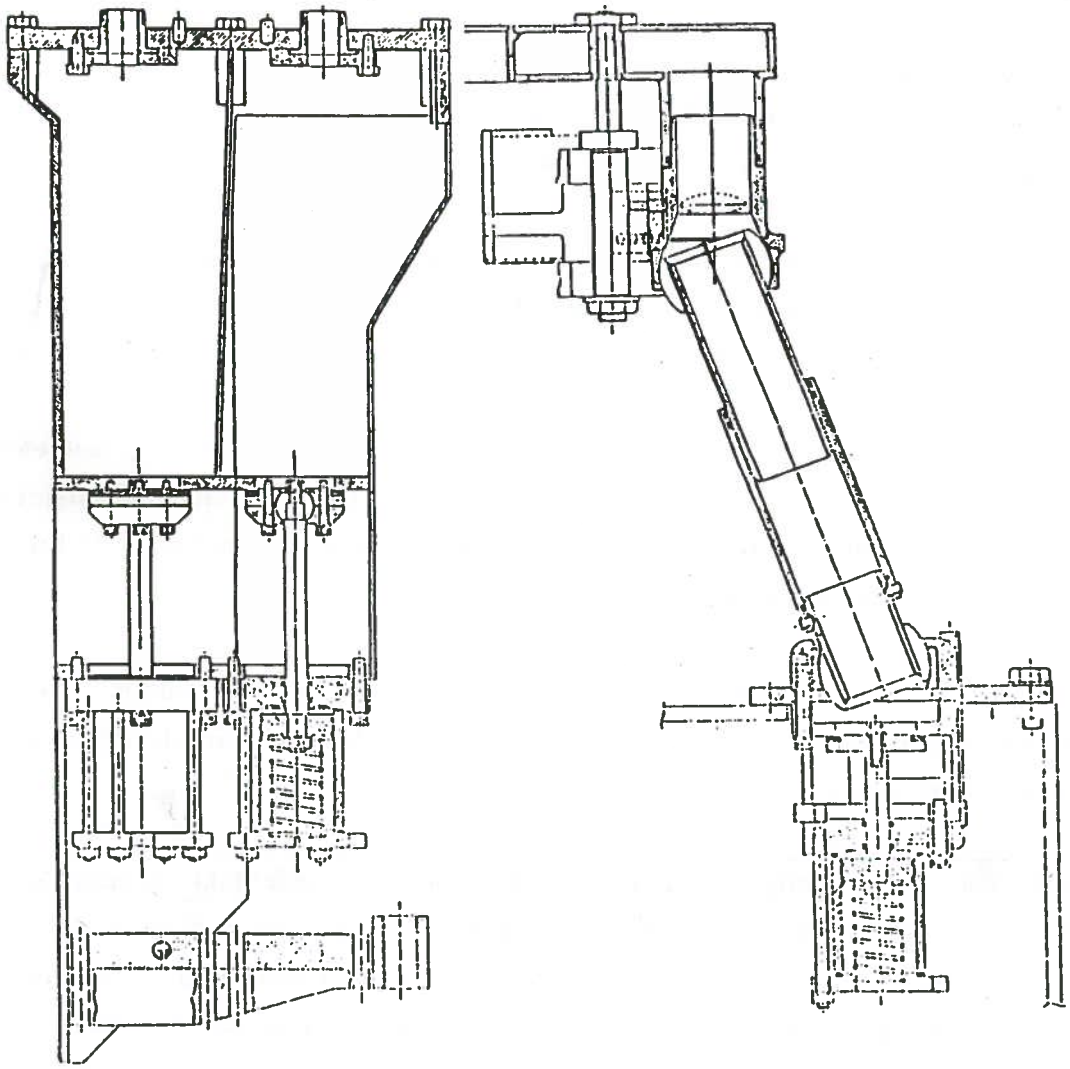
Finisör dış sıcaklığının iki değişik yerde 6°'lik bir fark yaptığı görülmektedir. Bu sıcaklıklar güvenilir ölçümlerle kalıp kapalıyken elde edilmişlerdir, çünkü alınmaları kolaydır. Yani tam homojenlik sağlanmamıştır. Bununla beraber fark önemsizdir.

68 d/dk'da finisör iç yüzey sıcaklığının finisörler için kabul edilen maksimum değere ulaştığını görüyoruz. Bu devir her halde bu imalatın sınırı kabul edilmelidir.

Müldefon sıcaklığının, daha güvenilir olan 55 ve 63 d/dk'daki ölçümlerinde finisör sıcaklığından yüksek olduğu görülmektedir. Ya değişik soğutma dizaynı, ya da değişik müldefon kalıp malzemesi gerektiği anlaşılmaktadır. Fakat şişe iyi göründüğünden deneme imalatı için bir değişiklik yapılmamıştır. 68 d/dk'daki ölçümler hesaplarla karşılaştırılırsa Reynolds formülü çıkış hızı için 118 m/s, çıkış sıcaklığı olarak $164^{o}C$ vermektedir. Bu formülün daha ehven olduğu anlaşılmaktadır.

MEKANİZMA DİZAYNI

Bu sistem için iki yeni mekanizma dizaynı gerekmektedir. Bunlardan birisi müldefon mekanizması, diğeri ise ebişör hava manifoldunu taşıyan mekanizmadır (Şekil 4). Görüldüğü gibi hava finisörde alttan, ebişörde ise üstten girmektedir. Ebişör mekanizması kalıp kolu tutucusuna vidalarla tespit edilmiştir. Hava, valf blokundan alınan sinyallerle açılıp kapanmaktadır.



Müldefon Mekanizması Manifold Taşıyıcı Mekanizma

Şekil 4

KALIP DİZAYNI

Deneme imalatı için yapılan kalıplar Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmektedir. Görüldüğü gibi delikler ilk kalıpla 5 mm, son kalıpta kademeli olarak 6 ve 5 mm ve otuzar adettir.

lanmış, eksik olanların da olayın üzerinden fazla zaman geçmeden tamamlanması için yürütülen çalışmalar son aşamasına gelmiştir.

Toplanan bilgi ve belgeler on bir ana başlık altında tasniflenmiştir. Her bir grupta yer alan bilgi ve belgeler şunlardır:

1. Eğitim Çalışmaları

Özellikle ustabaşı ve teknisyen düzeyindeki elemanlara camın özellikleri, eski ve yeni fırının farkları ve fabrikadaki tüm servislerin tanıtılmasına yönelik bir eğitim programı uygulanmıştır. Literatür taraması ve kişisel bilgi ve deneyime dayanarak hazırlanan ders notlarında fabrikadaki bölümlerin özelliklerine ve yaptıkları işlere yönelik temel bilgileri ayrıntılı şekilde bulmak mümkündür.

2. I. Kampanya Dönemi Sorunları ve Çözüm Önerileri

Float teknolojisinin ülkemizde ilk kez uygulanmasının doğal sonucu olarak kurulan sistemlerin bir bölümünde ihtiyaçlara tam cevap verebilecek şekilde bazı tadilatların ve yenileştirmelerin yapılması gerekmiştir. Bu çalışmaların bazıları soğuk tamir öncesinde tamamlanmıştır. Soğuk tamir döneminde ele alınması ve modernize edilmesi gerekli işlerin belirlenmesi için her kısım sorumlusu kendi bölümüne ait bir rapor hazırlamış ve çözüm önerisi ile birlikte sorunları dile getirmiştir. Nihai tercihler bu raporlar üzerinde tüm servis sorumlularının da katılması ile yapılan görüşmeler sonucu belirlenmiştir. Bu dokümanda, birinci kampanya döneminde her bölümde karşılaşılan sorunları ve değişiklikleri görmek mümkündür. Bir anlamda birinci kampanya döneminin teknik tarihçesi hazırlanmıştır.

3. I. Kampanya Dönemi Kalite İncelemesi

Bugün ve gelecekte float teknolojisi ile çalışacak olan yeni elemanlar halihazırda kaliteyi ve prosesi kontrol etmek için kullanılan parametreleri gayet doğal olması gereken şeyler olarak değerlendirecektir. Oysa

sıcaklığı ve rutubeti gibi ikincil derecede etkisi olan faktörlere kadar varabilmektedir. Bu nedenle sistemi bir bütün olarak ele alma, veri toplama, verileri analiz etme, özel ile geneli birbirinden ayırt etme, bugünün açıklanamayanını peşini bırakmadan gelecekte aydınlığa kavuşturma başarılı olunmak isteniyorsa cam sanayii için tek alternatif gözükmektedir. Yapılan tercihlerin sonuçlarını görmek zaman aldığından hatta bazen sekiz on yıllık kampanya döneminin tamamlanmasını beklemek gerektiğinden bugün ile yarın arasında diyalog sağlanmalı ve birbirini tamamlayan halkalar oluşturulmalıdır.

Zeka, bilgi, tecrübe ve gerekli araçlarla desteklenmediği sürece fazla varlık gösterememekte, bakmayı görmeye dönüştürebilmek için dolu kafa diğer bir deyişle çağrışım gerekmektedir. Bu nedenle iş yapmanın yanı sıra bilgi üretmek, yapılanı belgelendirmek ve sadece bugünün sorunlarını ve sıkıntılarını aşmakla kalmayıp geleceğin camcılarına, üzerine basacakları sağlam bir zemin hazırlamak bugünün camcılarına düşen bir başka görev olmaktadır. Ulu önder Atatürk, Ulusal Kurtuluş Savaşının en kritik günlerinde "Hattı müdafaa yoktur, satlı müdafaa vardır. Bu satıh bütün vatandır" demiştir. Günümüz rekabet koşulları, bundan farklı bir tablo göstermemektedir. Rekabet sadece üretimde değil pazarlama, finansman, araştırma-geliştirme gibi tüm alanlarda aynı zamanda yer almakta ve bir zincirde ancak en zayıf halkası kadar kuvvetli olabilmektedir.

FLOAT I. SOĞUK TAMİR UYGULAMALARI

Soğuk tamir kararının alınmasını takiben ilk toplantıda çalışmaların kapsamı ve çerçevesi belirlenmiş ve gelişmelerin belgelendirilmesi üst yönetim kararı olarak alınmıştır. Bunu takiben konunun önemi ve beklenen sonuçlar soğuk tamirde görev alacak yönetim kademelerine aktarılmıştır. Böylece konu bir veya birkaç kişinin özel istek ve merakı olmaktan çıkarak, tüm grubun paylaştığı ortak bir amaç durumuna gelmiştir. Uygulamada üst yönetimin destek ve katkısı kesintisiz olarak devam etmiştir. Zamanla üretilen bilgi ve belgeler muntazam olarak ilgililerince dosya-

yönteminin seçiminde ve uygulanmasında da vardır. Belki bir konuyu öğrenmek için en ideali bilerek, düşünerek, analiz ederek, sebep sonuç ilişkisini hep akılda tutarak sorunları aşmak ve bu arada bilgi hazinesini zenginleştirmek, kısaca olayı yaşamaktır. Ancak bu seçenekte bile olayın her yönü ile bizzat uğraşmak, herşeyi bizzat görmek ve yapmak mümkün değildir. Her zaman ve her yerde bulunulamayacağına göre mutlaka bazı şeyler başkalarının gördüklerinden veya yaşadıklarından yararlanılarak öğrenilecektir. Bunun da ilk tercih edileni şüphesiz ilk ağızdan bilgiyi almaktır. Haberleşmede kaynak ile nihai alıcı arasına giren her ilave unsurun mesajı bozma veya çarpıtma tehlikesinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle de ilk kaynak, alıcıdan zaman ve mekan olarak uzakta olsa bile ona doğrudan ulaşabilmelidir. Yazı ve yazılı belgeler insanoğlunun bu konuda geliştirdiği en etkin ilk araç olmuştur. Zamanla buna sesin ve görüntünün de kalıcı olarak tespit edilebildiği araçların kullanılması eklenmiştir. Böylece insanoğlu, doğanın kendisine getirdiği sınırlamaları başta kendi zekası olmak üzere tüm doğa kaynaklarını kullanarak aşmasını bilmiştir. Artık, muntazam tutulan bir günlük, bir bildiri, bir rapor, bir fotoğraf, bir teyp veya video kaseti veya film aracılığı ile insanoglu kendisindeki ve çevresindeki değişmeleri ve gelişmeleri izleyerek hem kendisiyle zaman içinde haberleşme imkanını bulmakta, hem de zaman ve mekan farkı olsa da diğer insanlarla diyalog kurabilmektedir. Mimariye gönül vermiş biriyseniz, Mimar Sinan devrinde yaşamamış olmaktan fazla üzüntü duymayabilirsiniz. Yeter ki Mimar Sinan ve ekibi yaptıklarının nedenini niçinini ve nasılı küçük notlar ve resimler halinde bile olsa bir yere kaydetmiş olsun.

Genelden cam sanayii özeline gelindiğinde konunun önemi daha da artmaktadır. Bilimde kesin gerçek yoktur. Aksi henüz kanıtlanmamış, geçersizliği gösterilmemiş doğrulardır söz konusu olan. Cam sanayiinde de sorunlar (n) bilinmeyenli (n) denklem şeklinde tek çözümlü ve tek alternatifli olmamaktadır. Genelde bilinmeyen sayısı mevcut denklem sayısından fazla olduğundan sonuçlar bazı bilinmeyenlerin parametre olarak kabul edilmesine ve onlar için yapılan tercihlere bağlı olmaktadır. Parametre dizayn özellikleri, malzeme seçimi ve işletme koşulları gibi temel unsurlar olabildiği gibi havanın

nolojiler satın alınmakta, çeşitli uzmanlar getirtilerek elbirliği ile sistemler çalıştırılmaktadır. Ancak, zaman geçtikçe çeşitli nedenlerle bu çalışmalarda bulunan kişilerin bir bölümü ayrılmakta, bir bölümü başka güncel sorunlarla uğraşma durumunda kalmakta ve bir süre sonra da neyin niçin ve hatta nasıl yapıldığına dair görüşlerin farklılaştığı ve rivayetlerin muhtelif olduğu görülmektedir. Hafızaların yanı sıra kişisel notlar ve kişisel arşivlere başvurularak netice alınmaya çalışılmaktadır. Belirli koşulların, anlayışın ve yaklaşımın sonucu olan bu durumu tümüyle reddetmek yerine hangi noktadan itibaren ve neden yetersiz kaldığını irdelemek sağlıklı temel tercihleri yapabilmek açısından yararlıdır. Gelişmiş teknolojiler gerçekten yeni anlayış ve alışkanlıkları gerektirmekte midir, yoksa iş yapmanın yanı sıra bilgi üretme ve yapılanın belgelendirilmesi bir fantezi midir?

Düşünce olarak doğru olsa bile bunun yaşama aktarılışı nasıl ve ne şekilde gerçekleştirilebilir?

Bu bildiride bilgi üretmenin gerekliliği genelde ve cam sanayii özelinde ele alınmakta ve Trakya Cam Sanayii A.Ş. I. soğuk tamir çalışmaları sırasında konunun ele alınış şekli, uygulama sistematiği ve elde edilen sonuçlar takdim edilmektedir.

BELGENİN GEREKLİLİĞİ

Bilindiği gibi insanın bir konu üzerinde bilgi edinmesi duyarak, görerek, okuyarak ve yaşayarak olabilmektedir. Konuya ve içinde bulunulan koşullara bağlı olarak bunlardan sadece birisinin, bazen de hepsinin yer aldığı durumlar söz konusudur. Hangi yöntem geçerli olursa olsun insan beş duyusundan yararlanarak bilgi toplamaktadır. Beş duyu ise ancak belirli sınırlar içindeki olayları algılayabilmekte hatta bazen bunları bile yanlış değerlendirebilmektedir. Sadece beş duyunun fiziksel ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak değil konuya, konuma, ortama, kişinin ruhsal ve hatta sosyal durumuna bağlı olarak algılamalar farklılaşabilmektedir. İnsanın doğasından ve yaşamın gerçeklerinden gelen bu sınırlamalar bilgi edinme

BİLGİ ÜRETME ARAYIŞLARINA BİR ÖRNEK: FLOAT I. SOĞUK TAMİR ÇALIŞMALARI

Çetin AKTÜRK
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Bilginin düşünmede, çözümlemede, geliştirmede ve yaratmadaki yeri bilinmektedir. Bilginin kuvvet olduğu da ortak görüştür. Ancak eğitimden endüstrideki çalışmalara kadar çok geniş bir alanda kaynak yetersizliği ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu darboğazı aşabilmek için birçok kesimde olayları ve gelişmeleri kalıcı kılabilmek amacıyla bilgi ve belge üretme ve toplama gayretleri vardır.

Bu bildiride bilgi ve belge üretmenin teknolojik gelişme içindeki yeri, cam sanayiinin kendi özelliklerinden dolayı ortaya çıkan bilgi üretme zorunluluğu ele alınmakta, bu çerçevede float 1. soğuk tamir çalışmaları sırasında hangi alanlarda ve hangi detaylarda bilgi ve belgenin toplandığı, bunun hangi sistematik içinde yürütüldüğü ve elde edilen sonuçlar takdim edilmektedir.

GİRİŞ

Atasözleri ve öz deyişler bir anlamda özümsenmiş deneyimlerin, yaşanmış gerçeklerin dile getirilmesi ve kuşaktan kuşağa aktarılmasıdır. Muhtemelen binlerce yıl önce söylenmiş olan "Söz uçar yazı kalır" anlamındaki "Verba Volant Scripta Manent" şeklindeki Latince deyiş geçmişte insanları nelerin uğraştırdığından ziyade belki bugünün yazı sorunlarına ışık tutabilecek anahtarı dile getirmektedir.

İnsanlar arası haberleşmenin sadece sözlü düzeyde kalmasının yarattığı sıkıntıları herkes belirli sıklık ve ağırlıkta yaşamaktadır. Daha genel anlamda ve geniş platformda sorunlar ise özellikle yatırım dönemlerinde ve sonrasında sıkça ortaya çıkmaktadır. Makinalar, sistemler ve yepyeni tek-

İsteyen herkesin ilgilendiği bilgi ve neticelere anında kavuşması ile ivedi bilgi alış verişi sağlanması.

SONUÇ

İşletmelerde, teknik konularda yaygınlaştırılmış bir merkezi bilgisayar kullanım uygulamasının daha gelişmiş bir çalışma ortamı doğurması bakımından önemli faydaları olabilir.

İletişim olanağının artması, data ve sonuçlara ulaşım imkanlarının kolaylaşması, karar verme, doğruluk, zaman ve insan tasarrufu, kalite ve randıman artırma gibi önemli konularda bu uygulamanın katkıları olabilecek görünümdedir.

KAYNAKLAR

1. Topkapı Şişe San. A.Ş.'nin Üretimi Konusundaki Tüm Kayıt ve Raporlar ve İş Akış Sistemi.
2. NCR 9300 COBOL ITX El Kitabı.

ölçüde istifade edilebilir.

Örnek: Fırınlar için üç parametreli korelasyon programı
Yakıt harcaması - Cam kırığı yüzdesi - Fırın çekişi

e) Rapor Üretimi-Bilgisayara Dayalı Rapor Sistemi

Bilgisayar aracılığı ile teknik raporları (gün, ay, yıl olarak) üreterek, buna dayalı bir iletişim sistemi kurmak mümkündür. Elle doldurularak üretilen raporlar yerine böyle bir yönteme geçilmesinin önemli kazançları olacaktır. Bunlar eleman tasarrufu, zaman tasarrufu, düzen getirme, tekrarın kaldırılması vs. olarak sıralanabilir.

Örnek: Günlük proses kontrol raporu
(Fabrikanın genel günlük çalışma durumunu gösterir olup, sapan parametreler ikazlı olarak belirtilerek öncelikle üzerinde durulması gerekli konulara yönelme sağlanır. İkaz sınırları teknolojik bilgi ve fabrika çalışma şartlarına göre belirlenir).
İsteme göre parametre döküm raporları (Yapılacak programlar ile bir arada görülmesi istenen değerlerin dökümü sağlanır).

f) Bilgisayardan Günlük Üretim Seyri Anında Yararlanmak

Merkezi bilgisayarın sağladığı iletişim olanağına dayalı olarak, günlük üretim seyrinde takibi önemli görülen bazı konularda böyle uygulamalar yapılabilir. Bu uygulamanın yapılabilmesi için bilgisayar alışkanlığı ve kullanımının belli bir düzeye gelmesi gerekir.

Örnek: Sıcak ve soğuk kontrollerdeki iletişimin sağlanması
Fırın sıcaklık ve diğer kontrollerinin gün içinde daha yoğun takibi ve değerlendirilmesi (bilgi giriş sıklıkları 1-1/2 saat).

Standart sapma (σ, 2σ, 3σ)
Üst ve alt kontrol limitleri (σ, 2σ, 3σ göre)
Üç aylık dönemler halinde grafik dökümler.

c) Ayar (set) Değerleri-Standart Formlar

Makina ve sistemler için ayar değerlerinin bilgisayarda muhafaza edilmesi imkan dahilindedir. Belli bir performans ve kalitenin sağlandığı zamanlardaki çalışma değerleri süratle kullanıma hazır vaziyete getirilebilir. Böylece optimum çalışma şartlarındaki set değerlerinin de tespiti yapılmış olur.

Örnek: İmalat ayar kartları
(IS makinalarında çalışan mamullerin tambur ayarı, kalıp soğutma portları ve diğer imalat çalışma değerleri amaca uygun olarak bilgisayar aracılığı ile takip ve muhafaza edilmesi)

Diğer bir yaygın kullanım da standart formların üretilmesindedir. Muhtelif konulardaki standart formlar hafızada önceden toplanmış standart değerler aracılığı ile istenilen şekilde elde edilir.

Örnek: Ambalaj standart formları
Kalite kontrol standart formları

d) Geçmiş Dönem Taraması ile Muhtelif Konularda Değerlendirme

Bu konudaki çalışmalar ikili ve çoklu korelasyon programları aracılığı ile yapılır. Korelasyon programları, parametrelerin birbiri ile (ikili) ilişkisinin araştırılması veya çoklu ilişki araştırması şeklinde kullanılabilir. Korelasyon şiddetini gösteren katsayılar ile konu üzerinde yorum ve diğer çalışmalar yapılır.

Özellikle cam hatalarının sebeplerinin araştırılması aşamasında geçmiş dönem data birikiminden bu programlar sayesinde geniş

Data olarak bilgisayarda toplanan değerlerin bazıları değişken (örneğin fırın taban sıcaklığı), bazıları ise standart (örneğin mamul standart boy ölçüsü) tipindedir.

Aynı datanın bilgisayarda günlük toplama sıklığı isteme göre artırılabilir. Günlük ortalama tek değer olarak girilen dataların vardiyada veya saatte bir defa olarak girişleri sağlanabilir. Dolayısıyla parametrenin takip ve kontrolü sıklaştırılmış olur. Bunun için programların isteme göre düzenlenmesi gerekir.

b) Hesaplama-İstatistiki İşlemler

Gerek camın oluşumu, gerekse diğer üretim safhalarına ait bazı teknik hesaplamaların bilgisayar aracılığı ile yapılması mümkündür. Bu işlemler için özel programların hazırlanması gerekir. Programlar hesaplamanın cinsine göre veri tabanına bağımlı veya bağımsız olarak çalışır. Böylelikle çok kısa sürede, doğru ve düzenli bir şekilde hesaplama işlemleri yapılabilir.

Örnek: Harman tablosu hesabı
Redoks katsayısı hesabı
Renksiz cam renk hesabı (% Parlaklık, saflık, dalga boyu)
Ambalaj maliyeti hesabı (malzeme + işçilik)

İstatistiki işlem programı ile de önemli sayılan proses kontrol parametrelerinin istenilen zaman aralığındaki istatistiki bilgilerini elde etmek mümkündür. Programa göre yapılabilen işlemler şunlardır:

Numune sayısı (N)
Aritmetik ortalama ($\bar{X}$)
Minimum değer (X_{min})
Maksimum değer (X_{max})
Range ($X_{max}-X_{min}$)

AMBALAJ

Koli

AMBALAJ NO :
İÇ ADET :
DİZİLİŞ :
DIŞ EBAT :
HACMİ :
DOLU AĞIRLIK :
ARA KARTON CİNSİ :
ARA KARTON BOYUTU :
SEPARATÖR CİNSİ :
KISA BOY :
UZUN BOY :
AMBALAJ ÖZEL DURUM :

Tava

BOYUT :
İÇ ADET :
DİZİLİŞ :

Palet

İÇ ADET :
YÜKLÜ AĞIRLIK :
YÜKLÜ BOYUT :
PALET SIRA SAYISI :
SIRADA PAKET SAYISI :
PALET PAKET SAYISI :
YÜKLÜ HACİM :
M^3 MAMUL ADEDİ :
TON MAMUL ADEDİ :

Standard ambalaj bilgileri her mamul için bir defaya mahsus olarak tüm ambalaj alternatifleri göz önüne alınarak girilir.

C. YAPILABİLİR İŞLER VE BAZI ÖRNEKLERİ

a) Dokümantasyon-Veri Tabanı Oluşturmak

Uygulamanın ulaşılmış bu seviyesinde yaklaşık 300 cins parametre mevcut olup, sisteme göre (fırın, hat, mamul, hammadde vs.) değerler üretildiğinde çok yüksek data sayılarına ulaşılmaktadır. Örneğin cam dansitesini bir tek parametre olarak kabul ettiğimizde bu değerin mevcut fırınlar için ayrı ayrı günde 6 defa tespit edildiği düşünülürse data artımı görülebilir. Aynı şekilde tek bir parametre olarak gözüken habbecik sayımı değeri günde mevcut bütün hat/mamul de yapıldığında değer sayısı artmaktadır.

Bütün bu data birikimi kullanıma hazır bir bilgi bankası haline gelir. Değerler ve neticelere ekrandan ve de dökümler aracılığı ile ulaşılır.

ŞEKLİ :
GRAVÜR :
KAFA STD. :
GÖVDE ÖLÇÜSÜ A :
GÖVDE ÖLÇÜSÜ B :
BOY ÖLÇÜSÜ
DİP DERİNLİĞİ :
DOLMA YÜKSEKLİĞİ :
AĞIRLIK :
SİLME HACİM :
DOLMA HACİM :

CAM DAĞILIMI MİN. :
EĞRİLİK (GÖVDE) :
EĞRİLİK (KAFA MAX.) :
DARBE MUKAVEMETİ MİN. :
DİĞER :

Master Kontrolleri

AĞIZ DIŞI :
AĞIZ İÇİ :
AĞIZ İÇİ MİN. :
AĞIZ İÇİ MAX. :
BOYUN İÇİ :
BOYUN İÇİ MİN. :
GÖVDE :

KRİTİK HATA (%) :
NOT :
BÜYÜK HATA (%) :
NOT :
KÜÇÜK HATA (%) :
NOT :

Mamul standart bilgileri her mamul için bir defaya mahsus olarak girilir, ancak değişiklik ve ilavelerde yenileme yapılır.

ÜRETİM

PROSES ŞEKLİ :
DAMLA/DAKİKA :
BRÜT ADET :
NET ADET :
BRÜT ÇEKİŞ :
NET ÇEKİŞ :
RANDIMAN (DURUŞLU) :
RANDIMAN (DURUŞSUZ) :
HAT ÇEKİŞİ :
FIRIN ÇEKİŞİ (DÜZELTİLMİŞ):

DURUŞ SÜRESİ 1 :
DURUŞ NEDENİ 1 :
DURUŞ SÜRESİ 2 :
DURUŞ NEDENİ 2 :
DURUŞ SÜRESİ 3 :
DURUŞ NEDENİ 3 :
DURUŞ SÜRESİ 4 :
DURUŞ NEDENİ 4 :
DURUŞ SÜRESİ 5 :
DURUŞ NEDENİ 5 :
DURUŞ SÜRESİ 6 :
DURUŞ NEDENİ 6 :

EMHARI HIZI :
EMHARI RANDIMANI :

İmalat hatlarında üretilen her mamul için günde bir defa değer girilir.

BİRİM YAKIT SARFI
BASKI ADET
BASKI TON

Kazanlar

BUHAR ÜRETİMİ :
BİRİM YAKIT SARFI :
BACA GAZI :
YANMA RANDIMANI :
BESİ SUYU MİKTARI :
BESİ SUYU SICAKLIĞI :

Atık Isı Kazanları

BUHAR ÜRETİMİ :
BESİ SUYU MİKTARI :
BESİ SUYU SICAKLIĞI :
BACA GAZI GİRİŞ SICAKLIĞI :
BACA GAZI ÇIKIŞ SICAKLIĞI :
BACA GAZI (O_2) :

Fuel-Oil Tankları

DEPOLAMA SICAKLIĞI :
EMİŞ ISITICI SICAKLIĞI:

Shrink Fırınları

YAKIT SARFI :
PALET ADETİ :
BİRİM YAKIT SARFI :
YANMA ANALİZİ (1-O_2/2-FY) :
DIŞ HAVA SICAKLIĞI :

Enerji değerleri tespit ve ölçüm yapıldığı günlerde bir defa girilir.

KALİTE KONTROL

DANSİTE :
DANSİTE SAPMASI :
RENK KODU :
TRANSMİSYON :
PARLAKLIK :
SAFİYET :
BAŞAT DALGA BOYU :
RENK KARIŞIMI :
SU TESİRİ :
HABBECİK (ADET) :
HABBE (%) :
HABBE CİNSİ :
HABBE 0.5-1/1-3 mm :

HOMOJENİTE :
DÜĞME (VAR/YOK) :
DAMAR (VAR/YOK) :
İMALAT HATASI 1. :
" " 2. :
" " 3. :
" " 4. :
" " 5. :
" " 6. :
GRAMAJ-STD. :
GRAMAJ-FİİLİ :
HACİM STD. :
HACİM FİİLİ :
ISKARTA SAĞ. RAND. :

İmalat hatlarında çalışan her mamul cinsi için günde bir defa değer girilir.

MAMUL STANDART BİLGİLERİ

KALIP-NO :
PİYASA :
CİNSİ/MÜŞTERİ :
RENGİ :
CAM TİPİ :

Kontrol Testleri

İÇ BASINÇ :
TERMİK ŞOK :
TANSİYON MAX. :

1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 :

A.A.:
K.A.:
D.A.:

Açılara ait olan bölüm yalnız elektronik zaman ayarlı olan D hattı makinalarına aittir.

Her IS makinası/hattı için günde bir defa değer girilir. Aynı imalatın seyri sırasında önceden girilmiş bazı değerler değiştirilmediği sürece, giriş yapılmaksızın değerler aynen devam ederler.

ENERJİ

Çalışma Havuzu

YANMA ANALİZİ (% 02) :
YAKIT SARFI :
BİRİM YAKIT SARFI :
YAKMA HAVASI SICAKLIĞI :

Forehearth

YANMA ANALİZİ ÖN (O_2-FY.):
YANMA ANALİZİ ORTA :
YANMA ANALİZİ ARKA :
YAKIT SARFI :
BİRİM YAKIT :
BASINÇ (+, -) :

İmalat Soğutmaları

ZON 1 SICAKLIK/DELTA :
ZON 1 YANMA ANALİZİ/O_2, FY :
ZON 2 SICAKLIK/DELTA :
ZON 2 YANMA ANALİZİ/O_2, FY :
BANT HIZI :
YAKIT SARFI :
BİRİM YAKIT SARFI :
MAMUL GİRİŞ SICAKLIĞI :
YÜKLEME DURUMU :
KAPAKLARIN DURUMU :

Baskı Soğutmaları

GELDİĞİ HAT/YER :
ZON 1 SIC./DELTA 1. YAN. AN./1:O_2, 2:FY :
ZON 2 " :
ZON 3 " :
ZON 4 " :
ZON 5 " :
ZON 6 " :
ZON 7 " :
BANT HIZI :
YAKIT SARFI :

3. OPTİK SICAKLIK :
4. OPTİK SICAKLIK :
SPOUT :
ARKA RAD. SIC. :
ORTA RAD. SIC. :
ÖN RAD. SIC. :
DAMLA SICAKLIĞI :

Damla Yolları

KEPÇE/OLUK :
SAPTIRICI :

Havalar

ÇALIŞMA HAVASI :
SÜFLAJ HAVASI :
PERSAJ HAVASI :
YERLEŞTİRME HAVASI :
MASTÖR PRESLEME :
MASTÖR SOĞUTMA :
VAKUM :

STROKE :
TÜPÜN DÖNÜŞÜ :
ŞAMOT ÇAPI :
PLANCER KAMI :
MAKAS KAMI :

Makina Parçası

FİNİSÖR KALIP KOLU :
EBİŞÖR KALIP KOLU :
MÜLDEBAK KOLU :
HUNİ KOLU :
SPACER BOYU :
STOP SCREW :

Kalıp

EBİŞÖR SICAKLIĞI :
FİNİSÖR SICAKLIĞI :
KALIP SOĞUTMA HAVASI:

Tambur Ayarı

No:	MEKANİZMA:	ON:	OF:
01	KEPÇE		
02	EBİŞÖR KAPAMA		
03			
04			
05	HUNİ		
06			
7a			
7b			
08	EBİŞÖR AÇMA		
09	FİNİSÖRE GEÇİŞ		
10	MÜLDEBAK AÇMA		
11	EBİŞÖRE DÖNÜŞ		
12	SÜFLAJ BAŞLIĞI		
13	SÜFLAJ HAVASI		
14	FİNİSÖR KAPAMA		
15	FİNİSÖR AÇMA		
16			
17			
18	ALICI İLERİ		
19	ALICI DIŞARI		

Bu ekran A-1, A-2, A-3, A-4 B-1, B-2, B-4, C-1, C-2, C-3 C-4 makina tambur ayarlarına aittir.

Kalıp Soğutma Portları

NO:	EBİŞÖR:	NO:	FİNİSÖR:
01			
02			
:			

PİRİT :
KALSİYUM FLORÜR/BOR CAM :
HEMATİT/SODYUM NİTRAT :
ÇİNKO SELENİT :
ARSENİK TRİOKSİT :
KOBALT OKSİT/KÜKÜRT :
CAM KIRIĞI :
HARMAN KATSAYISI :

Harman analizinin farklı renkteki harman için (bal-renksiz) vardiyada 1 defa olarak bilgi girişi olur. Harmanda tartılan hammaddelerin kg hammadde/harman olarak kg miktarlarının verildiği harman yapımında ise değerler değişim olduğu sürece girilir, değişim yoksa kayıtlar önceki gün gibi devam eder görünür.

FIRIN

Fırın Sıcaklıkları

E.H. OPTİK :
E.H. KEMER TERMOKUPL :
E.H. ORTALAMA TERMOKUPL:
E.H. MİNİMUM " :
E.H. MAKSİMUM " :
AFİNASYON ORTALAMA :
" MİNİMUM :
" MAKSİMUM :
E.H. TABAN (AFİNASYON) :
Ç.H. OPTİK/RADYAMATİK :
Ç.H. TABAN :
DURUŞ NEDENİ :

Diğer Fırın Kontrolleri

CAM SEVİYESİ (-) /NEDENİ :
CAM SEVİYESİ (+) /NEDENİ :
SEVİYE DEĞİŞME ADEDİ :
FIRIN BASINCI (SAĞ TARAF) :
FIRIN BASINCI (SOL TARAF) :
REJENERATÖR SIC. ORT. (DOĞU):
REJENERATÖR SIC. ORT. (BATI):
BACA ÇIKIŞ SIC. ORT. (DOĞU) :
BACA ÇIKIŞ SIC. ORT. (BATI) :
YAKIT BASINCI :
PÜSKÜRTME HAVA BASINCI :
YAKIT SICAKLIĞI (ÇIKIŞ) :
YAKIT HARCAMASI :
BİRİM YAKIT SARFİYATI :
BACA GAZI :
KÖPÜK POZİSYONU :

Her fırın için günde ortalama bir değer olarak bilgi girilir.

İMALAT

Forehearth Sıcaklıkları

S.K. OPTİK SICAKLIK :
1. OPTİK SICAKLIK :
2. OPTİK SICAKLIK :

Feeder

DAMLA TİPİ :
FEEDER TİPİ :
PLANCER :

B. PARAMETRELERİN TANIMLANMASI

Oluşturulan veri tabanındaki bilgilerin gruplaması, parametre adları ve bilgi toplama sıklıkları.

HAMMADDE ANALİZLERİ

NEM :
SİLİSYUM DİOKSİT:
ALÜMİNYUM OKSİT :
TİTAN OKSİT :
DEMİR OKSİT :
SODYUM OKSİT :
POTASYUM OKSİT :
KALSİYUM OKSİT :
MAGNEZYUM OKSİT:
SODYUM KARBONAT:
SÜLFİT :
KARBON :
TANE :
İNCE TANE :
KALIN TANE :

Her hammadde için yapılan analiz sıklığında bilgi girilir. Genelde haftada 1 defa.

CAM ANALİZLERİ

SİLİSYUM DİOKSİT:
ALÜMİNYUM OKSİT :
DEMİR OKSİT :
TİTAN OKSİT :
KALSİYUM OKSİT :
BOR OKSİT :
MAGNEZYUM OKSİT:
SODYUM OKSİT :
POTASYUM OKSİT :
SÜLFİT :
ANNEALING POINT:
STRAIN POINT :
SOFTENING POINT:
ÇALIŞMA ARALIĞI:
REDOKS KATSAYISI:

Her fırın için yapılan analiz sıklığında bilgi girilir. Genelde haftada 1 defa.

HARMAN ANALİZİ

ASİTTE ÇÖZÜNMEYEN :
SUDA ÇÖZÜNEN :
ASİTTE ÇÖZÜNEN :
ASİTTE ÇÖZÜNEN (MG):
HARMAN RUTUBETİ :
KARIŞTIRMA ZAMANI :
CAM KIRIĞI % :
HARMAN SAYISI :

HARMAN YAPIMI

SAFA ALANI KUMU/FELDSPAT:
YALIKÖY KUMU :
SODA :
KALKER :
DOLOMİT :
KALSİYUM SÜLFAT :
SODYUM SÜLFAT :
KÖMÜR :

Proses kontrol işleminde bilgisayar kullanımının esası şu şekilde olmaktadır:

. Üretildiği bölüm ve kullanım yerlerine göre gruplandırılmış bilgiler (teknik doneler) hazırlanan GİRİŞ PROGRAMLARI ile bilgisayara girilir. Bilgi girişleri günü gününe yapılmaktadır (Bölüm B'de bilgi grupları ve parametreler verilmektedir).

. Her giriş programının karşılığında KONTROL PROGRAMLARI mevcuttur. Bu dökümler (kontrol programları) ile girişlerin kontrolleri, bilgi dokümantasyonu ve türlü amaçlar için kullanımlar sağlanmış olur.

. KULLANIM PROGRAMLARI amaç ve isteme göre üretilmiş olup, oluşturulan veri tabanı ile bağlantılı veya bağlantısız olarak çalışmaktadır. Neticeleri (out-put) hem ekrandan hem de döküm almak suretiyle görmek mümkündür (Bölüm C'de bazı örnekler verilmektedir).

. Bilgisayar dışında bilgi saklamak, aktualitesi geçmiş dönemler ve kayıtlar için mümkündür. Böylelikle bilgisayarın mevcut data biriktirme kapasitesi fazla yükten kurtarılmış olacaktır. Bilgiler dataların saklandığı yerden çekilerek diğer magnetik ortamlarda (teyp-kaset-disk) muhafaza edilir.

. Tam otomatik bir proses kontrol sisteminde data processing işlemi dataların (ölçüm değerlerinin) kaynağından alınarak elektriki sinyaller halinde bilgisayara taşınması şeklinde mümkün olmakta, dijital olarak rakamsal değerler oluşmaktadır. Dolayısıyla data toplama böylece sağlanmaktadır. Şu an ekranlardan (CRT) elle girilen değerler, bu yöntemle toplanır olsalar bile hazırlanan kullanım programları geçerliliklerini koruyacak karakterdedirler.

için istifade etmektir. İşlem genel anlamda dataların değerlendirilmesidir. Uygulamanın açıkca anlatımı, aşağıda belirtilen kısım başlıkları altındaki bir düzenleme ile verilmeye çalışılmıştır.

A. Bilgisayardaki uygulamanın esasları.
B. Parametrelerin tanımlanması.
C. Yapılabilir işler ve bazı örnekler.

A. BİLGİSAYARDAKİ UYGULAMANIN ESASLARI

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de halen NCR 9300 modelinde bir merkezi bilgisayar mevcut olup, 2000 kybte (2 mb)lik bir kapasiteye sahiptir.

Bilgisayarın böyle yaygın bir amaç için kullanımında, merkezi bilgisayarların mikro işlemcilere göre bazı üstünlükleri ortaya çıkar. Bunlar şöyle sıralanabilir.

. Merkezi bilgisayarda telekominikasyon imkanı daha fazla olup, iletişim bağı kurma şansı mevcuttur.

. Merkezi bilgisayarlar standart yazılımlara uygun olarak üretilir olup, buna karşın her mikro işlemcinin kendine özgü yazılım ve kullanım tanımları mevcuttur. Bu da standart yazılım imkanı vermediği gibi makina bağımlılığı doğurur.

. Multi Programming (aynı anda konu ile ilgili birçok iş yapma) imkanı merkezi bilgisayarlarda mevcut olup, mikro işlemcilerde Mono Programming (aynı anda konu ile ilgili tek iş yapma) esaslı bir çalışma ortamı mevcuttur. Bu konu iletişimi etkileyen bir husustur.

. Merkezi bir bilgisayarla çalışma ortamında isteme uygun programları üretip, oluşturulan veri tabanı bağlantısı ile kullanım sağlanmaktadır. Yeni kullanım ve düşünceler için son derece geniş bir program üretme ve kullanım olanağı mevcuttur.

ŞİŞE VE KAVANOZ ÜRETİMİNDE PROSES KONTROL VERİLERİNİN BİLGİSAYAR İLE DEĞERLENDİRİLMESİ (DATA PROCESSING)

Emin M. ÇİZMECİ
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Merkezi bir bilgisayarda (Host Computer) tüm proses kontrol kademelerine ait teknik donelerin toplanarak, bir veri tabanı oluşturulması ile bu birikimi çok yönlü amaçlar için kullanmaktır.

Merkezi bilgisayarların mikro işlemcilere göre kullanım ve iş üretme açısından üstünlükleri mevcut olup, olaya daha geniş bir görüş ile bakılmasını sağlamaktadır.

Veriler şu başlıklar altında toplanır: Hammadde analizleri, cam analizleri, harman, fırın, imalat, imalat soğutması, baskı makina ve soğutması, enerji, kalite kontrol, standart mamul bilgileri, kalıp, üretim bilgileri, soğutma sonu (ambalaj).

Yaklaşık 300 ayrı cins parametre, sisteme göre üretildiğinde çok yüksek sayıda data birikimine ulaşılmaktadır.

Yapılabilir işler şöyle gruplanır:

a) Dokümantasyon-veri tabanı oluşturmak

b) Hesaplama-istatistiki işlemler

c) Ayar (set) değer kartları-standart formlar

d) Geçmiş dönem taraması ile muhtelif konularda değerlendirme

e) Rapor üretimi-bilgisayara dayalı rapor sistemi

f) Bilgisayardan günlük üretim seyri anında yararlanmak.

GİRİŞ

Şişe ve kavanoz üretiminde, merkezi bir bilgisayar kullanımı ile tüm proses kontrol kademelerine ait teknik doneleri içeren bir veri tabanı oluşturmak, hazırlanan programlar ile de bu birikimden çok yönlü amaçlar

1. Damar ihtiva eden cam çalışma havuzundan çıktıktan sonra, genellikle en kısa yolu takip ederek forehearth'a girer, bu yüzden throat'a yakın olan forehearthlara damarı göstermeyecek türde pres makinalarının bağlanması uygun olur.

2. Fırın tabanına camın akıtılmasına olanak sağlayacak bir düzen yapılırsa, zirkonya ihtiva eden cam dışarıya atılabilir, bu düzenle aynı zamanda imalat değişiklikleri sırasında tonaj dengelemesi sağlanabilir.

3. Harman kompozisyonu ve cam kırığı yüzdesi camın düşük sıcaklıkta erimesini sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır.

4. Fırın üst yapısında mümkün olduğu kadar zirkonya ihtiva eden malzeme kullanılmamalı, bu yapılamıyorsa bu malzemenin fırının içine girmesi önlenmelidir.

5. Forehearthlarda karıştırıcı uygulaması faydalıdır, fakat yeterli değildir. Karıştırıcılar damarı parçalayarak cam içinde dağıtırlar, ancak damar çok yoğun olduğunda karıştırıcı damarı çözememektedir.

6. Çalışma havuzları fırın ile aynı kemer altında yapılmamalıdır.

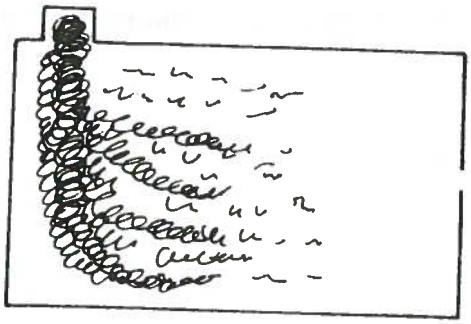
E. Damarın Giderilmesi İçin Yapılan Çalışmalar

Cam seviyesinin sabit tutulması için seviye kontrol cihazı dışında ayrıca her vardiya seviye çubuğu ile kontrol yapılmıştır.

Cam kırığının iri olması ve harman rutubetinin uygun olmayışı nedeniyle harman vericide meydana gelen arızalar harman servisi tarafından giderilmiştir.

Damar geldiği süreler içinde optik ile sıcaklık kontrolü günde bir defadan, vardiyada bir defaya çıkarılmıştır. Tabana termoeleman yerleştirilerek taban sıcaklıklarındaki değişme gözlenmiştir. Çalışma havuzunda sıcaklığın normalin üzerinde olması sebebiyle baraj duvarındaki pencereler tuğla ile kapatılmış, kemer ve yan blok izolasyonları sökülmüş, böylece daha uygun çalışma havuzu sıcaklıkları elde edilmiştir.

Harman hareketleri devamlı kontrol edilerek her vardiyanın fondörü tarafından bir şema üzerine harman örtüsünün şekli çizilmiştir.



Fırında harman örtüsünün dağılımı.

SONUÇ

İzoleli fırınlarda, fırın kontrol sınırlarının çok daha daraldığı, daha hassas ve sık kontrol gektiği, izolesiz fırınların hata kabul ettiği orana tam ters oranda izoleli fırınların hata kabul etmediği bir gerçektir.

Bu durumda gerekli teçhizatın temin edilmesi ve bazı tedbirlerin alınması gereklidir. Bu tedbirlerin bazıları şunlardır;

gözlenememekte idi. Yan duvarlarda bırakılan gözetleme deliklerinden harman ve yanma kontrolü kolaylaşmıştır.

Sıcaklık kontrolü kemerde mevcut termoelemanlarla yapılmakta ve optik ile hergün kontrol edilmektedir. Optik ile yapılan ölçümler genellikle termoeleman sıcaklıklarının 20°C üzerinde çıkmaktadır.

Çalışma havuzu fırınla aynı kemer altında olduğundan cam çekişindeki değişmeler sıcaklığı önemli ölçüde değiştirmiş ve imalatı etkilemiştir.

C. Analizler

Periyodik olarak yapılan cam analizleri ve dansite ölçümleri genelde harman kompozisyonunun sabit olduğunu ve damar ile arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir.

Damar hatalı camların ise hemen hemen tamamı AZS türünde olup, fırın işletmeye alındıktan yaklaşık bir ay sonra gözlenmeye başlanmıştır.

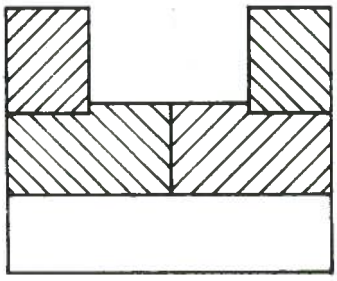
D. Damar Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Cam seviyesi, seviye kontrol cihazı ile $\mp$1 mm hassasiyetle sabit tutulmuştur. Harman verici veya diğer arızalardan kaynaklanan seviye oynamalarının damar ile ilgili olduğuna dair bir belirtiye rastlanamamıştır.

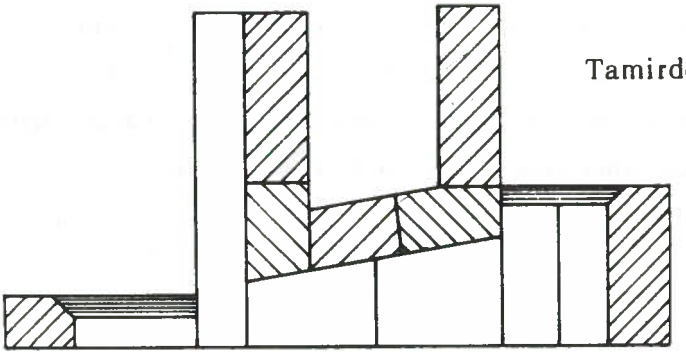
Fırın sıcaklıkları imalatların kabul edebileceği maksimum habbe sayısı göz önünde bulundurularak düşük tutulmaya çalışılmış, ancak yüksek cam çekişlerinde sıcaklıklar 1560°C'ın üzerine çıkmıştır.

Harmanın erimesi sırasında kümelerin sakal taşlarından uzak kaldığı gözlenmiştir.

Cam çekişini artırmada etkili olduğu inancıyla dalma throat uygulanmıştır. Throat dizaynı değiştirilerek yukarıya doğru aşınmayı azaltma amacıyla throat kapağı camın akış yönünde eğilimli olarak yerleştirilmiştir.



Tamirden önce



Tamirden sonra

İzolasyon etkisiyle yan bloklardaki aşınmanın artacağı düşünülerek fan ilavesi ile soğutma miktarı artırılmıştır. Throat soğutması ise eskiden olduğu gibi ayrı fan ile yapılmıştır.

B. Fırın İşletmesi

Fırın ateşleme sisteminde ekstraktör valf ve prekon vanaların kullanılması alev formunun kontrolünü ve devamlılığını sağlamıştır.

Eski fırında uygun gözetleme delikleri olmadığından fırın şartları iyi

1980 yılı grev sonrasında aşınmış olan fırın kemeri sökülerek yeniden yapılmıştır.

YAPILAN DEĞİŞİKLİKLERİN İRDELENMESİ

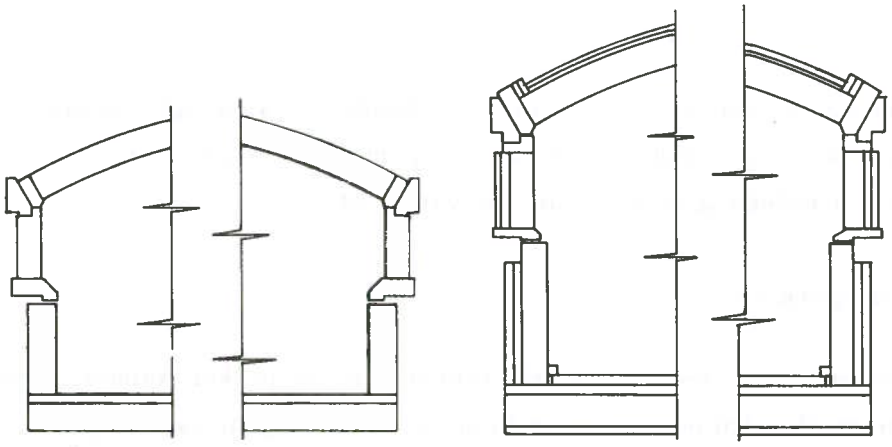
A. Fırın Dizaynı

Mevcut kapasite yeterli olmadığından kapasite artırımına gidilmek istenmiş, ancak mevcut fırın yerleşiminin fırının en boy parametrelerinde değişiklik yapmaya müsaade etmediği görülmüştür. Bu durumda cam derinliği artırılarak kapasite artırılmıştır.

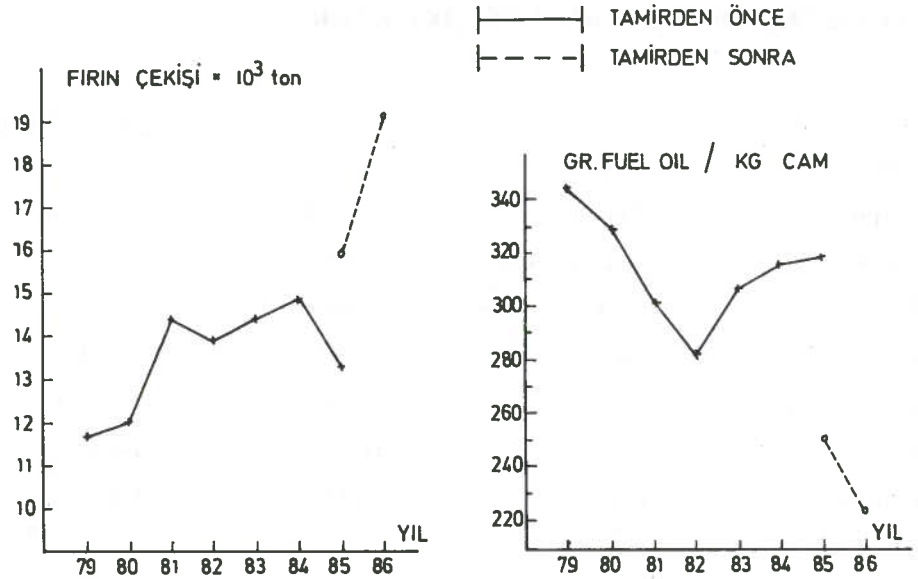
Fırında kemer, üst yapı, yan bloklar ve tabana izolasyon uygulanarak enerji tasarrufu sağlanmıştır.

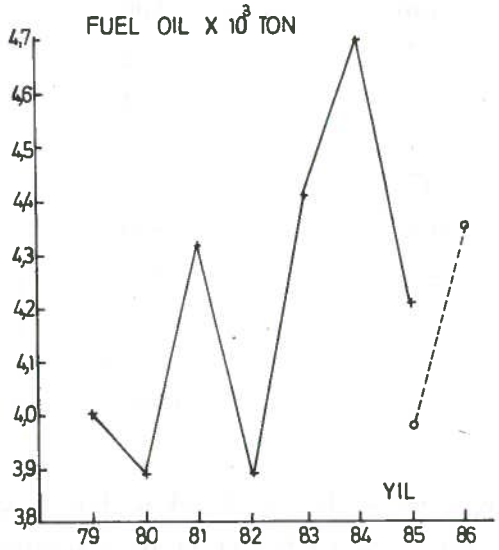
Bundan önceki kampanyalarda aşınmanın çok olduğunun gözlendiği yan duvarlar ve forehearthlar'da malzeme değişikliği yapılmış, yan duvarlarda silika yerine elektrorefrakter, forehearthlar'da ve çalışma havuzunda silimanit yerine Jargal M kullanılmıştır. Taban aşınmalarının önlenebilmesi amacıyla Ersol 50 V kullanılmıştır.

Pavingler yan blokların içinde kalacak şekilde düzenlenmiş ve bloklarda fırın ısınması sırasında meydana gelebilecek kaymalar önlenmiştir.



Tamirden önce Tamirden sonra





Eski fırında kampanya boyunca, yeni fırında ise yaklaşık 1.5 yıllık süre içinde çekilen cam, yakıt sarfiyatı ve bunların birbiri ile ilişkisi yukarıdaki grafiklerde gösterilmiştir.

FIRIN VERİLERİ VE YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER

C Fırını		Tamir Öncesi	Tamir Sonrası
Dizayn kapasitesi	T/gün	50	60
Eritme kapasitesi	T/gün m^2	1.42	1.60
Yakıt sarfiyatı	Gr/kg cam	290	200
Uzunluk	mm	6562	6562
Genişlik	mm	5600	5600
Alan (dag h. dahil)	m^2	35.2	37.3
Derinlik	mm	1000	1400
Cam derinliği	mm	975	1300
Yanma hacmi	m^3	45	45
Throat			
Uzunluk	mm	1200	1200
Genişlik	mm	300	300
Yükseklik	mm	300	300
Port adedi		2	2
Her portta bek adedi		3	3
Çalışma havuzu			
Alan	m^2	9.7	9.7
Derinlik	mm	800	800
Cam derinliği	mm	775	775
Rejeneratörler			
Alan	m^2	11.4	11.4
Dolgu yüksekliği	mm	1486	1486

Tamir öncesi fırında üç pres ve bir de H.24 makinası çalışmakta iken, tamir sonrası iki pres, bir H.28 ve bir H.24 ile çalışılmaya başlanmış ve üretim programı gereği, bir müddet sonra H.24 makinası yerine bir pres daha çalışmıştır.

Fırın çalıştıktan bir sene sonra, camı homojenize etmek amacıyla H.28 hattı şartlandırma bölgesine refrakter karıştırıcı monte edilerek çalıştırılmıştır.

CAM FIRINLARINDA DAMAR PROBLEMİ

Kaya GÖKTAN
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

1979 yılında yaşanan enerji darboğazından sonra soğuk tamir sırası gelip malzemesi daha önceden ısmarlanmamış fırınlar Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de birer birer ağır izoleli hale getirilmişler, böylece önemli boyutlarda yakıt tasarrufu sağlanmıştır.

Ancak gerek teçhizatın yetersizliği gerekse ürünlerimizin kalite talebinde meydana gelen farklılıklar dolayısıyla birtakım problemlerle karşı karşıya kalınmış olup, bunların içinde en önemlisi AZS kökenli damar olmuştur.

Bu bildiri C fırınının eski ve yeni halinin mukayesesini, yapılan işlemleri irdelemekte, kontrolün önemini vurgulamakta ve bazı önerileri içermektedir.

GİRİŞ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de bulunan fırınlar 1973 ve 1979 enerji krizlerinde kısmen ve çok hafif tarzda izole edilmişler, genelde 1960'ların fırın inşa teknolojisine sadık karakterlerini korumuşlardır.

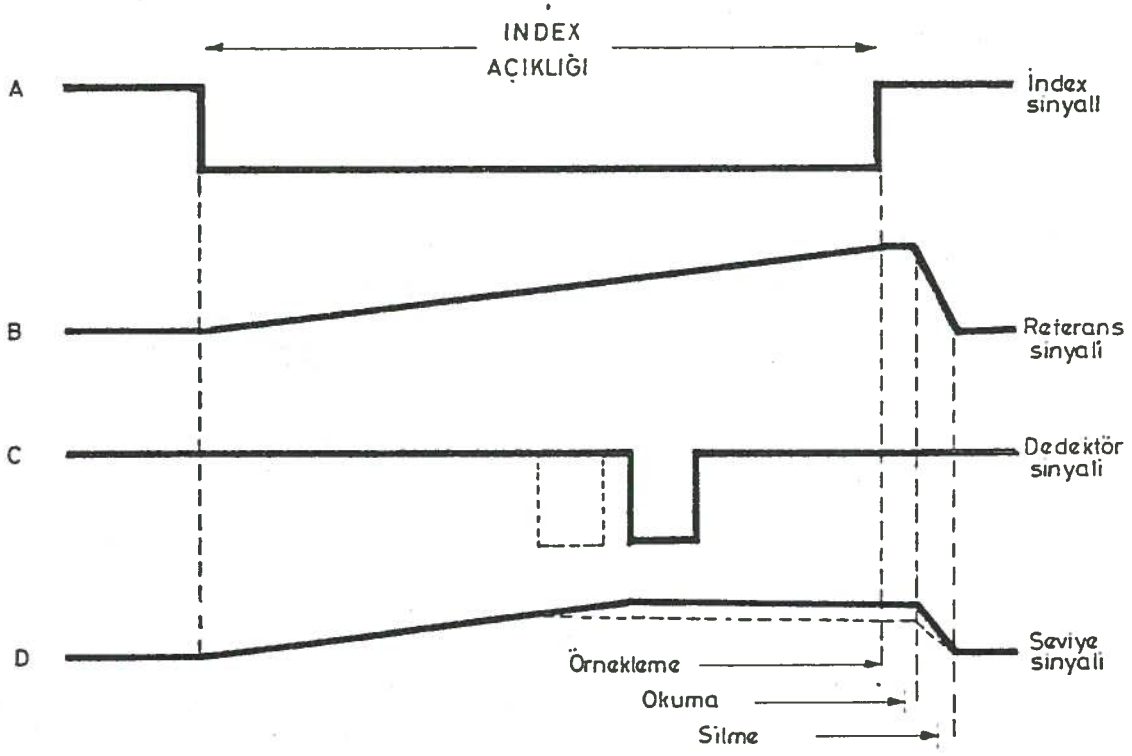
1980 sonrasında sırayla tamire girecek fırınlarda ağır izolasyona doğru gidilmiş, olumlu ve olumsuz birtakım sonuçlar elde edilmiştir. Olumlu sonuçlar arasında enerji tasarrufu ve fırınların cam eritme kapasitelerinin artışı, olumsuz sonuçları arasında özellikle damar oluşumu ile karşı karşıya kalınması bulunmaktadır.

Bu bildiride C fırınında 1985 soğuk tamirinde yapılan değişiklikler ve elde edilen sonuçlar açıklanmakta ve irdelenmektedir.

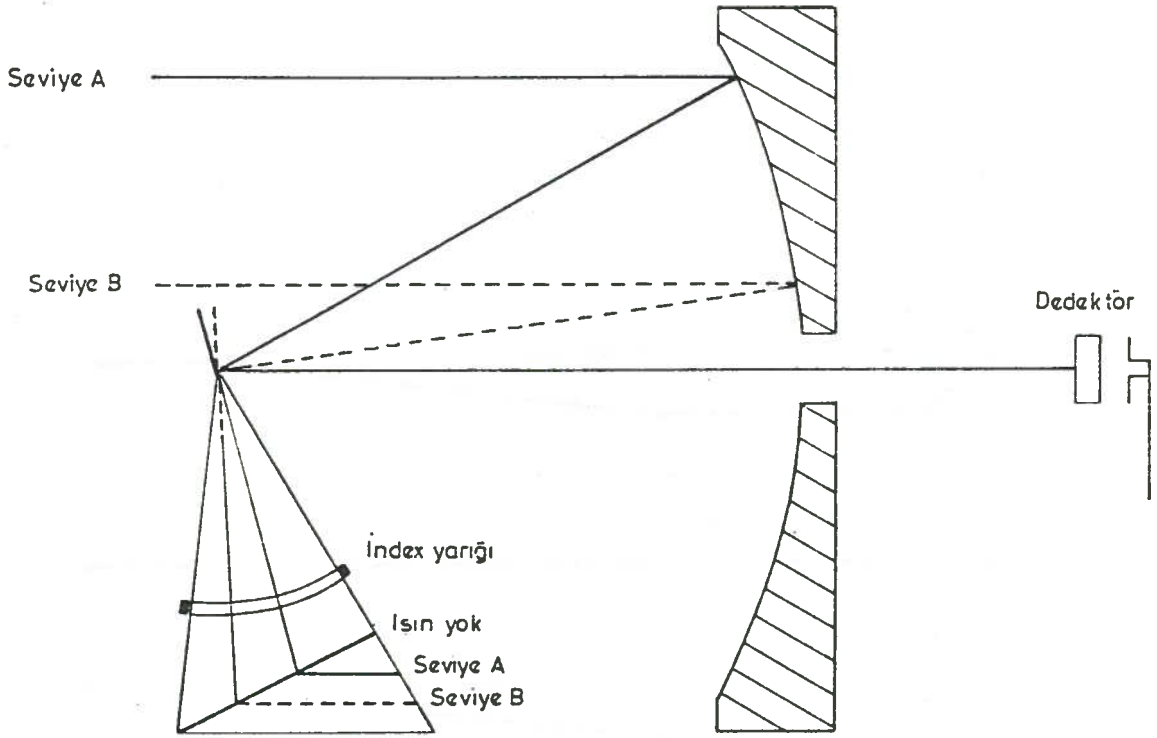
. Laser sistemi yan etkilerden uzak olduğundan daha problemsiz çalışma imkânı vermektedir.

KAYNAK

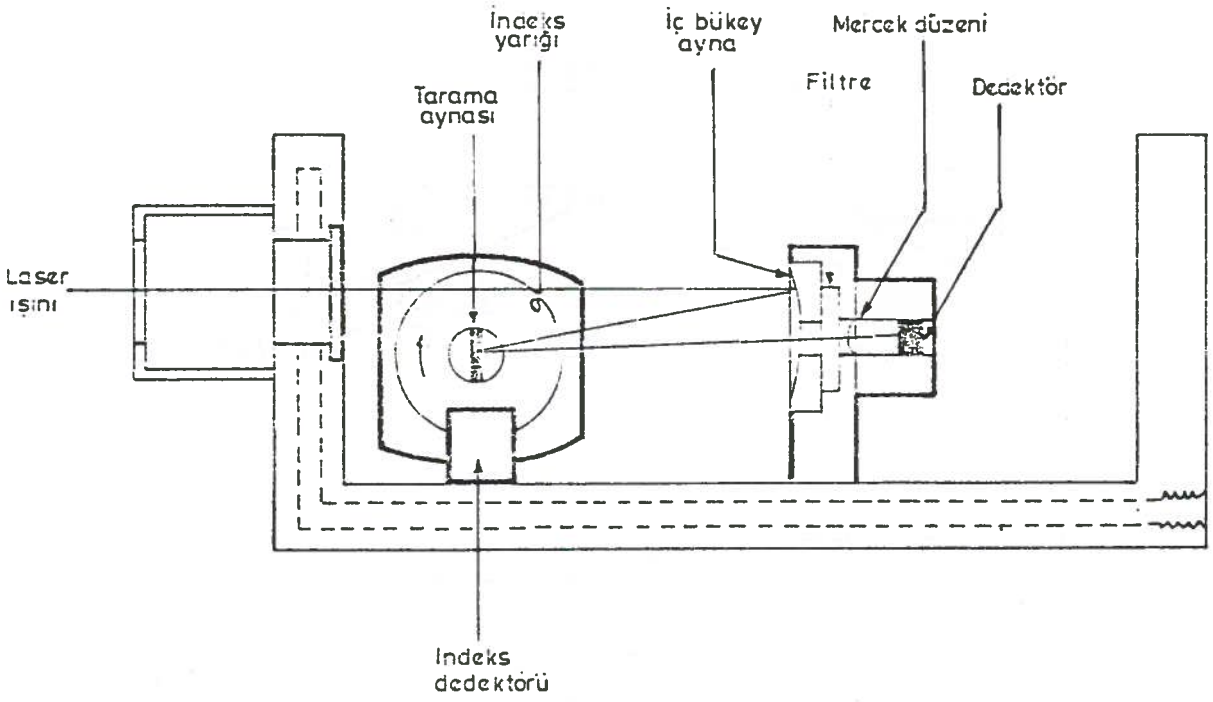
1. Operating Manual. Comax Laser Level Gauge, Courser Inc. U.S.A.


INDEX
AÇIKLIĞI
A
B
C
D
İndex sinyali
Referans sinyali
Dedektör sinyali
Seviye sinyali
Örnekleme
Okuma
Silme

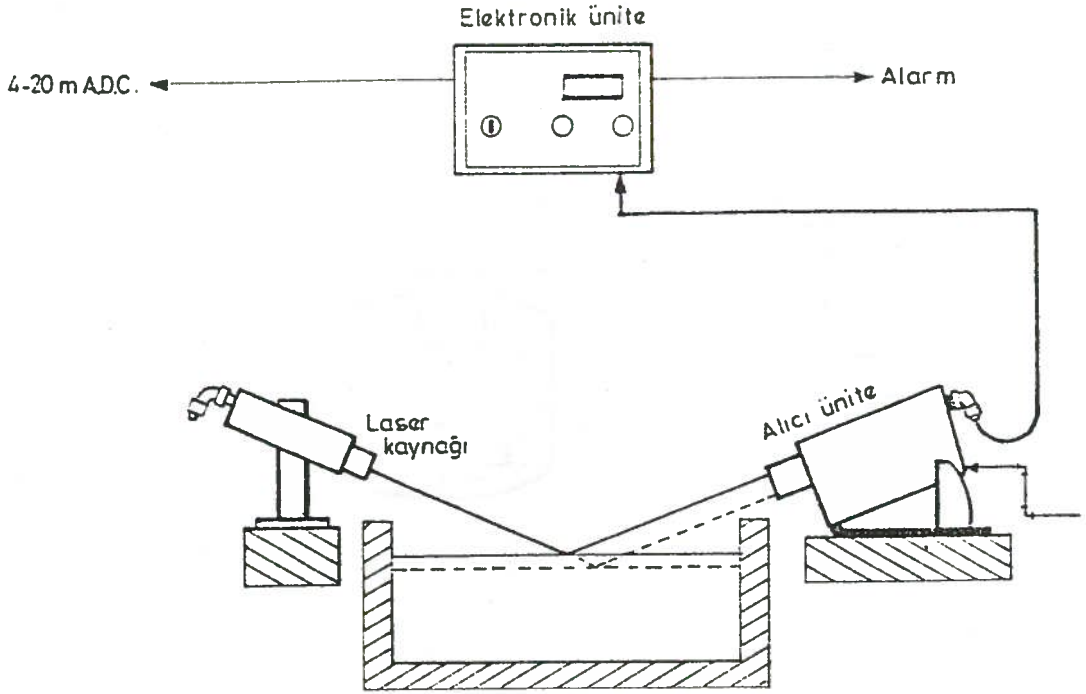
ŞEKİL: 7


Seviye A
Seviye B
Dedektör
İndex yarığı
Isın yok
Seviye A
Seviye B

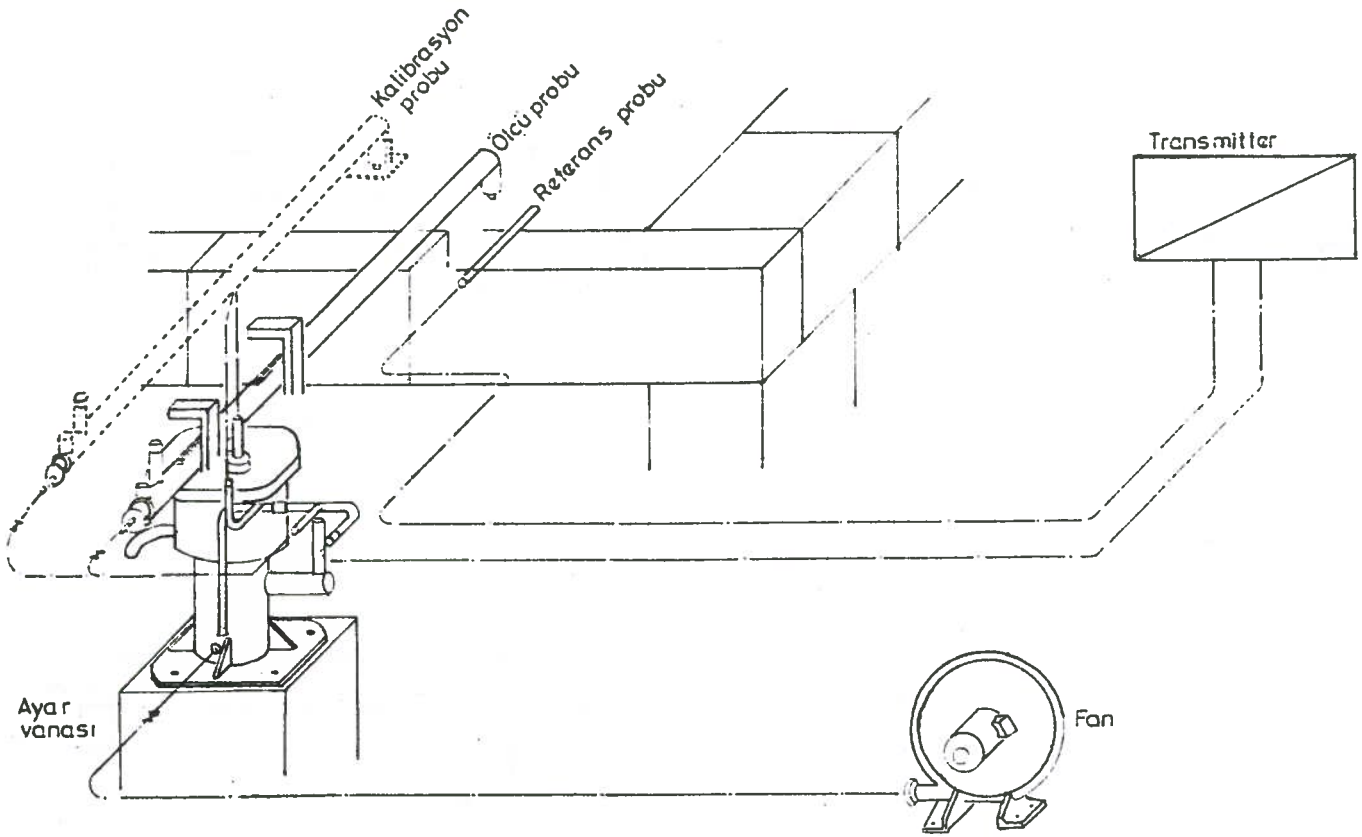
SEKİL:6


İndeks yarığı
İç bükey ayna
Mercek düzeni
Filtre
Dedektör
Tarama aynası
Laser ışını
İndeks dedektörü

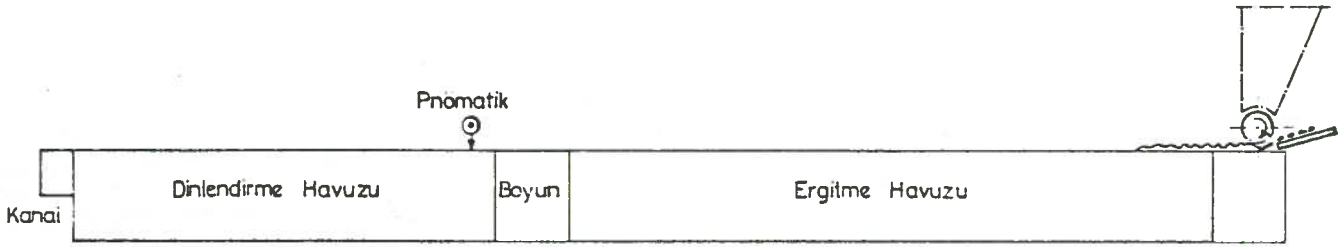
ŞEKİL·5



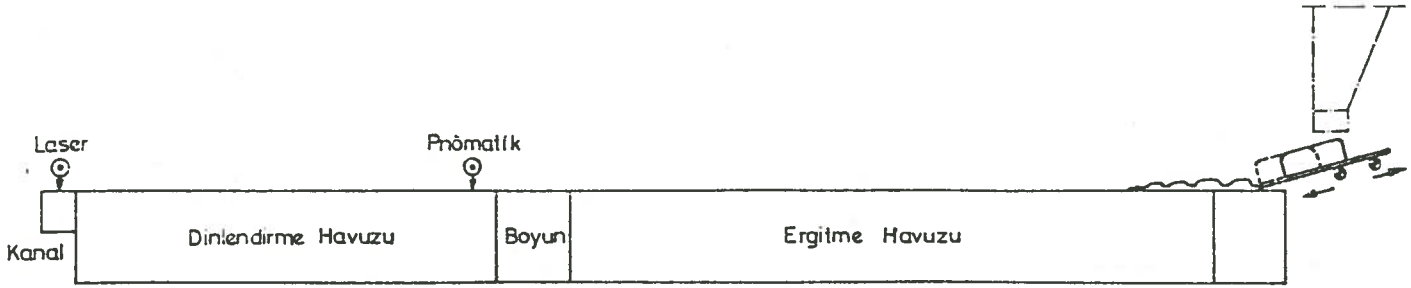
ŞEKİL:4


Kalibrasyon probu
Ölcü probu
Referans probu
Transmitter
Ayar vanası
Fan

ŞEKİL 3



ŞEKİL : I



ŞEKİL : 2

banyoya akış ağzının bulunması yüzünden, fırın içindeki cam seviyesi için böyle durumlarda kanalın çok iyi referans olmadığı anlaşılmıştır. Ancak kanal sıcaklığı normal şartlarda otomatik kontrollüdür ve kolay değiştirilmemektedir.

. Laser ışınının cam yüzeyi ile yaptığı açı hassasiyeti doğrudan etkilemektedir. Cam yüzeyi ışın arasındaki açının düşük seçilmesi seviye oynamalarında, yansıyan ışının önceki konumundan daha büyük farklılık yaratacağından, çıkış sinyalinde daha büyük değişiklik meydana getirmektedir.

. Laser sistemi gönderilen ışının herhangi bir nedenle kesilmemesi, laser kaynağı ve alıcısının uygun bir şekilde soğutulması halinde ortamdan fazla etkilenmemektedir. Enversiyonlar sırasında cam seviyesi, fırın iç basıncının oynamaları yüzünden biraz değişmektedir. Bu durum seviye kontrol düzeninin bir hatasından kaynaklanmamaktadır.

. Laser ışınının herhangi bir şekilde kesilmesi halinde alarmın verilmesi ve bu arada son değerin bir müddet muhafaza edilmesi, operatöre işlem yapabilmesi için fırsat vermektedir.

SONUÇ-KARŞILAŞTIRMA

. Her iki sistemle de montaj, bakım ve ayarların iyi olması halinde seviye tatminkâr sınırlar içinde tutulabilmektedir.

. Özellikle laser uygulamasında fırın çalışma havuzu başında uygun bir cep bırakılması çok daha başarılı sonuçlar alınmasını sağlayabilir.

. Seviye kontrolü açısından bakıldığında; sürekli besleme durumunda periyodik beslemeye göre daha az sapma olmaktadır (Ancak TR'da şu anda uygulanan kesikli beslemenin tercih sebebi daha kaliteli ergitmeye olanak vermesidir).

dır. Alıcıya giren ışın, bu aynadan yansıyarak, aynanın odak noktasına yerleştirilmiş bulunan senkron bir motor tarafından döndürülen bir düzlem aynanın üzerine düşer. Bu ayna belli bir konumunda üzerine düşen ışını yansıttığında, bu ışın içbükey aynanın deliğinden geçerek arkasındaki ışığa duyarlı fotodiyoda ulaşır (Şekil 5, 6). Düzlem aynanın motora bağlandığı şaftta ayrıca üzerinde yarık bulunan, bir disk bulunmaktadır. Bu yarık her dönüşte bir LED ile fotodiyottan oluşan düzenin bir indeks darbesi üretmesini sağlar.

İndeks darbesi ile elektronik ünitede bir referans sinyali ve bir seviye sinyali üretilir. Bu iki sinyal de rampa fonksiyonudur. Referans sinyali indeks darbesi süresince devam eder. Seviye sinyali ise, ışın içbükey aynanın arkasındaki fotodiyoda ulaşınca, o andaki değerinde sabitlenir (Şekil 7).

İndeks darbesi biterken, referans ve seviye sinyalleri örneklenir ve değerleri tutulur. Bu sinyallerin oranı seviye bilgisi olarak değerlendirilir. İki sinyalin oranını almak motorun dönüş hızından bağımsız olmamızı sağlamaktadır. Değerlendirme süresinden hemen sonra her iki sinyal de, bir sonraki indeks darbesine kadar sıfırlanır.

Sinyallerin oranı şeklinde elde edilen bu bilgi, elektronik ünitede şarjöre kumanda edecek kontrolör için gereken 4-20 yahut 0...20 mA'e çevrilir.

Özellikleri

. Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de laser ile cam seviye ölçmede en önemli sorun, laser kaynağı ve alıcısının yerlerinin seçiminde çıkmıştır. Laser ışınının katettiği yolun uzaması ışın huzme çapının gitgide büyümesine yolaçtığından, hassasiyet için alıcı ve kaynağın birbirlerinden fazla uzak olmaması gerekmektedir.

Bu duruma en uygun yer kanal bölgesi olarak görülmüştür. Ancak, sonradan kanal cam sıcaklığının değiştirilmesi halinde, hemen arkada

dik (Kaldıki kalibrasyon probu, referans probu ile birlikte dışarda, kapalı bir kap içinde de simüle edilebilir).

Havalı sistem çok sık bakım gerektirmektedir. Bakımın gecikmesi halinde yanlış veya daha kaba ölçüm muhakkaktır.

. Ortamdaki basınç değişmelerini kompanse etmek için kullanılan prob ile ölçüm probu basınç değişmelerinden eşit olarak etkilenmemektedirler. Bunun için probların fırına sokulduğu açıklık mümkün olduğu kadar kapatılmalıdır. Fırın içindeki basınç değişmelerinin kötü etkisi kaçınılmazdır. En kötü durumun ortaya çıktığı enversiyon sırasında, şarjör kumandaları kontrolör üzerinden veya başka bir yolla otomatik kontroldan çıkarılır, sabit hızda tutulursa, seviyede önemli oynamalar ortaya çıkmaz.

Havalı sistemde ortaya çıkabilecek ciddi bir tehlike, özellikle düşük basınçla cam yüzeyine epeyce yakın çalışmada, camda köpük vs. gibi bir nedenle probun ağzının tıkanması durumudur. Bu durumda kontrolör cam seviyesini çok yüksek göreceğinden, şarjör hızlarını minimuma indirecek ve operatörlerin durumu fark etmemesi halinde fırın bu durum sürdüğü müddetçe seviye kaybedecektir.

LASER SİSTEMİ İLE FIRINDA CAM SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ

Çalışma Prensibi

TR'de bu iş için kullanılan sistem bir Amerikan firması imalatıdır. Sistem esas olarak üç parçadan ibarettir.

Helyum-Neon laser kaynağı
Alıcı ünite
Elektronik değerlendirme ünitesi

Kaynaktan çıkan ışın cam seviyesinden yansıdıktan sonra alıcıya ulaşır (Şekil 4). Alıcıda, merkezinde delik bulunan bir içbükey ayna bulunmakta-

PNÖMATİK PROBLA FIRIN CAM SEVİYESİ ÖLÇÜMÜ

Çalışma Prensibi

Sistemin çalışma prensibi, bir probun ucundaki açıklığa cam yüzeyinin yaklaşıp uzaklaşmasıyla prob içindeki basıncın değişmesine dayanır (Şekil 3).

Basınç kaynağı olarak kullanılan bir fandan sonra, hava proba verilmeden önce, basıncı ayarlamak için bir iğne vana kullanılmaktadır. Prob içindeki basınç bir boru ile seviye transmitterine götürülürken, diğer bir boru ile de su dolu bir kaba daldırılmaktadır. Su dolu kap, prob ağzının tıkanması gibi durumlarda aşırı basınç yükselmesine karşı transmitteri korumakta ve biraz da ani değişmelere damping etkisi yapmaktadır.

Bu sistemin fırın ortamındaki basınç değişmelerinden etkilenmesini önlemek için, kullanılan ikinci bir prob ile ortam basıncı seviye transmitterine taşınmaktadır. Kullanılan transmitter lineer çıkışlı bir fark basınç transmitteridir. Proba uygulanan basınç ne kadar düşük olursa, ölçüm hassasiyeti o oranda artmaktadır. Düşük basınç prob-cam yüzeyi aralığının az olmasını gerektirmektedir.

Özellikleri

Pnömatik yolla fırın cam seviyesi ölçmede karşılaşılan ilk problem, tekrarlılığın iyi olmamasıdır. Özellikle hassas ölçüm için düşük basınçlara inildikçe bu problem daha kolay karşımıza çıkmaktadır. Bu durumu yaratan en belirgin husus proba gelen çalışma basıncının,devreye alma esnasında ayarlanan değerden sapmasıdır.

Bu sebeple birinci kampanya döneminde TR'da ölçüm probu ile aynı ölçülerde bir probu, ucunda belli açıklıkta tutturulmuş bir levha ile eş koşullarda bulunmasını sağlamak için fırına soktuk. Böylelikle periyodik olarak sistemin çalışma koşullarının değişip değişmediğini kontrol edebil-

rekli çalışabilmelidir.

TR'da I. kampanyada harman üniverbel şarjör ile beslendi. Bu sistemde harman bir tambur ile sürekli beslenirken harman halısının altına cam kırığı serilir. Seviye kontrolü pnömatik probla dinlendirme havuzu başında yapıldı ve kampanya süresince yapılan çalışmalar sonucunda ±50 mikron hassasiyete ulaşabildi (Şekil 1).

Pnömatik probun, bu denli hassas çalışabilmesine karşın;

. Proba üflenen havanın basıncının sık sık kontrol edilme gereği,

. Bulunduğu ortamdaki basınç değişmelerine aşırı hassas olması,

. Fırın içerisinde çalıştığından sökülüp takılması sırasında cama hata vermesi gibi zayıf noktaları vardı.

TR'da ikinci kampanyada seviye kontrolü için Laser sistemi alındı ve banyo girişinde kanala yerleştirildi. Harman ve cam kırığı, kesikli besleme yapan yeni bir şarjörle karışık olarak besleniyor. Sistemin gereği 15-20 saniye boyunca 500 kg harman tabladan ergimiş cam üzerine dökülüyor, daha sonraki 15-20 saniye içinde bu harman fırına itiliyor. Bu nedenle ±200 mikronun altında bir hassaslığa inilemedi (Şekil 2). Bu kampanyada seviye kontrolü için kullanılan Laser sisteminin camla veya fırın atmosferi ile temasta olan herhangi bir parçası olmadığından bakım, kalibrasyon ve testler sırasında cama hata vermesi söz konusu değildir. Ancak ışın yansıma noktasına gelebilecek cam hataları, inhomojen hatlar ve ölçüm noktasındaki sıcaklık-viskozite ve yüzey geriliminin değişmesi sistemi etkilemektedir. Bu nedenlerle I. kampanyada kullanılan pnömatik prob da Laser sistemin alternatifi olarak eski yerine kondu. Böylece her iki sistemin işlerliği kontrol edilebildiği gibi herhangi arıza durumunda ikisinden biri tercih edilebilir. Halen TR'da Laser sistem harman besleyicisine kumanda ediyor. Pnömatik prob izleme durumundadır.

LASER VE PNÖMATİK PROBLA SEVİYE KONTROL SİSTEMİ KARŞILAŞTIRILMASI

Şevket ASİLKAZANCI - M. Ali TİRYAKİ
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam fırınlarında önemli bir işletme parametresi olan seviye kontrolü için kullanılan sistemlerden, pnömatik prob TR 1. kampanyada kullanıldı. 2. kampanyada ise her ikisi beraber kullanılıyor. Bu bildiride her iki sistemin çalışma prensipleri, üstünlükleri ve zayıf noktaları konusunda kazanılan bazı deneyimler açıklanacaktır.

GİRİŞ

Cam fırınlarında özellikle düz cam fırınlarında cam seviyesi kontrolü çok önemlidir. Seviye kontrolünün sağlıklı ve sürekli yapılamaması halinde:

. Fırından cam taşması veya boşalması,

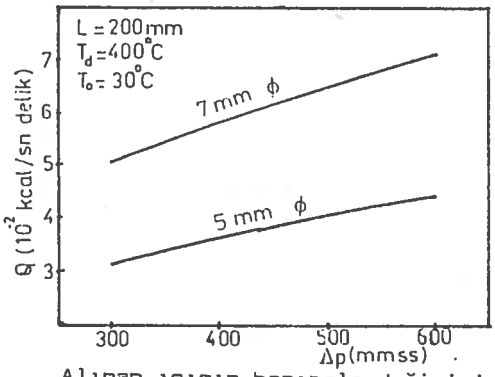
. Yan bloklarda refrakter yıkanması nedeniyle cam hataları oluşması,

. Üretim miktarındaki oynamalar ve buna bağlı şekillendirme hataları,

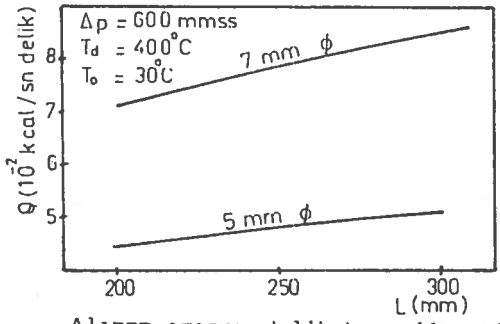
. Değişken seviye nedeniyle düzensiz harman ve cam kırığı beslemesi ve buna bağlı ergime zorlukları

gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkar.

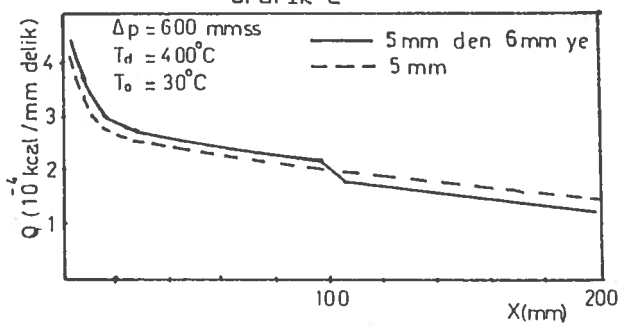
Cam seviyesi kontrolü çeşitli cihazlarla fırının çeşitli yerlerinde yapılır. Teorik olarak kontrol noktası besleme noktasına yakın olmalıdır. Ancak ergimekte olan harman ve köpük nedeniyle genellikle çalışma havuzu veya şekillendirmeye yakın noktalar zorunlu olarak tercih edilir. Fırına harman besleme şekli ve yeri, kabul edilebilecek seviye hareketi, ve fırının boyutları kontrol sistemi seçiminde göz önüne alınmalıdır. Ayrıca seçilen sistem harman beslemesinin karmaşıklığına rağmen sağlıklı ve sü-



Alınan ısının basınçla değişimi
Grafik 1



Alınan ısının delik boyu ile değişimi
Grafik 2



Ortasından itibaren genişletilmiş bir delikte ısı nakli
Grafik 3

Ronald Press Company, S.243-244,

3. J.P. Holman, Heat Transfer, 2nd ed., Mc-Graw Hill Book Co., S.146, 163-164.

4. Marks Handbook, 7th ed., S. 4-100

5. Marks Handbook, 7th ed., S.13-111

6. Marks Handbook, 7th ed., S. 3-63

e) İkinci deneme imalatı, kısa bir süre çalışmasına rağmen ümitvar sonuç vermiştir, çünkü genel olarak her imalat, randımanı düşük olarak başlar ve gittikçe düzelir.

Genel olarak değerlendirilirse, ince cidar ihtimali giderildiği takdirde ince şişelere dikey soğutma ile devir verilebilir. Ancak yüksek devir beraberinde başka problemler getirmektedir. Özellikle dikey soğutmalı kalıpta yüksek devirde damla yüklemesi mümkün olduğunca iyi durumda olmalıdır. Makine çıkış bantı üzerine soğutma konmalıdır. Makinede sabit yastıklama mekanizması olmalıdır. Genel olarak yüksek devirde mekanizmalar vasat değil iyi durumda olmalıdır.

Sonuç olarak, arzu edilen ince cidarın kalıptan gelen miktarının ortadan kalkması bakımından denemelerin olumlu, fakat yüksek devir ve yeşil cam yüzünden nihai neticenin olumsuz olduğunu söyleyebiliriz. Gerekli bütün tedbirler alınarak bu imalata devam edilmesi düşünülmektedir.

SONUÇLAR

Hafif şişe imalatında ince cidarı azaltmak ve buna bağlı olarak daha yüksek hızlarda üretim yapmak için dikey soğutma uygulanabilir. Ancak yüksek devir, makinede özel bazı tedbirler ve iyi bir makine kondüsyonu gerektirmektedir. Bu çalışmada verilen mekanizma ve kalıp dizaynları ileridek çalışmalar için iyi bir örnek teşkil etmektedir. Hassas soğutma dizaynı yapabilmek için ilave bazı hesaplara ihtiyaç olmakla beraber yapılmış olan kompüter programı dizayna çok yardımcı sonuçlar verebilecek seviyededir.

Dizayn için önemli parametreler bu çalışma sırasında ortaya çıkmış bulunmaktadır.

REFERANSLAR

1. Haaland, JFM, Mart 1983, VII., 105, sayfa 89-90

2. A.H. Shapiro, The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, Vol.1,

Hataları teker teker ele alırsak:

a) Kafa-kafa altı çatlakları yeşil imalatın yüksek devirli dikey soğutmalı kalıbında büyük artış göstermiştir. Çatlaklar genel olarak kafa kalıbın iç yüzeyinde oluşmakta olup, "sıcak çatlak" görünümündeydi. İmalat süresince yapılan iki bronz (minox) müldebaktan iyi sonuç alınmasına rağmen tüm imalata yeterli sayıda müldebak, vakit yetersizliğinden yapılamamıştır. Bu çatlakların oluşumunda yüksek devir kadar yeşil camın bazı özelliklerinin etkisi olduğu kanısına varılmış ve ikinci deneme imalatı da bu nedenle yapılmıştır. Görülmektedir ki, ikinci denemedeki kafa-kafa altı çatlağı yüzdesi, normal kalıptaki seviyesine inmiştir.

b) Dip çatlakları yine sıcak çatlak görünümünde idiler. Daha önceki imalat tecrübesine göre yine bronz müldefon ile önlenmesi mümkün görülmüştür. Yağlama kısmi bir çaredir.

c) Deformasyon hatalarında büyük artış olmuştur. Bunların kaynağına inildiğinde özellikle makine dışında oluştukları gözlenmiştir. Yüksek devirli imalatta makine konveyörü üzerine soğutma konması, "dead-plate" ve itici pabuçların çok iyi durumda olması gerekmektedir.

d) İnce cidar, önlenmesi gereken hata olmasına rağmen önlenemediği, bilakis arttığı gözlenmiştir. Ancak ince cidarın oluşumu yeri incelendiğinde, kalıp çizgisinden başka yerlere, omuza veya yerleştirme halkasının üzerine kaydığı görülmüştür. Bunda şüphesiz damla yüklemesinin düzgün olmayışının büyük rolü vardır. Gerçekten damla yüklemesinin düzgün olması dikey soğutmalı kalıpta normal kalıptan önemli duruma gelmektedir. Çünkü, örneğin merkezde olmayan kötü bir yüklemenin normal bir kalıba etkisi bir dereceye kadar soğutmanın dengesizleştirilmesi ile giderilebilir, ama dikey soğutmada bu imkan ortadan kalkmaktadır. Yüksek devire çıkıldığında yerleştirme halkasındaki ince cidar artarsa (buradaki durum böyledir) kısmi bir çare yeni kalıp dizaynından gelebilir. Gelecek imalatlarda bu yol da denenecektir.

DENEME İMALATLARI

Önce dizayn edilen mekanizma prototipi ve kalıpların uygunluğu için Flint fırında bir makine üzerinde iki kalıplık bir deneme yapılmıştır. Bu deneme hiçbir mekanizma problemi çıkarmadığı gibi 63 ve 68 damla/dk imalatta tatminkar şişe vermiştir. Bu şişenin hacmi 250 cc, ağırlığı 175 gr, normal devri 55 d/dk idi.

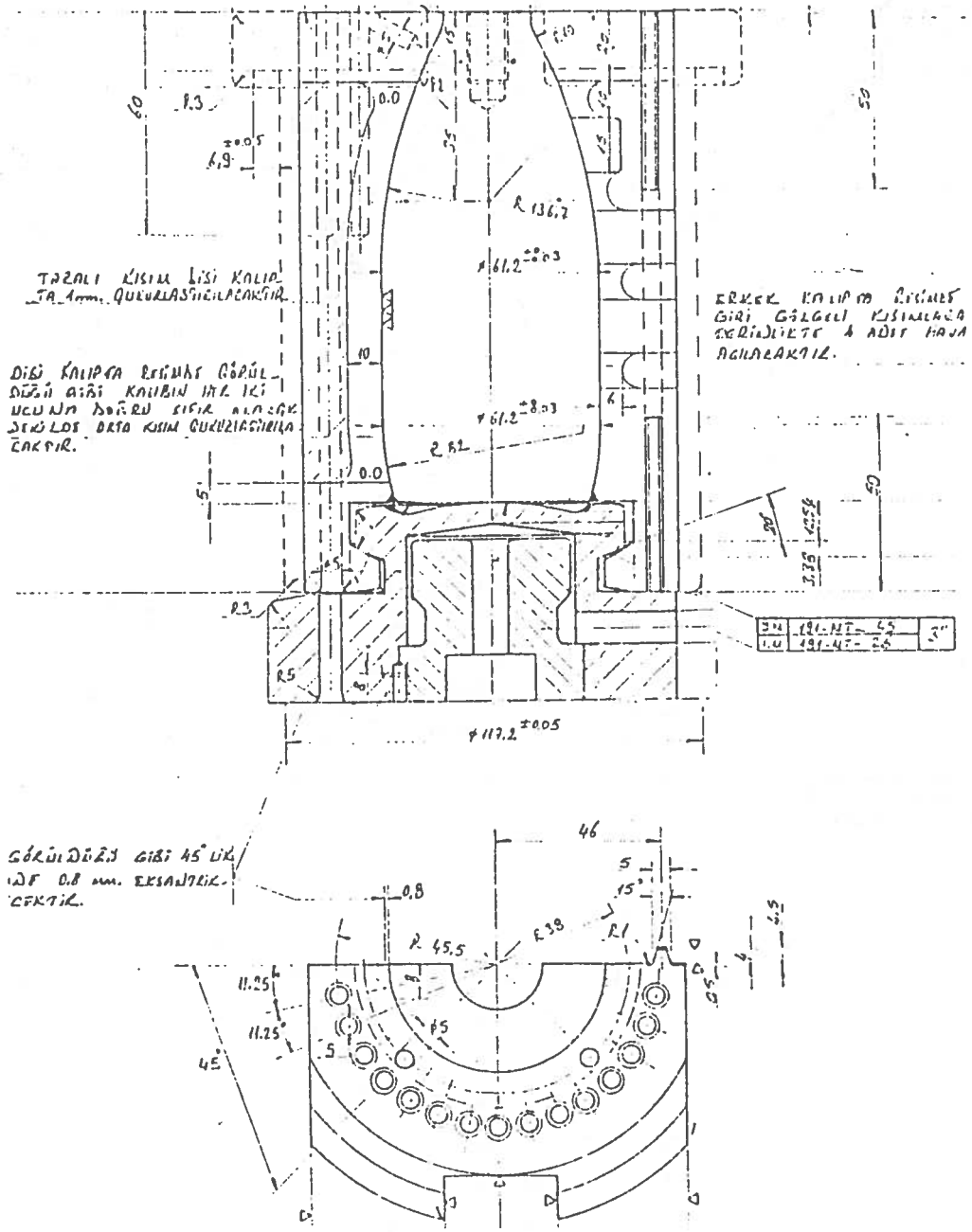
Esas deneme imalatı ise tüm mekanizmalar hazırlanıp kalıp atölyesinde yapıldıktan sonra yeşil fırında ele alınmıştır. İlk gün 70 damla/dk ile üretime başlanmışsa da damla girmediğinden hemen devir 66 damlaya düşülmüştür. Birkaç gün sonra makas mekanizması değiştiği halde makas mekanizması ve damla yollarının durumu 66 devirde dahi mükemmel olamamıştır. Bir süre sonra makine hızı 64 damlaya düşürülmüştür. Tüm üretim 34 gün sürmüştür.

Bu denemeden sonra flint olarak, fakat aynı makinede yeni bir kalıp seti ile 4 günlük bir deneme daha yapılmıştır.

İMALAT HATALARI VE DEĞERLENDİRME

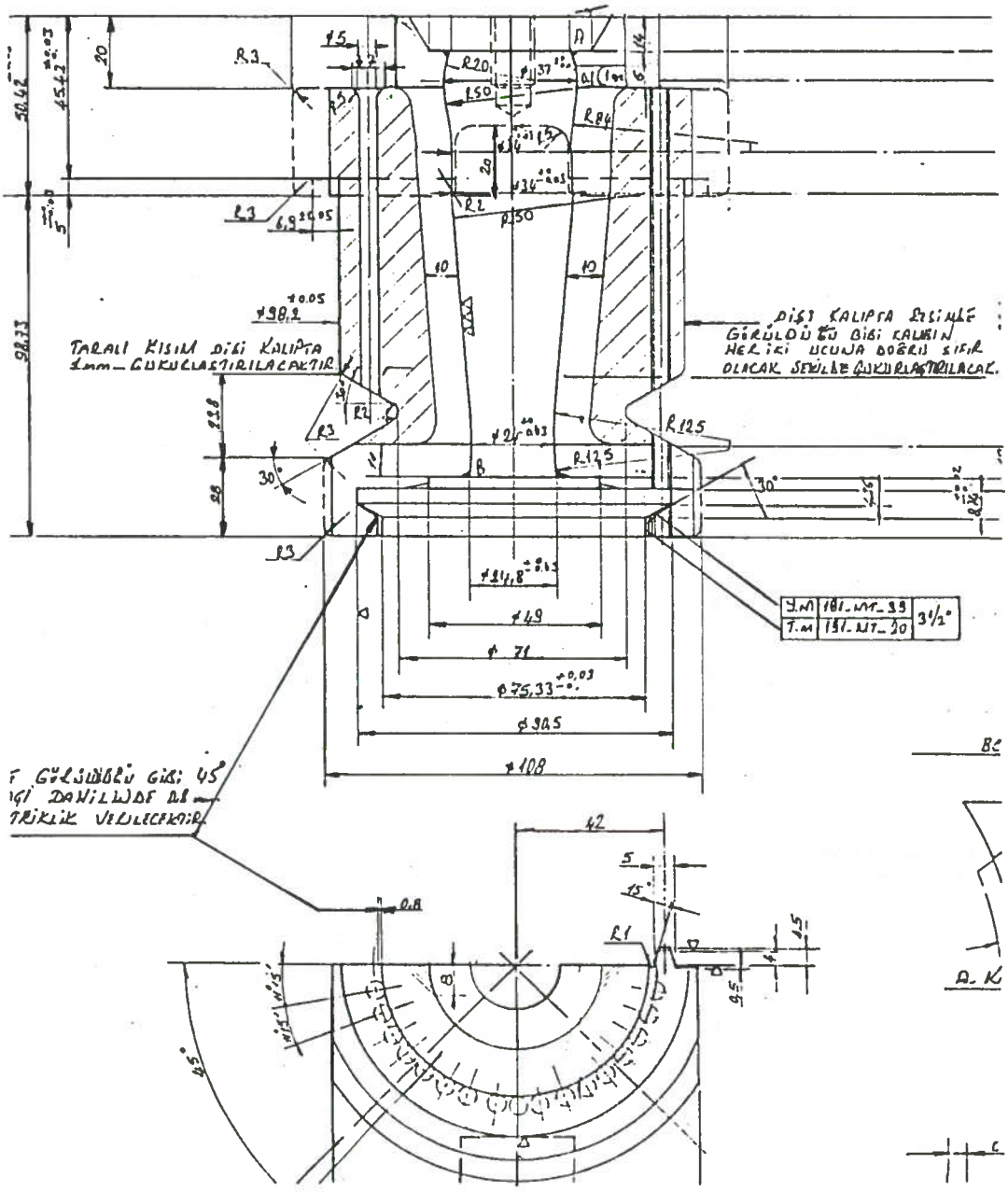
Yapılan deneme imalatlarının, bir referans üretimi ile karşılaştırmalı hata tablosu aşağıda verilmektedir.

Hatalar	29 gün 55 d/dk normal kalıp (yeşil)	34 gün 66-64 d/dk dikey S.kalıbı (yeşil)	4 gün 64 d/dk dikey S. (Flint)
Kafa-Kafa altı çatlağı	%5.5	%10.9	%4.9
Dip çatlağı	%0.3	%1.8	%3.7
Diğer Çatlaklar	%2.4	%2.2	-
Deformasyon hataları	%0.8	%5.6	%7.2
İnce cidar	%0.6	%4.6	%3.4
Randıman	%89.9	%72.2	%77.4



Finişör Dizaynı

Şekil 6



Ebişör Dizaynı

Şekil 5

her biri belirli bir arayışın ve ihtiyacın sonucu olarak zaman içinde ortaya çıkmış ve zamanla şekillenmiştir.

I. kampanya dönemi kalite incelemesinde hata yoğunluğu, habbe, hata cinsleri, optik kalite parametrelerin ortaya çıkış zamanlarını ve bunların günlük, aylık değerlerini görmek mümkündür. Kullanılan yöntemler ve hesaplama şekilleri de ayrıca belirtilmiştir.

4. I. Kampanya Dönemi Üretim-Satış-Stok Parametreleri

Bu dokümanda tüm kampanya dönemini kapsayacak şekilde aylar itibariyle brüt çekiş, cam kırığı oranı, randımanlar, yurtiçi ve yurtdışı siparişlere yönelik üretim miktarları, üretimin kalite ve ebat grupları bazında dağılımı, bütçeye esas standartlar, yurtiçi ve yurtdışı satışlar ve stoklar gibi büyüklüklerin değişimi yer almaktadır.

5. Proje Planlama ve Kontrol

Soğuk tamirler dahil olmak üzere yatırım dönemlerinde modern proje planlama ve kontrol tekniklerinin kullanılması Şişe-Cam topluluğunda oldukça yaygındır. Float I. soğuk tamir çalışmalarında da kontrol listeleri, Gantt Şemaları ve Kritik Yörünge Metodu'ndan yaygın bir şekilde istifade edilmiştir. Hazırlanan dokümanda kuramsal düzeyde proje planlama ve kontrol tekniklerinin tarihsel gelişimi ve özellikleri, Trakya Cam'da kullanılan formların zaman içinde geçirdiği evrim, fırın için birkaç alternatife göre hazırlanmış Kritik Yörünge Diyagramları, faaliyetlerin program ve fiili tamamlanma sürelerini gösteren Gantt Şemaları yer almaktadır. Mevcut verilerden hareketle analitik tahmin yöntemiyle başka soğuk tamirler için de geçerli olabilecek değerleri üretmek mümkündür.

6. Satın Alınan Malzeme, Makina ve Donanımlar

Soğuk tamir döneminde satın alınan temel malzeme, makina ve donanımlara ait spesifikasyonlar, şartnameler, katalog ve prospektüsler,

satıcı ve üretici firma isim ve adresleri, orijinal döviz ve dolar cinsinden satın alma fiyatları, gümrük sigorta navlun bedelleri, ödeme planı, sipariş izleme formları ve refrakter kabulde kullanılan kalite kontrol standartları yer almaktadır. Özellikle refrakter malzemenin kabulündeki uygulamaya ait dokümanlar gelecekteki çalışmalara ışık tutabilecektir.

7. Toplantı ve Gezi Notları, Raporlar

Soğuk tamir çalışmaları formel olarak Şubat 1985 ayında yapılan ilk toplantı ile başlamış, 8 Nisan 1986'da da üretim durdurularak fiilen soğuk tamire geçilmiştir. Bu arada ihtiyaçları ve dizayn özelliklerini belirleme, gelişmeleri değerlendirme amacıyla 250 civarında toplantı yapılmış, Avrupa ve Amerika'da 8 adet float hattı gezilmiştir. Bu dokümanda bu çalışmaların gelişme seyrini ve içeriğini görmek mümkündür.

8. Danışman Firma ile Yazışmalar

Fırının dizaynı ile ilgili olarak bir Amerikan firması ile ortak bir çalışma yürütülmüştür. Soğuk tamir sonuna kadar karşılıklı yaklaşık 2500 adet yazışma yapılmıştır. Bu yazışmaların ve bazı skeçlerin bir araya getirildiği bu dokümanda malzeme seçiminden, bazı dizayn özelliklerine kadar fırının farklı bölümlerinin nasıl bir arayış ve çalışmanın sonucu olarak ortaya çıktığını, bazı tercihlerin neden yapıldığını, danışman firmanın diğer fırınlar üzerindeki tecrübelerini de kapsayacak şekilde izlemek ve görmek mümkündür.

9. Fotoğraflar

Soğuk tamir süresince durumu ve gelişmeleri kalıcı olabilecek şekilde tespit amacıyla yaklaşık 2600 adet renkli fotoğraf çekilmiştir. Ayrıca ana kemerin fırın içine sokulan paletli dozer ile yıkılması videoya kaydedilmiştir.

Eski ve yeni fırından çekilen fotoğraflar tasniflenmiş, hatta ilgili kareler yan yana monte edilerek fırının farklı bölümlerini bir bütün olarak görmek ve değerlendirmek imkanı yaratılmıştır. İlgilenenler eski fırında yer alan farklı malzemelerde meydana gelen aşınmaları görebilecektir. Ayrıca II. kampanya dönemi sonunda fırının ateşlemeden önceki durumu ile kampanya dönemi sonundaki durumunu karşılaştırmak ve analiz etmek mümkün olabilecektir.

10. Montaj ve Isıtma İle İlgili Notlar

Uygulama sırasındaki günlük gelişmeler ve sorunlar vardiya sorumlularınca muntazaman jurnal defterlerine kaydedilmiştir. Daha sonra bu bilgiler üzerinde yapılan değerlendirme sonucu önemli noktaları belirten bir özet çıkarılmıştır. Bu notların yanı sıra önemli üç spesifik konu bildiri şeklinde bu sempozyuma sunulmuştur. Bütün bu çalışmalar ile fırın ve banyonun soğutulması, söküm ve montajın yapılış şekli, yaklaşık on beş bin tona yakın malzeme ikmalinin nasıl sağlandığı, fırın ve banyoda malzeme açısından yapılan gözlemler ve alınan numunelerin analizleri, ısıtma öncesi ve sonrası çıkarılan refrakter haritaları gibi bilgiler bir araya getirilmiştir.

11. Eski ve Yeni Fırın Projeleri

Eski ve yeni fırın projeleri refrakter ve çelik malzeme metrajları ile birlikte bir araya getirilmiştir. Montaj sırasında yerinde yapılan değişiklikler de projelere işlenmiştir. Soğuk tamir ile birlikte bazı önemli sistem değişiklikleri de yapılmıştır. Gerekli karşılaştırmaları yapabilmek için eski fırının aynı malzeme ve sistemler ile ya da öngörülen malzeme ve sistem tadilatları yapılarak soğuk tamire alınması arasındaki farkları inceleyen maliyet analizleri de bu dokümanda yer almaktadır. İlgilenenlerin yeni fırının hangi bölgesinde ne tür malzemenin ne miktarda kullanıldığını ve parasal tutarını görmeleri ve gerek duyulabilecek analizleri yapabilmeleri mümkün olabilecektir.

SONUÇ

Bir yılı biraz aşan ön hazırlık ve üç aylık bir uygulama ile tamamlanan soğuk tamir, üretim faaliyetlerinin yanı sıra yoğun ve hızlı bir çalışma temposu ile gerçekleştirilmiştir. Dokümantasyon çalışmaları aynen günümüz kalite kontrol uygulamalarında olduğu gibi tek servis ve kişinin görev ve sorumluluğundan ziyade ilgili tüm servis ve kişilerin görev ve sorumluluk alanı içinde ele alınmış ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçları değerlendirmek için gelişmelere sekiz yıllık perspektif içinde bakıldığında 1978 yılı ilk kuruluş dönemi çalışmalarında formel olarak hemen hemen hiç mevcut olmayan bilgi ve belgelerin 1980 yılında proje ve satın alınan malzeme bazında var olduğu, bunun ise çok daha geniş bir alana yayıldığı görülmektedir. Gelecekteki çalışmaların bugünü aşacağından bir şüphe yoktur, yeter ki görülenin ve yaşanılanın kişiselden ziyade başkalarını da ilgilendiren toplumsal yönü olduğu hatırlansın veya hatırlatacak sistemler kurulsun.

Toplanabilen bilgi ve belgeler geleceğin camcılarına ve sorumlularına soğuk tamir ve benzeri bir yatırımın kapsamı ve gelişme seyri hakkında fikir verebilecekse, başta Teknik Genel Müdür Yardımcılığı olmak üzere Şişe-Cam topluluğunun tüm birimleri ile fabrika arasında olması gereken görev bölümü ve işbirliği üzerinde düşündürebilecekse ve nihayet bugünün sorunları aşılmasa idi, geleceğin camcılarının kaçınılmaz olarak nelerle uğraşma durumunda kalacaklarına ışık tutabilecekse, Teknik Genel Müdür Yardımcılığı ile birlikte ekip olarak amaçlananın büyük bir bölümü başarılmış olacaktır.

RUTİN KONTROL İLE ENERJİ TASARRUFU

Nurettin ELÇİ
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Enerji tasarrufu açısından yeni tekniklerin ve yatırım gerektiren projelerin uygulanması kadar, mevcut şartların ideal şekilde sürdürülmesi de önemli bir husustur. Bunun sağlanması için enerji sarfiyatını etkileyen parametrelerin belirlenmesi ve belli toleranslar içinde götürülmeleri gereklidir. Ayrıca enerji sarfiyatı ile bu parametreler arasındaki bağıntılar formüle edilmeli ve fiili sarfiyatlarla, hesaplanan sarfiyat değerleri karşılaştırılmalıdır.

Bu noktadan hareketle üretim şartlarının oldukça sık değiştiği fabrikamızda, enerji sarfiyatının ve sarfiyatı etkileyen parametrelerin sıkı bir şekilde takibine önem verilmiş ve sonuçta da kayda değer oranda tasarruf sağlanmıştır. Uygulamadan daha da olumlu sonuçlar alınması için 1986 yılı ortasında "Enerji Kontrol Ustası" adı altında iki eleman alınmış olup, rutin kontrol sürdürülmektedir.

GİRİŞ

Topluluğumuz genelinde başlatılmış olan enerji tasarrufu çalışmaları doğrultusunda şirketimizde de olumlu sonuçlar alınmış, yeni projelerin uygulanması ile önemli ölçülerde enerji tasarrufu gerçekleşmiştir. Ancak gözlemler göstermektedir ki, enerji sarfiyatının kontrol edilmediği hallerde önemli artışlar olabilmektedir. Bu da, çok sayıda imalat hattı bulunan ve imalat değişimlerinin genellikle sık olduğu fabrikamızda rutin kontrolü gerekli kılmaktadır. Başlangıçta kısıtlı imkanlarla gerçekleştirilebilen kontrol fonksiyonunun, 1986 yılı ortasında temin edilen elemanlarla daha da ileri götürülmesi amaçlanmaktadır.

YAPILAN ÇALIŞMALAR VE SAĞLANAN FAYDALAR

Bu yazıda rutin kontrol ile enerji tasarrufu çalışmaları, sarf yerleri bazında ele alınarak aşağıdaki gibi gruplandırılmış ve açıklama yapılmıştır.

. Fırınlar
. Çalışma havuzları
. Forehearthlar
. Soğutma ve baskı fırınları
. Kazanlar
. Diğerleri

Fırınlar

Fırın yakıt sarfiyatları ve sarfiyatı etkileyen parametreler her gün izlenmektedir. Bu amaçla, yakıt sarfiyatı; fırın çekişi ve fırın çekişi/cam kırığı oranına bağlı olarak formüle edilmiştir. Bu formüller aşağıdadır.

$$y = a + bx \quad \text{.....(1)}$$

$$y = a + bx + cw \quad \text{.....(2)}$$

Burada,

y = Yakıt sarfiyatı (kg/gün)
a = Çekişsiz yakıt sarfiyatı (kg/gün)
b = Fırın çekiş katsayısı
x = Fırın çekişi (kg/gün)
c = Cam kırığı katsayısı
w = Cam kırığı miktarı (kg/gün)

Cam kırığı oranının değişmediği dönemlerde (1) no'lu formül, değiştiği dönemlerde ise (2) no'lu formül kullanılmaktadır. Formüllerdeki a, b ve c gibi katsayılar; istenen fırın, dönem ve sınırlayıcı değerler belirlenerek regresyon programları aracılığı ile tespit edilmektedir. Günlük fiili yakıt sarfiyatları, bu formüller vasıtasıyla hesaplanan hedef değerlerle karşılaş-

tırılmakta, fiili sarfiyatların yüksek olması halinde de gerekli önlemlerin alınması yoluna gidilmektedir.

Fırınlarda yakıt sarfiyatlarını fırın çekişi ve cam kırığı dışında etkileyen parametreler de vardır. Bunlar; fırın eritme sıcaklığı, camdaki habbe miktarı, harman rutubeti, cam rengi, camdaki demir miktarı, baca gazı analizi sonuçları (yanma şartları), yakma havası sıcaklığı, rejeneratörden ısınarak gelen yakma havasının toplam yakma havasına oranı, harman sıcaklığı, dış hava sıcaklığı, bubbler kabarcık sayısı gibi parametrelerdir. Bu parametrelerin bulunduğu çok değişkenli regresyon programları hazırlanarak fırın yakıt sarfiyatlarının daha sıhhatli olarak takibi hedef alınmıştır.

Yukarıda bahsedilen formüllerin günlük yakıt sarfiyatlarını kontrol amacıyla kullanılmaya başlanmasından bu yana olumlu sonuçlar alınmaktadır. Bu durum A ve C fırınları için aşağıdaki karşılaştırmalı tabloda izlenebilir. B fırını, hem bal hem de beyaz çalıştığı; D fırını da rejeneratör problemi olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 1: Fırın birim yakıt sarfiyatları mukayesesi.

Fırın	Dönem	Ortalama fırın çekişi (ton/gün)	Ortalama cam kırığı (%)	Ortalama birim yakıt (gr.f.oil/kg cam	% 4.5/yıl eskimeye göre birim yakıt (gr.f.oil/kg cam)
A	1985 (yıllık)	72.3	38.1	185.0	
	1986 (5 ay)	73.0	38.6	186.3	192.9
C	1985 (yıllık)	91.9	32.3	143.6	
	1986 (5 ay)	92.6	32.2	144.7	147.6

Tabloda her iki fırın için de birim yakıtlardaki artışın çok az olduğu görülmektedir. Yaşlanma faktörü göz önünde bulundurulduğunda ise önemli ölçüde kazancın gerçekleştiği anlaşılır. Tablo hazırlanırken mukayesenin sıhhatli olabilmesi için şartların benzer olduğu dönemler seçilmiştir.

Günlük kontrollar hakkında daha iyi fikir verebilmesi amacıyla Ek I'de formlardan örnekler verilmiştir. Örnekler seçilirken, rutin kontrolların yapılmaya başlandığı Ekim 1985 rakamları ile uygulamadan olumlu sonuç-

ların alındığı 1986 yılı aylarına ait rakamlar verilmiş ve yine mukayese yapılabilmesi için şartların benzer olmasına özen gösterilmiştir.

Fırınlarda rutin kontrollar halen sürdürülmekte olup, olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Çalışma Havuzları

Çalışma havuzlarında enerji tasarrufu sağlanması amacıyla uzun bir süredir yakıt sarfiyatları ve ilgili parametreler sürekli izlenmektedir. Çalışma havuzu sıcaklığı, ergitme havuzundan gelen cam sıcaklığı, camın çalışma havuzunda bekleme süresi ve yanma şartları gibi parametreler arasında en kolay müdahale edilebileni yanma şartlarıdır. Halen hergün yanma analizleri ile iç basınç kontrolü yapılmakta ve hedef değerlerden sapmalar görüldüğünde ayar yoluna gidilmektedir. Yanma analizlerinin ilk olarak yapılmaya başlandığı sıralarda çok yüksek hava fazlalıkları (baca gazında % 10 O_2) ile çalışıldığı tespit edilmiş, ayarları takiben, fiili sayaç değerleri ile % 25'e varan yakıt tasarrufu saptanmıştır.

Forehearth'lar

Forehearth'larda enerji sarfiyatını etkileyen parametreler, çalışma havuzlarındakiler ile benzerlik göstermektedir. Çalışma havuzundan gelen cam sıcaklığı, camın forehearth'da kalış süresi, damla sıcaklığı, yanma şartları gibi parametrelerden yine yanma şartları en kolay müdahale imkanı olanıdır. Bu nedenle hergün, forehearth'ların tüm zonlarında ayrı ayrı yanma analizi ve gerektiğinde ayar yapılmaktadır.

Forehearth yanma analiz ve ayarlarının rutin olarak yapılmaya başlanmasının sonucunda yakıt sarfiyatlarında bariz azalma tespit edilmiştir. Bu durum Tablo II'de C ve D fırınları forehearth'ları 1985 yılı ve 1986 yılı ilk 6 aylık ortalamaları mukayesesinde görülmektedir.

Ek 2'de 1985 yılının tümü, 1986 yılının ise 6 aylık dönemi rakamları ay bazında verilmiş olup LPG sarfiyatlarındaki trend daha iyi gözlenebilir.

Tablo II: Forehearth yakıt sarfiyatları mukayesesi.

	1985 Yıllık Ortalama			1986 İlk 6 Aylık Ortalama			
Fırın	Fırın çekişi (ton/ay)	LPG sarfiyatı (Nm^3/ay)	Birim yakıt Nm^3/toncam	Fırın çekişi (ton/ay)	LPG sarfiyatı (Nm^3/ay)	Birim yakıt Nm^3/toncam	Birim yakıt farkı (%)
C	2792	15416	5.52	2814	13738	4.88	(-) 11.6
D	5197	21398	4.12	5226	19444	3.72	(-) 9.7

Bu zamana kadar forehearth LPG sarfiyatları sayaç eksikliği nedeni ile ancak fırın bazında takip edilebilmekte idi. Yakın zamanda temin edilen sayaçlar sayesinde her forehearth'ın sarfiyatı ayrı ayrı takip edilecektir. Yeterli data toplandıktan sonra ise regresyon programları yardımıyla daha etkili kontrol yapılması amaçlanmaktadır.

Soğutma ve Baskı Fırınları

Rutin kontrol ile enerji tasarrufu konusunda ilk çalışma, soğutmalarda başlatılmıştır denilebilir. Konu üç açıdan ele alınmıştır.

a) Brülör fanlarının çalıştırılma şekli

b) Yanma ayarları

c) Zon sıcaklık ayarlamaları

Soğutma fırınları yakma sistemi radyan tüplüden direkt alevli hale getirilmeden önce brülörler on-off çalışıyor ve zon sıcaklığı dolduğunda gaz kesildiği halde brülör fanı radyan tüp içine hava vermeye devam ediyordu. Brülör fanının sürekli çalıştırılmasının nedeni, gaz kaçağının neden olabileceği patlamaları önlemekti. Deneme yoluyla patlama olmadığı görülerek fanların yakıtla birlikte çalıştırılıp durdurulması sağlanmıştır.

İlk yapılan yanma analizlerinde çok fazla hava ile çalışıldığı gözlenmiştir. Bunun üzerine radyan tüp baca çıkışlarına delikler açılmış ve mümkün olan sıklıkla ölçüm ve ayarlar yapılmıştır.

Soğutma fırınlarında rutin kontrol ile enerji tasarrufu gerçekleştirilmesi yönünde en etkili önlem tavlama sıcaklıklarının düşürülmesi olmuştur. Özellikle bal renkli cam üretilen A hattı soğutmalarında sıcaklıklar 550-560°C mertebelerinden küçük mamül çalışılan hatlarda 510°C'a kadar düşürülmüştür. Tavlama işleminin bir sıcaklık/zaman fonksiyonu oluşundan hareketle bant hızının düşük olduğu hallerde sıcaklıklar rahatlıkla düşürülerek olumlu sonuçlar alınmıştır. Denemeler sonucunda gelinen bu noktadan sonra şartların ideal olarak sürdürülmesi için rutin kontrollar devam ettirilmiştir.

Bütün bu önlemlerin uygulanmaya başlandığı Mayıs 1983'ten itibaren yakıt sarfiyatlarında büyük ölçüde düşüşler gözlenmiş olup, Ek 3'te aylar itibariyle gösterilmiştir. Rakamlar incelendiğinde % 30 üzerinde bir tasarruf gerçekleştirildiği anlaşılır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar akabinde direkt baskıya giden mamullerde enerji tasarrufuna yönelik denemeler yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. İmalat soğutmalarında zon sıcaklıkları normalin altına düşürülerek mamullerin bir miktar tansiyonla çıkmasına müsaade edilmiş, asıl tavlama işlemi baskı soğutmalarında gerçekleştirilmiştir. Bu sayede de enerji tasarrufu gerçekleştirilmiş olup, uygulama sürdürülmektedir.

Halen; geçmiş gözlemlerden edinilen tecrübeler ışığında aşağıda belirtilen hususlar rutin olarak sürdürülmektedir.

. Yanma analiz ve ayarları (her gün)
. Zon sıcaklıkları kontrolü (her gün)
. Yakıt sarfiyatları takibi (her gün)
. Direkt baskıya giden mamullerin takibi.

Soğutma fırınları yakıt sarfiyatları hali hazırda fırın bazında takip edilmektedir. Her bir soğutmaya ayrı bir sayaç konarak sarfiyatı etkileyen pek çok parametrenin etkileri ayrı ayrı tespit edilecektir. Elde edilen doneler çoklu regresyon programları ile değerlendirilerek önemli ölçüde

enerji tasarrufu gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Kazanlar

Kazanlarda yakıt sarfiyatını en çok etkileyen parametrelerden biri yanma şartlarıdır. Uzun süreden beri sürdürülen ölçüm ve ayarlar sayesinde yanma randımanlarında % 75 mertebesinden % 82-84'e artış sağlanmış olup, rutin kontrol ve ayarlar sürdürülmektedir. Ortalama % 8 civarında olan randıman artışının, atık ısı kazanının devreye girdiği Aralık 1985'ten önceki dönem sarfiyatları göz önüne alındığında 100 ton/yıl civarında fuel oil tasarrufu sağladığı görülür.

Diğerleri

Yukarıda bahsedilen birimler enerjinin yoğun olarak kullanıldığı yerlerdir. Bunlar dışında daha az enerji kullanan birimler vardır. Ancak bunlar da daha seyrek aralıklarla olmakla birlikte yine rutin olarak izlenmektedir. Bunlar; shrink fırınları yanma şartları, yakıt tankları depolama sıcaklığı ve tesisatlar kontrolleridir.

ENERJİ TOPLANTILARI

Fabrikamız, enerji grubunun günlük olarak yaptığı tespit, ölçüm, ayar ve takip işleri dışında enerji tasarrufu konusunun değişik açılardan ele alındığı periyodik toplantılar yapılmaktadır. Enerji sarfiyatları ve ilgili parametreler günlük toplantılarda görüşülüp tartışılmaktadır. Bunun dışında yapılan diğer toplantılar aşağıda belirtilmiştir.

a) Enerji kontrolörleri toplantısı: Fabrikamızda enerji tasarruf bilincinin yerleşmesi ve tabana yayılması amacı ile 1986 yılı başından itibaren her servisten bir eleman görevlendirilmiş ve bu elemanlara kendi kısımlarında enerji tasarrufuna yönelik gözlemlerde bulunma ve öneri getirme görevi verilmiştir. İki ayda bir yapılan toplantılarda gözlem ve öneriler tartışılmakta ve çok olumlu sonuçlar elde edilmektedir.

b) Aylık toplantı: Genel müdür, teknik müdürler ve ilgili şeflerin katıldığı bu toplantı, ayda bir defa düzenlenmekte ve enerji tasarrufuna yönelik kararlar alınmakta ve alınan kararların uygulama safhaları gözden geçirilmektedir.

Burada, Araştırma-Geliştirme Müdürlüğümüzde her ay şirketlerin enerji sorumluları ve AR-GE enerji grubu elemanlarının katıldıkları aylık toplantıların önemini vurgulamak gerekir. Bu toplantılar sayesinde hem AR-GE enerji grubu çalışmaları hakkında bilgi alınmakta, hem de enerji tasarrufu konusunda fikir alış verişi yapılarak şirketlerin birbirlerinin tecrübelerinden faydalanmaları sağlanmış olunmaktadır.

ÇALIŞMA SONUCU SAĞLANAN PARASAL KAZANÇ

Daha önceki bölümlerde, yapılan çalışmalar sonucu gerçekleştirilen enerji tasarruflarına ait örnekler ve bazı rakamlar verilmiş idi. Bu bölümde tasarrufların parasal karşılıkları bugünkü fiyatlarla toplu olarak verilmektedir.

Yeri	Parasal Kazanç(M TL/yıl)
Ergitme Havuzları	
A fırını	20.8[a]
B "	10.3[b]
C "	11.6[a]
D "	20.5[b]
Çalışma Havuzları	
A fırını	3.8[b]
B "	-
C "	3.8[b]
D "	2.8[b]
Foreheartlılar	
A fırını	-
B "	5.7[b]

C fırını	6.6[a]
D "	7.7[a]
Soğutma Fırınları	
A fırını	28.7[a]
B "	2.4[b]
C "	2.0[b]
D "	1.4[b]
Kazanlar	12.6[b]
Toplam	140.7

Not: [a]Sayaç değerlerinden hesaplanan rakamlar.

[b]Kabullerle hesaplanan rakamlar.

SONUÇ

Rutin kontrollar sayesinde enerji sarfiyatlarında önemli düşüşlerin gerçekleştiği uzun bir zaman aralığında izlenmek suretiyle tespit edilmiştir. Enerjinin etkin kullanımı için alınmış tedbirlerin sürdürülmesi ve rutin kontrolların devamlılığı şarttır. Aksi halde sarfiyatların yeniden artması kaçınılmazdır.

REFERANSLAR

1. Flue Gas Heat Recovery in Glass Furnaces, P. Bony, May 1983
2. The Analysis of Ageing in the Fuel Consumption of Glass Melting Furnaces, S.J. Morrison.

Ek 1a

A FIRINI MUKAYESELİ AYLIK YAKIT TÜKETİM FORMU

HEDEF FONKSİYON : 7687 + 0.1079 x - 0.087 w

DÖNEM

EKİM 1985

GÜN	FIRIN ÇEKİŞİ X (kg)	CAM KIRIĞI W (kg)	FİİLİ YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEF YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEFTEN SAPMA (kg/gün)
1	64164	27013	13351	12260	+ 1091
2	64906	27325	13215	12313	+ 902
3	65107	27410	12944	12327	+ 617
4	64169	27015	12897	12261	+ 636
5	64672	27227	13082	12296	+ 786
6	62840	26456	13055	12166	+ 889
7	63331	22356	13150	12576	+ 574
8	63000	22239	13109	12550	+ 559
9	62625	22107	12712	12520	+ 191
10	62813	22173	12813	12536	+ 277
11	67849	23951	12952	12925	+ 27
12	68526	24190	13000	12977	+ 23
13	66920	23623	13091	12853	+ 238
14	64550	22786	13215	12670	+ 545
15	65947	23279	13011	12778	+ 233
16	65284	23045	12940	12727	+ 213
17	75779	26749	13675	13531	+ 144
18	76017	26834	13582	13555	+ 27
19	75917	26799	13499	13547	- 48
20	76191	26895	13705	13569	+ 136
21	75831	26768	13780	13541	+ 239
22	79060	27908	13843	13790	+ 53
23	67933	23980	13668	12931	+ 737
24	73030	25780	13659	13325	+ 334
25	73656	26000	13970	13373	+ 597
26	72253	25505	13944	13265	+ 679
27	73716	26022	13891	13378	+ 513
28	69724	24613	13840	13069	+ 771
29	69682	24598	13805	13066	+ 739
30	61001	21533	13501	12396	+ 1105
31	62340	22006	13092	12499	+ 593
					Σ+14420

Ek Ib

A FIRINI MUKAYESELİ AYLIK YAKIT TÜKETİM FORMU

HEDEF FONKSİYON : 7687 + 0.1079 x - 0.087 w

DÖNEM
ŞUBAT 1986

GÜN	FIRIN ÇEKİŞİ X (kg)	CAM KIRIĞI W (kg)	FİİLİ YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEF YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEFTEN SAPMA (kg/gün)
1	68517	21446	12833	13214	- 381
2	68670	21494	12886	13226	- 340
3	66751	20893	12898	13072	- 174
4	68712	21507	13101	13230	- 129
5	68997	21596	13055	13253	- 198
6	68945	21579	12791	13248	- 457
7	68712	21507	13122	13230	- 108
8	68180	21340	12940	13187	- 247
9	68757	21520	12853	13234	- 381
10	61934	19385	12458	12683	- 225
11	64089	20060	12329	12857	- 528
12	63720	19944	12355	12827	- 472
13	64017	20037	12424	12851	- 427
14	64233	20104	12433	12869	- 436
15	63864	19989	13062	12839	- 223
16	64448	20172	12663	12885	- 223
17	59206	18531	12450	12463	- 13
18	60740	19012	12367	12587	- 220
19	60866	19051	12589	12597	- 8
20	60642	18981	12273	12579	- 306
21	61103	19125	12234	12616	- 382
22	61605	19282	12352	12657	- 305
23	63463	19864	12327	12806	- 479
24	63760	19957	12181	12830	- 649
25	66891	20937	12406	13083	- 677
26	66563	20834	13011	13056	- 45
27	63535	19886	12788	12812	- 24
28					
					Σ-7611

Ek Ic

C FIRINI MUKAYESELİ AYLIK YAKIT TÜKETİM FORMU

HEDEF FONKSİYON : 7608 + 0.0786 x - 0.0477 w

DÖNEM EKİM 1985

GÜN	FIRIN ÇEKİŞİ X (kg)	CAM KIRIĞI W (kg)	FİİLİ YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEF YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEFTEN SAPMA (kg/gün)
1	83245	26888	12938	12868	+ 70
2	83540	26983	12619	12887	- 268
3	72910	23550	12199	12215	+ 16
4	83788	27064	12520	12903	- 382
5	85552	27633	12749	13014	- 265
6	85519	27623	12636	13012	- 376
7	92915	30011	13250	13480	- 230
8	90831	29338	13145	13348	- 203
9	92920	30013	13289	13480	- 191
10	96484	31164	13359	13705	- 346
11	97374	31452	13511	13761	- 250
12	97418	31466	13579	13764	- 185
13	92340	29826	13362	13443	- 81
14	87400	28230	13332	13131	+ 200
15	89862	29025	12807	13287	- 479
16	89618	28947	13093	13271	- 178
17	93485	30196	13361	13516	- 155
18	94003	30363	13376	13548	- 172
19	94540	30536	13472	13582	- 110
20	95718	30917	13626	13657	- 31
21	92067	29738	13635	13426	+ 209
22	92713	29946	13528	13467	+ 61
23	78669	25410	12968	12579	+ 389
24	75959	24535	12458	12408	+ 50
25	80845	26113	12930	12717	+ 213
26	81217	26233	12847	12740	+ 107
27	80413	25973	12676	12690	+ 14
28	85076	27480	13008	12984	+ 24
29	86040	27791	12981	13045	- 64
30	86227	27851	12996	13057	- 61
31	96718	39171	13426	13342	+ 84
					Σ-2590

Ek Id

C FIRINI MUKAYESELİ AYLIK YAKIT TÜKETİM FORMU

HEDEF FONKSİYON : 7608 + 0.0786 x - 0.0477 w

DÖNEM
MAYIS 1986

GÜN	FIRIN ÇEKİŞİ X (kg)	CAM KIRIĞI W (kg)	FİİLİ YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEF YAKIT SARFI (kg/gün)	HEDEFTEN SAPMA (kg/gün)
1	92056	29734	13087	13425	- 338
2	95290	30779	13395	13630	- 235
3	95717	30917	13152	13657	- 505
4	94936	30664	13500	13607	- 107
5	95814	30948	13713	13663	+ 50
6	94608	30558	13573	13587	- 14
7	93686	30261	13635	13528	+ 107
8	91815	29656	13513	13410	+ 103
9	91734	29630	13296	13405	- 109
10	90764	29317	12960	13344	- 384
11	91114	29430	12922	13366	- 444
12	90555	29249	13008	13330	- 322
13	91587	29583	13215	13396	- 181
14	94504	30525	13073	13580	- 507
15	92638	29922	13446	13462	- 16
16	94076	30387	13203	13553	- 350
17	93809	30300	13201	13536	- 335
18	93809	30300	13256	13536	- 280
19	90285	29162	12999	13313	- 314
20	88642	28631	12885	13210	- 324
21	94244	30441	13104	13563	- 460
22	93613	30236	13085	13524	- 439
23	93409	30171	13023	13510	- 478
24	97713	31561	13258	13783	- 524
25	97780	31583	13167	13787	- 620
26	97482	31487	13297	13768	- 471
27	86289	27871	12944	13061	- 117
28	88204	28490	12765	13182	- 417
29	88456	28571	12609	13198	- 589
30	88174	28480	12478	13180	- 702
31	88252	28505	12582	13185	- 603
					Σ-9925

Ek 2

FOREHEARTH BİRİM YAKIT SARFİYATLARI MUKAYESESİ

AYLAR	C FIRINI			D FIRINI		
	YAKIT SARFI (Nm^3)	FIRIN ÇEKİŞİ (Ton)	BİRİM YAKIT SARFI (Nm^3/Ton cam)	YAKIT SARFI (Nm^3)	FIRIN ÇEKİŞİ (Ton)	BİRİM YAKIT SARFI (Nm^3/Ton cam)
OCAK 1985	15645	3062	5.11	22028	4793	4.60
ŞUBAT "	13018	2279	5.71	19784	4589	4.31
MART "	16348	2870	5.70	22972	5143	4.47
NİSAN "	16255	2734	5.95	20320	5287	3.84
MAYIS "	16617	2812	5.91	22684	5256	4.32
HAZ. "	15762	2782	5.67	21982	5179	4.24
TEM. "	15725	2872	5.48	22720	5263	4.32
AĞUS. "	16156	2839	5.69	22289	5382	4.14
EYLÜL "	14838	2652	5.60	20338	5052	4.03
EKİM "	15818	2747	5.76	21432	5518	3.88
KASIM "	13865	2913	4.76	19942	5501	3.62
ARALIK "	14940	2940	5.08	20287	5402	3.76
OCAK 1986	14708	2873	5.12	19463	5552	3.50
ŞUBAT "	12682	2699	4.70	18686	5077	3.68
MART "	14818	2823	5.25	19912	5181	3.84
NİSAN "	13582	2722	4.99	19734	5185	3.81
MAYIS "	13644	2878	4.74	19347	5141	3.76
HAZ. "	12994	2890	4.50	19524	5221	3.74

Ek 3

A FIRINI SOĞUTMALARI
BİRİM YAKIT SARFİYATLARI MUKAYESESİ

AYLAR	SARFİYAT (Nm^3)	FIRIN ÇEKİŞİ (TON)	BİRİM YAKIT SARFI (Nm^3/TON CAM)
MAYIS 1983	24667	2601	9.48
HAZ. "	27231	2590	10.51
TEM. "	24354	2675	9.10
EKİM "	25038	2891	8.66
KASIM "	21771	2637	8.26
ARALIK "	19566	2504	7.81
OCAK 1984	18809	2589	7.26
ŞUBAT "	15867	2393	6.63
MART "	17057	2626	6.50
NİSAN "	17566	2463	7.13
MAYIS "	16514	2571	6.42
HAZ. "	16176	2531	6.39
TEM. "	18488	2571	6.94
AĞUS. "	17159	2667	6.43

CAM FIRINLARINDA HABBELENMENİN ÖN KONTROLÜ

Dr. Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Değişik fırınlarda üretilen değişik cam türlerinin içerdikleri habbe miktarlarının, izin verilen tolerans sınırları içinde olup olmadıkları mamullerde yapılan ölçümlerle sürekli olarak kontrol edilirler. Zaman zaman tolerans dışına çıkan habbe görüldüğünde, fırın sıcaklığı artırılarak problem çözümlenmeye çalışılır. Mamulde yapılan habbe sayımından sonra, fırın şartlarının ayarlanması ile durumun düzelmesi sürecinde fazlaca miktarda tolerans dışı habbeli cam da üretilmiş olur.

Şirketimiz fırınları 60 ton cam/gün kapasiteli, arkadan ateşlemeli rejeneratif tipte olup, yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. 1985 Temmuz ayına kadar, habbe sayısının zaman zaman tolerans dışına çıkması sonucu habbelenmenin ön kontrolünün fırında yapılması konusu araştırılmıştır. Sonuçta, habbelenmenin ön kontrolünün, fırın tabanında throat çıkışına yakın bölgeye yerleştirilecek bir T/C ile yapılabileceği görülmüştür. Bu yazıda, taban sıcaklığı ölçümü ile habbe kontrolünün nasıl yapıldığı teori ve uygulama olarak verilmiştir.

GİRİŞ

Cam fırını işletmesinde amaç, aynı harman bileşimi için, en az yakıtla en yüksek cam çekişini sağlamaktır. Bunu sınırlayan faktör ise camdaki habbe sayısının artışıdır. Bu üç terim arasında aşağıdaki gibi bir bağlantı mevcuttur.[1]

$$\text{Habbe sayısı} \;\alpha\; \frac{(\text{Cam çekişi})^2}{\text{Toplam yakıt}} \qquad \text{.....(1)}$$

Habbe sayımı, periyodik olarak ve ancak mamul camda yapılabilmektedir. Cam, afinasyon bölgesini terkettikten 5-10 saat sonra mamul cam haline gelmektedir. Bu nedenle, fırındaki habbelenme eğilimi, oluştuktan en az

5 saat sonra ölçülebilmekte ve fırın şartlarının düzeltilmesinde geç kalınmış olmaktadır. Fırındaki habbelenme eğilimi, ölçülebilen fırın şartlarından bir veya bir kaçının izlenmesiyle görülebilirse, mamulde habbe sayısı beklenmeksizin fırın şartları uygun yönde ayarlanabilecektir. Bu da, hem yakıt ekonomisi ve hem de kaliteli camın sürekliliğini sağlayacaktır.

HABBE SAYISINA ETKİLİ FIRIN DEĞİŞKENİ

Habbeler camın üretim süreci boyunca farklı nedenlerden kaynaklanırlar.(2) İyi işletilen bir fırında, habbelerin tamamına yakını hammadde kaynaklıdırlar ve afinasyon sürecinde cam içinde çözünerek ve/veya yüzeye yükselerek kaybolurlar. Afinasyonda ana faktör, cam sıcaklığıdır. Cam sıcaklığının yükselmesi ile afinasyon hızlanır. Ancak bu defa, bununla ters orantılı olan iki faktör ortaya çıkar.

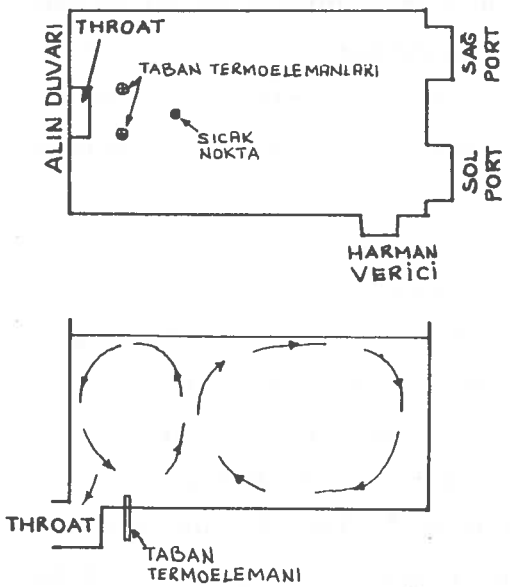
Birincisi, yükselen sıcaklık enerji girdisini artırarak camın maliyetini yükseltir. İkincisi ise, refrakter korozyonunu hızlandırarak damar ve düğme gibi cam hatalarına neden olur. Cam sıcaklığının sürekli izlenmesi ve en iyi düzeyde tutulmasıyla, afinasyon-enerji-refrakter korozyonu üçlüsü dengede tutularak, istenen kalite ve maliyette cam üretimi gerçekleştirilir.

Cam sıcaklığının, fırında hangi bölgeden ve nasıl ölçülmesi gerektiği, cam içindeki konveksiyon akımları ve camın bazı fiziksel özellikleri göz önünde tutularak kararlaştırılmalıdır. Ölçüm termo-elemanı, konveksiyon akımları düşünüldüğünde afinasyon bölgesi çıkışına yakın fırın tabanına yerleştirilmelidir. Nedeni, alevden cama olan ısı iletimini engelleyecek herhangi bir etken olmadığından cam sıcaklığı bu bölgede çok yüksektir. Diğer taraftan bu bölgedeki cam sıcaklığı camın IR bölgedeki ışık geçirgenliği ile bağlantılıdır ve camda Fe^{2+} gibi IR geçirgenliğini engelleyici iyonların varlığı ısı iletimini azaltarak, tabana doğru cam sıcaklığının düşmesine neden olur.(2) Termo-eleman bu bölgede, cam içine

veya cama çok yakın taban refrakteri içine yerleştirilebilir. Cam içine yerleştirilecek T/C çok duyarlı olacağından, gerçek cam sıcaklığını göstermesine rağmen zaman zaman pik değerleri verebilir. Refrakter içine yerleştirilen T/C ise, cama olan uzaklığına bağlı olarak, cam sıcaklığı ile orantılı değerler verecektir. Bu T/C diğerine göre daha az duyarlı olmasına rağmen daha kararlı değerler gösterir.

TABAN SICAKLIĞI ÖLÇÜMÜ İLE HABBELENMENİN ÖN KONTROLÜ

Şirketimiz fırınları, arkadan ateşlemeli rejeneratif tipte olup, 32.8 m^2 ergitme alanı ve 127 cm cam derinliği ile 60 ton cam/gün renksiz soda-kireç camı üretmektedirler. Fırında yapılan optik sıcaklık ölçümleri ile sıcaklık profili çıkarılmış ve sıcak noktanın yerinin alın duvarından yaklaşık 2 metre uzakta bulunduğu saptanmıştır. Böylece afinasyon bölgesinin, alın duvarının önündeki 2 m'lik bölge olduğu düşünülerek Şekil 1' de gösterilen ve throat girişine 1.3 m uzaklıkta bulunan 2 adet T/C yerleştirilmiştir. T/C'lar taban blok içinde olup, cama olan uzaklıkları 25 cm' dir. Ergitme havuzu tabanına fırın montajı sırasında yerleştirilen bu T/C'lar, başlangıçta yalnızca fırın taban sıcaklığını izlemek amacıyla kullanılmışlardır. Gösterdikleri değerler grafik halinde çizilmelerine rağmen, işletme parametresi olarak değerlendirilmediler.



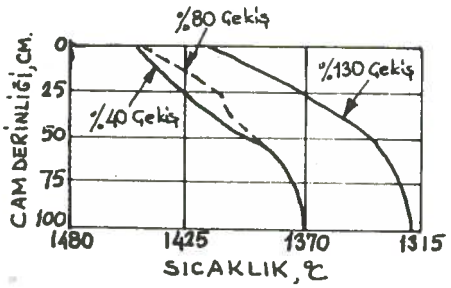
Şekil 1: Fırın tabanına yerleştirilen T/C'lar.

Eylül 1984'de kampanyasına başlayan B fırınımızda ve bundan 3 ay sonra kampanyasına başlayan A fırınımızda Temmuz 1985'e kadar çeşitli nedenlerle istenmeyen habbelenmeler oluşmuştur. Şirketimizin kalite standardı açı-

sından 5-20 arasında tutulması gereken habbe sayısının çok sık oynamalar göstermesi nedeniyle, habbelenme indikatörü ödevi görecek bir parametre araştırılmıştır.

Sonuçta bu parametrenin, yukarıda anlatılan nedenlerle, throat'a yakın fırın tabanına yerleştirilen T/C'ların gösterdiği sıcaklık değerleri olabileceği düşünülmüş ve uygulamaya Temmuz 1985'ten itibaren başlanmıştır. Uygulamanın başlangıcından 3 ay öncesi ve 3 ay sonrasına kadar olan durum EK 1'de görülmektedir.

Naughton ve Towles'in ölçümleri neticesi verdikleri cam sıcaklığı profillerinden görülen durum, bizim T/C yerleştirdiğimiz bölgedeki dip cam sıcaklığının % 40 ve % 80 çekiş için değişmemesidir.(3) Durum Şekil 2'de görülmektedir. Temmuz 1985'ten itibaren başlattığımız ve 16 aydır devam eden uygulamamız sırasında % 60-% 115 çekişlerde habbeyi istediğimiz seviyede tutmayı başardık.



Şekil 2: Naughton ve Towles'in ölçümleri (3).

Bu uygulamada prensip, fırın çekişi ne olursa olsun ölçülen taban sıcaklığının sabit tutulmasıdır. Birkaç ay süren izlemeden sonra, istenen habbe sayısı için taban sıcaklığının en uygun değeri saptanır ve bundan sonra bu sıcaklık sabit tutulmaya ($\pm 5^{o}C$) çalışılır. Taban sıcaklığının düşmesi habbe sayısının arttığını, yükselmesi ise azaldığını gösterir.

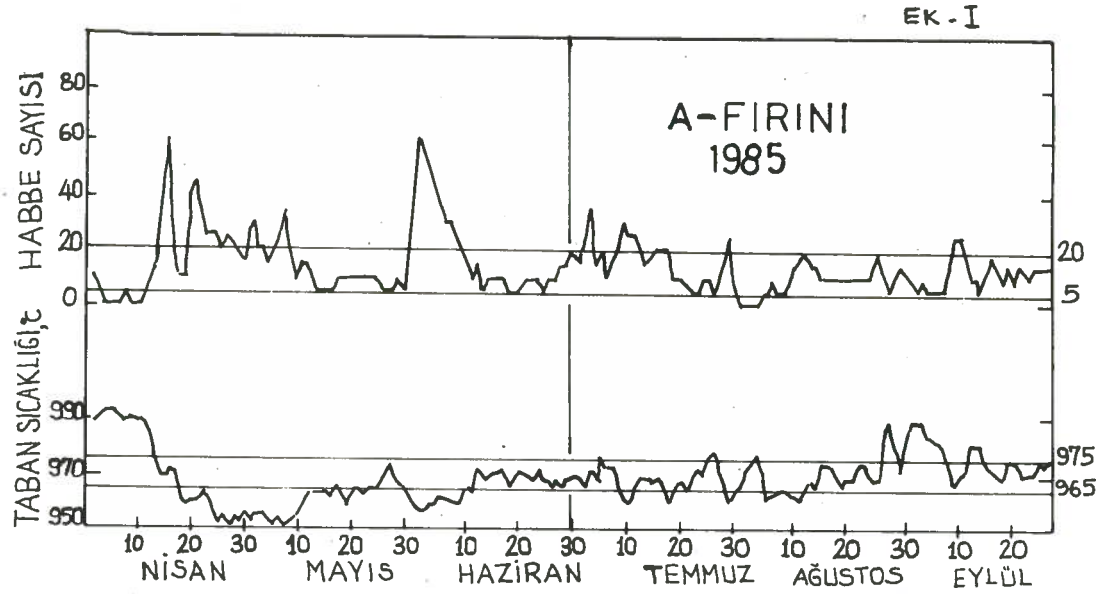
Taban sıcaklığı uygulaması sırasında dikkat edilmesi gerekli en önemli parametre yan blok soğutma hızının değiştirilmesidir. Yan blok soğutmasında yapılacak her ayarlamadan sonra sıcaklık set değeri kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.

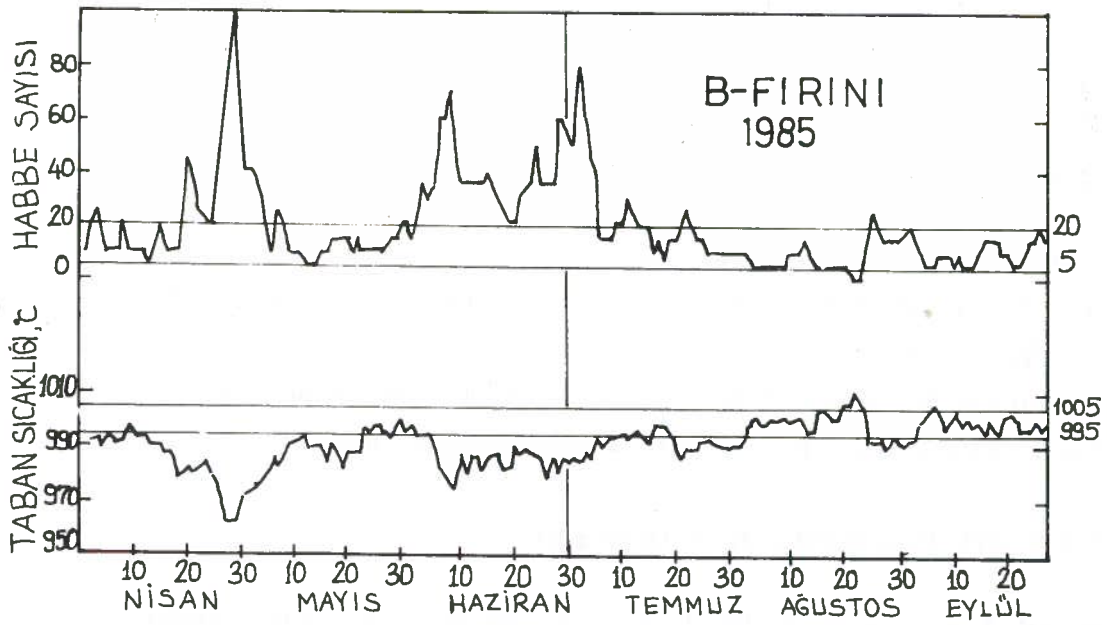
SONUÇ

Uygun konumda yerleştirilen bir termo-eleman yardımıyla fırında habbelenmenin ön kontrolü yapılabilir. Bu termo-elemanın gösterdiği değerler göz önüne alınarak, fırının ısıtma hızı değiştirilebilir. Böylece, hem enerji tasarrufu prensibine uyulmuş ve hem de kaliteli camın sürekliliği sağlanmış olur.

REFERANSLAR

1. Wood,R.P. (1981), Glass Technology, 22(2), 79-90
2. Plumat,E.R. (1985), Cam Teknolojisinin Temel İlkeleri, Afinasyon, T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Yayınları, No 8, s.10
3. Arrandale,R.S. (1974), The Handbook of Glass Manufacture, Edited by F.V. Tooley, Section-4, 223-225.





Ek-1: Habbe sayısı - taban sıcaklığı ilişkisi

FIRINDA OKSİDASYON DEĞİŞİMLERİNİN CAM RENGİ PARAMETRELERİNE ETKİLERİ

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

ÖZET

Günlük çekiş kapasiteleri 60 ton cam/gün olan ve renksiz soda-kireç camı üretilen Şirketimiz fırınlarında 58 ton cam çekişinin üzerine çıkılması halinde habbelenme problemi ile karşılaşılması, ileriki tarihlerde daha yüksek tonajlarla çalışılabilecek olması nedeniyle böyle bir çalışmayı zorunlu kılmıştır.

Bu çalışmanın başlangıcında uygulanabilirliği olan iki yöntem üzerinde durulmuş ve ilk olarak, Crown Corning firmasının benzer bir fırında uygulamakta olduğu yöntem esas alınmıştır. Ancak, fırın iç basıncının düşürülmesi şeklinde uygulanan bu yöntem bazı renk sorunlarını beraberinde getirmiştir.

Yapılan çalışma ve araştırmalarla problemin kaynağı tespit edilerek, sorunu yaratan sebepler ortadan kaldırılmıştır. Bundan sonraki dönemlerde rahatlıkla 60 ton cam/gün kapasitesinin üzerine çıkılabilmiş ve herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır.

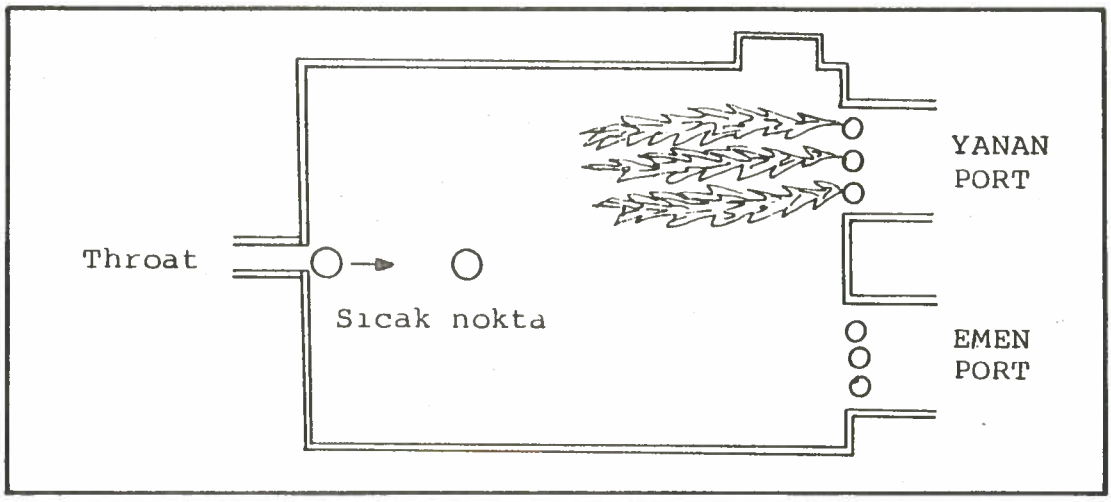
GİRİŞ

Aralık 1984'de kampanyasına başlayan 60 ton cam/gün kapasiteli Şirketimiz A fırınında 1985 Temmuz ayına kadar habbelenme nedeni ile 58 ton cam/gün kapasitenin üzerine çıkılmamıştır. Arkadan ateşlemeli, rejeneratif tipteki fırınımızda yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Sorun sıvı yakıt yerine, doğal gaz kullanılmasından kaynaklanmıştır.

KAPASİTE PROBLEMİNİN NEDENLERİ

Bu tip fırınlarda sıcak nokta fırın uzunluğunun 2/3'si civarındadır.[1] Sıcak noktanın yeri, alev şekli ile yakından ilgili olup, habbelenme üzerinde önemli etkisi vardır.

Fırınımızda yapılan ölçüm ve gözlemler, şekilden de görüldüğü üzere, sıcak noktanın throat'a çok yakın olduğunu göstermiştir. Sorunun çözümü için sıcak noktanın istenilen bölgeye çekilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu ise, alev ucunun daha kısa yoldan diğer porta döndürülmesi ile (U alev oluşumu) mümkün olabilecektir.



PROBLEMİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ VE UYGULAMA

Problemin çözümünde değişik iki yöntemin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Bunlardan birincisi, diğer portta emişi artırmak (fırın iç basıncını düşürmek), ikincisi ise gaz yakıtının bekten çıkış hızını düşürerek, alev ucunun dönüşünü sağlamaktır. Birinci yöntemin Crown Corning Limited (Avustralya) tarafından, benzer bir fırında uygulandığı görülmüş ve aynı yöntemin fırınımızda da uygulanmasına karar verilmiştir.

3 Temmuz 1985 tarihinde uygulamaya başlanmıştır. Fırın iç basıncı bu tarihten önce ortalama 0.5 mm SS (su sütunu) iken, ilk bir hafta için -0.5 mm SS'na düşürülmüş, daha sonraları ise, -0.7 mm SS olarak çalışılmaya devam edilmiştir. Çalışma süresince istenen alev şeklinin sağlanması için, rejeneratör arkasından okunan oksijen miktarının % 1.0 civarında olmasına çalışılmıştır. İyi bir yanma için, yanma gazlarında ölçülen oksijen miktarının % 1.0-3.0 arasında olması gerektiği belirtilmektedir.[1]

Uygulamanın başlangıcından yaklaşık 40 saat sonra cam renginin pembeye dönmesi, sorunların da başlangıcı olmuştur. İlk yapılan işlem, renksizleştirme çalışmalarında kullanılan çinko selenit miktarında kademeli olarak % 68'e varan azaltma yapmak olmuştur. Bu defa kullanılan miktarın az gelmesinden dolayı renk yeşile kaymaya başlamış, kirli yeşil bir renk oluşmuştur. Diğer taraftan, yapılan azaltma ile camın saflık ve parlaklık değerlerinde bir miktar düzelme görülmüştür.

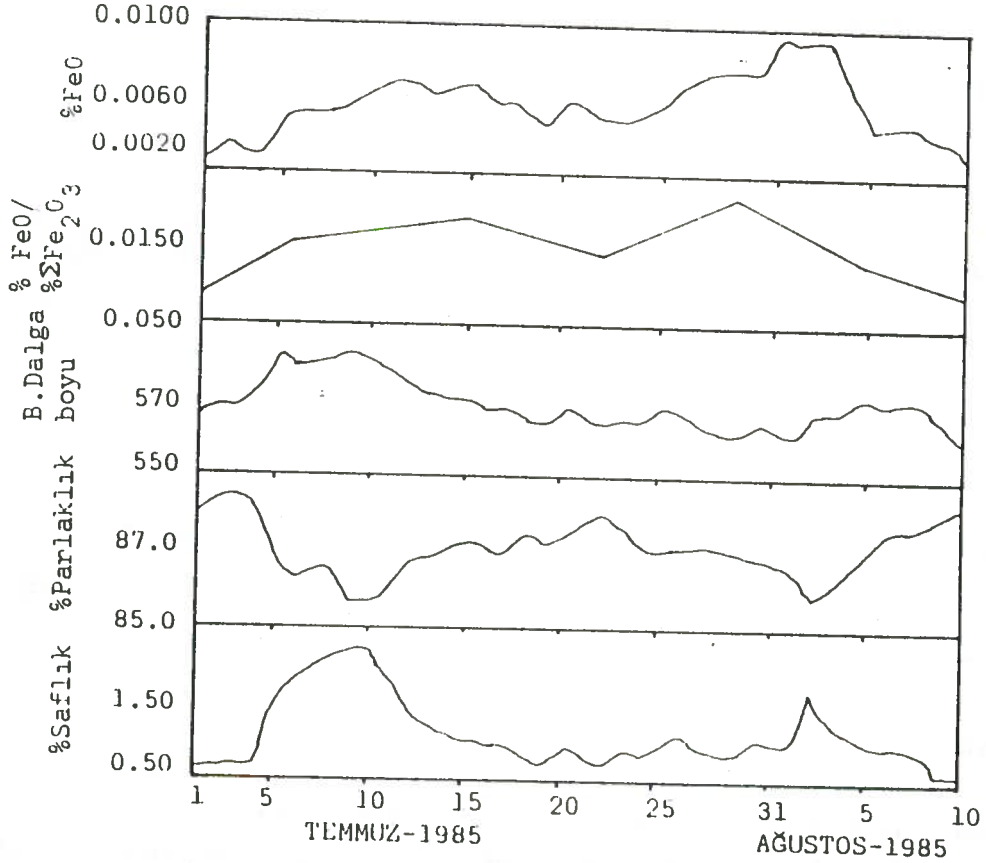
Günlük olarak yapılan renk analizlerine göre, grafikten de görüldüğü üzere, 5 Temmuz'dan itibaren camdaki % FeO oranında artış kaydedilmektedir.

Buna bağlı olarak % FeO/% Fe_2O_3 oranı 0.100-0.115 mertebelerinde 0.280 değerine kadar yükselmiştir. Bir başka deyişle, renk probleminin olmadığı günlerde, camdaki toplam demirin % 88.5-90'ı oksitlenmiş durumda bulunurken, bahsi geçen dönemde bu oran % 70 dolaylarına düşmüştür.

Sorunun cam harmanında kullanılan arsenik trioksitten kaynaklanabileceği de düşünülerek yapılan arsenik tayinlerinde, camdaki arsenik miktarının değişmediği görülmüştür.

Bilindiği gibi, cam üretiminde renksizleştirme çalışmalarında kullanılan selenyumun cama verdiği renk değerliğine bağlı olup, Selenidler (Se^{-2}) kahverengi, Selenyum (Se^{0}) pembe, Selenit (Se^{+4}) ve Selenatlar (Se^{+6}) renksizdirler. Bu formlar arasındaki denge fırın atmosferinin indirgen veya yükseltgen olmasına göre değişecektir.[2]

Camdaki oksidasyon-redüksiyon dengesinin redüksiyon istikametinde ilerlemesi neticesinde, nötr veya hafif oksidan ortamda hem metalik Selenyum miktarının artış göstermesi hem de daha dayanıklı bir hale gelmesi ile renk pembeye kaymıştır. Konu ile ilgili olarak yapılan analizlerde, normal renkli camdaki toplam selenyum miktarı 3.0 ppm olarak tespit edilirken, pembe renkli camda bu miktarın 2.2 ppm olduğu saptanmıştır. Toplam selenyum miktarının azalmasına karşılık rengin pembeleşmesi,



sorunun oksidasyonla ilgili olduğuna açıklık getirmektedir. Cam renginin yeşil olduğu dönemlerde ise rakkamın 0.9 ppm olduğu görülmüştür.

Bu defa konunun fırın atmosferi ile ilgili olduğu düşünülerek, fırın şartları yeniden gözden geçirilmiştir. İlk akla gelen, yakma havasının, yanma gazlarındaki oksijenin % 1.0 olmasına rağmen yetersiz olabileceğidir.

Yakma havası ve yanma gazlarının izlediği yol göz önüne alınarak, rejeneratör ve portlarda yeterli düzeyde oksijen olmasına karşılık, fırının iç bölgelerinde (ergitme ve afinasyon) yetersiz kalabileceği düşünülmüştür. Bu düşüncemizin kaynağı, bir porttan giren yakma havasının bir kısmının fırın iç basıncının düşük olmasından dolayı yanma gazlarıyla birlikte diğer porta doğru kaçmasıdır.

Belirtilen düşünce ile fırın atmosferindeki oksijen miktarını yükseltmek için 3 Ağustos günü yakma havası/doğal gaz oranı kademeli olarak artı-

rılmıştır. Bu arada, bahsi geçen uygulamanın üç gün öncesinden başlayarak, çinko selenit miktarı artırılmış ve beş günlük periyotta eski seviyelerine getirilmiştir. Uygulama sonunda ölçülen oksijen miktarı % 1.0 seviyelerinden % 5.0 seviyelerine kadar çıkmıştır. Bununla birlikte, fırın sıcaklıklarında da önemli artışlar kaydedilmiştir.

Grafikten de görüldüğü üzere, uygulamadan yaklaşık 40 saat sonra 5 Ağustos günü, renk parametreleri normal değerlerine dönmeye başlamış ve kısa bir süre sonra yeniden renksiz cam üretimi sağlanmıştır.

SONUÇ

Yüksek tonajlarda habbelenme problemini ortadan kaldırmak için gerçekleştirilen bu çalışma, başlangıçta, renk ile ilgili bir takım sorunlara sebebiyet vermesine karşın, sorunların bertaraf edilmesiyle, başarıyla uygulanabilirlik kazanmıştır. Daha sonra ikinci uygulamanın denemesi yapılmış gaz çıkış hızı düşürülerek, U-alev oluşumu sağlanmıştır. İkinci uygulamanın da başarılı sonuç vermesi nedeniyle enerji ekonomisi de göz önünde tutularak üretime bu şekilde devam edilmiştir.

Uygulamalar esnasında fırın atmosferinde oluşan oksidasyon değişimlerinin renk parametreleri üzerinde ne derece etkin olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle, özellikle renksiz cam üretiminde FeO konsantrasyonunun sık aralıklarla tespiti yararlı olacaktır.

REFERANSLAR

1. Dr. Roy S. Arrandale, "Arrandale On Glass Making" The Glass Industry February 1979 p.16.
2. Allan P. Herring, J.L. Drobnik, "Decolorizing soda-lime glasses" The Glass Industry, 1970 p.397.

TEMİZLENMİŞ CAM KIRIKLARINDA İNDİRGENLİK POTANSİYELİ TESPİTİ ÇALIŞMALARI

Canan ÖZHAN - Sema KUŞÇULUOĞLU
Asuman ERKİN

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Yazıda, cam ergitme prosesinde redoks şartlarını etkileyen faktörlerden biri olarak ele alınan cam kırığında, kompozisyona bağlı olarak indirgenlik potansiyeli bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla önce hammaddelerde bilahare temizlenip kurutulan ve 550°C'ye kızdırılan muhtelif cam örneklerinde ppm C cinsinden ifade edilen indirgen madde miktarları ve kızdırma sonucunda bu miktarlarda görülen değişim rapor edilmiştir.

İşletme şartlarında renk üzerinde cam kırığının etkili olduğu dönemler incelenerek, bu etkiyi yaratan cam kırıklarının indirgenlik potansiyeli ile nihai cam rengi arasındaki korelasyon araştırılmıştır.

GİRİŞ

Cam sanayiinde başta yakıt tasarrufu olmak üzere pek çok yararlar sağlayan cam kırığı, özellikle yüksek oranlarda kullanılması halinde cam kalitesini etkileyen parametreler arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Bu nedenle cam kırığının fiziksel ve bilhassa kimyasal durumunun bilinmesi, cam üreticisine bazı kalite problemleri ile karşılaşmasını önlemede yardımcı olabilir.

Cam kırığının, kirlilik derecesi ve kompozisyonuna bağlı olarak yaratabileceği taş ve inhomojenite gibi problemlerin yanı sıra renk üzerinde de etkileri görülmektedir.

Diğer taraftan renkli ve renksiz camlarda elde edilen renk özellikleri

eritişin yapıldığı fırın atmosferi ve harmanın indirgenlik/yükseltgenlik durumu ile yakın ilişkidedir.

Camın oluşumu esnasında maruz kaldığı bu redoks şartlarını etkileyen faktörler kısaca

a) Hammaddeler
b) Harman kompozisyonu
c) Harman hazırlama yöntemi ve
d) Fırın operasyonları

gibi dört ana başlık altında toplanabilir.

Bu faktörlerin herbiri hakkında literatürde detaylı çalışma ve bulgulara rastlanılmaktadır.

Ancak, Topkapı'da yürütülen ve "Temizlenmiş Cam Kırıklarında İndirgenlik Potansiyeli"ni araştırmayı konu alan çalışmanın başlangıç noktasını, literatürde "Cam Eritişlerinde Redoks Şartlarının Kontrolü", başlığı adı altında yer alan bir makale oluşturmuştur.

Bu çalışmada özetle, daha iyi afinasyon ve enerji tasarrufu sağlamak amacıyla "redüklenmiş afinasyon sistemlerinin" kullanımı esnasında, hassas redoks dengelerinin kontrolü ele alınmıştır.

Bilindiği gibi "redüklenmiş afinasyon sistemlerinde" normal olarak 1290°C civarında meydana gelen sülfat dekompozisyonu 900°C'lerde meydana getirilerek sülfatın afinasyon etkisi daha düşük sıcaklıklarda elde edilmeye çalışılmaktadır. Bunu sağlamanın yolu da harmanda sülfatın yanı sıra karbon, yüksek fırın cürufu veya sülfürler gibi indirgen maddeler bulundurmaktır. Ancak özellikle flint camlarda indirgen madde seviyesinin iyi ayarlanamaması rengin bozulmasına yol açabilmektedir. Bu sakıncanın ortadan kaldırılması ise başlangıçta belirtildiği gibi dört temel faktörün sıkı kontrolünü gerektirmektedir.

Hatırlanacağı üzere bunlardan birincisini hammaddeler teşkil etmektedir. Hammaddeler kendi kimyasal karakterlerine uygun olarak nötr, yükseltgen veya indirgen etkiye sahip olmanın ötesinde bünyelerinde impurite olarak indirgen veya yükseltgen etkiye sahip maddeler bulundurabilmektedirler.

Bu maddelerin, ham maddenin diğer fiziksel kimyasal özelliklerinden bağımsız olarak instabilite göstermesi, kararlı kabul edilebilecek bir hammaddenin ergime esnasında renk ve afinasyon açısından beklenmedik etkiler yaratmasına neden olabilmektedir.

Manring[1] tarafından yapılan çalışmanın esasını da, hammaddelerin yapılarında impurite olarak bulunabilecek indirgen veya yükseltgen maddelerden yalnızca indirgen olanlarını kimyasal bir yöntemle tayin ederek, hammaddenin indirgenlik potansiyeli konusunda fikir sahibi olunulması teşkil etmektedir.

Söz konusu indirgen maddeler, orijinal olarak atık sularda kimyasal oksijen ihtiyacını belirlemek üzere geliştirilen bir analiz yöntemi ile ppm C cinsinden saptanmaktadır.

Yapılan tayinde gerçekte, numunede kuvvetli oksidan bir madde karşısında yükseltgenebilecek maddelerin oksijen akivalanları belirlenmektedir. Mamafih kimyasal oksijen ihtiyacı (chemical oxygen demand-COD) olarak anılan bu tayinin sonuçlarına bakılarak numunedeki indirgen maddelerin ergime reaksiyonları esnasında hangi sıcaklıkta ve hangi hızla yükseltgenebileceklerini söylemek de mümkün değildir.

Manring'in sadece ana cam hammaddeleri için kullandığı COD tayin yöntemi, şirketimiz laboratuvarında cam kırığının renk üzerindeki etkileri düşünülerek muhtelif orijinlerden gelen cam kırıklarına da uygulanmıştır. Çalışmalar kirliliğin yaratacağı indirgen etkiyi ortadan kaldırmak amacı ile, temizlenmiş cam kırığı numuneleri üzerinde yürütülmüştür.

Ancak, temizlenmiş olmalarına rağmen değişik cam kırığı numunelerinin aynı türe, fakat farklı orijine sahip olmaları durumunda da (örneğin; farklı şirketlerce üretilen ve ana cam kompozisyonu çok benzer camların) birbirinden hayli farklı COD değerlerine sahip oldukları saptanmıştır. Bu da kirliliğin dışında, cam bünyesinde yer alan ve indirgen etki gösterebilen konstitüentlerin varlığını düşündürmektedir. Ana cam kompozisyonu itibariyle birbirine çok yakın camlarda dekolorizasyon, afinasyon veya renklendirme amacıyla kullanılan katkı maddelerinden gelen ve cam yapısına girebilen birden fazla değerliğe sahip iyonların, florür, klorür gibi halojenlerin cam kırığına ergime koşullarında kirlilik dışında bünyesel bir indirgen özellik kazandırdığı düşünülmekte olup, deneysel bulgular da bu varsayımı doğrular nitelikte görülmektedir.

Cam kırıklarının ileri sürülen varsayıma göre temizlenmiş halde dahi, camı ağ yapısına bağlanmış indirgen nitelikli konstitüentlerden ötürü, ergime reaksiyonları sırasında indirgen özelliğe sahip olması ve cam rengini bu yönde etkilemesi, muhtelif dönemlerde üretim esnasında da gözlenmiştir.

Bildirinin son bölümünde açıklanacağı üzere, işletme şartlarında renge etki eden parametreler kontrol altında ve stabil olarak sürdürüldüğü dönemlerde de cam kırığının kaynağında veya kompozisyonunda meydana gelen değişim, renkte beklenenden farklı sonuçların alınmasına neden olmaktadır. Renk, ancak yeni kullanılan cam kırığının karakteri tanındıktan ve buna göre melanj düzeltmeleri yapıldıktan sonra istenen şekilde denetim altına alınabilmektedir. Ancak işletme koşullarında, genellikle buna imkan tanıyacak süre ve devamlı olarak kaynağı ve niteliği bilinen cam kırığı bulma şansı sınırlıdır.

Mamafih büyük partiler halinde kullanılacak ve aynı orijinden gelen cam kırıklarının indirgenlik potansiyellerinin saptanmasında COD tayininin, cam üreticisi için belli bir yaklaşım sağlayacağı düşünülmektedir.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kullanılan Analiz Yöntemi

1985 yılı Kasım ayında Şişe-Cam Araştırma Merkezi'nden vaki talebimiz üzerine temin edilen "cam hammaddelerinde COD tayini" metoduna göre değişik orijinli cam kırıkları (~50 adet) laboratuvar şartlarında temizleme işlemini takiben teste tabi tutulmuştur.

Test için 0.25 N potasyum dikromat ve demir amonyum çift sülfat tuzu $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ çözeltileri ile 2 gr'lık numuneler kullanılmıştır.

Metodun kimyasal tanımı şöyledir: Dikromat'taki Cr^{6+} iyonu, asitli ortamda kuvvetli bir yükseltgendir. Deney numunesindeki karbon veya herhangi bir indirgen madde, metot gereği geri soğutucu altında yapılan 2 saatlik kaynatma sonucunda dikromatın bir kısmını indirgeyerek Cr^{3+} haline çevirir. Kaynatma işlemini takiben indirgenmemiş Cr^{6+} iyonları ikinci bir indirgen madde olarak Fe^{2+} iyonlarının ilavesinden sonra tamamen indirgenir, Fe^{2+} iyonlarının fazlası ise dikromat çözeltisi ile geri titre edilir.

Reaksiyon mekanizması:

$$Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H^+ \longrightarrow 2\ Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$$

şeklinde gösterilebilir. Bu reaksiyonda indikatör olarak difenil amin sülfonat seçilmiştir. Hızla cereyan eden reaksiyon sırasında dönüm noktasını görebilmek için ortama fosforik asit ilave edilerek kesin renk elde edilmektedir. Ayrıca bu asit Fe^{3+} iyonları ile kompleks oluşturarak Fe^{2+}/Fe^{3+} redoks çiftinin oksidasyon potansiyelini düşürmekte, böylelikle indikatör hataları ihmal edilecek seviyeye indirilmektedir. Diğer taraftan ortamda bulunabilecek klorun yükseltgen tesirini gidermek için kompleks teşkil etmek üzere civa (2) sülfat katılmaktadır.

Sonuçları ppm C cinsinden hesaplanan tayin yönteminin hassasiyeti ise ∓50 ppm mertebesindedir.

Değişik Orijinli Camlarda COD Değerleri

Orijini tanımlanabilen ~50 adet numune, işletmemizden geri dönen kamu kuruluşlarından, cam hurdacılarından ve topluluğumuz fabrikaları ile cam kırığı tesisinden gelen partiler arasından seçilmiştir.

Laboratuvar şartlarında bütün fiziksel kirliliklerinden arındırılan numunelerde yapılan COD tayinlerinde elde edilen sonuçlar Tablo I'de belirtilmektedir.

Buradan da görüldüğü gibi temizlenmiş cam kırıklarında incelenen numuneler dahilinde 47'den 860 ppm'e kadar değişen COD değerleri elde edilmiştir. Bu durum camın kendi bünyesinden kaynaklanan bir indirgenlik potansiyeline işaret etmektedir.

Ayrıca yüzey kaplama (soğuk), baskı, sırlama gibi ikincil bir işleme tabi tutulan camlarda, işlem görmemiş ana camdan daha yüksek COD değerleri bulunmaktadır.

Hammaddelerde COD Tayini

Cam sanayiinde kullanımı bulunan muhtelif hammaddeler önce alındıkları halde, daha sonra 1000°C'ye kızdırılarak COD tayinine tabi tutulmuştur. Sonuçlar Tablo II'de görülmektedir.

COD tayin yöntemi uygulandığında sonuç alınamayan çinko selenit, arsenik trioksit, kromit ve sodyum klorür gibi maddelerdeki demir, arsenik, selen ve klorür iyonları oksido redüksiyon serisinde kromdan sonra yer almaları nedeni ile bu maddeyi indirgemektedirler.

Bunun sonucu söz konusu hammaddelerdeki etkin iyonlar herhangi bir indirgen impuriteye fırsat kalmadan kromu indirgeyerek, kendileri yükselt-

Tablo 1: Değişik orijinli camlarda COD.

RENKSİZ CAMLAR

SODA - KİREÇ - SİLİS CAMLARI						BOROSİLİKAT CAMLARI	
Şişe	COD (ppm C)	Düz	COD (ppm C)	Züccaciye	COD (ppm C)		COD (ppm C)
Topkapı (1978)	324	Çayırova (emp.)	90	Paşabahçe	364	Türeks	207
Topkapı (1986)	163	Çayırova (düz)	275	Kırklareli	47	Nötr cam	135
Topkapı (86 Baskılı)	399	Çayırova (telli)	628	Gökyığıt	168	Elektrik amp.	166
ACS	88	ACS	360				
Alman IM-Serum	186	Trakya	255				
Alman GDB	397	Oto farı	305				
Fransız kozmetik	172	Yabancı oto farı	317				
İngiliz KTG	137	Aynalı oto farı	568				
İngiliz JW	247	Sarı boyalı ot. f.	çok yüksek				
U.S.A. X	286						

RENKLİ CAMLAR

Bal / Şişe		Yeşil/Şişe		Yarı Beyaz/Şişe		Diğerleri	
Topkapı (1978)	321	Topkapı	246	Piyasa (UC)	212	Züccaciye (mavi)	152
Topkapı (1986)	191	ACS	545	Rockware	685	Paşabahçe (kris)	156
Topkapı (1986)+sıcak kapl.	185	Paşabahçe	691			TV camı (si-bey.)	165
Topkapı (1986)+soğuk kapl.	218	Alman X	323			Gözlük camı	115
ACS	300	Alman B	640			Füme gözlük cam.	200
Yerli piyasa UM	116	İngiliz	860				
" "	303	İsveç	276				
" " CT	236						
Alman	436						
İngiliz	388						
Fransız BK	276						

Tablo II: Hammaddelerde COD.

HAMMADDELER	105 °C'da kurutulmuş	1000 °C'de kızdırılmış		NOTLAR
	COD (ppm C)	COD (ppm C)	KZ %	
Safa alanı kumu	67	0	0.15	
Yalıköy kumu	62	58	0.20	
Soda	329	0	40	
Kalker (Trakya)	415	35	43	
Dolomit (Trakya)	476	0	45	
Feldspat (Çayırova)	936	47	4	
Feldspat (Kaltun)	258	215		
Alçı taşı	304	31	20	
Sodyum sülfat	350		0.48	
Pirit	1177	1015	30	
Kömür	650.000 *	0	88	* literatürden alınmıştır.
Kalsiyum florür	939	60		
Kükürt	2590			
Hematit (kırmızı)	1616			
Baryum karbonat (saf)	1079			
Boraks	70	0		
Arsenik (3) oksit	?			Çok indirgen tayin edilemedi.
Çinko selenit	?			" " " "
Kromit	?			" " " "
Sodyum klorür (saf)	?			" " " "
Sodyum nitrat	?			Çok yükseltgen
Kobalt oksit	?			

genmektedirler.

Sodyum nitratta ise tersine bir durum cereyan etmekte ve +3 değerliğe indirgenen Cr iyonları nitratın yükseltgen etkisiyle tekrar Cr^{6+}'ya yükseltgenmekte ve indirgen impurite olsa dahi tayin edilememektedir.

Topkapı Renkli ve Renksiz Harman Karışımlarında COD Tayini

Şirketimizde kullanılmakta olan hammaddeler önce 105°C'de kurutulmuş daha sonra da 1000°C'ye kızdırılmış halde COD tayinine tabi tutularak, elde edilen sonuçlardan harman COD'leri hesaplanmış, ayrıca fiili harman karışımı üzerinde de deneysel COD tayini yapılmıştır. Sonuçlar Tablo III'de belirtilmektedir.

Tablo III: Hammaddelerden hesaplanan ve fiili harmandan deney yoluyla bulunan COD değerleri.

HAMMADDELER	Harman komp. %	105 °C 'de kurutulmuş		1000 °C'de kızdırılmış		Harman komp.%	105 °C'de kurutulmuş		1000 °C'de kızdırılmış	
		Hammadde COD ppm C	Harmanda hesaplanan	Hammadde COD ppm C	Harmanda hesaplanan		Hammadde COD ppm C	Harmanda hesaplanan	Hammadde COD ppm C	Harmanda hesaplanan
	TOPKAPI RENKSİZ HARMANI					TOPKAPI BAL HARMANI				
Yalıköy kumu	38.5	62	24	58	22	55.2	62	34	58	32
Safa alanı kumu	23.9	67	16	0	-	-	-	-	-	-
Soda (hafif)	17.8	329	59	0	-	19.2	329	63	0	0
Kalker	4.0	415	17	35	1	4.8	415	20	35	2
Dolomit	14.4	476	69	0	-	14.7	476	70	0	-
Alçı taşı	0.83	304	3	31	0.3	0.09	304	0.3	31	0.03
Arsenik (3) oksit	0.016	?				-				
Çinko selenit	0.0025	?				--				
Kobalt oksit	0.0001	?				-				
Sodyum nitrat	0.33	?				-				
Feldspat (Çayırova)	-					5.7	936	54	47	3
Kok kömürü	-					0.075	650.000	488	0	0
Pirit	-					0.18	1179	2	1015	2
Har. Topl. COD'si(hesaplanan)			188		23.3			731		39
Har. Topl. COD'si(Fiili ort.)			205		35			660		52

Belli Bazı Camlarda Kurutulmuş ve Kızdırılmış Halde COD Değişimlerinin İncelenmesi

Topkapı'da üretilen eski (1978) ve yeni (1986) cam kompozisyonlarına ait örneklerle, topluluğumuzun diğer üretim şirketlerinin kompozisyonu bilinen temizlenmiş cam kırıkları üzerinde 105°C'da kurutulduktan ve 550°C'da kızdırıldıktan sonra yapılan COD tayinlerinde şu hususlar dikkati çekmektedir (Tablo IV ve V).

Tablo IV: Kompozisyonu bilinen camlara ait kurutulmuş ve kızdırılmış numunelerde COD değişimi.

CAM TÜRÜ	COD (ppm C) kurutulmuş nu.	COD (ppm C) kızdırılmış nu.	550 °C'de K. zaiyatı %	COD farkı	% fark
ACS (Renksiz şişe)	88	15	0.15	73	83
" (Bal)	300	88	0.33	212	71
" (Yeşil)	545	33	0.27	512	94
Topkapı (Renksiz'78)	324	35	0.30	289	89
" (Bal'78)	320	22	0.40	298	93
" (Yeşil'78)	246	112	0.24	134	55
" (Renksiz'86)	163	135	0.13	28	17
" (Bal'86)	194	175	0.07	19	10
Kırklareli	47	41	0.23	6	13
Paşabahçe (oto.)	347	118	0.26	229	66
Teknik Cam (Türeks)	207	0	0.45	207	100
" " (Nötr)	135	44	0.36	91	68

a) AC camlarında saptanan COD değerleri cam rengine göre belirgin bir değişme göstermekte ve bu camların kızdırma sonucunda uğradıkları COD değişimi yüksek mertebede (~% 80) bulunmaktadır. Her üç camın harmanında bulunan CaF_2'den, cam yapısına geçen florür iyonlarının büyük olasılıkla, kızdırma sonucu camdan uzaklaşmalarının, sözü edilen COD değişimine neden olduğu düşünülmektedir. Bu paralelde hammadde olarak CaF_2'ün 105°C'de sahip olduğu COD değerinin (939 ppm) 550°C'de (177 ppm) uğradığı değişimde % 81 mertebesinde bulunmuştur.

Tablo V: Muhtelif camlara ait cam kompozisyonları ve katkı maddeleri.

	RENKSİZ / ŞİŞE CAMI			BAL / ŞİŞE CAMI			YEŞİL / ŞİŞE CAMI			BOROSİLİKAT		ZÜCCACİYE	
HAMMADDELER (%)	TOPKAPI 1978	TOPKAPI 1986	ACS	TOPKAPI 1978	TOPKAPI 1986	ACS	TOPKAPI	ACS	ROCKWARE Yarı-beyaz	TEKNİK Türeks	CAM Nötr	PAŞABAHÇE	KIRKLARELİ
SiO_2	71.5	72.4	71.55	71.1	70.98	71.5	71.5	71.40	73	79.3	74.9	71.68	71.44
Al_2O_3	2.02	1.50	1.68	1.96	1.50	1.65	1.50	1.56	1.25	2.45	4.40	1.55	1.57
Fe_2O_3	0.08	0.08	0.08	0.200	0.250	0.250	0.22	0.16	0.16	0.036	0.053	0.036	0.030
TiO_2	0.07	0.12	0.07	-	-	-	0.07	0.07	-	0.16	0.15	0.08	0.14
CaO	9.50	8.45	10.05	9.70	9.10	9.45	9.70	9.43	11.00	0.07	-	8.56	8.53
MgO	2.40	3.65	2.55	2.32	3.80	2.90	2.40	2.84	0.20	0.06	0.08	3.54	3.54
Na_2O	12.65	12.84	13.62	13.60	14.10	14.01	13.11	14.06	14.00	4.35	6.16	14.23	14.53
K_2O	1.50	0.8	0.2	0.87	0.09	0.20	1.15	0.18	0.26	-	-	0.23	0.02
SO_3	0.22	0.20	0.28	eser	0.02	0.015	0.30	0.11	0.20	-	-	0.13	0.20
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.79	-	-
ZrO_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	-
B_2O_3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.5	10.5	-	-
Cr_2O_3	-	-	-	-	-	-	0.16	0.15	-	-	-	-	-
KATKI MADDELERİ kg/100 kg cam													
Sodyum Klorür	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.03	-	-	-
Baryum Karbonat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-	-
Sodyum Sülfat	0.83	-	0.85-1.01	0.11	-	1.02	0.55	0.56	-	-	-	-	-
Kalsiyum Sülfat	-	1.00	-	-	0.11	-	-	-	0.8	-	-	0.69	1.00
Kalsiyum Florür	-	-	0.55-0.45	-	-	0.42	-	0.48	-	-	0.70	-	-
Sodyum Nitrat	-	0.40	0.77-0.94	-	-	-	-	-	-	-	2.58	0.79	0.400
Arsenik Oksit	0.019	0.019	0.02-0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.016	0.020
Çinko Selenit	0.002	0.002	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.003
Kobalt Oksit	0.00016	0.0001	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0002	0.00011
Pirit	-	-	-	0.210	0.210	-	-	-	-	-	-	-	-
Kömür (saf C)	-	-	-	0.164	0.08	0.20	0.05	0.06	-	-	-	-	-
Kalomit	-	-	-	-	-	-	-	-	3.12	-	-	-	-
Hematit	-	-	-	-	-	0.15	0.11	-	0.02	-	-	-	-
Kükürt	-	-	-	0.045	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-
Kromit	-	-	-	-	-	-	0.32	0.34	-	-	-	-	-

b) Topkapı camlarında cam rengine göre COD değişimi dikkati çeken nitelikte olmamakla birlikte, ana cam kompozisyonunun değiştirildiği dönem öncesi ve sonrasına ait numunelerde belirgin bir farklılaşma görülmektedir. Buna göre 1978 dönemine ait renksiz ve bal camlar, 1986 renksiz ve bal camlarına kıyasla daha yüksek COD değerleri ile daha indirgen karakter göstermektedirler.

Her iki dönem arasındaki kompozisyon farkı ise,

. Mg/Ca oranının 0.25'ten 0.43'e yükseltilmesi
. Na_2SO_4 yerine $CaSO_4.2H_2O$ kullanılması
. $NaNO_3$ kullanımının başlaması
. Bal rengi için kükürt kullanımının terk edilerek, rengin sadece pirit ve kömürle elde edilmesi

şeklinde özetlenebilir.

Ayrıca eski kompozisyona sahip camların kızdırıldıktan sonraki COD değişimleri ort. % 79 olarak saptanırken, yeni kompozisyonlu camlardaki değişim ort. % 14 seviyesinde kalmaktadır. Bu farklı sonucun oluşmasında iki dönem arasında kompozisyonun değişikliğinin yanı sıra kalker ve dolomitin başka kaynaklardan temin edilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

c) Borosilikat camı üreten Teknik Cam'ın türeks ve nötr camları da 105^oC'de kurutulduktan sonra oldukça düşük seviyede COD değerleri vermekte fakat kızdırma sonucunda indirgen maddelerin kaybına bağlı olarak bu değer ya sıfıra ulaşmakta, ya da önemli ölçüde azalmaktadır. Burada yine harmana ilave edilen türeks için CaF_2, nötr cam için ise de NaCl'ün etkileri düşünülmektedir.

d) Ana cam kompozisyonu ve dekolorizanları açısından Topkapı renksiz 86 camına büyük benzerlik gösteren Kırklareli camının düşük COD değeri vermesi, anılan şirketin sadece kendi cam kırığı ile çalışmasına bağlanmakta, ancak kızdırma sonucunda meydana gelen COD değişimi Topkapı'86 camı gibi düşük bulunmaktadır.

İŞLETME ŞARTLARINDA CAM KIRIĞININ RENGE ETKİSİ

Cam kırığının harmanda kullanılmasının enerji tasarrufu gibi büyük bir avantajının yanı sıra, cam kalitesi ve renk üzerindeki olumsuz etkileri de işletmemizde zaman zaman gözlenmektedir.

Bu bölümde hammaddeler ve cam kırıklarının laboratuvarda saptanan COD değerleri ile bunların işletme koşullarındaki etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

Farklı cam kırıklarının harmana ilave edilirken belli oranlarda kullanılması, harman dairesindeki yetersizlikler nedeniyle her zaman mümkün olmamaktadır. Buradaki incelemeler farklı cam kırıklarının, bilinen bir oranda harmana ilave edilebildiği dönemleri kapsamaktadır.

Bal Cam

Kronolojik sıra takip edilerek 1984-1986 döneminde A fırını ile ilgili durum gözlendiğinde;

a) 1984 Mayıs ayı sonunda Safaalanı kumu yerine Yalıköy kumu ve Kaltun feldspatı kullanılmaya başlandığında, renk kontrolü için takip edilen diğer parametrelerde önemli bir değişim olmadığı halde renkte belirgin bir koyulma görülmektedir. Bunu karşılamak üzere harmandaki kömür miktarı düşürülmüştür. Aylık ortalama proses değerleri grafiği (Ek 1) incelendiğinde Mayıs ayında aynı renk seviyelerinde kömür miktarı ort. 320 gr/harman iken Haziran ayında 160 gr/harman'a indiği görülmektedir. Laboratuvar çalışmalarında da 1000°C'a kızdırılmış numunelerde Kaltun feldspatının COD değeri (215 ppm C) Safaalanı kumununkinden (0 ppm C) yüksek bulunmaktadır. Bu şartlarda renk koyulması ve kömür miktarının düşürülmesinin nedeni olarak, Kaltun feldspatının harmana getirdiği ilave indirgenlik potansiyeli görülmektedir.

b) Temmuz 1984'ten itibaren Kaltun feldspatı yerine Çayırova Cam Sa-

nayii A.Ş.'den alınan feldspatın kullanımına geçilmiştir. Bunu takiben renkte bir açılma izlenmiş ve Haziran ayında aynı kömür miktarı ile aylık renk ortalaması % T=24.1 iken Temmuz'da bu değer % T=31.6 olarak gerçekleşmiştir. Çayırovadan gelen feldspatın kullanımı ile birlikte camdaki demir oksit seviyesi de % 0.370'e yükselmiştir. Daha sonraki aylarda fırın çekişindeki düşüşlere paralel olarak gerekli kömür ilaveleri yapılmıştır. Laboratuvar bulguları, kızdırılmış numunelerde Çayırova feldspatının COD değerinin (47 ppm C) Kaltun'unkinden (215 ppm C) düşük, dolayısı ile daha az indirgen olduğunu göstermektedir. Bu sonuç da, yukarıda belirtildiği gibi renkteki açılma eğilimi ile uyuşum içindedir.

c) Ekim 1984'ten itibaren harman tablosunda camdaki Fe_2O_3% 0.370 olacak şekilde gerekli düzeltmeler yapılarak çalışılmıştır. Ekim 1985'e kadar süren bu dönemde, camın ışık geçirgenliğinde önemli değişimler izlenmiştir. Söz konusu dönemin incelenmesine geçilmeden önce renk kontrolü için bazı teorik kabuller kısaca özetlenirse;

. Belli bir demir ve sülfür seviyesinde harmana ilave edilen kömür artırıldığında veya
. Belli bir sülfür ve karbon seviyesinde demir artırıldığında veya
. Belli bir demir ve karbon seviyesinde sülfür artırıldığında

renk koyulaşır.

Bu kabuller ışığında proses değerleri incelendiğinde farklı bir durum gözlenmektedir. Şöyle ki; camda teorik demir oksit hedefine ulaşıldığında harmana ilave edilen kömür en yüksek seviyede bulunurken, demir oksitin düştüğü dönemlerde kömür miktarının sürekli azaltılması gerekmiştir.

Diğer taraftan bu dönemde camdaki demir oksit seviyesinin düşme nedeni araştırıldığında, bunun tekel firmasıyla yapılan bir anlaşma sonucu alınan eski kompozisyonlu (düşük demirli) Topkapı cam kırıklarından kaynaklandığı görülmüştür. Bunu takiben renk kontrolünü

sağlamak amacıyla eski kompozisyonlu cam kırıkları harmana belli oranlarda ilave edilerek kullanılmıştır. Kullanım oranının artması ile birlikte rengin daha koyuya gitmesi bu cam kırıklarından kaynaklanan bir neden olabileceğini düşündürmüş ve hammaddelerde indirgenlik potansiyeli belirlenmesinde kullanılan metot cam kırıklarına da uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de belirtildiği gibi Topkapı'nın eski kompozisyonlu camlarının daha yüksek COD değerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu da eski kompozisyonlu Topkapı camlarının kullanımı ile rengin koyulma eğilimi arasındaki ilişkinin, cam kırığından gelen indirgenlik potansiyelinden kaynaklandığını doğrular niteliktedir.

Bu değerlendirmeler sonucunda kullanılan cam kırığının niteliği göz önüne alınarak gerekli melanj düzeltmelerinin yapılmasının, cam renginin daha dar sınırlar içinde seyretmesine imkan sağladığı söylenebilir. Bu da farklı cam kırıklarının farklı etkinlikleri dikkate alınarak çalışıldığı günümüze kadar olan dönemde, bal camın renginde büyük sapmalar olmadan rengin kontrol altında götürülebilmesi ile bir kez daha doğrulanmaktadır.

Renksiz Cam

Topkapı'da renksiz camda, renk parametrelerinin ölçümü Ocak 1983 tarihinden itibaren başlamış olup, bir ay süre ile yalnızca bir fırında renksizleştirme yapılmıştır. Bunu takiben Ocak 1984 tarihine kadar renksizleştirme sadece arsenik trioksit ve çinko selenit ile sürdürülmüş, bilahare bunların yanı sıra sodyum nitrat ve kobalt oksit ilavesine başlanılmıştır (Mart 1984). Ancak bu dönemlerde rengin konumuz açısından incelenmesi cam kırığı miktarı, cinsi, harmana ilave edilen dekolorizan maddelerin ve fırın şartlarının renk parametreleri üzerindeki girift etkisi nedeniyle güçlük arzetmektedir.

Mamafih Topkapı camına kıyasla daha indirgen bulunan Trakya camının yoğun olarak kullanıldığı dönemlerde renksizleştirme çalışmalarına ve demir seviyesinin aynı kalmasına rağmen renk parametrelerinden başat dalga boyunda indirgen etkiyi gösterir değişimler izlenmiştir. Örneğin,

	1-10 Ocak'83 Trakya cam kırığı öncesi	10-31 Ocak'83 Trakya cam kırığı kullanımı
B.D.B.	570-573	557-563
% P	63.9-67.2	69.4-70.9
% S	5.7- 7.5	4.4- 5.1

$\sum Fe_2O_3$ değişim aralığı % 0.079-0.088'dir.

Şubat'83'den itibaren durdurulan renksizleştirme çalışmaları nedeni ile Trakya cam kırığının renk parametrelerine yaptığı olumsuz etki artmıştır. Bu sonuçlar yine Trakya cam kırığının saptanan indirgen etkisiyle uyuşum içinde görülmektedir.

Mart'84'den itibaren tam renksizleştirme her iki fırın için de uygulanmaya başlanmış olup, başat dalga boyu yeşil bölgeden nötr bölgeye doğru kaymıştır. Renksizleştirme üzerinde olumlu etkisi olacağı düşüncesi ile 1984 yılında belli dönemlerde harmana bilinen bir oranda Teknik Cam fabrikasının cam kırıkları ilave edilmiştir. Bunların kullanıldığı dönemlerde başat dalgaboyu 575-577 nm'ye kaymış, parlaklık değerleri düşme eğilimi göstererek % 66-55 arasında değişmiştir. Burada camdaki demir oksit % 0.080-0.085 seviyesinde iken saflık değerleri de artma eğilimi göstererek % 7-12.5 arasında seyretmiştir. Belirli aralıklarla Teknik Cam kırıklarının kullanılmadığı dönemlerde ise parlaklık ve saflık değerleri olumlu yönde değişim göstermiştir (Ek II ve III D fırını CIE renk grafikleri).

SONUÇ

Değişik orijin ve kompozisyona sahip muhtelif camlardan alınan numuneler üzerinde, temizlendikten sonra camda kalabilecek indirgenlik potansiyelini araştırmak için yürütülen çalışmalar:

. Camların indirgen etki gösterebilecek kirliliklerden arındırıldıktan sonra dahi farklı seviyelerde indirgen etkiye sahip olduklarını,

. İndirgenlik seviyesinde görülen farklılaşmanın aynı cam kompozisyonunda renge veya camı kompozisyonundaki değişimlere bağlı olarak ortaya çıktığını

. Afinasyon maddesi olarak CaF_2 ve NaCl gibi maddelerin kullanıldığı camlarda 550^oC'a kızdırıldıktan sonra karbon cinsinden saptanan indirgen madde miktarında büyük ölçüde azalma olduğunu göstermektedir.

Mamafih işletme verilerinin incelenmesi yüksek COD değerine diğer bir deyimle göreceli olarak daha yüksek indirgeme potansiyeline sahip cam kırıklarının kullanıldığı dönemlerde; bal camda rengin koyulması, renksiz camda ise camdaki Fe_2O_3 miktarı değişmediği halde renk parametrelerinin bozulması yönünde bir eğilim oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Bu itibarla üretilen camın kalite, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunması açısından cam kırığının yüksek oranlarda kullanılması halinde kimyasal kompozisyonun yanı sıra indirgenlik durumunun da bilinmesi redoks şartlarının daha iyi takibine imkan sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. W.H. Manring and R.E. Davis, Controlling Redox Conditions in Glass Melting. The Glass Ind. May 1978.

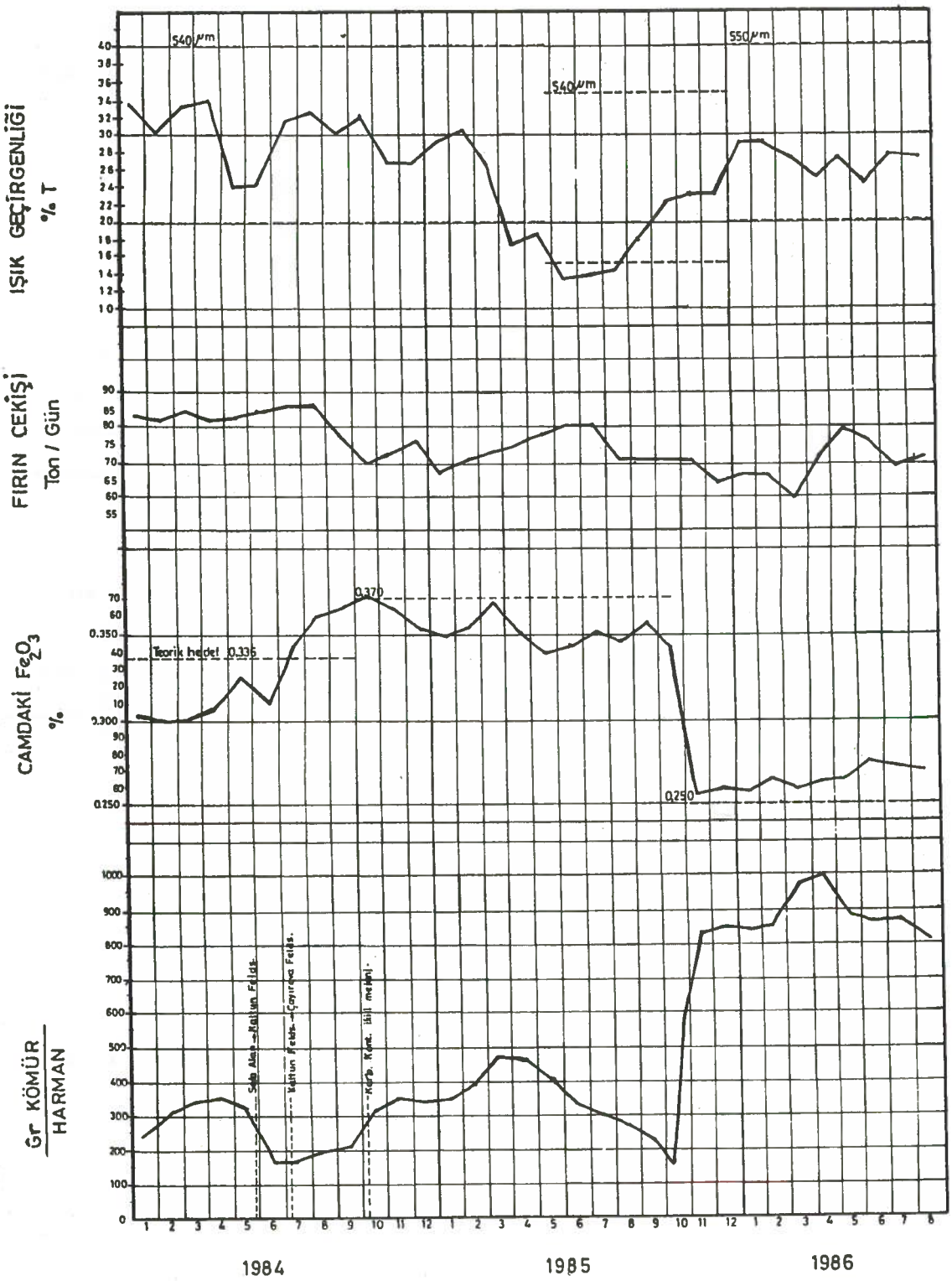
2. W.H. Manring and G.M. Diken, A Practical Approach to Evaluating Redox Phenomena Involved in the Melting-Fining of Soda-Lime Glasses, Glass International, March 1981.

3. M.B. Volf, Chemical Approach to Glass (497-553), Elsevier Science Publishing Comp. 1984.

4. Woldemar A. Weyl and Evelyn Chostner Marboe, The Contitution of Glasses, Volume II (1010-1075) Interscience Publishers.

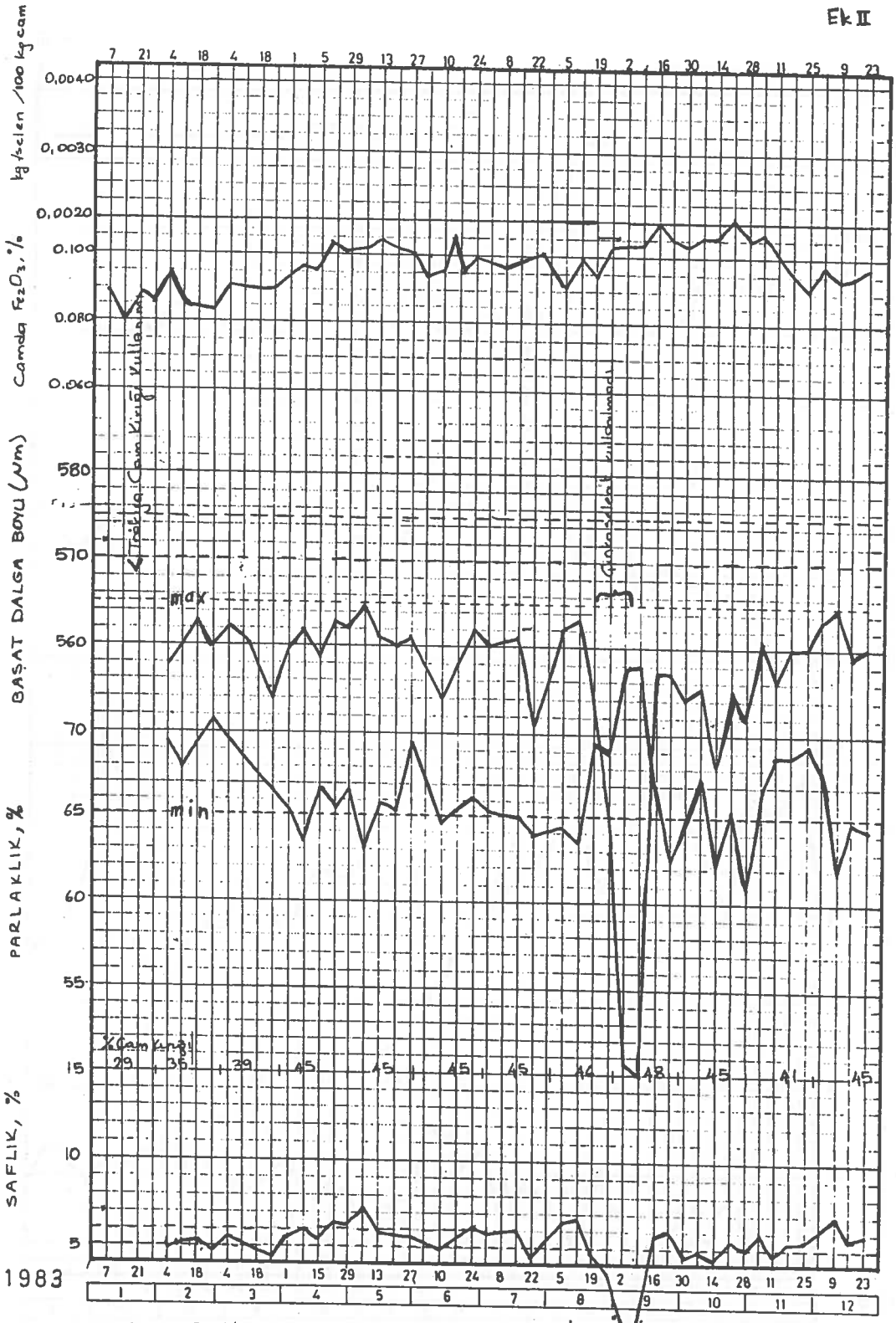
5. Prof. Dr. B. Erdem, Prof. Dr. F. Baykut, Analitik Kimya (275-278).

Ek I

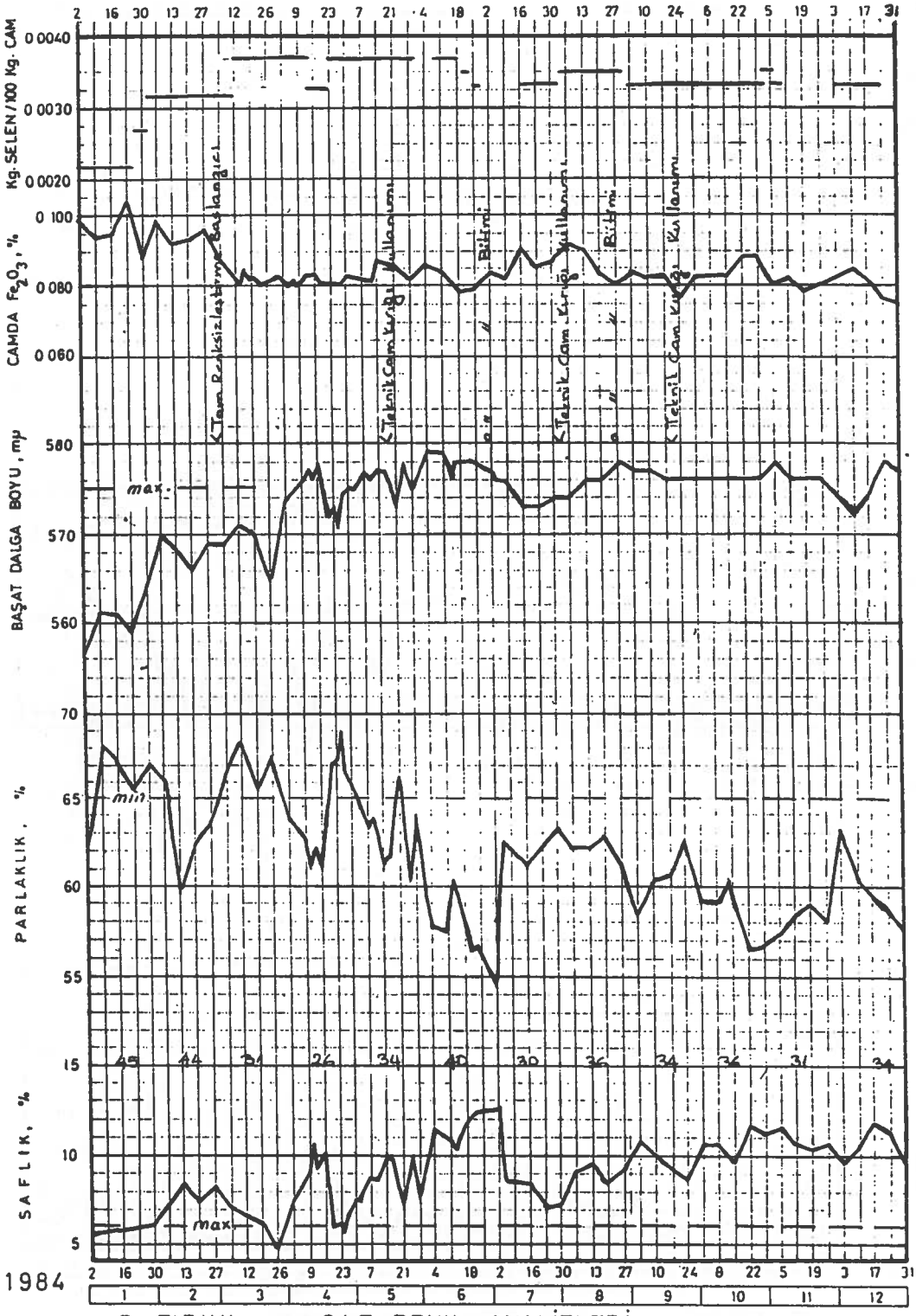


AYLIK ORTALAMA PROSES DEĞERLERİ
"A" FIRINI BAL CAM ÜRETİMİ

Ek II


kg Selen /100 kg cam
Camda Fe_2O_3, %
BAŞAT DALGA BOYU (μm)
PARLAKLIK, %
SAFLIK, %
max
min
Selenoksitli kullanıldı
1983
D FIRINI
C.I.E RENK ANALİZLERİ
Fe_2O_3 ve ŞELEN DEĞİŞİMLERİ

Ek III



D FIRINI C.I.E. RENK ANALİZLERİ

Fe_2O_3 ve SELEN DEĞİŞİMLERİ

CY BUZLU CAM FIRINLARINDA DUNE KUMUNA GEÇİŞ AŞAMALARI VE BAL RENGİ ÜRETİMDE YARATTIĞI SORUNLAR

Selim ALTIN - Ümit ÖZER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Yalıköy kum hazırlama tesislerinde zenginleştirme prosesine tabi tutularak Ağustos 1985 tarihinden itibaren Çayırova'ya sevk edilen Dune kumu, yapılan ilk tespit ve çalışmalar sonunda, 12 Aralık 1985 tarihinden itibaren buzlu cam fırınlarında kullanılmaya başlamıştır.

Cam kompozisyonu seçilirken, SiO_2 ve Al_2O_3 toplamı önceki reçete ile aynı tutulmuş ve ayrıca feldspat kullanılmaya gerek kalmamıştır. Dune kumundaki yüksek alkali ise 100 kg cam için 600 gr daha az soda tartılmasına neden olmuştur.

Dune kumunun Yalıköy kumuna göre daha iri taneli oluşu ve taşıdığı yüksek alkali yüzünden, birim harmanda eskiye göre 27.5 kg daha az soda gerektirmesi, erime koşulları açısından dezavantaj yaratmıştır. Fırın sıcaklığı 10^0C artırılarak Dune kumuna geçilmiş ve bir sorun olmadan üretim alınmıştır.

Renksiz üretimde sorun yaratmamasına karşılık, 4. fırında bal rengi üretimde aşırı taş ve habbe hatasına neden olmuştur.

GİRİŞ

Yalıköy kum hazırlama tesislerinde zenginleştirme prosesine tabi tutulan Dune kumu, Ağustos 1985 tarihinden itibaren Çayırova'ya sevk edilmeye başlamıştır. Yıkama sonrası hedeflenen ve fabrikamıza iletilen tek analize bakıldığında, akla çeşitli sorular gelmekteydi. Bu sorular cevaplandırılabilecek nitelikte olmasına rağmen, uygulama sonrası ne getireceği de kesin olarak söylenemiyordu. Kaldı ki, camı oluşturan ana hammadde karakteri değiştirilecekti ve huzursuz olmamak mümkün değildi.

Kullanım öncesi sevk edilen 5900 ton Dune kumundan yapılan seri analizler ile hedeflenen analiz karşılaştırıldığında, SiO_2 yönünden bir farklılık olmadığı, ancak Al_2O_3'nın % 0.2 daha düşük Fe_2O_3'ın % 0.01 kadar daha yüksek olduğu görülüyordu (Tablo 1).

Tablo 1: Dune kumu hedeflenen kimyasal analizi ile fiili durumun kıyaslaması.

Komponent	Hedeflenen analiz %	Fiili analiz ort. %	Fark
SiO_2	96	96.08	+0.08
Al_2O_3	1.7	1.53	-0.17
Fe_2O_3	0.15	0.16	+0.01
TiO_2	0.03	0.03	-
CaO	0.40	0.40	-
MgO	0.04	0.03	-
Na_2O	0.40	0.30	-0.10
K_2O	0.80	0.90	+0.10

Tane büyüklüğü dağılımına bakıldığında söylenebilecek tek şey, Yalıköy kumuna göre daha iri karakterli oluşuydu (Tablo 2).

Tablo 2: Yalıköy kumu ile Dune kumu tane iriliği kıyaslaması.

Elek açıklığı (mm)	Yalıköy kumu %	Dune kumu %	Fark
+0.595	0.4	0.4	-
+0.420	2.0	5.2	+ 0.2
+0.297	3.6	14.8	+11.2
+0.210	6.2	24.4	+18.2
+0.149	15.2	18.6	+ 3.4
+0.106	42.8	17.2	-25.6
+0.090	17.8	5.4	-12.4
-0.090	11.8	13.8	+ 2.0

UYGULAMA ÖNCESİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Cam Kompozisyonu

Yalıköy kumu ile çalışılırken fırın performansının izabe, haddeleme, islah ve kalite yönünden çok iyi durumda olması dikkate alınarak, Dune kumuna geçilmekle cam kompozisyonunda temel bir değişiklik düşünülmemiştir. Ancak, Yalıköy kumu ile Dune kumu analizleri karşılaştırıldığında, cam kompozisyonunda SiO_2 ve Al_2O_3 değerlerinin, kum yapısına bağlı olarak değişeceği görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3: Yalıköy ve Dune kumu ortalama kimyasal analizleri.

Komponent	Yalıköy kumu %	Dune kumu %
SiO_2	99.03	96.08
Al_2O_3	0.27	1.53
Fe_2O_3	0.12	0.16
TiO_2	0.23	0.03
CaO	0.05	0.40
MgO	0.01	0.03
Na_2O	0.05	0.30
K_2O	0.03	0.90

Dune kumundaki Al_2O_3, cam için gerekli miktarı fazlasıyla karşıladığından, ayrıca feldspat kullanmaya gerek kalmamış ve Fe_2O_3 yönünden oldukça kirli Bilecik feldspatının devre dışı kalmasıyla da Dune kumundaki Fe_2O_3 miktarı Yalıköy kumuna göre % 0.04 fazla olmasına rağmen, teorik olarak camın Fe_2O_3 miktarı değişmemiştir.

Cam viskozitesinin fazla değişmemesi açısından Al_2O_3'deki artış, SiO_2'den düşülmüş, ancak silis alümina toplamı Yalıköy kumu uygulaması ile aynı bırakılmıştır.

Dune kumu yapısındaki alkali fazlalığı ise, cam kompozisyonu sabit tutulmak istendiğinden, 100 kg cam bazında 600 gr soda azalmasına neden olmuştur. Ayrıca kum yapısındaki potasyum oksit, sodyum oksit gibi düşünüldüğünden, erime ve viskozite yönünden dezavantaj olmuştur.

TiO_2 farkı ise, alkali oksitlerden gelen erime dezavantajını az da olsa karşılamak amacıyla alkali ve toprak alkali oksitlere verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Yalıköy ve Dune kumlarına göre cam kompozisyonları.

Komponent	Yalıköy kumu		Dune kumu	
SiO_2	70.64	71.68	70.55	71.68
Al_2O_3	1.04		1.13	
Fe_2O_3	0.13		0.13	
TiO_2	0.16		0.02	
CaO	9.92	13.70	9.96	13.80
MgO	3.78		3.84	
Na_2O	13.95	14.01	13.39	14.05
K_2O	0.06		0.66	
SO_3	0.32		0.32	

Tane Büyüklüğü ve Eleme

Yalıköy kumuna göre daha iri tane boyutuna sahip Dune kumunun erime yönünden dezavantaj getireceği açıktır. Sevk edilen ilk 5900 tonluk partide, fırında erimeyecek boyutta taneye rastlanmamıştır. Ancak yıkama prosesinde olabilecek bir aksaklık veya stok yerinde kirlenme gibi ihtimaller dikkate alınarak, Dune kumu 4 delik/cm^2'lik bir elekten elenerek kullanılmıştır.

Rutubet ve Drenaj

Dune kumunun drenaj süresini tespit için yapılan denemede, % 12 rutubetteki kum altı gün sonunda tabanda % 6.5 rutubete kadar düşmüştür.

Bu süre Yalıköy kumunda pek farklı değildir (Tablo 5).

Tablo 5: Dune kumu drenaj süresi.

Günler		Kum rutubeti %
Başlangıç		12
1.Gün	Üst	9.00
	Orta	10.80
	Alt	12.20
3.Gün	Üst	6.10
	Orta	7.20
	Alt	8.70
5.Gün	Üst	5.40
	Orta	6.70
	Alt	7.80
6.Gün	Üst	4.50
	Orta	5.90
	Alt	6.50
8.Gün	Üst	3.00
	Orta	4.50
	Alt	5.00

Harman rutubetinin % 4.5 olması hedeflenmiştir. Bu durumda kum rutubetinin % 7.3'ü geçmemesi gerekmektedir. Çayırova'ya sevk edilen 5900 tonluk partinin ortalama rutubeti % 5.8 olmuştur. Ancak başka fabrikaların da Dune kumu kullanmaya başlaması ile, Yalıköy yıkama kapasitesinin zorlanacağı ve gelen partilerin rutubetlerinin de daha yüksek olacağı varsayımı ile stok sahası tabanı drenaj kanallarıyla donatılmıştır. Nitekim Trakya Cam Dune kumu kullanmaya başladıktan sonra sevk edilen partilerde % 8.5'a varan rutubet tespit edilmiştir. Harman hazırlama sistemi, kum rutubetine göre harmana ilave edilecek su miktarını, otomatik ayarlayacak şekilde dizayn edildiğinden, kum rutubeti % 7.3'ün altında kaldığı sürece harman rutubetinde oynama olmayacaktır. Ancak harman sıcaklığı problem yaratabilecektir. Harman sıcaklığını 36°C'nin üzerinde tutabilmek için harmana ilave edilecek su, sıcak su devresine bağlanmıştır. Sıcak su uygulamasına rağmen, harmanın kritik sıcaklıkta kalması ve ara bunkerlerde soğuması segregasyona neden olmuş ve buhar tatbikatı gerekmiştir.

Harman Randıman ve Maliyeti

Yalıköy kumuna göre % 82.25 olan harman randımanı Dune kumuna göre % 82.38 olmuştur. Harman randımanındaki bu iyileşmeye karşılık, aynı kum bazında birim harman kilosu azaldığından, eskiye göre daha fazla harman hazırlanması gerektiği ve harman dairesinin yükünün artacağı görülmüştür. Bu azalışın harman başına miktarı 112 kg füzyon olarak ise 91 kg'dır.

Harman maliyeti Yalıköy kumu uygulaması ile karşılaştırıldığında 1260 TL/ton azalmıştır (Tablo 6).

Hammadde	Birim Fiyat Tl/kg.	Yalıköy kumu ile		Dune kumu ile	
		Tartım kg/100 kgcam	Maliyet Tl/100kgcam	Tartım kg/100kgcam	Maliyet Tl/100kgcam
Yalıköy k.	7.781	68.31	531.52	-	-
Dune kumu	7.065	-	-	73.40	518.57
Feldspat	9.110	4.58	41.72	-	-
Dolomit	10.415	19.36	201.63	19.63	204.45
Kalker	9.195	5.21	47.91	4.91	45.15
Soda	121.01	23.11	2796.54	22.52	2725.15
Alçıtaşı	19.025	1.00	19.03	1.00	19.03
Toplam	-	-	3638.35		3512.35

DUNE KUMUNA GEÇİŞ

İlk tespitlerin ışığında 12 Aralık 1985 tarihinde Dune kumu ile hazırlanan ilk harman 3 no'lu-fırına şarj edilmeye başlanmıştır.

Fırının Tanıtılması

214.7 ton füzyon kapasiteli, port altı beklerle yandan ateşlemeli 3 portlu, 3 seksiyonlu, spout'lu bir fırındır (Ek 1).

Kemer, üst yapı, yan blok, taban ve rejeneratörler izole edilmiştir.

Cam derinliği : 1175 mm
Azami fiili kapasite : 130 ton/gün
Ortalama fiili kapasite : 110 ton/gün
Eritme kapasitesi : 1.669 ton/m^2
Özgül yakıt sarfiyatı : 168 gr/kg cam
Fırın iç basıncı (cam seviyesinde): 0.3 mm SS

Sıcaklık dağılımı: 1. seksiyon kemer: 1460°C
2. " " : 1490°C
3. " " : 1470°C
1. " optik : 1470°C
2. " " : 1500°C
3. " " : 1480°C

Şarj sistemi : 100 cm eninde 3 adet şarjör seviyeye bağlı olarak aynı anda devreye girip çıkarlar. Harman ve cam kırığı karışık olarak şarj edilir.

Yanma sistemi : 1. ve 2. portlarda 3'er adet, 3. portta 2 adet fuel-oil beki yakılabilir (Ek 2). Enversiyon süresi 30 dakikadır. Bek açıları 1. beklerde 8 derece, diğerlerinde 6 derecedir. K.T.G. firmasının düşük yakıt basınçlı bekleri kullanılır. Pulverizasyon basınçlı hava ile sağlanır. Bek ejektör açıklıkları 4 mm'dir. Alev formu, karşı duvara çok hafif temas edecek şekilde fırın eninin 2/3'nü kaplayacak biçimde düzenlenir.

Cam akımları : Seviyeye bağlı olarak şarj edilen harman fırın içinde dağılarak bubbler hattını geçmeden erir (Ek 3). Bubbler hattının civarında hafif köpük mevcuttur. Dinlenme geçiş alın duvarı civarında net ayna teşekkülü sağlanır. Harmanda yapılan herhangi bir değişiklik 9 saat civarında üretimi etkilemeye başlar.

Uygulama

Dune kumunun Yalıköy kumuna göre daha iri taneli oluşu ve birim harman için eskiye göre 27.5 kg daha az soda kullanılması, bunların sonucu olarak da, daha zor eriyecek bir harmanın fırına gireceği düşünülerek, diğer koşullar sabit kalacak şekilde, maximum nokta sıcaklığı 10°C artırıldı. İzabeden kaynaklanan bir hata olmadan üretim alınmaya devam edildi. Haddeleme viskozitesi ve islah koşullarında herhangi bir önleme gerek duyulmadı.

10°C'lık sıcaklık farkı zaman içinde tedrici olarak geri alınmasına rağmen özgül yakıt sarfiyatında Yalıköy kumuna göre 5.1 gr/kg cam bir artış gözlendi. Bu artışın para karşılığı 5.1x102.36=522.036 TL/ton cam'dır. Bu maliyet artışı harman maliyetindeki düşme ile kıyaslandığında 1260-522.036=738 TL/ton cam kazanç olduğu görülmektedir. Üretim kalitesinde genel olarak bir değişim olmamış, sadece habbe sayısı bir miktar azalmıştır.

Tablo 7: Dune kumuna geçişten önceki ve sonraki üretim değerleri.

Tarih	Brüt çekiş Ton/gün	Net üretim Ton/Gün	Ağırlık rand. %	Özgül yakıt sarf. gr/kg cam
Eylül 1985	101.7	85.8	84.3	177.3
Ekim	112.5	98.4	87.5	162.8
Kasım	117.4	106.6	90.8	154.8
Aralık 1-12	116.8	107.1	91.7	156.1
Aralık 13-31	108.3	93.7	86.5	177.9
Ocak 1986	114.7	104.0	90.6	161.8
Şubat	117.2	106.6	90.9	161.2
Mart	116.3	106.3	91.4	164.2
Nisan	107.5	93.7	87.2	172.6
Mayıs	112.2	100.5	89.6	166.4
Haziran	112.0	99.2	88.5	162.0

DUNE KUMU İLE BAL RENKLİ ÜRETİM SIRASINDA OLUŞAN HATALAR VE ALINAN ÖNLEMLER

ÖZET

Çayırova Cam San. A.Ş.'de U-alevli 4 no'lu fırınımızda Dune kumu uygulamasına 12.12.1985 tarihinden itibaren mavi üretimle başlanılmış ve şeffaf üretimle devam edilmiş olup, Dune kumundan kaynaklanan herhangi bir sorun olmamıştır.

3 Şubat 1986 tarihinde, bal renkli üretime geçildikten sonra harman, izabe ve üretim koşulları daha önce Yalıköy kumu ile bal renkli üretimdeki değerlerde sabit tutulmasına rağmen, harmanın erimeden sıcak noktayı geçtiği, ayna teşekkül etmediği gözlenmiş ve üretimde silika köpüğünden kaynaklanan yoğun taş hatası ve aşırı habbe hatası görülmüştür.

Bu çalışmada, erimeyi kolaylaştırmak amacıyla harmanın alkali miktarı, redox sayısı, kemer sıcaklıkları değiştirilerek, Dune kumu ile bal renkli üretim yapabilmek için optimum koşulların tespiti rapor edilmiştir.

GİRİŞ

Bal renkli üretimin, ışık geçirgenliğinin az oluşu nedeniyle (540 nm'de % 30-35) şeffaf üretime nazaran izabesi daha zor ve üretim değerleri daha düşüktür. Ayrıca üretimdeki habbe miktarlarında da bir artış olur (100.000 adet/m^2). Dune kumunun Yalıköy kumuna göre daha iri taneli oluşu ve toplam alkali miktarının yüksekliği nedeniyle harmana daha az soda katılması, Yalıköy kumuna göre alkali dağılımının daha az etken olan K_2O lehine olması, izabede eritme sorunları oluşturulmuştur.

Uygulama Yapılan Fırının Tanıtılması

127 ton füzyon kapasiteli, U alevli 2 portlu, 2 seksiyonlu, spoutlu bir fırındır (Ek 4). Kemer, üst yapı, yan blok ve taban izole edilmiştir.

Cam derinliği . : 1075 mm
Azami fiili kapasite : 88 ton/gün
Ortalama fiili kapasite: 70 ton/gün
Eritme kapasitesi : 1.624 ton/m^2
Özgül yakıt sarfiyatı : 187 gr/kg cam
(Bal rengi üretim için)
Fırın iç basıncı : 0.20 mm SS
(Cam seviyesinde)

Sıcaklık dağılımı: 1. seksiyon kemer: 1440°C
2. " " : 1480°C
1. " optik : 1450°C
2. " " : 1490°C
Fırın taban sıcak.: 1200°C
(Spout girişi)

Şarj sistemi: Fırının sağ ve sol tarafında birer adet palet tipi şarjör, seviyeye bağlı olarak aynı anda devreye girip çıkarlar. Harman ve cam kırığı karışık olarak şarj edilir.

Yanma sistemi: U alevli fırında sağ ve sol tarafta birer adet port mevcuttur. Her port altında 3'er adet fuel-oil beki yakılır (Ek 5). Enversiyon süresi 30 dakikadır. Bek açıları şarjörlere yakın olan beklerde 8°, diğerlerinde 6° olacak şekilde düzenlenmiştir. K.T.G. firmasının düşük yakıt basınçlı bekleri kullanılır. Pulverizasyon basınçlı hava ile sağlanır. Bek ejektör açıklığı 4 mm'dir. Alev formu dinlenme geçiş duvarına çok hafif temas edecek şekilde, fırının 2/3'ünü kaplayacak ve bubbler hattında sıcak nokta teşkil edecek şekilde düzenlenir. Sekonder rejeneratör sistemi vardır.

Cam akımları: Fırının sağ ve solundan seviyeye bağlı olarak duraklamalı şarj edilen harman, fırının içine dağılarak bubbler hattını geçmeden erir (Ek 6). Bubbler hattı civarında köpük mevcuttur. Dinlenme geçiş alın duvarına doğru ayna teşekkül eder. Harmanda yapılan herhangi bir değişiklik 8 saat sonra üretimi etkilemeye başlar.

Bal rengi standart üretim değerleri: Brüt çekiş : 70 ton/gün
Ağırlık randımanı: % 78
Net üretim : 55 ton/gün

Üretim kalitesi: Şeffaf üretimde
Habbe: 30.000 adet/m^2
Taş : Nadir

Bal renkli üretimde (Yalıköy kumu ile)
Habbe: 130.000 adet/m^2
Taş : Seyrek

Dune Kumu ile Bal Renkli Üretime Geçiş

Daha önceki bal renkli üretim geçişlerinde olduğu gibi, hedef renk numunesi olarak, 19.8.1981 tarihli üretim esas alınmıştır. (19.8.1981, saat 8.30 numunesi ışık geçirgenliği % 32.7 "3 mm")

3.2.1986 saat 12.15: Ara-l uygulaması ile renk geçişine başlandı.

4.2.1986 saat 14.30: Harman kaynaklı yoğun taş hatası, rengin hafif mavi tona dönüşmesi, renk homojenliğinin bozulması ve habbe miktarındaki aşırı artış nedeniyle ticari şeffaf üretim durdurularak, üretim kırılmaya başladı.

6.2.1986 saat 17.32: Renk yönünden bal rengi homojenliği sağlanmasına rağmen aşırı harman kaynaklığı taş ve habbe hatalarından üretim alınamadı.

Bal Rengine Geçiş Sırasındaki Koşullar

Harman redox sayısı: Şeffaf üretimde +15 olan redox sayısı normal melanjda -44.4 olmuştur.

Harman analizleri: Teorik değerlerden maximum ∓0.20 % sapma göstererek normal değerleri içinde seyretmiştir.

Harman rutubeti : Teorik değerlerden ∓0.10 % sapma göstermiştir. Ortalama harman rutubeti % 4.43 olmuştur.

Cam analizi : Teorik değerlerine yakın, standartlar içindedir.

	Teorik	5.2.1986 Tarihli Bal Renkli Cam Analizi
SiO_2	70.55	70.74
Al_2O_3	1.13	1.21
Fe_2O_3	0.13	0.17
TiO_2	0.02	0.08
CaO	9.96	10.01
MgO	3.84	3.74
Na_2O	13.39	13.52
K_2O	0.66	0.49
SO_3	0.32	0.05

Fırın sıcaklık dağılımı: 1. nokta : 1440°C
2. nokta (sıcak nokta): 1500°C
Taban : 1175°C

Fırın iç basıncı : Cam seviyesinde 0.20 mm SS olarak sabit tutulmaktadır.

Bubbler değerleri : Şeffaf üretim değerlerinde sabit tutulmaktadır.

1	2	3	4	5	6	7	8
0.3	0.2	0.6	0.4	0.6	0.8	0.4	0.6

İzabe durumu : Ara -2 şarj edildikten 8 saat sonra fırında köpürme başladı. Harman sürekli sıcak noktayı geçmekte ve köpük nedeniyle ayna teşekkülü sağlanamamaktadır.

Üretim değerleri :

Ortalama Brüt Çekiş (Ton)	Ortalama Net Üretim (Ton)
68.6	17.2

Üretim kalitesi :

	Taş (Ad/m^2)	Habbe (Ad/m^2)	Açıklama
3.2.86	-	Üretime alınacak seviyede 40.000	Şeffaf üret. alındı.
4.2.86	3-5	Çok aşırı	14.30'dan sonra çok yoğun taş ve habbe mevcut.
5.2.86	3-5	Çok aşırı	
6.2.86	3-5	Çok aşırı	

Dune Kumu ile Yalıköy Kumunun Bal Renkli Üretimdeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

Dune kumu ile Yalıköy kumu birbirine göre bazı farklılıklar göstermektedir. Mineralojik olarak Dune kumu genel olarak kuartz, potas ve sodyum feldspatı ve tali olarak da epidot, diopsit, granot ve zirkon ihtiva etmektedir. Yalıköy kumu ise % 99 kuartz kaynaklıdır. Dune kumu Yalıköy kumuna göre daha iri taneye sahiptir (Tablo 2). Kimyasal bakımdan da farklı karakterdedir (Tablo 3). K_2O miktarındaki % 0.87 artış toplam alkali değerinde artışa neden olduğundan camın toplam alkali miktarının sabit tutulması için harmanda 27.5 kg daha az soda kullanılmıştır. Yalıköy kumundaki Na_2O değeri K_2O değerinden 0.02 daha fazla iken, Dune kumunda Na_2O'e göre erime yönünden daha az etkin olan K_2O değeri 0.60 daha yüksektir.

Dune Kumu ile Bal Renkli Üretim Eldesi İçin Yapılan İşlemler

Uygulama 1

Yapılan işlem: Sıcak nokta hizasında, fırının sağ ve sol yan blok üstlerinden birer adet fuel-oil beki yakıldı.

Sonuç : Harmanın sıcak noktayı sürekli değil, fakat zaman zaman geçtiği ve 5-6 mm kalınlıkta olan köpüğün 2-3 mm'ye indiği gözlendi.

Üretim koşulları: Brüt çekiş: 63 ton

Net çekiş : 50.1 ton
Randıman : % 79.5

Üretim kalitesi : Harman kaynaklı taş : 1-2 ad/m^2
Habbe (İzabe+Reboil): Sayılamayacak kadar çok.
Taş kaynaklı hatalarda azalma mevcut. Habbe yoğun olmasına rağmen, üretilen desen habbeyi göstermediği için üretim alınıyor.

Uygulama 2

Yapılan işlem : Fırın sıcaklıkları yükseltildi.
1. nokta: 1480°C
2. " 1530°C

Sonuç : Harmanın sıcak noktayı geçme periyodu ve köpük azaldı. Zaman zaman kirli ayna teşekkülü olmaya başladı.

Üretim koşulları: Brüt çekiş: 62.7 ton
Net çekiş: 54.7 ton
Randıman: % 87.21

Üretim kalitesi : Harman kaynaklı taş: 0.5-1 ad/m^2
Habbe : Sayılamayacak kadar çok.

Uygulama 3

Yapılan işlem : Harmana ilave edilen soda miktarı 2 kg artırıldı.

Üretim koşulları: Brüt çekiş : 64.2 ton
Net çekiş : 57.1 ton
Randıman : % 88.94

Üretim kalitesi : Harman kaynaklı taş: -0.5 ad/m^2
Habbe : 100.000-120.000 ad/m^2

Uygulama 4

Yapılan işlem : Harman redox sayısı kömür miktarı değiştirilerek azaltıldı. Bal renkli üretimin 540 nm dalga boyunda ışık geçirgenliği % 35 olacak şekilde başlangıçtaki kömür miktarı azaltılıp, fırın taban sıcaklığı yükseltilerek erime kolaylığı sağlanmaya çalışıldı.

Başlangıçtaki kömür miktarı : 2.905 kg redox sayısı -44.4

Nihai durumdaki kömür miktarı: 2.250 kg redox sayısı -35.0

Üretim koşulları: Brüt çekiş: 63.7 ton
Net çekiş: 57.6 ton
Randıman: % 90.42

Üretim kalitesi : Harman kaynaklı taş seyrek.
Habbe 90-100.000 adet/m^2

SONUÇ

Bal renkli üretimin, şeffaf üretime göre ışık geçirgenliğinin az oluşunun izabe koşullarını etkilediği bilinmektedir. Ayrıca Dune kumunun daha iri taneli oluşu, yapısındaki alkali fazlalığından harmana ilave edilen soda miktarının azaltılması ve alkali dağılımında erime açısından daha az etken olan K_2O'in, Na_2O'den fazla oluşu, Dune kumu ile bal renkli üretim sırasında izabe kaynaklı hatalar oluşmasına neden olmuştur.

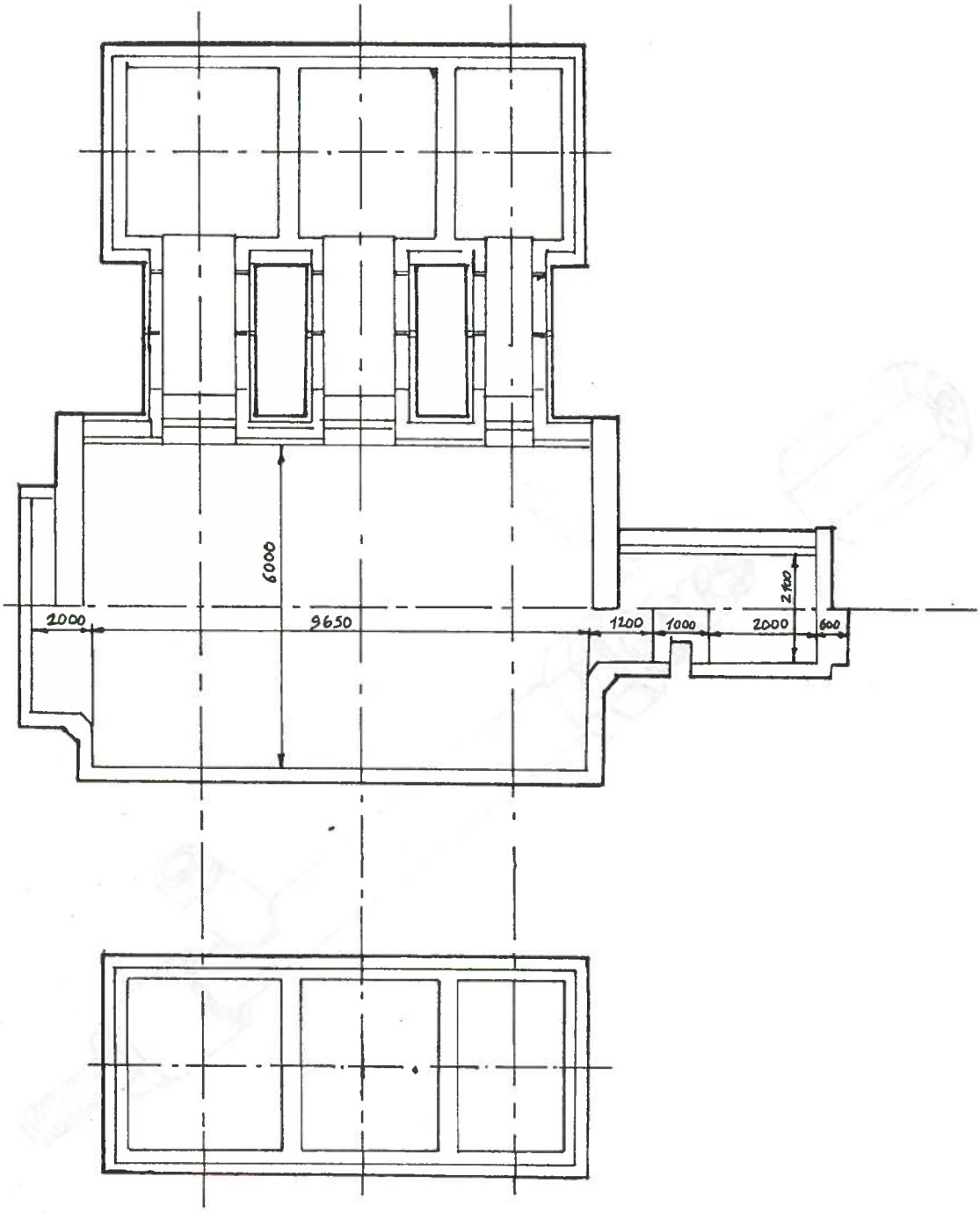
Işık geçirgenliğinin % 35 değerinde seyretmesi için, harman redox sayısının tespiti, hammadde yapısındaki alkali miktarları ile harmana katılan soda arasındaki ilişkinin iyi kurulması, Dune kumunun iri taneli oluşu nedeniyle sabit brüt çekiş ve cam kırığı oranlarında fırın sıcaklıklarının yükseltilmesi gibi etkenler dengelenerek, istenilen kalitede bal renkli üretim elde edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

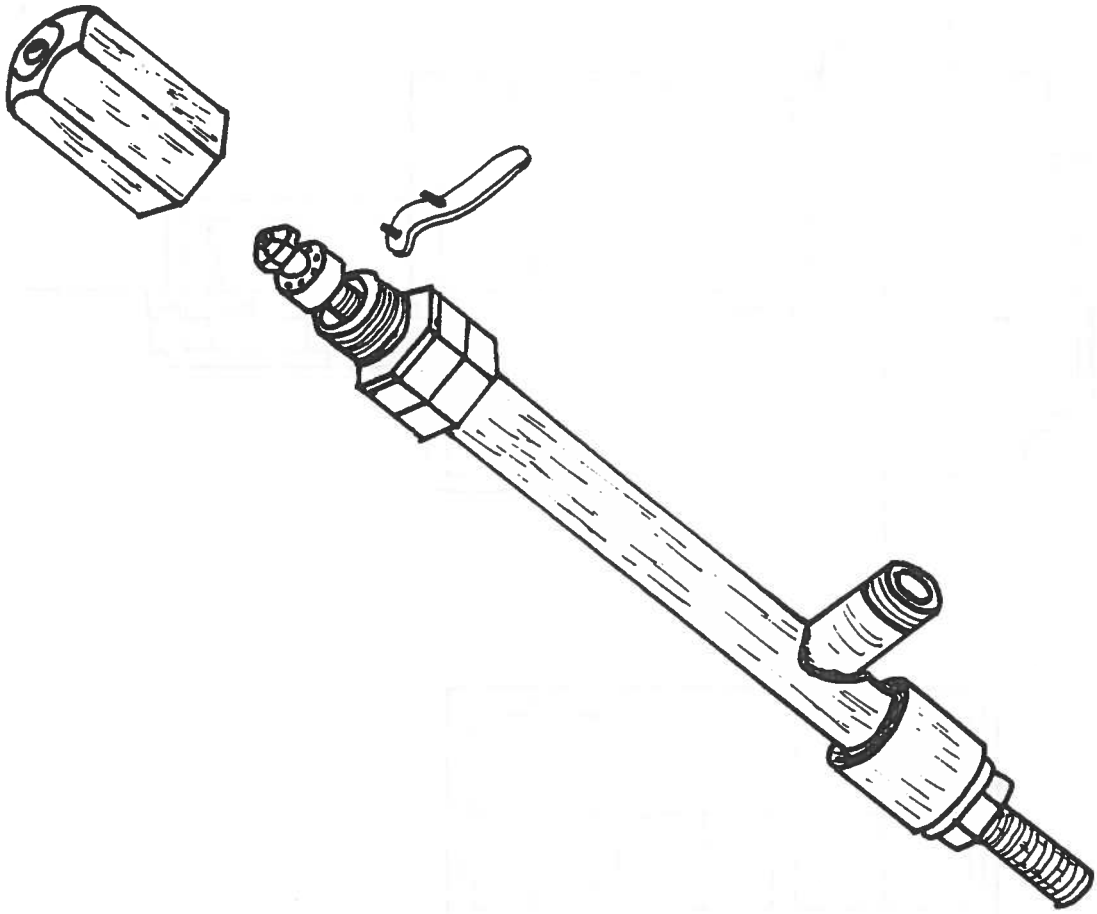
1. Çayırova Cam San. A.Ş. Harman Dairesi Günlük Raporları

2. Çayırova Cam San. A.Ş. Buzlu Cam Günlük Raporları.

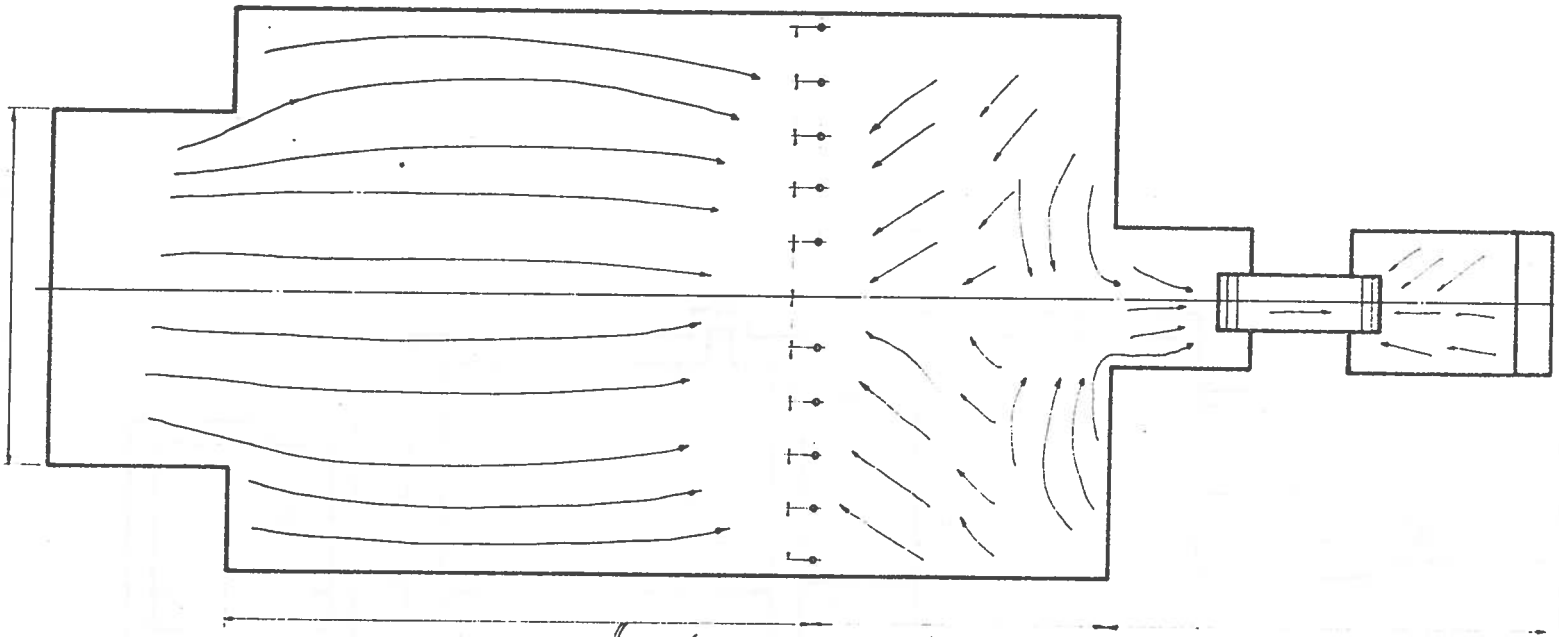
3. Albayrak,Gülçin; Dune Kumunun Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'de Uygulanması. T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Rap. No. 208



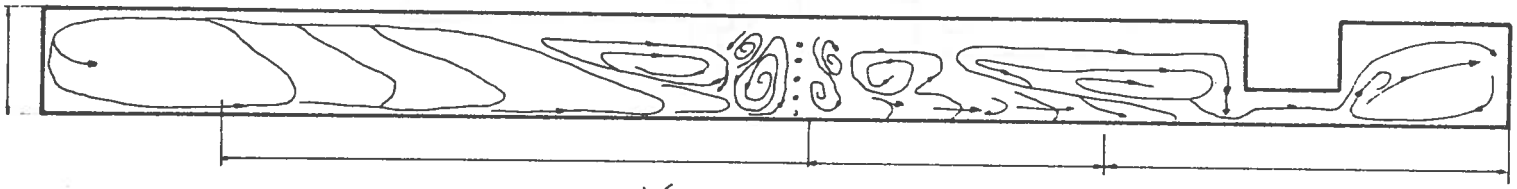
EK/ 1



Ek/2

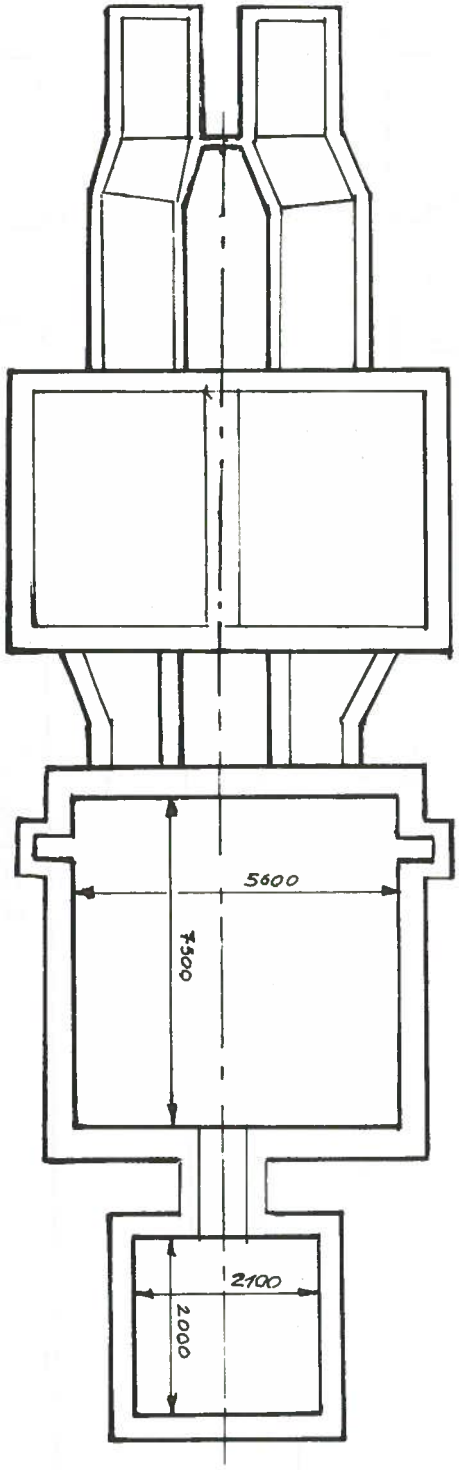


Üstten (→ taban akımları)



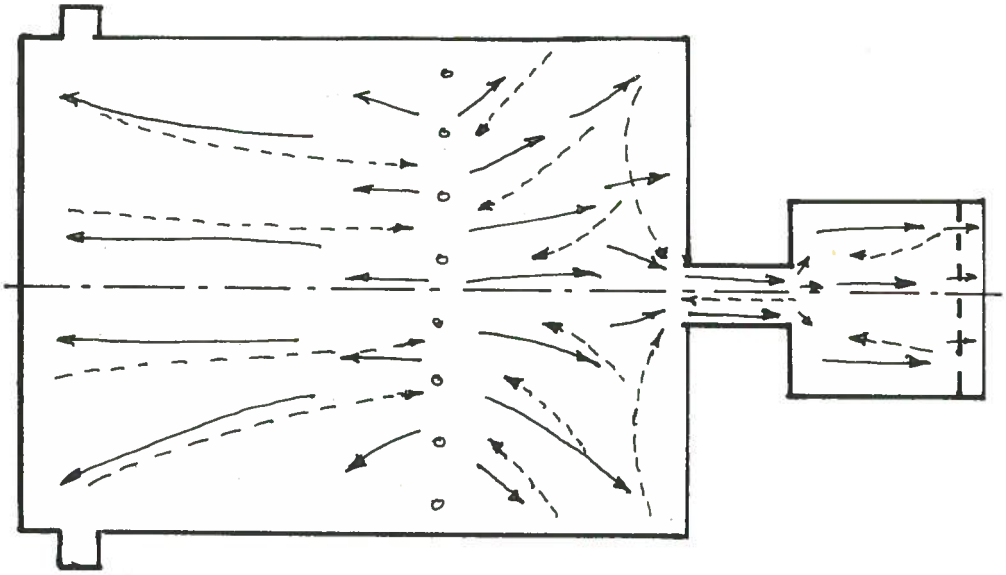
Yandan

EK: 3 Çavirova Cam San. A.Ş. 3 Kolu Fırını'nı " BUBBLER çalışması.
Bubbler fırın uzunluğunun % 65 in dedir. 10 Adet Bubbler'den
hava üflenmektedir.



TK/ .4-5

a) Yandan görünüş



b) Üstten görünüş

EK/6 : Bubbler deneyi

—— Üst akımlar

---- Alt akımlar

II. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU
3 Aralık 1986, Camhan

PROGRAM

9.30- 9.40 SUNUŞ

GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN AÇIŞ KONUŞMASI

I. OTURUM

Başkanlık: Hatay ARKAYIN-Kâmil BAŞKAŞ
Yıldırım CANBERK

9.45-10.05 Float Fırınında Ağır İzolasyon Uygulaması ve İzoleli Fırının Atrampajı
Ahmet Turan ÖNER
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

10.05-10.28 Levha Cam Üretiminde Karşılaşılan Sülfat Habbesi Hatasının Giderilmesinde Uygulanan Yöntemler
Ahmet CANSEVER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş

10.30-10.40 Arkadan Ateşlemeli Rejeneratif Fırınlarda Doğal Gaz Kullanımı
Bülent ÖZASLAN-Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

10.40-11.00 Borosilikat cam Eritmede Elektrik Takviyesi
Ali KUBAN-Ali ÖZABACI
Teknik Cam Sanayii A.Ş.

11.00-11.20 Çay Arası

II. OTURUM

Başkanlık: Yücel CANDEMİR-Atilla DİDİN

11.20-11.40 Çalışmakta Olan cam Fırınında Termokupllari Yerleştirme Amacıyla Tabanı Delme Metodu
Ulus ŞENER-Kaya ALTUNAY
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

11.40-12.00 IS Makinelerinde Dikey Soğutma Parametrelerinin İncelenmesi
Mustafa AKAY
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

12.00-12.20 Laser ve Pnömatik Probla Seviye Kontrol Sistemi Karşılaştırılması
Şevket ASİLKAZANCI-M.Ali TİRYAKİ
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

12.20-12.40 Cam Fırınlarında Damar Problemi
Kaya GÖKTAN
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

13.00-14.30 Yemek

III. OTURUM

Başkanlık: Erol ERGÜN-Hasan ÖZER

14.30-14.50 Şişe ve Kavanoz Üretiminde Proses Kontrol Verilerinin Bilgisayar ile Değerlendirilmesi (Data Processing)
Emin ÇİZMECİ
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

14.50-15.10 Bilgi Üretme Arayışlarına Bir Örnek: Float I. Soğuk Tamir Çalışmaları
Çetin AKTÜRK
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

15.10-15.30 Rutin Kontrol ile Enerji Tasarrufu
Nurettin ELÇİ
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

15.30-15.50 Cam Fırınlarında Habbelenmenin Ön Kontrolu
Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

15.50-16.10 Çay Arası

IV. OTURUM

Başkanlık: M. Uran ÖZSOY-Metin ÜNLÜER

16.10-16.30 Fırında Oksidasyon Değişimlerinin Cam Rengi Parametrelerine Etkileri
Metin ASAR-Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

16.30-16.50 Temizlenmiş Cam Kırıklarında İndirgenlik Potansiyeli Tespiti Çalışmaları
Canan ÖZHAN-Sema KUŞÇULUOĞLU-Asuman ERKİN
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

16.50-17.10 CY Buzlucam Fırınlarında Dune Kumuna Geçiş Aşamaları ve Bal Rengi Üretimde Yarattığı Sorunlar
Selim ALTIN-Ümit ÖZER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

18.00 Kokteyl

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(Soyadına Göre Alfabetik Sıralanmıştır)

(A)

AKAY,Mustafa (AC)
AKÇA,Öner (AC)
AKIN,Fahir (SC-ARŞ)
AKINCI,Ahmet (CE)
AKINCI,Alpaslan (SC)
AKMAN,Tuncer (CY)
AKOZAN,Mehmet (SC-ARŞ)
AKSU,Tufan (SC-ARŞ)
AKTAŞ,İsmail Yalçın (BC)
AKTÜRK,Çetin (TR)
ALACA,Hatice (SC-ARŞ)
ALBAYRAK,Gülçin (SC-ARŞ)
ALPSAR,Dilek (SC-PTHM)
ALTAN,Yurdanur (TC)
ALTIN,Selim (CY)
ALTINAY,Oktay (PB)
ALTINER,Ali (KC)
ALTUNAY,Kaya (TR)
APAK,Can (IP)
APAK,Günay (CA)
ARAS,Erhan (SC)
ARBATLI,Ayten (SC-BBM)
ARIĞ,Halûk (SC)
ARIKAN,Yener (AC)
ARKAN,Osman B. (SC-ARŞ)
ARKAYIN,Hatay (CE)
ARMAN,Bülent (SC-ARŞ)
ASAR,Metin (KC)
ASİLKAZANCI,Şevket (TR)
AVŞARCAN,Gülser (SC-ARŞ)
AYDEMİR,Celalettin (SC-SO)
AYDIN,Eşref (SC-ARŞ)
AYDIN,Ferit (TK)
AYKUL,Kâzım (CY)

(B)

BALCI,Alper (SC-MM)
BAŞARAN,Metin (FD)
BAŞKAŞ,Kâmil (TK)
BATUR,Sevil (CI)
BAYAR,Semih (SC-SM)
BAYMUL,Türkân (KC)
BAYRAK, Esen (SC-PM)
BAYRAM,Jülide (SC-PTHM)
BERKEM,Metin (PB)
BİLGE,Tülin (SC-ARŞ)
BİLSEN,Engin (PB)
BOYACIOĞLU,Ömer (SC-PTHM)
BULDAM,E.Mine (SC-EM)
BURHANOĞLU,Yüksel (SC-ARŞ)
BÜKEY,Savaş (KC)

(C)

CANBERK,Yıldırım (AC)
CANDEMİR,Yücel (KC)
CANSEVER,Ahmet (CY)
CEBECİOĞLU,Ergül (PB)

(Ç)

ÇAVDAR,Taner (SC-ARŞ)
ÇİFTÇİOĞLU,Belgin (SC-ARŞ)

KIZILKAYA,Emin (TR)
KONUK,Hüsnü (FD)
KÖŞDERE,Zeki (TR)
KUBAN,Ali (TC)
KULAKSIZOĞLU,Ayşe (SC-PEAM)
KUŞÇULUOĞLU,Sema (TK)
KUT,Ateş (SC-PTHM)
KUTSOY,Sadun (AC)
KUZUDİŞLİ,Yılmaz (PB)
KÜNTAY,Cankaya (TK)

(M)

MAHMUTLUOĞLU,Muhteşem (TC)
METİN,Lokman (PB)

(O)

OĞUZ,Metin (SC-PTHM)
OLTULU,Kenan (SC-MİM)
ONUR,Ufuk (SP)
ORHON,Melek (SC-ARŞ)
ORHON,Talât (SC)
ORMANCI,Remzi (SC)
ORPAK,Şule (TK)

(Ö)

ÖKTEN,Bahattin (SC-PTHM)
ÖNER,Ahmet Turan (TR)
ÖNSEL,Lale (SC-ARŞ)
ÖZABACI,Ali (TC)
ÖZASLAN,Bülent (KC)
ÖZCAN,Mustafa (TK)
ÖZCAN,O.Akif (SC-ARŞ)
ÖZDURMUŞ,Semih (TR)
ÖZER,Hasan (BC)
ÖZER,Ümit (CY)
ÖZGEN,Serdar (SC-ARŞ)
ÖZGÜR,Zeynep (SC-ARŞ)
ÖZHAN,Canan (TK)
ÖZİN,Nadire (AC)
ÖZKUL,Sibel (TK)
ÖZÖREN,Ender (TR)
ÖZSOY,M.Uran (PB)
ÖZTÜRK,Murat (MK)
ÖZTÜRK,Ünal (PB)

(P)

PAPUTÇU,Mahmut (CE)
PARLAR,Hüseyin (SC-MM)
PINARLI,Mehmet (CY)

(R)

RABUŞ,Mehmet (PB)

(S)

SAĞLAM,Celal (TC)
SAĞLAM,Zafer (CY)
SANDER,Faruk (SC-ARŞ)
SARAÇ,Yusuf (SC-ARŞ)
SARIOĞLU,Duygu (SC-ARŞ)
SAVAŞ,Tuğrul (SC-EM)
SEVİ,Yılmaz (TK)
SEZGİN,Erkut (SC-EM)
SİZGEK,Ali Erden (SC-ARŞ)
SUNGUN,Kemal D. (SC)
SÜTLÜPINAR,Hüsnü (CY)

(Ş)

ŞAHİN,Hasan (SC-PTHM)
ŞAHİN,Seyit (SC-PS)
ŞARDAĞ,Halûk (SC-PTHM)

ŞENER,Ulus (TR)
ŞENTÜRK,Hikmet (SC-İM)

(T)

TALA,Melek (TC)
TALA,Tarık (TC)
TELATAR,Semih (CY)
TEOMAN,Yıldırım (SC-PTHM)
TİRYAKİ,M.Ali (TR)
TOKKAYA,Nejat (AC)
TORUNOĞLU,Cenan (SC-PEAM)
TUĞRAN,Fikret (PB)
TUNÇAY,Tunç (PB)
TUNÇAY,Tülay (PB)
TÜLÜMEN,Erdoğan (SC-ARŞ)
TÜMERKAN,Işıl (SC-PTHM)

(U)

ULUÇAY,Gülay (SC-PTHM)
USER,İsmail (SC-ARŞ)
USTAOĞLU,Cavit (PB)
UZUN,Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜER,Metin (CY)
ÜZÜMCÜ,Ahmet (TK)

(V)

VATANSEVER,Salih (CY)

(Y)

YALÇINKAYA,Muhammet (KC)
YARAMAN,Alev (SC)
YARAŞAN,Halim (TC)
YAZICIOĞLU,Tuğrul (SC-ARŞ)
YENİGÜN,Teoman (PB)
YİĞİT,Murat (KC)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

GENEL MÜDÜRLÜK

SC : Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
SC-ARŞ : Araştırma Müdürlüğü
SC-BBM : Belge ve Bilgi Merkezi Müdürlüğü
SC-EM : Eğitim Müşavirliği
SC-IM : İnşaat Müdürlüğü
SC-MM : Malzeme Müdürlüğü
SC-MİM : Maden İşletmeleri Müdürlüğü
SC-PM : Pazarlama Müdürlüğü
SC-PS : Paşabahçe Perakende Satışlar Ltd. Şti.
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
CY : Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
FD : Ferro Döküm San. ve Tic. A.Ş.
IP : İstanbul Porselen Sanayii A.Ş.
KC : Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
MK : Makina ve Kalıp Fabrikası
PB : Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
SP : Sinop Cam Sanayii A.Ş.
TC : Teknik Cam Sanayii A.Ş.
TK : Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
TR : Trakya Cam Sanayii A.Ş.

YAZAR DİZİNİ