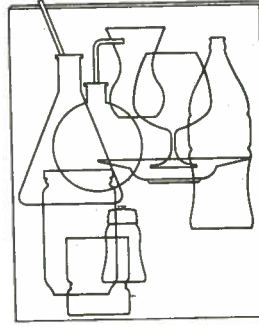


1



◆ CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

19 ARALIK 1985 CAMHAN

(HİZMETE ÖZEL)

☐ TÜRKİYE ŞİŞE ve CAM FABRİKALARI A.Ş.
TEKNİK GRUP

Yayıma hazırlayan : Gülser AVŞARCAİN
Yazı : Sevinç AKIN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ

GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Rejeneratörlerde Karşılaşılan Sorunlar E. Ergün-Ş. Asilkazancı	1
Cam Sanayiinde İletişim Sorunları ve Bazı Çözüm Önerileri M. U. Özsoy	14
Rejeneratör Veriminin Seçiminde Teorik Üst Limitin Belirlenmesi A. Didin	19
Şişe Kalıplarında Döküm Yapısının Önemi Dr. M. Başaran-M. Güney	27
U Alevli Fırınlarda Üretimde Görülen Afinyasyon Habbesinin Azaltılması Ü. Özer	54
İzabe Fırınlarda Doğal Gaz Kullanılması A. T. Öner-İ. Peker	64
Cam Ergitme Fırınlarda Kampanya Sonu Throat Delinmeleri ve Tamiri Y. Kuzudişli	91



Tank Fırınlarında Yarı Sıcak Tamir H. Sütüpnar-S. Girişmen	98
Cam Kırığının Serbest Metallerden Arındırılması ve Cam Kırığı Besleme A. S. Özduymuş-C. Karabıyık	107
Atık Isı Kazanlarında Üretim Süresinin Artırılması S. Demirkıran	116
Düz Cam Plakalarda Meydana Gelen İmalat Sonrası Yüzey Hataları Ç. Aktürk-H. Gül	123
Mikrobilgisayarlarla Proses Kontrolü U. Şener-D. Erel	137
Perlitin İzolasyon Malzemesi Olarak Cam Sanayiinde Kullanılması S. Altın	152
EKLER	
Sempozyum Programı	I
Sempozyuma Katılanların Listesi	IV
Yazar Dizini	VIII



ÖNSÖZ

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. olarak bugün ulaştığımız üretim hacmi ve teknolojik düzeyde, ülke ekonomisine önemli katkı sağlamanın yanı sıra dünya cam şirketleri arasında da etkinlik ve saygınlık kazanmış olmamız şüphesiz ki 50 yıllık tecrübe birikimimizin sonucudur.

Üretim Şirketlerimizde, soda-kireç camından E-camına kadar tüm cam türlerinde yoğunlaşmış olan bu değerli tecrübelerin en iyi şekilde paylaşılmasının daha da ileri noktalara hızla ulaşmamızda büyük etken olacağı inancından hareketle, 19 Aralık 1985'de oluşturulan "I. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU"nda görüşülen konuların kalıcılığını sağlamak üzere, bildiri-ler kitap halinde derlenerek Topluluğumuz hizmetine sunulmaktadır.

Şişe-Cam Topluluğunda gelenekselleşmesini istediğimiz böyle bir sempozyumun ilk adımının kuruluşumuzun 50. yılında atılmasında ve bizden sonraki nesillere aktarabileceğimiz, gelişmemizin göstergesi olacak bu kitabın basılmasında bizlere destek olan, bizleri güçlendiren başta Genel Müdürümüz Talât Orhon olmak üzere, tüm emeği geçenlere şükranlarımızı sunarken, gerçek ilerlemenin; işletme uygulama ve deneyimleri ile teknik ve bilimsel yaklaşımların birleştirilerek hep birlikte paylaşılmasıyla mümkün olacağına ilişkin inancımızı bir kez daha vurgulamak isteriz.

TEKNİK GRUP



GENEL MÜDÜR
TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Değerli Arkadaşlar,

1985 itibariyle yarım yüzyıllık bir kuruluş durumuna gelmiş bulunuyoruz. Bu yıl çeşitli törenlerle 50 yılda elde ettiğimiz başarıyı birlikte kutlama imkânı bulmuş olduk. Bu başarı kolay elde edilmemiştir. Ülkemizde 50 yılını doldurmuş çok az sanayi kuruluşu var. Sanıyorum, bizim kendi sektörümüzde ulaştığımız boyut ve dünya klasmanındaki yere yaklaşan başka bir kuruluş yok. Bu itibarla 50. yılımız gerçekten kutlamaya değer bir yıl olmuştur. Sizlerin şahsında tüm Topluluğun 50. yılını yeniden kutlarım.

50 yıllık dönemde birçok şey öğrendik. Kuruluş dönemlerimizde ülkemizde henüz işletmeciliğin ne olduğu, nasıl yapılması gerektiği konusunda bile tam anlamıyla bir birikim yoktu. Yıllar ilerledikçe kuruluşumuz bu imkânlara sahip oldu, bu bilgiyi elde etti. Üretici, pazarlamacı ve teknik arkadaşlarımızın işbirliği ve koordineli çalışmaları ile söz konusu başarı düzeyine erişilmiş bulunmaktadır.

Bugün yepyeni bir olaya şahit oluyorum; "Cam Problemleri Sempozyumu". Değerli arkadaşım Alev Yaraman'ın bir önerisi ile dünya cam kuruluşlarının her yıl biraraya gelerek tekrarladıkları bu sempozyumu, ülkemiz cam sanayiini oluşturan kuruluşlarımız da artık gerçekleştirmeye başlamış oluyor. Hedefinizin modern işletmecilikteki gelişmeleri bünyenize almak üzere ne büyük gayret içinde olduğunuzu biliyorum. Bu konuda da dünyadaki uygulamalara paralel olarak el ele vermiş olmanızdan duyduğum memnuniyeti ifade etmek isterim.

Bugün modern sevk ve idarenin kuralları içinde çalışmalarımıza devam ediyoruz. Bunları tam anlamıyla uygulayabildiğimiz iddiasında değilim. Ama sanıyorum 1982'den bu yana özellikle bu konuda oldukça büyük bir mesafe almış bulunuyoruz.

Teknik Gruplarımızda mevcut olan bilgi birikimini bütün arkadaşlarımıza açık tutmanın, bu tür sempozyumlarla problemler üzerinde tartışma ve özellikle bilgi ve deneyim iletişimi ortamı yaratmanın kuruluşlarımıza çok büyük yararlar sağlayacağına inanıyorum. Bu bakımdan bu toplantıların periyodik olarak tekrarlanması en büyük temennimdir.

Hepinize teşekkür eder, başarılar dilerim.

REJENERATÖRLERDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Erol ERGÜN - Şevket ASILKAZANCI

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

GENEL

Rejeneratörler, yanma ürünlerinin enerjisinden faydalanılarak bu enerjinin yakma havası ile fırına geri kazandırılmasını sağlayan değişken sıcaklık, birçok fiziksel ve kimyasal olayların etkisi altında bulunan cam izabe fırınlarının en önemli bölümlerinden biridir. Rejeneratörler kampanya süresini engelleyici bir unsur olarak, cam üreticilerini en çok uğraştıran konu haline gelmiştir. Son yıllarda birçok malzemeler geliştirilmiş ve uygulama safhasına konulmuştur. Geliştirilen çeşitli malzemeler önce küçük fırınlarda denenmiş, olumlu sonuç alınanlar daha büyük fırınlarda kullanılmaya başlanmıştır. Rejeneratör ömürleri her ne kadar dizayn ve seçilen malzeme cinsi ile yakından ilgili ise de, kampanya sırasında işletme koşullarının da önemi büyüktür. Günümüzde artan fırın ömürlerine paralel olarak rejeneratörlerde kullanılan malzemeler fırın tipine, yakıt cinsine, kalite seviyesine göre tayin edilip en ekonomik çözüm yolu bulunmalıdır.

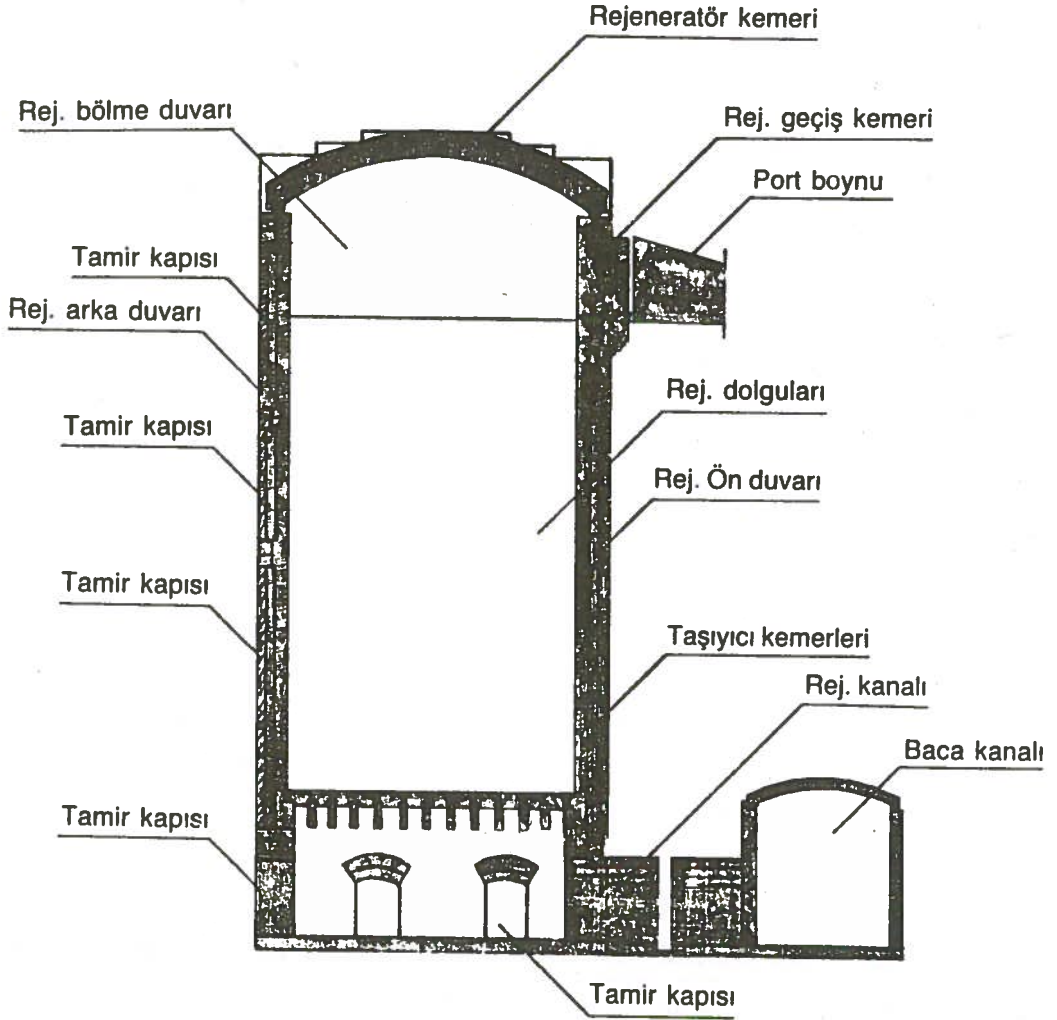
Şekil 1'de konuşmaya esas teşkil edecek olan en çok kullanılan, bir Dik Rejeneratörün enine kesitinden bölümleri görülmektedir.

Rejeneratörlerin, kullanılacak çeşitli malzemelerin tayini açısından üç bölgede incelenmesi uygun olur:

Sıcaklık Bölgeleri

Şekil 2'de bir rejeneratörde malzeme seçimine esas olan bölgeler görülmektedir:

Yüksek Sıcaklık Bölgesi, 1000°C üstündeki bölgedir.



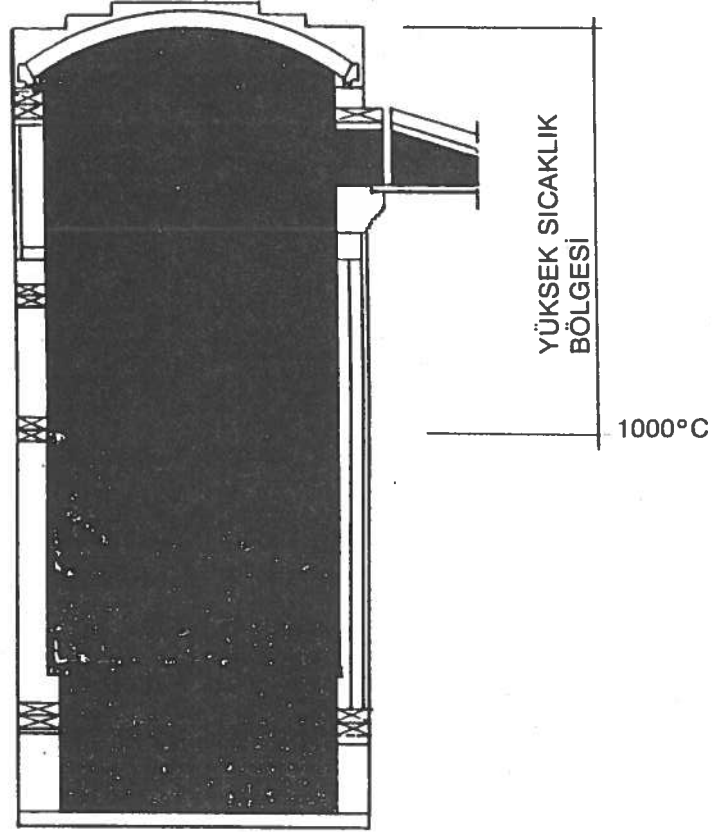
Şekil 1.

Orta Sıcaklık Bölgesi, $1000-700^{\circ}\text{C}$ arası (daha ziyade kimyasal reaksiyonların yoğunluk kazandığı bölgedir.

700°C altındaki bölge ise Düşük Sıcaklık Bölgesi olarak tarif edilmektedir.

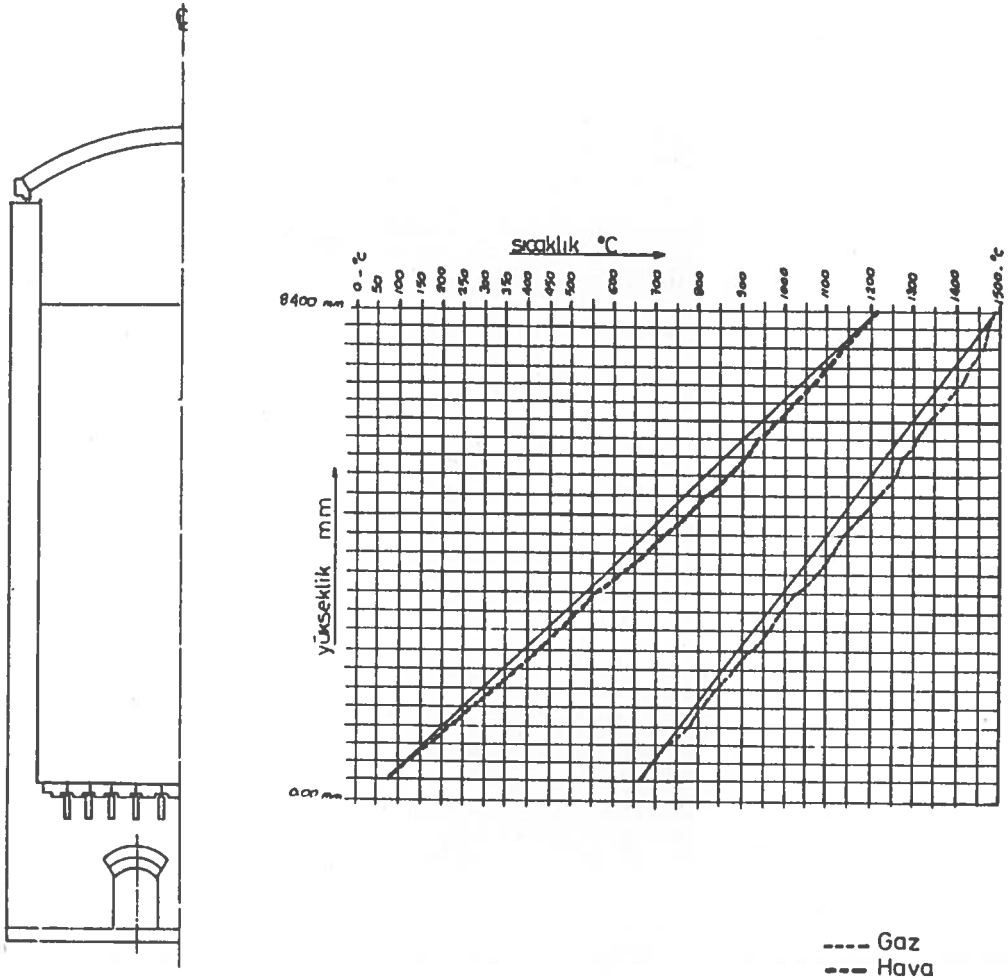
Şekil 3'de bir rejeneratörün gaz ve hava sıcaklık eğrileri görülmektedir.

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'ye ait 4. rejeneratörü; (-----) ile gösterilen gaz, (- - - - -) ile gösterilen ise hava eğrisidir.



Şekil 2.

1500°C'de dolgulara gelen gaz sıcaklığı enerjisini bırakarak 650°C civarında dolguları terketmektedir. Müteakip enversiyonda 85°C'de giren hava ısınarak 1200°C'de yakma havası olarak fırına iştirak etmektedir. Şekilden de görüleceği üzere şekiller yaklaşık olarak paraboliktir. Fakat dolgu üst ve alt sıcaklığı bilindiği takdirde 2 nokta arası birleştirildiğinde pratikte kullanılabilen basit eğriler haline dönüştürülebilir ve dolgu ara sıcaklıkları bu basit eğri vasıtasıyla bulunabilir. Gerek dizayn bakımından, gerekse işletmede dolgu sıcaklıklarının takibi bakımından pratik bir eğri, kullanılır bir eğri olabilir.



Şekil 3.

Rejeneratörlerde Meydana Gelen Kimyasal Olaylar

Soda-kireç camı üreten fırınların atmosferinde SO_3 ve alkali sülfatlar bulunur. Rejeneratör malzemelerini tahrip ederek ömrü tayin eden en önemli olay SO_3 ve alkali sülfatların korozyonudur. Fırın atmosferinde bulunan SO_3 ve Na_2SO_4 baca gazlarının etkisiyle sürüklenerek rejeneratörlere intikal ederler. Fuel-oil kullanıldığı takdirde, içinde bulunan V_2O_5 'in katalitik etkisiyle $SO_2 + 1/2 O_2 \rightarrow SO_3$ haline dönüşüm hızlanır. Bazik tuğlalardaki bağlayıcı elemanlarla, atmosferdeki V_2O_5 , SO_3 ve Na_2SO_4 400-600°C arası reaksiyona girerler. Bu reaksiyonlar 800-900°C arası en hızlıdır. Ayrıca, V_2O_5

bazik tuğlalardaki MgO ile düşük sıcaklıkta eriyen ötektik bileşimler oluştu-
rur. Bazik malzemelerin yapısında meydana gelen bu değişiklikler refrakter-
lik özelliklerini ortadan kaldırarak, tuğlanın tahrip olmasına neden olurlar.

Birçok reaksiyonların herbiri ayrı araştırma konusudur. Trakya Cam Sanayii
A.Ş.'de geçen sene ve bu sene dolgulardan alınan malzemeler etüt edilmiş,
fevkalade değerli raporlar haline dönüştürülerek adeta müracaat edilecek
bir eser haline getirilmiştir. Bu konuda daha fazla bilgi edinmek isteyenle-
rin Araştırma Merkezimizin bu raporlarına müracaat etmeleri faydalı olur.

Bu konu Araştırma Müdürlüğü'nün Haziran 1984 tarih, 148 no'lu raporu ile
Aralık 1985 tarih, 851125-TCS-13 no'lu raporlarında detaylı olarak incelen-
miştir. Bahsedilen reaksiyonların dışında sülfatların kondansasyonu da dolgu-
ları tıkar. Tıkanan dolguların üstündeki sülfat tabakası, enversiyona bağlı
olarak rejeneratör gaza çalışırken erir, havaya çalışırken katılır. Tekerrür
eden bu olaylar zamanla temas halinde bulunduğu refrakter yapıyı tahrip
eder. Soda-kireç camı üreten fırınlarda sülfat kondansasyonu kaçınılmaz bir
olaydır. Asgari hadde indirilmesi, işletme koşullarına bağlıdır.

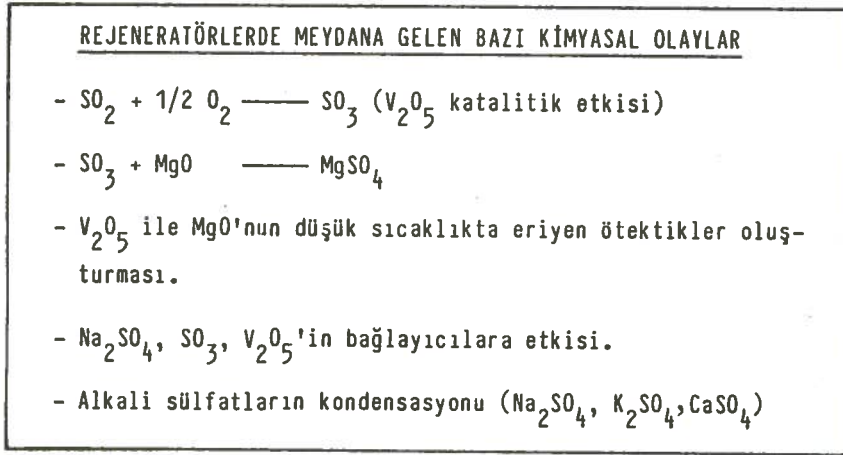
Doğal gaz kullanılması halinde, S ve V_2O_5 bulunmayacağından, refrakter ya-
pının tahribatı açısından önemli bir avantaj sağlanmış olur.

Rejeneratör Ömrüne Tesir Eden Faktörler (Şekil 4)

1. SO_3 , alkali sülfatlar ve diğer kimyasal reaksiyonlar.
2. Yakıtın cinsi.
3. Uygun dizayn ve bölgelere uygun malzeme seçimi. (Çok önemlidir. Bölge-
lerin karakterine uygun sıcaklığa ve kimyasal reaksiyonlarına uygun mal-
zeme seçilmelidir).
4. Uygun port dizaynı. (Baca gazlarıyla birlikte sürüklenen tozların geçişine
engel olacak şekilde bir port dizaynı yapılmalıdır).
5. Bazik malzemelerin kullanmadan önce ıslanması. (Bazik malzemelerin en

önemli özelliklerinden biri de mutlaka kullanılmadan önce rutubetsiz bir ortamda muhafaza edilmesi gerektiğidir. Aksi takdirde 200°C civarında magnezyum hidroksit oluşturarak refrakterlik özelliği ortadan kalkar ve kullanılmadan ömrü bitmiş olur.)

5. Isıtma ve cam kırığı doldurulması. (Isıtma esnasında malzemeler üzerinde meydana gelen çatlaklar cam kırığının şarjı esnasında cam kırığı tozlarının dolgular içerisine dolması neticesi meydana gelen tahribatlar.)



Şekil 4.

7. Uygun tane büyüklüğünde hammadde. (Cam fırınlarında halen problem olan hammaddelerin tane büyüklüğü rejeneratör ömürleri üzerinde son derece etkili hususlardır.)
8. Harman rutubeti. (Rutubetsiz harman tozları yine gazlar vasıtasıyla sürüklenerek rejeneratör tahribatına sebebiyet verebilir.)
9. Harman şarjı. (Harman ne şekilde şarj edilecekse edilsin mutlaka ortada bulunmalıdır. Yana iki tarafa ayrılmış olan harman yanma gazlarının etkisiyle sürüklenen tozlarla rejeneratör tahrip olabilir.)
10. Kullanılan sülfat miktarı. (Son derece önemlidir. Reaksiyona iştirak eden-

cek şekilde fırın içinde sülfat kullanılmalıdır. Aksi takdirde yüksek sıcaklıkla rejeneratörlere intikal eder ve dolguların tıkanmasına sebep olabilir.)

11. Dolgu üst sıcaklığı. (Rejeneratöre seçilen malzemelerin sıcaklığına uygun olarak ve karakterine uygun olarak seçilmelidir.)
12. Sıcaklık profili. (Uygun bir sıcaklık profili seçilmeli. Başlangıçta yüksek bir sıcaklık seçildiği takdirde yine sülfatlar uygun miktarda kullanılacak olsalar dahi rejeneratörlere intikal ederler.)
13. Alev geometrisi. (Alev geometrisi tümünün özetini teşkil etmektedir. Alev geometrisi bozuk olan bir fırının rejeneratörü bozuktur. Bozulan rejeneratörden alev geometrisi elde etmek mümkün değildir.)
14. Atmosfer değişkenliği. (Bazik malzemeler üzerindeki demir değişkenliklerine sebebiyet vereceği için tahribata neden olabilir.)
15. Bakım ve temizlik. (Bütün şartlar yerine getirilse dahi bakım ve temizlik başta gelen en önemli hususlardan birisidir. Düzenli bir bakım, düzenli bir temizlik yapılmadığı takdirde rejeneratörün ömrünün uzaması mümkün değildir. Rejeneratörlerde temizlik mekanik ve ısıtma suretiyle yapılmaktadır.)

Rejeneratör Dolgularının Temizlenmesi

1. Mekanik Temizleme

a) Basıncı hava ile,

b) Fırçalama ve süngüleme sureti ile bütün fabrikalarımızda kullanılmaktadır (Şekil 5).

2. Isıtma Sureti ile Temizleme

Bu yöntemden amaç, kondanse olan sülfatın eritilerek dolguların açılmasıdır.

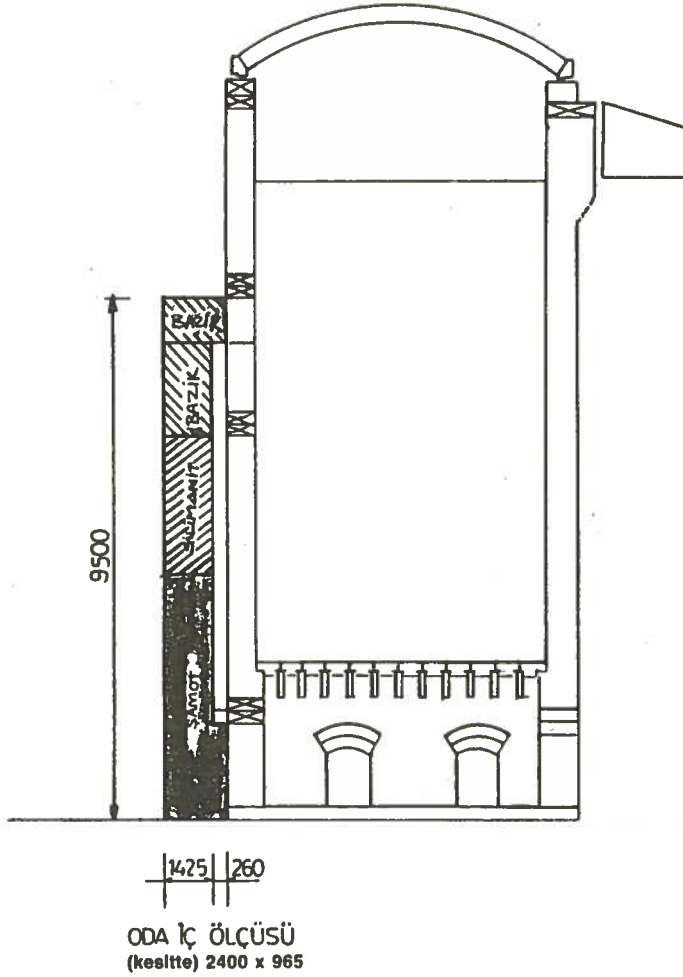
- a) Alev boyu uzatılarak rejeneratör sıcaklığı yükseltilebilir.
- b) Tek taraflı enversiyon süresi uzatılarak rejeneratör sıcaklığı yükseltilebilir.
- c) Taşıyıcı kemer üstünden bek yakma suretiyle dolgu sıcaklığının yükseltilip, sülfatların eritilmesi. Bu yöntem, Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de uygulanmıştır. Bek yakmadan ve yaktıktan sonra alınan numunelerin kimyevi terkiplerinde benzerlik görülmekle beraber dikkatli yapılması gereken bir olaydır. Bu metotda kullanılan dolgu malzemelerinin cinsi önem taşımaktadır (Şekil 6).
- d) Taşıyıcı kemerlerin altından sıcak hava ile ısıtmak suretiyle rejeneratör sıcaklığının yükseltilmesi.

Yüksek Al_2O_3 'li taşıyıcı kemer malzemesi gerektirmektedir. Bu sebepten uygulamanın Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de ikinci kampanyada yapılması düşünülmektedir.

Yukarıda bahsedilen yöntemlerle dolgu delikleri açılmıyorsa, dolguların değiştirilmesi veya by-pass yapılması zorunlu hale gelir (Şekil 7).

Rejeneratörlerden azami verimin alınabilmesi, yakıt sarfiyatının yükselmesini önlemek, kampanya süresini uzatmak için başlangıçtan itibaren dolgu temizliklerine önem verilmesi şarttır.

Rejeneratörler fırının en kritik organlarından biridir. Dolayısıyla kampanya süresinde çok düzenli şekilde bakımının yapılması gerektirir. Bakılmadığı takdirde çok önemli ve ciddi sorunlar doğurabilir. İstenildiği kadar kaliteli malzeme kullanılmalı, bu çok önemli bir husustur. Sanıyorum yüksek alüminalı ve şamot malzeme kullanılan rejeneratörlerde alttan ısıtma suretiyle ve uygun bir ısıtma tarzı ile rejeneratör duvarlarına ve dolgulara yapışmış olan sülfatlar süratle eritilebilir.



Şekil 7.

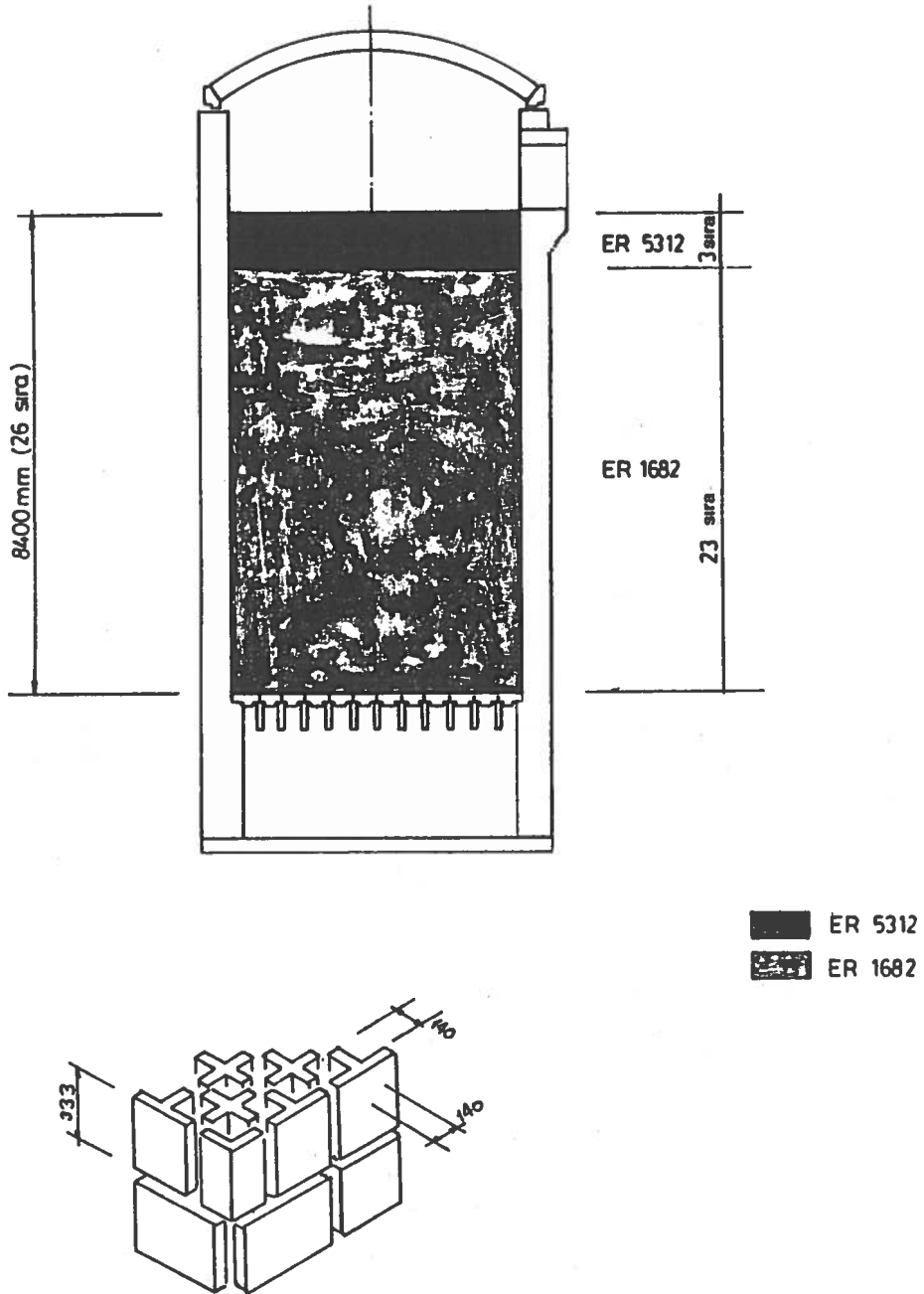
Bu arada 2. kampanya için beklentilerimizden de bir nebze bahsetmek istiyorum.

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de İkinci Kampanya Dolgu Uygulaması

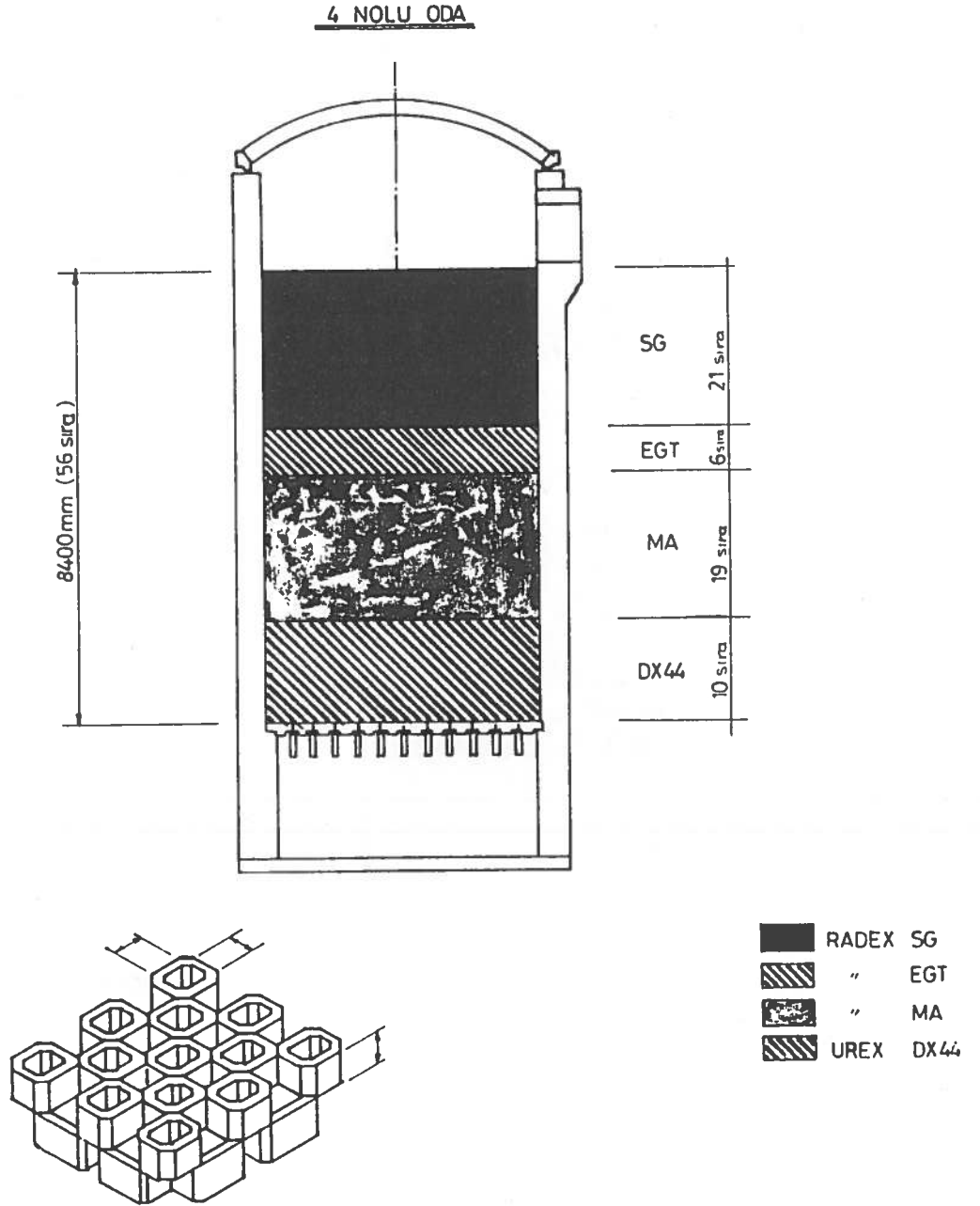
2. kampanyada, 1., 2. ve 3. rejeneratörlerde Cruciform denilen bir dolgu türü kullanacağız. Bu küçük fırınlarda başarılı şekilde uygulanmış, büyük fı-

rınılarda da 3-5 seneden bu yana uygulama devam etmektedir (Şekil 8).

1.2.3 NOLU ODALAR



Şekil 8.



Şekil 9.

Bundan maksat sülfat kondansasyon bölgesindeki ve SO_3 tahrifatı bu tür malzemelerle asgari hadde indirilmektedir. Üst sırada gördüğümüz; taşınan tozlara ve yüksek sıcaklığa dayanıklı özel, yüksek alüminalı bir malzeme, onun altındaki de AZS bir malzemedir. Dolguların şekli görüldüğü gibi haç şeklindedir.

2. bir uygulama 4, 5 ve 6. rejeneratörlerde Türkiye'de ilk defa uygulanacak baca tipi (Chimney) bloklardan müteşekkil Şekil 9'da görüldüğü gibi yüksek suhnet bölgesi 2 tür bazik malzemeyle geçilmiş, orta suhnet bölgesi kimyevi reaksiyonların en yoğun olduğu bölge, MA denilen ve Radex firmasının geliştirdiği ve endüstriyel çapta uygulama safhası olan yüksek miktarda alümina ve MgO ihtiva eden bir malzemeyle geçilmiştir. Düşük suhnet bölgesi ise % 40-42 civarında alümina ihtiva eder. Şamot malzeme ile geçilmiştir.

Bu projeden sonra rejeneratörlerden ve işletmeden genel beklentilerimiz de şöyledir:

1. Yüksek miktarda çekiş ve verim.
2. Kalite seviyesinin yükseltilmesi.
3. Yakıt tasarrufu.
4. Uzun ömür.

CAM SANAYİNDE İLETİŞİM SORUNLARI VE BAZI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

M. Uran ÖZSOY

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

İletişimin teknolojinin gelişmesinde ve insanın içinde yaşadığı çok boyutlu dünyada çok önemli bir işlevi vardır. İletişim türlü araçların kullanımı ile sözlü ve yazılı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışmada "Cam Sanayiinde" karşılaşılan bazı iletişim sorunları ve kaynakları ortaya konmuş ve bu sorunları giderici çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

GİRİŞ

"Bir olayı, bir düşünceyi bir yere iletme" olarak tanımlanan (1) iletişim, teknolojinin gerek uygulanması, gerekse gelişmesinde çok önemli bir işleve sahiptir. Bu çalışma iletişimin işlevi, cam sanayiinde iletişimde karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara ilişkin bazı çözüm önerileri sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

İnsanoğlu yeryüzünde var olduğu tarihten bu yana savaşımını doğaya karşı vermiştir. Bu savaşımında kullandığı yöntemleri yazılı olarak kaydettiği zaman "teknoloji", kaydetmeyip el melekesi halinde devam ettirmeye çalıştığı durumlarda da "teknik" sahibi olmuştur. Yazı insanın bildiklerini ve gördüklerini olayların olduğu zamandan ileriye, hatta insanın kendi ömrünün ötesine taşıyabileceği için çok önemli bir iletişim aracıdır; düşünce üretebilmenin dışında teknolojilerin gelişmesinin günümüze kadar bulunabilmiş tek yoludur.

Bugün içinde yaşadığımız dünyada işbölümü önemli boyutlara ulaşmıştır:

yalnızca işler sektörlere ayrılmış değil, aynı zamanda bir sektör kendi içinde birçok ihtisas alanına bölünmüştür. Bu durumda da özellikle dünyadaki ticari rekabet ve dolayısıyla kaynakları daha etkin kullanma zorunluluğu iletişimin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

İşbölümünün doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan cam sanayiinde, hergün irili ufaklı yüzlerce sorun yaşanmaktadır. Bu sorunlar camın üretiminden satışına ve satış sonrası müşteriyle ilişkilere varan bir süreç içinde ele alınacaktır.

SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Sorun 1: Bir fabrikaya özellikle kullanmaya hazır halde üçüncü şahıslardan gelen hammaddelerin analizlerinin olmaması (ister verilememesi veya vermekten kaçınılması) satıcının teknik eksiklikleri yanı sıra iletişim noksanlığından ortaya çıkmaktadır.

Sonuç: Zaman kaybıdır, stok giderlerinin artmasıdır, çaresiz kalındığı hallerde analizsiz fırına hammaddenin verilmesidir.

Öneri 1: Özellikle üçüncü şahıslardan alınan hammaddeler için satıcıların ya analizlerini kendi yapar ve alıcıya bildirir hale getirilmesi için yardım ve destek verilmeli veya partilerin temsili örneklerinin partilerin fabrikaya varışından önce analizlerinin alıcı tarafından yapılmasını sağlayıcı tedbirler alınmalıdır.

Sorun 2: Fırınlarda (fırın içinde ve çevresinde) olan olayların değişik yerlerde yapılan ölçümlerin (birçok fabrikamızda) aynı zaman dilimi içinde, kısa sürede yorumlanmasına imkân vermemektedir. Prosesi gözaltında bulundurmak için günümüzün iletişim teknolojisinin sağladığı imkânların çok azını kullanıyoruz.

Öneri 2: Proseste, özellikle fırlarlarda, TV kamera ve ekranları kullanmak,

ölçülen değerleri aynı yere toplayabilmek mümkündür. Böylece birçok olay bir arada görülebilir, izlenebilir, doğru ve çabuk karar verilebilir.

Sorun 3: Camın şekillendirilmesi ve soğutulması safhasında tutulan raporlar kullanım açısından kullanışsız. Birçok haneleri boş bırakılır, yazı yazılması gereken birçok hanelere yazı sığmaz.

Öneri 3: Yazı iletişimin temel ögesidir. Raporları dolduranlar form dizaynına yetkili kişiler değildir. Raporları hergün okuyanlar da belli bir alışkanlık (veya işletme körlüğü) içerisindedir. Dolayısıyla rapor dizaynına gereken önem verilmeli ve bütün matbu raporlar en fazla 12 aylık aralıklarla gözden geçirilmeli ve irdelenmelidir.

Sorun 4: İşletme içinde yasal zorunluluk olarak duvara asılan talimatlar hem çok ayrıntılı hem de asıldığı yükseklikten okunması (çoğu zaman) imkânsıza yakındır.

Öneri 4: Bu talimatları sadece bir yasal zorunluluk addetmeyip, aynı zamanda kullanmaya yardımcı olacağını bilincinde olarak, okunabilir büyüklükte hazırlamalıdır. Hazırlama safhasında da gerekli zaman harcanarak gerçekten makina ve teçhizatın çalıştırılmasını sağlayacak bilgileri kapsayan fakat gereksiz ayrıntıya girmeyen bir şekle kavuşturmalıdır. Böylelikle yasal zorunluluğun yanı sıra, eğitim için/denetim için/acil bir durum için yapılması gereken konuları açıklıkla ileten bir tabela niteliğine kavuşacaktır.

Sorun 5: Gündelik yapılan işlerde (özellikle bakım, ayar gibi) etkin ve kullanışlı bir sıralı kontrol listesinin (check-list) bulunmayışı, bulunsa da kullanılmaması, çok sık rastlanan bir sorundur.

Öneri 5: İnsanoğlunun uzaya/aya gitmesini hazırlayan nedenlerden biri de etkin bir "check-list" uygulamasıdır. Hiçbir işlemi ilgililerin hafızasına bırakmayan, herhangi bir açık nokta kalmamasını sağlayan "check-list"ler gerek teknolojinin gözden geçirilip gelişmesine imkân vermekte, gerekse ya-

pılan işin istenen sırada yapılmasını ve yapılıp yapılmadığının denetimine yardımcı olmaktadır.

Sorun 6: Büro dizaynında iş akışını ve iletişimi etkinleştirici tedbirler çoğu zaman gözden kaçmaktadır.

Çözüm 6: Özellikle işletme içi büroların konumu ve büroların iç yerleşimi iletişim üzerinde çok büyük bir etkindir. İşletmelerimizin çoğunda kontrol odası/mühendis-teknisyen odası/laboratuvar/işletme toplantı odası konumları gözden geçirildiğinde görülecektir ki, etkin bir iletişime engel olan ve çoğu zaman tarihsel nedenlere dayanan bu konumların gözden geçirilmesi ve hat-ta değiştirilmesi büyük bir kazanç sağlayacaktır.

Sorun 7: Bir günde yapılan toplantıların sayısı az, ancak süresi çok uzun olmaktadır.

Çözüm 7: İletişimin bir diğer önemli ögesi insanların konuşabilmesidir. Bir toplantı yapılmadan önce toplantının konusu ve amacı açıkça belirlenmelidir. **Haberleşme için mi? Karar için mi? Hem haberleşme, hem karar için mi?** Şayet bu açık değilse katılanların hazırlıksız gelmeleri kaçınılmaz olmaktadır. Hazırlıklı gelindiğinde ise katılan çoğu kişi katkıda bulunabilmekte ve toplantı süresi kısalmaktadır. Diğer bir deyimle iletişim etkinleşmektedir.

Sorun 8: Toplantılarda yeterince karatahta/projeksiyon perdesi gibi katılan herkesin görebileceği ve sunulmak istenen konuyu algılamasına yardımcı olacak imkânlardan yararlanılmamakta, şayet bir tabloda rakam okunuyor veya yorum yapılıyorsa ilgililerin önünde bu tablonun bir sureti dahi çoğu zaman bulunmamaktadır.

Çözüm 8: Toplantıların iletişime katkıda bulunabilmesi için toplantıların yapıldığı odalarda karatahta, tepegöz projektör/perde gibi cihazların her an kullanılabilir halde hazır bulundurulması, toplantılardan önce son bir kontrolünün

yapılması, tablo-grafik gibi toplantıya katılan herkesi ilgilendiren belgelerin çoğaltılarak katılanlara dağıtılması zaman tasarrufu sağlayacak ve iletişimi etkinleştirecektir. Unutulmamalıdır ki, gerekli bilgilerin aktarılması için kâğıda yapılacak masraf, yakın mekânda bulunan kişilerin iletişimde en pahalı yöntem olan toplantıyı kısaltmak ve etkinleştirmek suretiyle ucuzlatacaktır.

SONUÇ

İletişimin insanlığın gelişmesindeki önemi vurgulanarak, cam sanayiinde sık sık karşılaşılan bilgi vermeme/verememe; ölçü, kontrol, gözleme araçlarının yeterli kullanılmaması; rapor formu dizaynındaki aksaklıklar; asılı talimatların okunabilirliği/uygulanabilirliği; sıralı kontrol listesi (check-list) uygulaması olmaması; büro dizaynı ve konumundan doğan sorunlar; toplantı etkinliklerinin olmaması veya kullanılmaması gibi iletişim sorunları belirlenmiş, bunlara ilişkin çözüm önerileri sunulmuştur. Çözüm önerilerinin hepsinin iletişimi etkinleştirici işletme dolaylı giderlerini azaltıcı yönde olmasına özen gösterilmiş, bazı hallerde cüzi harcamaları gerektirecek ancak yine de maliyet düşürücü ve teknik/teknoloji geliştirici çözümler önerilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Türk Dil Kurumu, Türkçe Sözlük, 6. Baskı, Ankara (1982)
2. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., Behrens III, W.W., The Limits to Growth, Signet Books, N.Y. (1972), S. 24

REJENERATÖR VERİMİNİN SEÇİMİNDE TEORİK ÜST LİMİTİN BELİRLENMESİ

Atilla DİDİN

Teknik Cam Sanayii A.Ş.

Rejeneratörler bir cam fırınının en önemli parçalarından biridir ve en büyük enerji tasarrufunu sağlayan yapılardır. Cam eritme fırınlarında rejeneratörler olmasaydı herhalde yakıt sarfiyatları en az % 50-60 kadar daha fazla olurdu. 20 küsur yıl önce başlayan ve bizim gibi hâlâ gelişmekte olan ülkelerde, hâlâ atlatılmayan petrol şoku özellikle enerji konularına olan ilgiyi daha büyük bir yoğunluğa ulaştırmış ve enerji tasarrufu konularında neler yapılabilirin sürekli arayışı içinde olunmuştur. Camiamızda da özellikle 80'li yıllarda başlayan ve büyük bir yoğunlukla devam eden enerji tasarrufu çalışmalarının bugün eriştiği aşama da hepimizin malumlarıdır.

Rejeneratörlerin yakıt sarfiyatını azaltmaktaki rolünü nereye kadar zorlayabiliriz? Ben bugünkü konuşmamda bu soruya bir nebze cevap aramaya çalışacağım.

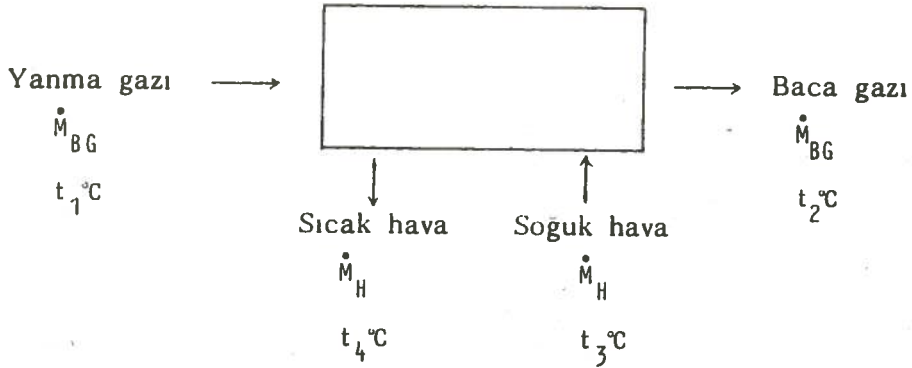
Rejeneratörler, bilindiği gibi son derece karmaşık yapılardır ve buralarda olan ısı transferi, kimyasal reaksiyonlar böyle bir konuşmanın boyutlarını aşan mevzulardır. Dolayısıyla rejeneratörlerin limitasyonlarını belirlemek için bizim de belki limit bazı durumları alıp, bir analiz yöntemi olarak benimsememizde fayda olabilir. Bu amaçla rejeneratörlerle basit bir ısı eşanjörü arasında acaba bir paralellik kurulabilir mi? Gayet tabii pratik olarak bunu kurmak mümkün olmayabilir. Ama zihnimizde yaratacağımız modelde böyle bir yaklaşım mümkün olabilir sanıyorum.

Bu analizde bir rejeneratör şeması var. Tabii alışlagelmiş bir rejeneratör şeması değil bu, herşeyden önce yatay bir rejeneratör tipi görülüyor. Aslında

bu bir rejeneratör değil sadece bir ısı eşanjörü. Analizimizi yapmak için bazı varsayımlara dayanıyoruz:

- . Isı kaybı önemsiz
- . Rejeneratöre kaçak herhangi bir hava yok
- . Havanın özgül ısıyla yanma gazlarının özgül ısılarının birbirine eşit olduğu ve sıcaklıkla değişmelerinin de önemsiz olduğunu varsayabiliriz.

$$c_{p(\text{Hava})} \cong c_{p(\text{Yanma gazı})} \cong \text{Sabit}$$



Baca gazı miktarı: \dot{M}

Rejeneratöre giriş sıcaklığı: t_1 'den t_2 sıcaklığına kadar soğuyor. Buna mukabil, soğuk hava t_3 (çevre sıcaklığı) sıcaklığında giriyor ve t_4 sıcaklığında rejeneratörümüzü terk ediyor.

Şimdi acaba bu rejeneratörün ya da ısı eşanjörünün (belki rejeneratör bile demek doğru değil) randımanı nedir? Bunu hemen ısı kazanım randımanı olarak tarif etme eğilimi gösteririz. Genellikle eğilimimiz budur. Bunda da haklıyız tabii, çünkü rejeneratörden bize ısı tasarrufu, enerji tasarrufu sağlamasını bekliyoruz. Dolayısıyla,

- . Isı değişim randımanı, aktarılan ısının mevcut toplam ısıya oranı olarak

tarif edilebilir.

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{\text{Aktarılan ısı}}{\text{Mevcut toplam ısı}} \\ &= \frac{\dot{M}_{BG} C_P (t_1 - t_2)}{\dot{M}_{BG} C_P (t_1 - t_3)} \\ &= \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3}\end{aligned}$$

Isı kayıplarını önemsiz kabul ettiğimize göre aktarılan ısı, baca gazındaki soğumaya tekabül edecektir.

Baca gazının soğuyabileceği sıcaklık teorik olarak çevre sıcaklığıdır. Yeteri kadar büyük bir rejeneratör yapılabilseydi baca gazını çevre sıcaklığına kadar soğutabilirdik. Demek ki, mevcut ısı da bu. Baca gazı miktarı her iki tarafta görüldüğü için tabii birbirini götürüyor. C_P 'ler götürüyor ve sonuç olarak

$$\frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3}$$

gibi bir ifade elde ediyoruz.

Örnek vermek gerekirse, baca gazının rejeneratöre 1500°C 'de girdiğini kabul etsek, çevre sıcaklığını 25°C , rejeneratörü baca gazının terk ettiği sıcaklığı da 600°C alsak, bu eşitliğe koyduğumuz takdirde, randımanımızı 0.61 yahut da % 61 gibi bulabiliriz.

$$\begin{aligned}t_1 &= 1500^{\circ}\text{C} \\ t_2 &= 600^{\circ}\text{C} \\ t_3 &= 25^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$$\eta = \frac{1500 - 600}{1500 - 25} = 0.61$$

Literatürden hep hatırlarız. Rejeneratör randımanları genelde % 55-60 olur. % 65 çok iyi bir randımandır diye düşünürüz. Ama neden % 65 olur. Acaba daha fazla artırma imkânımız, daha fazla zorlama imkânımız olabilir mi?

İlk bakışta olabilir gibi görünüyor. Ancak, burada bir yanılgıya düşmemek için biraz prosesin kendisine, olayın stokiyometrisine, yani kimyasal reaksiyonlarda kütle dengelerine daha yakından bakmakta (tabii bu yakından bakma derken çok derine olmayacaktır) fayda var.

Randıman daha da artar mı? sorusuyla şu anda karşı karşıyayız. Bunun için acaba hava miktarı ile meydana gelen yanma gazı miktarları arasındaki oran nasıldır?

Şimdi bu eşanjörümüzün ya da ısı değiştiricimizin (rejeneratör demiyorum) randımanını belirleyen faktör aslında baca gazının miktarı ya da baca gazının sahip olduğu enerji değildir. Tam tersine, limitleyen unsur yakma havası miktarıdır. Yani rejeneratörde ön ısıtmaya tabi tuttuğumuz havanın miktarıdır.

Kötü işletilen bir rejeneratörümüz olsun ve bu oran yani havanın yanma gazı oranı 0.55 olsun.

Şimdi her kg yanma gazı için havaya aktarılan ısı basit bir şekilde;

$$1 \times c_p \times (1500-600) = 900 c_p$$

$$\Delta t_{\text{HAVA}} = \frac{900 c_p}{0.55 c_p} = 1636 \text{ } ^\circ\text{C}$$

25°C çevre sıcaklığını da eklersek havanın rejeneratörü terk ettiği sıcaklığı 1661 gibi buluruz ki, burada açıkça termodinamiğin 2. kanununu ihlal ettiğimiz ortaya çıkar. Çünkü havayı gazın sahip olduğu sıcaklıktan daha yukarı bir sıcaklığa ısıtmış olduk. Malum olduğu üzere, bir akışkanın üzerinde dış

bir amil olmadan, ya da bir iş yapılmadan daha yüksek bir sıcaklığa ısı transfer etmek mümkün değildir. Onun için acaba bakış açımızı biraz değiştirelim mi? Biz enerji tasarrufu açısından konuya yaklaştık ve transfer edilebilecek ısı ya da yanma gazlarında mevcut olan ısının ne kadarını havaya aktarabildiğimizi gördük.

Şimdi bakış açımızı değiştirerek "pratikman transfer edebileceğimiz ısı miktarı nedir?" sorusunun cevabını arayalım.

Az önce de izahına çalıştığım gibi, hava miktarı limitleyici unsur olduğuna göre, o zaman transfer edilebilecek ısı nedir? Havayı yanma gazlarının rejeneratöre girdiği sıcaklığa kadar ancak ısıtabileceğimize göre bu şöyle basit bir formülle ifade edilebilir.

$$\dot{M}_H \cdot C_p (t_1 - t_3)$$

$(t_1 - t_3)$, zira hava t_1 'den daha yüksek sıcaklığa ısıtılamaz.

O takdirde randımanımız şimdi biraz daha değişik bir hal alıyor. Daha önce baca gazları miktarına dayandırmıştık. Oysa şimdi havanın miktarına dayanıyoruz.

$$\eta = \frac{\dot{M}_H C_p (t_4 - t_3)}{\dot{M}_H C_p (t_1 - t_3)} = \frac{t_4 - t_3}{t_1 - t_3}$$

Randıman Nasıl Artırılabilir?

Şimdi bunu gördükten sonra acaba neler yapabiliriz? Daha fazla enerji tasarrufu sağlamamız mümkün olabilir mi?

Fırında meydana gelen yanma ve kimyasal reaksiyon olaylarına daha yakından bakmaya çalışalım.

Randımanı artırırken daima gözönünde tutmamız gereken faktör hava mikta-

rının yanma gazı miktarına oranının daima <1 olduğudur. Yani,

$$\frac{\dot{M}_H}{\dot{M}_{YG}} < 1$$

\dot{M}_{YG} = Yakma havası

+ Yakıt (kütle olarak)

+ Harman rutubeti

+ Harman dekompozisyon ürünleri

+ Primer hava (atom havası, ön ısıtmaya tabi olmadan soğuk olarak girer)

+ Sürüklenen hava (induced air, soğuk hava, ön ısıtmaya tabi olmadan girer)

+ Fırına giren diğer soğuk hava (fırın basıncına bağlı, bu da içeriye soğuk ve parazit hava olarak girer)

+ Bek soğutma havası (çalışmayan taraftaki beklerin soğutulması için bu da soğuk hava olarak giriyor)

Bu durumda daima

$$\frac{\dot{M}_H}{\dot{M}_{YG}} < 1 \text{ olduğu açıkça ortadadır.}$$

Şimdi burada kendimize bir hedef seçmemiz lâzım, neler yapılabileceğinin hedefi de burada açıkça ortaya çıkıyor.

Hedef: Bu oranı yükseltmeliyiz.

Bu oranı ne kadar yükseltirsek yanma gazlarının sahip olduğu enerjinin o kadar daha fazlasını kullanmış oluruz.

Neler Yapılabilir?

Yukarıdaki eşitliğe bakacak olursak, neler yapabileceğimiz kolaylıkla görülebilir. Zaten bilinen şeylerdir, ama bir kez daha belirtilmesinde yarar var. O halde,

1. Primer hava minimum olmalı. Yani öyle bekler geliştirmeliyiz ki, bunlar çok az primer hava kullansınlar. Tabii bu açıdan yaklaşıldığında,
 - . Mekanik pulverizasyon yapan beklerin enerji tasarrufu açısından en iyi bekler olduğu sonucuna kolaylıkla ulaşabiliyoruz (çünkü bunlarda primer hava hiç yoktur).
 - . Yakıt basıncı yüksek seçilmeli ve böylece primer hava sarfiyatı asgari-
de tutulmalıdır (kompresör enerjisinde de azalma olur).
2. Jet etkisi ile sürüklenen hava azaltılmalı.
 - . Minimum primer hava bunu sağlar.
 - . Bek taşları iyi durumda tutulmalı.
3. Fırın basıncı pozitif olmalı.
4. Harman rutubeti minimum olmalı.
5. Cam kırığı oranı maksimum olmalı (dekompozisyon+rutubeti azaltmak için). Böylece yanma gazı miktarı ile hava miktarının debilerini birbirine yaklaştırmış oluyoruz.
6. Bek soğutma havası minimum olmalı.
 - . Geri çekilebilen bekler, ya da
 - . Geri soğutmalı bekler, kullanılması akla gelebilecek çözümler olarak görünüyor.

Son olarak enerji tasarrufu açısından başka neler yapılabilire kısaca değinmekte yarar var.

Yaklaşım

- . Daima $\frac{\dot{M}_H}{\dot{M}_{YG}} < 1$ olduğu gözönünde bulundurulmalı.
- . Havanın başka bir kaynakla ön ısıtılması yarar sağlamayabilir, zira bu kez baca gazı sıcaklığı ve kaybı artar.
- . "Büyük rejeneratör" yerine "yeter büyüklükte rejeneratör" ilkesi ön planda tutulmalı.
- . Ek reküperasyon alternatifi çok dikkatle değerlendirilmeli (döner hava ısıtıcıları gibi).
- . Baca gazı ile atılan enerji, sistemin doğası gereğidir. Başka ihtiyaçların giderilmesinde kullanılması düşünülmelidir.
- . Atık ısı kazanı daima geçerli bir çözümdür.

Teknik açıdan mümkünse atık ısıdan harman ön ısıtmasında yararlanılması gerçek bir enerji tasarrufu sağlar.

ŞİŞE KALIPLARINDA DÖKÜM YAPISININ ÖNEMİ

Dr. Metin BAŞARAN - Mahmut GÜNEY

Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.

ÖZET

Bu çalışmada, Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.'de, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. için dökülen şişe kalıplarında işleme ve parlatma işlemleri sırasında görülen boşlukların nedenlerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin alınmasıyla ilgili yapılan araştırma çalışmaları rapor edilmiştir.

Yapılan incelemeler, söz konusu kusurların birçok nedenlerden kaynaklanabileceğini göstermiştir. Ferro Döküm'ün faaliyet alanı olarak üzerinde durduğu bileşim ve metallografik yapının sağlanması ile ilgili deneysel ve teorik çalışmalarda kusurların kaynağının yapıdaki A ve C tipi grafitlerin olduğunu göstermiştir.

J. Radley ve Metra dökümleriyle yapılan mukayeseler de bu sonucu teyid etmiştir. Söz konusu kusurları önlemenin en etkin yolu grafiti D-tipi şeklinde oluşturmaktadır. Bunun için katılaştırma sırasında altsoğutma artırılmalıdır. Altsoğutmayı etkileyen parametreler ise bileşimin karbon eşdeğeri, kükürt miktarı, manganez/kükürt oranı, aşılama, döküm sıcaklığı ve soğuma hızıdır. Bu parametrelerin kontroluyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda teori ve deney arasında tam bir uyum bulunmuştur.

GİRİŞ

Şişe kalıplarında işleme ve kullanılma sırasında gözenekli bir yüzey oluştuğu, bu durumun kalıp maliyetlerini artırdığı ve/veya şişe kalitesi ve üretim produktivitesini etkileyici bir unsur olduğu Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları topluluğunda bir çok kere dile getirildiği bilinmektedir. Şöyleki, bu gibi kusurların kalıbın işlenmesi sırasında ortaya çıkması kalıbı iskartaya çıkardığından işleme maliyetini artırmakta, kullanımı sırasında oluşumu işe kalıp

omrünü kısaltması bakımından prodüktiviteyi düşürmekte ve aynı zamanda kaliteyi etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı gözenek olarak bilinen kusurların cinslerini belirlemek, oluş mekanizmalarını ve nedenlerini ortaya koymak ve problemin kaynağına inerek kusurların oluşumunu engellemektedir.

Şişe kalıplarında görülen ve gözenek olarak tariflenen kusurların oluşumuna birçok neden sayılabilir. Bunlar: a) Dökümde ergitme ve katılaştırmanın uygun şekilde kontrol altında tutulmaması, b) Kalıpların işlenmesi sırasında prosedürüne uygun bir işlemin yapılmaması, c) Kalıbın kullanımı sırasında, özellikle oksidasyonu teşvik edici bir ortamda çalışması, d) Kalıp dizaynının uygun olmaması, e) Kalıp malzemesinin uygun seçilmemesi, f) Yukarıdaki hususların müşterek etkisi, şeklinde özetlenebilir.

Döküm sırasında oluşan boşluklar genelde ergitmenin ve katılaştırmanın kontrol altına alınmaması nedeniyle katılaştırma sırasındaki gaz teşekkülü ve/veya kendini çekmeden kaynaklanır. Katılaştırmanın uygun şekilde kontrol altında tutulması ve eriyik bileşiminin iyi ayarlanmaması sonucu amaca uygun grafit tiplerinin gerçekleştirilmemiş olması konu edilmesi gereken bir diğer husustur. Kalıbın işlenmesi sırasında uygun kesme hızı, talaş derinliği ve kalem tipi ve/veya ucunun seçilmemiş olması, yapı içerisinde sekonder fazların, özellikle grafitlerin, yerlerinden oynatılması sonucu boşluklar ortaya çıkabilir. Bu durum tabiatıyla yukarıda a) ve e) maddelerindeki hususlarla da yakinen ilgilidir. Kalıp oksidasyonunun oluşturacağı hatalar ise kalıbın çalışması sırasında iyi soğutulup-soğutulmamasıyla, çalışma sıcaklığı, üretim hızı gibi proses parametreleriyle ilgilidir. Bunun uzantısında kalıp dizaynının önemli olduğu, şöyle ki, dizaynın soğuma hızını artırıcı, kalıbın absorbe ettiği ısıyı hızla dışarı verecek şekilde olması önem kazanır. Yukarıda belirtilen oksidasyon ve dizayn hatalarının getireceği kusurları azaltıcı bir çarenin ise uygun malzeme seçiminden geçtiği düşünülmektedir. Bunun, aynı zamanda, grafit teşekkülünün istenilen şekilde oluşmasını da teşvik edici olması gerekir. Bütün bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere bir kalıptan azami istifadenin sağlanması için bir çok husus bir arada bulunmalı, başka bir ifadeyle, yukarıdaki tüm parametreler optimize edilmelidir.

Bununla beraber, kalıptaki kusurların oluşumunda ergitme ve döküm (katılaştırma) işlemleri son derece önemlidir. Yukarıda sözü edilen, kalıpta kusur yaratabilecek bir çok neden, ergitme ve döküm kademelerinde gösterilen özen ile kısmen giderilebilir. Bu bakımdan, ergitme ve döküm kademelerinin kontrolunun kendine has önemi vardır.

LİTERATÜR TETKİKİ

A. Gözenek Teşekkülü

Döküm yapıda görülen gözeneklerin katılaştırma sırasında gaz teşekkülünden, sıvı metalin kendini çekmesinden veya her iki olayın müşterek etkisinden oluştuğu bilinmektedir.⁽¹⁾ Bu bakımdan, hem sıvı metalin hazırlanışı, hem de katılaştırmanın kontrol altında tutulması önem kazanır. Dökme demirde eriyen gazlar H_2 , O_2 , N_2 gibi çift atomlu gazlar olduğu gibi CO , H_2O , SO_2 gibi çok atomlu da olabilir. Gazların sıvı metalde erime kabiliyetleri, diğer bir ifadeyle çözünürlükleri, sıcaklık ve kısmi basınçlarının bir fonksiyonudur. Çözünürlük, sıcaklık ve/veya kısmi basınç düşüldükçe azalır, katılaştırma halinde ise ani düşüş gösterir. Bu bakımdan, sıvı metalin düşük sıcaklıkta hazırlanması, vakum altında ergitilmesi, içerisinden asal gaz geçirilerek gaz kabarcıklarıyla temas eden sıvının vakum altında tutulmuşçasına uygulamaya alınmış olması, gaz yapıcı elementlerin çözünürlüklerini önleyen ticari önlemlerdir. Ancak, vakum uygulaması ve sıvı içinden asal gaz geçirilmesi maliyeti artırıcı unsurlardır. Keza, sıvı metalin katılaştırılıp tekrar ısıtılmasıyla erimiş gaz miktarında bir azalma olacağı aşikârsa da bu yöntem de maliyeti artırıcı bir yoldur. Tabiatıyla en ucuz yöntem sıvı metalin düşük sıcaklıkta ergitilmesi, sıcaklığın sadece döküme geçileceği sırada yükseltilmesi, ergitme sırasında mümkün olduğu kadar atmosferle temasının kesilmesi veya azaltılmasıdır. Bunların yanı sıra, şarj malzemesinin ve dökümde kullanılan aletlerin rutubet ve yağdan arındırılmış olması gibi önlemler alınmalıdır. Ferro Döküm'ün sahip olduğu teknolojiye bir vakum ve asal gaz geçirme işlemleri söz konusu olamayacağından, sıcaklığın ve şarj malzemesinin kontroluyla ergimiş metalin en düşük düzeyde

gaz içerecek şekilde hazırlanması önem kazanmaktadır. Katılaşmada sıvı bileşimi sürekli değişeceğinden, gaz meydana getiren reaksiyonların olduğu görülür. Bu reaksiyonlar sonucu oluşan gazların katılaştıran metal içinde hapsolmesi, kalıp dizaynı ve katılaştırma yöntemiyle yakından ilgilidir. Kalıp dizaynının uygun şekilde olmasıyla oluşan gazların kalıp içinde yükselmesi ve dışarı atılması sağlanır. Katılaştırma işleminin kontroluyla da tek yönlü bir katılaştırma sonunda taneler arasında gaz sıkışmasının önlenmesi mümkündür. Bunun için katılaştırma sırasındaki sıcaklık gradyanının, G , ve katılaştırma hızının, R , kontrolu önemlidir. Yüksek G ve R değerlerindeki katılaştırmada, likidus ve solidus arasında kalan hamurumsu bölgenin küçültülmesi sayesinde, oluşan gazların kolayca sıvıyı terk etmesi sağlanmış olur. Bu yöntem, aynı zamanda, katılaşma sırasında kendini çekmeden dolayı meydana gelebilecek boşlukların sıvıyla beslenmesini sağlayacağından, katılaşma çekmesinden kaynaklanan boşlukların da oluşumunu önler. Kokille dökümün en önemli özelliklerinden biri budur. Bu bakımdan kokilin yeri, kalınlığı, kalıbın şekli, döküm sıcaklığı gibi parametreler kontrollü katılaştırma üzerinde durulması gereken konulardır.

B. Grafit Teşekkülü

Dökme demirde dökümün özelliğini belirleyen en önemli husus grafit yapısıdır. Grafit yapısı dökümün mekanik özelliklerini, işletme kabiliyetlerini, deoksidasyon direncini ve işlenmiş parçada yüzey pürüzlülüğünü belirleyen en önemli husustur. Grafitli miktar ve dağılımı, matrisin perlitik ve ferritik oluşumunu ve yapıdaki karbür teşekkülünü etkiler. Yukarıda belirtilen bu özelliklerinden ötürü grafit oluşumunun incelenmesi önem kazanır.

Kaba grafitli döküm malzemenin işlenmesi ve parlatılması sırasında grafitlerin yerlerinden çıkması sonucu döküm yapıda boşluklar oluşur. Bu durum grafitlerde olduğu kadar ikincil fazların yerlerinden oynatılmasıyla da ortaya çıkar. Bu bakımdan, ergitme işleminin kontrol edilmesi ve

döküme geçebilecek kalıntıların bu kademede önlenmesi gerekir. Bu kalıntıları deoksidasyon ürünleri olup, kaldırılmaları büyüklükleriyle doğru orantılıdır.⁽²⁾ Bunların diğer bir kaynağı da, katılaştırma sırasında katılma sonucu çözünen elementçe zengin bir sıvının oluşmasıdır. Bu şekilde oluşan ve eriyik metalden gelen kalıntıların, yoğunluk farklarından ötürü yüzeye çıkarak belli yerlerde toplandıkları ve işleme sırasında bir işleme kusuru olarak ortaya çıkabilecekleri düşünülmelidir. Bu durum, özellikle yüksek sıcaklık gradyanı ve düşük katılaştırma hızlarında katılma yapılarında gözükür. Sekonder fazların miktarlarının azaltılması tabiatıyla sıvı eriyiğin çok temiz şekilde hazırlanmasıyla mümkün olur. Katılaştırma sırasında oluşan kalıntılardan kaçınmak mümkün olmasa da bunların kümelenmeleri önenebilir. Bunun için bölgesel katılaştırma zamanı* kısa tutularak çok küçük dendrit kolları arası mesafe oluşturulur.⁽¹⁾ Dendrit kolları arasında oluşan bu fazlar yine burada hapsolarak yapı içerisinde kalırlar. Dendrit kolları arası ne kadar küçükse, başka bir deyimle dendrit yapısı ne kadar ince ise, sekonder fazlar o kadar küçük ve homojen şekilde yapı içerisinde dağılmış olurlar. Bu ise yüksek sıcaklık gradyanı ve katılaştırma hızlarında elde edilir. Pratikte böyle bir durum ingot kalıba düşük sıcaklıkta yapılan bir dökümle elde edilir.

Yukarıda değinildiği gibi sekonder fazların, örneğin deoksidasyon ürünleri ve grafitlerin dağılımları ve büyüklükleri katılaştırma yapısının inceliği ve kabalığıyla yakından ilgilidir. Bunları etkileyen en önemli bir diğer husus ise sıvı metal bileşimi ve katılaştırma şartlarıdır. Dökme demir için bu hususlar aşağıda daha ayrıntılı olarak incelenmiştir.

a) Altsoğutmanın Etkisi

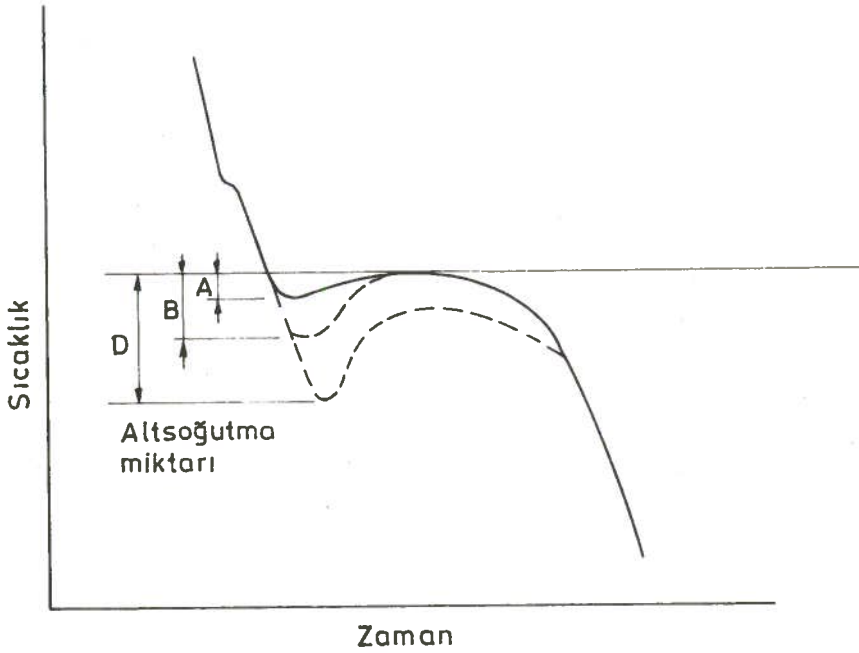
Dökme demirler ötektik, ötektikaltı ve ötektiküstü olmak üzere üç değişik gruba ayrılmaktadır. Ötektikaltı dökme demirlerde katılma

*Bölgesel katılaştırma zamanı-bir noktadan likidus ve solidus eğrilerinin geçmesi arasındaki zaman farkı.

sırasında ilk oluşan faz östenit dendritleridir. Östenit fazının oluşumu sıvı bileşimi ötektik bileşime gelene kadar devam eder. Bundan sonra ötektik katılma başlar. Grafit lamelleri ötektik katılma ile beraber ortaya çıkar ve bunlar ötektik tanelerin merkezinden ötektik sıvının içerisine doğru uzanırlar. Katılma sonunda primer östenit dendritlerinin arası ötektik taneler ve grafit lamelleriyle dolar. Grafitlerin büyüklük, sayı ve dağılımları katılma sırasındaki altsoğutmanın miktarına ve ötektik tanelerin sayı ve büyüklüklerine bağlıdır. Çok az veya altsoğutmasız katılaşmada ötektik taneler sayıca çok ve ufak, grafitler A-tipi olarak rastgele yönelmiş ve homojen bir şekilde dağılmış halde bulunur.⁽³⁾ Diğer yandan, ötektik katılma başlamadan önce önemli derecede altsoğutma yapılırsa, ötektik taneler sayıca az ve büyük olurken, grafitler de D-tipi şeklinde oluşur. Bu bakımdan, aynı kimyasal bileşime sahip olan fakat katılma yöntemleri farklı olan iki dökümden birinde A-tipi grafitli bir yapı elde edilirken, diğerinde tamamen D-tipi elde edilebilmektedir. Bu durum tamamen katılma sırasındaki altsoğutmanın miktarıyla ilgilidir (Şekil 1). Eğer altsoğutmayla erişilen katılma sıcaklığı, normal ötektik sıcaklığının altına, örneğin 1150°C'dan 1095°C'da düşürülürse, grafit tipi de A'dan D ve E tiplerine doğru kayar.⁽⁴⁾ Altsoğutmanın ve diğer bazı faktörlerin grafit tipleri üzerindeki etkileri Tablo 1'de görülmektedir.

b) Grafit Morfolojisi, Lamelsel ve Küresel Grafit Oluşumu

Görüldüğü gibi, bir Fe-Si-C sisteminde, ötektik sıvının hangi şartlar altında katıldığı grafit fazının dağılımını ve büyüklüğünü etkilemektedir; soğuma hızı, çekirdeklenme ve grafit büyüme hızı, fazların dağılımını ve sıvının demir-karbür metastabil sistemine göre altsoğutma ve katılma meylini ortaya koyar. Diğer yandan bunların grafitin kristallografik büyüme yönü üzerinde etkisi olmadığı ileri sürülmektedir.⁽⁵⁾ Yani, katılma sırasında grafitin lamel şekilde mi, yoksa küresel şekilde mi oluşmasına katılma şartlarının etkisi yoktur.



Şekil 1: Değişik grafit yapılarının soğuma eğrileri.

Tablo I: Grafit tiplerine etki eden faktörler. (4)

Altsoğutmaya Erişilen Ötektik Katılaştırma Sıcaklığı, °C	Grafit Tipi	Diğer Faktörler
1150-1115	A-tipi grafit, düşük sıcaklıkta B-tipi grafit.	Ötektik bileşime yakın karbon yüzdesi ve aşılama, A-tipi grafit oluşturur.
1115-1075	Sıcaklık düştükçe D ve E tipi grafitlerin oluşumu hızlanır.	Soğuma hızının artması, karbürlerin kararlı olması grafitlerin D-tipi olmasını, ötektikaltı karbon miktarı da E-tipi olmasını sağlar. Ayrıca aşırı ısı E ve D-tipi grafitlerin oluşumunu teşvik eder.
1065-1040	Mottled ve Beyaz dökme demir, D ve/veya E-tipi grafit oluşur.	Soğutma hızındaki artış (chill etkisi) altsoğutmanın artmasına ve beyaz dökme demir oluşumuna yol açar.

Katılaştırma sırasında, grafitin küresel veya lamel şekilde oluşumunu etkileyen en önemli faktörler yüzey gerilimi ve arayüzey enerjisidir. Bilindiği gibi, grafit ya basal düzlemde, ya da prizma düzleminde büyümektedir. Grafitin hangi düzlem üzerinde büyüyeceği, yani, grafitin büyüme yönü, basal ve prizma düzlemlerinin sıvı metalle olan arayüzey enerjisinin miktarına bağlıdır. Yapılan çalışmalar,⁽⁵⁾ küresel dökme demirlerde basal düzlemdeki arayüzey enerjisinin prizma düzlemindeki enerjisinden daha düşük olduğunu, dolayısıyla grafitin basal düzlem yönünde küresel bir şekilde (sfero) büyüdüğünü, kır dökme demirlerde ise prizma düzlemindeki arayüzey enerjisinin basal düzlemdekinden düşük olduğunu ve böylece grafitin prizma düzlemi yönünde lamel şeklinde büyüdüğünü göstermektedir. Mg, Ce gibi küreleştirici elementler basal düzlem-sıvı arayüzey enerjisini azaltarak grafitin bu düzlemde büyümesini sağlarken, S, Sb gibi küreleşmeyi önleyici elementler prizma düzlemi üzerindeki arayüzey enerjisini azaltarak grafitin bu düzlemde büyümesini sağlarlar.

c) Kükürt Etkisi

İncelemeler, grafit morfolojisine etki eden en önemli elementin kükürt olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, kükürtün grafit lamellerinin büyüklük ve şekli üzerindeki etkisi de önemlidir. Katılaştırma şartlarının sabit olduğu, sadece kükürt miktarının değiştirildiği alaşımlarda, grafit şekline olan kükürt etkisi Tablo II'de görülmektedir.⁽⁶⁾

Kır dökme demirlerde altsoğutulmuş bölge derinliği de kükürt miktarına göre değişkenlik göstermektedir. Şöyleki, aşılama yapılmamış kır dökme demirlerde kükürt miktarı düştükçe altsoğutulmuş bölge derinliği artmakta, 0.04-0.06 % S aralığında minimuma düşmekte, daha yüksek kükürt miktarlarında ise tekrar artmaktadır. Diğer yandan, kükürt ötektik tanelerin büyüklüğü üzerinde de etkilidir. Kükürt miktarı düştükçe ötektik tane büyüklüğü artar. Bu etki 0.04 % S miktarına kadar devam eder. Bu değer üzerindeki kükürt miktar-

Tablo II: Kükürtün grafit tipi üzerine etkisi.

No.	% C	% Si	% S	% B	Grafit Tipi
1	3.77	1.75	0.050	-	A-tipi
2	3.72	1.82	0.077	-	A-tipi
3	3.77	1.76	-	0.021	D-tipi
4	3.68	1.74	-	0.014	D-tipi

larında ötektik taneler küçülür.⁽⁷⁾ Kükürt miktarının grafit tipi ve matris üzerine olan etkisi ise şöyledir. Düşük kükürt miktarlarında (0.006 % S) grafitler D-tipi olarak oluşurken kükürt miktarı arttıkça grafitler A-tipi olur. 0.04 % S değerinden daha yüksek değerlerde ise tekrar D-tipi grafit oluşur. Düşük kükürtlü, D-tipi grafitli dökümlerde yapı tamamen ferritik olup, perlit tane sınırlarında olmak üzere az miktarda bulunur. Kükürt miktarı arttıkça, perlit miktarı da artmakta ve 0.04 % S değerinin üzerinde yapı tamamen perlitik olup, kükürt miktarı arttıkça matriste karbür fazı ağırlık kazanmaktadır. Düşük kükürt miktarında yüksek altsoğutulmuş bölge derinliği, iri taneli ve D-tipi grafitli bir yapı; orta derecedeki kükürt miktarında (0.006-0.04 % S) düşük altsoğutulmuş bölge derinliği, orta tane büyüklüğü ve A-tipi grafitli bir yapı; yüksek kükürt (0.04 % S) miktarlarında ise altsoğutulmuş bölge derinliği fazla olup, ufak taneli ve D-tipi grafitli ancak karbür fazı fazla bir yapı oluşmaktadır.

d) Katılaştırma Hızının Etkisi

Katılaştırma hızının grafit yapısı üzerine olan etkisi incelendiğinde, düşük katılaştırma hızlarında grafit yapraklarının katılaştırma yönüne paralel olarak uzandıkları ve grafitler arası mesafenin azaldığı tespit edilmiştir.⁽⁸⁾ Kükürt içermeyen bir alaşımda katılaştırma hızı artırıldığında ötektik taneler ve D tipi grafitli bir yapı oluşur. Diğer yandan, 0.03 % S içeren alaşımda katılaştırılmasında ise ötektik taneler-

rin ve D-tipi grafitlerin oluşması katılaştırma hızının daha da artırılmasıyla mümkün olur. Ayrıca, oluşan grafit lamellerinin kükürt içermeyen alaşımdaki grafit lamellerine nazaran daha kaba olduğu gözlenir. Katılaştırma hızı sabit tutulup, kükürt miktarı değiştirildiğinde, kükürt miktarı arttıkça grafitlerin kabalaştığı ve grafit lamelleri arası mesafenin 0.05 % S değerine kadar arttığı, bu değer üzerinde ise düştüğü görülür. Sonuç olarak, kükürt miktarı arttıkça, D-tipi grafit elde etmek için katılaştırma hızı da artırılmalıdır.

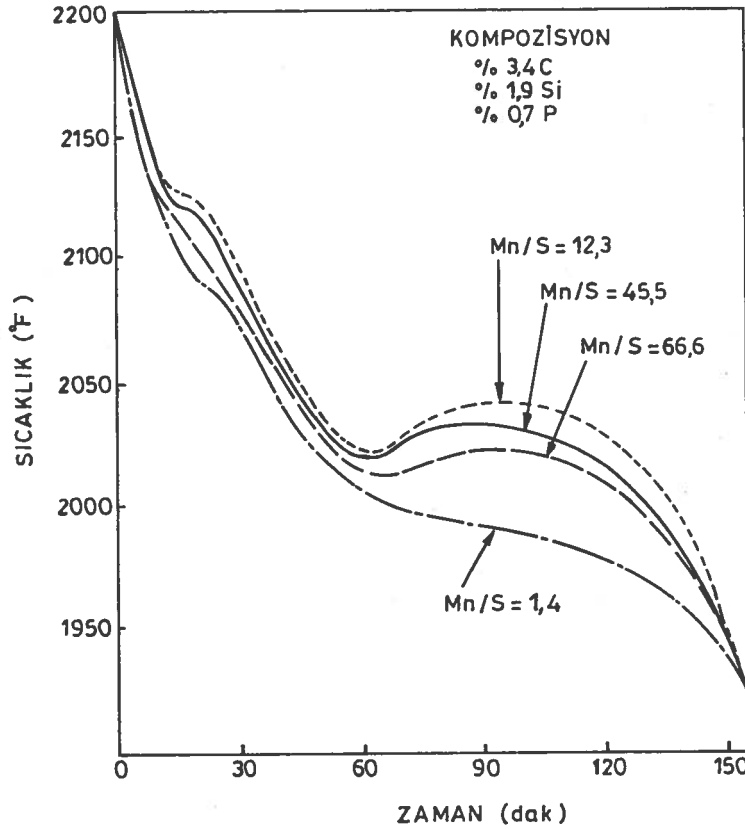
e) Manganez Etkisi

Kır dökme demirlerde kükürtün demirle birleşerek FeS yapmasını önlemek için manganez ilavesi yapılmaktadır. Kükürt manganezle birleşerek MnS kalıntıları oluşturmakta ve bu kalıntılar grafitin çekerdeklemeğine de yardım etmektedir.⁽⁹⁾ 3.4 % C; 1.9 % Si ve 0.07 % P içeren bir kır dökme demirdeki Mn/S oranının soğuma eğrileri üzerine olan etkileri Şekil 2'de, ötektik tane sayısına ve altoğutulmuş bölge derinliğine olan etkisi Tablo III'de verilmiştir.⁽¹⁰⁾

Şekil 2 ve Tablo III'deki değerler 1.2 inch çapındaki numunenin 0.5 inch kalınlığındaki kokile karşı dökülmesiyle elde edilmiştir.

Tablo III: Mn/S oranının ötektik tane sayısı ve altoğutulmuş bölge derinliğine etkisi.⁽¹⁰⁾ Malzeme bileşimi: 3.4 % C; 1.9 % Si; 0.07 % P

Mn (%)	S (%)	Mn:S	Tane Sayısı ² Tane/(inch) ²	Altoğutulmuş Bölge Derinliği (1/32 inch)
0.80	0.012	66.6	362	16
1.00	0.022	45.5	362	13
0.80	0.065	12.3	517	9
0.28	0.20	1.4	1723	29



Şekil 2: Aşılama yapılmamış kır dökme demirde manganez ve kükürtün soğuma eğrilerine olan etkileri.

Şekil 2'den de görüldüğü üzere 0.012 % S ve 0.80 % Mn (Mn/S = 66.6) içeren alaşım önemli miktarda altsoğutmaya uğramış olup, yapı tamamen D-tipi grafitlidir. Mn/S oranı 66.6'dan 45.2 ve 12.3'e doğru düştükçe ötektik sıcaklık yükselmekte ve altsoğutma daha az olmaktadır. Oranın 12.3 olduğu durumda da yeteri derecede altsoğutma vardır ve yapı D+A-tipi grafitlidir. Dengelenmemiş kükürt ihtiva eden (Mn/S = 1.4) örnekte ise aşırı bir altsoğutma söz konusudur. Ancak yapı buna bağlı olarak % 70 karbür ve % 30 D-tipi grafit içermektedir. Kükürt miktarının % Mn = 1.7 x % S eşitliğini karşılayacak miktardan fazla olduğu durumlarda altsoğutulmuş bölge derinliği artmakta ve ötektik taneler küçülmektedir. Kükürtün ötektik tanelerin büyümesini engellemesinin temel nedeni ise bu elementin

yüzey aktif davranışından kaynaklanmaktadır. Şöyle ki, katılaştırma sırasında, kükürt katı demir içerisinde çözünmediğinden sıvıdaki miktarı artmaktadır. Ötektik katılma sırasında bu sıvı ötektik tanelerin üzerini kaplayarak atomların sıvı-katı geçişini engellemekte ve ufak taneli yapının oluşmasına neden olmaktadır.

Özetle, yukarıdaki literatür incelemesi grafit tipinin oluşumunu kontrol eden parametrelerin, katılaştırma sırasındaki altsoğutma miktarının, sıvı-grafit düzlemleri arasındaki arayüzey enerjisinin, Fe-Si-C sistemindeki kükürt miktarının, katılaştırma hızının ve çözeltideki manganez miktarının olduğunu göstermektedir.

DENEYLER

Şişe kalıplarında işleme ve/veya şişe üretimi sırasında kalıbın camla temas eden yüzeylerinde görülen gözenek teşekkülünün nedenlerine bir çözüm getirmek ve döküm yapıda gözenek oluşumuna etki eden faktörleri ortaya koymak üzere bir seri deney yapılmıştır. Bu meyanda hammadde hazırlanışı, ergitme, kalıplama ve döküm operasyonları incelenmiştir. İlk deneyler Makina ve Kalıp Fabrikası'nın 5005 şişe kalıbı, 1044 ebişör, 2042/A finisör parçaları üzerinde yapılmıştır. Yapılan deneylerde döküm sıcaklığı ve metal bileşimi üzerinde durulmuş, döküm sıcaklığının sabit olup, karbon eşdeğerinin (CE) değişik olduğu, CE'nin sabit tutulup döküm sıcaklığının değiştirildiği dökümler metalurjik olarak incelenmiştir. Bu arada Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'den temin edilen J. Radley ve Metra dökümleri mikroyapı ve bileşimleri yönünden incelenerek Ferro Döküm dökümleriyle mukayese edilmiştir. Bunun yanı sıra, kalıpların dökülmesi sırasında kokillerin kum içerisinde bekletilmesi nedeniyle zamanla nem alıp-almadıklarına bakılmış, bunu tespit etmek gayesiyle değişik sürelerde kum içerisinde bırakılan kokiller dışarı alınarak şalomayla ısıtılıp yüzeylerinde nem teşekkülü araştırılmıştır.

Kum içinde beklemeden ötürü kokillerdeki nem durumunun araştırıldığı deneylerde kokiller kum içerisinde 2-18 saat arasında tutulmuştur. İkişer saat arayla dışarı alınan kokiller şaloma ile ısıtıldıklarında aynı miktarda ve

Tablo IVa: Ferro Döküm dökümlerinin mikroyapıları.

Deneysel No.	Deneyin Gayesi	Döküm Sıcaklığı °C	CE	Mikroyapı								Altsoğutulmuş Bölge Derinliği
				Döküm Hali				Isıl İşlem Sonrası				
				a'	b'	c'	Bölgesi	a'	b'	c'	Bölgesi	
1*	Yırtılma nedeninin araştırılması	1470	4.09	% 70 α +P Gr: D HB 197	- Gr: A+B HB 179	% 10 α +P Gr: A+B HB 179	% 2P+ α Gr: D HB 170	% 5P+ α Gr: A+C HB 149	% 5P+ α Gr: A+B HB 143	15 mm		
2**	"	1470	4.17	% 70 α +P Gr: D HB 263	- Gr: A+C HB 256	% 10 α +P Gr: A HB 179	% 2P+ α Gr: D HB 170	% 10P+ α Gr: A+C HB 156	% 10P+ α Gr: A HB 156	13 mm		
3	Döküm sıcaklığının etkisi	1470	4.31	% 80 α +P Gr: D HB 179	% 30 α +P Gr: E+C+B HB 170	% 5 α +P Gr: A+B HB 163	% 3P+ α Gr: D HB-	% 5P+ α Gr: A+C HB 149	% 5P+ α Gr: A HB 143	4.5-5 mm		
4	"	1350	4.31	% 20 α +P Gr: D HB 187	% 100 P Gr: E+B HB 163	% 100 P Gr: A+B HB 163	% 3P+ α Gr: D+A HB-	% 5P+ α Gr: B+A HB 131	195P+ α Gr: A HB 121	1.5-2 mm		

*Yırtılma olan döküm

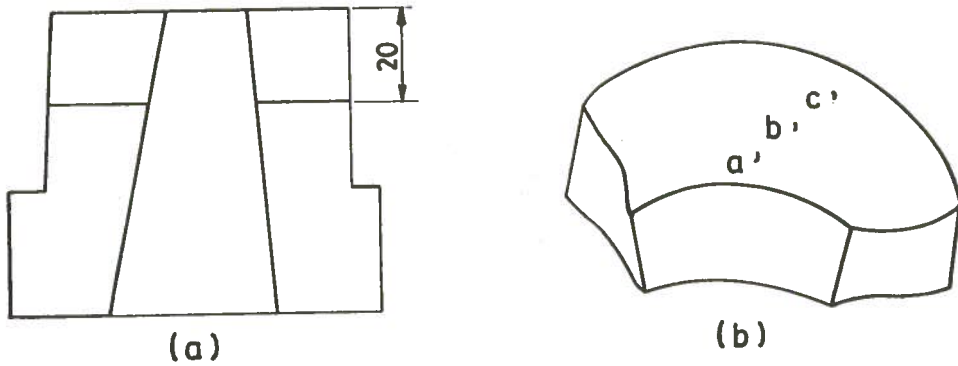
**Sağlam döküm

kabili ihmal derecede nemlendikleri gözlenmiştir. Döküm sıcaklığının tane yapısına, altsoğutulmuş bölge derinliğine ve grafit yapısına olan etkisinin araştırılmasıyla ilgili deneyler Tablo IVa'da, incelenen Metra ve J. Radley parçalarının mikroyapı ve sertlik değerleri Tablo IVb'de verilmiştir.

Tablo IVb: J. Radley ve Metra dökümlerinin mikroyapıları.

Parça No.	M İ K R O Y A P I							
	Johnson Radley				Metra			
	CE	a' Bölgesi	b' Bölgesi	c' Bölgesi	CE	a' Bölgesi	b' Bölgesi	c' Bölgesi
1	4.15	% 100 α Gr: D HB 131	% 100 α Gr: D HB 126	% 100 α Gr: D HB 126	4.30	% 100 α Gr: D HB 143	% 100 α Gr: D HB 143	% 100 α Gr: D HB 131
2	4.19	% 100 α Gr: D HB 149	% 100 α Gr: D+A HB 143	% 100 α Gr: A HB 131		% 100 α Gr: D HB 163	% 100 α Gr: D HB 143	% 100 α Gr: D HB 131
3	-	-	-	-	4.22	% 100 α Gr: D HB 163	% 100 α Gr: D HB 137	% 100 α Gr: D HB 121

Tablo IVa'da, döküm yapısı ve ısıl işlemden sonraki yapı belirtilmiş olup, Tablo IVb'de yabancı kaynaklı parça olması nedeniyle sadece ısıl işlem sonrası yapı belirtilmiştir. Tablolardaki a', b', c' bölgeleri, kokille temas eden yüzeyden uzaklaştıkça farklı metalografik yapı arz eden bölgeleri belirtmektedir. Bu bölgeler şematik olarak Şekil 3'de ayrıca gösterilmiştir. 1 ve 2 no'lu deneylerde değişik zamanlarda dökülen Makina ve Kalıp Fabri-kası-5005 şişe kalıbı rapor edilmiştir. Bu deneylerden gaye biri sağlam, diğeri iç yüzeyinde yırtılma olan bu iki kalıp arasındaki farkı görmektir. Her iki parçanın da incelenen yapısı ferritik-perlitik olup, a' bölgesi D-tipi grafitlidir. Ferrit miktarı a' bölgesinde, yani altsoğutulmuş bölgede % 70 olup, c' bölgesine doğru gittikçe düşmekte ve c' bölgesinde % 10 olmaktadır. Aynı şekilde a' bölgesinde ince bir yapıya sahip olan perlit dışı doğru gittikçe kabalaşmakta, başka bir ifadeyle, lameller arası açılmaktadır.



Şekil 3: a) Şişe kalıbı 5005 ve incelenen kesiti
b) İncelenen kesit ve farklılık arz eden bölgeler a', b', c'

3 ve 4 no'lu deneylerde döküm sıcaklığının etkisi araştırılmıştır. 1470°C ve 1350°C 'da ocaktan alınan sıvı metalin potaya alınması ve döküm yapılana kadar geçen süre içerisinde yaklaşık 30°C 'lık sıcaklık düşüşüne maruz kaldığı görülmüş ve döküm sıcaklıklarının sırasıyla 1440 ve 1320°C olduğu belirlenmiştir. Bu şekilde dökülen Makina ve Kalıp Fabrikası-5005 şişe kalıpları yine aynı yerlerinden kesilerek mikroskopik incelemeler yapılmıştır. Görüldüğü üzere 1320°C 'da dökülerek elde edilen yapı (Deney No.: 4), 1440°C 'da (Deney No.: 3) dökülene nazaran daha uniform ve ufak tanelidir. Düşük sıcaklıkta dökülen parça daha dar (1.5-2 mm) bir altsoğutulmuş bölge içermekte olup, yapısı ince dokulu perlitir. Miktarı % 80 düzeyindedir. Altsoğutulmuş bölge dışında ise yapı tamamen perlitiktir. Isıl işlem görmüş aynı parçada ise altsoğutulmuş bölge % 3 perlit içermekte olup, D+A tipi grafitlidir. Bu bölgeden sonra perlit miktarı % 5 dolaylarında olup, A-tipi grafitlidir. İncelenen Ferro Döküm, Metra ve J. Radley dökümlerinin bileşimleri Tablo V'de verilmiştir. Görüldüğü üzere Ferro Döküm parçalarında fosfor oranı genelde yüksektir. Yapı az da olsa perlit ihtiva etmekte olup, sertlik değerleri fazla, (Tablo IVa ve Tablo IVb), silisyum miktarı ve karbon eşdeğeri özellikle yırtılan parçada J. Radley ve Metra dökümlerine nazaran daha düşüktür.

Tablo V: İncelenen dökümlerin kimyasal bileşimleri.

Kimyasal Bileşim	J. Radley		Metra			Ferro Döküm			
	1	2	1	2	3	1	2	3	4
% C	3.40	3.44	3.55	3.47	3.47	3.37	3.43	3.66	3.66
% Si	2.23	2.23	2.33	2.20	2.23	2.12	2.17	2.16	2.16
% Mn	0.72	0.79	0.67	0.85	0.91	0.80	0.60	0.65	0.65
% S	0.025	0.031	0.044	0.029	0.025	0.038	0.028	0.059	0.059
% P	0.024	0.029	0.030	0.023	0.024	0.050	0.039	0.044	0.044
% Cr	0.11	0.12	0.24	0.16	0.13	0.18	0.22	0.23	0.23
% Ni	0.18	0.18	0.32	0.29	0.24	0.71	0.79	0.69	0.69
CE	4.15	4.19	4.30	4.21	4.22	4.09	4.17	4.31	4.31

Yüksek sıcaklıkta dökülen kalıpta kokille temas yüzeyindeki altsoğutulmuş bölge iki misline (4.5-5 mm) çıkmış olup, bu bölgede döküm halinde yapı sadece % 20 perlitiktir. Kokil yüzeyinden uzaklaştıkça perlit miktarı artmakta ve % 95'e kadar çıkmaktadır. Isıl işlem görmüş aynı parçada ise altsoğutulmuş bölge % 3 perlit ihtiva etmektedir. Diğer bölgelerdeki perlit miktarı ise % 5 dolaylarındadır.

Döküm sıcaklığının aynı, fakat CE'nin farklı olduğu 2 ve 3 no'lu deneylerde, CE'nin 4.17 olduğu 2 no'lu deney parçasında D-tipi grafitli bölge, yetersiz olmasına rağmen daha geniştir. Bu parçada D+ince A-tipi grafitli bölge 10-13 mm genişliğindeyken, CE'nin 4.31 olduğu 3 no'lu deney parçasında bu genişlik 4.5-5 mm kadardır. 2 no'lu deneyin a' ve b' bölgelerindeki grafitlerin şekil ve dağılımları Şekil 4'de gösterilmiştir.

3 ve 4 no'lu deneyler üzerinde yapılan metallografik çalışmalarda, yüksek sıcaklıkta dökülen kalıpta görülen boşlukların taneler arasında bulunmadığı ve şekillerinin yuvarlak olmadığı görülmüştür. Bu boşlukların (gözeneklerin) bulunduğu bölgelerdeki grafitlerin şekillerine bakıldığında, C-tipi grafitlerin bu bölgede yoğun olduğu ve bu boşlukların grafitlerin devamında teşekkül ettik-

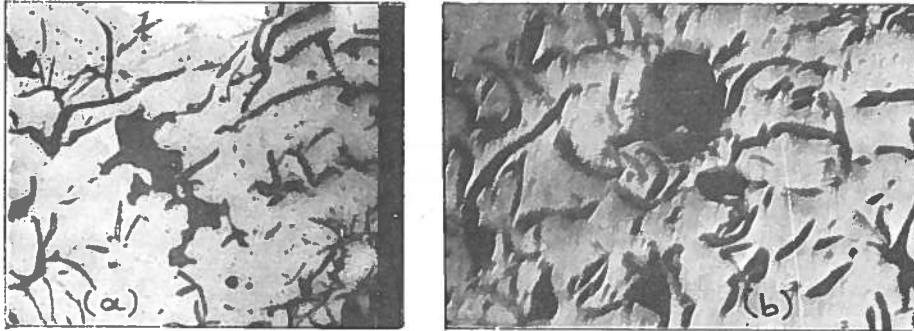


Şekil 4: Isıl işlem görmüş döküm parça, Deney No. 2

a) a' bölgesi, dağlanmış, 100x

b) b' bölgesi, dağlanmamış, 100x

leri gözlenmiştir, Şekil 5. Düşük sıcaklıkta dökülen kalıpta ise böyle boşluklara rastlanmamıştır, Şekil 6. Keza, C-tipi grafitler de mevcut değildir.

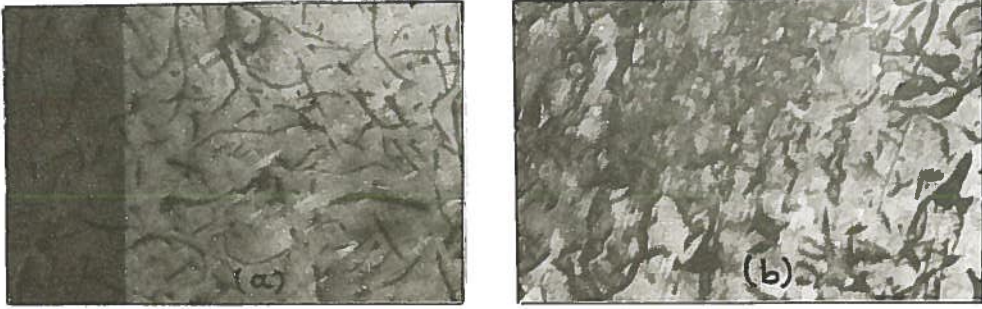


Şekil 5: a) Yüksek sıcaklıkta dökülen (1470°C) parçanın, Deney No. 3, b' bölgesi, dağlanmamış, 400x

b) Yırtılma olan parçanın, Deney No. 1, b' bölgesi, dağlanmamış, 400x

Farklı sıcaklıkta yapılan dökümlerin kokille temas eden yüzeylerdeki altsoğutulmuş bölge derinliği daha önce de değinildiği üzere birbirinden farklıdır, Tablo IVa; yüksek sıcaklıkta dökülen parçada 4.5-5 mm, düşük sıcaklıkta dökülende ise 1.5-2 mm'dir. Bu bölgede D-tipi grafitli olan yapı, bu bölge-

nin dışındaki kısımlarda A+C tipine dönüşmektedir.

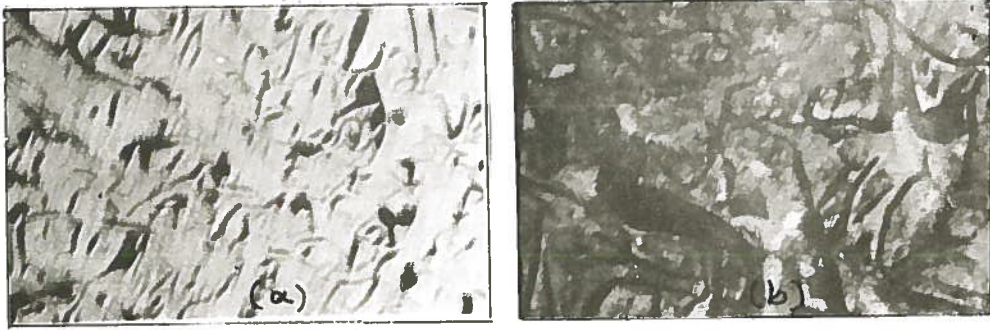


Şekil 6: Düşük sıcaklıkta (1350°C) dökülen dökümün, Deneysel No. 4, değişik bölgelerindeki grafit şekilleri.

- a) a' bölgesine yakın, dağlanmamış, 100x
- b) b' bölgesi, dağlanmamış, 100x

Ferro Döküm dökümleriyle karşılaştırması yapılan Metra ve J. Radley dökümlerinin metalografik incelemesinde bu dökümlerin tüm kesit boyunca D-tipi grafitli olduğu gözlenmiştir (Tablo IVb ve Şekil 9). Ancak, J. Radley'in 2 no'lu parçasında, Tablo IVb, kokille temas eden bölgesinde D-tipi, orta kısmında A+D-tipi ve kalıbın dış kısmında ise A-tipi grafitler görülmüştür. Fakat, bu parçada D-tipi grafitli bölge, işleme payından sonra 10-12mm kadar içerdedir. Ferro Döküm dökümlerinde ise grafitlerin parça içerisindeki dağılımları, kokille temas eden bölgede (a' bölgesi) D-tipi, orta kısımda (b' bölgesi) A+C-tipi ve dış kısımda (c' bölgesi) ise A+B-tipi olmak üzere bir dağılım göstermekte ve aynı zamanda a' bölgesindeki D-tipi grafitli bölge derinliği çok kifayetsiz kalmaktadır.

Yüksek ve düşük sıcaklıkta dökülen dökümlerin değişik bölgelerindeki grafitlerin tipleri Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7a ve 7b sırasıyla düşük ve yüksek sıcaklıkta dökülen parçaların b' bölgelerini göstermektedir. Bu bölgede, yüksek sıcaklıkta dökülen parçanın daha kaba grafitlere sahip olduğu görülmektedir. 2 no'lu deneyde kokil yüzeyinden 3 mm iç tarafında, Şekil 4a, görülen yapının 10-13 mm'ye kadar devam etmekte olduğu bulunmuştur.



Şekil 7: b' bölgeleri, dağlanmamış, 100x

a) Düşük sıcaklıkta, Deney No. 4

b) Yüksek sıcaklıkta, Deney No. 3

Şekil 4b ise aynı parçanın b' bölgesindeki grafit yapısını göstermektedir. Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'den alınan ve belli bir süre kullanılmış olan Ferro Döküm mamulü kalıbın camla temas eden bölgesinin mikroyapısı Şekil 10'da gösterilmiştir.

Yukarıdaki çalışmalar ısıl işlem görmüş parçalar üzerinde de tekrarlanmıştır. Isıl işlem sonucu elde edilen sertlik değerleri Tablo IVa'da gösterilmiştir. Isıl işlemde pratikteki uygulamaya sadık kalınmaya çalışılmıştır; 950°C sıcaklığa 60°C/hr ısıtma hızıyla çıkarılan parçalar bu sıcaklıkta 11 saat tutulduktan sonra, fırında kontrollü olarak, 800°C'a kadar 50°C/hr, 700°C'a kadar 25°C/hr, 350°C'a kadar 50°C/hr'lık hızla soğutulup bu sıcaklıkta dışarı alınmıştır.

Isıl işlem sonucunda düşük sıcaklıkta dökülen parçada, Deney No. 4, b' ve c' bölgelerinin sertlik değerleri diğer dökümlerin aynı bölgelerdeki sertlik değerlerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu parçada bulunan sertlik değerleri, J. Radley ve Metra dökümlerinin söz konusu bölgelerindeki sertlik değerleriyle daha iyi bir uyum içinde olduğu görülmektedir.

İRDELEME

Cam kalıplarında görülen boşlukların ortadan kaldırılması kalite ve prodüktiviteyi artırmak için elzemdir. Söz konusu boşluklar ergitme ve döküm prosesindeki uygulamadan kaynaklanabileceği gibi, işleme hatalarından, kalıp dizaynının uygun seçilmemiş olmasından, kalıbın oksidasyonu teşvik edici şartlarda çalıştırılmasından, kalıp malzemesi için uygun alaşımın seçilmemiş olmasından da kaynaklanabilir. Ancak, bütün bunlara rağmen, kır döküm yapısı içindeki grafitin dağılım, miktar ve tipinin istenildiği şekilde tutturulması yukarıda sayılan hatalardan kaynaklanabilecek boşlukların oluşumunu engelleyebilecektir. Çünkü, bunların çoğu yapı içindeki grafitin ya işleme sırasında yerinden oynatılması ya da kullanım sırasında bunların oksitlenerek yerlerinden çıkması sonucu oluşmaktadır. Bu bakımdan, döküm prosesindeki kontrol parametreleri önem kazanmaktadır. Yukarıda sözü edilen kusurlar aşağıda daha ayrıntılı olarak incelenmiştir.

A. Gözenek Teşekkülü

Metalografik incelemede, görülen boşlukların yuvarlak olmayışı ve tane sınırları arasında bulunmayışı, söz konusu boşlukların döküm sırasında oluşmadığını göstermektedir. Böyle bir durumun olması halinde gaz teşekkülünden doğacak bir boşluğun yuvarlak olarak oluşması gerekecekti. Keza, mevcut boşlukların taneler arasında görülmemiş olması bunların kendini çekmeden kaynaklanmadığını da göstermektedir. Bütün bunlar, ergitmede şarjın gaz yapıcı elementleri içermediğinin ve/veya beslemenin mükemmel olduğunun işaretidir. Bu durumda, herhangi bir nedenle erimiş halde sıvı eriyiğe geçmiş gazların katılaştırma sırasında kalıp içerisinde hapsolmayarak kalıbı terk ettikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca, değişik sürelerde kum içerisinde tutulan kokillerin, daha sonra şaloma ile ısıtıldıklarında kabili ihmal bir nemlenmeyle karşılaşmış olması, kalıplama yönteminde bir problemin olmadığını doğrulamaktadır. Yukarıdaki analiz, söz konusu boşlukların ergitme, döküm ve kalıplamadan kaynaklanmadığı sonucuna götürmektedir.

B. Grafit Teşekkülü

Gözlenen boşlukların gaz teşekkülü ve kendini çekmeden kaynaklanmamış olması, aksine bu boşlukların C-tipi iri grafitlerin bulunduğu bölgelerde yoğunlaşmış ve bu tip grafitlerin devamında görülmüş olması, bu ana kadar gözenek olduğu sanılan boşlukların grafitlerin parlatma işlemleri sırasında yerlerinden oynatılması sonucu oluştuğuna işaret etmektedir, Şekil 8. Düşük sıcaklıkta dökülen parçada C-tipi grafitlerin görülmemesi nedeniyle bu boşluklara rastlanmamış bulunması, bu sonucun geçerliliğini doğrular gözükmemektedir, Şekil 6. Bu nedenle, grafit tipinin oluş mekanizmaları ve dağılımlarını etkileyen faktörlerin araştırılması gözenek sorununun çözümünde ağırlık kazanmaktadır.

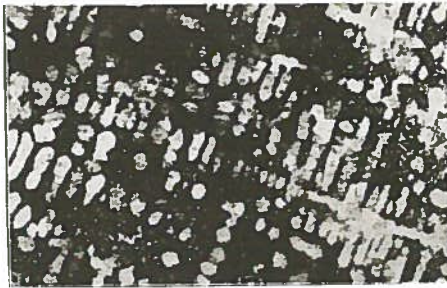
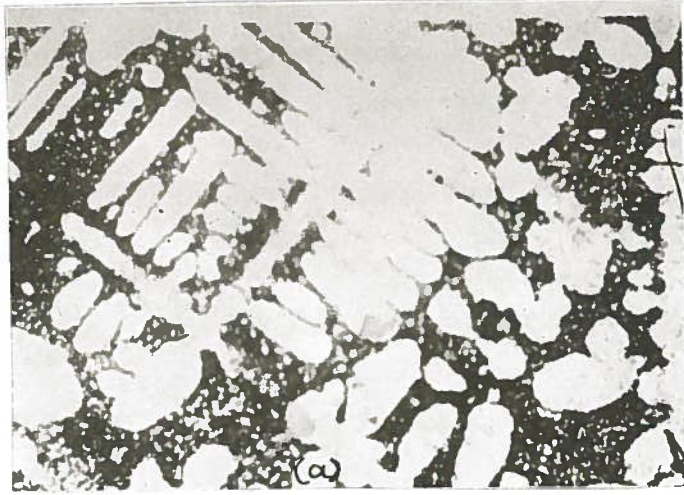


Şekil 8: İşlenmiş müldebak yüzeyi, kullanılmamış.
Dağlanmış, 100x

Yukarıdaki izlenimler Ferro Döküm dökümleriyle karşılaştırılan J. Radley ve Metra dökümleri incelendiğinde de ortaya çıkmaktadır. Nitekim, mikroskopik incelemelerden bu dökümlerin camla temas eden bölgelerinde D-tipi grafitlerin varlığı görülmüştür, Şekil 9. Bu konuya aşağıda daha fazla değinilmiştir.

Ferro Döküm parçalarında grafitlerin şekil ve dağılımları bölgelere göre değişmektedir. a' bölgesinde D-tipi, b' bölgesinde A+C-tipi, c' bölgesinde-

de A+B-tipi grafitler mevcuttur. Cam kalıplarında grafitlerin ferritik bir matris içerisinde bu şekilde bir dağılım göstermeleri, yani cam ile temas eden bölgenin D-tipi grafitli, dış kısmın A-tipi grafitli olması istenilen bir özelliktir. Çünkü, ince D-tipi yapının A-tipi grafitli yapıya nazaran ısı iletkenliği sıcaklık arttıkça azalmaktadır. Örneğin, 300°C'da D-tipi grafitli yapıda iletkenlik % 25 daha düşüktür.⁽¹¹⁾



Şekil 9: J. Radley ve Metra dökümlerinin mikroyapıları.

a) J. Radley, dağlanmış, 100x

b) Metra, dağlanmış, 100 x

Bununla beraber, Ferro Döküm parçalarında D-tipi grafitli bölge çok dar-
dır. Bu bölgenin genişliği yüksek sıcaklıkta dökülen parçada 4.5-5 mm, dü-
şük sıcaklıkta dökülende ise 1.5-2 mm kadardır.

Kokil yüzeyindeki işleme miktarı 5 mm'yi geçtiği takdirde, cam ile temas
eden kalıp yüzeyi kaba grafitli bir yapı içereceğinden, bahsedilen hataların
oluşumu kaçınılmaz olacaktır. Diğer yandan, incelenen Metra 3 döküm par-
çasında ise yapı tüm kesit boyunca D-tipi grafitlidir. 18 mm'lik bir kesite
sahip olan bu parçada kokil etkisinin tüm kesit boyunca etkin olduğu gö-
rülmemektedir.

J. Radley dökümleri ise Ferro Döküm dökümleriyle genelde paralellik gös-
termektedir, cam ile temas eden bölgede D-tipi grafitler, dış kısımda A-
tipi grafitler mevcuttur. Ayrıca, J. Radley dökümlerinde C-tipi grafitler
mevcut değildir. Fakat, bu dökümde D-tipi grafitli bölge oldukça geniştir.
Bu genişlik işlenmiş parçada 10-12 mm kadardır.

Metra ve J. Radley dökümlerinde D-tipi grafitli bölgenin geniş seçilmesinin
nedeni, kalıpta ısı iletkenliği düşürmesine rağmen çalışma bölgesinde A ve
C tipi grafitlerin oluşumunu önleyerek grafit düşmesinden ortaya çıkacak
bir boşluğu engellemek olduğu anlaşılmaktadır.

Ferro Dökümde yapılan dökümlerin birbirleriyle yapılan mukayesesinde en
iyi mikroyapıya sahip olan dökümün 2 no.lu deneyde elde edilen parçada
olduğu anlaşılmıştır. Bu parçada D+ince A-tipi grafitli bölge kokil yüzeyin-
den 10-13 mm kadar iç bölgeye doğru uzanmaktadır. Bu dökümün a' ve b'
bölgelerinin sahip oldukları metallografik yapı ve grafit şekilleri, Şekil 4'
den görüleceği üzere, a' bölgesinde tamamen D-tipi grafitli ve ferritik bir
matriste olup, b' bölgesinde A+C-tipi grafitli ve % 10 perlit içeren ferritik
matristedir.

Bu gözlemler ve incelemeler sonucu, gerek şişe imalatı sonrası, gerekse ka-
lının hazırlanması sırasında pürüzlü yüzey veya gözenek diye isimlendirilen

hataların mikroporositeden veya dökümün kendini çekmesinden kaynaklanmadığı anlaşılmaktadır. Deneysel veriler bu hataların, işleme sırasında işlenen bölgenin kaba grafitli bir yapı içerdiği, yani işlemenin b' bölgesinde olması sonucu, bu bölgedeki kaba grafitlerin yerlerinden oynatılması neticesinde meydana geldiğine işaret etmektedir. Bu arada, belli bir süre imalat yapıldıktan sonra, pürüzlü yüzey olarak isimlendirilen kalıplardaki hataların ise, cam ile temas eden bölgedeki grafitlerin oksitlenmesinden ve/veya kalıbın tamir ve temizlenmesi sırasında grafitlerin düşmesinden meydana geldiği düşünülebilir. Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de belli bir süre kullanıldıktan sonra, pürüzlü yüzey olduğu için kullanılmayan kalıp üzerinde yapılan incelemeler bu düşünceyi doğrular mahiyettedir (Şekil 10).



Şekil 10: Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'den gelen kalıp yüzeyi kullanılmış, Dağlanmış, 200x

D tipi grafitin oluşumunu etkileyen en önemli parametre katılaştırma anındaki altsoğutmanın miktarıdır. Altsoğutmayı etkileyen parametreler ise bileşimin karbon eşdeğeri, manganez/kükürt oranı, aşırı ısı, soğuma hızı ve aşılama hızıdır. Tablo V'de yapılan deneylerle ilgili olarak bu parametreler teori ve deneylerin mukayesesi gayesiyle ortaya konmuştur. Tablo'da ayrıca bu mukayeseye ışık tutması yönünden J. Radley ve Metra dökümlerine ait verilere de yer verilmiştir.

Görüldüğü üzere, teori ve deney arasında tam bir uyum vardır. CE'nin düşmesi D-tipi grafitli bölge genişliğini artırmaktadır; yüksek Mn/S değeri D-tipi grafiti teşvik edicidir. Yüksek sıcaklıkta, yani aşırı ısıda yapılan döküm-

lerde daha geniş D-tipi grafitli bölge elde edilmiştir. Bu tablo'da soğuma hızı ile ilgili tam bir mukayese yapılmamıştır. Ancak, tüm dökümler kokil yüzeyine yapıldığında soğuma hızının yüksek olduğu kabul edilmelidir. Tabiiyatıyla, kokil kalınlığı soğuma hızını etkileyen bir parametredir, ancak, tüm deneylerde bu sabit tutulmuştur. Keza, dökümlerde aşılama yapılmadığından aşılama tabloda ayrı bir parametre olarak gösterilmemiştir. Ferro Döküm dökümleriyle yapılan mukayesede bir diğer önemli husus, J. Radley ve Metra dökümlerinde S ve P miktarının oldukça düşük olduğudur. Karabük pikinde fosfor miktarının yüksek olduğu düşünüldüğünde şarj malzemesi olarak düşük fosforlu hurda, örneğin çelik hurdasının kullanılması faydalı olur görülmektedir. Yüksek görülen kükürt miktarı da keza bu yöntemle düşürülebilir.

Tablo V: Altsoğutmaya etki eden parametrelerle ilgili deneysel bulgular.

Deney No.	T	ΔT	CE	S	Mn/S	P	D-Gr. Bölge
1	1470	↑	4.09 ↓↓	0.038 ↓	21 ↑	0.050 ↑	15 mm
2	1470	↑	↔ 4.17	0.028 ↓	21 ↑	0.039 ↓	13 mm
3	1470	↑	4.31 ↑↑	0.059 ↑↑	11 ↑↑	↔ 0.044	5 mm
4	1350	↓	4.31 ↑↑	0.059 ↑↑	11 ↑↑	↔ 0.044	2 mm
J. Radley			↔ 4.17	0.028 ↓	27 ↓	0.027 ↓	Geniş
Metra			↔ 4.21	0.032 ↓	26 ↓	0.026 ↓	Geniş

SONUÇ

Bu çalışmada cam kalıplarında görülen ve Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları Topluluğunda gözenek olarak tanınan boşlukların, ergitme, döküm ve katılaştırma pratiğinden kaynaklanabilecek hatalarının nedenlerinin ortaya konması ve bunların ortadan kaldırılması ile ilgili araştırma rapor edilmiştir. Bulunan sonuçlar şunlardır:

1. Söz konusu boşluklar katılaşma sırasındaki gaz teşekkülü ve kendini çekmeden değil, yapıdaki D-tipi grafitli bölgenin yetersiz kalmasından kaynaklanmaktadır.
2. D-tipi grafitli bölge yeterli genişlikte olmalıdır, öyleki, kalıp işlendikten sonra camla temas eden yüzeylerde A-tipi grafitler bulunmamalıdır.
3. Grafit yapısı D-tipi olarak tutturulması yanında kalıbın ömrünün artırılması için: a) Yapıdaki grafitlerin yerlerinden oynatılmayacak şekilde işlenmesi, b) Kullanım sırasında grafitlerin oksitleyici şartlara mümkün olduğu kadar az maruz bırakılması, c) Dizaynın hızlı soğumaya elverişli olması, d) Malzemenin uygun alaşımdan seçilmesi gerekir.
4. D-tipi yapının elde edilmesi için katılaştırmanın altsoğutma sağlanarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
5. Altsoğutmayı kontrol eden parametreler döküm sıcaklığı veya aşırı ısı, soğuma hızı, bileşimdeki C, Si, Mn, S, Mn/S oranı ve aşılama hızıdır.
6. Deneysel çalışmalarda grafit yapısının ve genişliğinin tutturulması ile ilgili olarak teori ve deney arasında tam bir uygunluk bulunmuştur.
7. Ferro Döküm dökümleriyle dış kaynaklı dökümler arasında yapılan mukayesede bu dökümlerde S ve P miktarlarının düşük, Mn/S oranının yüksek, CE'nin daha düşük olduğu bulunmuştur. Bu şartlar altsoğutmayı teşvik edici hususlardır.

REFERANSLAR

1. M. Başaran, Döküm Teknolojisi ve Katılaştırma, 3. Ulusal Metalurji Kongresi, ODTÜ Ankara, 1979, s. 312.
2. M.C. Flemings, Solidification Processing, Mc Graw-Hill, 1970.
3. C.K. Donoho, Solidification of Cast Iron, Symposium on solidification, AFS, 1961, pp. 27-29.

4. Heine, Loper, Rosenthal, Principles of Metal Casting, Mc Graw-Hill Book Company, 1967, p.582.
5. R.H. McSwain, C.E. Bates, Surface and Interfacial Energy Relationships Controlling Graphite Formation in Cast Iron, The Metallurgy of Cast Iron, Georgi Publishing Company, 1975, pp. 423-440
6. H. Fredrikson, S.E. Wetterfall, A Study of Transition from Undercooled to Flake Graphite in Cast Iron, The Metallurgy of Cast Iron, Georgi Publishing Company, 1979, pp.277-288.
7. K.M. Muzumdar, J.F. Wallace, Effect of Sulfur in Cast Iron, AFS Transactions, Vol. 81, 1973, pp.412-423.
8. C. Yoshida, I. Sakamoto, K. Yoshikawa, The Effect of the Solidification Rate, Sulfur and Titanium Contents on the Graphite Structure in Unidirectionally Solidified Cast Iron, The Iron and Steel Institute of Japon, Vol.25, 1985, pp.40-49.
9. J.F. Wallace, Influence of Minor Elements Including Sulfur on the Morphology of Cast Irons, Proceeding of the Second International Symposium on the Metallurgy of Cast Iron, May 29-31, Geneva, 1974, pp.583-602.
10. R.L. Naro, J.F. Wallace, Minor Elements in Gray Iron, AFS Transactions, Vol. 78, 1970, pp.229-238.
11. I.F. Ensor, Glass Technology, 1970.

U-ALEVLİ FIRINLARDA ÜRETİMDE GÖRÜLEN AFİNASYON HABBESİNİN AZALTILMASI

Ümit ÖZER

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.'nin 4 no'lu fırın üretiminde görülen yoğun afinasyon kaynaklı habbelerin azaltılması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

U-Alevli 4 no'lu fırınımızda, sıcak nokta sabitliğinin tam sağlanamaması, bubbler mevcudiyeti, haddeleme viskozitesine erişebilmek amacıyla çalışma havuzunda camın LPG veya motorin yakılarak ısıtılması gibi afinasyon ve reboil kaynaklı habbe oluşturacak temel etkenler mevcuttur.

Çalışmalar, üretimi kalite ve randıman yönünden olumsuz etkilemeyecek şekilde, $CaSO_4$ miktarının kontrollü değiştirilmesi, harman içindeki cam kırığı oranının yükseltilmesi, CaO ve MgO miktarlarının artırılması ve fırında bubbler hizasında yan blok üstünden bek yakılması şeklinde sürdürülüp, habbe yönünden sonuçları sergilenmiştir.

Yan blok üstünden yakılan beklerle, habbe miktarını, kalite yönünden etkin olmayan, asgari değere indirmenin mümkün olacağı sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

Bu çalışma Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 4 no'lu fırın üretimini, kalite yönünden olumsuz etkileyen habbelerin azaltılması amacıyla yapılmıştır.

Habbelerin azaltılması ile ilgili çalışmalara geçmeden önce fırınımızın tanıtılması, yanma sistemleri, cam akımları hakkında kısaca bilgi aktarmak istiyorum.

Fırın yanma sistemi, cam akımları tanıtılarak, habbe oluşumuna neden olan etkenler değiştirilip sonuçları sergilenmiştir.

2. FIRININ TANITILMASI

4 no'lu fırınımız 127.0 ton füzyon kapasiteli, U-Alevli (arkadan ateşlemeli), 2 portlu, 2 seksiyonlu, spoutlu bir fırındır. Kemer, üstyapı, 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/Gün
Özgül yakıt sarfiyatı	: 162 gr/kg cam
Fırın basıncı (Cam seviyesi)	: 0.20 mm SS
Sıcaklık dağılımı	: 1. seksiyon kemer : 1470°C 2. seksiyon kemer : 1500°C 1. seksiyon optik : 1480°C 2. seksiyon optik : 1510°C Fırın tabansıcaklığı: 1200°C (Paving altı)
Şarj sistemi	: Fırının sağ ve sol tarafında 1'er adet palet tipli şarjör, seviyeye bağlı olarak aynı anda devreye girip çıkarlar.

3. YANMA SİSTEMİ

U-Alevli fırında sağ ve sol tarafta 1'er adet port mevcuttur. Her port altında 3'er adet fuel-oil beki yakılır. 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 (Kompresör havası 2.0kg/cm²). Yakıt, bek ucunda 2.6° viskozite olacak şekilde, ısıtılır. Bek içinde yakıt ve hava türbülötörden geçer. Bek ejektör açıklığı 4 mm'dir. Alev formu

dinlenme geçiş duvarına çok hafif temas edecek şekilde, fırının 2/3'nü kaplayacak ve bubbler hattında sıcak nokta teşkil edecek şekilde düzenlenir.

Yakıt-yakma havası oranlayıcısı vardır. Yapılan gaz analizleri ile yanma koşulları istenilen duruma getirilir.

Rejeneratör giriş sıcaklığı : 1260/1200°C

Rejeneratör ıkış sıcaklığı : 650/450°C

Sekonder rejeneratör sistemi vardır.

4. CAM AKIMLARI

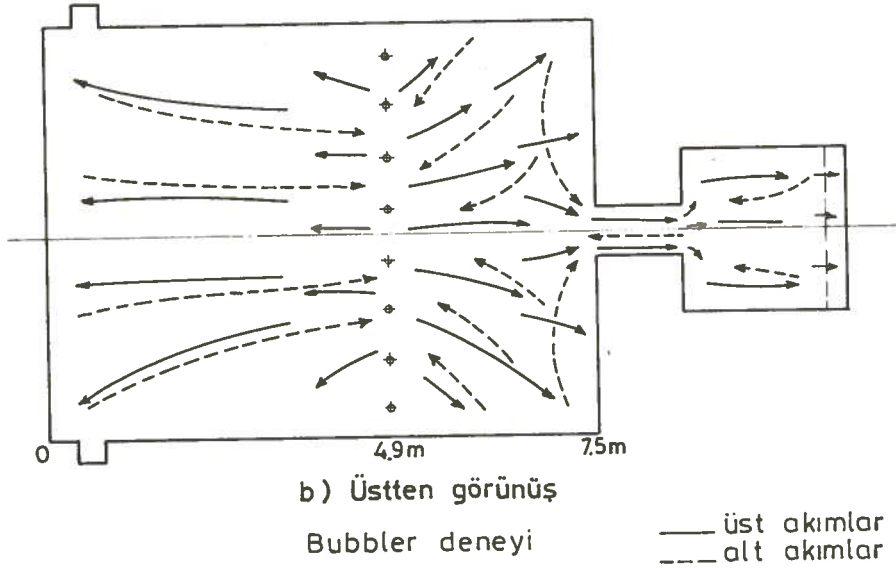
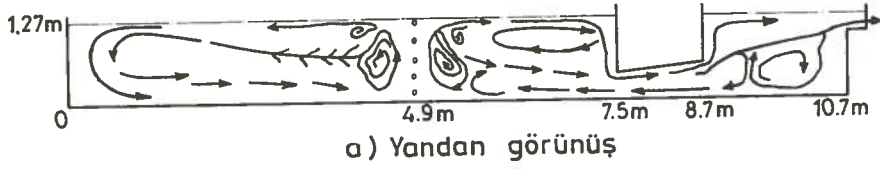
Fırının sağ ve solundan seviyeye bağlı olarak duraklamalı şarj edilen harman, fırın içine dağılarak bubbler hattını geçmeden erir (Şekil 1). Bubbler hattı civarında köpük mevcuttur. Dinlenme geçiş alın duvarına doğru ayna teşekkülü görür.

Çekişe bağlı olarak bubbler hattına doğru ilerleyen harman hattının altından ters yönde cam akımı portlara doğru ilerler ve tekrar tabandan bubbler hattına doğru (sıcak nokta) yönelir. Burada sıcak noktanın termik ve bubblerin mekanik etkisi ile cam yüzeyine doğru yükselerek ileriye ve geriye doğru dağılır.

Bubbler sonrası cam akımları çekişe bağlı olarak spout'a doğru yönlendirirken, bir kısmı da tabandan dönerek tekrar bubbler hattına gelmektedir.

Çalışma havuzuna gelen akımların bir kısmı çekişe bağlı olarak cam seviyesinin 20-30 cm altından makinaya doğru çekilirken bir kısmı da tabana inerek spout'a doğru yönlendirilir.

Harmanda yapılan herhangi bir değişiklik 8 saat sonra üretimi etkilemeye başlar.



Şekil 1.

5. OLUŞAN HATALAR

Üretimde habbe ve habbecik şeklinde isimlendirilen hatalar görülmüştür.

Habbe: Camda bulunan yuvarlak veya oval şeklinde ve uzun boyutu 5 mm'den küçük 1 mm'den büyük olan patlamış veya patlamamış halde bulunabilen gaz boşluğudur.

Habbecik: Camda bulunan yuvarlak veya oval şeklinde uzun boyutu 1 mm veya daha küçük olan gaz boşluğudur.

Miktar bakımından zaman zaman çok yoğun görülen bu habbe hatalarından üretim etkilenmiş ve hatta hatayı belirgin gösteren bazı desenlerle

(10 no, 14 no, 9 no, 18 no, v.b.) üretim yapılamamıştır.

Cam plakaları üzerinde habbeler dağınık durumda oluşmakta ve genelde cam kesitinin ortasında bulunmaktadır. Zaman zaman yüzeyde açık habbe şeklinde görülmektedirler. Bu tür habbeler boyut yönünden 5 mm'den daha büyük olmaktadır.

Üretim ve habbe miktar tablosu:

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfiyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Toplam Habbe Miktarı m ²	Top. Or. Habbe %	Habbecik %
22.9.84	70.4	168.0	17	165.900	40	60
23.9.84	72.8	157.5	17	130.000	14	86
24.9.84	69.2	166.1	17	145.700	38	62

6. ARAŞTIRMALAR

Öncelikle çalışmalar üretimde görülen habbelerin (Habbe + habbecik) kaynağının tespiti üzerine sürdürülmüştür. Reboil ve afinyon kaynaklı habbelerin değişen oranlarda üretimde görülmesi, habbeye neden olan etkenlerin teşhis ve uygulama çalışmalarını zorlaştırmış ve zamanı uzatmıştır.

Araştırma No.: 1

Araştırma Müdürlüğünün konu ile ilgili çalışmalarından elde edilen bilgilere göre habbelerin reboil kaynaklı olduğu (SO_3) tespit edilmiştir.

Bilindiği gibi SO_3 'ün camdaki çözünürlüğü azaldıkça reboil olasılığı da azalacağından ilk etapta harman redoks sayısının +27'den +20'ye düşürülmesine; bu amaçla $CaSO_4$ miktarının 13.159 kg'dan (550 kg kum için) 9.921 kg'a indirilmesine karar verilmiştir.

Bu uygulama 24.9.1984 günü saat 22.30'dan itibaren başlamıştır.

Üretim ve habbe miktar tablosu:

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfiyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Top. Habbe Miktarı ₂ Adet/m ²	Top. Habbe %	Oranlar Habbecik %
25.9.84	70.0	168.0	17	161.600	36	64
26.9.84	70.4	166.3	17	121.100	10	90
27.9.84	69.7	168.0	17	115.400	20	80
28.9.84	72.2	165.1	17	106.600	12	88
29.9.84	66.1	180.3	17	129.000	17	83

Araştırma No.: 1 üretimdeki habbe miktarına fazla etkili olmamıştır.

Araştırma No.: 2

Reboil kaynaklı habbelerin azalması yönünden afinasyon maddesi olarak CaSO_4 kullanmayıp, yerine CaF_2 kullanılmasına geçilmiştir (550 kg kum için 4.816 kg flourspat). Harman redoks sayısında +16.0'den -1.2'ye düşmüştür. CaSO_4 'ten kaybedilen CaO miktarı, kalsit kilosuna ilave edilmiştir.

Uygulamaya 3.10.1984, saat 22.00'den itibaren başlanılmıştır.

Üretim ve habbe miktar tablosu:

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfiyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Top. Habbe Miktarı ₂ Adet/m ²	Top. Habbe %	Oranlar Habbecik %
3.10.84	71.3	170.4	17	165.300	20	80
4.10.84	53.1	187.8	17	243.600	13	87

Araştırma No.: 2 Habbe miktarına etkili olmamıştır.

Araştırma No.: 3

Fırın izabe koşullarını iyileştirmek ve sıcak nokta sonrasında ayna teşekkül ettirerek camın yüzey gerilimini azaltıp, afinyasyonu kolaylaştırmak için harman içindeki cam kırığı oranı yükseltildi (% 50 cam kırığı). 27.2.1985'de uygulamaya geçildi.

Üretim ve habbe miktar tablosu:

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfıyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Top. Habbe Miktarı Adet/m ²	Top. Habbe % Habbe	Oranlar Habbe % Habbecik
28.2.85	73.4	159.1	50	148.400	5	95
1.3.85	73.9	158.1	50	140.400	3	97
2.3.85	72.8	170.3	50	139.200	3	97
5.3.85	72.9	163.1	50	159.200	3	97
6.3.85	71.8	162.0	50	132.800	4	96

Araştırma No.: 3 Toplam habbe miktarındaki değişkenlik azaldı ve habbeler boyut olarak küçüldü.

5.3.1985 Tarihinde Uygulanan Cam Terkibi

SiO ₂	70.75.....	70.34
Al ₂ O ₃	1.04.....	1.04
Fe ₂ O ₃	0.14.....	0.14
TiO ₂	0.18.....	0.19
CaO.....	10.07.....	9.92
MgO.....	3.41.....	4.08
Na ₂ O.....	13.97.....	13.92
K ₂ O.....	0.06.....	0.10
SO ₃	0.27.....	0.27

Araştırma No.: 4

Araştırma Müdürlüğü ile yapılan toplantı sonucu (5 Şubat 1985) cam terkinde SiO_2 yerine toprak alkali oksitleri artırmak ve MgO/CaO oranını 0.41 civarında tutarak erime şartlarını rahatlatmak kararına varılmıştır.

8.3.1985, saat 19.30'da uygulamaya geçildi.

Üretim ve habbe miktar tablosu:

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfiyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Top. Habbe Miktarı ₂ Adet/m ²	Top. Oranlar Habbe %	Habbecik %
11.3.85	73.6	160.1	50	169.600	4	96
13.3.85	71.4	166.9	50	130.400	4	96
18.3.85	72.0	161.6	50	167.600	7	93

Araştırma No.: 4 İstenilen sonuç elde edilemedi.

Araştırma No.: 5

Afinasyonu iyileştirmek için yapılan işlemler sonucunda, üretimde habbe miktarının azaldığı gözlemlendiğinden, çalışmalar, fırın izabe koşulları üzerine yoğunlaştırılarak, harman erime hattı, alev formu, sıcak nokta sabitliği gibi etkenler incelendi.

Şarjörlerde sürekli çalışmaya yakın bir şarj elde edebilmek için şarj paleti kurs boyu ayarı ve harman besleme şiber ayarı yapılmasına rağmen harmanın şarj sırasında fırın içinde ilerlemekte olduğu ve hatta brüt çekişe bağlı olarak zaman zaman sıcak noktayı geçtiği seviye sinyaline bağlı olarak şarj kesildiğinde harman ilerlemesinin azaldığı ve sıcak noktaya gelmeden harmanın tamamen eridiği gözlemlendi.

U-Alevli fırınlarda, alev formunun sabitliğini temin etmenin güçlüğü,

harman erime hattına da bağlı olarak sıcak noktanın yer değiştirmesine neden olmaktadır. Yapılan sıcaklık ölçümleri sonucunda sıcak noktanın 1. seviyeye doğru kaydığı ve bu nedenle harman erime hattının değiştiği ve çekişe bağlı olarak zaman zaman harmanın sıcak noktayı geçtiği tespit edilmiştir. Alev formlarının değişikliği, harman erime hattının ilerlemesi gibi etkenler sonucunda fırında net ayna teşekkülü sağlanamamaktadır. Dinlenme duvarına doğru cam yüzeyinde hafif köpüklü ayna teşekkülü olduğu gözlenmektedir.

Bu sorunların azaltılabilmesi için 19.3.1985 tarihinde saat 10.30'da sıcak nokta hizası yanblok üstünden sağ ve sol taraftan 1'er adet LPG beki yakılmaya başlandı.

Bu işlem sonucunda sıcak nokta sabitliğinin sağlanarak harman ilerlemesinin durdurulduğu sıcak nokta sonrasında yüzey geriliminin azalması sonucu net ayna teşekkül ettiği gözlemlendi. Spout girişindeki taban cam sıcaklığı da 5-10°C yükseldi.

Tarih	Brüt Çekiş Ton/Gün	Özgül Yakıt Sarfıyatı Gr/kg cam	Cam Kırığı %	Top. Habbe Miktarı ₂ Adet/m ²	Top. Habbe % Oranlar Habbe %	Oranlar Habbecik %
21.3.85	73.3	131*	50	115.200	7	93
22.3.85	62.8	164.3*	50	58.800	9	91
25.3.85	72.1	162.2*	50	79.200	7	93
28.3.85	70.6	158.8*	50	76.400	4	96
7.4.85	74.5	135.5*	50	94.000	10	90
12.4.85	72.5	160.0	50	76.800	6	94
28.5.85	64.9	162.0	50	23.200	21	79
21.6.85	67.1	169.7	50	28.400	14	86
23.6.85	67.6	173.2	50	29.200	15	85

* LPG ölçme imkanı olmadığından yalnız Fuel-Oil değeri verilmiştir. Araştırma No.: 5 Habbe miktarı, kalite yönünden etkin olmayan değere indirilmiş ve her türlü desenin üretimi sağlanmıştır.

7. SONUÇ

U-Alevli fırınlarda sıcak nokta sabitliğini sağlayarak harman, köpük, ayna hatlarının kararlılığını temin etmek oldukça zordur. Bubbler hattı hizasından yakılan beklerle özgül yakıt sarfiyatı artırılmadan üretimdeki habbe miktarının azalmasını temin etmek mümkün olmaktadır.

İZABE FIRINLARINDA DOĞAL GAZ KULLANILMASI

Ahmet T. ÖNER - İlhan PEKER

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

1. AMAÇ

1984 yılı başından bu yana Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de doğal gaz kullanılmaktadır. İşletme halindeki bir fırında fuel-oil'den doğal gaza geçiş yapılmıştır. Soğuk onarımı takiben yakma sistemi ve ateşleme düzeni dünyadaki en yaygın ve gelişmiş teknolojiye göre değiştirilecektir. Topluluğa dahil şirketlerde gelecekte doğal gaz kullanımını mümkün kılacak ekonomik ve teknik koşulların ortaya çıkması olası görülmektedir. Bu nedenle yaşanmış olayların, varılan sonuçların, yapılacak değişikliklerin derlenerek tebliğ haline getirilmesi amaçlanmıştır.

2. DOĞAL GAZIN KISA TANITIMI

Doğal gaz petrol gibi milyonlarca yılda; çok yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalmış organik maddelerin çürümesi ile oluşmuştur. Bileşiminin esası metandır (CH_4). Bünyesinde fuel-oil'e kıyasla kükürt eser mertebede, vanadyum penta oksit (V_2O_5) ise hiç yoktur. Fuel-oil'in atomizasyon ile zerrelere ayrıtılıp yakılmağa çalışılmasına karşılık doğal gazda böyle bir ihtiyaç yoktur.

2.1. Çeşitli Doğal Gazların Kimyasal Bileşim ve Isıl Değerleri

(Bkz. Tablo 1)

Tablodan da görüleceği gibi Hamitabat doğal gazı, metan oranı yaklaşık % 95.0 olan yüksek ısıl değerlikli bir gazdır.

2.2. Doğal-Gaz Yanma Süreci

Gazın yakılması sırasında genellikle 2 tür alev temin edilebilir.

Tablo 1: Çeşitli doğal gazların kompozisyonu ve ısı değerleri.

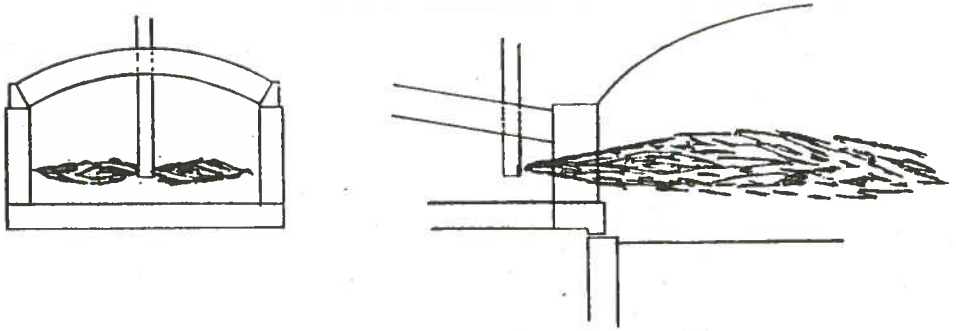
Doğal Gaz Analizi	8. ALMANYA			HOLLANDA		FRANSA			KÜZEY İTALYA		A.B.D.		SSCB		TÜRKİYE
	Bentheim	Rehden	Lastrup	De Lier	Slochteren	LACQ		Sahara	Ravenna	Lurin	Pennsylvania	Kali-fornia	Saratow	Hamitabat	
						Ham	Rafine								
CH ₄	89.7	74.7	83.0	88.0	81.3	69.5	95.9	81.3	99.6	93.5	84.4	77.5	93.1	94.8-93.4	
C ₂ H ₆	1.2	-	14.0	9.6	3.5	5.6	3.7	13.4	0.1	6.1	15.8	16.0	4.0	5.8-4.3	
CO ₂	2.0	18.0	0.5	0.1	0.8	9.6	-	0.5	-	0.1	-	-	0.6	1.1-0.08	
CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N ₂	6.6	7.2	2.5	1.4	14.4	-	0.4	4.8	0.4	0.3	0.8	6.5	2.3	1.5-0.7	
H ₂	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂ S	0.5	-	-	-	-	15.3	-	-	-	-	-	-	-	-	
Üst Isıl Değeri (kcal/Nm ³)	8850	-	10300	9960	7960	8780	9780	11040	9490	10010	-	-	9640	9500-10000	
Alt Isıl Değeri (kcal/Nm ³)	7950	6250	9630	-	-	7900	8800	9990	-	-	9087	8448	8680	8700-9000	
Alev Hızı (Cm/s)	27	27	< 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Özgül Ağırlık Dranı dv=ds/1.243	0.59	0.59	0.69	0.64	0.64	0.80	0.58	0.72	-	-	0.60	-	0.60	-	
Wobbe Sayısı	11600	11600	12400	12450	9960	9720	12800	12000	-	-	10900	-	12400	-	

Bunlar ön-karışımli (pre-mixed) ve yayınımlı (diffusion) alevlerdir.

Ön karışımli alevler genellikle; tavlama tünellerinde (annealing lehrs), alevli son işlemlerde (fire finishing) ve forehearth beklerinde; yayınımlı alevler ise cam izabe fırınlarında kullanılır.

Fuel-Oil Alevi: Genelde fuel-oil'in zerrelere haline getirilip yakılması söz konusudur. Atomizasyon ya da püskürtme denilen bu işlemle fuel-oil zerrelere ayırılıp yakılarak parlak bir alev elde edilir.

Atomizasyon ile fırın içerisine püskürtülen yakıt zerrelere önce ısınırlar, bu sırada daha uçucu olan hidrokarbonlar buharlaşır ve geriye bir karbon iskelet kalır. Buharlaşan hidrokarbonlar derhal yanarlar, karbon iskeletin yanması ise daha uzun sürer. Bunlar akkor halinde karbon parçacıkları haline gelerek fuel-oil alevine parlaklığını, görünür ışık verme özelliğini sağlarlar (Şekil 1).



Şekil 1.

Doğal Gaz Alevi: Gaz ve havanın buluşması ile yanma başlar ve hızla tamamlanır. Bu yüzden doğal gazda yanma hızını kontrol eden en önemli faktör hava ile yakıtın fiziksel karışı-

mıdır. Gaz ve hava akımları arasında oluşan türbülanslı karışma ile yayınımlı alev elde edilir.

Birçok literatürde şeffaf (transparent) alev ışınımı (radiation) ile cama % 3 kadar daha fazla ısı iletildiğinden söz edilmektedir. Bunun anlamı gaz alevi, parlak (luminous) hale getirilip fuel-oil alevine benzetildiğinde cama % 3 daha az ısı iletimi olacaktır. Oysa dünya üzerindeki cam fırınlarındaki uygulamalarda doğal gaz, çoğunlukla parlak alevle yakılmaktadır (Şekil 2).

Yabancı cam firmaları işletmecileri ve uzmanlarla yaptığımız görüşmelerde şeffaf alev (nonluminous, transparent) kullanan cam fırını olduğunu belirtten cevap alınamamıştır.

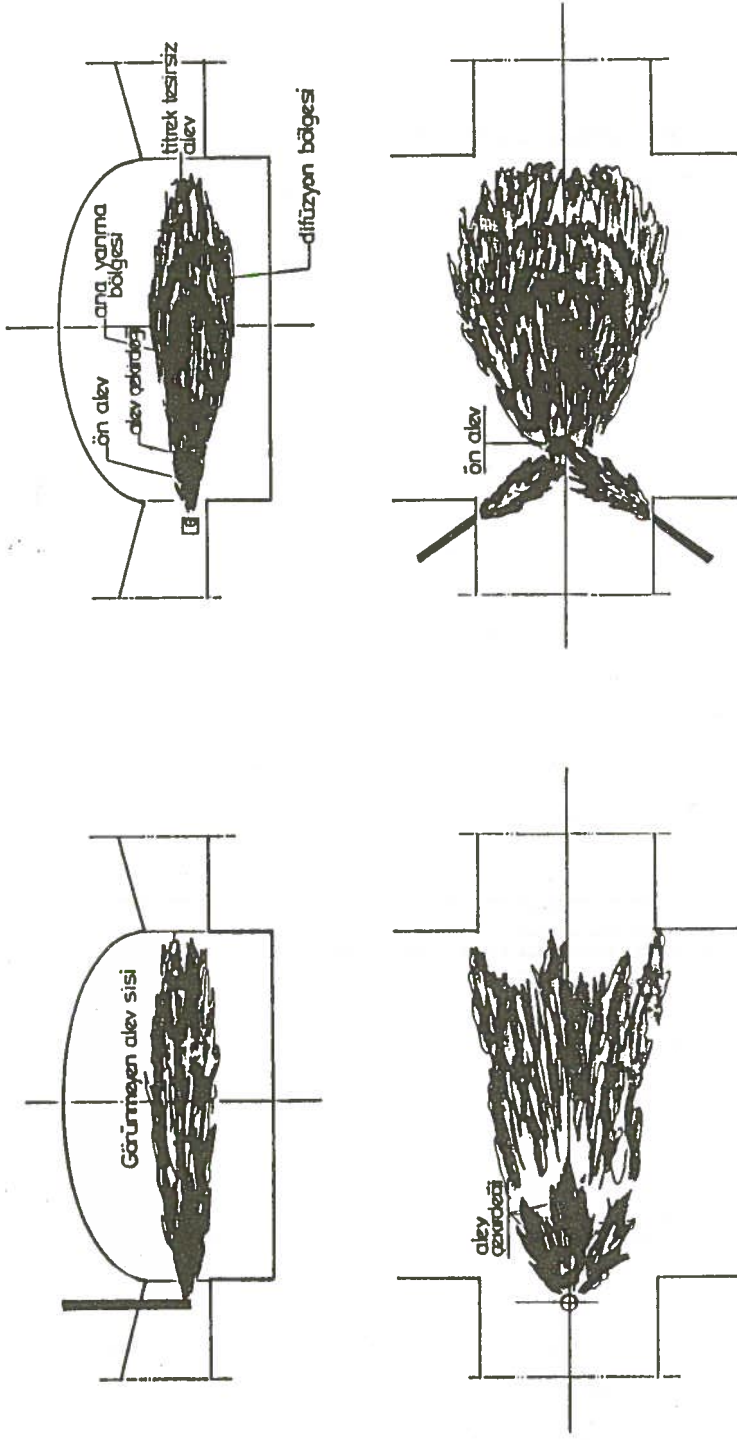
Doğal gazda parlak alevin (luminous) temini için aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır.

- . Gazın oksijensiz bir ortamda 1000°C sıcaklıkta metanın kramkingine imkan verecek şekilde beslenmesi (uygun bek, port boynu ve rejeneratör hücresi tasarımlarıyla),
- . Gazın içinde akkor hale geçebilecek karbon zerrelerinin temini (Motorin, fuel-oil püskürtmek) ile olmaktadır.

3. İZABE FIRINLARINDA CAMA ISI İLETİM MEKANİZMASI HAĞKINDA KISA BİLGİ

Bilindiğı gibi alevden cama ısı iletimi büyük ölçüde ışınım (radyasyon) olmaktadır. Ergimiş haldeki cam banyosunun üst yüzeyinden daha alt tabakalara radyoaktif kondüksiyonla ısı iletildiğı görüşü yaygındır.

Parlak alevin görünürlüğünü sağlayan akkor haldeki karbon parçacıkları



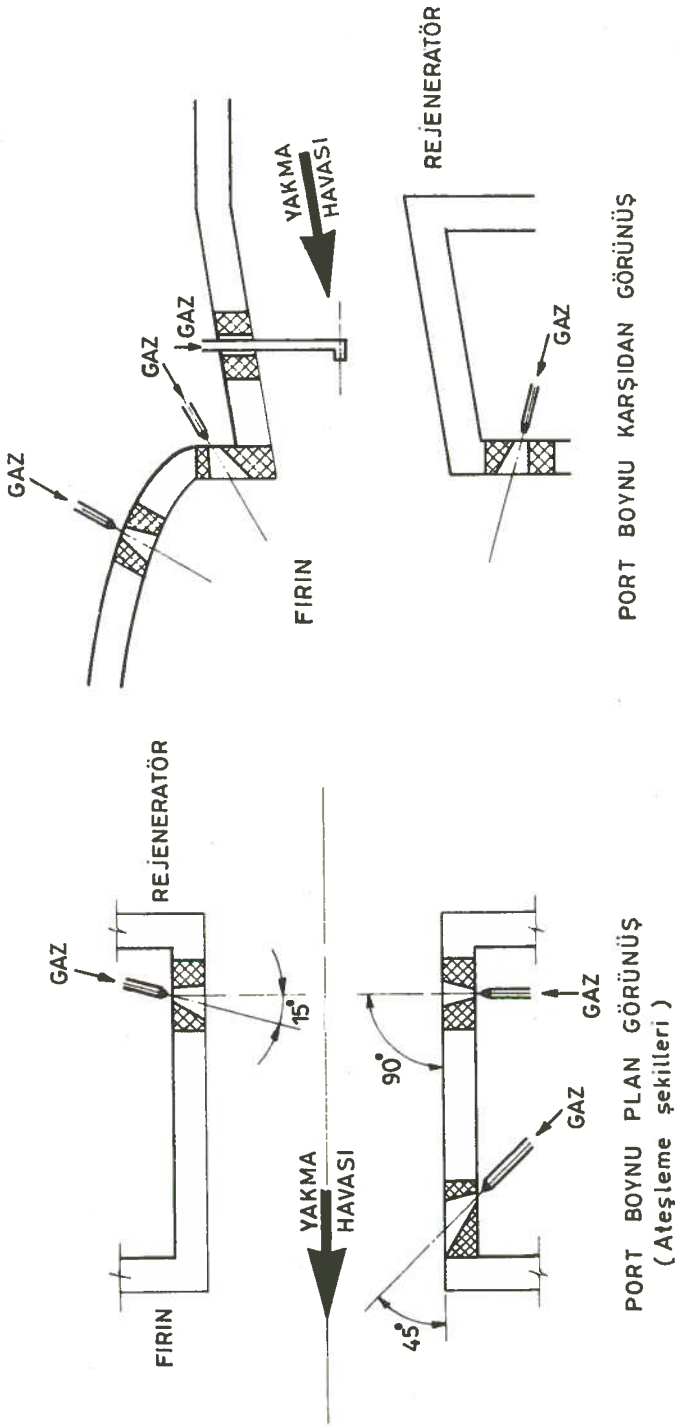
a) Şeffaf gaz alevi:

(Gaz, fırın içine jet huzmesi şeklinde beslenmektedir). Irakya Cam Sanayii A.Ş.'deki mevcut uygulama

b) Parlak gaz alevi:

(Gaz fırına "Converging Jet" tipi beklerle beslenmektedir). Irakya Cam Sanayii A.Ş.'deki yeni uygulama

Şekil 2: Doğal gaz alevi.



PORT BOYNU KARŞIDAN GÖRÜNÜŞ

PORT BOYNU PLAN GÖRÜNÜŞ
(Ateşleme şekilleri)

Şekil 2c.

gri madde gibi davranırlar, geniş bir spektrumda radyasyon yayarlar. Sıcaklık arttıkça maksimum ışım şiddeti kızılötesi bölgeden, görünür bölgeye kayar, sonuçta alev görünebilir hale gelir.

Parlak bir alev; cama ve fırın kemerine bütün dalga boylarında ışınım yaydığı gibi üst yapı ve kemer refrakterlerinden yansıyan enerjinin büyük bir kısmını yutar. Bu nedenle cama ısı iletilmesi doğrudan alevin kendisindedir.

Parlak olmayan alevde ise akkor haldeki karbon parçacıkları yoktur. Burada CO_2 ve H_2 molekülleri tarafından dar bir spektrumda ve görünür olmayan bölgede ışınım yayılması söz konusudur. Şeffaf alevde üst yapı ve kemere ulaşan radyasyonun yansıtılan kısmı bütün dalga boylarına yayılmış olacağından yutulmaksızın cama ulaşabilir.

Böylelikle cama iletilen ısı enerjisinin % 3 kadar daha yüksek olduğu model çalışmalara dayanılarak ileri sürülmektedir. Bu avantaja rağmen cam izabesinde şeffaf alev tercih edilmez. Bunun bilinen iki nedeni vardır.

- . Cama olan ısı iletiminin büyük bir kısmının doğrudan alevden olması tercih edilmektedir.
- . Şeffaf alevin kontrolü zordur. Farkına varılmadığı takdirde üst yapıda ve rejeneratörlerde sıcaklıkların aşırı yükselmesine yol açacağı, böylece fırın ve rejeneratör tahribinin artacağı, kampanya ömrünün kısaltacağı ileri sürülmektedir.

4. TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş. DOĞAL GAZ UYGULAMASI

4.1. Projelendirme

31.1.1983'de TPAO ile Trakya Cam Sanayii A.Ş. arasında imzalanan, doğal gaz kullanımına yönelik anlaşmanın 11.2.1983'de nihai şeklini

almasından sonra proje çalışmaları başlamıştır.

Basınç düşürme istasyonları için gerekli donanımlar 20.1.1984'de tesise ulaşmıştır. 1984 Şubat ayı içinde montaj ve test çalışmaları tamamlanarak, doğal gaz yakma denemeleri için hazır hale gelmiştir.

Port boynu yan duvarları delinemediğinden yaygın bir şekilde kullanılan "Converging Jet" tipi beklerin kullanılması mümkün olamamıştır. Mevcut fuel-oil beklerine benzer tipte yukarıdan port içine salınan bek tipi ilke olarak kabul edilmiştir.

(2xØ1"+1xØ3/4")'lik 3 nozullu olarak imal edilen bu bek ile şeffaf (transparent) bir alev temin edileceği öngörülmüştür (Şekil 2b).

4.2. Doğal Gaza Geçiş (Şekil 3)

Fırın Portlarına Kadar Tesisatın Denenmesi ve Gazın Yakmaya Hazır Duruma Getirilmesi:

- . Trakya Cam Sanayii A.Ş. ana istasyon girişinde "FLARE" de 2 gün süreli gaz yakılarak hattaki su ve tozun dışarı atılmasına çalışılmıştır.
- . Hamitabat kuyu başında sık sık çiy noktası (dew-point) ölçülerek gaz içinde su olup olmadığı kontrol edilmiştir. Çiy noktasının (-5, -6)^oC'den düşük olması önerilmiştir.
- . Trakya Cam Sanayii A.Ş. ana istasyon girişine konan "SIVI TUTUCU"dan önemli ölçüde su atıldı. Böylelikle gazla beraber sürüklenen sıvının cihazlara zarar vermesi önlenmiştir.
- . Başlangıçta Trakya Cam Sanayii A.Ş. ana istasyon 1. kısmı by-pass edilerek doğrudan 12 barlık 2. kısımdaki filitrelere

girilmiş, böylece 38 km'lik boru hattından çeşitli nedenlerle gelebilecek toz, kaynak cürufu vb. maddelerin ekipmanlarda arıza ve hasar oluşturması önlenmiştir.

- . Basınç düşürücüleri, emniyet vanaları vb. cihazlar istenilen set değerlerine ayarlanarak gazın emniyetli bir şekilde fırın çevresine beslenmesi sağlanmıştır.
- . Fırın çevresinde sol manifolda bağlı test vanasından gaz alınarak dışarıda bek yakma denemesi yapılmış, alev formu ve gaz debisi tatminkâr görüldüğünden fırın içindeki yakma denemelerinin başlatılmasına karar verilmiştir.

4.2.2. Doğal Gaz Beklerinin Fırında Yakılması (Şekil 4 ve 5, Tablo, 2)

Denemelerin üretim kalitesini ne yönde etkilediğinin göstergesi olacağından hata yoğunluğu ve habbe sayısı yakinen takip edilmiştir.

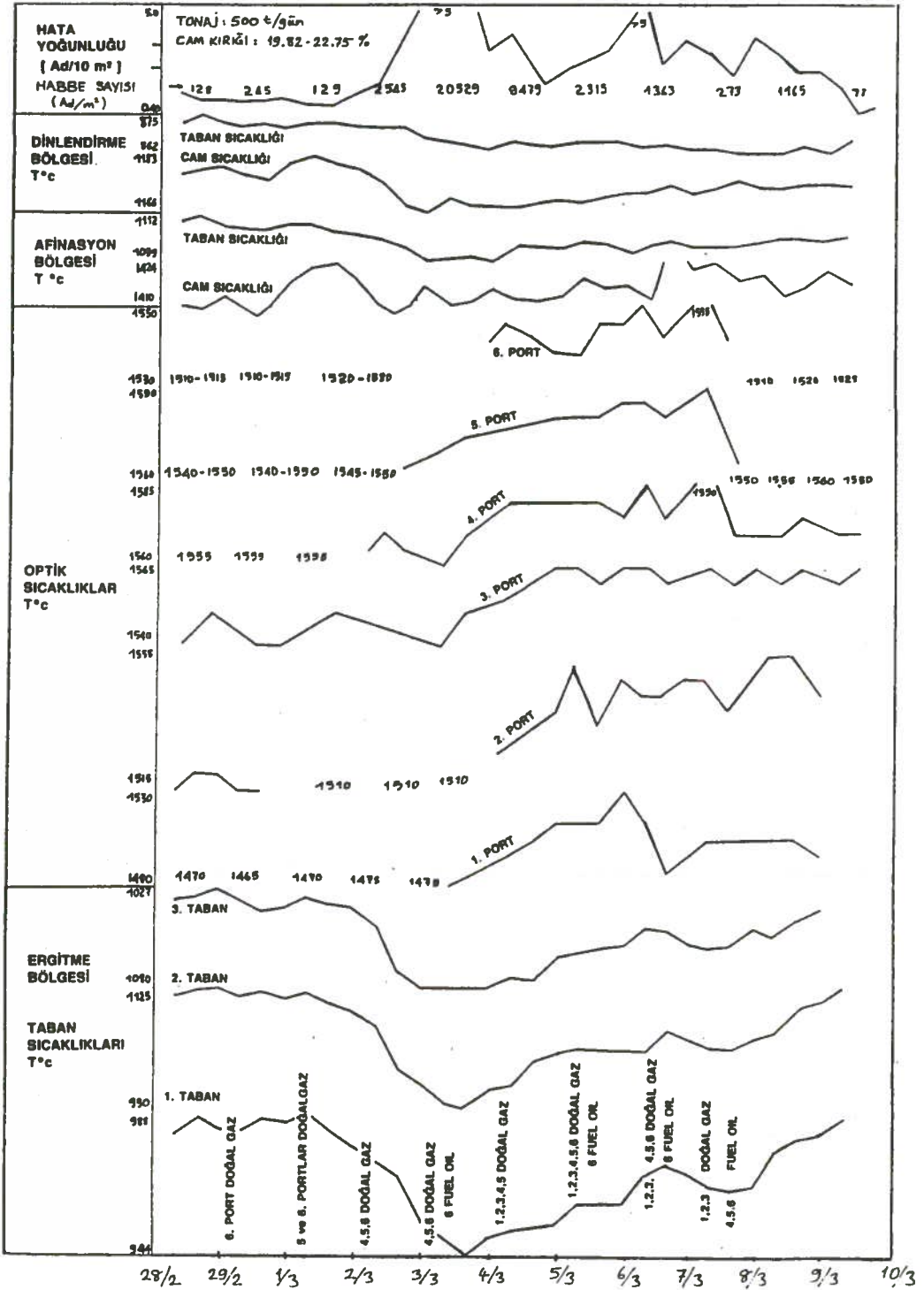
H.Y.: Hata Yoğunluğu: Hareket halindeki cam şeridinde çıplak gözle sayılan hataların 10 m^2 'ye isabet eden miktarı.

Hb. S.: Habbe Sayısı: Kenar aydınlatma sistemi ile sayılan habbeciklerin (seed) 1 m^2 'deki adedi.

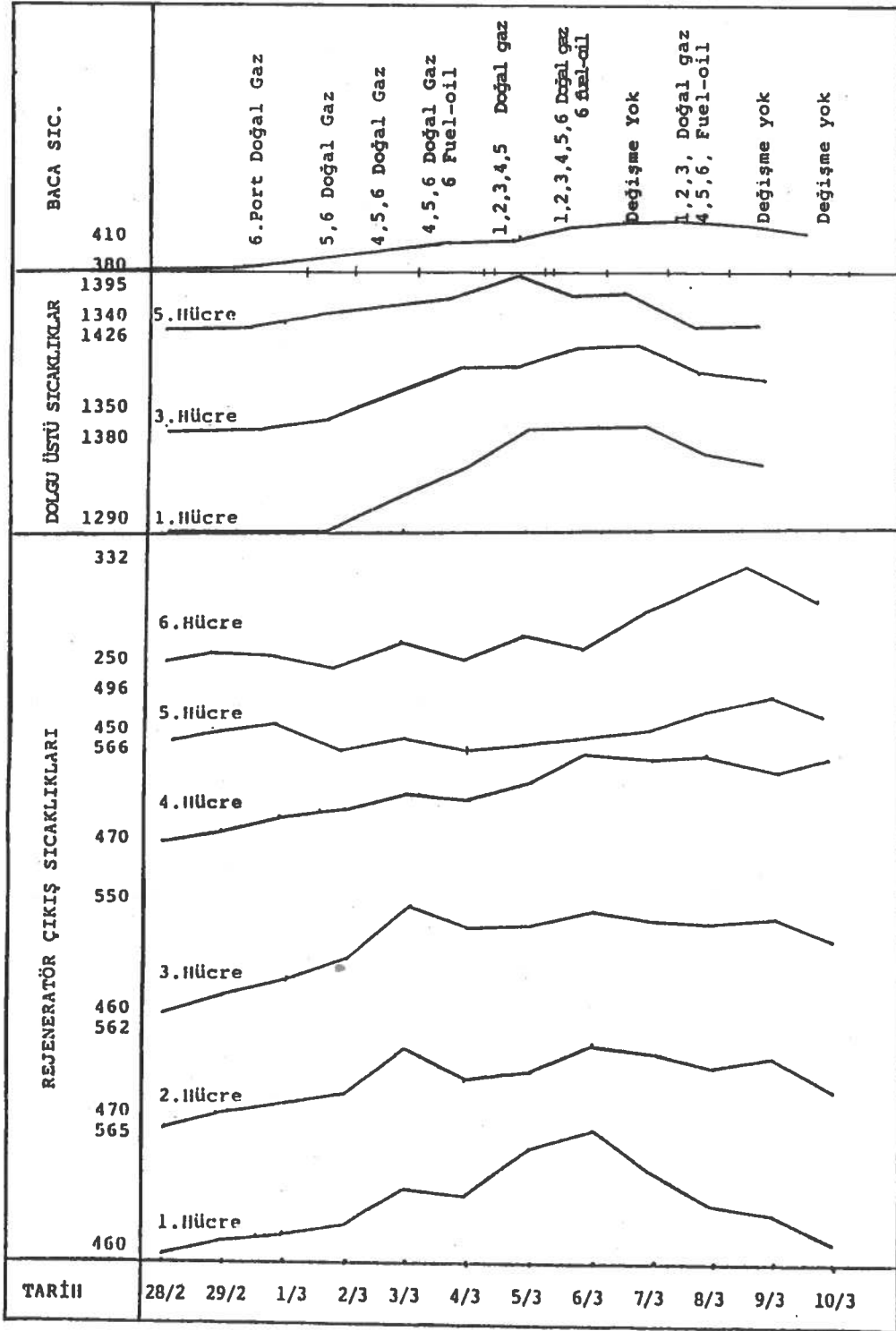
29 Şubat: 2. istasyon çıkış basıncı 0.5 bar olarak ayarlanıp, 19.20'den itibaren 6. portlarda gaz yakılmaya başlanmıştır.

5. port ortalarında olan ayna başlangıcı, ilerliyerek 6. port sonuna kaymıştır (H.Y.= 0.8l; Hb. S.= 150-344).

1 Mart: 2. istasyon çıkış basıncı 0.85 bar'a yükseltilmiş, 16.20'den itibaren 5. portlarda gaz yakılmaya başlanmıştır.



Şekil 4: Doğal gaz denemelerinde fırın parametrelerindeki değişimler.



Şekil 5: Doğal gaza geçiş denemelerinde rejeneratör sıcaklıklarındaki değişimler.

Tablo 2: Doğal gazla geçişte fırın parametrelerindeki değişimler.

	Çekiş mbar	1.5	Değişme Yok	1.5	Değişme Yok	1.5	1.5	1.5	1.6
BACA	Klape cm	76	Değişme Yok	76	Değişme Yok	80	81	82	
	Sıcaklık	380	Değişme Yok	385	Değişme Yok	395	410	405	
DOLGU ÜSTÜ SICAKLIĞI	5. port	1350	Değişme Yok	Değişme Yok	1380-1400	1380-1400	1380	1345	
	3. port	1350	Değişme Yok	Değişme Yok	1365-1395	1385-1405	1415-1440	1380	
	1. port	1290	Değişme Yok	Değişme Yok	1290	1300	1385	1355	
REJENERATÖR ÇIKIŞ SICAKLIKLARI	6 sağ sol	360 270	Değişme Yok	Değişme Yok	345 250	305 265	330 270	340 320	
	5 sağ sol	510 470	Değişme Yok	Değişme Yok	505 470	470 465	480 460	500 480	
	4 sağ sol	480 505	Değişme Yok	Değişme Yok	505 525	480 560	490 550	480 550	
	3 sağ sol	545 475	Değişme Yok	Değişme Yok	560 513	550 540	570 530	530 530	
	2 sağ sol	535 480	Değişme Yok	Değişme Yok	535 480	520 540	545 520	520 515	
	1 sağ sol	490 480	Değişme Yok	Değişme Yok	490 480	490 520	510 555	495 500	

Tablo 2'nin devamı.

DİNLEND.	Rad. Pyro	1180	1180	1180 1174	1174 1167	1168	1170	1175
	Taban t/c	872	872	871	871 865	865 863	864	863
AFINAS-YON	Rad. Pyro	1409	1419	1418 1410	1410 1418 1411	1410 1413	1416	1420
	Taban t/c	1110	1110	1109 1106	1106 1098	1100	1104	1105
ERGİTME	3. taban	1127	1107	1096	1080	1083	1083 1097	1105
TABAN SIC.	2. taban	1027	1027	1014	997	997	997 1013	1020
	1. taban	989	987	970	952	952	952 970	985
OPTİK SICAKLIKLAR	6. port	1515	1520	1525	1540	1530	1550	1520
	5. port	1545	1545	1548	1565	1570/75	1590	1555
	4. port	1560	1555	1550	1570	1570/75	1580	1570
	3. port	1550	1545	1540	1545	1550	1560/75	1560/65
	2. port	1520	1520	1520	1510	1510	1540	1545/50
	1. port	1470	1470	1470	1470	1470	1515	1515
		Doğal gaz öncesi 28-29/2/1984	6. portlarda doğal gaz 29-2-1984	5 ve 6 doğal gaz 1-2/3/1984	4, 5, 6 doğal gaz 2-3/3/1985	4, 5 doğal gaz 3-4/3/1984	1, 2, 3, 4, 5 doğal gaz 4-5-6/3/1984	1, 2, 3 doğal gaz 4, 5, 6 fuel oil 7/3'den itibaren

6. port sonlarında olan ayna başlangıcı ileri kayarak görünmez hale gelmiş, köpük boyuna kadar ilerlemiştir (H.Y.=0.90; Hb. S.=45-135).

2 Mart: 17.00'den itibaren 4. portlarda gaz yakılmaya başlanmıştır.

Harman halısı 4. port başlarına kadar ilerlemiş, köpük tüm fırını kaplamış olup, aynayı görmek mümkün olamamıştır (H.Y.=1.72; Hb.S.=1300-8600).

3 Mart: 13.30'dan itibaren 6. portlardaki doğal gaz bekleri çıkarılıp, fuel-oil bekleri yakılmıştır. 6. porttaki fuel-oil alevinin, dumanlı ve redükten olması özellikle sağlanarak gölgeleme tesiri ile (shadow wall effect) radyasyonun alevli bölgede hapsedilmesine çalışılmıştır.

Bunu takiben 6. port sonunda ayna teşekkülü mümkün olabilmiş, harman halısı konumunda değişiklik görülememiştir (H.Y.=5.13; Hb.S.=10000-52000).

4 Mart: 11.00'den itibaren 1. portlarda,
13.20'den itibaren 2. portlarda,
15.20'den itibaren 3. portlarda,
gaz yakılmaya başlanmış, böylece 1, 2, 3, 4, 5. portlarda gaz 6. portta fuel-oil yakılarak fırın işletilmesine devam edilmiştir.

Daha uzun bir gaz alevi temini amacıyla 3. portta (2xØ1 1/4"+1xØ1")'lik 3 nozullu bek yakılmıştır. Beklendiği gibi bu bek alevinin diğerlerinden biraz daha uzun ve geniş olduğu gözlenmiştir.

Harmanın daha kolay ergidiği, halının 3. port başlarına çekildiği, aynanın yerinde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir (H.Y.=3.13; Hb.S.=1300-10000).

5 Mart: 10.20-12.20 arası 6. port fuel-oil bekleri geçici olarak söndürüldüğünde, köpük hattında ilerleme olduğu gözlenmiştir.

12.20'den itibaren 6. portlarda yeniden doğal gaz bekleri yakılmış, ancak köpük ve ayna durumunda herhangi bir iyileşme görülememiştir.

15.00'den itibaren 6. portlarda yeniden fuel-oil beklerinin dumanlı, indirgen bir alevle yakılması sağlanmış, aynanın eski yerine gerilediği izlenmiştir.

10.20-15.00 saatleri arasındaki bu kısa süreli denemeler fırın işletme parametrelerini değiştirmemiştir (H.Y.=2.76; Hb.S.=632-4900).

6 Mart: 12.30'dan itibaren sol 6. portta yeni tip bir doğal gaz beki (\emptyset 2"lik üst üste 2 nozula sahip) denenmiştir. Parlak dumanlı, fuel-oil alevine benzer bir alev olmasına rağmen sağda köpüğün yavaş yavaş ilerlediği gözlemlendiğinden denemeye son verilerek 18.00'de tekrar fuel-oil beki yakılmasına dönülmüştür.

Fırın işletme parametrelerinde değişme olmamıştır (H.Y.=2.42; Hb.S.=247-1600).

7 Mart: Fırın gözlemlerini takiben 1, 2, 3. portlarda mevcut beklerle doğal gaz, 4, 5 ve 6. portlarda önceden olduğu gibi fuel-oil yakılması kararlaştırılmıştır.

18.00'den itibaren 4 ve 5. portlarda da fuel-oil bekleri devre-

ye alınarak istenilen işletme şekli sağlanmıştır. Harman halısının yerinde değişme olmamış, ancak 3. enversiyondan itibaren köpüğün gerilediği ve aynanın 5. port başlangıcında oluşmaya başladığı gözlenmiştir (H.Y.=2.38; Hb.S.=145-4800).

8 Mart: İşletme koşullarında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır (H.Y.=1.83; Hb.S.=68-990).

9 Mart: İşletme koşullarının bu şekliyle sürdürülmesine, doğal gaza geçiş deneme çalışmalarının bu haliyle dondurulmasına, tamamen doğal gaza geçebilmek amacıyla uygun bek tasarımının zaman içinde geliştirilerek denenmesine karar verilmiştir. İşletme koşulları sabit tutulmuştur (H.Y.=0.73; Hb.S.=30-70).

Önemli Tespitler ve Notlar

Buraya kadar yapılan deneme çalışmaları sırasındaki tespitler ve notlar aşağıda sıralanmaktadır.

- a) Söz konusu beklerle fırında temin edilen şeffaf alevin; görünür kısmı boyunun son derece kısa (yaklaşık 2.5-3.0 mt) olup, karşı duvarı sis perdesi şeklinde yalayan görünmesi çok güç bir uzantısı olduğu gözlenmiştir.

Şeffaf alevin özellikle afinasyon bölgesinde olumsuz tesirleri olduğu sonucuna varılmıştır.

- b) Mevcut bekin gaz çıkış nozul kesiti büyütüldüğü takdirde alevin görünür kısmının uzayacağı anlaşılmıştır (3. portta yakılan daha geniş nozullu bek alevi nedeniyle).

- c) Her bekte yakılan gaz miktarının mutlak değer itibariyle hassas ve doğru bir şekilde tespit edilememesi işletme

güçlüklerine yol açmıştır.

- d) Kimyasal bileşimi itibariyle gazın teorik tam yanması için, fuel-oil'e kıyasla daha az hava ihtiyacı olduğu hesaplanmıştır. Bu nedenle 1, 2, 3. portlardan fuel-oil'e kıyasla daha çok enerji verebilme (daha yüksek miktarda gaz yakabilme) olanağı ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda:
- Baca gazı analizlerinde özellikle 1, 2 ve 3. hücrelerdeki karbon dioksit yüzdeleri azalmıştır. Oksijen yüzdelerindeki artış daha çok gaz yakılarak değerlendirilmiştir.
 - 1 ve 2 nokta optik sıcaklıkları yaklaşık 40°C yükselmiştir.
- g) Üstyapı ve ergitme sonu cam sıcaklıkları (seyyar optik ve kemer radyasyon pirometresi ölçümleri) $(20-40)^{\circ}\text{C}$ yükselirken taban sıcaklıkları (termokupl ölçümü) düşmüştür. Bunun sonucunda ergimiş cam banyosu yüzeyinden tabana olan ısı iletiminin azaldığına hükmedilmiştir.
- h) Rejeneratör girişleri $(60-80)^{\circ}\text{C}$, çıkışları $(20-40)^{\circ}\text{C}$ sıcaklık yükselmesi göstermişlerdir. Buna paralel olarak baca sıcaklığında da 30°C kadar artış olmuştur.
- ı) Denemeleri takibeden işletme döneminde, besleme ağzı ile 3. port arasındaki sıcaklıkların yükselmesi sonucu harman halısı kenarlarında cam yüzeyinde sülfat göllenmeleri ve bloklar arasından sıvı sülfat akması sık karşılaşılan olaylar arasına girmiştir.
- i) Gaz alevi kökü, karşıdan $(20-25)^{\circ}\text{C}$ daha düşük.
- j) 3. port sonuna kadar olan bölgedeki üst yapı tahribatlarının hızlandığı, bu güne kadarki fırın gözlemlerinde dikkat çekici husus olmuştur.

k) Mevcut yakma düzeni ile % 6-8 özgül yakıt artışı olmuştur.

4.3. Daha Verimli Doğal Gaz Beki Geliştirme Denemeleri (Şekil 6, 7, 8, 9)

Mevcut beklerin iyileştirilmesi amacıyla alınan sonuçları inceleyerek yeni bek tasarımları ve imalatları yapılmıştır. Bunlar sipariş ve fırın işletme koşullarının elverişli olduğu dönemlerde fırının değişik portlarında denenmiştir.

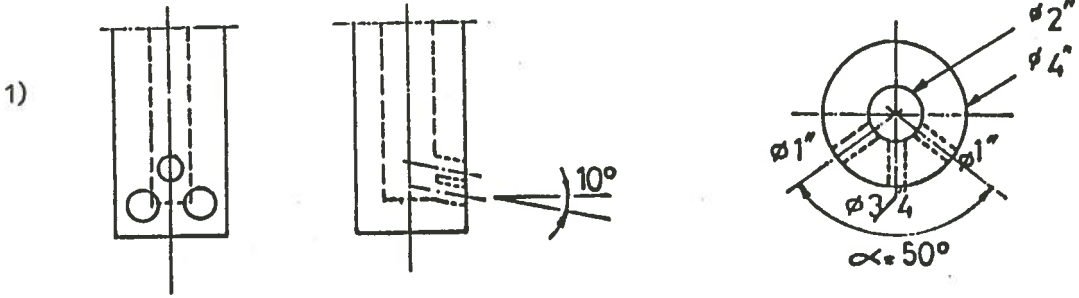
5. SOĞUK ONARIM SIRASINDA DEĞİŞTİRİLECEK YENİ DOĞAL GAZ YAKMA DÜZENİ

Soğuk onarımda cam fırınları konusunda uzman olan bir firmanın birçok cam fırınında uygulamış ve olumlu sonuç almış olduğu yakma sistemi en modern cihazlarla donatılmış olarak Trakya Cam Sanayii A.Ş.'ye tesis edilecektir (Şekil 10 ve 11).

Doğal gaz basınç düşürme istasyonlarında herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır.

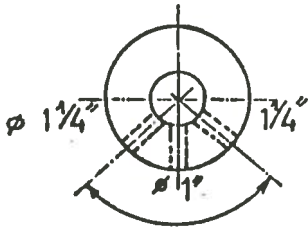
Yeni sistemin başlıca üstünlükleri şunlardır:

- a) Yakıt/hava oran kontrolü,
- b) Her rejeneratöre ayrı hava beslenmesi lokal olarak birbirinden bağımsız ayar ve gösterilme (indikasyon) olanağı,
- c) Her portta beslenecek gaz miktarının otomatik kontrolü ve kaydedilmesi,
- d) Her porttaki çift beke beslenen gaz debilerinin lokal ayar ve gösterilme olanağı.



Başlangıçta kullanılan ($2 \times \phi 1'' + 1 \times \phi 3/4''$) 3 nozullu bek ile görünür alev boyu kısa, genişliği dar kalmıştır.

2)



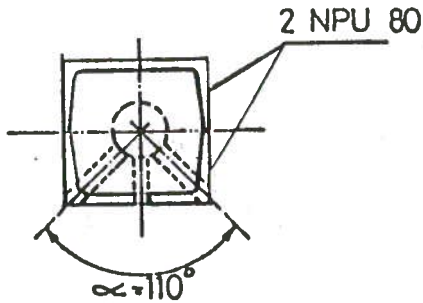
Denemeler sırasında ($2 \times \phi 1 1/4'' + 1 \times \phi 1''$) 3. portta kullanılmıştır. Alev boyu ve genişliği bir öncekine göre daha fazladır.

3)

$$\alpha = 110^\circ$$

Bekin diğer özellikleri tamamen (1)'in aynıdır. Alev boyu daha da kısalmış, fakat genişliği artmıştır.

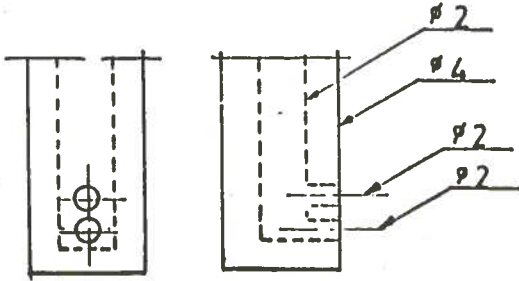
4)



Bekin dış zarfı değiştirilmiş diğer özellikleri (3)'ün aynıdır. Alev genişliği neredeyse port yan duvarlarına çarpacak kadar artmıştır. Ancak birbirinden ayrı, 3 huzme oluşmuştur.

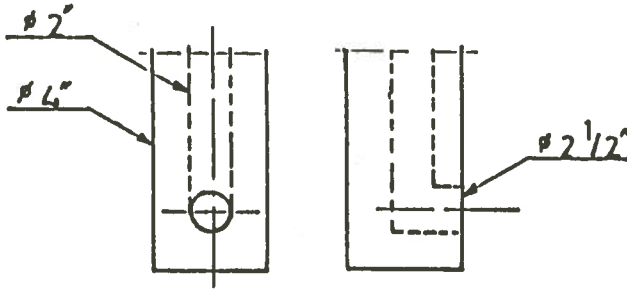
Şekil 6: 1. Grup bekler.

5)



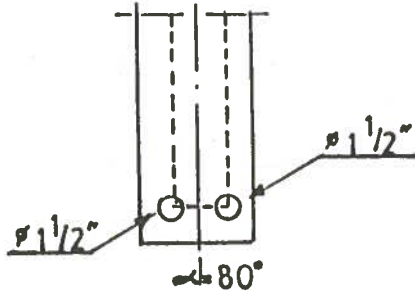
Üst üste $2 \times \phi 2''$ lik nozulu olan bu bek geçiş sırasında 6. portta yakılmıştır. Nispeten parlak, dumanlı fuel-oil alevine benzer görünümde fakat boyu kısa olan bir alev temin edilmiş, sonuç tatminkâr bulunmamıştır.

6)



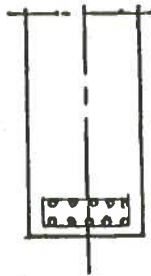
$\phi 2 \frac{1}{2}''$ tek nozullu bek alevi uzun, parlak dumanlı şekli ile fuel-oil alevine oldukça benzemektedir. Dar ve silindirik bir alev olduğundan kabul görmemiştir.

7)



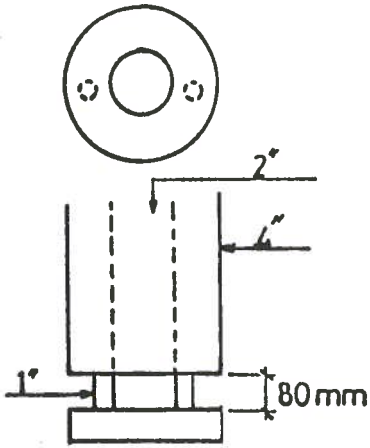
(6)ya kıyasla alev boyunun daha kısa, parlaklığının daha az olduğu görülmüştür.

8)

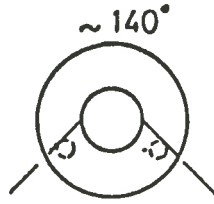


Başlangıçta uzun ve daha geniş olan alev formu kısa sürede bozularak; kısaldığı, dar ve silindirik hale geldiği gözlenmiştir.

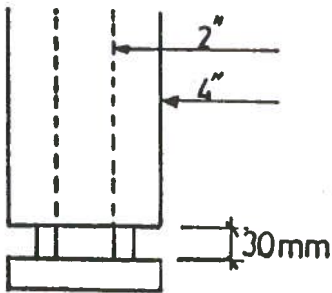
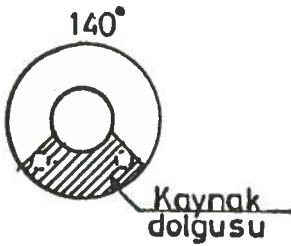
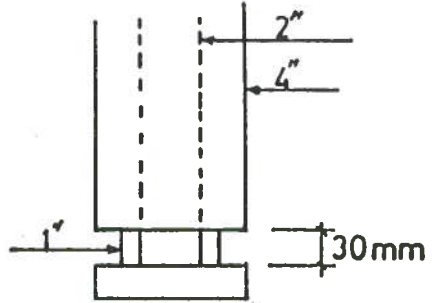
Şekil 7: 1. Grup bekler.



Alev; Çok geniş,
çok dumanlı,
geri kaçıyor,
port tabanına çarpıyor.

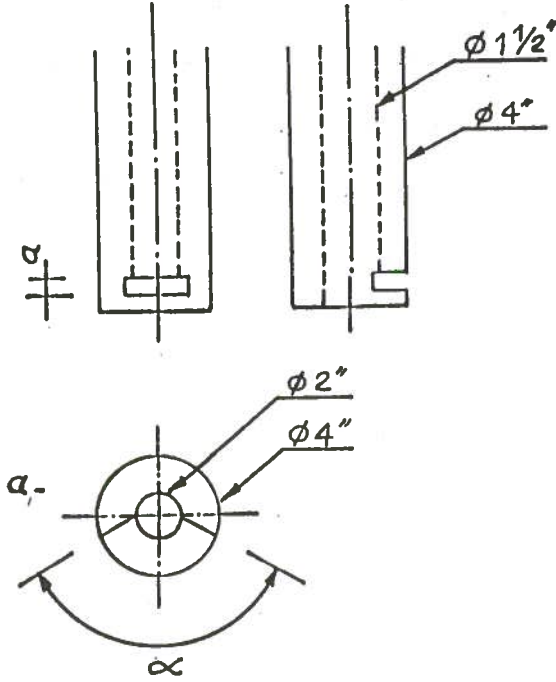


Alev; Çok geniş,
parlak,
port kenarlarına çarpıyor.



Alev; Geniş,
parlak,
denemeyi takiben uzun süre
kullanılmıştır.

Şekil 8: 2. Grup bekler.



a)

$\alpha = 180^\circ$: Alev çok geniş, port tabanına çarpıyor.

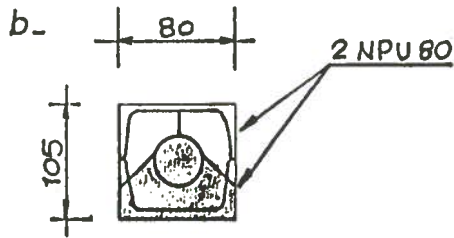
$\alpha = 180^\circ$: $a=25$ mm: Alev geniş, daha az çarpıyor.

$\alpha = 180^\circ$: $a=20$: Alev geniş, tabana vurmuyor.

$\alpha = 150^\circ$: $a=20$ mm: Geniş, parlak, tatminkâr.

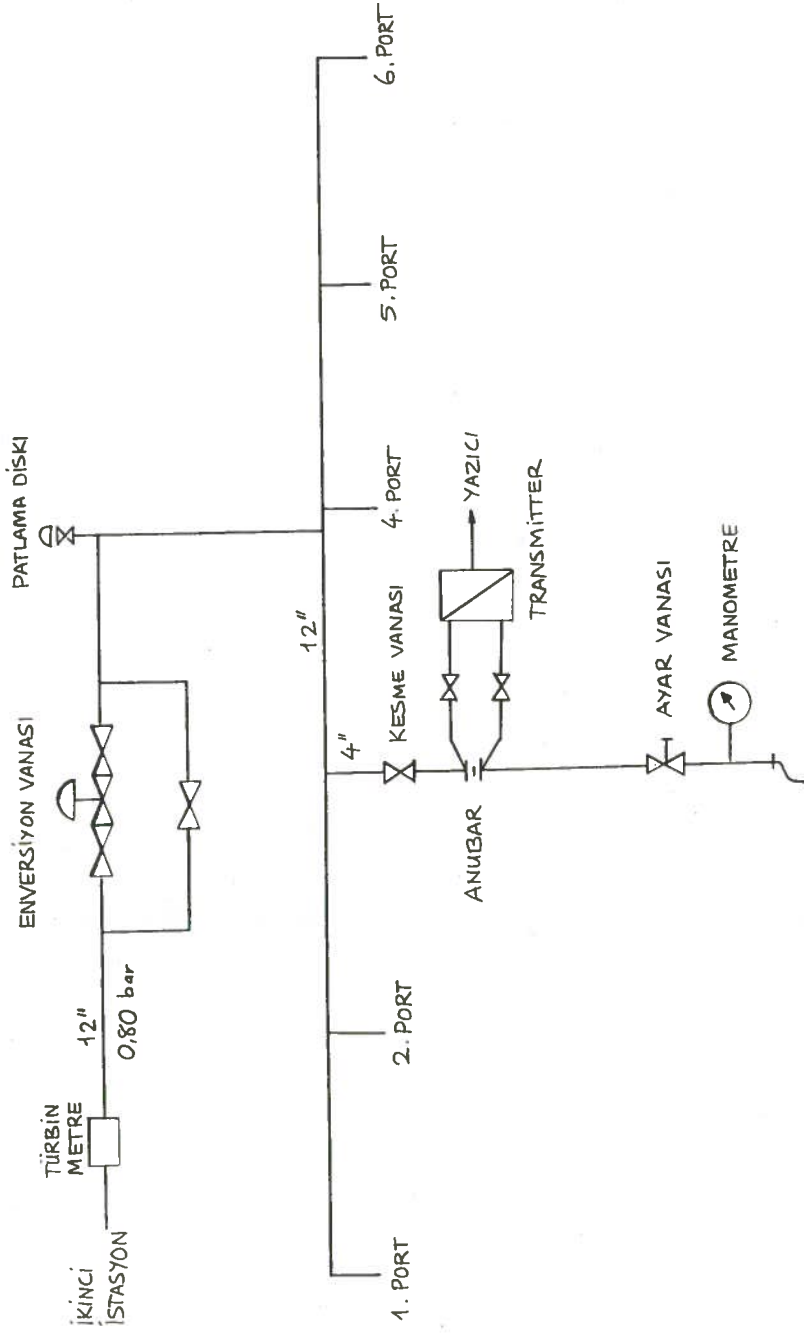
$\alpha = 160^\circ$: ağız : Çok geniş, port kenarlarına çarpıyor.

$\alpha = 130^\circ$: $a=30$ mm: Alev genişliği daha tatminkâr, boyu ise yetersiz bulunmuştur.

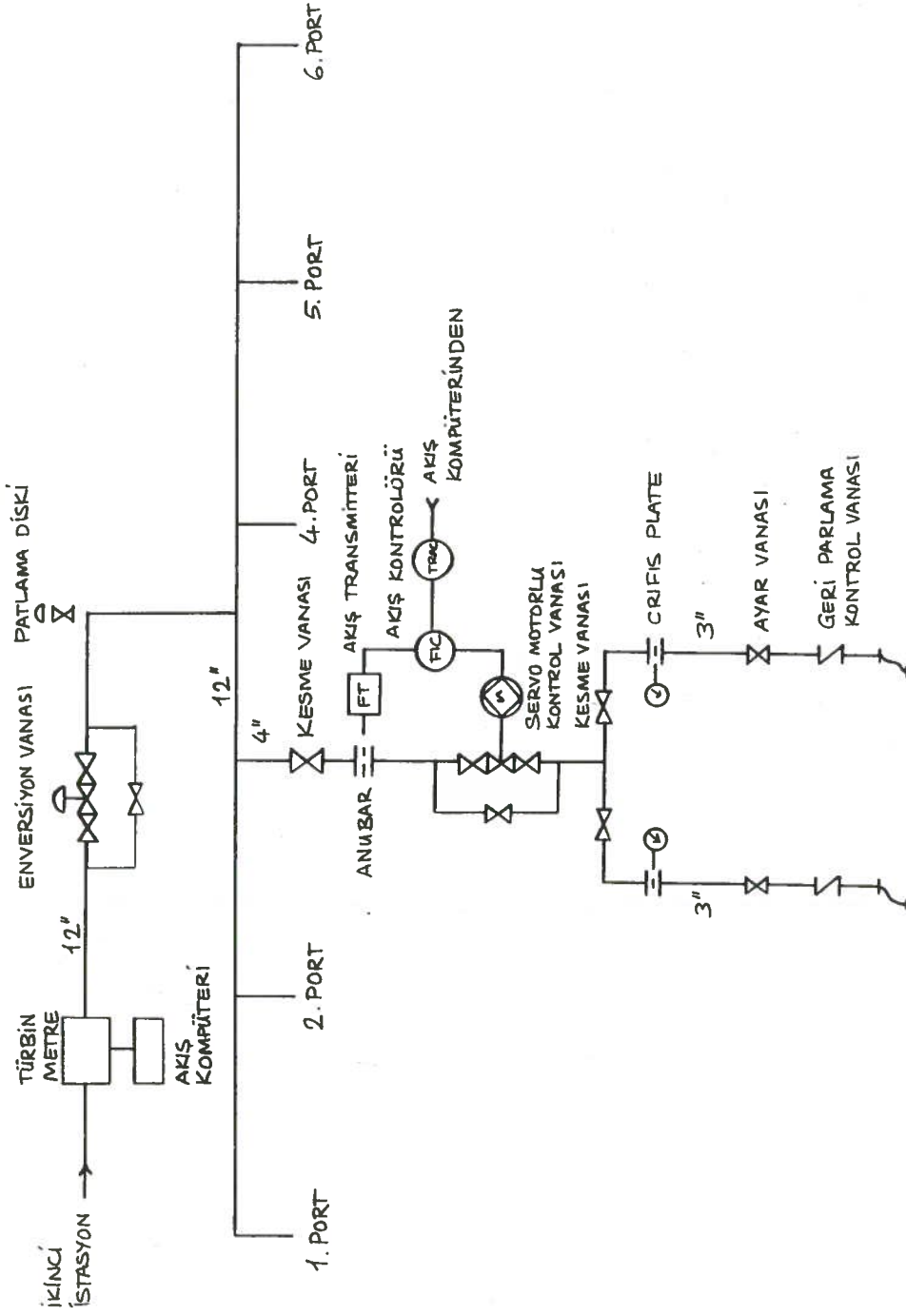


b) $\alpha = 130^\circ$, $a=30$ mm, dış zarfı boru şeklinde olanlar kısa sürede delindiğinden terk edilerek NPU'dan bek imalatına dönülmüştür, halen bunlar kullanılmaktadır.

Şekil 9: 4. Grup bekler.



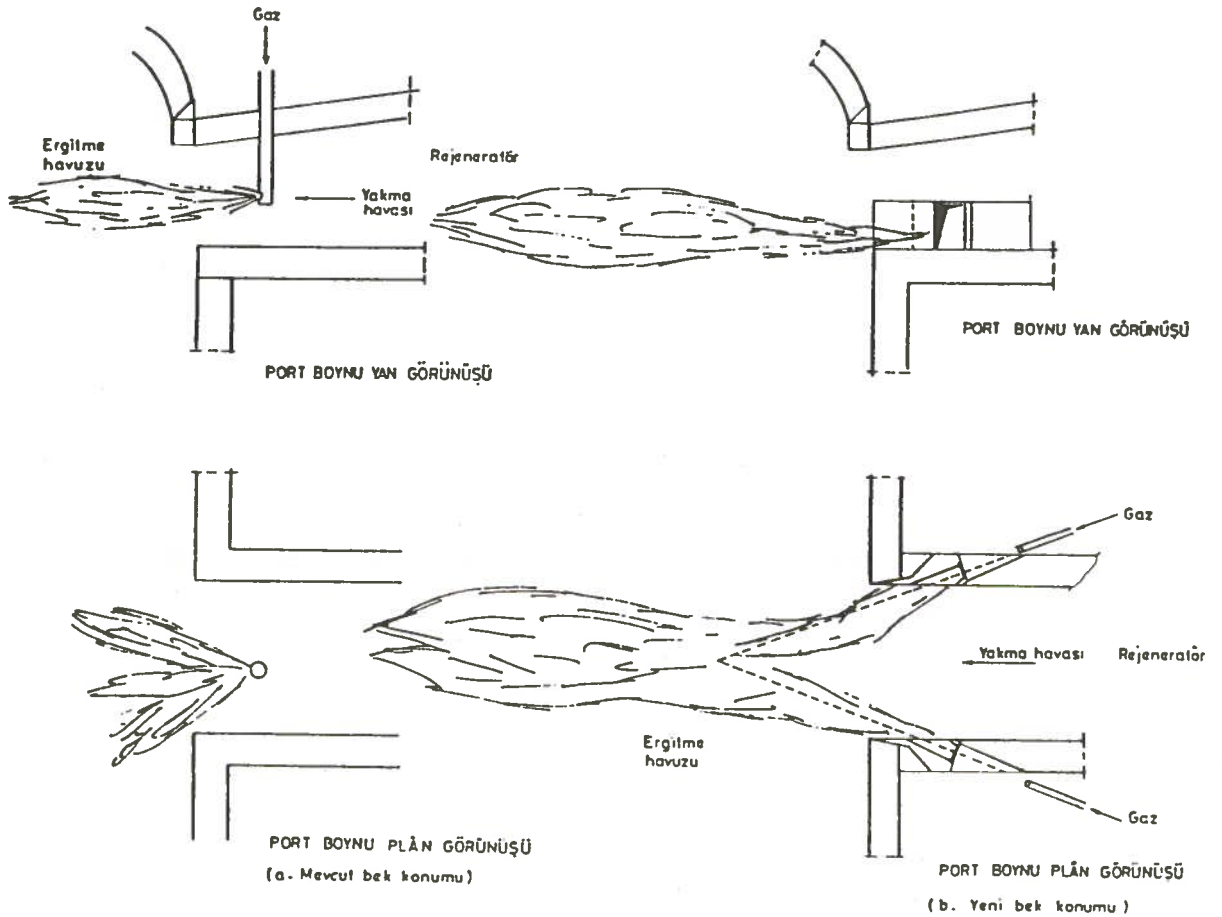
Şekil 10: Trakya Cam Sanayii A.Ş. mevcut doğal gaz tesisatı.



Şekil 11: Yeni doğal gaz tesisi.

Bu üstünlüklerin yanı sıra mevcut bekler kullanılmayacak, yerine port boynu yan duvarlarından "Combustion Tec., Inc." Amerikan firmasına ait özel beklerle gaz beslenecektir.

Bu şekilde cam izabe fırınlarında yaygın olarak kullanılan: "Converging Jet" denilen, port boynu yan duvarlarından ateşlemeli yakma sistemine sahip olunacaktır (Şekil 12).



Şekil 12.

6. SONUÇ

İzabe kapasitesinin yüksek olmasına, Türkiye'de ilk kez denenmesine kar-

şılık, doğal gaza geçişte önemli bir üretim kaybı olmaksızın başarılı sayılabilecek bir sonuç alınmıştır. Bu sonucun sağlanmasına değerli çalışmalarıyla katkıda bulunan Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Teknik Genel Müdür Yardımcılığı, Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü ile Araştırma Merkezi çalışanlarına teşekkür ederiyoruz.

Konusunda uzmanlığı ile tanınmış bir Amerikan firmasının teknik işbirliği ile tesis edilecek yeni yakma sistemi ve gaz beklerinin daha verimli bir yanma, dolayısıyla daha düşük bir özgül yakıt tüketimi sağlayacağına güveniyoruz.

CAM ERGİTME FIRINLARINDA KAMPANYA SONU THROAT DELİNMELEİ VE TAMİRİ

Yılmaz KUZUDİŞLİ

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

Konuyu açıklamadan önce throat'ın yeri ve görevini tanıtmakta fayda görüyorum:

Bir cam fırınından beklenen harmanı eritmek, erimiş camı rafine etmek ve şekillendirilmesi için uygun olan sıcaklığa getirmektir.

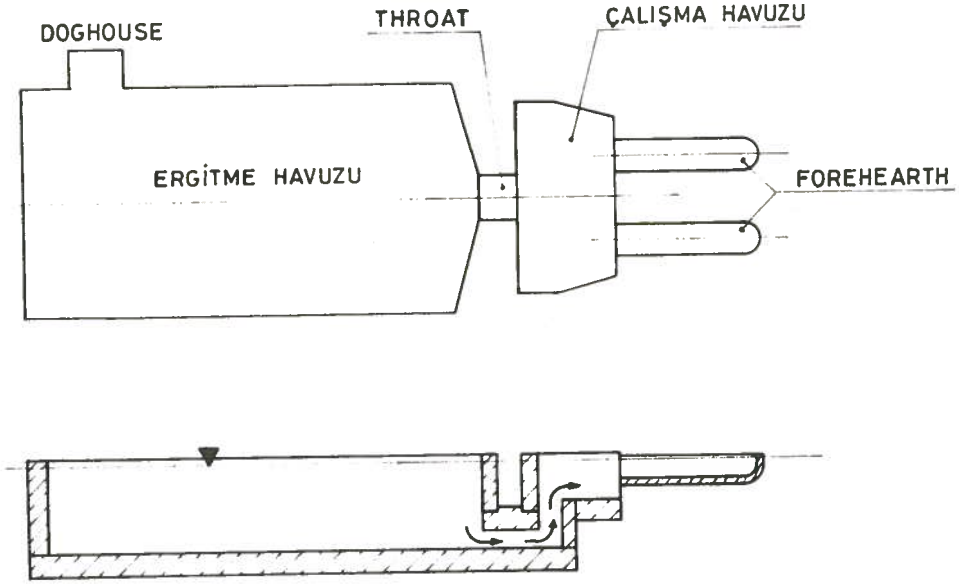
Bu işlem sırasında throat önemli bir rol oynamaktadır.

Throat'ın camı eritme bölgesinden çalışma havuzuna iletmekten başka iki önemli görevi daha vardır:

1. Rafine olmuş camı seçerek eritme havuzundan çalışma havuzuna iletir. (Seçerek demekle, erime işlemini tamamlamış, içindeki gazlardan arınmış ve dinlenme bölgesinde dibe çökmüş temiz camın iletilmesi kastedilmektedir).
2. Çalışma havuzu ve forehearth'larda yapılacak şartlandırmaya yardımcı olur. Camı soğutur, eritme havuzunda 1500-1550°C'larda olan cam throat tan geçerken ısı kaybederek 1200-1300°C'lara düşer ve birinci kademe soğumasını yapmış olur.

Konunun Açıklanması: Cam ergitme fırınlarında çekilen camın terkbine, (beyaz cam, renkli cam, borosilikat cam vs.) günlük cam çekişine, (kapasite üstü, kapasite altı çekişler) fırın çalışma sıcaklığına bağlı olarak en

erken 3.5 yılda olmak üzere 4. veya 5. çalışma yıllarında fırının en çok aşınmaya maruz kalan ve dolayısıyla en zayıf bölümü olan throat'ta delinmeler ve cam akmaları meydana gelebilir.



Şekil 1.

Bu tür cam akmaları her fırında olabileceğinden fırın dizayn edilirken, throat delinmelerinde bu bölümün tamir edilebilmesi için ulaşılabilir, rahat hareket edilebilir şekilde dizayn edilmesi gerekir.

Bazı fırınlarda bu çalışma rahatlığı sağlanmıştır. Bazı fırınlarda ise throat'a ulaşmak çok büyük problemdir. Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.'de en son montajını yaptığımız A-fırınında throat'a ulaşmak imkânsız gibidir. Throat'tan cam akmaları genellikle fırının kampanya sonunda fırın çalışırken meydana geldiğinden akan sıcak camın yangına veya başka tehlikelere sebebiyet vermemesi için Şirkette bu tür olaylarda ne yapacağını, nasıl hareket edeceğini, en basitinden suyu nereye tutacağını bilen itfaiyeci, fondör, makinist gibi elemanların yetişmiş olması gerekir.

Bu tür bir cam akışı başladığında genellikle itfaiyeci gelene kadar ilk müdahaleyi fırının fondörü ve makina hattında çalışanlar yapmaktadırlar. Paşabahçe'de bütün fırınların iki yanında yangın devreleri vardır. Bu devreye su bir pompa vasıtasıyla havuzdan emilerek basılır ve havuzda su boşaldıkça sürekli takviye yapılır. Hatta eski fırınların yanında yangın hortumları bağlanmış vaziyette hazır bekletilir.

Throat delinmelerinde camın aktığı yer tespit edilince buraya sürekli su tutulur ve itfaiye ekibi ile diğer ilgililere haber verilir. Su ile camın soğutulmasına devam edilir. Camın katılaşmasını temin etmek için fırın sıcaklığı 1100°C'a kadar düşürülür. Camın fırın altına havuza akması, etrafa yayılmaması temin edilmeye çalışılır.

Bazen havuzun dışına da akmalar olabilir. Bu durumlarda itfaiye sürekli su sıkarak sıcak camın fazla yayılmamasını ve dondurulmasını temine çalışır.

Bu tür akışlar bazen 15 dakikada bazen 1-2 saatte durdurulabilir. Camın akışı durdurulduktan ve kontrol altına alındıktan sonra throat yanlarındaki bütün hava faraşları sökülür. Bu bölgede biriken bütün camlar kırılır, temizlenir. Camın aktığı yere sürekli su tutulur ve camın çıktığı bölümde camın katılaşması sağlanır.

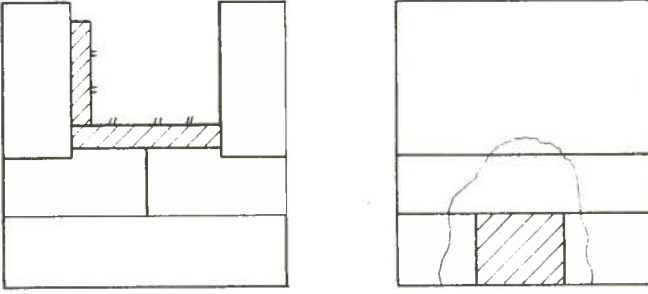
Camı temizleme işinin çok yavaş yapılması gerekir. Büyük parçalar halinde kırma işlemi yapılırsa sıcak cam alttan tekrar akabilir.

Bu işlemler throat kapaklarının üzerinde hiç cam kalmayana ve delikteki camın tamamen dondurulmasına kadar devam eder.

Bu tür bir tamirin yapılabilmesi için de yetişmiş tamir ekibine gereksinim vardır. Her duvarcı, borucu, kaynakçı bu tür sıcak tamire giremeyebilir.

Tamir ekibinin rahat çalışmasını temin etmek için throat bölgesi aydınlatılır. Seyyar fanlarla buraya hava verilip, çalışanların serinlemesi sağlanır.

Bütün hazırlıklar bittikten sonra throat'ın yamanması için uygun ölçülerle ER 1681 RT Pavingler hazırlanır. Tamir esnasında sular kesilir, delik kısma yatay ve dikey olarak Paving'ler yerleştirilir ve süratle çelik baskıları yapılır. Paving'lerin yerleştirilip baskıların konulmasında geç kalınmamalıdır. Cam yeniden delikten çıkabilir. Delinmiş kısmın yamanmasından sonra baskı işlemleri de bitince yeniden blok ve throat soğutma faraşları yeni duruma göre yerleştirilir, gerekli yerlere fazladan spiral borularla soğutma havası verilir.



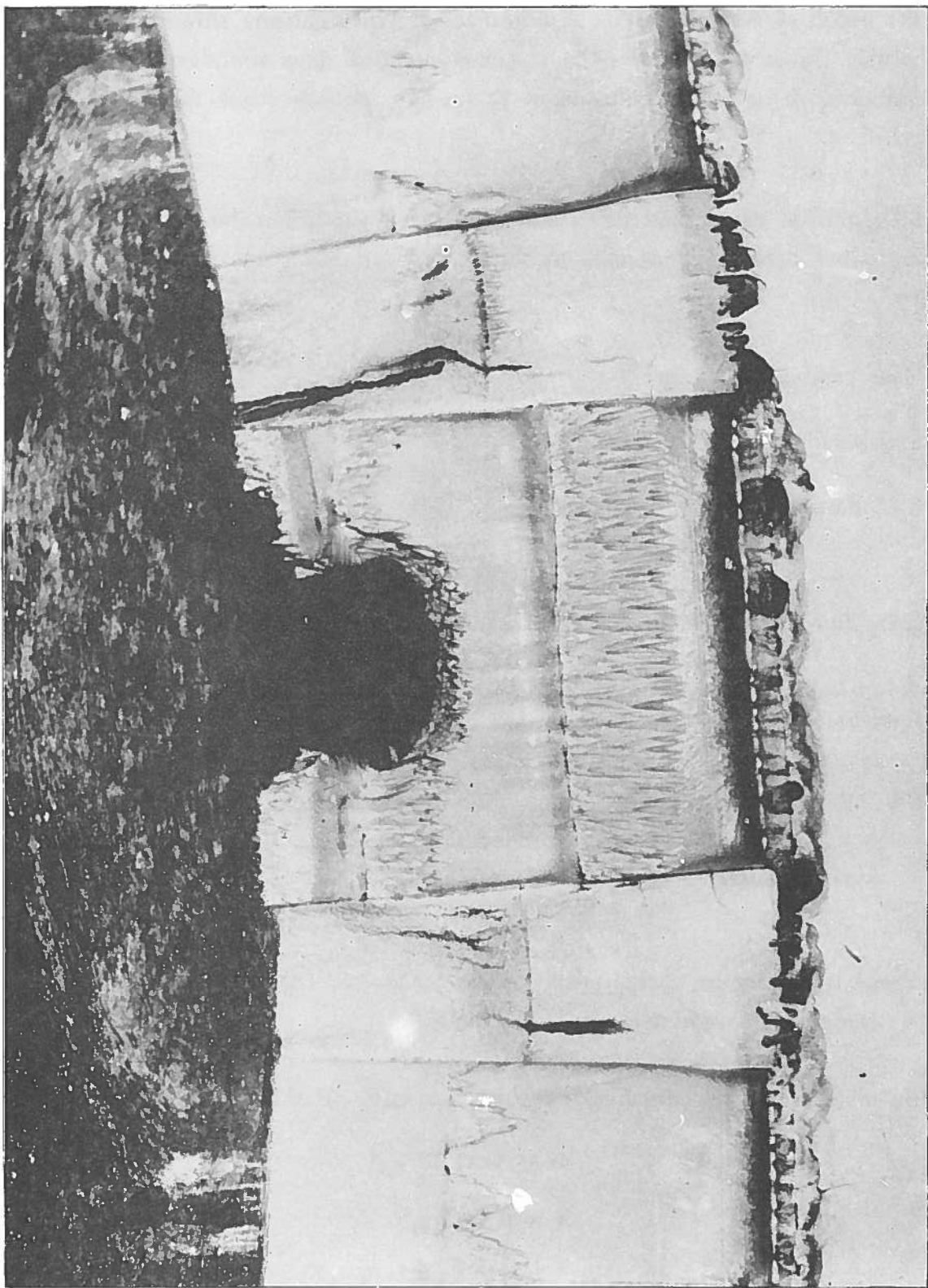
Şekil 2.

Tamir işlemleri bitince fırın sıcaklığı yükseltilir. Harman şarj edilecek sıcaklığa gelindiğinde şarjlara başlanır ve cam seviyesi normale getirilir, makineler çalıştırılır.

Bu tür tamirler 24 saat ile 35 saat arası duruş gerektirebilir.

Bu şekilde yapılan yamalar umumiyetle 6 ay gitmektedir. 6 ayın sonunda akma olabilir ve aynı işlemler tekrarlanarak daha büyük bir yama işlemi yapılabilir.

Bazen artık yanma yapılamayacak duruma gelinebilir. Bu gibi durumlarda akan cam temizlenir. Camın çıktığı kısma sürekli fıskiye şeklinde çeşitli yönlerden su verilerek camın soğutulup blok vazifesi görmesi temin edilir ve çalışma 6 ay - 1 sene bu şekilde throat'tan şelale gibi su akıtılarak devam ettirilebilir. Fırın yan bloklarında da meydana gelen delinmelerde aynı şekilde önce Paving kaplanarak daha sonraları su ile camı soğutup, tutarak 6 ay 1 sene fırın çalıştırılabilir.



Bir örnek vermek gerekirse; Şirketimizde C fırını çalışma süresinin 4., 5. yılında throat'tan delinmiş; önce yama yapılarak daha sonraları su ile soğutulmuş fırın 7 sene çalışmış ve 7. senenin sonunda soğuk tamire alınmıştır.

Şirketimizde throat kesitleri 20x30 cm olarak yapılırken, bu tür throat'ların çabuk delindiği gözlenmiş ve throat kesitleri 30x30 cm'ye çıkartılmıştır.

Yeni yapılan fırınlarda,

- a) Dalmalı ve eğimli throat,
- b) Dalmasız, eğimli throat'lar denenmektedir.

A ve C fırınlarında throat'lara müstakil soğutma fanları konularak daha iyi soğutulması temin edilmektedir. Throat ömürleri artırılmaya çalışılmaktadır.

Cam Sıcaklığı: Throat'a giren camın sıcaklığını düşürebilmek için dalma throat kullanılabilir veya throat bölgesinin tabanı doghouse bölgesine nazaran daha aşağıda yapılabilir. Bu şekilde yapılan uygulamaların throat'ın çalışma koşullarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu tür throat'larda korozyon azalabilir.

Throat'ın Aşınması: Şirketimizde throat'lar A.Z.S. (Alümina, Zirkon, Silis) malzemeleri ile yapılmaktadır.

Bu malzeme beyaz cam imal eden fırınlar için, ER. 1711 RT'dir. Terkibi,

% 45.5 Al_2O_3

% 41.0 ZrO_2

% 12.2 SiO_2 'dir.

Bir diğ er kullanılan throat malzemesi ER. 2161 RT'dir. Bunun terki bi de A.Z.C.S. (Alümina, Zirkon, Krom, Silis)'tir.

% 31.5 Al_2O_3

% 26 ZrO_2

% 26 Cr_2O_3

% 13 SiO_2 'dir.

A.Z.C.S. malzeme hem aşınmaya hem de throat tavanındaki gaz kabarcıkları yüzünden meydana gelen oyulmaya karşı son derece mukavimdir.

Bu konuda A.Z.S. malzemed en 3-5 kere üstündür.

Ayrıca, throat'ı soğ utmak da gerekmez. Ancak beyaz renkli, soda-kireç camı yapan fırınlarda fırına renk vereceğ i için kullanılamamaktadır.

Throat'larda kapak ve yan duvarların üzerinde aşınma fazladır. Bu da git-tikçe daha sıcak cam çekilmesine ve korozyonun artmasına sebep olur. Korozyon arttıkça throat kapağ ı inceleceğ inden buradan akmalar meydana gelebilir.

TANK FIRINLARINDA YARI SICAK TAMİR

Hüsnü SÜTLÜPİNAR - Süreyya GİRİŞMEN

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Bu çalışmada Çayırova Cam Sanayii A.Ş. I. fırınında 1976-1982 yıllarında uygulanan iki yarı sıcak tamir hakkında bilgi verilmiştir.

Fırın tanıtılarak, yarı sıcak tamir yapılabilmesi için gerekli koşullar belirtilmiş, kullanılan malzeme hakkında bilgi verilmiş ve uygulamalar aktarılarak sonucunda yarı sıcak tamirin daha ekonomik olduğu sergilenmiştir.

1. GİRİŞ

Tank fırınlarında yarı sıcak tamir, üretim sırasında kısa sürede aşınarak fırın ömrünün azalmasına neden olan bölgelerin, fırının diğer bölgeleri sıcak tutularak, tamir edilmesi yöntemidir.

Bu yöntem ile yıpranmayan bölgelerdeki malzemelerin termal şok nedeni ile zayıfatı önlenmekte, malzeme tasarrufu sağlanmakta ve fırın tamir süresi kısaltılarak erken üretim ve kaliteye geçişte büyük bir ekonomik kazanç temin edilebilmektedir.

2. FIRININ TANITILMASI

2.1. Proje Ölçüleri

Yandan ateşlemeli, dikrejeneratörlü, tabii çekişli Pittsburgh yöntemiyle düzcam üretimi yapan bir fırındır.

Boy: Bütün fırın yan blokları içten içe	: 43294 mm
Eni: E.H. yan blokları içten içe	: 7200 mm
Doghouse alanı	: 11.83 m ²
Eritme havuzu alanı	: 219.708 m ²
Dar kanal alanı	: 22.86 m ²
Çalışma havuzu alanı	: 107.27 m ²
1 ve 4 no'lu makina alanı	: 27.30 m ²
2 ve 3 no'lu makina alanı	: 22.04 m ²
Havuzcuklar	: 4.46 m ²

Toplam: 415.468 m²

Eritme kapasitesi (Genel ort.)	: 1.34 ton/gün m ²
Ekran iç duvarı-6. port eksenı arası	: 29.965 mm
Cam derinliği	: 122 mm
Fırın erimiş cam miktarı (Füzyon)	: 1260 ton
Fiili kapasitesi	: 195 ton/gün
Makina adedi	: 4
Makina genişlikleri (net)	: 1 adet 270 cm 1 " 240 cm 2 " 210 cm
Rejeneratör tipi	: Dik (6+6)
Enversiyon süresi	: 30 dakika
Kullanılan enerji türü	: Fuel-oil
Özgül yakıt sarfiyatı	: 258 gr/kg cam
Bek sayısı	: 42 (21+21)
Baca tipi	: Tabii çekişli 60 m yüksek

2.2. Refrakter Yapı

A. Eritme Havuzu

Taban blokları

Supral 25, blok kalınlığı 300 mm

Yan Bloklar

1. sıra: Dinlenme ortasına kadar Zac 1681, daha sonra Jargal M, yükseklik 600, kalınlık 300
2. sıra: Eritme bölgesi Zac 1681 SR, dinlenme ortasına kadar Zac 1681, daha sonra Jargal M, yükseklik 600, kalınlık 300

Üstyapı

1. sıra: 6. porta kadar Zac 1681, daha sonra silis yükseklik 225, kalınlık 300
2. sıra: 6. porta kadar Zac 1681, daha sonra silis yükseklik 900, kalınlık 300

Ana Kemer

Silis malzemedden 8 seksiyonludur.

B. Dar Kanal

Açıklık : 6096 mm

Uzunluk : 3750 mm

Dar kanal kemerinin en yüksek (iç) noktasının camdan olan yüksekliği : 609 mm

Refrakter malzeme:

Kemer : Silis

Yan bloklar : İki sıralı Jargal M, yükseklik 600, kalınlık 300

Köşe bloklar : Zac 1711

C. Çalışma Havuzu

Üstyapı malzemesi : Silis

Yan bloklar : İki sıralı Zac 1681, Jargal M, yükseklik 600, kalınlık 200 mm

Kemer şekli : Kubbe

D. Makina Kamaraları

Şamot malzemeler

% 20-30 Al_2O_3 : a) Shutoff block
 b) Skimbar (Cam içi)
 c) Tweel (Cam üstü)
 d) L bloklar

Zac malzeme : Drawbarlar (Cam içi)
 Zac 1711 RT

E. Flatör

Malzeme şamot % 20-30 Al_2O_3

Şekil : 3 parçalı

Kullanılan yer : Eritme sonu

Ömrü : 40-45 gün

3. YARI SICAK TAMİR KOŞULLARI

Bilindiği gibi eritme bölgesi refrakterleri çalışma havuzuna göre daha fazla ve kısa zamanda aşınır. Ara tamirlerle ve takviye plakalarıyla çalışma ve ömür uzatma imkânı kalmadığından tamire alınma zorunluğu doğar.

Çalışma havuzu ise refrakter malzeme yönünden üretime engel teşkil etmeyecek bir durumdadır. Genellikle çalışma havuzu tamiri 3 eritme havuzu kampanya süresine eşdeğerdir.

Makina kamaralarında cam içinde çalışan termik şoka mukavim olmayan ve her soğuk tamirde değiştirilmesi gereken 4 adet Zac Drawbar tamir maliyetini etkileyen pahalı malzemelerdir.

Tamire alınacak bölgeyi diğer kısımdan ayırabilecek dar ve kapatılabil-

mesi kolay perde indirilebilecek uygun bir yer gereklidir.

Yarı sıcak tamir sırasında tamir edilmeyecek bölgeyi refrakter malzeme zarar gelmeyecek şekilde asgari sıcaklıkta tutmak üzere bek yakmaya müsait koşullar olmalıdır.

4. KULLANILAN MALZEMELER

4.1. Askı Perdesi

a) 1976 tamirinde kullanılan malzeme:

Firma	: Forthergill and Harsey Ltd.
Ürün cinsi	: Fiber frax H blanket and feld.
Uygulama temp.	: 1260°C
Kimyasal yapı	: 62.3 % Al ₂ O ₃ 37.2 % SiO ₂
Kalınlık	: 13 mm
Genişlik	: 610 mm

Bu malzeme kolayca ezildiğinden ve kendi ağırlığını taşımadığından aynı kimyasal yapıdaki TY Glass isimli perde kumaşa çelik tellerle dikilip takviye edilerek kullanılmıştır.

b) 1982 tamirinde kullanılan malzeme:

Firma	: Carborandum
Ürün cinsi	: Fiber frax L 144 T
Yapı	: Çelik tel takviyeli alümina esaslı seramik fiber.
Uygulama temp.	: 1090°C
Kalınlık	: 3 mm

4.2. Diğer Teçhizat

a) Asbest kaplı saç paravanlar, 100x100 cm ebadında 10 mm kalınlıkta çift asbestle takviye edilmiş, ayaklı koruyucu perde.

5. UYGULAMA

5.1. Perde Koymadan Önceki İşlemler

- a) Sıcak tutulacak bölge için tesisat ve bekler hazırlanır.
- b) Normal soğutmada takip edilen işlemler yürütülür.
- c) Şarj kesilir, makinalar çalıştırılarak cam seviyesi 2-3 cm kadar düşürülür ve makinalar stop edilip, şarj ağzı kapatılır.
- d) Fırın içindeki flatör ve makina kamaralarındaki clay work malzemeler çıkarılır.
- e) Soğutma eğrisine göre yakıt azaltılıp bekler söndürülerek soğutma işlemine başlanır.
- f) Eritme havuzu sıcaklığı 1000°C civarında iken perde indirilecek yer açılır. Bu sırada çalışma havuzu sıcaklığı 900°C 'den aşağıda olmamalıdır.
- g) Fırın açıklığına göre daha önceden hazırlanmış olan perdelerin aralarına kolay indirim ve tazyik altında uçmayı engellemek amacıyla kalın cam bordlar konulur.

5.2. Perde Koyma İşlemleri

Perdeye en yakın bölgedeki kemer termokupl sıcaklığı 800°C civarında iken açılan dilatasyon boşluğundan perdeler bindirmeli olarak cam yüzeyine kadar sağ ve soldan eşit miktarda indirilir. Perde koyma işlemi tamamlanınca çalışma havuzu kapalı termokupl değeri 900°C 'ye çıkarılarak tamir sonrası dönemine kadar, sabit sıcaklıkta uygun yerlerden yakılan LPG veya motorin bekleriyle sağlanır.

Alev boyu ve çalışma havuzu tazyiki perdelerden eritme havuzuna gaz geçici olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Perde koyma sonrası tamire alınacak kısım grafiğe uygun olarak soğutulur. Bu şekilde 5 gün sonra fırın içine girilerek koruyucu asbest plaka takviyeli paravanlar yerleştirilir.

5.3. Tamir ve Perdenin Alınma İşlemi

Fırın tamirinde genel olarak değiştirilmesi gereken yerler:

- a) Taban blokları (maksimum noktaya kadar)
- b) Yan bloklar (eritme havuzu tamamı)
- c) Üst yapı (eritme havuzu tamamı)
- d) Kemer (1 ve 2. seksiyon)
- e) Rejeneratör (kemer rejeneratör duvar ve amplajların bir kısmı)

değiştirilerek fırın tamirinin tamamlanmasını müteakip fırın ısıtılmasına başlanır.

Fırın ısıtma grafiği gereğince sıcaklık 10 gün sonra 900°C civarına eriştiğinde çalışma havuzu sıcaklığında düşme olmayacak tarzda kademeli olarak perdeler alınmaya başlanır.

Perde kısmen yanmış ve özelliğini kaybetmiş durumda olduğundan perdenin yırtılıp dökülmemesine özen gösterilmelidir.

Şayet dökülmeler mevcutsa cam sathı henüz katı halde bulunduğundan üzerinden alınarak temizlenmeye gayret edilmelidir. Aksi halde yüksek alüminalı malzeme uzun süre camda hata kaynağı olabilir.

Perde tamamen alınınca dilatasyon boşluğu uygun refrakterlerle kapatılır, normal atrampaja devam edilir.

6. SOĞUK TAMİR İLE YARI SICAK TAMİRİN KIYASLANMASI

6.1. Üretimden Üretime Geçiş Süresi

Kameralardaki camın istenilen viskoziteye yakın hazır bulunması, devitrifikasyon problemi olmaması nedeniyle üretime geçiş kısa sürede olur. Tahmin: 500-600 ton ticari üretim kazancı elde edilir. 500x166.700 TL/ton ser camı: 83.350 milyon TL kazanç elde edilir.

6.2. İşçilik ve Zaman

Çalışma havuzunda 557.62 ton cam füzyonun,

a) Kırılması ve doldurulması için : 10 günx20 işçi

b) Refrakter malzeme değişimi

ve tamiri için : 7 günx20 işçi

Toplam işçilik : 17 günx40 işçi

İşçilik saati (giydirilmiş) : 1260 TL/saat

17x40x1260x8 : 6.854.400 TL işçilikten kazanç elde edilir.

6.3. Refrakter Malzeme

Çalışma havuzu soğuk tamire alındığında sarf edilecek malzeme miktar ve tutarı.

a) Zac malzeme : 67.2 ton 305.000.000.-

b) Silica malzeme : 16 ton 15.000.000.-

c) 4 ad. Zac Drawbar: 4.538 ton 21.000.000.-

Toplam 336.000.000.- gider oluşacaktır.

6.4. Yakıt Kıyaslaması

a) Yarı sıcak tamirde çalışma havuzunu sıcak tutmak için harcanan enerji ve tutarı.

LPG : 127.912 kg 20.497.898.-

Motorin: 41.316 lt. 6.326.719.-

Toplam 26.824.617.- TL

b) Soğuk tamirde çalışma havuzunun atmosfer sıcaklığından 900°C'ye kadar ısıtmak için harcanan enerji ve tutarı.

LPG : 31.878 kg	5.108.450.-
Motorin: 24.237 lt	3.711.412.-
	<hr/>
Toplam	8.819.862.- TL

Fark: Yarı sıcak tamir yakıt masrafı-soğuk tamir yakıt masrafı
= 18.004.755.- TL gider oluşacaktır.

6.5. Kapatma Perdesi Maliyeti: 2.238.000.- TL'dir.

Maliyet hesabı:

	<u>Kazanç</u>	<u>Gider</u>
Üretim	83.350.000.-	-
İşçilik	6.854.400.-	-
Refrakter malzeme	336.000.000.-	-
Yakıt	-	18.004.755.-
Perde	-	2.238.000.-
	<hr/>	<hr/>
Toplam	426.204.400.-	20.242.755.-

Yarı sıcak tamir sonucu kazanç miktarı: 405.961.645.- olmuştur.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak yarı sıcak tamirin soğuk tamire göre çok daha kazançlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Fırınlarda gerekli konstrüktif değişiklikler yapılarak, perde indirerek yarı sıcak tamir yapma imkanının oluşturulması yararlı olacaktır.

CAM KIRIĞININ SERBEST METALLERDEN AYRILMASI VE CAM KIRIĞI BESLEME

Celil KARABIYIK - Semih ÖZDURMUŞ
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

1. GİRİŞ

Genelde Topluluğumuzdaki Üretim Şirketlerinde birkaç fırın ve her fırına bağlı birkaç üretim makinası mevcuttur. Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de ise bir fırın ve tek makina ile yüksek brüt çekişlerde üretim yapılmaktadır.

Bu nedenle hammadde kirlenmeleri nihai ürüne çok süratle ve son derece çarpıcı bir biçimde yansıdığından kuruluşumuzda büyük önem taşımaktadır.

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de düzcam üretiminin en son teknolojisi olan float yöntemi ile üretim yapılmakta ve bu teknolojinin bir özelliği olarak da % 80-83 gibi yüksek randımanlara erişilebilmektedir. Dolayısıyla üretim süreci içinde geri dönen cam kırığı miktarı yetişmemekte ve dışarıdan cam kırığının satın alınması zorunlu olmaktadır. Bu da beraberinde önemli bir kirlenme sorunu getirmektedir.

2. CAM KIRIĞI KİRLİLİĞİNDEN OLABİLECEK HATALAR (1)

Gerek fabrika içinde fırına geri döndürülen, gerekse dışarıdan satın alınan cam kırığı kirlenmelerinden dolayı nihai üründe oluşabilecek hataların başlıcaları nefelin mullit, kuvars mullit, kuvars çakılı gibi taş türü hatalar; çivi, civata, somun gibi çeşitli metalik hatalar ve meşalix şilisyum hatası olarak özetlenebilir.

Taş türü hatalardan nefelin mullit hatası cam kırığı veya hammaddelere pişmiş kil esaslı maddelerin karışmasından; kuvars çakılı hatası ise

isminden de anlaşılacağı gibi çakıl taşlarının karışması sonucu oluşur.

Cam kırığına taş toprak karışması sonucu oluşan bu tür hataları gidermenin en etkin yolu yıkama ve elle ayıklamadır (Şekil 1). Çivi, civata, somun, elevatör kova parçası, zincir baklası, rulman bilyası gibi manyetik özellikli metal kirlenmeleri sadece nihai ürüne yansımalarının yanı sıra özellikle izolasyonlu fırınlarda fırın tabanının delinmesine yol açabilmeleri nedeniyle son derece önemlidirler.

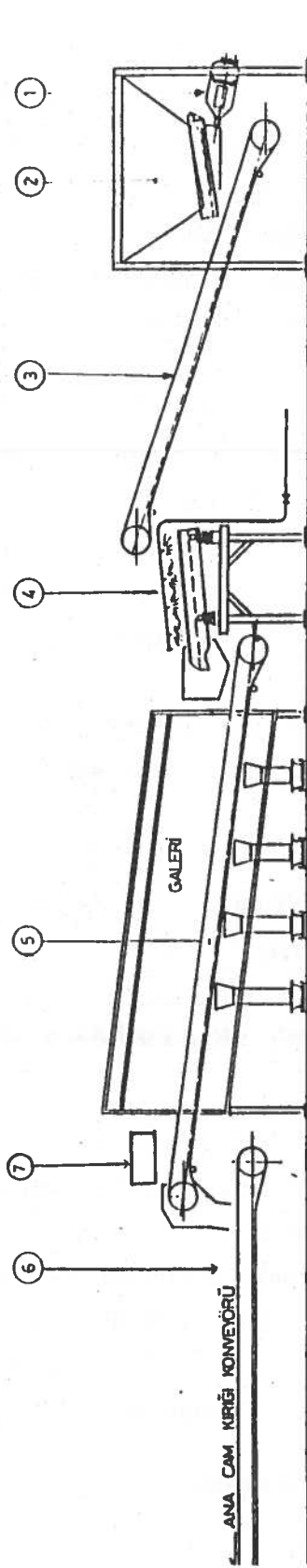
Bu tür kirlenmeler etkin manyetik ayırım yöntemleri ile temizlenebilirler. Ancak paslanmaz çelik, % 12 ve daha yüksek oranda manganlı çelikler, alüminyum gibi manyetik özelliği olmayan metallerin manyetik ayırıcılarla temizlenmesi mümkün değildir. Bu tür metallere ağır olanlar yine fırın delinmesine yol açabilir, alüminyum ise nihai üründe metalik silisyum hatasına neden olur.

Manyetik özelliği olmayan metal kirlenmelerinin temizlenmesi için en etkin yöntem metal dedektörleri ile donatılmış ayırım bantları olup, bu yöntemle manyetik özellikli malzeme de etkin bir biçimde ayrılabilir.

3. METALİK KİRLENME NEDENİ İLE TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş.'DE YAŞANAN OLAYLAR

Manyetik özelliği olmayan alüminyum kirlenmesinden dolayı oluşan ve ilk defa Şirketimizde gözlenen bir hata türü nedeni ile geçmişte birkaç olay yaşanmıştır.

Bu hata ilk defa 1983 Ocak ayında gözlemlendi. Mikroskop altındaki görünümü gayet düzgün, yuvarlak, 1 mm çapında kürecikler şeklinde idi ve içinde bulunduğu cam matrisinde yıldız şeklinde çatlak oluşturmuştu. Bu hataların metalik alüminyumun şiddetli indirgen şartlar altında silisyum dioksidi indirgemesi ve metalik silisyumun ortaya çıkmasından olduğu Araştırma Merkezi'nde yapılan elektron mikroprob analizi ve eritiş



1. Besleme bunkerleri
2. Vibrör besleyici
3. Konveyör
4. Elek ve su ile yıkama düzeni
5. Elle ayıklama ve yükleme konveyörü
6. Ana cam kırığı konveyörü
7. Sabit manyetik seperatör

Şekil 1.

deneyleri sonunda tespit edildi.⁽²⁾ Tüm şeride dağılmış vaziyette olan bu hatalar 70 dakika süre ile yaklaşık 24 ton camın kırılmasına neden oldu. Sadece kırılan camın bugünkü ortalama satış fiyatları ile değeri 6 milyon TL civarındadır. Hata tamamen kayboluncaya kadar da birkaç saat geçmiş ve bu süre içinde ihraç ve ayna kalite çalışması yapılamamıştır.

Benzer bir olay 1983 Aralık ayında olmuş ve camın tüm yüzeyine dağılmış olarak bir vardiya boyunca devam eden metalik silisyum hatası nedeni ile 10 m² camdaki hata adedi olarak tanımlanan hata yoğunluğu 0.84'ten 3.64'e kadar çıkmış, ihraç ve ayna kalite çalışması durmuş; iç piyasa çalışması ise ancak düşük randımanla yapılabilmektedir.

Bu iki olaydan sonra sistemde mevcut olan ancak yeri uygun olmayan metal dedektörünün yeri değiştirilerek fırına daha yakın ve daha etkili olabileceği bir yere konmuştur.

Daha sonra aynı hata iki kez daha gözlenmiş, her iki olay da dedektörün arızalı olduğu dönemlere rastlamıştır.

4. PLANLANAN CAM KIRIĞI TEMİZLEME VE AYIKLAMA SİSTEMİ (Şekil 2)

1986 yılındaki soğuk tamirimizde yenilenecek olan Trakya Cam Sanayii A.Ş. 1. float fırını tamamen izole edilecektir. Bu nedenle fırına ağır metallerin girmesini önleyecek ve temiz cam kırığı beslemesi sağlayabilmek amacı ile mevcut cam kırığı nakil sistemleri üzerine etkin temizleme ve metal ayıklama teçhizatı konması planlanmıştır.

Cam kırığında oluşabilecek kirlilikler üç aşamada temizlenecektir.

- a) Yıkama, eleme ve elle ayıklama istasyonu.
- b) Manyetik ayırıcılar ile temizleme.

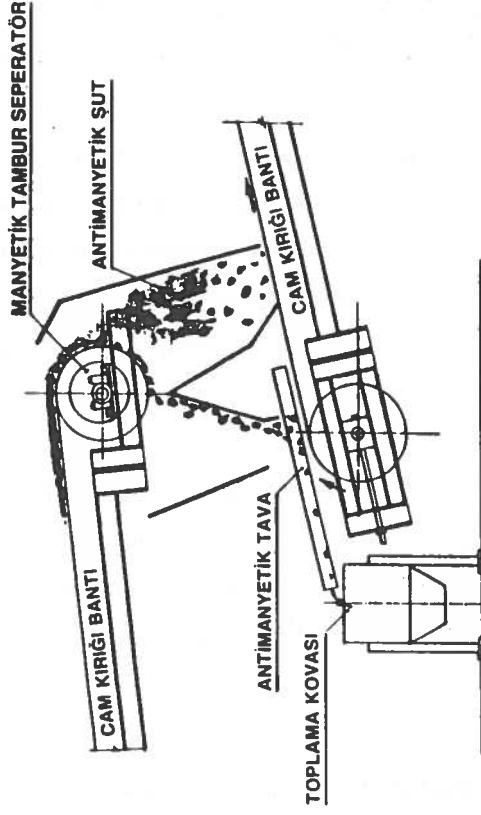
c) Metal dedektörü ile temizleme.

Doğrudan fırın cam kırığı geri dönüş sistemine verilemeyen ya da dışarıdan satın alınan cam kırığı ilk aşama olarak cam kırığı stok binası yanına kurulacak olan istasyonda yıkanıp elenerek toz ve çamurlarından arındırılacak ve bir ayıklama konveyörünün iki yanına dizilen elemanlar tarafından gözle görünen her türlü kirleticilerin ayıklanması sağlanacaktır. Bu şekilde temizlenen cam kırığı bir manyetik separatör altından geçtikten sonra gözden kaçabilecek manyetik özellikli metal kirliliklerinden arındırılarak doğrudan fırın cam kırığı besleme sistemine verilecektir.

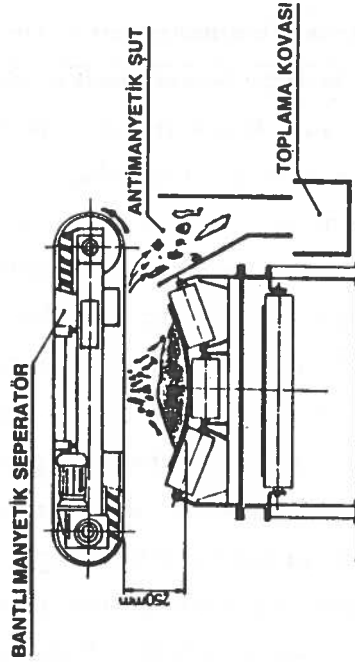
16 adet konveyör, 1 elevatör ve 19 adet döküş ağzından oluşan cam kırığı nakil sisteminde döküş noktalarında ve taşıma sırasında oluşabilecek metalik kirlenme ihtimaline karşı fırına yakın noktalarda etkin bir temizleme sağlayabilmek amacı ile yeterli güçte bantlı elektromanyetik ayırıcılar ve daimi mıknatıslı tambur ayırıcılar yerleştirilecektir (Şekil 3). Bantlı elektromanyetik ayırıcılardan 1 adedi asil ve yedek harman bantları üzerine, bir adedi cam kırığı bantı üzerine konacaktır. Bu ayırıcıların altındaki konveyör bant ruloları anti manyetik özellikli olacak, böylece ayırıcının etkisinin azalması önlenmiş olacaktır. Ekonomi açısından iki harman bantı üzerine konan tek ayırıcı raylı bir sistemle çalışan bant üzerine çekilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayırıcının bant üzerinde olmadığı zamanlarda bantın çalışmasını engelleyecek kilitleme düzeni olacaktır.

Bantlar üzerinde 25 cm yüksekliğe asılı bu ayırıcılar ile ağırlığı 5 g'dan 4-5 kg'a kadar olan manyetik metaller 15 cm derinliğinde malzemenin altından veya üstünden çekilip atılabilecektir.

Boyutlarının küçük olması ve malzemenin altında kalması nedeniyle bantlı asılı ayırıcılar tarafından tutulamayarak geçebilecek manyetik özellikli kirlenmeleri yakalayabilmek için iki adedi harman bantlarına, bir adedi



3-) SABİT MİKNATISLI TAMBUR SEPERATÖR



2-) BANTLI MANYETİK SEPERATÖR

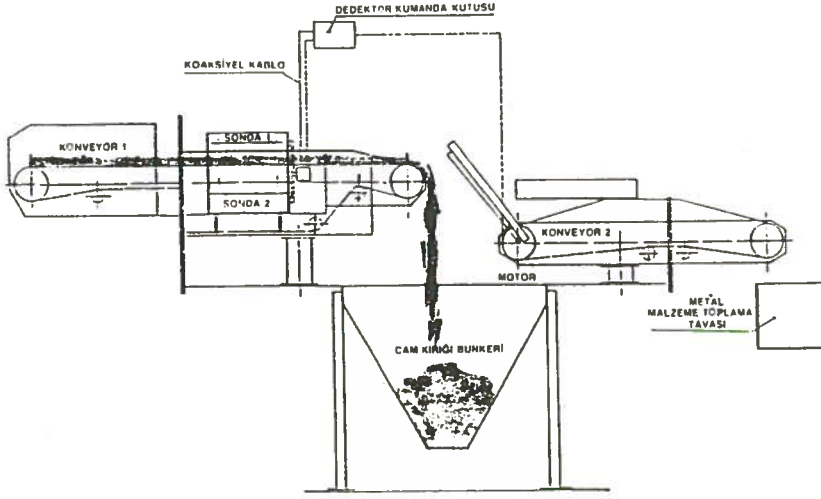
Şekil 3.

cam kırığı bantlarına konmak üzere üç adet daimi mıknatıslı tambur ayırıcı öngörülmüştür. Bu tür ayırıcı ek enerji sarfiyatı olmadan çalışmakta, sıcak bölgelerde bile etkin olabilmektedir. Etkin çalışma için bu tür ayırıcıların altına konulacak olan şutların antimanyetik özellikli malzemelerden yapılmış olması gerekmektedir. Bu amaçla gerek anti-manyetik özelliği, gerekse aşınmaya mukavim olması nedeniyle paslanmaz çelik kullanılacaktır. Özellikle cam kırığında metalik kirlenmelerin fazla olabileceği düşüncesiyle son ayıklama aşaması olarak metal dedektörü kullanılacaktır.

Halihazırda fabrikamızda kullanılmakta olan metal dedektörü ile manyetik özelliği olsun olmasın bütün metaller, civata, çivi, matkap ucu, paslanmaz çelik parçaları, manganlı çelik kırıkları, alüminyum parçaları ve hatta alüminyum folyo kaplı sigara paketleri ayıklanabilmektedir.

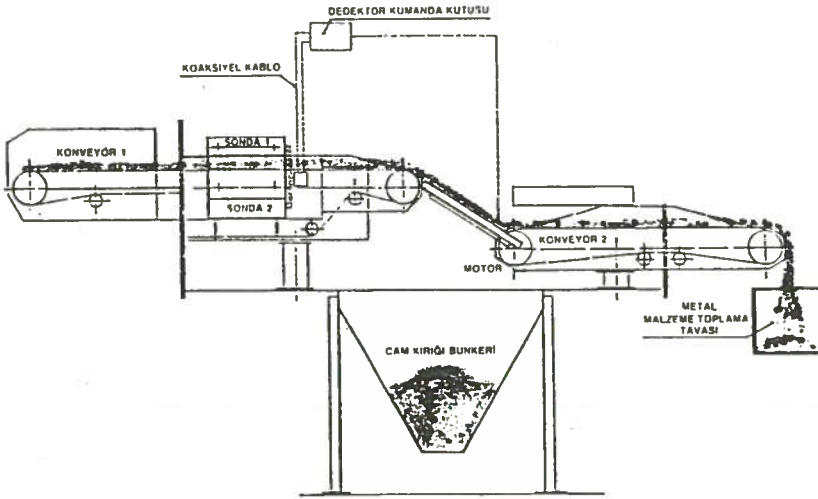
5. DEMİR DIŞI METAL AYIRICI (Şekil 4)

Aygıt esas itibarıyla tandem sonda, dedektör ve iki konveyörden oluşur. Sondaların biri besleme konveyörünün üzerinde, diğeri altındadır. Sondanın içinde karşılıklı iki adet bobin bulunmaktadır. Dedektör kumanda panosu değişken bir gerilimle birinci bobini besler. Bu bobin etrafında değişken bir manyetik alan oluşur. Manyetik alan ikinci bobini etkileyerek ikinci bobin üzerinde indüksiyon gerilimi oluşturur. Banttan bir metal parçası geçtiğinde kesilen manyetik alan ikinci bobindeki indüksiyon geriliminin değişmesine neden olur. Değişikliği hisseden dedektör oluşan gerilim değişikliğini kuvvetlendirerek bir impuls (elektriki darbe) oluşturur ve bir röleyi çektirir. Böylece iki konveyör arasındaki boşluğu kapatmak üzere motor harekete geçer. Normalde temiz cam kırığı gelirken cam kırığı bunkerine beslenen mal; metal parçası geldiğinde ikinci konveyör ile metal malzeme toplama tavaasına aktarılır. Konveyörün döküş yeri ile sondanın bulunduğu yer arasında belirli bir mesafe olduğundan bant hızı ve döküş yerinin uzaklığına bağlı olarak röle gecikmeli çektilir. Burada bir hususa dikkat etmek gerekir. Non-ferro ayırıcının çalış-



3) DEMİR DIŞI (NON-FERRO) METAL AYIRICI

Şekil 4.



3) DEMİR DIŞI (NON-FERRO) METAL AYIRICI

ması 1. ve 2. bölümlerde cam kırığının etkin bir şekilde temizlenmiş ve ayıklanmış olmasına sıkı sıkıya bağlıdır. Çok kirli bir cam kırığı bu ayırıcının taşınan bütün malı toplama kovalasına aktarması; diğer bir ifade ile hiç cam kırığı beslemesi yapılamaması demektir.

6. KAYNAKÇA

1. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülteni, Cilt 11, Sayı 6, Yıl 1982, Cam Hataları Özel Sayısı.
2. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Raporu, No. 113, Yıl 1983 Şubat. "Trakya Cam Sanayii A.Ş. Numunelerinde Gözlenen Metalik Silis Hatalarının İncelenmesi"

ATIK ISI KAZANLARINDA ÜRETİM SÜRESİNİN ARTIRILMASI

Selçuk DEMİRKIRAN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Baca gazlarının taşıdığı enerjinin buhar üretiminde kullanılmasını sağlayan atık ısı kazanlarının, zaman içinde, ısı transfer yüzeylerinde oluşan birikintiler nedeni ile üretim kapasitesi düşmekte, birikintinin gaz geçiş aralıklarını tamamen kapatması durumunda kazan temizlenmek üzere, devre dışı bırakılmaktadır.

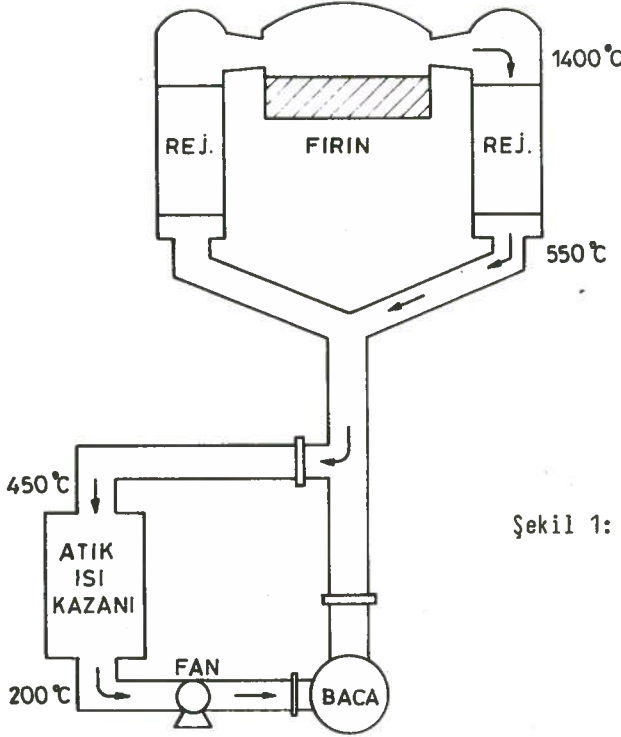
Şirketimizde geliştirilen bir mekanik sıyrıcı ile, kazan devrede iken, kirlenmenin en yoğun olduğu bölgenin sürekli temizlenmesi olanağı yaratılmıştır. Böylece kazanın devrede tutulma süresi uzatılarak, duruşlar sırasındaki üretim kayıpları azaltılmış, ayrıca kazanın devrede bulunduğu süre içinde üretim kapasitesinin düşmesi en aza indirilmiştir.

Duman borulu atık ısı kazanı tasarımında yapılan bir değişiklik ile, kazan devrede iken ve istenen her an ısı transfer yüzeylerinin temizlenebilmesi olanağı yaratılmıştır. Böylece kazan boruları sürekli temiz tutularak, buhar üretiminin azalması ve boru içlerinin tıkanması nedeni ile kazanın devre dışı kalması önlenmiştir.

GİRİŞ

Cam fırınlarında rejeneratör veya reküperatörleri 500-600°C'ta terkeden baca gazları, halen önemli miktarda enerji içermektedir. Baca gazlarının taşıdığı bu enerji, baca kanalı üzerine yerleştirilen atık ısı kazanları yoluyla, buhar üretiminde kullanılmaktadır (Şekil 1).

Atık ısı kazanları, rejeneratör veya reküperatör ile baca arasındaki gaz kanalı üzerine yerleştirilir. Kazana 450-550°C'ta ulaşan gaz, buhar üretimini



sağladıktan sonra $\sim 200^{\circ}\text{C}$ 'ta kazanı terkeder ve fanlar vasıtası ile bacaya atılır.

Kuruluşumuzda 1 ve 3 no'lu fırınlarımızda atık ısı kazanları uygulanmıştır. 1 no'lu fırın atık ısı kazanı su borulu olup, saatte 4.0 ton, 3 no'lu fırın atık ısı kazanı ise duman borulu olup, saatte 1.2 ton, 8 Atü basınçta doygun buhar üretmektedir. 1 no'lu fırın atık ısı kazanı 1983 yılından beri üretime devam etmektedir. 3 no'lu fırın atık ısı kazanı ise yenidir ve Ekim ayında devreye alınmış olup, 2 aydır üretim yapmaktadır.

1 no'lu fırın atık ısı kazanının yıllık buhar üretimi 32000 ton, 3 no'lu fırının ise 11000 ton'dur. Atık ısı kazanlarında üretilmekte olan toplam 43000 ton/yıl buharın, fuel-oil kullanan kazanlarda elde edilmesi durumunda, yılda 3500 ton fuel-oil harcanması ve karşılığında 350 M TL ödenmesi gerekecektir. Sağlanan tasarrufun büyük olması, atık ısı kazanları için yapılan yatırımların çok kısa sürede geri ödenmesini sağlamaktadır.

Atık ısı kazanı işletmeciliğinde en önemli sorun, kazan borularının gaz tara-

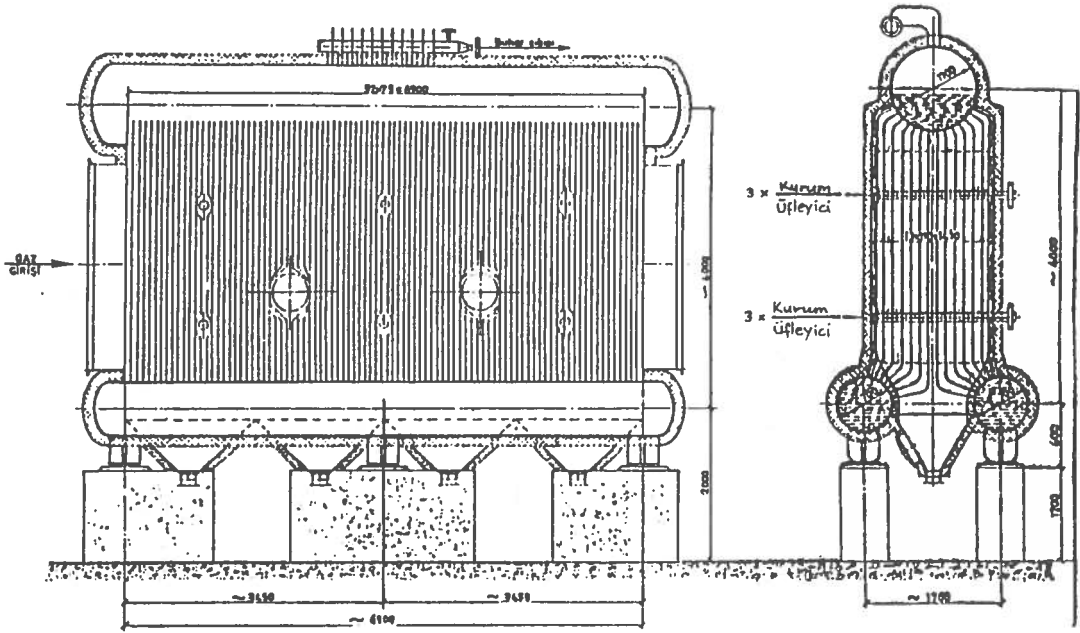
raflarında oluşan birikintilerdir. Birikinti, ısı transferini azaltmakta ve buna bağlı olarak buhar üretimi gittikçe azalmaktadır. Birikintilerin gaz geçiş aralıklarını tamamen kapaması durumunda ise kazan devreden çıkarılmakta ve temizlenmektedir. Temizlik süresince, baca gazları direkt olarak bacaya verilmektedir.

KAZAN KİRLENMESİ VE NEDENLERİ

Fırını terkeden baca gazları içinde, yakıtın yanması ve cam harmanının erimesi sırasında oluşan gazlar bulunmaktadır. Bileşiminde kükürt (S) bulunan yakıtların yanması ile oluşan kükürt trioksit (SO_3), baca gazlarına harmandan karışan sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile birleşerek sodyum tiyo sülfat ($Na_2S_2O_7$) oluşturmaktadır. Ortamda su buharı bulunması durumunda ise sodyum bi sülfat ($NaHSO_4$) oluşmaktadır. Daha sonra sodyum sülfat, sodyum tiyo sülfat ve sodyum bi sülfat birleşerek, ötektik bir bileşik oluşturmaktadırlar. Boru yüzeylerinde oluşan bu bileşik, son derece yapışkan ve serttir. Böyle bir kirliliğin, boru yüzeylerinden temizlenerek uzaklaştırılması ise oldukça zordur. Bu tür kirlenmenin önlenmesi amacıyla, baca gazına toz halde MgO ilave edilmektedir. MgO ilavesi ile SO_3 'ün $MgSO_4$ şeklinde birikinti vermesi sağlanmaktadır. Oluşan $MgSO_4$ ise kuru ve gevrek bir yapıya sahip olup, boru yüzeylerinden temizlenmesi oldukça kolaydır.

Isı transfer yüzeyleri üzerinde oluşan $MgSO_4$ şeklindeki birikinti, üretim sırasında kazan gövdesindeki kurum üfleyiciler vasıtası ile temizlenmektedir. Ancak, özellikle kurum üfleyicilerin etki sahası dışında kalan bölgelerde, birikinti gittikçe artmakta ve buna bağlı olarak ısı transferi yavaşlayarak buhar üretimi düşmektedir. Birikintinin gaz geçiş aralıklarını tamamen kapatması durumunda ise kazanın devreden çıkarılması ve temizlenmesi gerekmektedir.

Temizlik sırasında yapılan gözlemlerde, kirlenmenin en yoğun olduğu bölgenin, baca gazlarının kazana giriş bölgesi olduğu saptanmıştır. Bu bölgede bulunan boruların araları tamamen kapanmakta ve gaz geçişine imkan kalmadığından, kazan devreden çıkarılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2: Su borulu atık ısı kazanı.

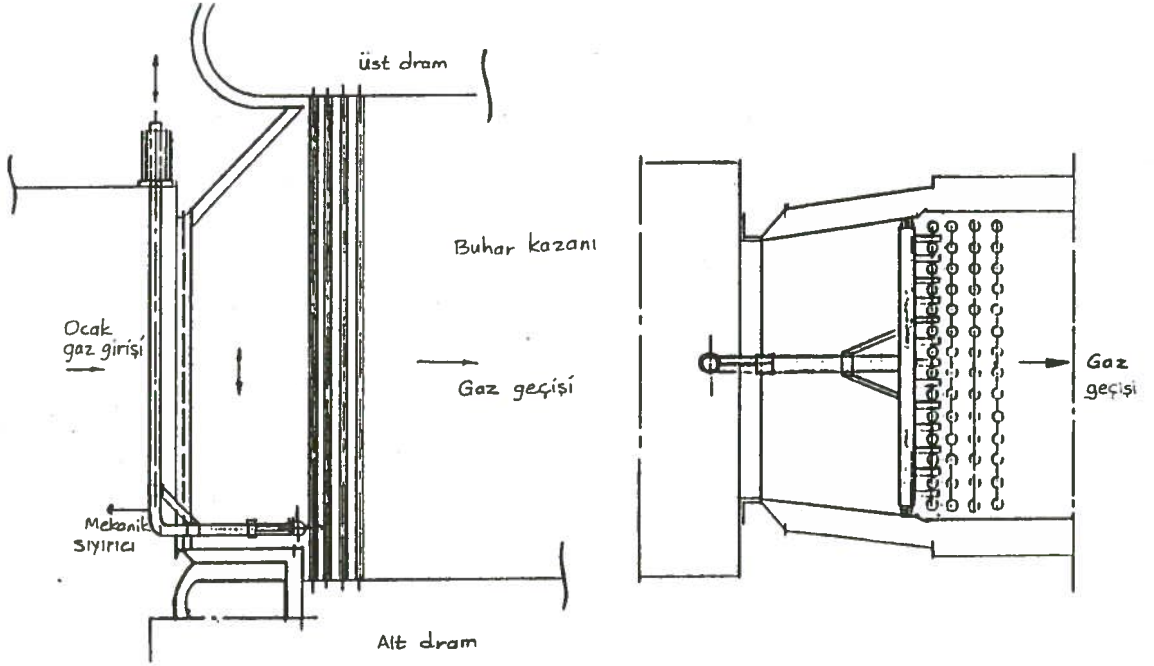
Kazanın temizliği, 1 no'lu fırın atık ısı kazanı için, 3 gün sürmektedir. Kazanın temiz olarak devreye alınması ile kirlenme nedeniyle devreden çıkarılması arasındaki süre ise ~ 30 gün olmaktadır.

ÇALIŞMA SÜRESİNİN UZATILMASI

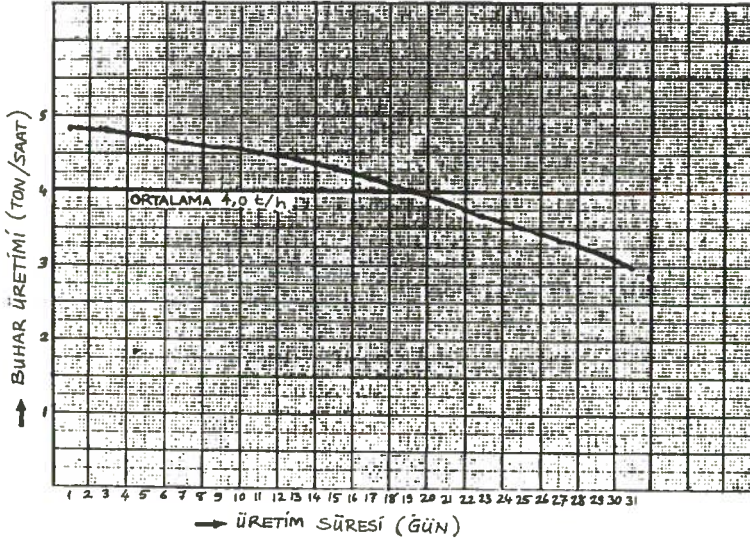
Su borulu atık ısı kazanında kirlenmenin en yoğun olduğu bölge olan, gaz giriş tarafındaki borular arasının, üretim sırasında temizlenebilmesi amacıyla mekanik bir sıyırıcı geliştirilmiştir (Şekil 3).

Sıyırıcı, üretim sırasında, belirli peiyotlarla çalıştırılmakta ve kazanın gaz giriş tarafını kapatan birikintiler kazınarak, kazanın alt tarafındaki boşaltma kapaklarından alınmaktadır.

Sıyırıcı kullanılmadan önceki dönemde, kazanın devreye alınması ile, kirlenme ve tıkanma sonucu devreden çıkarılması arasındaki süre yaklaşık 30 gün olmakta ve bu süre içinde saatlik üretim miktarı Şekil 4'deki gibi azalmaktadır.



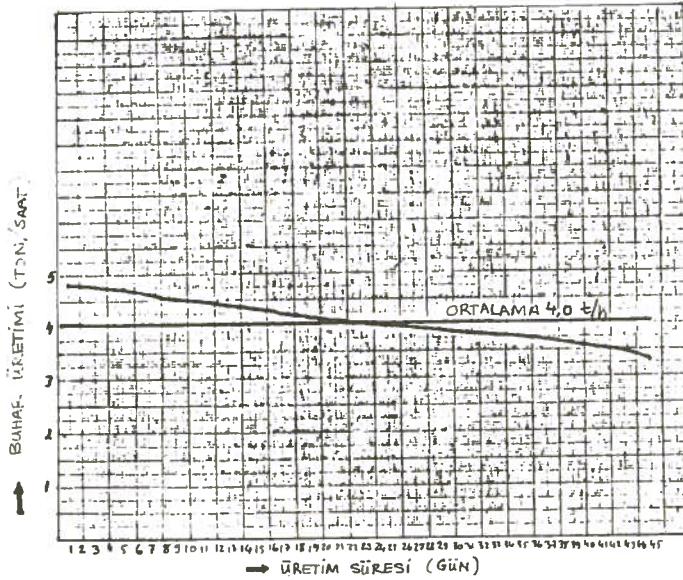
Şekil 3: Mekanik sıyrıcı.



Şekil 4.

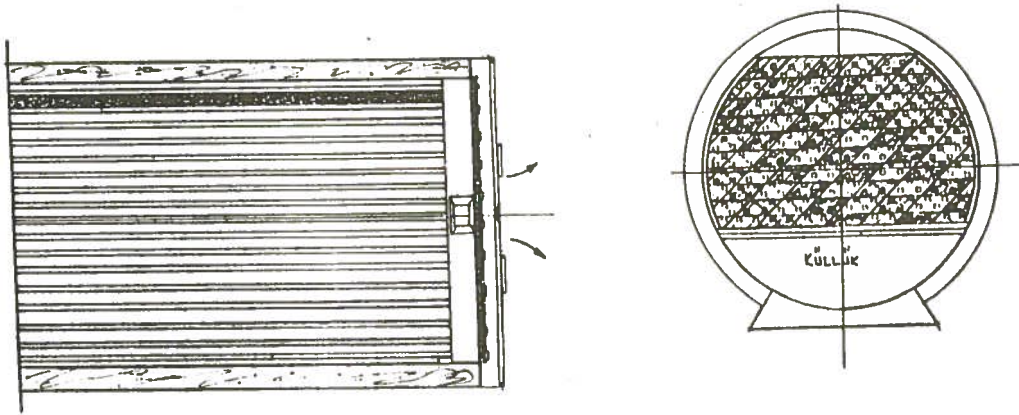
Sıyrıcının kullanılmaya başlanmasından sonraki dönemde ise üretim süresi 45 güne çıkmıştır ve bu süre içinde saatlik üretim miktarının değişmesi Şekil 5'de görüldüğü gibi olmuştur.

Şekillerin karşılaştırılması ile görülebileceği gibi, kazanın çalışma süresi 45 güne çıkarken, bu dönem içinde ortalama saatlik üretim yine 4.0 ton olmaktadır.



Şekil 5.

Uygulama sonucu olarak çalışma süresinin 30 günden 45 güne çıkarılması kazanın temizlik için, duruş sayısını yılda 11'den, 8'e düşürmüştür. Böylece, her temizlik için 3 gün devre dışı kalan kazanın, yıl içinde 9 gün daha fazla üretim yapması sağlanmıştır. 9 günlük fazla üretim 864 ton buhar olup, bunun fuel-oil eşdeğeri 70 ton'dur ve parasal değeri ise 7.5 M TL/yıl olmaktadır. Bunun yanı sıra, kazanın temizlenmesi için harcanan işçilikte ve kazanın temizlik sonrası devreye alınışında ilk ısıtma için kullanılan motorin miktarında % 27 oranında bir azalma sağlanmıştır.



Şekil 6: 3 no'lu fırın duman borulu atık ısı kazanı.

3 no'lu fırın atık ısı kazanı ise (Şekil 6) ısı transfer yüzeyleri üretim sırasında istenen her an temizlenebilecek ve kazan kirlenmesi nedeni ile devreden çıkarılmayacak şekilde tasarlanmıştır.

Baca gazlarının kazandan çıkış tarafındaki ayna karşısında bulunan yekpare saç yerine elle sökülüp takılabilecek küçük döküm kapaklar yerleştirilmiştir.

Her kapağın karşısında 6 boru bulunmaktadır. Kazan devrede iken; bu kapaklar sırası ile açılmakta ve buradan içeri sokulan bir fırça ile boruların iç yüzeyleri temizlenmektedir (Şekil 7).



Şekil 7: Duman borulu kazanın temizliği.

Böylece kazan borularının gaz tarafı sürekli temiz tutularak, kirlenme nedeniyle buhar üretiminin azalması ve boru içlerinin tıkanması sonucu kazanın devreden çıkarılması önlenmiştir.

DÜZ CAM PLAKALARDA MEYDANA GELEN İMALAT SONRASI YÜZEY HATALARI

Çetin AKTÜRK - Hayrullah GÜL
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

1. GİRİŞ

Tamamlanmasına birkaç aylık bir süre kalan birinci kampanya dönemi içinde float camında müşteri şikayetlerine neden olan bazı yüzey hataları ile karşılaşmıştır. Bu hataların bir bölümü camın şekillendirildiği ve float teknolojisinin esasını oluşturan banyo bölümündeki koşullardan kaynaklanmış, bazıları da camın otomatik kesilmesi ve koparılmasından sonraki aşamalarda ortaya çıkmıştır.

Bu bildiriye, ağırlığı daha fazla olması nedeniyle cam plakaların paketlenmesi, stoklanması ve müşteriye sevki aşamalarında meydana gelen imalat sonrası yüzey hataları ele alınmakta ve bu hataların giderilebilmesi için yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar üzerinde durulmaktadır.

2. İMALAT SONRASI YÜZEY HATALARI VE OLUŞUM NEDENLERİ

1982 yılı başlarında düzenli imalatla birlikte ortaya çıkan imalat sonrası yüzey hatalarını iki ana başlık altında toplamak mümkündür:

- a) Çizinti, kazıntı
- b) Korozyon

2.1. Çizinti, Kazıntı

Cam yüzeyinin dış etkenlerle fiziksel olarak zedelenmesi çizinti; derin çizinti de kazıntı olarak tanımlanabilir. Kazıntının çıplak gözle hemen farkedilmesi mümkün ise de hafif çizintiler için aynı durum

sözkonusu değildir. Ancak oto camında ve özellikle de ayna camında çizinti de kazıntı kadar rahatsızlık yaratan bir hata türü olmaktadır. Zaman içinde yapılan gözlemler ve incelemeler sonucu çizinti ve kazıntıyı ortaya çıkaran sebeplerin şunlar olduğu belirlenmiştir:

- a) Otomatik kesme-koparma işlemi sırasında cam yüzeyine sıçrayan parçacıkların camın istiflenmesi sırasında plakalar arasında kalması,
- b) Camın istiflenme şekline bağlı olarak cam paketi içindeki plakaların birbiri üzerinde hareket etmesi,
- c) Camı değerlendirmek ve özel kesim taleplerini karşılamak için üretilen büyük plaka camların işletme içinde taşınması ve stoklanması sırasında meydana gelebilen paket içi kırıklar.

Çizinti ve kazıntıyı giderebilme için alınan önlemler ve yapılan uygulamalar bu ana hata kaynaklarını giderici yönde olmuştur.

2.2. Korozyon

1982 yılı başında Almanya'ya yapılan çıplak, kağıtsız, 320x600 cm ebadındaki jumbo cam sevkiyatı ile birlikte yeni bir hata türü ile karşılaşmıştır. Daha sonra yurt içinde yapılan çıplak cam sevkiyatlarında da, özellikle Cam İşleme Tesisi'ne gönderilen ayna camlarında, benzer sorun zaman zaman ortaya çıkmıştır. İlk aşamada hatanın belirgin özelliklerinin şu hususlar olduğu görülmüştür.

- a) Beyaz lekeler halindeki hatalar yıkamakla, silmekle hatta fırçalamakla kaybolmamaktadır.
- b) Hatalar cam plakasının her tarafında bulunmamakta, özellikle camın basınç altında kaldığı bölgelerde yoğunlaşmaktadır.

Şekil 1 ve 2'de jumbo cam sevkiyatında kullanılan teçhizat ve cam yüzeyinde beyaz lekelerin dağılıma durumu gösterilmektedir.

Toplanan numunelerin Araştırma Merkezi'nce incelenmesi sonucu:

- a) Hataların yüzey korozyonu olduğu,
- b) Hatalı bölgelerde diğer kısımlara kıyasla % 56 oranında alkali azalmasının meydana geldiği belirlenmiştir.⁽¹⁾

Daha sonra yapılan çalışmalar ile cam yüzeyinin nem gibi atmosferik kökenli bileşenlerle reaksiyona girmesi olarak tanımlanan korozyonun oluşum mekanizmasına açıklık getirilmiştir. Ancak, söz konusu reaksiyonun oluşum koşulları ve hızı hakkında bilgi elde edebilmek için bir dizi sistematik denemeye ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle de geçen üç yıl içinde sistematik bir şekilde aşağıdaki parametrelerin korozyon oluşumuna olan etkileri araştırılmıştır:

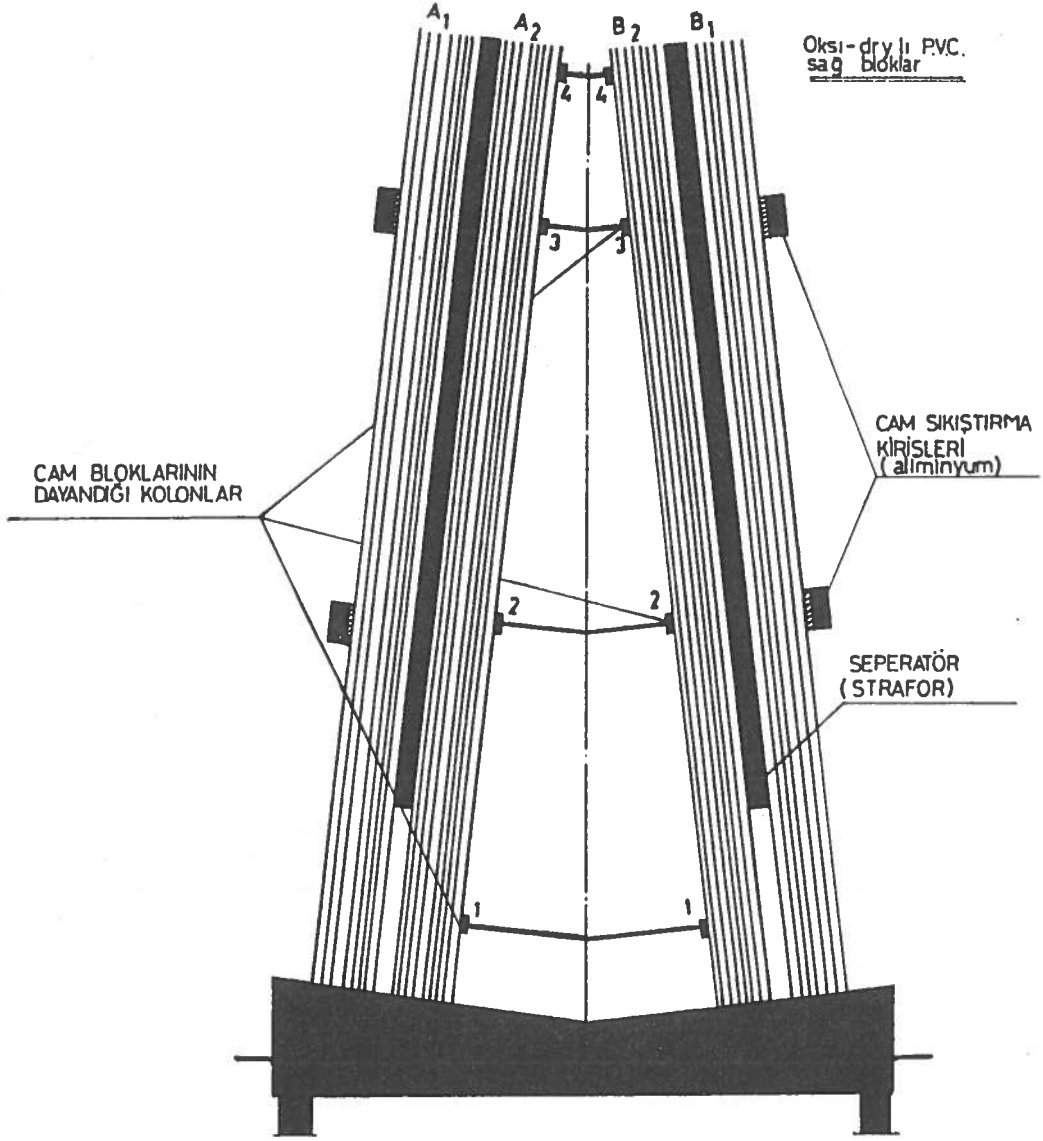
- a) Camın durabilitesi,
- b) Ortamda nem ve sıcaklık olarak meydana gelen değişimler,
- c) Cam plakalar arasındaki ayırıcı tozun cinsi ve plaka yüzeyine yayılma şekli,
- d) Nakliye süresi.

3. ÇİZİNTİ VE KAZINTIYI ÖNLEYİCİ ÇALIŞMALAR

3.1. Cam Parçacıklarının Yüzeyden Uzaklaştırılması

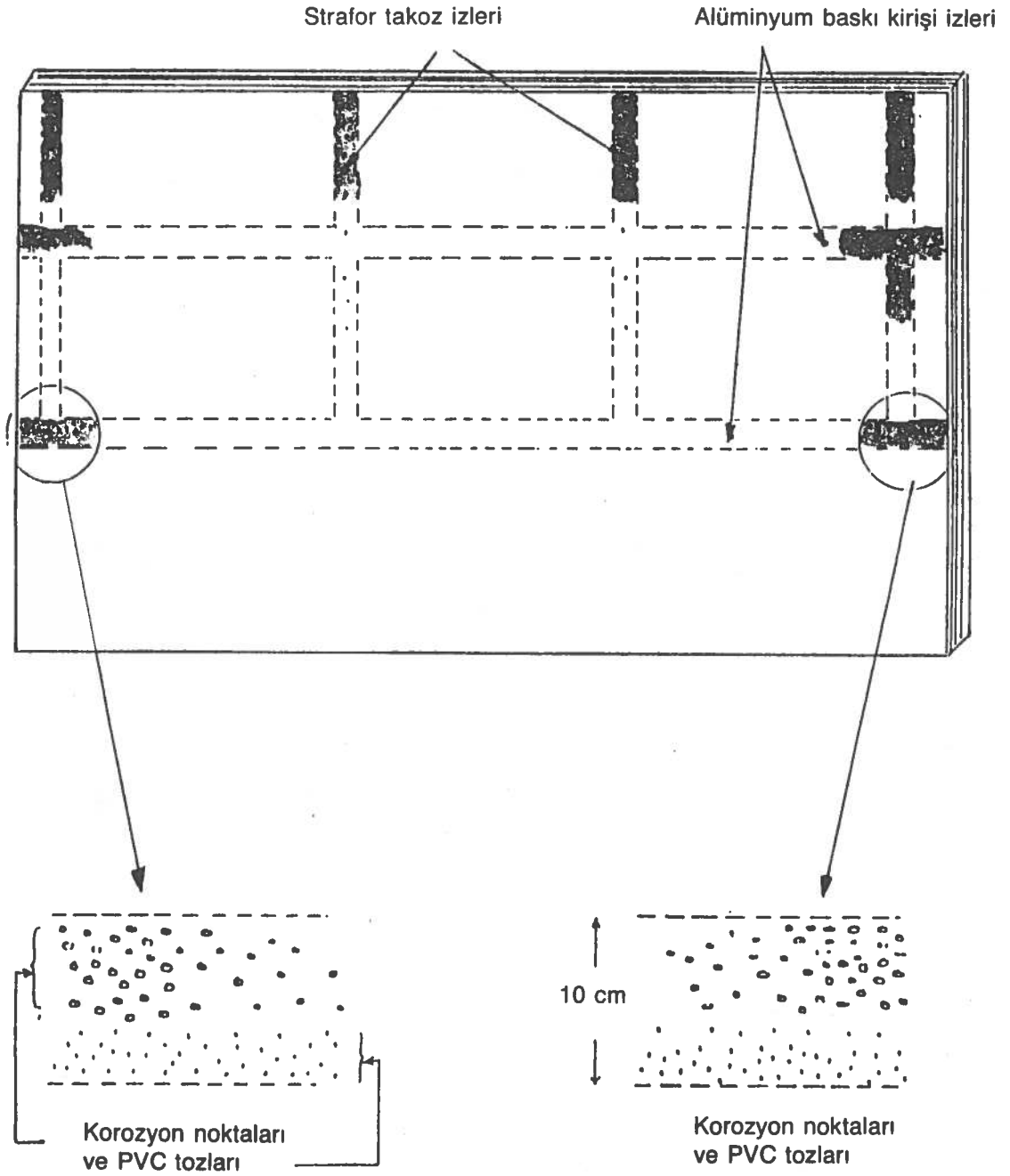
Otomatik kesme ve koparma işlemi sırasında camın üst yüzeyine sıçrayan cam tozu ve parçacıklarının istifleme işleminden önce yüzeyden uzaklaştırılabilmesi için sırasıyla şu uygulamalar yapılmıştır:

Cam Yüzeyine Düz Boru ile Üfleme: Üzerinde belirli aralıklarla deliklerin bulunduğu düz bir boru, camın çekiş yönüne



JUMBO ÇIPLAK CAM YÜKLEME DURUMU

Şekil 1.



Şekil 2: Strafor separatörler ve alüminyum baskı kirişleri boyunca oluşan korozyon lekeleri.

45°'lik bir açıyla yerleştirilmiş ve deliklerden cam yüzeyine hava üflenmiştir (Şekil 3). Bu uygulama sorunun önemli bir bölümünün aşılmasına yardımcı olmuşsa da iki noktada yetersiz kalmıştır:

- a) Üfleme basıncının yetersiz olması nedeniyle belirli büyüklüğün üzerindeki cam parçaları uzaklaştırılmamıştır.
- b) Cam parçacıkları tek bir hamlede camın dışına düşemediğinden sıçramalı hareketleri ile cam yüzeyinde gözle fark edilemeyen ufak çizintiler meydana getirebilmişlerdir.

Cam Yüzeyine Düz Boru ile Üfleme Yanı Sıra Camın Fırça

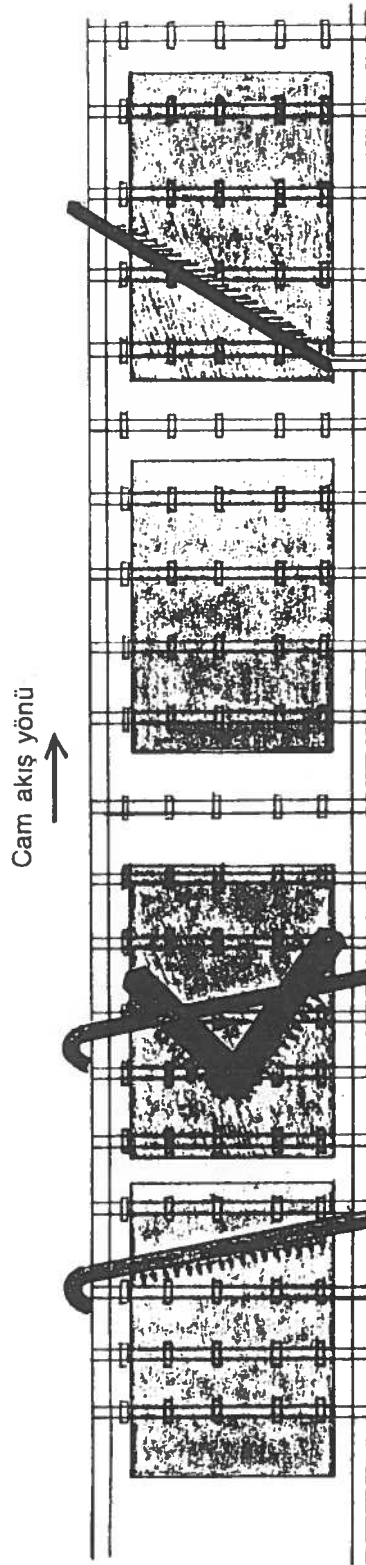
Altından Geçirilmesi: Bu yöntem ile boru ile üfleminin yetersiz kaldığı büyük cam plakaları camın fırça altından geçmesi sırasında yüzeyden uzaklaştırılmıştır (Şekil 4).

Cam Yüzeyine "V" Tipi Üfleme: Boyutu ne olursa olsun cam parçalarının en kısa mesafeden cam yüzeyini terketmesini temin için daha güçlü bir fan kullanarak "V" tipi üflemeye geçilmiştir. Fan arızası veya elektrik kesilmesi durumlarında kullanılmak üzere kıl fırça uygulamasına aynen devam edilmektedir (Şekil 5).

3.2. Cam Paketi İçinde Plakaların Birbiri Üzerinde Kayması

Float hatlarında istenilen ebada kesilmiş bulunan plakaların paketi oluşturacak şekilde otomatik olarak istiflenmesi iki ayrı yöntemeye göre yapılmaktadır:

- a) Cam plakalar tek tek yatay olarak birbiri üzerine konulmakta daha sonra taşımaya imkan vermek için paket 90° kaldırılarak dik konuma getirilmektedir (Şekil 6).



ŞEKİL: 3

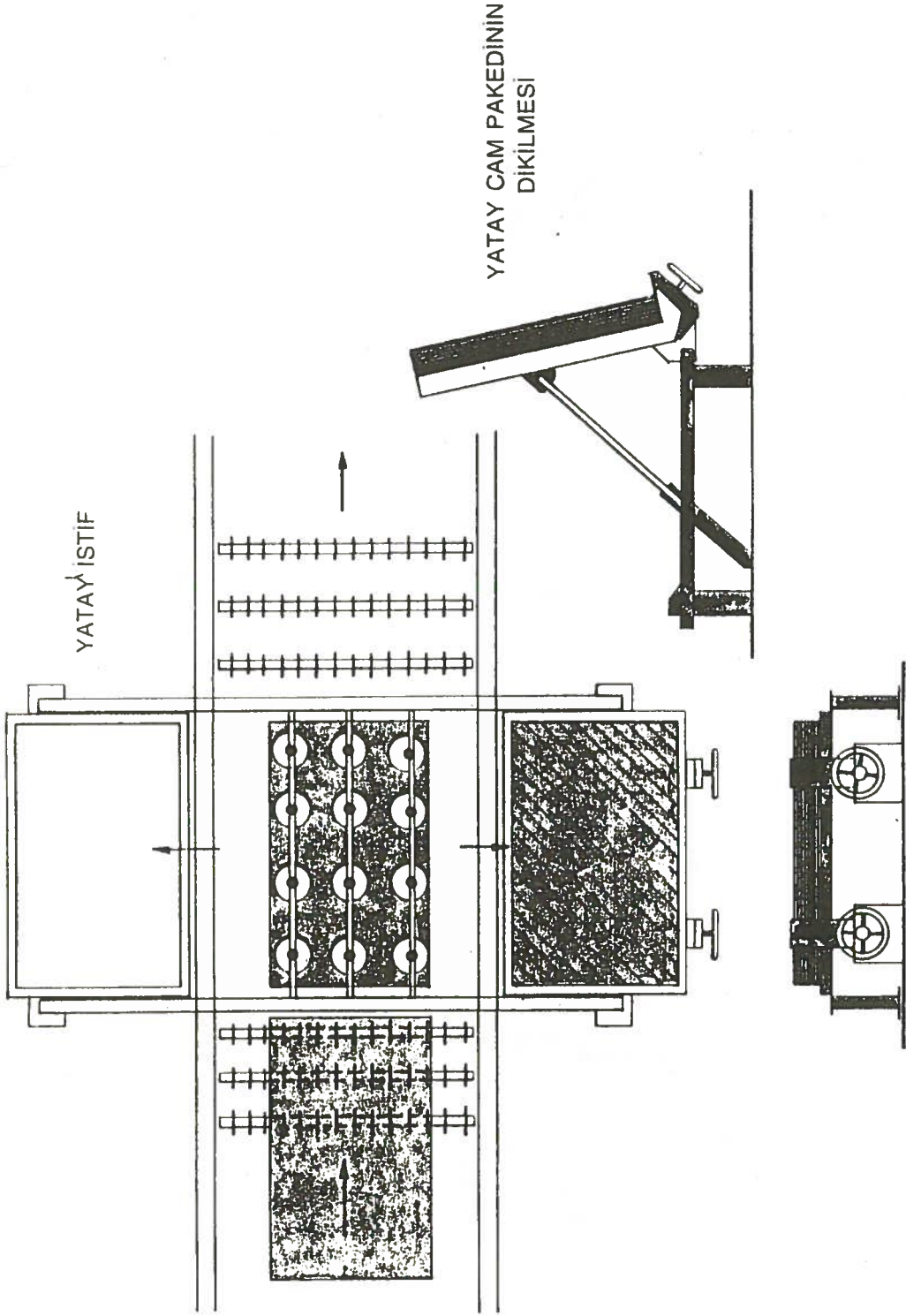
DÜZ BORU TİPİ ÜFLEME

ŞEKİL: 5

V TİPİ ÜFLEME

ŞEKİL : 4

KIL FIRÇA



Şekil 6.

b) Cam plakalar tek tek yataydan düşeye getirilerek düşey pozisyon-
da birbiri üzerine konulmakta olup, ikinci bir işleme gerek kalmak-
sızın paket taşımaya hazır durumda bulunmaktadır (Şekil 7).

Birinci istifleme şekliyle cam paketi 90⁰ kaldırılırken paket içindeki plakalar birbiri üzerinde hareket edebilmekte ve kalite standartları içinde olmakla birlikte yüzeye yakın hata var ise bunlar komşu plaka yüzeyinde çizinti, kazıntı meydana getirebilmektedir.

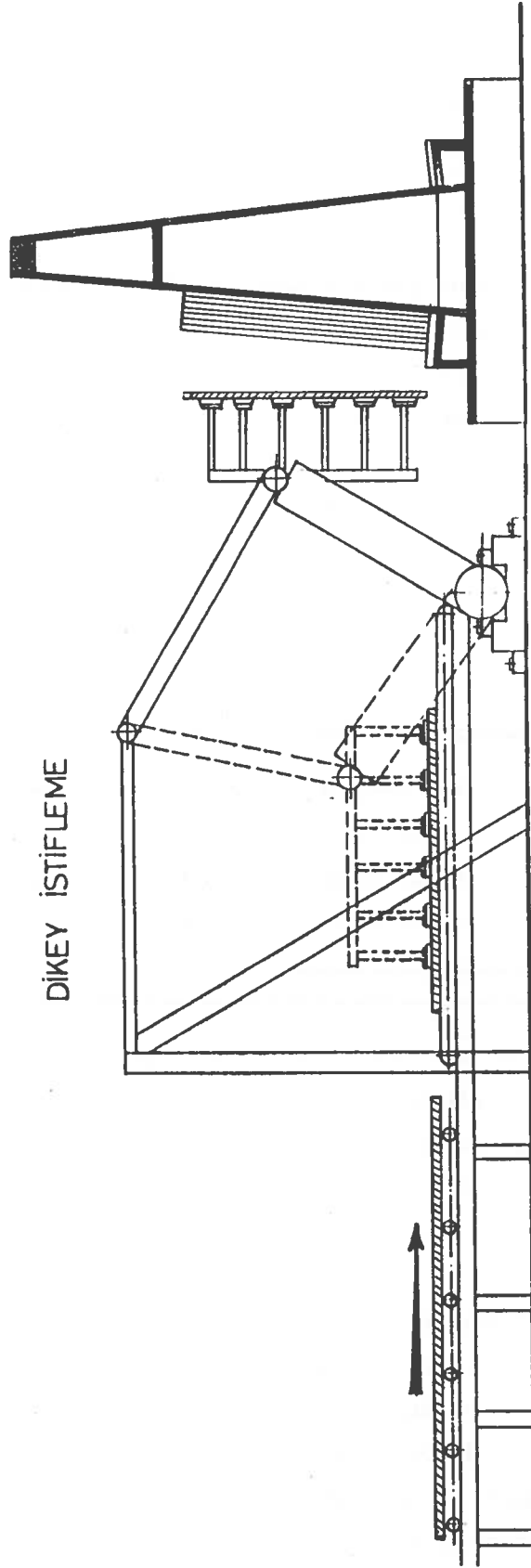
Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de kesme koparma hattının kapasitesini artırmak için yapılan yeni yatırımda düşey istiflemeli sisteme gidilmiş ve yeni sistem ile söz konusu sorun aşılmıştır.

3.3. Büyük Plakalardaki Paket İçi Kırıklar

Küçük ebatlı özel müşteri taleplerinin karşılanabilmesi için başlangıçta ana imalat hattından ayrı bir özel kesim hattı öngörülmüştür. Bu durumda kesilecek büyük plaka camlar ana hattan palet halinde forklift ile alınıp özel kesme hattına götürülmüş veya stok teçhizatına konularak bilahare kesilmiştir.

Büyük plaka cam paketinin işletme içinde taşınması ve stoklanması sırasında önceki bölümde belirtilen kazıntılara ilaveten paket içinde meydana gelen kırıkların da yarattığı ilave kazıntılar ile karşılaşmıştır. Kazıntılara ilaveten paket içi kırıklar hem zayıf hem de işçilik kaybına neden olmuştur.

Sorunun çözümü olarak cam paketinin özel kesme hattına taşınması yerine özel kesme hattı ana hat yanına getirilerek ana hatta bağlanmıştır. Böylece büyük plakaların yatay istiflenmesinden ve paket içi kırıklarından dolayı ortaya çıkan çizinti ve kazıntılar tümüyle ortadan kaldırılmıştır. Bu uygulama ile ayrıca özel kesme randımanı % 1, işçilik üretkenliği de % 20 artırılmıştır.



4. KOROZYONU ÖNLEYİCİ ÇALIŞMALAR

4.1. Camın Durabilitesi

Float camında karşılaşılan korozyon olayının mevcut cam terki- bin- den kaynaklanıp kaynaklanmadığı sorusuna cevap aranmıştır. Pilkington, Flachglass ve Luxguard cam numuneleri üzerinde yapılan karşılaştırmalı incelemede mevcut kompozisyon aralığında durabilite yönünden bir sorun olmadığı görülmüştür.

Ayrıca durabilite açısından float camında kalayla temas eden alt yüzeyin üst yüzeye kıyasla korozyona karşı daha mukavim olduğu belirlenmiştir.⁽²⁾

4.2. Ortamdaki Nem ve Sıcaklık

Ortamdaki nemin fazla olmasının veya gün içinde önemli derecede sıcaklık farklarının meydana gelmesinin korozyonu kolaylaştırıcı ve hızlandırıcı etki yapacağı bilinmektedir. Ancak tek başına bu koşulun varlığı korozyonun oluşmasına yetmemektedir. Araştırma Merkezinde Laboratuvar ölçeğinde hızlandırılmış korozyon testleri yapılmıştır. Ancak, elde edilen bulgular kesin yargılara götürücü yönde olmamıştır.⁽²⁾ Bununla beraber fiili gözlemlere göre korozyona kış aylarında ve gece gündüz sıcaklık farklılıklarının fazla olduğu dönemlerde daha sık rastlanmaktadır. Bu nedenle Mamul Ambardaki sıcaklık değişimini kontrol altında tutabilmek için iki ayrı yatırıma gidilmiştir:

- a) Soğutma tünelineki sıcak havanın ambara üflenmesi ile ambarın ısıtılması.
- b) Isı kayıplarını önlemek için yükleme rampasının kapatılması.

Her iki yatırımın birlikte yaratacağı sonuçlar ancak 1986 yılı ilk yarısında görülebilecektir.

4.3. Cam Plakalar Arasındaki Ayırıcı Toz

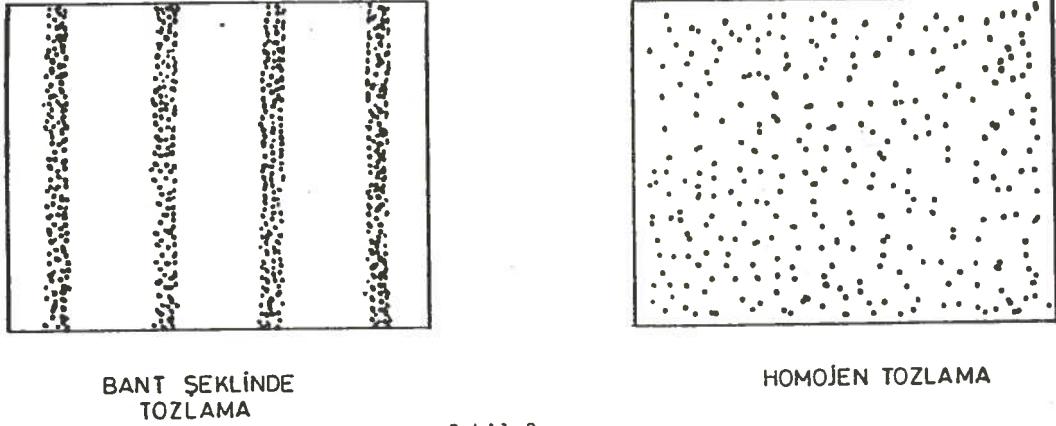
Tozun Cinsi: Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de ayırıcı toz olarak genelde PVC tozu kullanılmaktadır. Ancak yurt dışındaki rakip firmaların PVC yerine lucite tozu kullandığı belirlenince korozyon sorununun PVC tozundan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Benzer bir şekilde zaman içinde İtalya'da hindistan cevizi kabuğu (cocanut) tozunun kullanıldığı öğrenilmiş ve PVC'ye alternatif bir toz olarak ele alınmıştır. Yurt içinde çıplak jumbo cam deneme sevkiyatları yapılmıştır. Sevkiyat sonrası incelemelerde gerek lucite gerekse cocanut tozunda baskı yerlerinde korozyona rastlanılmıştır.⁽³⁾ Ayrıca tozun cinsi üzerinde yapılan bir diğer araştırma da şu olmuştur:

Cam plakalar arasındaki nemi tutacağı düşüncesiyle PVC tozuna belli oranda sodyum bisülfat karıştırılmıştır. Ancak sodyum bisülfatın plaka yüzeyine serilmeden önce ortamdaki nemi yutması ve doymuş hale gelmesi nedeniyle bu uygulama beklenenin tam tersi bir sonuç ortaya çıkarmıştır. Korozyon azalmamış, çok artmıştır.⁽²⁾

Tozun Plaka Yüzeyine Yayılma Şekli: Tozun cinsi üzerindeki çalışmalar sırasında yurt dışına yapılan bir ziyarette bazı imalatçıların ayırıcı tozu plaka yüzeyine bölgesel değil, tüm yüzeyi kaplayacak şekilde homojen yaydıkları görülmüştür (Şekil 8).

Mevcut uygulamada toz cam yüzeyine bölgesel konulduğunda bunun korozyon kaynağı olabileceği düşünülmüş ve homojen tozlamayı yapacak olan cihaz temin edilmiştir.

Eski tozlama şekli ile homojen tozlama arasındaki farkı görebilmek için İstanbul-Erzurum güzergahı üzerinde 2000 km'lik bir çıplak cam sevkiyatı yapılmış, ancak her iki tozlama şek-



Şekil 8.

linde de korozyona rastlanmıştır.⁽⁵⁾ Daha kısa mesafede, Cam İşleme Tesisi'ne yapılan sevkiyatta ise homojen tozlanmış plakalarda korozyon görülmemiş, klasik tozlanmış plakalarda korozyon başlangıcına rastlanılmıştır. Homojen tozlamada yayılan tozun miktarı değiştirilerek denemeler yapılmış, ancak farklı bir gelişme izlenmemiştir.

4.4. Nakliye Süresi

Camın kamyon üzerinde kaldığı süreye bağlı olarak korozyonun gelişme hızının arttığı yurt dışı sevkiyatlarda gözlenmiştir.⁽⁶⁾ Aynı günde Almanya'ya yapılan üç sevkiyatta yedi gün içinde müşteriye ulaşan camlarda çok az ve hafif korozyon başlangıcı görülmüş, ancak iki haftada ulaşan camlarda ise şiddetli korozyona rastlanılmıştır. Benzer gözlemlere yurt içi sevkiyatlarda da rastlanılmıştır. Bir diğer önemli husus da nakliye sırasında herhangi bir sebeple camların ısınması halinde daha plakalar birbirine yapışmadan ve çiçeklenme olmadan şiddetli korozyon meydana gelmesidir.

5. SONUÇ

Geçen dönem içinde müşteri şikayetlerine konu olan imalat sonrası yüzey hatalarından çizinti ve kazıntı, yapılan çalışmalar ile arızı durumlar haricinde ortadan kaldırılmıştır. Ancak, çıplak cam sevkiyatlarında plakalar arasında ayırıcı malzeme olarak kağıt yerine toz kullanılması halinde or-

ıaya çıkan korozyon hatasına tüm gayretlere rağmen kesin çözüm bulunamamıştır.

Yurt içi sevkiyatlarda mesafenin kısa, nakliye süresinin az olması nedeniyle homojen tozlama sistemi ile sorun daha asgari düzeye indirilmiş olacaktır. Yurt dışı sevkiyatlarda, özellikle soğuk tamir dönemi sonrasında asgari yılda 5-6 bin tonluk jumbo cam satışı öngörülmektedir. Ayrıca malzeme olarak kullanılan kağıt hem maliyetleri artırmakta, hem de müşteriler tarafından istenmemektedir. Sandık ambalajlı cama kıyasla çıplak cam sevkiyatı ton başına 10.000.- TL'lik bir maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bu nedenle 5-6 bin tonluk Avrupa pazarı için bu değer yılda 50-60 milyon TL'sına tekabül etmektedir.

Konunun önemi nedeniyle çalışmalara devam edilmekte olup, şu soruların cevapları bulunmaya çalışılacaktır:

- a) Kağıtsız çıplak cam sevkiyatı uzun mesafe taşımacılığına hangi şartlarda uygundur? Bu sorunun cevabı henüz tam bulunamamıştır. Bu nedenle Avrupa'dan kağıtsız jumbo cam ithali düşünülmektedir.
- b) Sevk teçhizatlarında yapılacak tadilatlar ile baskı yerleri azaltılabilir veya kaldırılabilir mi? Camların nakliye sırasında ileri geri hareketleri önlenebilir mi?

Bu vesile ile geçen üç yıl içinde bu bildiriye dile getirilen sorunların azaltılması için tüm gayreti gösteren ve bizlere zevkli bir işbirliği imkanı veren tüm Araştırma Merkezi elemanlarına teşekkürü borç biliriz.

5. KAYNAKÇA

1. Teknik Grup Rapor No. 100-Şubat 1982
2. " " " " 150-Haziran 1984
3. " " " " 154-Haziran 1984
4. " " " " 189-Kasım 1985
5. Irakya Cam San. A.Ş. Deneme Jumbo Cam Sevkiyat Raporu.
6. Irakya Cam San. A.Ş. Seyahat Raporu-Şubat 1984

MİKROBİLGİSAYARLARLA PROSES KONTROLU

Ulus ŞENER - Derya EREL

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

GİRİŞ

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de mevcut merkezi kompüter işlemleri yanı sıra şimdilik sadece Üretim Müdürlüğü bünyesinde hizmet vermek üzere 1985 yılı başında satın alınan AMSTRAD-CPC-464 ev tipi bilgisayar kullanılmaktadır.

Bu bilgisayar kullanıcıya 40 K-Byte (yani yaklaşık 7200 değeri kaydetme ve işlem yapma) olanağı vermektedir. Daha önce belirlenmiş olan bazı parametreler, geçtiğimiz yıllarda, Harman, Laboratuvar, Fırın, Üretim ve Kalite Kontrol birimlerince ayrı ayrı listelenmekte ve elle grafiklere dökülmekte idi. Manuel olarak sürdürülen bu işlemlerin kolaylıkla birleştirilmesi ve üzerinde yorum yapılabilmesi, çok yoğun ve uzun süreli çalışma gerektiriyordu.

Önce bu parametreler üzerinde tartışıldı, eksikleri tamamlandı ve proses kontrolunda kullanılabilecek kesin liste haline getirildi. 120 adet olarak belirlenen bu parametreler Şekil 1'de görülmektedir. Bahsi geçen Ünitelere ait bilgiler, parametrelerin taşıdığı anlama göre, günlük ortalama değer (Örneğin; hata yoğunluğu ortalaması gibi) veya günlük toplam değerler (Örneğin; düğme hata adedinin günlük toplamı gibi) halinde belirlendi ve bantlara aylık matrisler halinde depolandı ve (DATA BANK) oluşturuldu. Bu şekilde şu anda elimizde, 120 parametreye ait, 1983 Haziran ayından itibaren sağlıklı tüm değerler, müşterek olarak, işlenmeye, yorumlanmaya hazır halde beklemektedir.

PARAMETRE LİSTESİ

1	o TONAJ	2	o CAM KIR %	3	o O.YAKIT
4	o SOL 1	5	o SAG 1	6	o SOL 2
7	o SAG 2	8	o SOL 3	9	o SAG 3
10	o SOL 4	11	o SAG 4	12	o SOL 5
13	o SAG 5	14	o SOL 6	15	o SAG 4
16	o KEMER 1002	17	o TABAN 1011	18	o TABAN 1016
19	o TABAN 1021	20	o ERGCAM 1007	21	o DINCAM 100B
22	o KANAL PYR	23	o KANAL TCL	24	o SOL HAV DEB
25	o SAG HAV DEB	26	o F.OIL-KB	27	o NM3 D.GAZ
28	o NM3 HAVA	29	o HAVA/YAK	30	o HAVA 'C
31	o HAVA KLEPE	32	o IC BASINC	33	o 1.YAKIT
34	o 2.YAKIT	35	o 3.YAKIT	36	o 4.YAKIT
37	o 5.YAKIT	38	o 6.YAKIT	39	o BACA 'C
40	o BACA KLEPE	41	o BACA CEKIS	42	o SULA HARMAN
43	o SAGA HARMAN	44	o SARJOR DEV	45	o KUM-A NEM
46	<input type="checkbox"/> RANGE	47	<input type="checkbox"/> KUM-B NEM	48	o RANGE
49	<input type="checkbox"/> HARMAN NEM	50	<input type="checkbox"/> RANGE	51	o ASITTE (-)
52	<input type="checkbox"/> RANGE	53	<input type="checkbox"/> ASITTE (+)	54	<input type="checkbox"/> RANGE
55	<input type="checkbox"/> SUDA (+)	56	<input type="checkbox"/> RANGE	57	<input type="checkbox"/> HARMAN +40
58	<input type="checkbox"/> CAM YOG	59	<input type="checkbox"/> RANGE	60	<input type="checkbox"/> FE +2
61	<input type="checkbox"/> FE +3	62	<input type="checkbox"/> KUM-A (T)	63	<input type="checkbox"/> KUM-B (T)
64	<input type="checkbox"/> KUM-A (K)	65	<input type="checkbox"/> KUM-B (K)	66	<input type="checkbox"/> % T 3B0
67	<input type="checkbox"/> % T 1200	68	<input type="checkbox"/> ZIRKON	69	<input type="checkbox"/> S03
70	((FE203	71	• KALINLIK	72	• HATA YOG(X)
73	• HATYOG(MAX)	74	• HATYOG(MIN)	75	• HAB YOG(X)
76	• HABYOG(MAX)	77	• HABYOG(MIN)	78	• HABYOG(3NM)
79	• DUGNE	80	• AZS-1	81	• AZS-2
82	• HABBE (A)	83	• HABBE (S)	84	• SEGRAGASYON
85	• SI-REF	86	• NEF-MULL	87	• KUV-MULL
88	• KUV-CAKILI	89	• DİGERLERJ	90	• KORUND
91	• KALAY PART	92	• METAL CUNT	93	• KASITERIT
94	• KROMIT	95	• DİOPSİT	96	• CEKİLEN(M2)
97	((HATA ADET	98	o 1007 FARK	99	o 1011 FARK
100	o 1016 FARK	101	o 1008 FARK	102	o 1021 FARK
103	o 1015 TABAN	104	o 1001 KEMER	105	o 1003 KEMER
106	o REHEAT KW	107	• KALIN(MM)	108	o TAB SOL DOĞ
109	o TAB SAG DOĞ	110	• HAB (.3-.5)	111	• HAB (.5 ^)
112	o HARMAN 'C	113	o SOL DIS KAL	114	o SOL IC KAL
115	o SAG IC KAL	116	o SAG DIS KAL	117	o 1007-1016
118	o 100B-1021	119	<input type="checkbox"/> FE2 / FE3	120	o SUL-SAG(H)

o Fırın Üretim

Harman-Lab.

• Kalite kontrol

Şekil 1: Parametre listesi.

1985 yılı içinde kademeli olarak geliştirilen ve BASIC lisansı ile yazılan programlar her an kolaylıkla revize edilebilecek durumdadır.

PROGRAMLARIN TANITILMASI

Hazırlanan programları dört ana başlıkta toplayabiliriz:

1. Data yükleme programı,
2. Ana program,
3. Tasnif + Histogram programı,
4. Sürekli korelasyon programı .

1. Data Yükleme Programı: Kaydı tutulan 120 parametre arasından belirli zaman aralığında ve sadece çalışmak istenen parametrelere ait olan değerleri bilgisayarın belleğine aktaran bir programdır. Bu program sayesinde diğer üç programa veri transferi sağlanmış olur.

2. Ana Program: 3 ayrı işlem gerçekleştirebilir:

- a) Listeleme yapabilir,
- b) Korelasyon araştırır,
- c) Grafik çizebilir.

a) Listeleme: Data yükleme programı ile belirlenen zaman aralığına ait yüklenmiş parametre değerleri arasından, seçilen her hangi 10 adedinin listesini printerden verir. Diğer parametreler listelere devam edilerek alınabilir.

Hiç sınırlamasız tüm liste alınacağı gibi (Şekil 2) sınırlamalı liste alma olanağı da vardır (Şekil 3). Listelerin sonuna belirlenen zaman aralığına ait, ilgili parametrenin:

- . Ortalama değerini,
- . Maksimum değerini,
- . Minimum değerini,

PARAMETRELER

GÜNLER	1	2	3	20	21	26	27	49	72	75
1	4718	2965	19080	1420	1163	3958	5540	365	157	21
2	4711	2955	19010	1420	1163	3931	5533	372	100	17
3	4744	3004	18970	1420	1162	3915	5542	365	102	19
4	4746	3007	19160	1422	1162	3941	5572	368	88	21
5	4710	2953	19050	1422	1163	3882	5599	378	105	20
6	4723	2986	19000	1423	1164	3918	5595	380	92	19
7	4721	2969	18856	1423	1165	3840	5575	378	86	23
8	4725	2975	18805	1421	1162	3822	5576	372	80	21
9	4727	2978	19166	1424	1163	3935	5643	380	72	20
10	4714	2959	18900	1423	1164	3871	5549	392	85	21
11	4718	2965	19010	1424	1162	3900	5580	398	107	24
12	4725	2975	19270	1428	1165	3985	5637	372	119	26
13	4717	2964	19140	1429	1165	3944	5597	355	133	32
14	4718	2965	19080	1427	1164	3950	5562	362	138	35
15	4730	2983	19020	1415	1163	3940	5565	367	159	35
16	4726	2977	19060	1424	1162	3940	5579	378	134	33
17	4719	2966	19080	1423	1160	3950	5564	383	134	26
18	4717	2955	19280	1422	1161	3990	5610	377	139	33
19	4715	2961	19160	1421	1161	3980	5563	377	119	30
20	4734	2989	19070	1423	1161	3970	5568	367	127	38
21	4716	2962	19020	1424	1161	3950	5529	383	96	31
22	4701	2940	19040	1423	1162	3940	5520	393	93	38
23	4710	2953	19300	1423	1160	3994	5610	407	87	42
24	4714	2959	19150	1423	1161	3958	5580	428	84	43
25	4727	2855	19160	1427	1160	3970	5600	427	94	40
26	4729	3026	18940	1427	1163	4117	5742	393	107	48
27	4737	2993	18940	1425	1163	3950	5527	388	95	59
28	4749	3005	18870	1425	1163	3940	5523	388	128	66
29	4749	2958	19130	1427	1163	3984	5527	400	108	66
30	4715									40
32	ORT.....4722	2969	19053	1423	1163	3943	5577	383	110	32
33	MAX.....4749	3026	19300	1429	1165	4117	5742	428	169	66
34	MIN.....4701	2855	18805	1415	1160	3822	5520	353	72	17
35	FAK.....48	171	495	14	5	295	222	75	97	49
36	STB SAĞMA...11	29	124	3	2	52	45	17	25	12
37	MOZ.GÜN.....29	27	24	14	14	27	27	25	15	29
38	MIN.GÜN.....23	26	9	16	26	9	23	14	10	2

SINIRLAYICISIZ LİSTE

Şekil 2.

PARAMETRELER

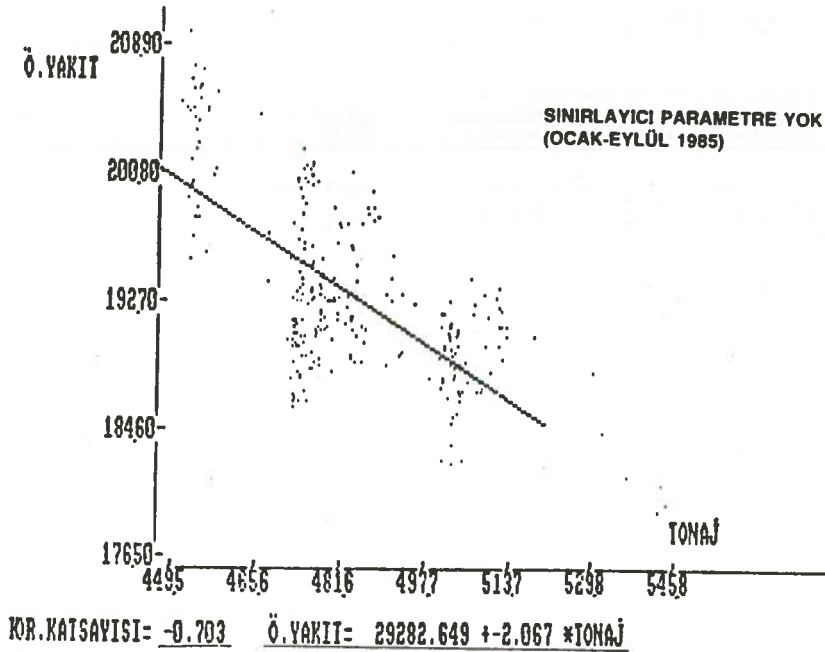
GÜNLER	1	2	3	20	21	26	27	49	72	75
6	4710	2953	19050	1422	1163	3882	5599	378	105	19
7	4723	2986	19000	1423	1164	3818	5585	380	92	23
8	4721	2969	18856	1423	1165	3848	5575	372	86	21
9	4725	2975	18805	1421	1162	3822	5576	380	80	20
10	4727	2978	19144	1424	1163	3935	5643	392	72	21
11	4714	2959	18900	1423	1164	3871	5549	392	85	24
12	4718	2965	19010	1424	1162	3900	5580	372	107	24
13	4725	2975	19270	1428	1165	3985	5637	372	119	26
14	4717	2964	19140	1429	1165	3944	5596	353	133	32
15	4718	2964	19080	1427	1164	3950	5562	382	169	33
16	4730	2983	19020	1415	1163	3940	5565	367	158	35
17	4726	2977	19060	1424	1162	3940	5579	378	159	33
18	4716	2962	19020	1424	1161	3950	5529	383	96	31
19	4716	2962	19020	1424	1161	3950	5520	393	93	38
20	4701	2940	19040	1423	1162	3940	5520	407	87	42
21	4710	2953	19300	1423	1160	3994	5610	428	84	43
22	4714	2959	19150	1423	1161	3958	5580	428	94	40
23	4714	2959	19150	1423	1161	3958	5580	427	84	40
24	4727	2985	19140	1427	1160	4117	5742	393	107	48
25	4727	2985	19140	1427	1160	4117	5742	393	95	59
26	4729	3026	18940	1427	1163	3950	5527	400	108	40
27	4737	2993	18940	1425	1163	3950	5527	400	108	40
28	4737	2993	18940	1425	1163	3950	5527	400	108	40
29	4713	2958	19130	1427	1163	3984	5527	400	108	40
30	4713	2958	19130	1427	1163	3984	5527	400	108	40
33	ORT.....	4737	19050	1424	1163	3940	5584	388	105	39
34	MAK.....	4737	19300	1424	1163	4117	5742	428	162	59
35	MIN.....	4701	18805	1415	1160	3822	5520	353	72	19
36	FARK.....	36	495	14	5	295	222	75	97	40
37	SİD. SADM.....	8	125	3	2	61	49	18	25	10
38	MAX. GUN.....	28	24	14	14	27	27	25	15	28
	MIN.....	23	9	16	26	9	23	14	10	6

SINIRLAYICI PARAMETRE OLARAK:
SADECE 6 mm. KALINLIKTA
ÇALIŞILAN GÜNLER SEÇİLMİŞTİR.

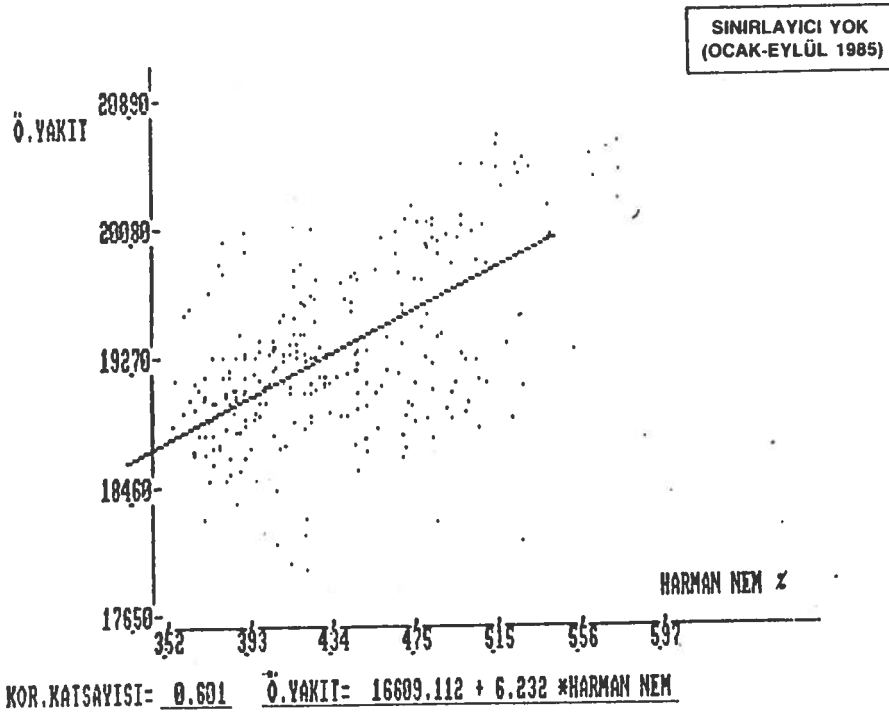
- . Fark değerini,
 - . Standart sapma değerini,
 - . Maksimum değere ait günün numarasını,
 - . Minimum değere ait günün numarasını,
- ilave eder.

Listeleme işleminde 4 adet sınırlayıcı parametre kullanma olanağı vardır.

- b) **Korelasyon:** İstenen her hangi iki parametre arasında, verilen zaman aralığında, lineer bir ilişkinin varlığını arar. Bu ilişkinin kuvvet değerini hesaplar (Lineer doğrunun formülünü verir) Şekil 4'de sınırlayıcı parametre kullanılmadan elde edilmiş özgül yakıt ile tonaj ilişkisinin grafiği görülmektedir. Tersine (-) 0.7 gibi kuvvetli bir ilişki görülmektedir. 10 ton/gün değişim için özgül yakıt ~ 2 gr/kg-cam farketmektedir.



Şekil 4.



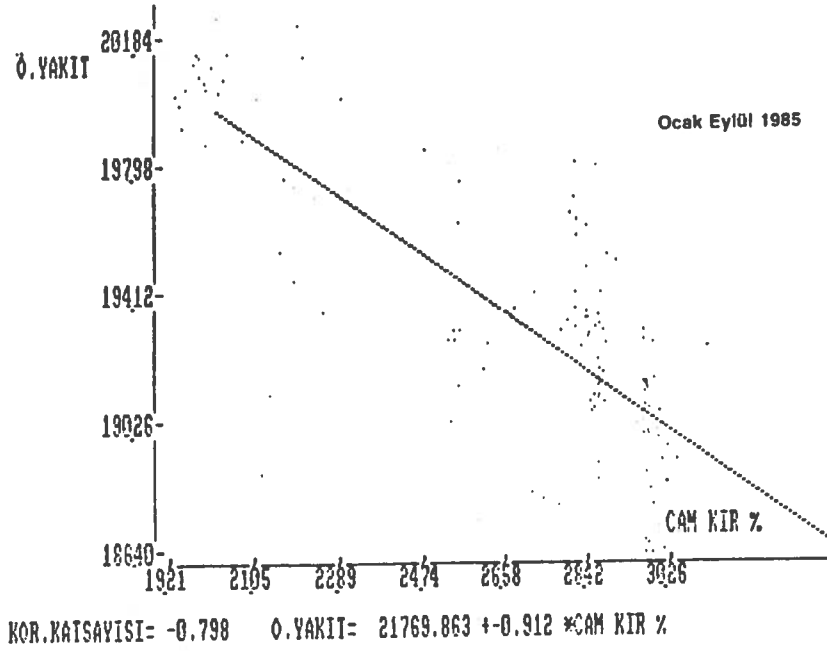
Şekil 5.

Şekil 5'de gene sınırlayıcı parametre kullanmadan özgül yakıt ile harman nemi arasında ilişki aranmaktadır.

Şekil 6'da özgül yakıtın, cam kırığı %'si ile ilişkisi (tonaj sınırlayıcı parametre olarak 470-480 ton/gün aralığında iken) görülmektedir. Kuvvetli ilişki tersine (-) 0.798 olarak bu grafikte de söz konusudur. % 1 cam kırığı değişimi için ~1 gr/kg cam farketmektedir.

Şekil 7'de ise aynı ilişkiye ait tonaj sınırlamasına uygun günler listelenmektedir.

Şekil 8'de ergitme sonu taban sıcaklığı, toplam demir (ΣFe_2O_3) ile tersine (-) 0.883 olarak kuvvetli bir ilişki göstermektedir. Bu defa, tonaj ve cam kırığı müştereken sınırlayıcı parametre olarak kullanılmıştır. Tonajın 470 ile 480 arasında, cam kırığının % 28 ile % 30 ara-



Şekil 6.

SINIRLARA UYGUN GUNLER :OCAK : 1985

19 , 20 , 21 ,

SUBAT : 1985

4 , 5 , 6 , 16 ,

MART : 1985

16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 ,

NISAN : 1985

19 ,

MAYIS : 1985

7 , 13 , 16 , 17 , 20 ,

HAZİRAN : 1985

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 ,

19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 ,

TEMMUZ : 1985

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 ,

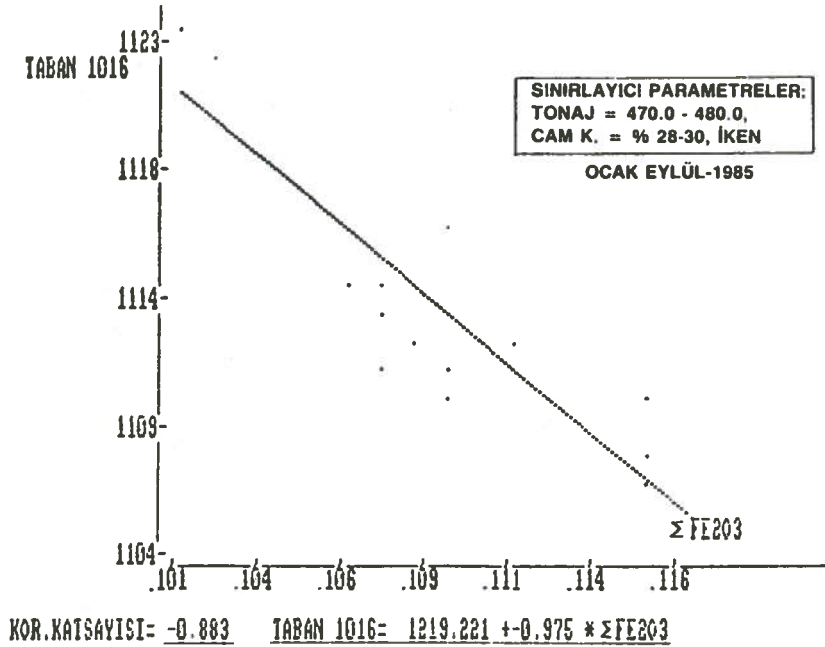
AĞUSTOS : 1985

22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 ,

EYLÜL : 19851 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 ,
19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 ,

SINIRLAYICI PARAMETRE = TONAJ (TON/GÜN)
SINIRLAMA ARALIĞI = 470.0 ile 480.0 ARASI

Şekil 7.



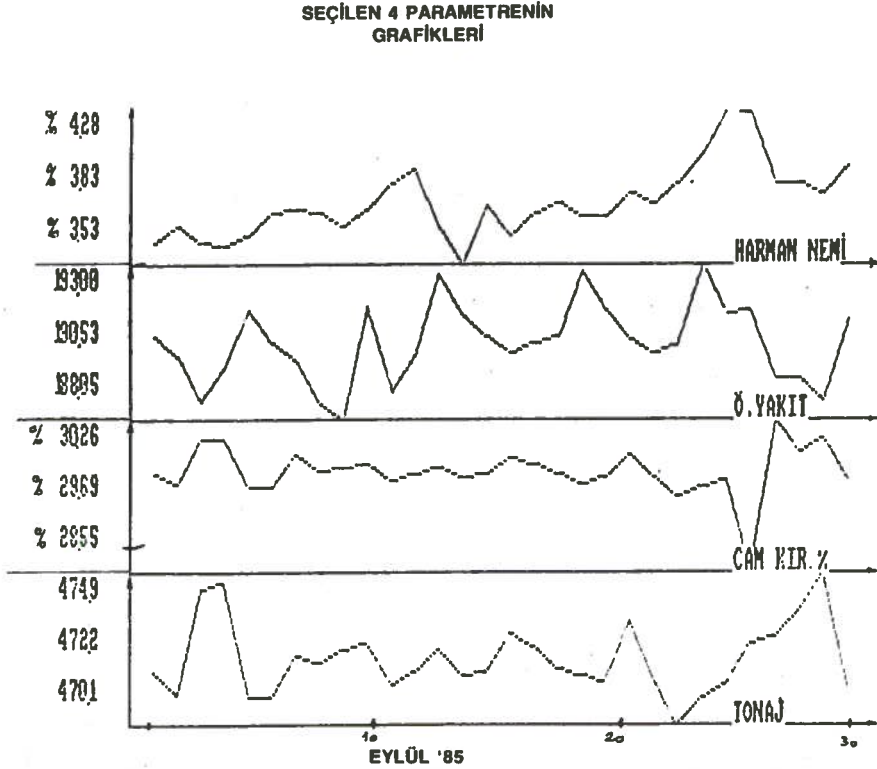
Şekil 8.

sında olduğu günler seçilmiştir. Böylece sabit sayılabilecek tonaj ve cam kırığı oranlarında, toplam demirdeki 0.01'lik bir artışın, 9.75° ($\sim 10^{\circ}\text{C}$ 'lık) bir taban sıcaklığı düşmesine sebep olabileceği ortaya çıkmaktadır.

Bu şekilde tüm parametrelerin mantıklı düşünce tarzı ve sınırlama ile diğer parametrelerle olan ilişkisi araştırılıp eğri denklemleri çıkarılabilir ve olaya uygun yorum getirilebilir. Korelasyon işlemlerinde de toplam 4 adet sınırlayıcı parametre kullanma olanağı vardır. Printerden, çizilen ilişki kopya edilebilir.

- c) **Grafik:** Verilen zaman aralığında seçilen her hangi 1 parametre veya maksimum 4 parametrenin grafiği çizilebilir. Grafik çiziminde de 4 adet sınırlayıcı parametre kullanma olanağı vardır. Printerden kopya alınabilir.

Şekil 9 ve 10'da çeşitli zaman aralıklarında çizilmiş aynı 4 parametreye ait grafikler görülmektedir.



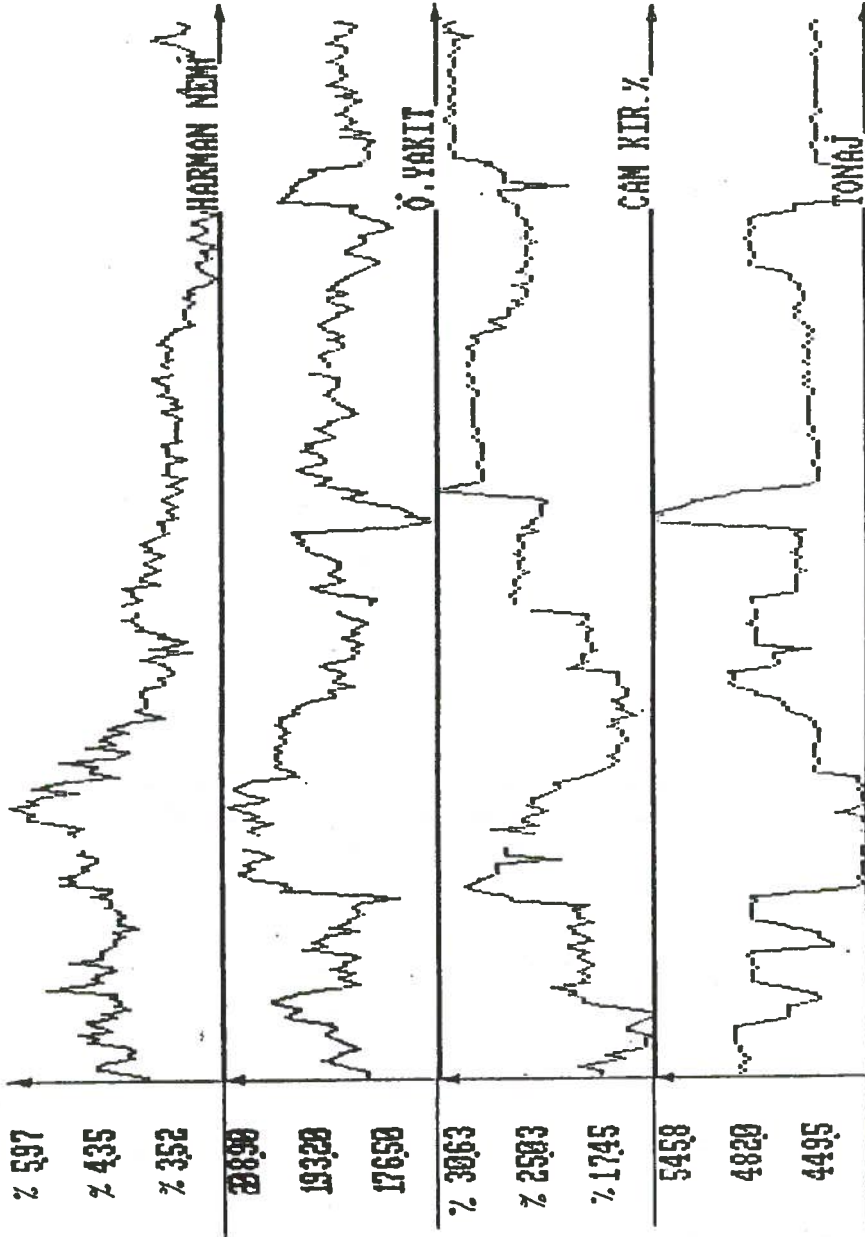
Şekil 9: Seçilen 4 parametrenin grafikleri.

3. Tasnif + Histogram Programı

Bilgisayara önceden yüklenmiş parametrelerin tümü için, belirlenmiş zaman aralığında, ulaştıkları maksimum ve minimum değerler hesaplanır. Her parametre için 5 eşit aralık oluşturulur. İlgili parametrenin belirlenen aralıklar içinde kaç gün kaldığı tespit edilir. 4 adet sınırlayıcı parametre uygulama olanağı bu işlemler için de geçerlidir.

Şekil 11'de hata yoğunluğunun $1.00 \text{ ad}/10^2 \text{ m}^2$ m'den aşağıda olduğu günlere ait bazı parametrelerin tasnifi verilmektedir.

OCAK - EYLÜL '85



Şekil 10.

BIHİRLAYICI PARAMETRELER

HATA YOĞUNLUĞU : 0 - 100

PARAMETRELER (Bazıları)	A R A L I K L A R								ORTALAMA		
TOMAJ :	4514	4632	4632	4750	4750	4867	4867	4985	4985	5183	4732
	9		19		9		0		4		41
CAM KIR I :	1769	2014	2014	2259	2259	2503	2503	2748	2748	2993	2681
	6		4		2		9		20		41
D. YAKIT :	18805	19179	19179	19554	19554	19928	19928	20303	20303	20677	19528
	18		9		1		5		8		41
SOL 1 :	1476	1485	1485	1494	1494	1503	1503	1512	1512	1521	1506
	3		4		5		17		11		40
SOL 2 :	1530	1535	1535	1540	1540	1545	1545	1550	1550	1555	1547
	2		6		6		14		13		41
SOL 3 :	1552	1556	1556	1560	1560	1565	1565	1569	1569	1573	1561
	0		16		7		5		5		41
TABAN 1011 :	965	970	970	976	976	981	981	987	987	992	983
	4		2		0		15		12		41
TABAN 1016 :	1090	1097	1097	1104	1104	1110	1110	1117	1117	1124	1104
	17		3		0		6		7		41
TABAN 1021 :	844	854	854	863	863	873	873	882	882	892	859
	13		23		1		0		4		41
ERBCAN 1007 :	1403	1408	1408	1413	1413	1417	1417	1422	1422	1427	1416
	4		10		7		10		10		41
DINCAN 1008 :	1150	1160	1160	1171	1171	1181	1181	1192	1192	1202	1167
	12		22		3		0		4		41
SOL MAY DEB :	740	986	986	1232	1232	1478	1478	1724	1724	1970	1553
	2		1		7		22		9		41
1. YAKIT :	800	830	830	860	860	890	890	920	920	950	906
	9		1		0		7		24		41
2. YAKIT :	600	630	630	660	660	690	690	720	720	750	662
	14		6		0		10		3		41
3. YAKIT :	800	820	820	840	840	860	860	880	880	900	841
	12		0		24		0		5		41
HARMAN NEN :	360	400	400	440	440	480	480	520	520	560	444
	12		12		7		7		3		41

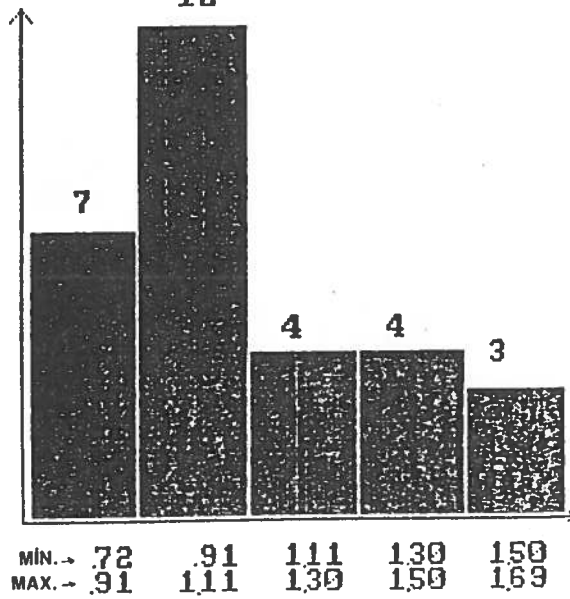
Şekil 11: Tasnif listesi.

Şekil 12'de sadece hata yoğunluğunun Eylül 85'deki histogramı görülmektedir.

Şekil 13'de ise hata yoğunluğunun gene 1.00 ad/m^2 'den aşağı olduğu günlerde bazı parametrelerin Histogramları gösterilmektedir. Gerekliğinde aynı program yardımıyla bu Histogram grafiklerini ve tasnif listelerini printerden alma olanağı vardır.

HATA YOĞ(X)

EYLÜL '85



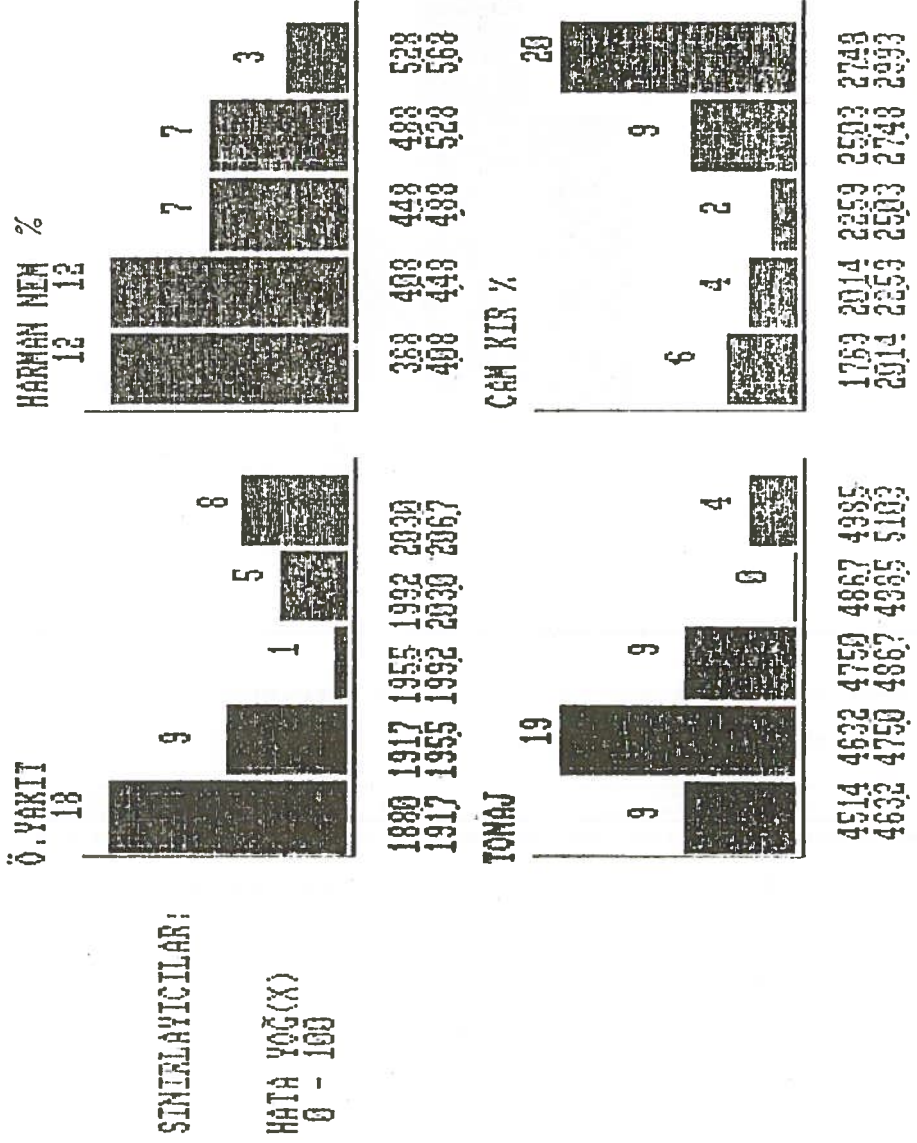
Şekil 12.

4. Sürekli Korelasyon Programı

Mantık yürütülerek seçilen ilişki arama işlemlerini, istenildiğinde, sıradan yapabilen bir programdır.

Her parametrenin tek tek kendisinden sonra gelen tüm parametrelerle arasındaki ilişkiyi gözler, veya seçilen bir parametrenin diğer bütün parametrelerle ilişkisi aranabilir. 4 adet sınırlayıcı parametre uygulama olanağı bu program için de geçerlidir. Bu şekilde akla gelmeyebilen, ama aslında çok önemli veya uyarıcı olabilecek bir ilişki de ortaya konabilmektedir.

Şekil 14'de tonajın (470-483 ton/gün arasında) sınırlandığı zaman aralığında günlük düğme hatası adedinin diğer parametrelerle ilişkisi incelenmektedir. Listenin devamında bu sınırlama içine giren günler verilmiştir. İkinci kısımda ise tonaja ilave olarak cam kırığının da sınırlandığı (% 27- % 30) zaman aralığında, günlük düğme hatası adedinin diğer parametrelerle ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 13.

SINIRLAYICI PARAMETRELER VE ARALILAR (TONAJ) 4700 - 4830

TONAJ	-0.014	CAN KIR %	0.071
SOL 2	-0.261	SAG 2	-0.070
SAG 4	0.094	SOL 5	-0.003
KEMER 1002	-0.180	TABAN 1011	-0.173
DINCAN 1008	-0.181	KANAL FYR	-0.121
MNS HAVA	-0.005	HAVA/YAK	-0.024
2.YAKIT	0.325	3.YAKIT	-0.465
HARHAN MEM	-0.150	ASITTE (-)	0.317
CAN YOG	-0.271	FE +2	0.050
% T 300	-0.306	% T 1200	-0.046
DUGME	0.000	SEGRAGASYON	-0.114
1000 FAPK	0.031	1021 FAPK	-0.003
TAB SOL D0G	-0.175	TAB SAG D0G	-0.334
SOL-SAGIHI	0.007	DUGME AD/G	1.000
A12 *1AD/G	0.362	R1(-1411AD/G	-0.090

(LISKI) ARANAN PARAMETRE : DUGME AD/G

SOL 1	-0.171	SAG 1	-0.171
SAG 3	0.144	SOL 4	-0.015
SOL 6	-0.167	SAG 6	-0.042
TABAN 1021	-0.153	ERDCAN 1007	-0.009
F.OIL-YG	0.015	MNS P.GAZ	-0.171
1C BASIHC	-0.191	1.YAKIT	-0.351
5.YAKIT	0.227	2.YAKIT	-0.101
SUDA (+)	-0.026	HARHAN FAP	-0.020
PUM-A (1)	0.114	PUM-B (1)	0.022
HATA YOGIHI	0.410	HABYCEIEMH	-0.027
1011 FAPK	-0.016	1016 FAPK	0.017
1001 KEMER	0.005	1007 KEMER	-0.174
1009-1021	0.003	FE2 / FE3	-0.263
A11-1411AD/G	0.181	A114(-21AD/G	0.307
B12 *1AD/G	-0.004	B12 PUM FG/G	0.306

SINIRLARA UYGUN GUNLER :

MAYIS :

5 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 31 ,

HAZIRAN :

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 ,

TEMMUZ :

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 ,

AGUSTOS :

10 , 11 , 12 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 ,

EYLUL :

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 ,

SINIRLAYICI PARAMETRELER VE ARALILARI (TONAJ) 4700 - 4830

TONAJ	-0.005	CAN KIR %	-0.044
SOL 2	-0.394	SAG 2	-0.199
SAG 4	-0.106	SOL 5	-0.232
KEMER 1002	-0.299	TABAN 1011	-0.107
DINCAN 1008	-0.111	KANAL FYR	-0.077
MNS HAVA	-0.175	HAVA/YAK	0.007
2.YAKIT	0.204	3.YAKIT	-0.500
HARHAN MEM	-0.206	ASITTE (-)	0.291
CAN YOG	-0.280	FE +2	-0.054
% T 300	-0.349	% T 1200	0.001
DUGME	0.727	SEGRAGASYON	-0.115
1000 FAPK	0.037	1021 FAPK	0.001
TAB SOL D0G	-0.207	TAB SAG D0G	-0.370
SOL-SAGIHI	0.161	DUGME AD/G	1.000
A12 *1AD/G	0.532	R1(-1411AD/G	-0.117

CAN KIR % 2200 - 3000

0.YAKIT	-0.212
SOL 3	0.046
SAG 5	-0.132
TABAN 1016	-0.077
SOL HAV DER	-0.120
HAVA 'C	0.596
4.YAKIT	0.140
ASITTE (+)	-0.397
FE +3	0.205
YALINDIK	-0.571
1007 FAPK	0.155
1015 TABAN	-0.114
1007-1016	0.003
SEG AD/G	0.145
B1141-21AD/G	-0.322

ILISKI ARANAN PARAMETRE : DUGME AD/G

SOL 1	-0.394	SAG 1	-0.372
SAG 3	0.114	SOL 4	0.043
SOL 6	-0.201	SAG 6	-0.149
TABAN 1021	-0.114	ERDCAN 1007	-0.155
F.OIL-YG	0.107	MNS P.GAZ	-0.376
1C BASIHC	-0.169	1.YAKIT	-0.562
5.YAKIT	0.224	2.YAKIT	-0.027
SUDA (+)	0.135	HARHAN FAP	-0.027
PUM-A (1)	0.175	PUM-B (1)	0.220
HATA YOGIHI	0.456	HABYCEIEMH	-0.055
1011 FAPK	0.064	1016 FAPK	0.017
1001 KEMER	-0.073	1007 KEMER	-0.207
1009-1021	0.002	FE2 / FE3	-0.401
A11-1411AD/G	0.267	A114(-21AD/G	0.346
B12 *1AD/G	0.000	B12 PUM FG/G	0.371

SINIRLARA UYGUN GUNLER :

HAZIRAN :

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 ,

TEMMUZ :

1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 12 , 13 ,

AGUSTOS :

22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31 ,

EYLUL :

1 , 2 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 , 13 , 14 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25 , 26 , 28 , 30 ,

SONUÇ

Şekil 14.

Gerçekleştirdiğimiz programların daha kapsamlı hale getirilmesi gerektiğine inanıyoruz. Bu amaçla ilk olarak bir parametre üzerine, sınırlayıcı parametreler de kullanarak, her hangi iki parametrenin etkisini araştırma üçlü ilişki arama programı çalışmalarımız devam etmektedir. Bu programlarla, proses kontrolundan daha çok, derli toplu bir bilgi deposundan, dil birliği sağlayarak, yapılacak yorumlara ve verilecek kararlara baz oluşturmak amacını gütmekteyiz. Raporlamaların bu baz'dan hareketle daha düzenli ve etkili elde edilmesini amaçlamaktayız.

PERLİTİN İZOLASYON MALZEMESİ OLARAK CAM SANAYİNDE KULLANILMASI

Selim ALTIN

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Silikaca zengin volkanik bir kayaç olan perlit 800-1150°C sıcaklıklara ısıtıldığında, ihtiva ettiği % 2-6 oranındaki nem sayesinde, hacminin 10-30 misli büyür ve kar beyazı renginde ısı ve ses izolasyon özelliği son derece yüksek bir malzeme elde edilir ki; buna genleşmiş perlit diyoruz.

Genleşmiş perlitin uygun bir bağlayıcı ile preslenmesinden elde edilen plakalar fabrikamız 3 no'lu fırınında, yan blok, rejeneratör, baca kanalları ve atık ısı kazanı gaz kanallarında izolasyon malzemesi olarak kullanılmış, 7.700.000 ı malzemedен ve 59.500.000 ı/yıl yakıttan tasarruf sağlanmıştır.

GİRİŞ

Silikaca zengin, volkanik bir kayaç olan perlitin sanayide kullanımı, 40 yıl kadar önce A.B.D.'de başlamış ve kısa zamanda inşaat sektöründe, gerek hafifliği ve gerekse ısı ve ses izolasyonu özelliğinden dolayı aranılan bir malzeme haline gelmiştir. Bu gün A.B.D.'de yılda yaklaşık 40 milyon ton ham perlit üretilmektedir.

Günümüzde, Sovyetler Birliği de dahil olmak üzere, birçok ülke perlitini yaygın bir biçimde kullanmaktadır.

Ülkemizde de bir çok yörede perlit kayasına ratlanmaktadır. En büyük perlit yatakları ise İzmir-Cumaovası'nda olup Etibank tarafından işletilmektedir. Etibank verilerine göre halen yılda 150.000 ton ham perlit üretilmektedir. Bu rakam A.B.D. ile kıyaslandığında, perlitin henüz ülkemizde kendini tam

anlamıyla kullanıcılara kanıtlayamadığını göstermektedir.

Konumuz perlitin cam sanayiinde izolasyon malzemesi olarak kullanılması olduğundan, ileride perlitin kullanım alanlarına kısaca değinilecek ve Fabrikamızda'ki uygulamalarından söz edilecektir.

PERLİTİN ÖZELLİKLERİ

Perlitin silikaca zengin volkanik bir kayaç olduğundan daha önce söz etmiş-tik. Bünyesinde % 2-6 oranında bağıl su bulunduran bu kaya griden siyaha kadar olan renk tonlarında olabilir. Diğer volkanik kayalardan farklı olarak yumuşama aralığındaki uygun bir sıcaklığa ısıtıldığında, tıpkı patlamış mısır gibi, doğal hacminin 10-30 katı bir hacim büyümesi gösterir. Bu genişleme doğal perlit kayasının ihtiva ettiği % 2-6 oranındaki bağıl suyun yapıyı terk etmesi sonucu gerçekleşir.

800-1150°C arasında oluşan bu hacim büyümesi sonucunda, düşük yoğunlukta, rengi kar beyazından grimsi beyaza kadar değişen bir malzeme elde edilir ki; buna genişmiş perlit diyoruz.

Kimyasal olarak perlit, % 71-75 SiO₂ ve % 12.5-16 Al₂O₃ içeren bir silikat türüdür. İçerdiği diğer önemli bileşenleri ise alkali metal oksitleridir (Tablo 1).

Fiziksel olarak ise ham perlit ve genişmiş perlit farklı özellikler gösterirler.

Tablo 2'de ham perlitin, Tablo 3'de ise genişmiş perlitin fiziksel özellikleri verilmiştir.

PERLİTİN KULLANIM ALANLARI

Genleşmiş perlitin en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Bunun dışında kimya sanayiinde, dolgu malzemesi, katalizör, pigment taşıyıcı olarak, gıda

Tablo 1: Perlitin tipik kimyasal yapısı.

Bileşen	%
SiO ₂	71.00 - 75.00
Al ₂ O ₃	12.50 - 16.00
Na ₂ O	2.90 - 4.00
K ₂ O	4.00 - 5.00
Fe ₂ O ₃	0.50 - 1.45
CaO	0.20 - 0.50
MgO	0.03 - 0.50
TiO ₂	0.03 - 0.30
MnO ₂	0.00 - 0.10
Cr	0.00 - 0.10
Ba	0.00 - 0.05
PbO	0.00 - 0.30
S	0.02 - 0.04
H ₂ O	3.05 - 5.06

Tablo 2: Ham perlitin fiziksel özellikleri.

Renk	: Gri, siyah veya grinin tonları
Erime noktası	: 1315-1390 ⁰ C
pH	: 6.6 - 8.0
Özgül ısı	: 0.20 Kcal/kg ⁰ C
Özgül ağırlık	: 2.2 - 2.4 gr/cm ³
Serbest nem (%)	: 0.5

sanayiinde, özellikle şeker ve bira üretiminde filtre malzemesi olarak, çelik endüstrisinde, döküm sonrası çeliğin sıcak tutulması işleminde, makina sanayiinde ise titreşim damperlerinde kullanılmaktadır. Tarım sektöründe; genel olarak toprağın havalandırılması, nemli tutulması işlemlerinde fide ve fidan yetiştirmede kullanılmaktadır.

Tablo 3: Genleşmiş perlitin fiziksel özellikleri.

Renk	: Kar beyazından grimsi beyaza kadarki tonlar
Erime noktası	: 1300°C
Özgül ısı	: 0.2 Kcal/kg°C
Kaba yoğunluk	: 30 - 190 kg/m ³
Isı iletkenliği	: 0.034 - 0.040 Kcal/mh°C

ÇAYIROVA CAM SANAYİİ A.Ş.'DE PERLİT UYGULAMASI

1984 yılı başlarında fabrikamızda 3 no'lu fırının modernizasyonu projeleri yapılırken, perlit konusu gündeme gelmiş ve yapılan incelemede bu malzemenin, şamot izole tuğlaya göre, ısı iletkenliğinin daha düşük olması, hafifliği, uygulama kolaylığı bakımından daha avantajlı olduğu saptanmıştır.

Bu konuda yapılan piyasa araştırmasında, fırın izolasyonunda kullanılacak özellikte perlit plaka imal eden firmanın fiyatı ile şamot izole tuğla fiyatı arasında fazla bir fark olmadığı görülmüş ve kullanılmaktan vazgeçilmiştir. Daha sonra ise bu plakaların kendi imkanlarımızla nasıl üretilbileceği ve maliyetimizin ne olacağı konusu incelenmiştir.

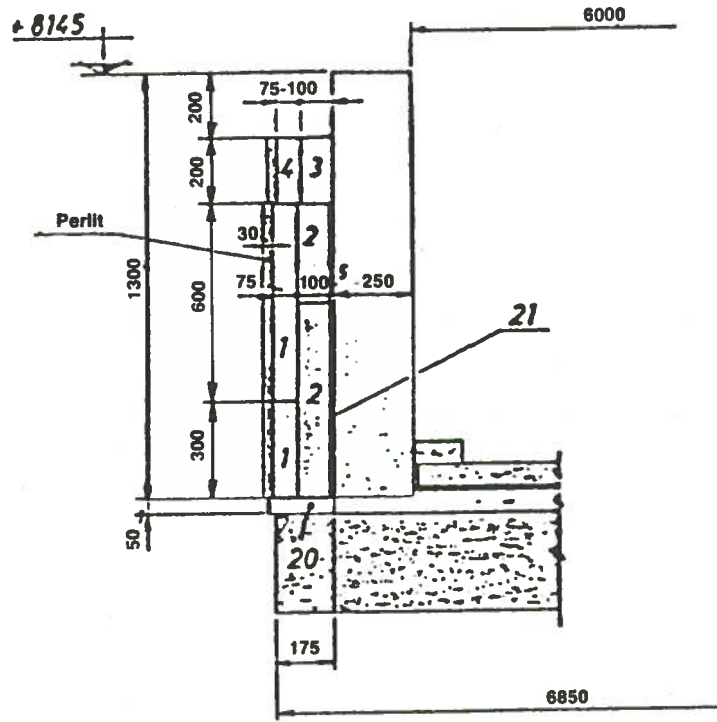
Yapılan deneme çalışmalarının olumlu sonuç vermesi üzerine, konu tekrar gündeme gelerek, 3 no'lu fırının perlit ile izolasyonu kesinlik kazanmıştır.

İmal ettiğimiz plakalar, 65-75 kg/m³ kaba yoğunluğunda genleşmiş perlitin yeter miktarda cam suyu ile bağlanarak 3 hacminin 1 hacme preslenmesi ile elde edilmektedir. Presleme işleminden sonra ise plakalar rutubetini tamamen atıncaya kadar kurutulur. Perlit plakaların özellikleri Tablo 4'de verilmiştir.

3. fırınımızda, yan bloklar, rejeneratörler, baca kanalları ve atık ısı kazanı kanalları bu plakalar ile izole edilmiştir. Şekil 1'de yan bloklardaki uygulama görülmektedir. 300 mm Zac 1681 RO blok arkasına önce 5 mm ER-70

Tablo 4.

Kaba yoğunluğu	: 0.250-0.300 gr/cm ³
Max. çalışma sıcaklığı:	850°C
Basınç mukavemeti	: 5-8 kg/cm ²
Isı iletkenliği	: 0.045-0.050 Kcal/mh°C
Isıl genleşme	: Pratik olarak yok



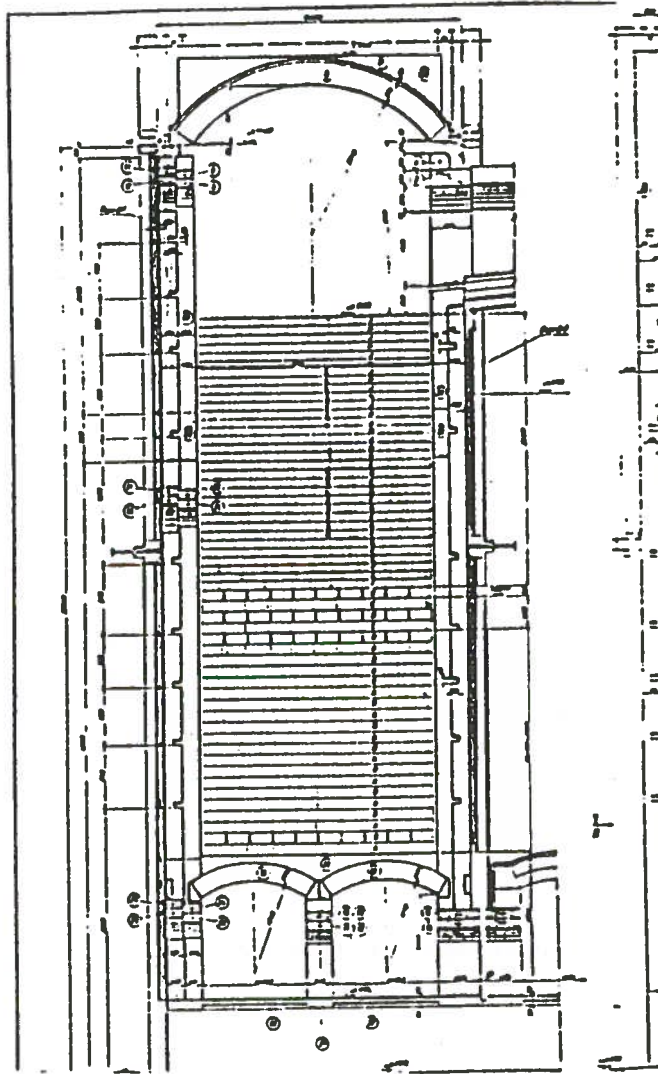
D-D KESİTİ

Ölçek = 1/20

Şekil 1.

harcı uygulanmış, sonra 100 mm şamot, 75 mm şamot izole ve son olarak da 30 mm perlit plaka ile izolasyon tamamlanmıştır.

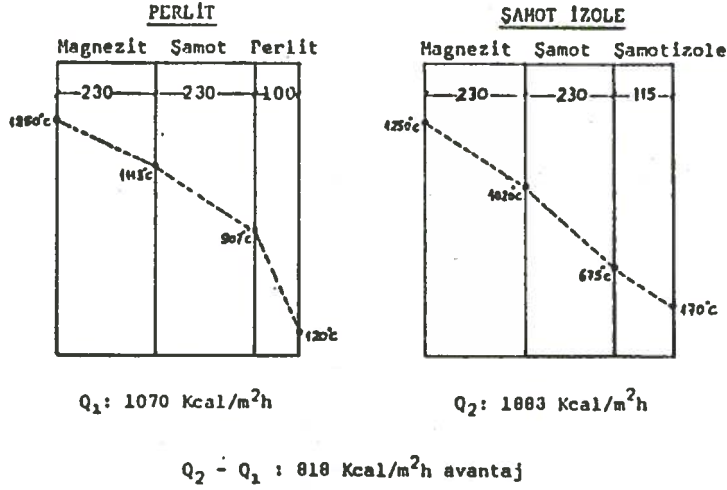
Şekil 2 ise rejeneratörlerdeki uygulamayı göstermektedir. 460 mm duvar kalınlığı üzerine doğrudan 100 mm perlit izole tatbik edilmiştir.



Şekil 2.

Amplaj üstü bölgedeki ölçümlere göre yapılan hesaplamada, izolasyon yüzeyinde $1070 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$ bir ısı kaybı olduğu saptanmıştır. Aynı bölgede per-

lit yerine şamot izole tuğla kullanılsaydı ne olacaktı sorusunun cevabı Şekil 3'de kıyaslamalı olarak verilmiştir.



Şekil 3.

Ölçülen sıcaklıkların ortalama değerleri üzerinden yapılan hesaplamaların sonuçları Tablo 4 de verilmiştir.

SONUÇ

Fabrikamızda perlit izole uygulanan diğer yerler ise; 1 no'lu fırın atık ısı kazanından Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'e çekilen buhar boru hattı. Bu uygulamamızda perlit izole üzerine C.T.P. kılıf tatbik edilmiştir.

2 no'lu fırınımızın makina kamaraları. Ayrıca Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. de perlit izolasyonunu uygulamış ve plakalar tarafımızdan imal edilmiştir.

Perlitin her bakımdan ne denli avantajlı olduğunu ortaya koymaya çalıştım.

Tablo 4.

1. YAKIT KAZANCI	
İzole edilen toplam yüzey	: 785 m ²
Perlitten olan ısı kaybı	: 488 Kcal/m ² h
Şamot izolede olacak kayıp	: 1.280 Kcal/m ² h
Fark	: 792 Kcal/m ² h
Isı kaybı farkının oluşturduğu kazanç	: 621.720 Kcal/m ² h
Isı kaybına eşdeğer fuel-oil	: 64.76 Kg/h
Yıllık fuel-oil kazancı	: 567.298 Kg
Parasal değeri	: 59.500.000.- ₺/yıl
2. MALZEMEDEN ELDE EDİLEN KAZANÇ	
Kullanılan perlit plaka sayısı	: 7.208 adet
Kullanılması gereken şamot izole	: 117 ton
Perlitin parasal değeri	: 4.000.000 ₺
Şamot izolenin parasal değeri	: 11.700.000 ₺
Fark	: 7.700.000 ₺

Umudumuz bu uygulamaların Şirket genelinde yaygınlaşmasıdır.

I. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU
19 Aralık 1985, Camhan

PROGRAM

9.30- 9.40 SUNUŞ

GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU AÇIŞ
KONUŞMASI

I. OTURUM

Başkanlık: Alpaslan AKINCI-Alev YARAMAN

9.40-10.00 Rejeneratörlerde Karşılaşılan Sorunlar
Erol ERGÜN-Şevket ASILKAZANCI
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

10.00-10.20 Cam Sanayiinde İletişim Sorunları ve Bazı Çözüm Önerileri
M. Uran ÖZSOY
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

10.20-10.40 Rejeneratör Veriminin Seçiminde Teorik Üst Limitin
Belirlenmesi
Atilla DİDİN
Teknik Cam Sanayii A.Ş.

10.40-11.00 Ara (Çay)

II. OTURUM

Başkanlık: Remzi ORMANCI-Alev YARAMAN

- 11.00-11.20 Şişe Kalıplarında Döküm Yapısının Önemi
Dr. Metin BAŞARAN-Mahmut GÜNEY
Ferro Döküm San. ve Tic. A.Ş.
- 11.20-11.40 U Alevli Fırınlarda Üretimde Görülen Afinasyon Habbesinin
Azaltılması
Ümit ÖZER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
- 11.40-12.00 İzabe Fırınlarda Doğal Gaz Kullanılması
A. Turan ÖNER-İlhan PEKER
Trakya Cam Sanayii A.Ş.
- 12.00-14.00 Ara (Yemek)

III. OTURUM

Başkanlık: Kemal SUNGUN-Alev YARAMAN

- 14.00-14.20 Cam Ergitme Fırınlarda Kampanya Sonu Throat Delinmeleri
ve Tamiri
Yılmaz KUZUDİŞLİ
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
- 14.20-14.40 Tank Fırınlarda Yarı Sıcak Tamir
Hüsnü SÜTLÜPİNAR-Süreyya GİRİŞMEN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

14.40-15.00 Cam Kırığının Serbest Metallerden Arındırılması ve Cam Kırığı Besleme
A. Semih ÖZDURMUŞ-Celil KARABIYIK
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

15.00-15.20 Ara (Çay)

IV. OTURUM

Başkanlık: Alpaslan AKINCI-Alev YARAMAN

15.20-15.40 Atık Isı Kazanlarında Üretim Süresinin Artırılması
Selçuk DEMİRKIRAN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

15.40-16.00 Düz Cam Plakalarda Meydana Gelen İmalat Sonrası Yüzey Hataları
Çetin AKTÜRK-Hayrullah GÜL
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

16.00-16.20 Mikrobilgisayarlarla Proses Kontrolü
Ulus ŞENER-Derya EREL,
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

16.20-16.40 Perlitin İzolasyon Malzemesi Olarak Cam Sanayiinde Kullanılması
Selim ALTIN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

16.40-17.40 Sempozyumun Değerlendirilmesi ve Geleceğe Yönelik Önerilerin Tartışılması

18.00 Kokteyl

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ
(Soyadına Göre Alfabetik Sıralanmıştır)

(A)

AFŞAR, Semra (PB)
 AKIN, Fahir (SC-ARŞ)
 AKINCI, Alpaslan (SC)
 AKKAYA, Serap (TC)
 AKMAN, Tuncer (CO)
 AKSU, Tufan (SC-ARŞ)
 AKTÜRK, Çetin (TCS)
 ALACA, Hatice (SC-ARŞ)
 ALBAYRAK, Gülçin (SC-ARŞ)
 ALPAY, Yurdakul (SC-PEAM)
 ALPSAR, Dilek (SC-PTIIM)
 ALTIN, Selim (CO)
 ALTINER, Ali (KCS)
 ALTUN, Adnan (CİT)
 APAK, Dr.Can (İP)
 APAK, Dr.Günay (PB)
 ARBATLI, Ayten (SC-BBM)
 ARKAYIN, Hatay (CE)
 ASAR, Metin (KCS)
 ASILKAZANCI, Şevket (TCS)
 ATLI, Mustafa (FD)
 AVŞARCAN, Gülser (SC-ARŞ)
 AYDIN, Dr.Eşref (SC-ARŞ)
 AYDIN, Yaşar (PB)
 AYKUL, Kazım (CO)

(B)

BALCI, Ali (PB)
 BAŞARAN, Dr.Metin (FD)

BATUR, Sevil (CİT)
 BAYKAL, Besim (SC-EM)
 BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)
 BİÇER, Hüsamettin (SC-BMKM)
 BİLSEN, Engin (PB)
 BULDAM, Mine (SC-EM)
 BURHANOĞLU, Yüksel (SC-ARŞ)

(C)

CANBERK, Yıldırım (ACS)
 CANDEMİR, Yücel (KCS)
 CANSEVER, Ahmet (CO)
 CEBECİOĞLU, Tahir (PB)

(Ç)

ÇATALOĞLU, İlkay (CİT)
 ÇİFTÇİ, Vahit (CO)
 ÇİFTÇİOĞLU, Belgin (SC-ARŞ)
 ÇOBANLI, Melih (CİT)
 ÇOKAY, Kazım (İP)
 ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRKIRAN, Selçuk (CO)
 DEMİRKOL, Gürol (TC)
 DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)
 DİDİN, Atilla (TC)

(E)

EKE, Mesut (İP)
 ELÇİ, Nurettin (TK)
 ELDEMİR, Ahmet (KCS)
 EREL, Derya (TCS)
 ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)
 ERGÜL, Hasan (SC-MM)
 ERGÜN, Erol (TCS)
 ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)
 ERKAL, Cahit (TC)
 ERKAN, Deniz (PB)
 ERSOY, Ertuğrul (CO)
 ERSÖZ, Erol (CİT)
 ESEN, Erkut (SC-ARŞ)
 ESİN, Ahmet O. (SC-PTHM)
 ESKİN, Gülten (TC)
 ETİ, Yekta (CİT)

(F)

FEKE, Hadi (MKF)

(G)

GİRİŞMEN, Süreyya (CO)
 GÖKMENOĞLU, Selçuk (KCS)
 GÖKTAN, Kaya (PB)
 GÜL, Hayrullah (TCS)
 GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)
 GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)
 GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)
 GÜNEŞ, Mehasin (SC-ARŞ)
 GÜNEY, Mahmut (FD)
 GÜR, Fehmi (SC-PTHM)
 GÜVEN, Osman (SC-MAPM)

(H)

Hacıoğlu, İ. Hakkı (SC-PTHM)
 HAKSÖZ, Orhon (TK)
 HALICI, Tamer (CİT)
 HÜRPEK, Yasemin (KCS)

(I)

İŞİK, Tevfik (CO)

(İ)

İÇLİ, Atilla (SC-PTHM)
 İYİGÜN, Ulukan (ACS)

(K)

KAFESCİOĞLU, Ayşegül (SC-ARŞ)
 KARABIYIK, Celil (TCS)
 KARABULUT, Dr.Ömer (SC-ARŞ)
 KAVRAKOĞLU, Dr. İbrahim (SC-İHGMY)
 KAYA, Yeşim (KCS)
 KIRAN, Şeref (TC)
 KOYDEMİR, Fehmi (PB)
 KUBAN, Ali (TC)
 KUT, Dr.Ateş (SC-ARŞ)
 KUTAY, Çoşkun (CE)
 KUZUDİŞLİ, Yılmaz (PB)
 KÜNTAY, Cankaya (TK)

(L)

LEBLEBİCİ, Adil (PB)

(M)

MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)

(O)

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)
 OLTULU, Kenan (MİM)
 ORHON, Melek (SC-ARŞ)
 ORHON, Talât (SC)
 ORMANCI, Remzi (SC)

(Ö)

ÖNER, Ahmet T. (TCS)
 ÖZASLAN, Bülent (KCS)
 ÖZCAN, O.Akif (SC-ARŞ)
 ÖZDURMUŞ, Semih (TCS)
 ÖZER, Ümit (CO)
 ÖZGEN, Dr. Serdar (SC-ARŞ)
 ÖZGÜR, Zeynep (SC-ARŞ)
 ÖZHAN, Canan (TK)
 ÖZSOY, M.Uran (PB)

(P)

PAPUTÇU, Mahmut (CE)
 PEKER, İlhan (TCS)
 PIÑARLI, Mehmet (CO)

(S)

SAĞLAM, Celal (TC)
 SANDER, Faruk (SC-ARŞ)
 SARAÇ, Dr.Yusuf (SC-ARŞ)
 SARIOĞLU, Duygu (SC-ARŞ)
 SAVAŞ, Tuğrul (SC-EM)
 SEVİ, Yılmaz (TK)
 SEZEN, Nurettin (FD)
 SİZGEK, Ali Erden (SC-ARŞ)
 SOYKUT, Ertan (FD)
 SOYMAN, Figen (PB)

SUNGUN, Kemal (SC)

SÜTLÜPİNAR, Hüsnü (CO)

(Ş)

ŞENER, Ulus (TCS)

(T)

TALA, Melek (TC)
 TELATAR, Semih (CO)
 TEOMAN, Dr.Yıldırım (SC-PTHM)
 TİPİGİL, Murat (SC-PM)
 TOKMAN, Ünal (SC-HM)
 TORUNOĞLU, Cenan (SC-PEAM)
 TUĞRAN, Fikret (PB)
 TUNCAY, Tülay (PB)
 TÜLÜMEN, Dr.Erdoğan (SC-ARŞ)
 TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)

(U)

ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)
 USER, İsmail (SC-ARŞ)
 UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜER, Metin (CO)

(Y)

YARAMAN, Alev (SC)
 YILDIRIM, Gülser (SC-PTHM)
 YÜKSEL, Ebubekir (RRA)

(Z)

ZEYBEK, İbrahim (PB)

Sempozyuma Katılanların Listesinde Kullanılan Kısaltmalar

GENEL MÜDÜRLÜK

- SC : Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
 SC-ARŞ : Araştırma Müdürlüğü
 SC-BBM : Belge ve Bilgi Merkezi Müdürlüğü
 SC-BMKM : Bütçe ve Mali Kontrol Müdürlüğü
 SC-EM : Eğitim Müşavirliği
 SC-İHGMY : İşletme Hizmetleri Genel Müdür Yardımcılığı
 SC-MAPM : Maden Arama ve Planlama Müdürlüğü
 SC-MM : Malzeme Müdürlüğü
 SC-MİM : Maden İşletmeleri Müdürlüğü
 SC-PEAM : Planlama ve Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü
 SC-PM : Personel Müdürlüğü
 SC-PTHM : Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

ŞİRKETLER

- ACS : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
 CE : Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
 CIT : Cam İşleme Tesisi
 CO : Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
 FD : Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.
 İP : İstanbul Porselen Sanayii A.Ş.
 KCS : Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
 MKF : Makina ve Kalıp Fabrikası
 PB : Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
 RRA : Rastaş-Reform Ambalaj Sanayii ve Ticaret A.Ş.
 TC : Teknik Cam Sanayii A.Ş.
 TK : Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
 TCS : Trakya Cam Sanayii A.Ş.

YAZAR DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
AKTÜRK, Çetin	Trakya Cam San. A.Ş.	123
ALTIN, Selim	Çayırova Cam San. A.Ş.	152
ASILKAZANCI, Şevket	Trakya Cam San. A.Ş.	1
BAŞARAN, Dr. Metin	Ferro Döküm San. ve Tic. A.Ş.	27
DEMİRKIRAN, Selçuk	Çayırova Cam San. A.Ş.	116
DİDİN, Atilla	Teknik Cam San. A.Ş.	19
EREL, Derya	Trakya Cam San. A.Ş.	137
ERGÜN, Erol	Trakya Cam San. A.Ş.	1
GİRİŞMEN, Süreyya	Çayırova Cam San. A.Ş.	98
GÜL, Hayrullah	Trakya Cam San. A.Ş.	123
GÜNEY, Mahmut	Ferro Döküm San. ve Tic. A.Ş.	27
KARABIYIK, Celil	Trakya Cam San. A.Ş.	107
KUZUDİŞLİ, Yılmaz	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	91
ÖNER, A. Turan	Trakya Cam San. A.Ş.	64
ÖZDURMUŞ, A. Semih	Trakya Cam San. A.Ş.	107
ÖZER, Ümit	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	54
ÖZSOY, M. Uran	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	14
PEKER, İlhan	Trakya Cam San. A.Ş.	64
SÜTLÜPİNAR, Hüsnü	Çayırova Cam San. A.Ş.	98
ŞENER, Ulus	Trakya Cam San. A.Ş.	137

