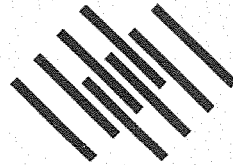


8

CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

**23 HAZİRAN 1993 DESTEK REASÜRANS T.A.Ş.
HİZMETE ÖZEL**

Yayıma Hazırlayan: A. Semih İşevi



ŞİŞECAM

**Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Teknik Grup**

YAPIM
AJANS R&M 244 57 51 / 245 27 80

BASKI
ÇINAR OFSET 567 92 67

**8. Cam Problemleri Sempozyumu bildiri
metinleri : 23 Haziran 1993, Destek
Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu /
yay. haz. A. Semih İşevi.- İstanbul :
Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Teknik Grup, 1993.**

**I.İşevi, A.Semih II.T.Ş.F.A.Ş.
Teknik Grup**

UDC 666.1(56) "1993" (063) = 943.5

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	5
AÇILIŞ KONUŞMASI Adnan ÇAĞLAYAN Türkiye Şişe ve Cam Fab.A.Ş. Genel Müdürü	6
ŞİŞELERDE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE STRES ANALİZİ Nedim ERİNÇ - Suha GÖKBEN	8
KLASİK SOĞUTMALARLA BİRLİKTE ACS TİPİ DİKEY SOĞUTMA UYGULAMASI Osman SARI - Bülent HEKİMOĞLU	20
ERGİTME SONRASI OLUŞAN BÖLGESEL HABBE HATALARI Dr. Ali ALTINER - Suat DOĞANLARLI Metin ASAR - Murat YİĞİT	37
BOYUN KARIŞTIRICILARIN CAM ŞERİDİNDEKİ TABAKALAŞMAYA OLAN ETKİSİNİN VE RENK GEÇİŞİNİN STRIAGRAM İLE İZLENMESİ Ümit ÖZMERDİVEN - Güngör PEKER	50
REJENERATÖR ISI TRANSFERİ HESABI Dr. Vahit ÇİFTÇİ - Ertuğrul ERSOY	58
BUZLU CAM KOMPOZİSYONUNDA YENİ BİR UYGULAMA Hande SENDEL - Tuncer AKMAN	74
CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE CAM KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ Asuman ERKİN - Fehiman AKMAZ	87
BUZLU CAM FIRINLARINDA SOĞUTMA SUYUNUN DENİZ SUYU İLE SOĞUTULMASI Zafer SAĞLAM	106
FLOAT CAM ÜRETİMİNDE KULLANILAN KUMLARIN HAZIRLANMASINDA VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASI, MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ VE HOMOJENİZASYONUN SAĞLANMASI İrfan GÜNER - Acar ÖZEL - Nurettin ÖZTÜRK	119
ZÜCCACIYE İMALATINDA KULLANILAN KUMLARIN HAZIRLANMASINDA VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASI MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ, KALİTENİN	

YÜKSELTİLMESİ VE STANDARDİZASYONUN SAĞLANMASI 132
İrfan GÜNER - Acar ÖZEL - Nurettin ÖZTÜRK -
Muzaffer TÜRK

OTOMATİK BASKI MAKİNESİNDE GALON BASACAK 145
ŞEKİLDE GELİŞTİRME
Nurettin ELÇİ

YÜZEYİ KAPLANMIŞ BORCAM ÜRETİMİ 151
Hüseyin PARLAR - Yalçın GÜNEY

EKLER

Sempozyum Programı

Sempozyuma Katılanların Listesi

Listede Kullanılan Kısaltmalar

Yazar Dizini

ÖNSÖZ

23 Haziran 1993 tarihinde, Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu'nda yapılan " 8. Cam Problemleri Sempozyumu"nda sunulan bildirileri daha öncekiler gibi kitap kapsamında derleyerek, değerli bir belge olarak, Topluluğumuz hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız. Üretim Şirketlerimizin ve Teknik Grubun katılım ve katkıları ile gerçekleştirilen Sempozyum'a destek veren başta Genel Müdürümüz **Adnan ÇAGLAYAN** olmak üzere, tüm ilgililere ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunuyoruz.

TEKNİK GRUP

ACILIŞ KONUŞMASI

Adnan ÇAĞLAYAN

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Genel Müdürü

Çok değerli arkadaşlarım düzenli olarak yapmakta olduğumuz Cam Problemleri Sempozyumunun Sekizincisine hoş geldiniz.Bu vesileyle hepinizi en içten duygularıyla ve sevgi ile selamlıyorum.

" Bildiğiniz üzere bu sempozyumlarda ele aldığımız konularla bilgi birikimimize yeni katkılar sağlıyoruz.Teknolojik gelişmelerimizi somut bir biçimde görüyoruz ve dolayısıyla geleceğimize güvenle bakıyoruz.Teknolojik gelişme hiç şüphesiz çağımızın en önemli karakteristiğidir.Bugün firmalar işlevsellik ve verimlilik ilkesine dayalı bir rekabet sürdürmektedirler.Dolayısıyla teknoloji yaratma çok önemli ve hayati bir konuma sahip olmuştur.Firmaların finansal bağımsızlıklarını korumaları ve uzun dönemde geleceklerini güvence altına almaları, kendi teknolojilerine hakim olma çizgisinden geçmektedir.Bu nedenle yüksek ve gelişmiş bir teknoloji kesinlikle fedakarlık yapamayacağım çok önemli ve hayati bir konudur. Ve de bu hayatiliğiyle de çok önemli bir girdimiz haline gelmiştir.Şişecam Topluluğunun temel dinamiği, her türlü gelişmeye açık olmaktadır.Önemle belirtmek isterim ki, teknolojiye hakim olmak bu sempozyumda olduğu gibi, mikro ölçekteki sorunlarından tutunuz da; genel olarak topluluk bütününe ilgilendiren tüm alanlarda, iş gücü ve sermaye kaynaklarını verimli kullanabilecek bir sistem gerekmektedir.Bu sistem disiplinler arası işbirliğini kaçınılmaz bir hale getirmiş bulunmaktadır.Bugün bir müessese mühendisi, pazarlamacısı, muhasebecisi, planlamacısı, işletmecisi ve yöneticisiyle takım anlayışı içinde çalışmıyorsa, o müessesenin rekabet gücü yaratması imkansızdır.

Teknoloji kavramı sadece prosesi kapsayan dar anlamda bir olgu olarak düşünülmemelidir.Satın alma sistemlerinden ürün geliştirmeye, üretim proseslerinden, pazarlama tekniklerine, iş gücünün eğitim düzeyini yükseltmekten, işletme içi iklimin yaratılmasına ve işletmeyi rekabet edecek bir yapıya kavuşturmaya kadar, bütün faaliyetler teknolojik kavramı içerisinde değerlendirilmelidir.Şişecam Topluluğundaki insanların birbirine inancı, birbirine olan saygısı, topluluğun en büyük gücüdür.Bu kurumda insanlar katılımcılığa ve yaratıcılığa önem verdikleri için, kurumun geleceğine olan güvenimiz son derece büyüktür.Bu ortak inancı sizlerinde paylaştığına yürekten inanıyorum.Bildiğiniz gibi uluslararası cam komisyonu, cam bilimi ve cam teknolojisini, uluslararası boyutta geliştirme amacıyla kurulmuş, çok önemli dünya çapında bir örgüttür.Faaliyetlerini de teknik komiteler aracılığıyla sürdürmektedir.

Teknik Komiteler arasındaki bütünlüğü ve ilişkileri teknik koordinasyon komitesi tarafından yürütmektedir.Bugün sizlere büyük bir gurur ve mutlulukla bildirmek isterim ki, 1992 yılında da teknik koordinasyon başkanlığına, koordinatörümüz Sn. Alev Yaraman, kimyasal analiz konusunda çalışan 2 nolu Teknik Komite başkanlığına da yine çok değerli arkadaşlarımız Sn. Orhan Çorumluoğlu seçilmiş bulunmaktadır.Cam teknolojisiyle bağlantılı diğer konularda ise, yaklaşık beş ayrı Teknik Komitede araştırma uzmanlarımız etkin görevler almış bulunmaktadır.Bu durum

topluluğumuzun uluslararası boyuttaki bilimsel gelişmeleri izleme, yönetme, analiz etme ve yeni bilgileri üretebilme konusunda ulaştığımız düzeyi gösteren çok önemli bir kriterdir.

Çok değerli çalışma arkadaşlarım, sanayiciler ve dolayısıyla sanayiler problemlerle içiçe yaşarlar.Zaten problemlerin bitmiş olması demek, sanayinin ve yaşamında bitmiş olması demektir.Karşılaşılan çok önemli bazı sorunlar nedeniyle Cam Problemleri Sempozyumu' nu, bugün 6 aylık bir gecikmeyle yapıyoruz.Ancak bugün rahatlıkla söyleyebilirim ki; bu sorunların çok önemli bir bölümünü aşmış bulunmaktayız.Ve işte bu nedenle ki, bugün daha rahat bir havada, daha huzurlu bir ortamda bu toplantıyı gerçekleştirmemiz mümkün olmaktadır.

Cam teknolojisi alanında, olanı biteni izlemede, karşılaştırmalar yapmada, kendi yönümüzde nasıl ilerlediğimizi görmede, önemli bir gelenek oluşturan, Cam Problemleri Sempozyumunu hazırlayan ve de katkıda bulunan bütün arkadaşlarıma şimdiden en içten teşekkürlerimi sunmak istiyorum ve bu vesile ile, hepinizi bir kez daha selamlıyor ve sempozyumumuzun başarılı geçmesini temenni ediyorum.Hepinize teşekkür ederim."

ŞİŞELERDE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİYLE STRES ANALİZİ

Nedim ERİNÇ

TŞCFAŞ Araştırma Müdürlüğü

Suha GÖKBEN

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Günümüzde her alana giren bilgisayarların modern mühendislik alanındaki en önemli uygulamalardan biri sonlu Elemanlar Analizi(Finite Element Analyysis) dir. Bu yöntemin temel amacı, termal ya da mekanik yük altında incelenen yapının zayıf noktalarını belirleyip gerekli dizayn değişikliklerini yapmak ve optimum şekile ulaşmaktır. Bu aşamalar sırasında oluşan malzeme tasarrufu da yöntemin doğal bir sonucudur. çalışmaların dizayn aşamasında yapılması nedeniyle de kullanımda ortaya çıkabilecek problemler ve maliyet + zaman gerektiren deneme yanılma yöntemi önlenmiş olur.

Cam sanayiinde de yoğun olarak kullanılan Sonlu Elemanlar Analizlerinde, oldukça enteresan ve yararlı sonuçların alındığı uygulama alanları ise cam kap, şekillendirme teknolojisi, kalıp, fırın, cam ev eşyaları ve düzcam gibi geniş kapsamlıdır.

Bu bildiride Efes Bira şişesinde iç basınç ele alınmıştır. Oldukça uyumlu sonuçların alındığı deneysel ve bilgisayar çalışmalarında, dizayn değişikliğinin kısıtlı olmasına rağmen dip bölgede yapılabilecek bazı değişikliklerle şişenin alt bölgelerinde oluşan streslerin azaltılabileceği tespit edilmiştir. Söz konusu şişede etek yüksekliğinin artırılması ve oturma çapının daraltılması ile oturma yüzeyi ve alt gövdede oluşan streslerin azaldığı, bu şekildeki dizayn değişikliği ile de bir hafifletme potansiyelinin olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde yapılan dizayn değişikliği ile gerçekleştirilen deneme üretiminde % 13.5 hafifletme ve % 13.2 hız artışı sağlanmıştır.

1.GİRİŞ

Sonlu Elemanlar Analizi (SEA = FEA, Finite Element Analysis) esas olarak belirli bir yük altındaki yapıda oluşan stres alanlarını belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Analiz yönteminin temeli, yapıyı matematiksel olarak basit alanlara bölerek incelemektir. Böylece en karmaşık geometrili yapılarda bile sonuç alınabilmektedir.

Hergün süratle gelişim gösteren SEA programlarının kullanım alanları her türlü yük/kuvvet altındaki yapıda oluşan gerilme/uzama, dinamik analizler, ısı transferi, sıcaklık farkından ortaya çıkan gerilmeler ve bu alanlarda doğrusal ve doğrusal olmayan, zamana ve sıcaklığa bağlı değişkenler şeklinde geniş kapsamlı çözümlerdir. Bu geniş kapsam SEA' nin katı mekaniği, akışkanlar mekaniği, ısı transferi problemleri, jeomekanik, havacılık, uzay, savunma, otomobil, biomekanik, tıp, kimyasal reaksiyonlar, reaktör fiziği, plazma, denizcilik, elektrik ve manyetik alanlar gibi gün geçtikçe yayılan sahalarda kullanım olanağı bulmasını sağlamıştır.Uygulama alanlarını daha da belirginleştirecek olursak, uzay mekiğinin burun dizaynından koşucu ayakkabılarına, yapay kalp kapakçığından kıta hareketlerine kadar yazmakla bitmeyecek bir liste karşımıza çıkar. Kısaca, SEA' nin her alanda kullanılabileceğini rahatlıkla söylemek mümkündür.

Sonlu Elemanlar Analizindeki hedef, herhangi bir yük altında (termal ya da mekanik) incelenen yapının zayıf noktalarını belirlemektir. Bu belirlemeden sonra gerekli dizayn değişiklikleri yapılarak, şekil en sağlam durumuna getirilir. Dizayn değişikliği sırasında yapılan malzeme tasarrufu da bu yöntemin doğal bir sonucudur. Çalışmaların daha dizayn aşamasında yapılması nedeniyle de üretim ve kullanım sırasında ortaya çıkacak birçok problem başlangıçta çözülmüş olur. Yöntemin en büyük avantajlarından biri de oldukça fazla zaman alan ve pahalıya gelen deneme yanılma yöntemini ortadan kaldırmasıdır.

Sonlu Elemanlar Analizleri cam sanayiinde de yoğun olarak kullanılmaktadır.Bu alanda literatürde çeşitli makaleler çıkmakta ise de, konunun rekabetçi alanlar içinde olması nedeniyle fazla sayıda değildir. Oldukça yararlı ve enteresan sonuçların elde edilebildiği uygulamalar cam kap, şekillendirme teknolojisi, kalıp, fırın, otomobil camı, düzcam, teleskop camları gibi oldukça geniş kapsamlıdır.

Gün geçtikçe rekabetçi bir ortama dönüşen cam kap sanayii bugün diğer ambalaj malzemeleri ile savaş vermektedir. Bu savaşa karşı IPGR adı altında birleşen bazı büyük cam şirketleri çevre korumacılığının da camın gelecekteki önemini arttırdığını gözönüne alarak, cam kapların dayanıklılığını arttırmak, ağırlıklarını azaltmak ve rakip ambalaj malzemeleri ile olan pazar paylarını korumak ve genişletmek amacıyla cam kap dizaynı, şekillendirme teknolojisi, kaplama ve kalıp teknolojisi alanlarında yoğun çalışmalar içindedirler. Sonlu Elemanlar Analizinin bu çalışmalara kattığı değer ise oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır.

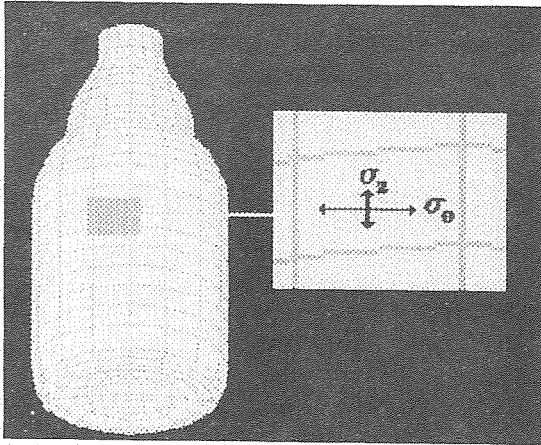
2. ŞİŞELERDE İÇ BASINÇ

Bazı cam ambalajların içlerindeki bira, şampanya ve kola türü içecekler gibi çeşitli sıvılar çözünmüş karbondioksit gazı içerirler. Bu türde bir sıvı ile doldurulmuş şişedeki iç basınç, sıvı içinde çözülmüş bulunan gaz miktarı ve ortam sıcaklığına bağlıdır. Ayrıca boş hacim miktarı ve içerideki sıvının bozunmaya uğrayarak gaz açığa çıkartması gibi durumlarda iç basıncın oluşması veya artması nedenleridir. Çözülmüş karbondioksit içeren sıvıların bulunduğu şişelerde, pastörizasyon sırasında ve sıcak güneşli bir ortamda 1 MPa'in üzerinde basınç oluşabilmektedir.

İç basınçtan dolayı civarlarda oluşabilecek stresler şişe dizaynına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Şişenin düz silindirik gövde kısmında (ki kırılmalar çoğunlukla bu bölgeden başlar) oluşan stresi basınçlı kaplar formülü ile kabaca hesaplamak mümkündür. Bu bölgede oluşan ana stresler,

$$Q = Pr/t \quad \text{Çevresel (hoop) stres}$$
$$Q = Pr/2t \quad \text{Dikey stres}$$

şeklindedir (**Şekil 1**). Burada r = yarıçap, t = cidar kalınlığı, p = uygulanan iç basınç göstermektedir. Böylece, 30 mm çapında, 2 mm cidar kalınlığındaki bir şişenin gövde kısmında 0.7 MPa basınç altında oluşan stresin 10.5 MPa olduğu şeklinde kaba bir hesaplama yapılabilir. Ancak, dizaynından dolayı eğilmelerin (bending) etkisi sonucu bölgesel olarak daha yüksek stresler beklenebilir.



Şekil 1. Şişe Üzerindeki Stresler

zukluklar (çizik, çatlak vs) bu değeri hızla düşürür. Yüzeyine hiç el değmemiş bir cam çubuğu kırmak için 1750 MPa'lik bir stres gerekebilir. Bu çubuğun normal fabrika koşullarındaki çeşitli malzemelerle (Metal, plastik, cam, insan eli gibi) birkaç kez temas ettiğini düşünelim. Bu durumda 70 MPa'lik bir stres bu çubuğu kırmaya yetecektir.

Genel olarak şişenin kırılması için 30-100 MPa arasında değişebilen bir stres gereklidir (1). Kırılma stresi ile ilgili, literatürde oldukça değişik rakamlara rastlamak mümkündür. Bu derece farklı rakamları oluşmasını daha net hale getirmek için camın mukavemeti konusuna değinmekte fayda vardır.

2.1 Camın Mukavemeti

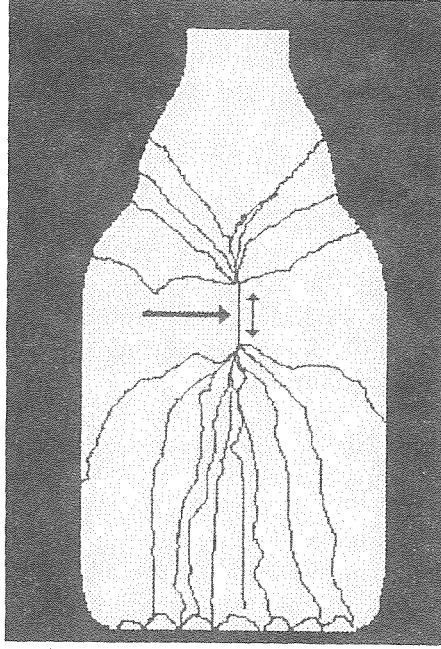
Cam mukavemeti teorik olarak çelikten 10 daha fazla, 35 GPa gibi bir değerdir. Pratikte cam yüzeyinde bulunan bo-

İmalat yönteminin de cam mukavemeti üzerinde etkisi vardır. Bu konuda yapılan çalışmada (2) metal kalıplarda blow-blow yöntemi ile üretilen şişelerde 28-62 MPa (dış yüzey), mantar kaplı kalıplarda 35-69 MPa (dış yüzey) ve 104-208 MPa (iç yüzey) gibi kırılma stresi değerleri verilmiştir.

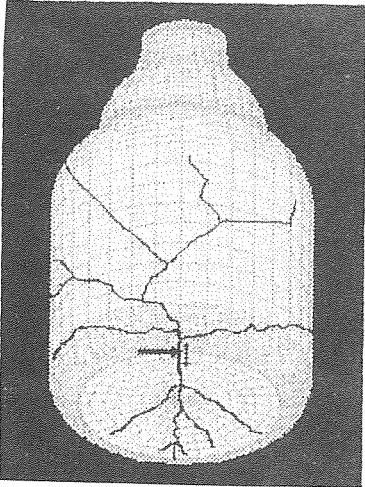
Burada varılan sonuç, cam mukavemetinin yüzey durumuna oldukça bağlı olduğu ve rakamsal olarak geniş bir aralık içinde bulunabileceğidir. Fabrikalarda yapılacak pratik ölçüm sonuçları ile istatistiksel olarak daha net rakamlar çıkarmak mümkündür.

2.2 Kırılma Analizi (Fractography)

Kırılma analizi cam, metal ve seramik gibi tüm kırılğan malzemelere uygulanabilen bir yöntemdir. Bu yöntemle, herhangi bir yük altında kırılmış bulunan yapının parçaları, çatlak şekilleri ve kırılma yüzeyleri incelenerek yapının ne tür bir yük altında kırıldığı, kırılma başlangıç noktası, kırılmaya neden



Şekil 2. İç basınç nedeniyle gövdeden başlayan kırılma



Şekil 3. İç basınç nedeniyle oturma yüzeyinden başlayan kırılma

olan yükün değeri gibi sonuçlar çıkarılabilir.

Kırılma ile ilgili bazı temel kavramlar bilinmediğinde kırılmış bir şişe birşey ifade etmeyebilir. Ancak, bu şişeyi sözkonusu temel kavramlar çerçevesinde incelediğimizde, neden ve nasıl bir kuvvet sonucu kırıldığını ortaya koyabiliriz.

Bir cam kabın kırılmasına neden olabilecek kuvvetler basınç, darbe, dik yük ve termal şok olarak sıralanabilir. Bütün bu yüklerin cam kap üzerinde oluşturduğu kırılma şekli değişiktir. Tipik bir iç basınç kırılması Şekil 2'de gösterilmiştir. Basıncı kaplar formüllerinden de görülebileceği gibi çevresel stresler dike streslerin iki katıdır. Bu

nedenle kırılmaya çevresel stresler neden olur ve kırılma başlangıcındaki çatlak ilerlemesi dikey yödedir. Gövde dış yüzeyinden başlayan çatlak, başlangıç noktasından aşağı ve yukarı doğru inerek çatallaşmaya başlar (forking). Bu çatalların sayısı ne kadar fazla ise kırılma anındaki basınç o kadar yüksektir. Basıncın boyu bölgesi üzerinde yarattığı stresler gövdeye göre düşük olduğundan bu bölgeden başlayan kırılmalar çok nadirdir. Basınç karşısında şişelerdeki ikinci kritik bölge ise dip kısmındaki oturma yüzeyidir. Bu bölgede oluşan stresler gövdeden daha yüksek olabilir. Söz konusu bölgeden başlayan tipik bir çatlak **Şekil 3**'te gösterilmiştir. Etek başlangıç noktasının hemen altındaki bölgede oluşan stresler kompressiyon olduğundan burası şişelerde basınç karşısındaki en emniyetli bölgedir.

3.EFES BİRA ŞİŞESİNDE İÇ BASINÇ

Sonlu Elemanlar Analizin pratik uygulaması 1992 yılı başlarında EFES BİRA Şişesinde gerçekleştirildi. Çalışmanın ilk aşaması olarak iki değişik tarihte yapılan üretimlerden numuneler alınarak basınç deneyleri ve kırılma analizleri yapıldı.

1991 yılı sonunda üretilen mamullerin basınç testlerinde, KIRILMALARIN % 53'ü Omuz Altından
% 32'si oturma yüzeyinden
% 15'i Alt Gövdeden meydana gelmiştir. (**Şekil 4**)
Ortalama Kırılma Basıncı 18 kg/cm²'dir. Müşterinin istediği basınç değeri ise minimum 12 kg/cm²'dir.

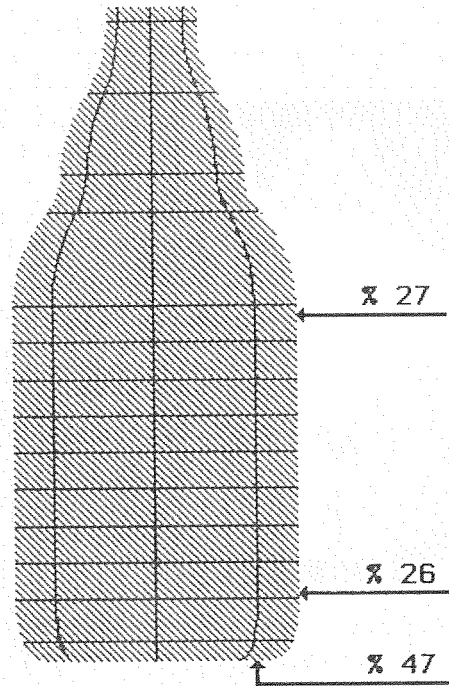
Üretim: Mart 92

380 gr

76 dm/dk

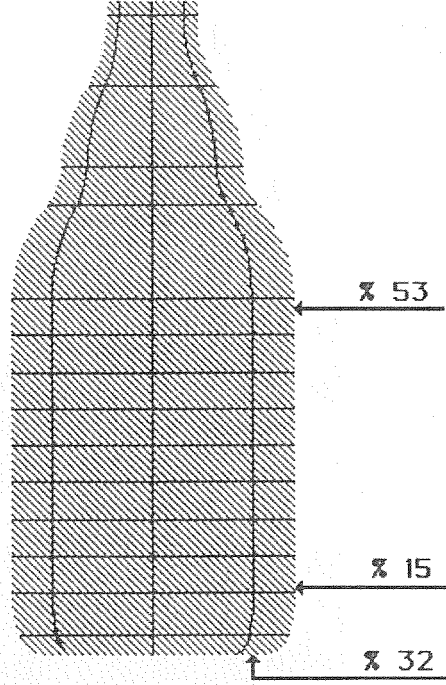
32.8 kg/cm²

Şekil 4



Mart 92'de üretilen mamullerden alınan numunelerde ise
% 27 Omuz Altı
% 26 Alt Gövde
% 47 Oturma Yüzeyinde kırılma olmuştur (Şekil 5)
Yaklaşık 10 gram daha ağır olan bu imalatta ortalama kırılma basıncı 32.8
kg/cm'dir.

Üretim: 1991 sonu
368 gr
76 dm/dk
18 kg/cm²



Şekil 5

Efes Bira şişesinin Sonlu Elemanlar Analizinde KABUK ELEMANLAR KULLANILDI. Programa girdi olarak verilen malzeme değerleri ise
Young's Modulus: 70000 MPa
Poisons Ratio:0.25

Modele uygulanan iç basınç ise 1 MPa'dır.

Analiz sonucunda elde edilen ÇEVRESEL STRES DAĞILIMI şu şekildedir (Şekil 6). Şekillerin sağ tarafındaki renk konturları 1 MPa iç basınç sonucu şişe üzerinde oluşan stres değerlerini rakamsal olarak göstermektedir.

Kırmızı renkli yerler stresin maksimum olduğu bölgelerdir.

Şekil stresin yoğunlaştığı dört kritik bölge göze çarpmaktadır.

Omuz Üzerindeki İçe Dönük Radius

Üst Gövde

Alt Gövde

Oturma Yüzeyi



ANSYS 4.4A
FEB 24 1992
13:33:42
POST1 STRESS
STEP=1
ITER=1
SY (AVG)
MIDDLE
CSYS=11
DMX =0.047779
SMN =-0.809422
SMX =10.925

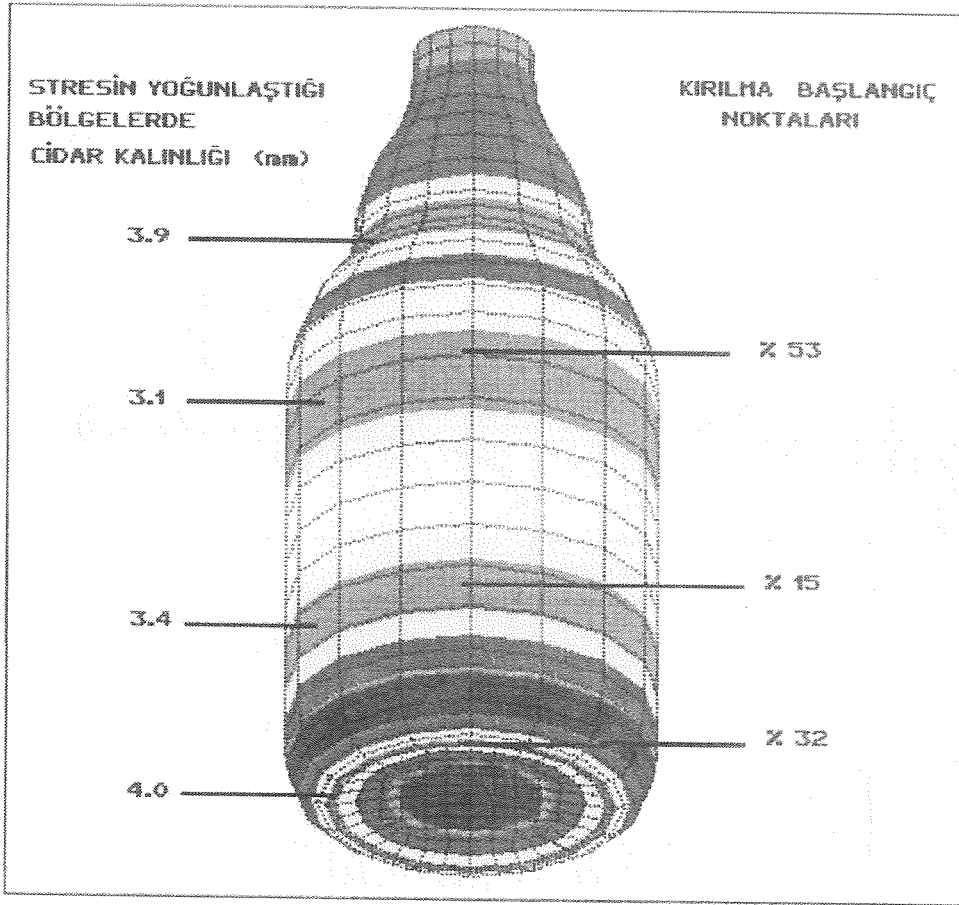
ZU =1
DIST=106.955
YF =89
ANGX=333
-0.809422
0.49441
1.798
3.102
4.406
5.71
7.014
8.317
9.621
10.925

Şekil 6. İç basınç (1 MPa) sonucu oluşan çevresel (hoop) stresler.

Bu şekil basınç deney sonuçları ile üst üste koyarsak kırılmaların doğal olarak streslerin maksimum olduğu kırmızı bölgelerden başladığı görülmektedir (Şekil 7). Üst gövdedeki ortalama cidar kalınlığı 3.1 mm, oturma yüzeyindeki ortalama kalınlık ise 4mm civarındadır. Cidarda oluşan stres değeri kalınlık ile ters orantılıdır. Bu kalınlığa rağmen şişenin oturma yüzeyindeki kırılma başlangıçlarının çokluğu, yüzey bozuklukları ile açıklanabilir.

Bu durum karşısında cidarı kalınlaştırmaktan başka yapılabilecek üç şey vardır.

1. Dizayn değişikliği ile iç basınç karşısında meydana gelen stres değerlerini azaltmak
2. Maksimum streslerin olduğu bölgeleri, şişelerin temas bölgelerinin dışına çekmek
3. Şişe yüzeyini kaplama yöntemleriyle çizilmelere karşı dayanıklı hale getirmek.

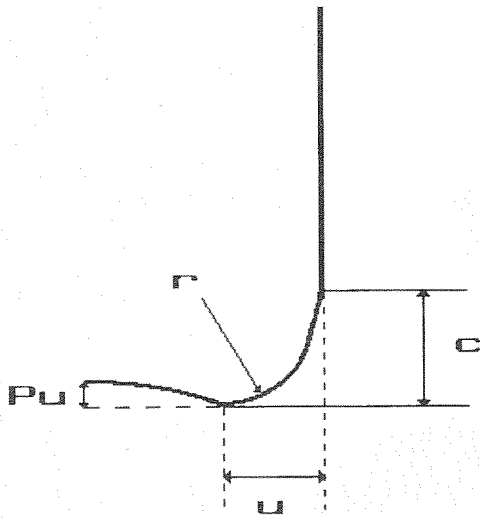


Şekil 7. Basınç deneylerinde kırılma analizi sonucu belirlenen "kırılma başlangıç noktaları", bu bölgelerdeki cidar kalınlıkları ve bilgisayar analizi sonucu elde edilen çevresel stres dağılımı. Kırmızı bölgelerdeki stres dağılımı maksimum olup, 11 MPa civarındadır.

4.DİZAYN DEĞİŞİKLİĞİ

Sonlu elemanlar Analizinden maksimum fayda, yeni bir ürünün dizayn aşamasında elde edilir.Kullanımda olan ürünler için böyle bir çalışma yapıldığında, tüm dizayn parametreleri ile oynamanın imkanı yoktur. Örneğin Efes Bira şişesinde müşterinin boy ve çapta yapılabilecek değişikliği kabullenmesi zordur. Halbuki basınç formülüne göre çap küçültülerek gövdede oluşacak stresleri azaltmak mümkündür.

Söz konusu şişede müşteri tarafından şikayet oluşturmayacak dizayn değişikliğinin dip bölgede olabileceği düşünülerek bu yönde çalışmalar yapıldı.Şişenin dip bölgesinde belirli limitler içerisinde değiştirebileceğimiz parametreler şunlardır. (Şekil 8)



Şekil 8

- Etek Yüksekliği (c)
- Etek Başlangıcı ve oturma yüzeyi arasındaki mesafe (u)
- " Push-Up" yüksekliği arasındaki mesafe (u)
- Dip Köşe Yarıçapı (R)

Bu parametrelerde yapılacak değişikliklerin iç basınç dayanımına etkileri araştırılmıştır.

Topkapı Şişe Sanayii, Kalıp İşleri Şefliği tarafından hazırlanan ve tabloda gösterilen değişik dip dizaynlarına ait parametreler ayrı ayrı incelenmiştir. Yani c parametresi değiştirilirken, diğer parametreler mümkün olduğunca orijinal değerlerinde kalmıştır.(TABLO 1)

Parametre	Orijinal (mm)	1	2	3	4
c	17	20	25	30	-
u	9.3	10	12	14	16
Pu	3	4	5	6	-
r	8	6	10	12	-

DİP DİZAYN PARAMETRELERİ

Tablo 1

Sonuçlar şu şekildedir;

* Etek Yüksekliği arttırıldığında gövdede oluşan streslerin fazlaca değişmediği, buna karşı oturma yüzeyinde oluşan streslerin yarı yarıya azaldığı görülmüştür.

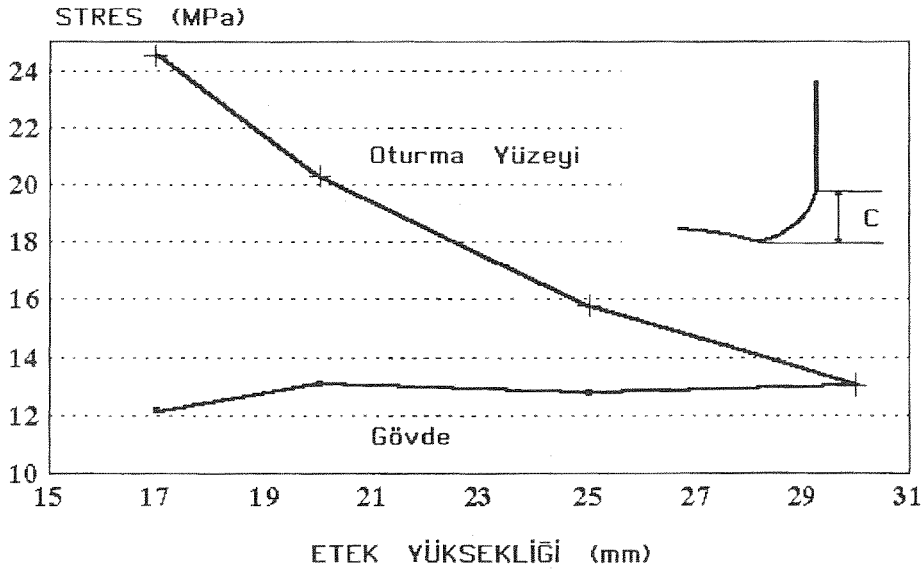
* "u" mesafesi yani etek başlangıcı ve oturma yüzeyi arasındaki yatay mesafenin arttırılması bir önceki kadar olmasa bile oturma yüzeyindeki stresleri azaltmaktadır. Gövde stresleri ise aynı kalmaktadır.

*Push-Up yüksekliğini arttırmanın oturma yüzeyi ve gövdede oluşan stresleri azaltıcı etkisi görülmemiştir.

*Köşe yarıçapında yapılan değişikliklerin de gövde ve oturma yüzeyinde meydana gelen stresler üzerinde fazla bir etkisi görülmemiştir.

Bilgisayar çalışmalarının sonucunu kısaca özetlersek, "Artan Etek Yüksekliği ve Daralan Oturma Çapı Sonucu, Şişenin Oturma Yüzeyinde Oluşan Stresler Büyük Ölçüde Azalabilmektedir." (Şekil 9)

ETEK YÜKSEKLİĞİ ETKİSİ



Bu şekilde bir dizayn değişikliği bize ne kazandırır sorusunu sorduğumuzda, iki önemli cevap ortaya çıkıyor.

Birincisi, oturma yüzeyinde meydana gelen ve kırılmaların %30 ile %50'sini oluşturan streslerin azalması.

İkincisi bu şekildeki bir dizayn değişikliği sonucu dip bölgede ortaya çıkan hacim daralmasının, cam ağırlığının azaltılması sonucu giderilerek, bir hafifletme potansiyelinin ortaya çıkması.

5. DENEME ÜRETİMİ

Bilgisayar verilerinden yola çıkarak, Topkapı Şişe Sanayii Kalıp İşleri Şefliği tarafından iki adet deneme kalıbı hazırlandı ve ilki Şubat 92' de Beyaz Camda ikincisi mart 92' de Bal rengi camda olmak üzere deneme üretimleri yapıldı.

Bu amaçla çizilen yeni şişenin dip ölçülerinde etek yüksekliği 17 mm'den 25 mm'ye, oturma çapında 60 mm'den 52 mm'ye değiştirildi. Deneme üretimlerinin kırılma analizi sonuçlarına bir göz atacak olursak ; Birinci deneme sonuçlarında şekilde görüldüğü ve beklendiği gibi, dipten kırılma hiç olmamıştır.kırılma başlangıç noktaları üst ve alt gövdede yoğunlaşmıştır.Bu deneme üretimindeki şişe ağırlığı % 13 daha hafif olup oturma basıncı 18.3 kg/cm² dir.Kırılmaların % 50'si 15-20 kg/cm² arasında olup, 12 kg/cm² altındaki kırılmalar % 5'i oluşturmuştur.(Şekil 10)

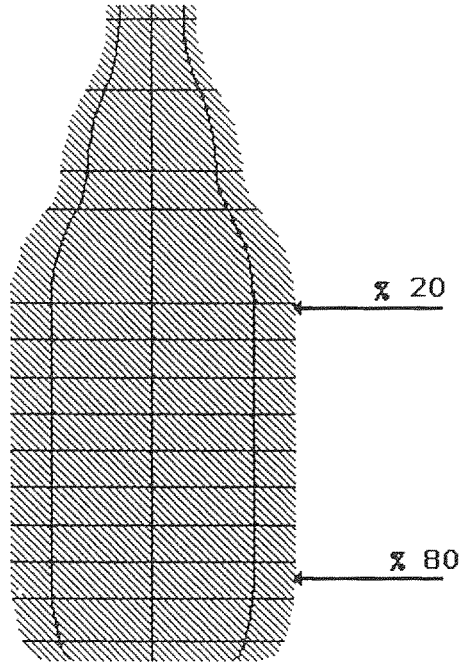
Deneme: Mart 92

325 gr

82 dm/dk

22.4 kg/cm²

Şekil 10



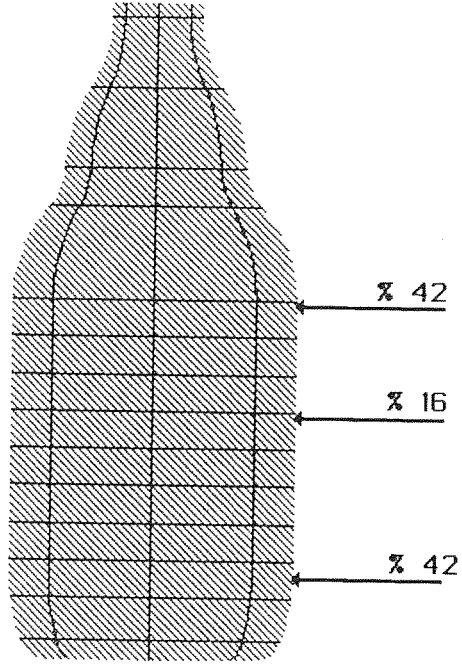
Birinci denemede gövdede cidar dağılımı iyi olmadığından ebişör dizaynında değişiklik yapılmış ve mart 92'de Bal rengi camda ikinci deneme üretimi yapılmıştır.325 gr olarak gerçekleşen ikinci deneme üretiminde, görüldüğü gibi yine dipten kırılma mevcut değildir.Ortalama kırılma basıncı 22.4 kg/cm² olup kırılmaların çoğu alt gövdede toplanmıştır ve gövdedeki cidar dağılımı birinci denemeye göre daha iyidir.(Şekil 11)

Deneme: Şubat 92

322 gr

86 dm/dk

18.3 kg/cm²



Şekil 11

6.SONUÇ

Sonuç olarak, bu denemelerden elde edilen bulgulara göre, sözkonusu şişenin 340 gr nominal ağırlıkla üretebileceği ortaya çıkmaktadır. Bu şekildeki bir üretim % 8 ağırlık kazancı yanında, %5-8 arasında hız artışı da sağlayabilmektedir.

KLASİK SOĞUTMALARLA BİRLİKTE ACS TİPİ DİKEY SOĞUTMA UYGULAMASI

Osman SARI - M Bülent HEKİMOĞLU
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Dünya ve topluluğumuzdaki cam sınaî kaplarda, IS makinalarındaki kalıpların soğutulması işleminde, en yaygın olarak klasik soğutma sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem üretim makinalarına hız verme açısından belirli bir noktaya kadar getirilmekte olup, daha sonra ise eğrilik, ovallik gibi sınaî kap üzerinde deformasyon hatalarının başladığı gözlenmektedir. Klasik soğutmalarda gerek ebişör, gerekse finişör tarafında radyal olarak gelen kalıp soğutma havası, kalıbın yan yüzeylerine çarparak, kalıpları soğutmakta, kalıplar kapandığında ve açıldığında soğutma yerleri değişmektedir. Özellikle kalıp birleşme taraflarına soğutma havası değmediği için, kalıbın en sıcak bölgeleri oluşarak, kalıbın iç yüzeylerinde homojen olmayan bir sıcaklık dağılımı meydana gelmektedir.

ACS' de geliştirilen ve uygulanan kafa soğutma sistemi tüm LW imalatlarında ve PB imalatlarında uygulanmaktadır. Bu sistemde, basınçlı hava ayarlanabilir basınç regülatörü ile bir kollektöre verilmekte, kollektör üzerinden her seksiyon için alınan devrelerle soğutma süflaj başlıklarına kadar getirilerek, zamanlı olarak kafanın soğutulmasından sonra atmosfere atılmakta idi. Atmosfere atılan eksoz havasının geliştirilen süflaj başlıkları yardımıyla finişör kalıbı birleşme yüzeylerine yakın bölgelere dikey olarak müldefona kadar delinen soğutma delikleriyle hem kalıbın, hem de müldefonun soğutulması sağlanmaktadır. Kullanılan klasik soğutma sisteminde sıcak kalan birleşme yüzeyleri bu sistemle birlikte dengeye getirilmesine çalışılmıştır.

Blow Blow LW üretimlerde cam dağılımının kontrolü çok önem arzettiğinden, kontrolü de ebişör tarafındaki kontak zamanlarıyla birlikte kalıp soğutma hava ayarlarıyla yapılmaktadır. Klasik soğutmanın dezavantajı olan kalıp birleşme yüzeylerinin soğutulması ve kontrolü yapılmadığı için bu bölgelerdeki sıcaklık dağılımında farklılıklar olmaktadır. Bu farklılığın ortadan kaldırılması için, ebişör tarafında kalıp birleşme yüzeylerine dikey olarak boydan boya müldebağa kadar açılan soğutma delikleriyle hem ebişör, hem de müldebağın soğutulması sağlanmıştır.

Gerek ebişör tarafında, gerekse finişör tarafında yapılan bu soğutma işlemleriyle ACS' de uygulanan üretimlerde % 5 ile % 15' e varan hız artışları elde edilmiştir.

1.GİRİŞ

Günün şartlarında sınavi kap imalatında daha hızlı, daha randımanlı ve aynı zamanda daha kaliteli üretim yapabilmeyin çeşitli yolları aranmaktadır.Üretim makinalarında daha hızlı ve daha randımanlı bir çalışma ile birim zamanda daha fazla üretim yaparak, sınavi kap başına düşen maliyetler daha alt seviyelere çekilebilir. Hız artışı arayışı harmandan paketlemeye giden hat boyunca beraber, sınavi kap şekillendirme işleminin üretim makinasında gerçekleştirildiğinden, hız artışlarında yapılabilecek ilerlemeler bu noktada yoğunlaşmaktadır. Tüm dünyada cam sınavi kap üreticileri bu yönde ilerleme kaydetme çabası içindedirler.

İS makinasında sınavi kap üretimi sırasında temel problem, şekillendirme ve şişenin kalıptan çıkmasından sonra deforme olmayacak kadar camdan ısı alınmasıdır. Isı transferleri; damlanın tamamen basınçlı hava üfleyerek (BB) ya da önce damlanın iki kalıp arasında preslenmesi ve daha sonra basınçlı hava üflenerek (PB) şekillendirmesi esnasında camdan kalıba ve camdan havaya aktarılan ısının kalıp üzerinden cebri ve tabii soğutma uygulanması ile olmaktadır. Camın kalıpla olan teması esnasında cam kalıbı ısıtmakta ve aynı anda dış yüzeylere çarpan hava ile kalıp soğumaktadır. Camın kalıp ile olan teması kesildiğinde de kalıplar açılarak iç yüzeylerin atmosferle teması neticesinde iç yüzeyde bir miktar soğumaktadır. Bu nedenle kalıplar cam ile temas ettikleri sürece ısınırken, bu sürenin dışında ise, üstlerine aldıkları ısıyı dışarı atmaktadırlar. Kalıp içi sıcaklığı, üretimi yapılan kabın kalitesi üzerinde direk etkiye sahip bir faktördür. Camdan aşırı miktarda ısı alınması, mamül üzerinde menfi yönde tesir ettiği gibi, istenenden az alınması da gene istenmeyen deformasyonların olmasına sebep olmaktadır.

Üretimde kullanılan kalıpların iç yüzey sıcaklıklarının yüksek olması halinde ise cam kalıp iç yüzeylerine yapışmakta ve cam, kalıp içerisinde düzgün bir şekilde yerleşmemektedir, ve bu da üretim akışını altüst etmektedir. Her iki halde camdan alınan ısının ve kalıp iç yüzey sıcaklıklarının istenen seviyelerde olmaması, randıman düşüklükleri ve kalitenin istenen seviyeye çıkmasına sebep olmaktadır.

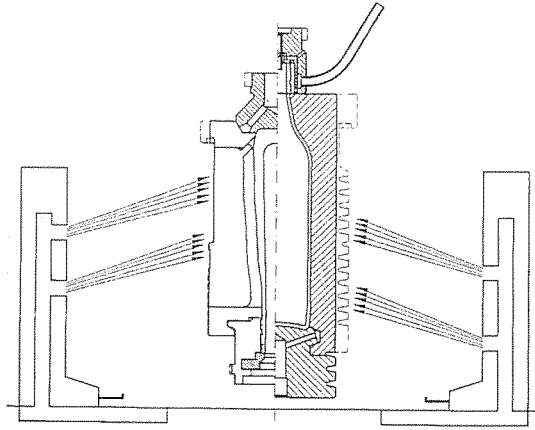
Daha önce belirtildiği üzere üretim makinalarında birim zamanda daha fazla üretim yapabilmeyin yolu, makina hızını veya randımanını arttırmaktır. Makina hızı arttırıldığı sürece cam ile kalıp temas zamanlarında kısalma meydana geleceğinden, bu kısalmanın sonucunda da, damlanın kalıpla olan temas zamanı azalması ve aynı zaman aralığında kalıba daha fazla damla düşmesiyle şekillendirme sırasında cam istenen sıcaklık limitlerinin dışına çıkmakta ve neticede kavonoz veya şişede deformasyon hataları görülmeye başlamaktadır.Ebişör ve finişör kalıplarının daha fazla ısınması neticesinde de damlanın ebişöre yüklenmesinde zorlanma ve kolun düzenli çalışmaması gibi sorunlar meydana gelmektedir.

Zaman zaman karşılaşılan ve giderilemeyen bir husus da klasik soğutma sisteminin efektif olmaması nedeni ile makinada hız arttırımı yapılamamasıdır.Kalıpların bağlanmış olduğu kalıp kolları üzerinde bulunan çeşitli ekipman nedeni ile istenen bölgelere soğutma havası verilemediğinden, o bölgelerde sıcaklıklar yükselmektedir.

Kalıp soğutmada karşılaşılan en büyük sorun ise, kalıp birleşme yüzeyleri ile yan yüzeylerin sıcaklıklarının homojen olmaması, ayrıca hız yükseldikçe bu farkın dahada fazlaşması neticesinde şişe veya deformasyon ortaya çıkmasıdır. İyi bir şişe veya kavanoz yapmanın yolu, cam üzerindeki sıcaklık dağılımını mümkün olduğunca homojen olmasının sağlanmasıdır. Camdaki sıcaklık homojenitesi sağlandığı sürece daha hızlı ve daha kaliteli üretim yapabilmek mümkün olmaktadır.

2. IS MAKİNELERİNDE KULLANILAN KLASİK SOĞUTMA SİSTEMİ

IS makinelerinde kalıpları soğutmak için kullanılan kalıp soğutma fanları bulunmaktadır. Soğutma havası kanallar yardımı ile fandanın sağında ve solunda bulunan seksiyon bağlantılı giriş noktalarına getirilir ve makinada mevcut olan kanallar vasıtası ile her seksiyona ayrı ayrı gönderilir. Seksiyon kutusu üzerinde imalat tipine göre dizili olan hava portları mevcuttur, bu portlar kalıbın sağ ve sol yarısını soğutabilmek için seksiyonun her iki tarafına monte edilmişlerdir. Ebişör ve finişör kalıplarının soğutulması ayrı ayrı iki hava portu tarafından yapılmaktadır. Her portun altında bulunan ayar klapeleri ile soğutma hava miktarını ayarlamak mümkündür. Seksiyondan gelip özel olarak dizili olan hava portlarından geçen soğutma havası, kalıbın dış yüzeyine çarparak belli bir miktar ısı almaktadır (**Şekil 1**). Dış yüzeyi soğutulan kalıbın dolaylı olarak iç yüzeylerinde de belli bir miktar sıcaklık düşmesi olmaktadır. Böylece kalıbın istenen sıcaklıklara ulaşması temin edilmeye çalışılmaktadır. Şekillendirme ebişör ve finişör kalıpları pozisyonda, transfer esnasında ise kalıplar açık pozisyonundadır. Kalıpların kapalı olduğu pozisyonun farklı olması nedeni ile havanın soğuttuğu bölgeler değişmekte ve kalıp üzerinde dengesiz ısı dağılımları oluşmaktadır (**Şekil 2**). Bu tip dengesizlikler, hava klapelerinin ayarlanması ile giderilmeye çalışılsa da tamamen giderilememektedir.

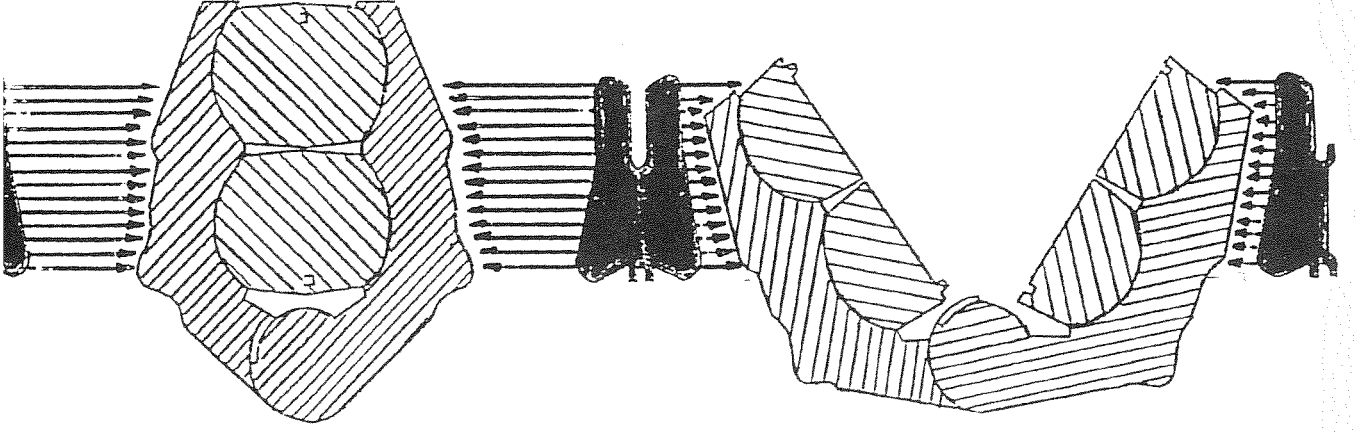


Şekil 1 EBIŞÖR VE FİNİŞÖR GURUBUNDA KLASİK SOĞUTMA UYGULAMASININ GÖRÜNÜM ŞEMASI

F İ N İ Ş Ö R G R U B U

KAPALI

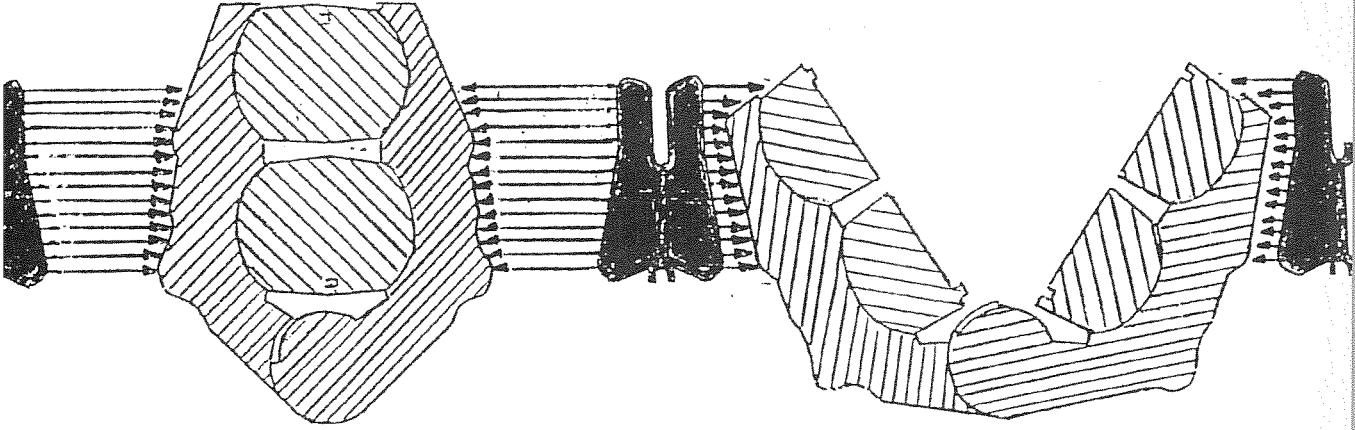
AÇIK



E B İ Ş Ö R G R U B U

KAPALI

AÇIK



KLASİK SOĞUTMADA EBİŞÖR VE FİNİŞÖR KALİPLERİNİN
SOĞUTULUŞUNUN GÖRÜNÜM ŞEMASI

Şekil 2

3.YENİ SİSTEMİN ARAŞTIRILMASI

KLASİK soğutmadan dolayı kaynaklanan hızın arttırılamaması ve kalitenin daha iyi bir seviyeye getirilmesi için kalıp soğutma sistemlerinde araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırma neticesinde çeşitli firmaların bu konuda ticari sistemleri olduğu görülmüştür, fakat hepsinin kendine göre mükemmel olmadığı ve büyük yatırımlar sonucunda yapılabileceği tespit edilmiştir. Bu bilgilerin ışığı altında mevcut imkanlarla neler yapılabileceği araştırılmasına gidilmiştir. Bu araştırma yapılırken göz önünde tutulan hususlar şöyle idi:

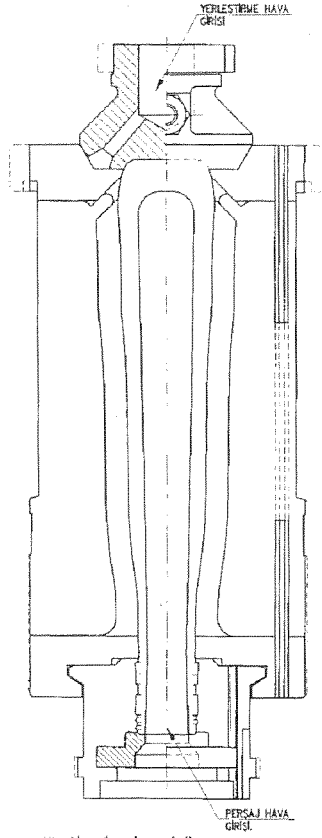
- a- Hız artışı sağlansın
- b- Kalite artışı sağlansın
- c- Fazla maliyet yükü getirmesin
- d- Eldeki mevcut kalıplara uygulanabilsin
- e- Eldeki kalıp kolları kullanılabilsin
- f- Kendi imkanlarımızı kullanarak üretim yapabilelim
- g- İmalat değişimi esnasında zaman kaybına meydan verilmesin
- h- İstenildiği zaman klasik sisteme dönülebilsin

4.YENİ SİSTEMDE SOĞUTMANIN KULLANILMASI

Her iki taraftaki kalıpların açık ve kapalı olduğu pozisyonlarda, özel olarak dizili hava portlarından geçen soğutma havası kalıbın dış yüzeylerini soğuturken, kalıbın kapalı olduğu pozisyonda da kalıba dikey olarak delinen deliklerden geçirilen basınçlı hava ile kalıbın bir miktar daha soğuması temin edilmiştir.

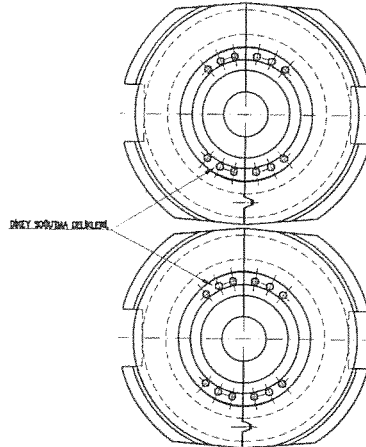
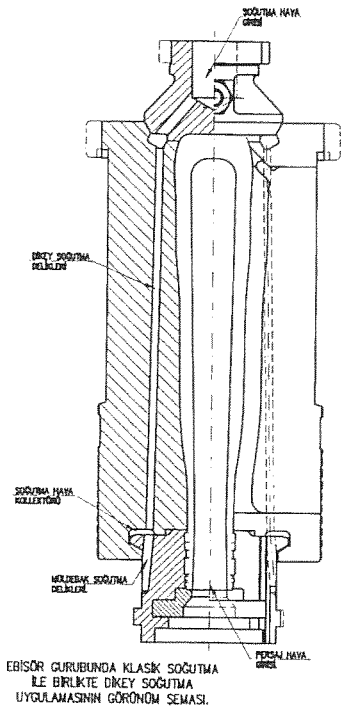
a- Ebişör kalıplarında ek soğutma sistemi:

Blow Blow imalatlarında yerleştirme havası şişenin kafasını oluşturmaya yönelik olarak kullanılmaktadır. Şişe kafa tipine göre, kullanım zamanı farklılık gösterir. Yerleştirme havası, IS makinasında standart olarak mevcut olan manifolddan zamanlı valf yardımı ile kauçuk hortum verilir. Buradan da tampon mekanizması mili içerisinden geçirilen hava, tampon kalıbının huni kalıbı üzerine oturması esnasında damlayı aşağı doğru itikleyerek şişe kafasının oluşumunu sağlar. Şişe kafası oluştuktan sonra önce tampon, sonra huni kalkar ve tampon tekrar ebişör üzerine oturarak kapalı bir hacim oluşturur. Buradaki yerleştirme havası ikinci bir damlaya kadar kullanılmamaktaydı. (Şekil 3)Yeni sistemde ise, tampon kalıbının ebişör kalıbı üzerine oturup kapalı bir hacim yaratarak persaj havasının verilme esnasında tampon kalıbı üzerinden geçirilen hava ebişör kalıplarına delinen delikler yardımı ile ebişörü dikey olarak soğutmaktadır (Şekil 4). Bu soğutma tipi daha efektif olması nedeni ile belli zaman aralığında verilmektedir. Valf blok üzerinde yapılan bir tadilat ile zamanlaması yapılmaktadır. Ebişörü dikey olarak soğutan hava, çıkış noktasına geldiğinde, direk olarak atmosfere atılmamaktadır. Zaman zaman soğutulmasında zorlanılan kafa (müldebak) üzerine açılan deliklerden geçirilerek kafa kalıplarının aynı zaman aralığında soğutulması sağlanmıştır. Müldebak kalıplarının soğutulmasında karşılaşılan durumlar kadar soğutulmaması gereken imalat tipleri de mevcut olduğundan, müldebakların soğuması istenmediği durumlarda soğutma havası ebişör kalıbının belli bir bölgesini soğuttuktan

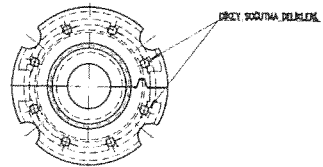


KLASİK TİP BİR EBİSÖR GURUBUNUN GÖRÜNÜM SEMASI.

ŞEKİL 3



DİKEY SOĞUTMALI EBİSÖRLERİN ALTIYAN GÖRÜNÜSÜ.



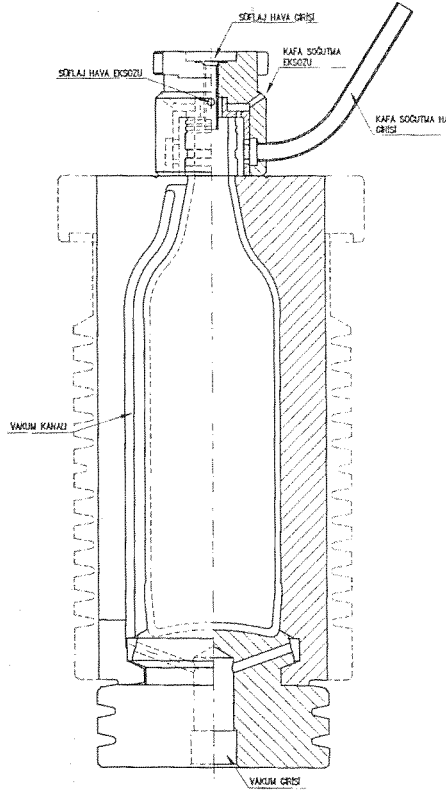
DİKEY SOĞUTMALI MÜDEBAĞIN ÜSTYAN GÖRÜNÜSÜ.

ŞEKİL 4

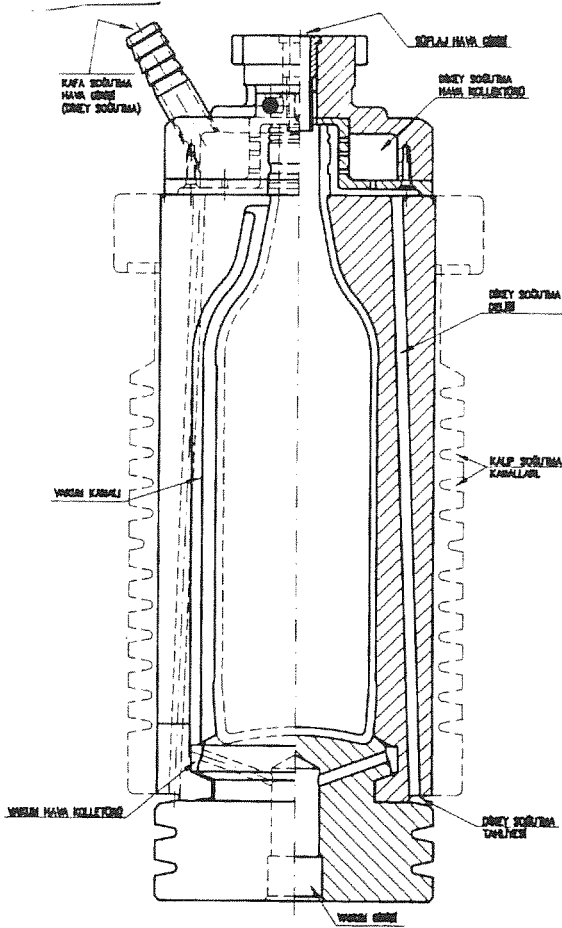
sonra atmosfere atılmakta ya da kademeli delik uygulaması yapılarak sıcak kalan bölgeler daha efektif olarak soğutulması sağlanmaktadır.

b- Finişör kalıplarında ek soğutma sistemi:

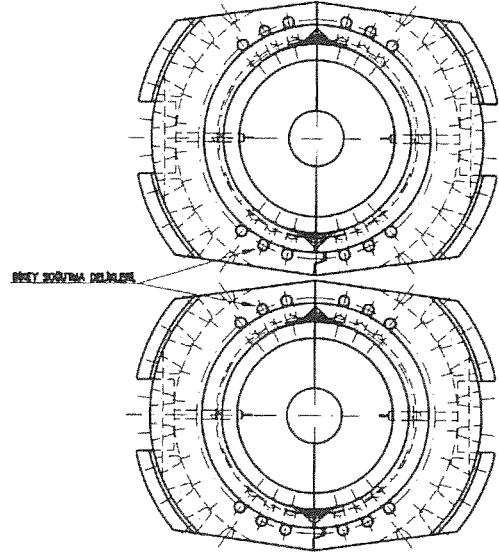
Blow Blow veya Press Blow imalatlarda yüksek hızlara çıkılmaya başlandığında ortaya çıkan problemlerden birisi de oval kafadır. Bu hata tipinin giderilmesi için genellikle finişör tarafında şişe kafasının soğutulması sağlanmaktadır. Bu soğutma işlemi ise süflaj başlığı üzerinden verilen hava, şişe kafasının dış yan yüzeylerine çarparak soğutmakta ve bu hava süflaj başlığı üzerinde bulunan tahliye noktalarından atmosfere atılmaktaydı. (Şekil . 5). Yeni sistemde ise, **BOŞA ATILAN** bu hava finişör kalıpları üzerine delinen delikler yardımı ile finişör kalıbını dikey olarak soğutarak müldefon kalıbı üzerine gelmekte ve müldefon kalıbına çarpan bu hava aynı zamanda müldefon kalıbının da soğutulmasını sağlamaktadır. (Şekil . 6). Finişör soğutma havası kafa soğutma devresi üzerinden kafa soğutma zaman aralığında uygulanabilmektedir. Kafa soğutma gerektirmeyen durumlarda ise finişör soğutulması süflaj başlığına konulan bir perdeleme sistemi ile kafa soğutulmadan sadece istenen zaman aralığında finişör kalıpları soğutabilmektedir.



Şekil 5. FİNİŞÖR GURUBUNDA KAFA SOĞUTMA UYGULAMASININ GÖRÜNÜM ŞEMASI



FINİŞÖR GURUBUNDA KLASİK SOĞUTMA İLE BİRLİKTE DİKEY SOĞUTMA UYGULAMASININ GÖRÜNÜM SEMASI.



DİKEY SOĞUTMALI FINİŞÖRLERİN ALTINDAN GÖRÜNÜŞÜ.

Şekil 6

5.YENİ SOĞUTMA HAVA SİSTEMİNİN MAKINAYA BAĞLANMASI VE KONTROLÜ

Bu ilave sistem IS makinalarında imalatı yapılan Pres Blow ve Blow Blow imalatlara kolaylıkla uygulanabilmekte ve imalat değişimlerinde ekstra bir yük getirmemekte ve ayrıca IS makinalarında büyük bir modifikasyon gerekmektedir. Ebişör tarafında herhangi bir ekstra işleme meydan vermeden, hazırlanmış olan kalıp ekipmanı bağlanmaktadır.Finişör tarafında ise daha önceden kafa soğutma kullanılmayan imalatlarda kafa soğutma hortum bağlantıları yapılmaktadır.

Soğutma havalarının zamanlaması ; ebişör tarafında valf blok üzerinde yapılan küçük bir değişiklik ile yerleştirme hava devresinden yapılmakta, finişör tarafında ise herhangi bir tadilat yapılmadan kafa soğutma hava devresi üzerinden verilmektedir.Zamanlama, tüm mekanizmalarda olduğu gibi FUTRONIC kontrol ünitesinden kontrol edilmektedir.

Ebişör ve finişör tarafında kullanılan soğutma hava zamanları ; ebişörde, tamponun ebişör kalıbı üzerinde bulunduğu sürece, finişörde ise süflaj başlığının finişör kalıbı üzerinde bulunduğu zaman içerisinde tatbik edilebilmektedir.

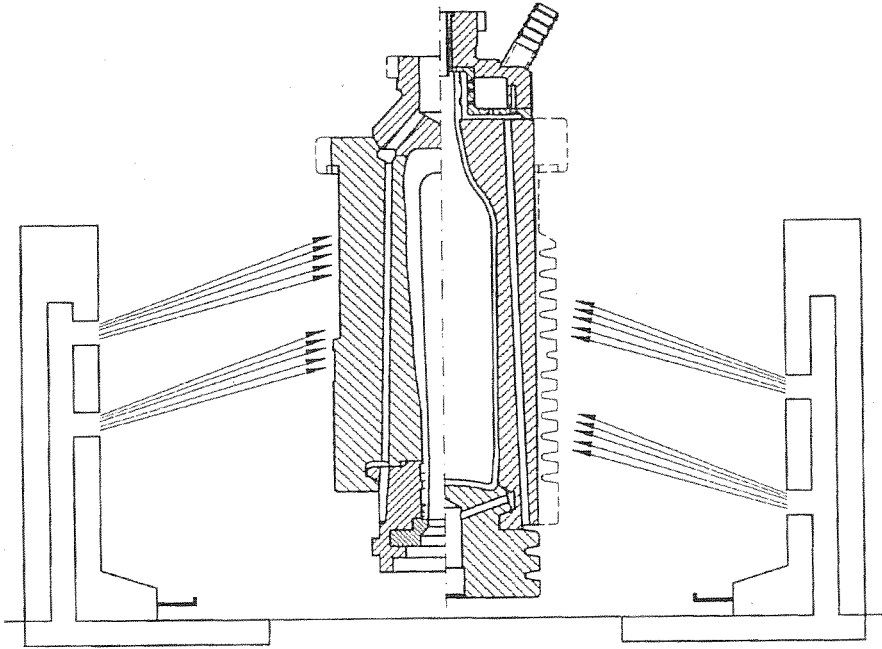
6.YENİ SOĞUTMA SİSTEMİ UYGULAMASI

İlk olarak hangi imalat üzerinde tatbik edilebileceği ve özellikle bu denemeden alınabilecek neticelerin diğer imalat tiplerine uygulanabilirliği araştırıldı. Deneme imalatı seçiminde hız yükseltilmesinde ovallık ve eğrilik nedeni ile arttırım yapılamayan imalatlar incelendi. 70 cl. Tekel Rakı' da ovallık ve eğrilik gibi hızdan kaynaklanan hataların giderilmesi ve aynı zamanda daha iyi bir randıman elde edebilmek için bu imalat üzerinde çalışılmaya başlandı. Finişör tarafında yapılan incelemelerden finişör kalıbına dikey olarak delinecek deliklerden geçirilen kafa soğutma havası ile kalıbın bir miktar daha soğuyabileceği görüldü. Bunun üzerine kaç adet ve delik çaplarının tespit edilmesi işlemine geçildi. Burada teorik olarak yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen bulgulara göre, ilk finişör kalıbı hazırlandı.

Ebişör tarafında da hali hazırda kullanılan soğutma ile ebişör kalıplarının yeteri kadar soğutulamayacağı için bu kalıplarda dikey soğutma delikleri açılarak kalıpların soğutulmasına yardımcı olundu.

Ebişör ve finişör kalıpları hazırlandıktan sonra 70 cl. Tekel Rakı için ilk deneme imalatına geçildi. Tek kolda yapılan deneme ile elde edilen neticede ebişör iç formunda değişiklik yapılmasının gerekli olduğu görüldü.

Denemeden alınan olumlu netice sonrasında 8 kollu IS makinası tamamen yeni soğutma sistemine uygun hale getirilerek hazırlandı (Şekil . 7) ve ilk olarak 70 cl. Tekel Rakı şişesine uygulanan bu sistem ile belli oranda hız artışı sağlandı.



EBİŞÖR ve FİNİŞÖR GURUBUNDA
KLASİK SOĞUTMA İLE BİRLİKTE
DİKEY SOĞUTMA UYGULAMASININ
GÖRÜNÜM SEMASI

Şekil 7

7.ACS' YE KAZANDIRDIKLARI

Genel bir tablo altında incelendiğinde, yeni soğutma sisteminin uygulanması ile birlikte hızda meydana gelen artışın yanı sıra, kalite bakımından ele alındığında, normal soğutma uygulamasından elde edilen üretime daha ileride olduğu söylenebilir. Temel avantajına bakıldığı zaman ise kalıbın soğutulmak istenen bölgeleri soğutulduğu için, ovallik ve eğrilik gibi sıcaklıktan meydana gelen imalat hataları azalmaktadır. Ayrıca soğutmanın zamanlı olarak kullanılması ile imalatın durumuna göre istenen şekilde elektronik zamanlama yardımı ile soğutma havası ayarlanmaktadır. Bunun sonucunda yüksek hızlara çıkıldığında kalıbın aşırı ısınması önlenmektedir.

70 cl. Tekel Rakı şişesinde alınan olumlu neticelerden sonra öncelikle üretimlerinde problem görülen imalatlarda yapılan uygulamalarda müsbet neticeler elde edilmiştir. 7 değişik imalattaki hız-verim tablosu incelendiğinde, sistemin getirmiş olduğu avantajlar Tablo. 1' de rahatlıkla görülebilmektedir. Normal (Klasik) soğutma sistemi ile imalatı yapılan ürünlerin ek soğutma sisteminin kullanılması ile üretilen aynı imalatların net adet, tonaj ve gün bazında getirdiği avantajlar Tablo. 2' de, ayrıca Tablo. 3'den de MPA ortalamalarına göre yeni sistemin getirdiği net adet, ton ve gün bazındaki avantajları incelemek mümkündür. Bu tablolardan elde edilen sonuçları karşılaştırmalı olarak bar grafiklerinde incelendiğinde ;

a) Adet bazında : 7 ayrı ürünün bir ay boyunca makinalarda çalıştığı kabul edilerek elde edilen sonuçların net adet bazında karşılaştırması, bar grafiği 1'de,

Grafik 2'de ise bu karşılaştırma neticesinde elde edilen olumlu ve olumsuz sonuçları (YENİ SİSTEM-KLASİK SİSTEM) , (YENİ SİSTEM-MPA ORTALAMASI) olarak görmek mümkündür.

Grafik 3' de 1 aylık imalatların toplam net adet farklarını (YENİ SİSTEM-KLASİK SİSTEM) = 3.720.920 adet, (YENİ SİSTEM-MPA ORTALAMASI) = 1.922.860 adet fark olarak yeni sistemin sağladığı avantaj gözükmektedir.

b) Net ton bazında : Net adet bazında olduğu gibi net ton bazında da benzeri karşılaştırma yapıldığında, elde edilen sonuçları, bar grafiği 4-5-6'da görüldüğü gibi neticede 1 aylık imalatların net ton farkları, yeni sistem ; klasik sisteme göre 1150 Ton, MPA ortalamasına göre ise 668.73 Ton daha avantajlı olduğu görülmektedir.

c) Gün bazında : Sağladığı avantaj ise ; adet ve ton bazında yapılan karşılaştırmada olduğu gibi gün bazında da benzeri şekilde karşılaştırıldığında, (bar grafiği 7-8-9) Burada yeni sistemde yapılan net adetler 30 günde yapılırken, klasik ve MPA ortalamasında aynı net adetler kaç günde yapıldığı, hesaplanarak karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre 1 aylık imalatların toplam net gün farkları, yeni sistem, klasik sisteme göre ise 13.29 gün/makina daha avantajlı olduğu görülmektedir.

d) Hız olarak karşılaştırma : Tablo 1 ve 2' de görülen imalatlar, klasik sistemdeki (eski hız) hızlar, yeni sistemdeki hızlar, MPA ortalama ve MPA best değerlerinin hız regresyon eğrileri çizilerek grafik 10' da görülmekte-

dir.Buna göre eski hızlar MPA ortalamasının altında iken yeni sistem uygulaması ile MPA ortalamasının bir hayli üstüne çıktığı, bazı ürünlerin best değerine ulaşmasına rağmen, 7 ürünün genel ortalama best değerinin bir miktar altında kaldığı gözükmektedir.

Sonuç olarak : ACS tipi dikey soğutma tatbik edilen 7 ayrı cins imalatın bir aylık çalışma dönemi içerisindeki avantajları % olarak incelendiğinde ; yeni sistem, klasik sisteme göre net adette % 10.37, net tonda % 11.63 daha fazla yaparken gün bazında ise % - 10.29 gün olarak daha kısa zamanda yaptığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

ÖRNEK.1

8 kol 5" makinada 430 gr. ağırlığındaki Tekel Rakı üzerinde 15.06.1992 ve 15.10.1992 tarihler arasında 4 aylık bir zaman içerisinde sürekli yapılan çalışma ve deneme neticesinde makina hızı 114 dam/dakikadan 105 gün 126 dam/dak. son 15 gün ise 130 dam/dakikaya, randıman ise % 89'dan % 90.9 a ulaşılmış bulunmaktadır.

Bu devir ve randımanlarla üretimi yapılan aynı şişeyi (70 cl. Tekel Rakıyı) bir yıllık çalışma dönemi içerisinde mukayese edildiğinde ;

Klasik sistemde :

Ağırlık : 435 Gr.

Hız : 114 Dam/dak.

Randıman : % 89

Çalışma zamanı : 1 yıl

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 114 * 0.89 = 146102$ ad/gün

Yıllık ambalajlanan net adet : $146102 * 365 = 53.327.376$ ad/yıl

ACS tipi dikey soğutma sisteminde :

Ağırlık : 435 Gr.

Hız : 126 dam/dak.

Randıman : % 90.9

Çalışma zamanı : 1 yıl

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 126 * 0.909 = 164.929$ ad/gün

Yıllık ambalajlanan net adet : $164.929 * 365 = 60.199.070$ ad/yıl

- İki sistem arasındaki net üretim farkı, yıllık adet bazında ;

$60.199.070 - 53.327.376 = 6.871.694$ ad/yıl

(Daha fazla üretim yapılması sağlanmış olur)

Tonaj olarak yılda sağladığı kazanç ;

$6.871.694 * 0.435 = 2.989.186$ kg./yıl

(Fırından daha fazla tonaj çekilmiş olur)

- Çalışma zamanı olarak 1 yılda sağladığı kazanç ;

$6.871.694$ ad/yıl (1 yılda fazla olarak yapılan üretim 164.929 ad/gün net üretim)

$6.871.694 : 146.102 = 47.03$ gün/yıl

1 yılda 47.03 gün, 1 ayda 3.87 gün makinaya boş zaman yaratılması sağlanmıştır.

Yeni sistemde 30 günde yapılan, eski sistemde 33.87 günde yapılmaktadır.

70 cl Tekel Rakı Kalıp Maliyeti

- 8 kol 5" makina için 1 set kalıplar
- Normal tip kalıplar 805 Milyon TL.
- Dikey soğutmalı tip kalıplar 832 Milyon TL.
- Getirdiği maliyet artışı 27 Milyon TL./1 set makina

Hava tüketimi : (8 kol 5" makinada)

Ebişör tarafı : 5 m³ / dak

Finişör tarafı : Mevcut kafa soğutma sisteminden yararlanılarak uygulama yapıldığından, extra bir artış getirmemiştir.

ÖRNEK.2

6 kol 5" makinada 1 lt. Std. Yağ şişesi

Klasik sistemde :

Ağırlık : 435 Gr.

Hız : 78 dam/dak.

Randıman : %82.5

Çalışma zamanı : 1 ay

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 78 * 0.825 = 92.664$ ad/gün

Aylık ambalajlanan net adet : $92.664 * 30 = 2.779.920$ ad / ay

ACS tipi dikey soğutma sisteminde :

Ağırlık : 435 Gr.

Hız : 92 dam/dak.

Randıman : % 86.3

Çalışma zamanı : 1 ay

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 92 * 0.863 = 114.330$ ad/gün

Aylık ambalajlanan net adet : $114.330 * 30 = 3.429.907$ ad/ay

- İki sistem arasındaki aylık net üretim farkı ; (adet bazında)

$3.429.907 - 2.779.920 = 649.987$ ad/ay

- iki sistem arasındaki aylık net tonaj farkı ;

$649.987 * 0.435 = 282.744$ kg/ay

- iki sistem arasındaki net çalışma zamanı farkı ;

$(3.429.907 - 2.779.920) : 92.664 = 7.01$ gün

Yeni sistemde 30 günde yapılan, eski sistemde 37.01 günde yapılmaktadır.

ÖRNEK .3

1 Aylık çalışma dönemi içerisinde Kaki kola imalatı mukayese edildiğinde

Klasik sistemde :

Ağırlık : 215 Gr.

Hız : 176 dam/dak.

Randıman : % 91.2

Çalışma zamanı : 1 ay

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 176 * 0.912 = 231.137$ ad/gün

Aylık ambalajlanan net adet : $231.137 * 30 = 6.934.118$ ad/ay

ACS tipi dikey soğutma sisteminde :

Ağırlık : 215 Gr.

Hız : 190 dam/dak.

Randıman : 92.7

Çalışma zamanı : 1 ay

Günlük ambalajlanan net adet: $1440 * 190 * 0.927 = 253.627$ ad/gün

Aylık ambalajlanan net adet : $253.627 * 30 = 7.608.816$ ad/ay

- İki sistem arasındaki aylık net tonaj farkı ;

$$674.698 * 0.215 = 145.060 \text{ kg/ay}$$

-İki sistem arasındaki net çalışma zamanı farkı ;

$$(7.608.816 - 6.934.118) : 231.137 = 2.92$$

Yeni sistemde 30 günde yapılan, eski sistemde 32.92 günde yapılmaktadır.

KLASİK SİSTEMLE, YENİ SİSTEMDEKİ HIZ VE RANDİMAN MUKAYESE TABLOSU

ÜRÜN ADI	ESKİ SİSTEMDE		YENİ SİSTEMDE		HIZ ARTIŞI (%)	AĞIR (GR.)	MAKİNA CİNSİ	EMHART PRODUCTION RATES - 1992		AVARAGE BAST	
	HIZ (D/D)	RAND. (%)	HIZ (D/D)	RAND. (%)				AVARAGE(HIZ)	RAND.	AVARAGE(HIZ)	RAND.
70 CL.T.RAKI KIS-1329	114	89	126	90.9	10.5	435	5 "8 KOL	118.9	89	129.4	97
COCA COLA KIS-1088	176	91.2	190	92.7	8	215	5 "8 KOL	168.3	93	174.7	95
STD.YAĞ ŞİŞESİ	78	82.5	92	86.3	17.9	435	5 "6 KOL	83.5	85	94.7	90
37 CL.KAV. KIK-1819	170	86.5	188	87	5.8	205	5 "8 KOL	179.7	90	210.9	95
37 CL.STD.KAV. KIK-1820	170	86.1	184	89.8	8.2	190	5 "8 KOL	187.5	89	211.1	90
1 LT. MEŞRUB KIS-1568	74	88.3	82	89	10.8	515	5 "6 KOL	79	84	88	86
29 CL. P. COLA KIS-1249	184	89.4	194	89.1	5.4	185	5 "8 KOL	183.5	89	191.3	88

TABLO. 1

ACS TİPİ DİKEY SOĞ. SİSTEMİ TATBİK EDİLEN İMALATLARIN KLASİK SİSTEME GÖRE ADET, TONAJ VE GÜN BAZINDA GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

ÜRÜN ADI	KLASİK SİSTEMDE NET ADET/AY	ACS TİPİ DİK.SOĞ. NET ADET/AY	2 SİSTEM FARKI NET ADET/AY	2 SİSTEM FARKI TON/AY	2 SİSTEM FARKI GÜN/AY-MAKİNA
70 CL TEKEL RAKI KIS-1329	4,383,060	4,947,870	564,810	245.7	3.87
25 CL COCA COLA KIS-1088	6,934,118	7,608,816	674,698	145.1	2.92
1 LT. STD. YAĞ ŞİŞESİ	2,779,920	3,429,907	649,987	282.7	7.01
37 CL. KAVANOZ KIK-1819	6,352,560	6,765,120	412,560	84.6	1.95
37 CL. STD. KAVANOZ KIK-1820	6,323,184	7,138,022	814,838	154.8	3.87
1 LT. MEŞRUBAT KIS-1568	2,822,774	3,152,736	329,962	169.9	3.51
29 CL. PEPSİ COLA KIS-1249	7,106,227	7,467,292	361,065	66.8	1.52
1 AYLIK İMALATLAR TOPLAMI	36,701,843	40,509,763	3,807,920	1,150	24.65

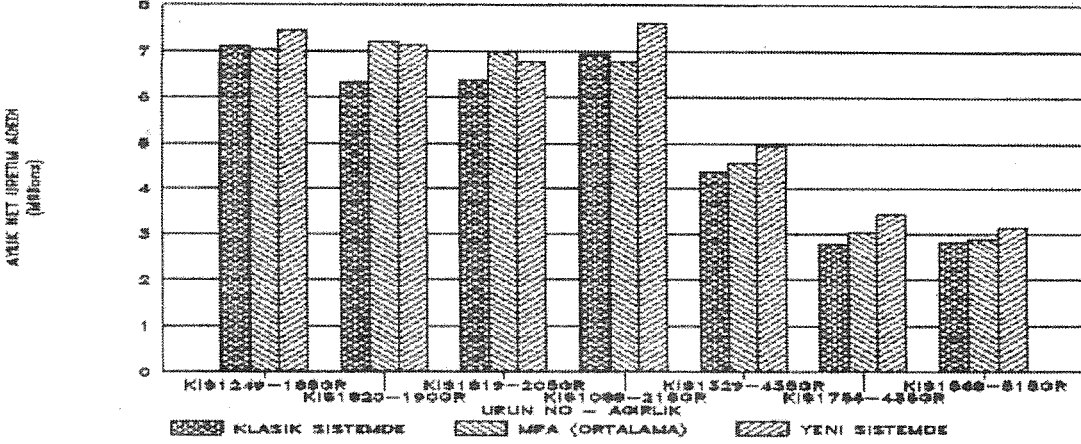
TABLO. 2

ACS TİPİ DİKEY SOĞUTMA TATBİK EDİLEN İMALATLARIN MPA ORT. GÖRE, ADET-TONAJ VE GÜN BAZINDA GETİRDİĞİ AVANTAJLAR

ÜRÜN ADI	ACS TİPİ DİK.SOĞ. NET ADET/AY	ACS TİPİ DİK SOĞ. NET TON/AY	MPA ORTALAMASI NET ADET/AY	MPA ORTALAMASI NET TON/AY	ACS SIST. MPA ORT. (2 SİS. FARKI) NET ADET/AY	ACS SIST. MPA ORT. (2 SİS.FARKI) NET TON/AY	ACS SIST. MPA ORT. (2 SİS.FARKI) GÜN/AY MAKİNA
70 CL TEKEL RAKI KIS-1329	4,947,870	2152.3	4,571,467	1988.5	376,403	163.8	2.47
25 CL COCA COLA KIS-1088	7,608,816	1635.8	6,761,620	1453.7	847,196	182.1	3.76
1 LT. STD. YAĞ ŞİŞE KIS-1756	3,429,907	1492	3,066,120	1333.7	363,787	158.3	3.56
37 CL. KAVANOZ KIK-1819	6,765,120	1386.8	6,986,736	1432.2	-221,616	-45.9	-0.95
37 CL. STD. KAVAN. KIK-1820	7,138,022	1356.2	7,209,000	1369.7	-70,978	-13.5	-0.3
1 LT. MEŞRUBAT KIS-1868	3,152,736	1623.6	2,866,752	1476.3	285,984	147.3	2.99
29 CL. PEPSİ COLA KIS-1249	7,467,292	1381.4	7,055,208	1305.2	412,084	76.2	1.75
1 AYLIK İMALAT. TOPLAMI	40,509,763	11,028.1	38,516,903	10,359.3	1,992,860	668.3	13.28

TABLO. 3

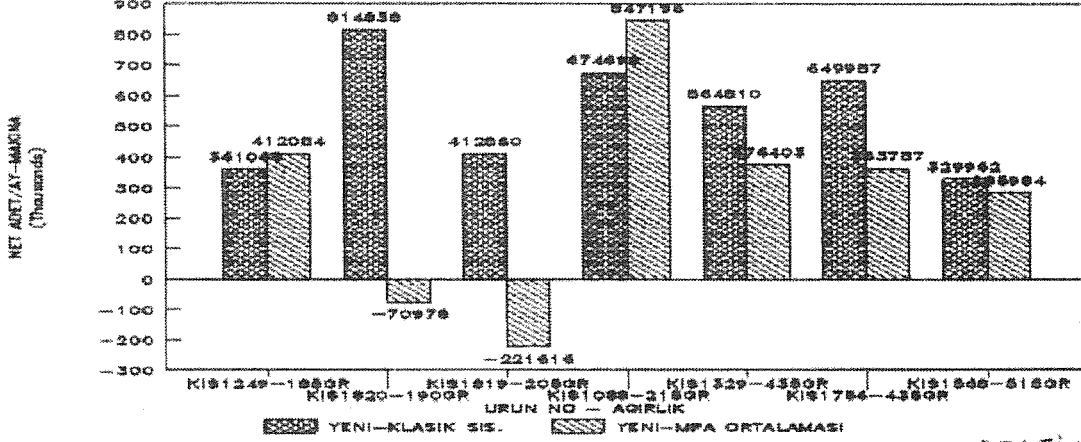
AYLIK NET ADET MUKAYESE TABLOSU
KLASİK, YENİ SİSTEM VE MPA ORT.



GRAFİK.1

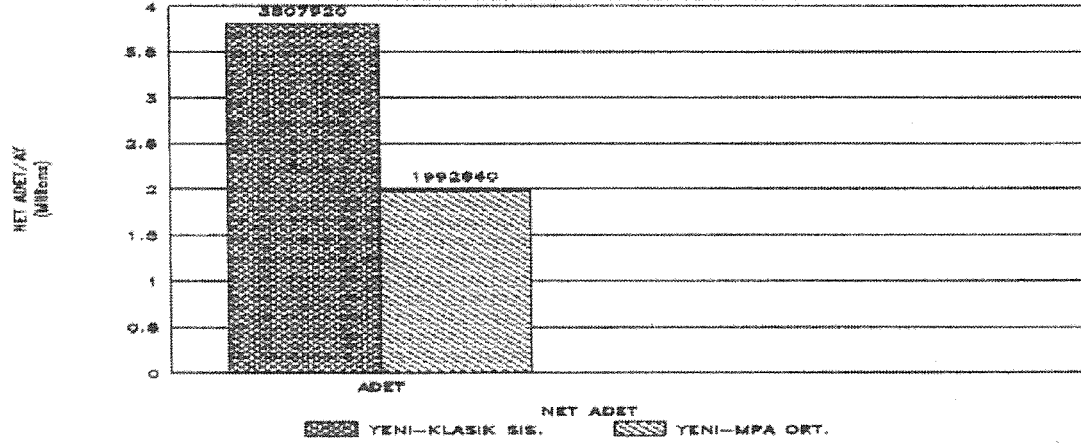
ACS TIPI DIK.SÖG.TATBİK EDİLEN İMLT.

AYLIK ADET BAZINDA FETİRDİĞİ AVANTAJ



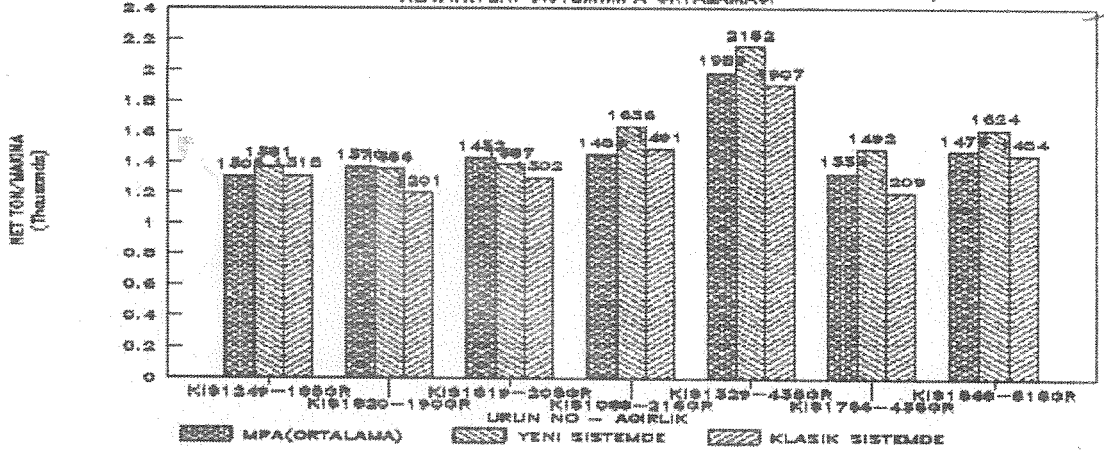
GRAFİK.2

YENİ SİS.GÖRE MPA VE KLASİK SİSTEMDE
1 AYLIK İMALATLARIN TOP.NET ADET FARKI



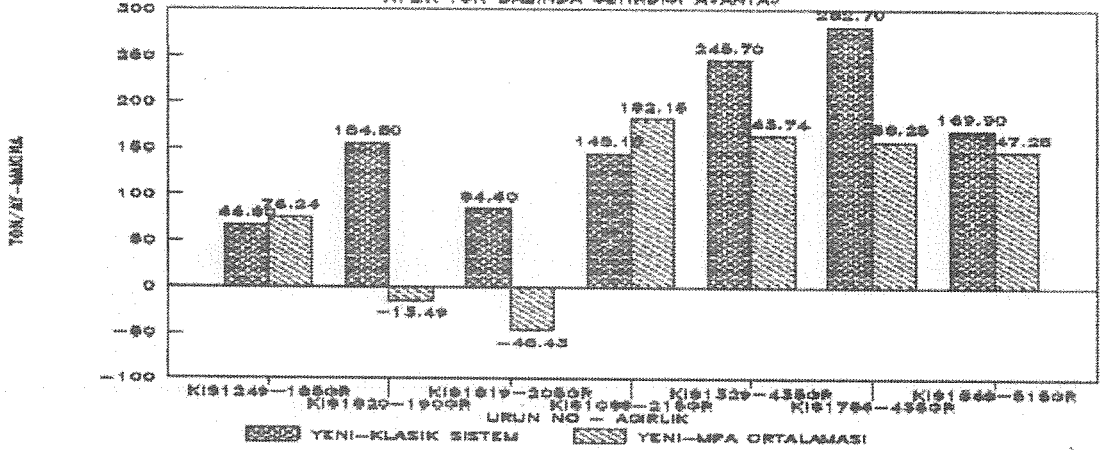
GRAFİK.3

AYLIK NET TON MUKAYESE TABLOSU
KLASİK.YENİ SİSTEM.MPA ORTALAMASI



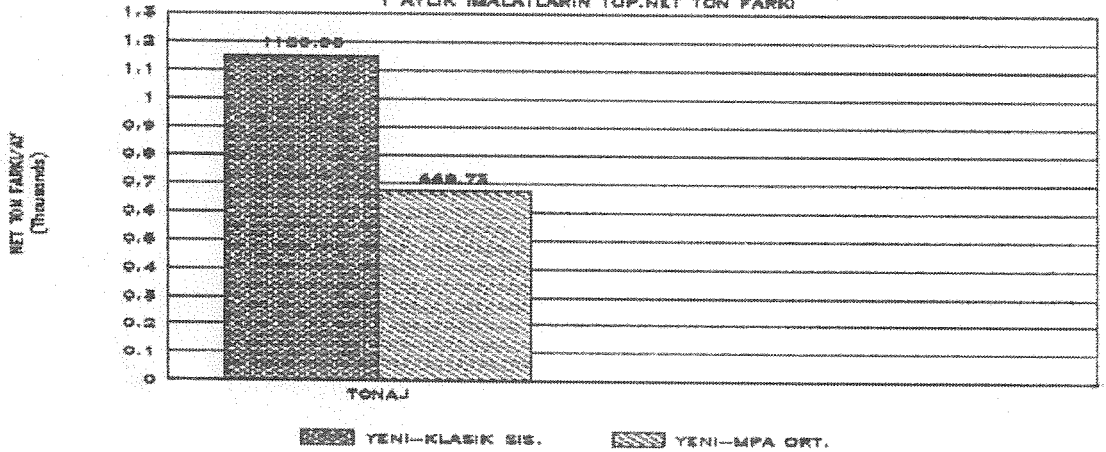
GRAFİK.4

ACS TIPI DIK.SÖĞ.TATBİK EDİLEN İMLT.
AYLIK TON BAZINDA GETİRDİĞİ AVANTAJ



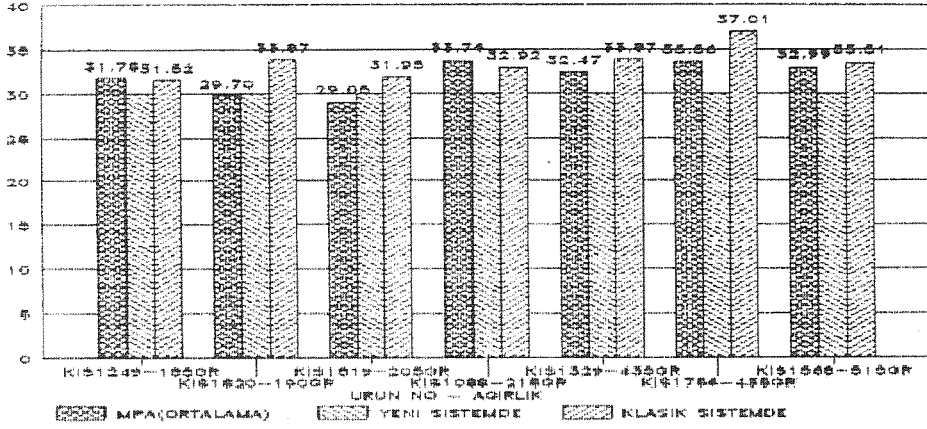
GRAFİK.5

YENİ SİS.GÖRE MPA VE KLASİK SİSTEMDE
1 AYLIK İMALATLARIN TOP.NET TON FARKI



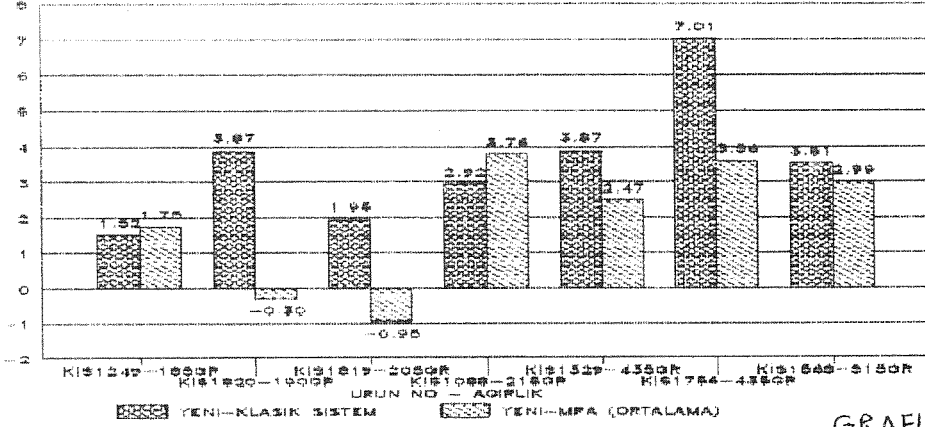
GRAFİK.6

AYLIK GUN MUKAYESE TABLOSU
KLASIK.YENI SİSTEM.MPA ORTALAMAĞI



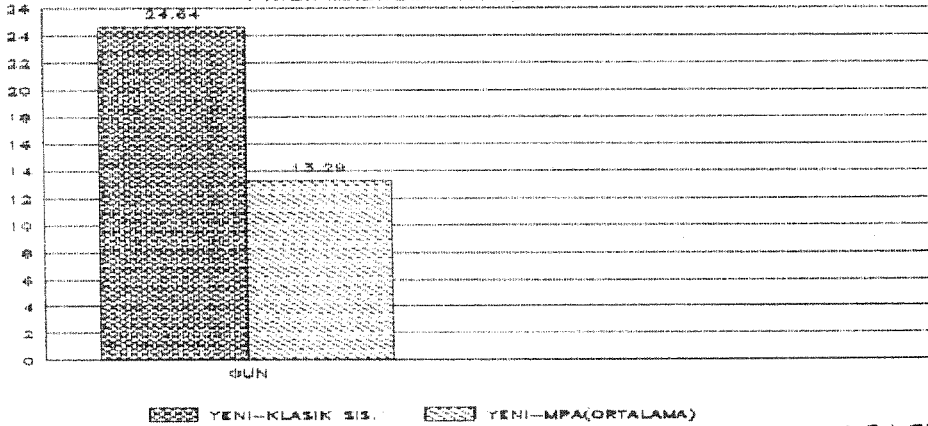
GRAFİK-7

ACS TİPİ DİK.SÖC.TATBİK EDİLEN İMLT.
AYLIK GUN BAZINDA GETİRDİĞİ AVANTAJ



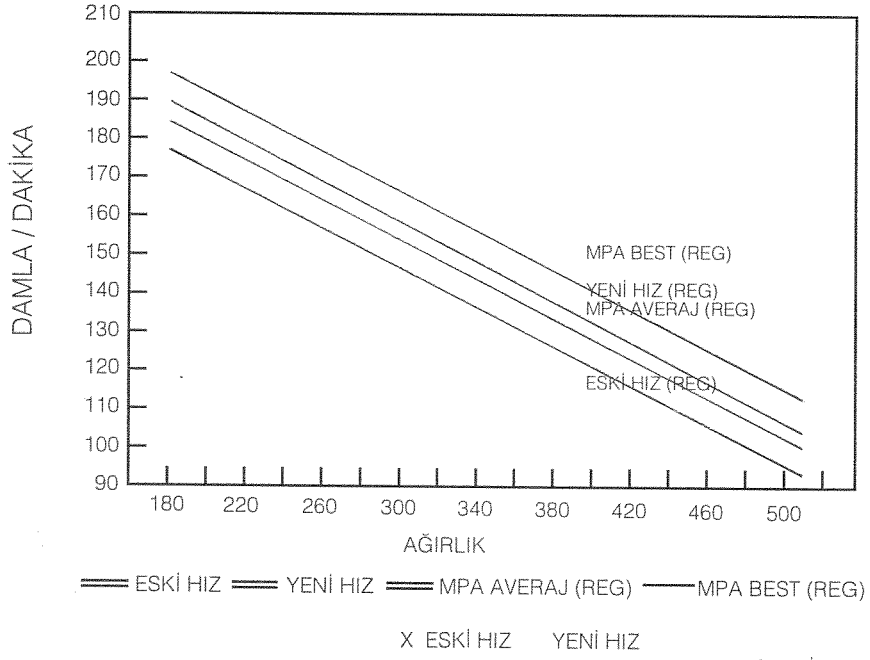
GRAFİK.8

YENİ SİSTEME GÖRE MPA VE KLASİK SİSTEMDE
1 AYLIK İMALATLARIN TOP.NET GUN FARKI



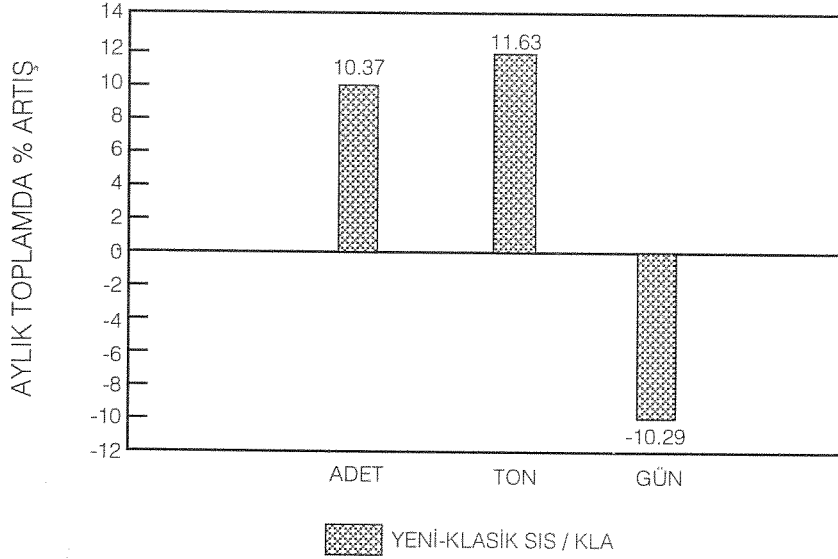
GRAFİK.9

YENİ SİSTEMDE HIZ KARŞILAŞTIRILMASI (5" MM 8 KOLLU İS MAKİNASINDA)



GRAFİK 10

ACS TİPİ DİK. SOĞ. TATBİK EDİLEN İMLT. AYDA % (ADET, TON, GÜN) AVANTAJI



GRAFİK 11

ERGİTME SONRASI OLUŞAN BÖLGESEL HABBE HATALARI

Dr. Ali ALTINER
Metin ASAR
Suat DOĞANLARLI
Murat YİĞİT
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Kırklareli cam sanayii A.Ş. de 1991 yılında yaşanan iki farklı türdeki bölgesel habbe hatası fazla miktarda ürünün ıskartaya ayrılmasına, iş gücü ve üretim kaybına neden olmuştur. Temmuz - 1991 de B4 F/H'ına bağlı çift damla pres makinası ürünlerinde, damlanın yalnızca birinde bölgesel habbe hatası görülmüştür. Hata, cam çekişin artması ve bu üretim hakkında figüratif olmayan düz yüzeyle imalatların bağlanmasıyla şiddetlenerek ürünlerin % 50 sinin ıskartaya ayrılmasına neden olmuştur. Hatanın yok edilmesinde, Araştırma Müdürlüğü ve PTHM ile ortak toplantı ve çalışmalar yapılmıştır. Bütün çalışmalara rağmen bu hatanın yok edilmesi, hata kaynağının bulunup yok edilmesi şeklinde yapılamadığı için kaliteyi rahatsız etmeyecek şekilde hatayı azaltıcı önlemler alınarak çözüme ulaşılmıştır. Ekim-1991 de C6 F/ H'ına bağlı ayak pres makinası ürünlerinin dış yüzeylerinde çok fazla miktarda habbe görülerek mamuller ıskartaya ayrılmaya başlanmıştır. Platin feederli bu üretim hattından alınan numunelerin Araştırma Müdürlüğünde yapılan analizlerinde habbelerin elektroliz kaynaklı olduğu bulunmuştur. F/ H'ta yapılan ölçümler neticesi cam ile şase arasında ters polarite olduğu görülmüş ve cama gerilim uygulanarak problem ortadan kaldırılmıştır.

1.GİRİŞ

Şirketimizin B-Fırını, 7 yıllık ilk kampanyasından sonra soğuk tamire alınarak ergitme, Ç/ H ve forehearth'ları tümüyle yeniden yapılmıştır. Ç/ H ve F/ H'lar BHF dizaynına göre yapılmış olup ağır izolasyonludur.

B4 f/h'ına bağlı çift damla pres makinası ürünlerinde, damlanın yalnızca birinde bölgesel habbe hatası problemi görülmüştür. Hatta, cam çekişinin artması ve bu üretim hattında figüratif olmayan düz yüzeyli imalatların bağlanmasıyla şiddetlenerek ürünlerin %50 sinin ıskartaya ayrılma sına neden olmuştur.

Mart 1990' da üretime başlayan C-Fırını ise 6 adet F/ H'a sahiptir. Bunlardan en sağdaki altıncı F/ H, platin feederli ve cam çekişi çok düşüktür. Kampanyasının 18. ayında bu F/ H'a bağlı ayak pres makinası ürünlerinin dış yüzeylerinde çok fazla miktarda habbe görülerek mamuller ıskartaya ayrılmaya başlanmıştır.

Bu bildiriye, sözü edilen her iki cam hatasının tanımlanması,kaynağının bulunması ve yok edilmesi detaylı olarak anlatılmıştır.

2-FİRINI PRES-3 ÜRETİM HATTI BÖLGESEL HABBE HATASI

2.1-Hatanın Tanımlanması

Pres-3 üretim hattında yapılan sertleştirilmiş züccaciye ürünlerinin % 50'sinde, mamul yüzeyinin en fazla dörtte birine dağılmış ve sayının çokluğu nedeniyle ürünün ıskarta olmasına neden olan habbeler gözlenmiştir.

Bu cam hatasının, tanımlanması için yapılan incelemeler sonucu aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

a) Hata, bu hatta üretilen mamullerin yalnızca % 50'sinde görülmektedir.Paketleme konveyör bantından 6 sıra olarak gelen mamullerin 3 sırası hatalı, diğer 3 sırası ise normaldir.

b) Hata ürünün yan yüzeyinin yaklaşık dörtte birini kaplamaktadır.Şekil olarak, mamülün ağzından tabanına doğru inen dar bir bant içine yoğunlaşmıştır.

c) Hatalı yüzeydeki habbe yoğunluğu, normal yüzeydeki 3-5 katı kadardır.

d) Hatalı yüzeydeki habbe büyüklüğü, normal yüzeydeki gibidir.Habbe çapı, 1 mm. den küçüktür.

e) Habbeler cam kütlesi içinde olup çok azı cam yüzeyindeki patlak habbe görünümündedir.

2.2-Hatalı Üretim Hattı ve Fırınla İlgili Bilgiler

B-Fırını, 1. soğuk tamirinde ergitme çalışma havuzu ile tüm f/h' ları tamamen değiştirilmiş ve 1 Temmuz 1991 de deneme üretimine başlamıştır.3-Temmuz 1991 tarihinden itibaren de normal üretimine geçmiştir.

B-Fırını, arkadan ateşlemeli ve rejeneratif tipte olup yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır.Tasarım kapasitesi 65 toncam/gün' dür.Throat'u alttan dalmalı ve kesiti 8 dm²' dir.

Çalışma havuzu ve f/h'ları İngiliz BHF dizaynına göre yapılmıştır.Cam temas refrakterleri Carbarundum-USA firmasından alınmış olup Monofrax-M kalitesindedir.Cam derinliği, çalışma havuzunda 470 mm, f/h'larda ise 150 mm. dir.

Çalışma havuzu, 2 zonlu olup ısıtma ve soğutma kontrollüdür.Sol ve sağ zonlara ikişer f/h bağlı olup, soldan sağa doğru B1,B2,B3 ve B4 olarak isimlendirilmektedir.Tüm f/h' lar iki zonlu olup, soğutma zonu (çalışma havuzuna yakın olan) ısıtma ve soğutma kontrollüdür.F/H' lar yüksek basınçlı yakma sistemi ile ısıtılırlar.Tüm f/h' larda mantel ve skimmer blok mevcuttur.F/H kanal taşları, soğutma zonunda 26 inç (660 mm), şartlandırma zonunda ise 22 inç (560 mm) genişlikte olup şartlandırma zonunda 2'li karıştırıcı yerleştirilecek şekilde yapılmıştır.

Cam hatası gelen üretim hattı en sağdaki B4 f/h'dır.Bu f/h'a çift damla çalışan bir pres üretim makinası (MDP24-30) bağlıdır.Feeder'de deep spout içinde 5 inçlik tüp kullanılmaktadır.Spout ve tüp malzemesi H-333 (zirkon mullit) kalitedir.Üretim sırasında tüp döndürülmemektedir.Çalışma havuzu ve f/h'ların yerleşimi şekil-1 de gösterilmiştir.

2.3-Hata Kaynağının Araştırılması ve Düzeltici Önlemler

Fırından 1 Temmuz 1991 günü cam çekilmeye başlanmıştır.Pres-3 üretim hattı 18.4 ton/gün cam çekilişi ile 53298 kalıp no.lu krem-kramel kabı olarak isimlendirilen figuratif bir ürünle üretime başlamış ve ilk günlerde herhangi bir cam hatası dikkati çekmemiştir.Ancak bir hafta sonra mamüllerde daha önce anlatılan biçimde hafif tonda bölgesel habbe görülmeye başlamıştır.Yapılan ürün, yan yüzeyleri çizgili olduğu için bu hatayı örtecek biçimdedir.Hatanın görülmesiyle birlikte soğutma sonunda yapılan incelemelerde hatanın düzgün biçimde ve sıralı olarak geldiği gözlenmiştir.Üretim makinasına düşen damlalar incelendiğinde ise hatanın yalnızca sağdaki damladan geldiği görülmüştür.Bu kademedeki düşünceler, bu hatanın tüp veya plancerdeki kuma olarak tanımlanan hataya benzediği ve tamamen feeder'den kaynaklandığı tarzında olmuştur.

Hata kaynağının araştırılması ve alınan düzeltici önlemlerle ilgili detaylı bilgiler bundan sonraki paragraflarda adım adım anlatılmıştır.

2.4-Feeder' de Araştırma ve Düzeltmeler

18 Temmuz'da bu üretim hattında, cam çekiş kapasitesi 21 ton/gün olan figuratif 52552 no.lu mamul yapılmaya başlanmıştır.Böylece hattın cam çekişi 2.5 t/g artmıştır.Bu sırada fırın çekişide 64 t/g'e çıkmıştır. Bu üründe habbe sorunu, kaliteyi tehdit etmeye başlamış ve zaman zaman ürünler kabul görmez hale gelmiştir.

Habbe sadece sağdaki damladan geldiği için, tüp döndürülmeye başlanmış ve habbenin her iki damlada da görülmesi üzerine tüp durdurulmuştur.

Spoutta cama dalan termokupl, diğer spoutlarla kıyaslanarak 2 cm. kadar geriye çekilmiştir. Ancak bunun da habbe sorununa en küçük bir katkısı olmamıştır.

F/H'ta cam seviyesi incelendiğinde, kanal taşı yüzeyinden yaklaşık 20 mm. aşağıda olduğu görülmüştür ki bu da normal seviyedir.

Spout kapak taşı açılarak cam incelendiğinde, tüpün dışında makina tarafında, tüp ile spout arasında yüzeyde yüzlerce fiskadan oluşan bir köpük tabakası gözlenmiştir. Ancak, bu köpük tabakası 10-15 cm² lik bir alanda olup bunun dışında kalan alanlar temizdir.

23 Temmuz 1991 de, yine 53298 no.lu mamül bu üretim hattına bağlanmış ve bu üretim değişikliği sırasında tüp, yenisi ile değiştirilmiştir. Fakat, tüp değişikliğide bölgesel habbe sorununu çözmemiştir.

Tüp, şamot, platin termokupl değişimlerinin sorun üzerine en küçük bir etkisi olmamıştır. Araştırma müdürlüğündeki habbe analiz cihazının arızalı olması ve parçasının yurtdışından geleceğinin söylenmesi nedeni ile araştırmalara ancak gözlem ve ortak düşünceler ışığında devam edilmiştir.

Habbenen yalnızca tek taraftan gelmesi, düşüncelerin bu kez de spout üzerine çevrilmesine neden olmuştur. Spout kapak taşı açılarak, cam kütlesi defalarca incelenmiş fakat kesin teşhise yardımcı olacak bir hata görülemedi. F/H ekseninde, tüple spout arasındaki yüzeyde (makina tarafında) görülen köpük tabakası, spout refrakterindeki bir kusmadan kaynaklanabilir düşüncesi ağırlık kazanmaya başlamıştır.

Hatanın, f/h'tan da kaynaklanabileceği olasılığı her zaman düşünülmüştür. Bu nedenle, skimmer blok camdan çıkarılmış ve bütün f/h bekleri tek tek kontrol edilerek yanmaların sağlıklı olması sağlanmıştır. F/H'taki gözetleme deliklerinden içerisi gözetlenerek herhangi bir sarkan veya kopan parça olup olmadığı kontrol edilmiştir. Fakat, f/h'ta da şüpheli bir noktaya rastlanmamıştır.

29 Temmuzda, üretim değişikliği yapılarak bu hatta figuratif olmayan 52432 kalıp no.lu ürün bağlandığında ise durum bütün çiplaklığı ile ortaya çıkmıştı. Bu ürünün bağlanmasıyla F/H cam çekişi 24 ton/gün fırın çekişi ise 65 ton/gün'e yükselmişti. Sağ damladan yapılan mamüller kalitece gitmez olarak nitelendiğinden üretimin % 50'si iskarta olmaya başlamıştı. Bu nedenle kuma yaparak habbeye neden olabilecek olarak nitelenen spoutun değiştirilmesine karar verilmiştir. 30 Temmuz günü saat 16 : 30 da spout değişimine başlanmış ve spout yenisi ile değiştirilmiştir. Çıkan spoutta herhangi bir hataya rastlanmamıştır. 31 Temmuzda üretim tekrar başlamıştır. Fakat spout değişiminin sorunu çözemediği ve hatanın aynen devam ettiği görülmüştür.

2.5- Forehearth' ta Araştırma ve Düzeltmeler

Spout değişiminden sonra yapılan gözlemlerde,

- * Spout değişiminin sorunu çözemediği
- * Habbelerin sağdaki damlanın makina tarafına yakın yüzeyden geldiği, sol damlada zaman zaman 1-2 fiskanın görüldüğü fakat genelde temiz olduğu belirlenmiştir. F/H bekleri yeniden elden geçirildi. Yanmalar kontrol edildi. Radyamatikler temizlendi. Şartlandırma / soğutma zonları arasında ve üst yapıda bulunan fiber kapaklar çıkartılarak f/h içi gözlemi yapıldı.

Yapı temiz görünmesine karşılık, ışımadan dolayı cam bünyesinde iyi bir gözlem yapılamadı.F/H sıcaklığı 15° C kadar düşürüldü.Bütün bu gözlemler ve alınan önlemlere karşılık durumda düzelme görülmedi.

1 Ağustos sabahı spoutta yapılan gözlemlerde, habbelerin cam yüzeyi ve arkadan gelip tüpün sağına doğru giderek spout' un alın kısmından aşağı doğru indiği görüldü.F/H içindeki cam sıcaklığı 1170 °C olduğu ve işima yaptığı için cam bünyesi gözlemi sağlıklı olarak yapılamadı.Bu aşamada üretim kaybının devam etmesi ve habbe içeriğinin analiz edilememesi nedeniyle sağlıklı bir teşhis konulamadığı için f/h üst yapısının açılması ve f/h'in tümüyle kontrol edilmesine karar verildi.

1 Ağustos günü saat 10:40 da üretim makinası durduruldu ve hazırlanan su ceketini f/h girişine yerleştirilerek 11:45 te f/h içindeki cam tamamen boşaltıldı.F/H üst yapısının açılması ile yapılan gözlemlerde herhangi bir hataya rastlanmadığı gibi f/h kanal taşlarının çok temiz ve iyi bir durumda olduğu görüldü.

* Aynı gün saat 19:00 da yapılan gözlem ise olaya bir başka boyut kazandırdı ve ilk ipucu yakalandı.Gözlemlerde, F/H girişine yerleştirilen (skimmer-mantel bloklar arası) su ceketinin arka tarafındaki berrak camda, F/H ekseninin sağında yaklaşık olarak 0.5 mm çaplı habbe dizisine rastlanılmıştır.Habbe dizisi yüzlercesi bir arada ve cam yüzeyi ile orta eksen arasında olmak üzere çalışma havuzu içine doğru uzanmaktadır. Üretim kaybı olmaması için üretim değişikliği yapılarak 53298 nolu krem-kramel kabı imalatına devam edildi.Alınan karar gereği, habbe problemi çözümleninceye kadar bu hatta figüratif ürünler yapılacağı belirtildi:

2.6 - Çalışma Havuzunda Araştırma ve Düzeltmeler

Hatanın Ç/H' dan geldiği bilindiğinden, çalışma havuzu sağ zon bekleri elden geçirildi ve yanmalar kontrol edildi.Sağ zona soğutma uygulanarak sıcaklık 1200 °C den 1180°C' ye düşürüldü.Fakat habbe durumunda bir değişiklik olmadı.

Habbenin F/H içinde homojen dağıtılması amacı ile şartlandırma zonuna ikili karıştırıcı yerleştirildi.15 Ağustos 1991 de çalıştırılan karıştırıcıların devri 12-14 d/d olarak ayarlandı ve durum izlendi.Yeni bir değişiklik görülmemesi nedeni ile karıştırıcılar ters yöne çevrildi.Fakat habbe yine de homojen hale getirilemedi.16 Ağustos ta Ç/H sıcaklığı 1175 °C ye düşürüldü.B3 f/h çekişi 8 ton / gün arttı.B3 ve B4 f/h' larının 18.5 ton/gün' er cam çekmelerine karşın B3 te herhangi bir habbe hatası görülmedi.B4 de ise değişiklik olmadı.

19 Ağustos 1991 günü Teknik Grupla yapılan müşterek toplantıda Ç/H sıcaklığının yükseltilerek bir deneme yapılması kararlaştırıldı.Ç/H sıcaklığı 1175 °C den 1210 °C ye yükseltildi.Habbe durumunda hiçbir düzelme görülmedi.

28 Ağustos 1991 günü Ç/H sıcaklığının 1165°C ye düşürülmesi kararlaştırıldı.29 Ağustos 1991 de 52625 no.lu mamul üretilmeye başlandı ve Ç/H sıcaklığı 1165°C olarak ayarlandı.Mamullerde belirgin bir düzelme gözlemlendi, fakat damla incelendiğinde bölgesel habbenin devam ettiği görüldü.

3 Eylül 1991 de B4 üretim hattında, 10.5 ton/gün cam çekişli 55541 no.lu kulplu bardak üretilmeye başlandı.Bu tarihte, Araştırma Müdürlüğü'ndeki habbe analiz cihazı çalışır hale getirildiğinden 19 Ağustos-4 Eylül tarihleri arasında alınan numunelerin habbe içerikleri analiz edilmiştir.Bütün habbelerde azot gazı ile birlikte belirleyici gaz olarak CO bulunmuştur.CO gazı, yanma koşullarının iyi olmaması nedeniyle oluşabilirdiği için 4 Eylül 1991 de Ç/H sağ tarafbekleri kapatılarak söküldü.

Sıcaklık 1150-1155°C ye düştü ve bölgesel habbede belirgin bir iyileşme gözlemlendi.Ancak bu sırada f/h çekişli 10.5 ton/gün, fırın çekişli ise 48-50 t/g olduğu için, fırın ve f/h çekişinin arttığı durumlarda olayın izlenmesine karar verildi.Yapılan habbe analizlerinde CO'ye rastlanmadı.Habbe içeriğinin % 100 e yakınının azot gazı olduğu tespit edildi.Durum tablo-1 de görülmektedir.

TABLO - 1 : HABBE ANALİZLERİ

No	Tarih	ÖZELLİK			GAZ İÇERİĞİ, %				
		L,mm	V,ml	P,mb	N2	CO2	O2	CO	H2O
1	19.08.91	0.60	0.113	9.20	68.3			31.7	
2	19.08.91	0.29	0.013	22.94	84.6			15.4	
3	19.08.91	0.89	0.367	0.05	0.0		15.9	79.5	4.6
4	19.08.91	0.36	0.024	0.02	87.8			12.2	
5	19.08.91	0.41	0.036	15.86	65.5			34.6	
6	19.08.91	0.70	0.177	0.11	0.0		17.0	83.0	
7	28.08.91	0.50	0.067	25.04	94.0	0.3		5.7	
8	28.08.91	0.36	0.024	0.49	0.0			100.0	
9	28.08.91	0.74	0.216	10.37	74.0	0.8		25.2	
10	04.09.91	0.38	0.030	28.30	94.5			5.5	
11	04.09.91	0.46	0.050	19.00	86.9			13.1	
12	06.09.91	0.15	0.002	10.00	100.0				
13	09.09.91	0.15	0.002	9.80	100.0				
14	11.09.91	0.12	0.001	13.00	100.0				

17 Eylül 1991 de, B4 hattında 52652 no.lu figüratif olmayan ve 22 ton/gün cam çeken bir mamul üretilmeye başlandı.Cebri soğutma yapılmadığı için Ç/H sıcaklığı 1152°C den 1196°C ye çıktı.Ertesi günü sabahleyin, mamul ve damlada habbenin tekrar bölgesel olduğu gözlemlendi.Cebri soğutma yapılarak Ç/H sıcaklığı yeniden 1155°C seviyelerine çekildi. Bölgesel habbenin bir süre sonra kaybolduğu gözlemlendi.

Ekim-Aralık 1991 döneminde Ç/H sağ taraf sıcaklığı 1150-1160°C aralığında ve bek yakılmadan ayarlanmış, 10-25 ton/gün cam çeken imalatlar problemsiz olarak üretilebilmiştir.

Yılbaşı durumu nedeniyle, Ç/H sağ taraf bekleri 31 Aralık 1991 de tekrar takılmış ve yanma sağlanarak sıcaklık 1165°C de götürülmüştür.

22-27 Ocak 1992 tarihleri arasında 52432 imalatı problemsiz olarak çalışmıştır.Halbuki bu imalat, Temmuz-1991 sonunda bağlandığında % 50 iskarta ile çalışabilmişti.

Ocak-1992 sonu itibariyle, B4 hattında bölgesel habbe problemi

kalmamıştır.Ç/H sağ zon bekleri de yanmasına ve sıcaklıkta 1180°C lere çıkarılmasına rağmen bölgesel habbe problemi görülmemiştir.

Ç/H cam temas refrakterlerinin ağır izolasyonlu ve kasa içinde olması dolayısıyla yan veya taban kısmından camın sızarak izolasyonla teması olabileceği ve bu nedenle habbe oluşabileceği Carborundum firmasından sayın A.Brach tarafından ifade edildi.Cam sıcaklığının Ç/H' da düşürülmesi ile, cam akımlarının yön değiştirebileceği ve habbeye neden olan akımın etkinliğinin azalmış olabileceği vurgulandı.

2.7 - Sonuç ve Yorumlar

B - Fırını soğuk tamirden sonra, 1 Temmuz 1991 de üretime başladı.B4 hattına bağlı çift damla pres makinası ürünlerinin % 50 sinde bölgesel habbe problemi ilk ay içinde rahatsız etmeye başladığından acilen çözüme kavuşturulması gerekiyordu.

Araştırma müdürlüğünde bulunan habbe analiz cihazının bir parçası eksik olduğu için çalışmıyordu ve habbe içeriği analiz edilemediğinden bu problemin kaynağı ile ilgili bir bilimsel sonuç elde edilemedi.Sıcak camda ışımadan dolayı yeterli gözlem yapılamaması da problemin çözümünü geciktirdi(1).

Habbelerin oluşum nedenlerinin belirlenmesinde, mamullerdeki habbelerin tanımlanması da büyük önem taşımaktadır.Habbelerin birim alan ve hacimdeki dağılımları, belirli bölgedeki pozisyonları ve mamul cidarlarındaki dağılımların saptanması son derece önemlidir (2).

Hata kaynağının bulunmasındaki ilk ipucu, f/h içindeki camın boşaltılmasından sonra f/h girişine yerleştirilen su ceketinin arkasındaki camın soğuyarak ışımaya yapmayan şeffaf hale gelmesiyle gözlenen habbelerle elde edilebilmiştir.Ç/H beklerinin söndürülmesiyle cam sıcaklığının 1150°C ye kadar düşmesi neticesi sağlanan iyileşme ise ç/h' nun bu taraftaki cam akımının yer değiştirmesi sonucu habbeye neden olan akımın zayıflaması şeklinde yorumlanabilmektedir.

Çalışma havuzundaki sıcaklık değişimleri, pres-3 ve fırın genelindeki cam çekişleri ile habbe sayımları şekil-2, şekil-3 ve şekil-4' te verilmiştir.Çalışma havuzu sağ zon sıcaklığındaki yükselmelerin, pres-3 hattı habbe sayıların nasıl arttırdığı şekillerde açık olarak görülmektedir.

Hata kaynağının yeri tam olarak bilinmemesine karşılık, Ç/H'nun B4 f/h girişine çok yakın bir yerde olduğu tahmin edilmektedir.Çünkü, Ç/H'nun sağ tarafından cam alan B3 f/h'ında böyle bir problem yoktur. Hatanın yok edilmesi, hata kaynağının bulunup yok edilmesi şeklinde yapılamadığı için kaliteyi rahatsız etmeyecek şekilde hatayı azaltıcı önlemler alınarak çözüme ulaşılmıştır.

Şu anda Ç/H sağ zonu, bekleri de yanarak otomatik sıcaklık kontrolünde çalıştırılmaktadır.Isıtma-soğutma kontrollu bu zonda sıcaklık 1165°C de tutulmaktadır.B4 hattında, 31 ton/gün olan maximum cam çekişinde dahi figuratif olmayan ürünlerde bile bölgesel habbe problemi yoktur.

3-C-FIRINI AYAKLI BARDAK HATTI AYAK ÜRETİMİNDE BÖLGESEL HABBE HATASI

3.1-Hatanın tanımlanması

C-6 F/H' ına bağlı ayak pres hattında üretilen ayaklı bardak ayaklarının dış yüzeylerinde fıska görünümünde ve mamul yüzeyine gelişi güzel dağılmış çok sayıda habbe, ürünün iskarta olmasına neden olmuştur.

Bu cam hatasının tanımlanması için yapılan incelemeler sonucu aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

- a)Hata, bu hatta üretilen mamullerin tümünde görülmektedir.
- b)Habbeler, ürünün dış yüzeyine yakındır ve tüm yüzeyde görülebilmektedir.
- c)Habbelerin çoğu mekik şeklindedir.
- d)Habbe çapı 1 mm'den büyüktür.

3.2-Hatalı Üretim Hattı ve Fırınla İlgili Bilgiler

Arkadan ateşlemeli rejeneratif tipteki C-Fırını, 21 Mart 1990 tarihinde üretime başlamıştır. Fırında yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Tasarım kapasitesi 95 ton cam/gün' dür.

Ç/H ve F/H' ları İngiliz BHF dizaynına göre yapılmıştır.Cam temas refrakterleri SEPR-Fransa firmasından temin edilmiş olup JARGAL-M kalitesindedir.Cam derinliği, Ç/H' ında 400/250 mm, F/H' larda ise 150 mm' dir.

Cam hatası gelen üretim hattı en sağdaki C-6 f/h' ıdır.16 inç genişlikteki F/H kanal blokları ER-1681 RN malzemedan yapılmıştır.Isıtma kontrollu 3 zon ve platin feeder'den oluşmaktadır.Zon-1 de alttan 2 adet, zon-2 ve zon-3 de üstten birer adet cama dalan platin yüksüklü termekupl ile sıcaklık kontrolu yapılmaktadır.F/H ucuna spout yerine yerleştirilen platin feeder, 380/10 V-54/2000 A (20kW) gücünde bir trafo ile tristör sürücü vasıtasıyla emektiği ısıtılarak sıcaklık kontrolu yapılmaktadır.

Bu F/H' a tek damla çalışan bir pres üretim makinası (ISP-16) bağlıdır.Bu makina, ayaklı bardak hattında üretilen mamullerin ayakların yapmaktadır.

3.3-Hata Kaynağının Araştırılması ve Düzeltici Önlemler

İlk önceleri zon-1 ve zon-3 sıcaklıklarının yarım saatlik periyotlar içinde sinüzoidal olarak oynadığı görülmüştür.Hatlar elektriki olarak komple elden geçirilmiş, problemin nereden kaynaklandığı tesbit edilemeden problem kendiliğinden ortadan kalkmıştır.Bu olay zaman zaman yaşanmıştır.

Son olarak yukarıda sözü edilen sıcaklık oynamalarının olduğu, oynamaların anlık pikler olarak çoğaldığı görülmüştür.1 Ekim 1991 sabahı ise, yukarıda tanımlanan habbe problemi yaşanmıştır.

Habbeli mamullerden alınan numuneler o gün Araştırma Müdürlüğü'ne gönderilerek analizlere başlanılmıştır.Hatanın üretim kaybına neden olması dolayısıyla F/H' ın yakma ayarları ve bekleri kontrol edilmiş, refrakter yapısı gözden geçirilmiştir.Ayrıca cama dalan platin termokupl

bağlantıları da kontrol edilmiştir.

Araştırma Müdürlüğü' ne gönderilen numunelerin sonuçları ertesi gün akşamleyin alınmıştır. Analiz sonuçları **Tablo-2** de görülmektedir.

TABLO-2 : HABBE ANALİZLERİ

Tarih	ÖZELLİK			GAZ İÇERİĞİ, %			
	L,mm	V,ml	P,mb	N2	CO2	O2	H2O
1-2/10/1991							
Ortalama	1.84	4.67	0.44	0.96	1.08	97.58	0.29
Maksimum	2.94	9.63	0.93	4.85	4.86	99.90	0.69
Minimum	0.94	0.28	0.09	0.00	0.00	89.60	0.07

Tabloda verilen habbe boyutları (L, mm) habbe formları küresel olacak şekilde normalize edilmiştir.

Tablodan görüleceği gibi, habbelerin gaz bileşiminin en önemli elementi O2 (oksijen) dir. Böyle bir sonuç ile birlikte habbelerin boyut ve hacimlerinin büyüklüğünde göz önüne alındığında, bu tür habbelerin en belirgin kaynağı cam eriyiği içerisinde oluşan elektroliz olayıdır (3).

Bu değerlendirme doğrultusunda C-6 hattının platin feeder bölümünde elektroliz oluşma olasılığına yönelik olarak,

- Pt-feeder, pt-feeder trafo şasesi, F/H ve T/C'lar topraklanmıştır.
- Pt-feeder trafosu dışarıdan harici olarak beslenmiştir.
- Pt-feeder' in beslemesi tamamen kesilmiştir.
- Pt-feeder üzerindeki tüm T/C' lar pano tarafından sökülmüş, tüm (+) ve (-) kablolar kısa devre edilerek şaseye irtibatlandırılmıştır.
- Zon-1,2,3 sıcaklıklarının set değerleri yükseltilecek ve düşürülerek habbelenme gözlenmiştir.

Alınan bütün önlemlere ve yapılan tüm düzeltici faaliyetlere rağmen habbe hatasında önemli bir iyileşme elde edilememiştir.

Benzer bir sorun ile daha önce karşılaşılmış olan Teknik Cam Sanayii A.Ş. ile irtibata geçilmiş ve onların yaşadığı problem ve problemin gideriliş şekli incelenmiştir. İnceleme sonucunda aşağıdaki iki yol izlenmiştir.

- Habbelenme ve sıcaklık problemi varken sistemde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır :

* Pt-feeder (+) ile şase (-) arasında
-0.411 / -0.192 mV DC

* Cam (+) ile şase (-) arasında
-0.555 / -0.700 mV DC

* Cam (+) ile pt-feeder (-) arasında
-0.500 / -0.769 mV DC

- Ölçümlerden sonra, şekil-5 deki düzenek kullanılmıştır. Bu düzenekte, gerilimi 0-30 V DC arası ayarlanabilen, akımın sürekli okunduğu bir güç

kaynağının, (+) ucuna bir platin çubuk bağlanarak zon-1 den cam içine 200 mA şarj edilmiştir. (-) uç şaseye bağlanmıştır.) Akım verme işlemine 12 saat devam edildikten sonra yapılan ölçümler aşağıdaki gibidir.

- * Pt-feeder (+) ile şase (-) arasında
+ 1.225 / + 1.220 mV DC
- * Cam (+) ile şase (-) arasında
+0.900 / +0.550 mV DC
- * Cam (+) ile pt-feeder (-) arasında
-0.415 / -0.710 mV DC

Cam içine 200 mA/ 4 V DC uygulanmıştır. Fakat zamanla 200 mA' i sabit tutabilmek için voltajın yükseltilmesi gerekmiştir. Bu 50 V DC değere kadar çıkmıştır. Nedeni araştırıldığında cama daldırılan platin çubuğun etrafında camın birikerek soğuduğu ve akım şarjının zorlaştığı gözlenmiştir.

Yukarıda anlatılan akım uygulanmasından sonra habbe sayısında kademeli bir azalma olmuş ve habbeler 3-4 saat sonra tamamen yokolmuştur.

3.4- Sonuç ve Yorumlar

F/H' ta yapılan ölçüm sonuçları incelendiğinde, habbe oluşumu ve sıcaklıklarda problem olduğu sırada pt-feeder ile şase, cam ile şase arasında da ters polarite olduğu, cama gerilim uygulandığında ise bu polaritenin değiştiği açıkça görülmektedir.

İmalatın izin verdiği uzun imalat değişiklikleri sırasında bu ölçümlerin periyodik olarak yapılmasında yarar vardır.

Sonuç olarak habbeye neden olan ters iyon akımı ortadan kalktığından habbe sayısında kademeli bir azalma olmuş daha sonra da habbe problemi tamamen ortadan kalkmıştır.

4-SONUÇ

B-Fırınında oluşan birinci problemin çözümü, kaynağının geç bulunabilmesi ve habbe analiz cihazının o sırada bozuk olması nedeniyle uzun sürmüştür. C/H kaynaklı bu habbe hatasının giderilmesinde, Araştırma Müdürlüğü ve PTHM ile ortak toplantı ve çalışmalar yapılmıştır. Bütün çalışmalara rağmen hatanın yok edilmesi, hata kaynağının bulunup yok edilmesi şeklinde yapılamadığı için kaliteyi rahatsız etmeyecek şekilde hatayı azaltıcı önlemler alınarak çözüme ulaşılmıştır.

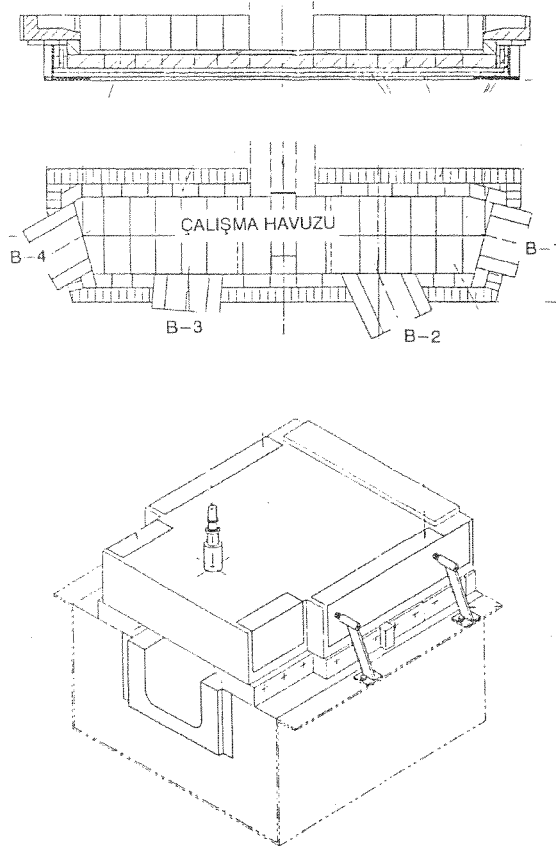
C-Fırınında oluşan elektroliz kaynaklı habbe hatası ise, oluşumundan yok edilmesine kadar yaklaşık olarak 3 günde çözümlenmiştir. Bu kadar kısa sürede çözümlenebilmesi, Araştırma Müdürlüğü'ndeki habbe analiz cihazının çalışır durumda olması ve Teknik Cam A.Ş.'nin buna benzer bir olayı yaşamaması nedeniyledir.

Her iki habbe hatasının çözümünde izlenen yol, bilgi birikiminin ve enstrümental analizin önemini göstermesi açısından son derece çarpıcıdır.

Yukarıda sıralanan habbe hatalarının giderilmesinde bizlere yardımcı ve destek olan, Araştırma Müdürlüğü, PTHM ve Teknik Cam A.Ş. elemanlarına teşekkürü borç biliriz.

REFERANSLAR

1. ORAN, M., "Analiz Raporu", T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Md. Rap. No. HB-1/91, 31.12.1991
2. ORAN, M., "Cam Ürünlerindeki Habbelerin Oluşum Nedenlerinin Belirlenmesi", Cam Ürünlerindeki Oluşum Nedenlerinin Belirlenmesi", (N.A.PANKOVA-V.V.PUZ' dan çeviri), T.Ş.C.F.A.Ş. Teknik Bülten, Cilt 19, Sayı 2, Yıl 1990, sayfa 20-26
3. ORAN, M., "Analiz Raporu", T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Md.Rap. No. HB-2 / 91, 31.12.1991

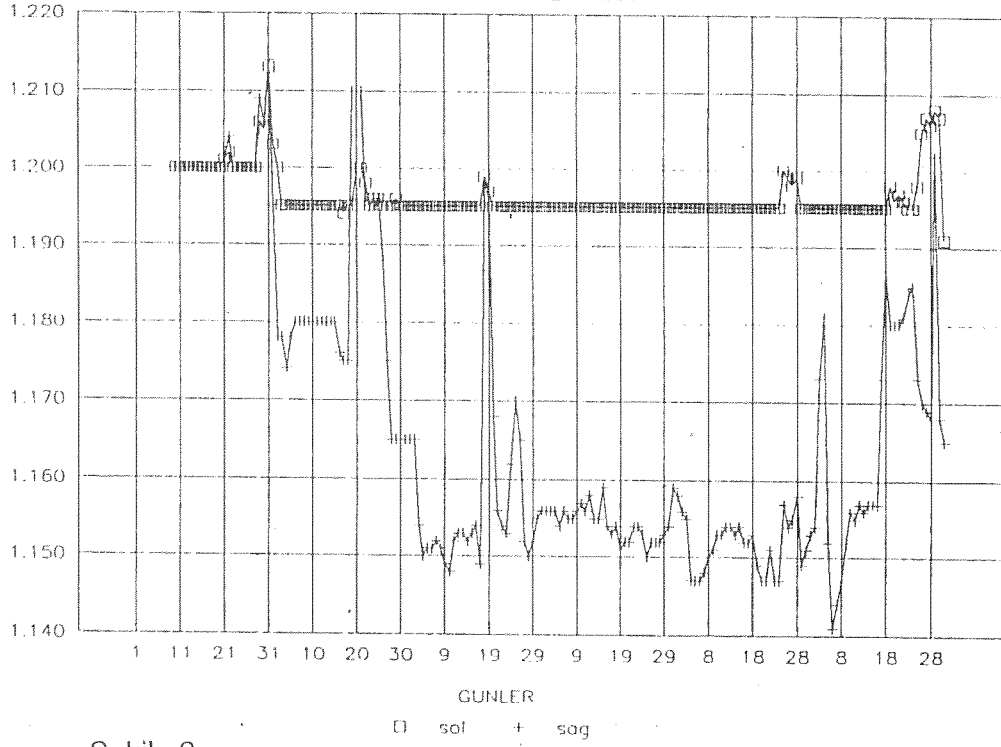


Şekil-1 : Ç/H ve F/H Kesitleri

B-FIRINI / ÇALIŞMA HAVUZU

1 TEMMUZ – 31 ARALIK 1991

RADY/OPTİK SICAKLIK K.50

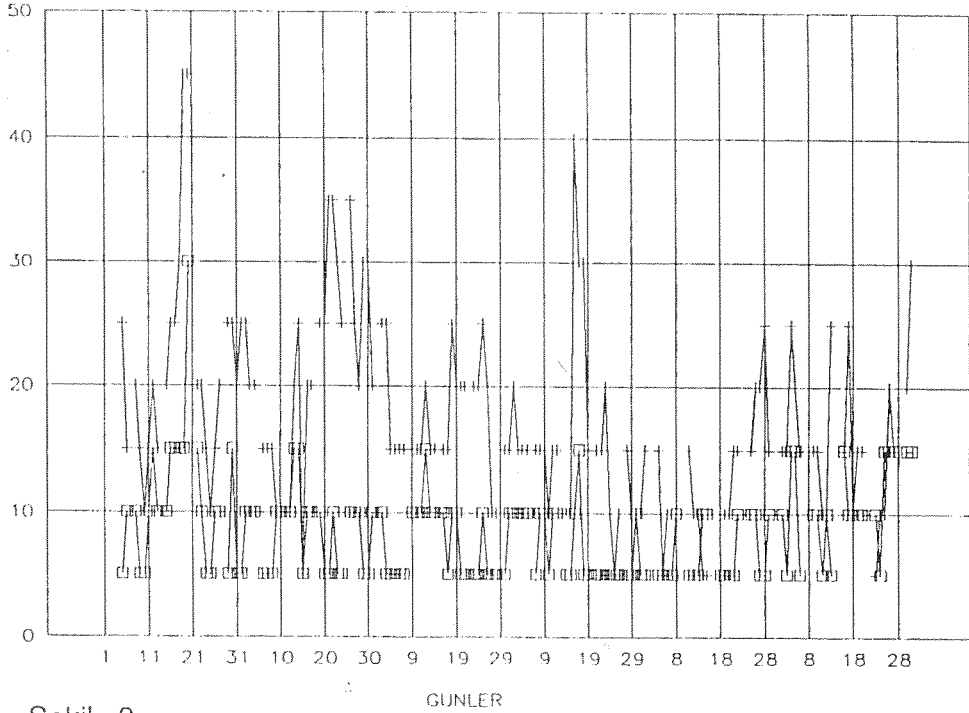


Şekil-2

B-FIRINI HABBE DURUMU

1 TEMMUZ – 31 ARALIK 1991

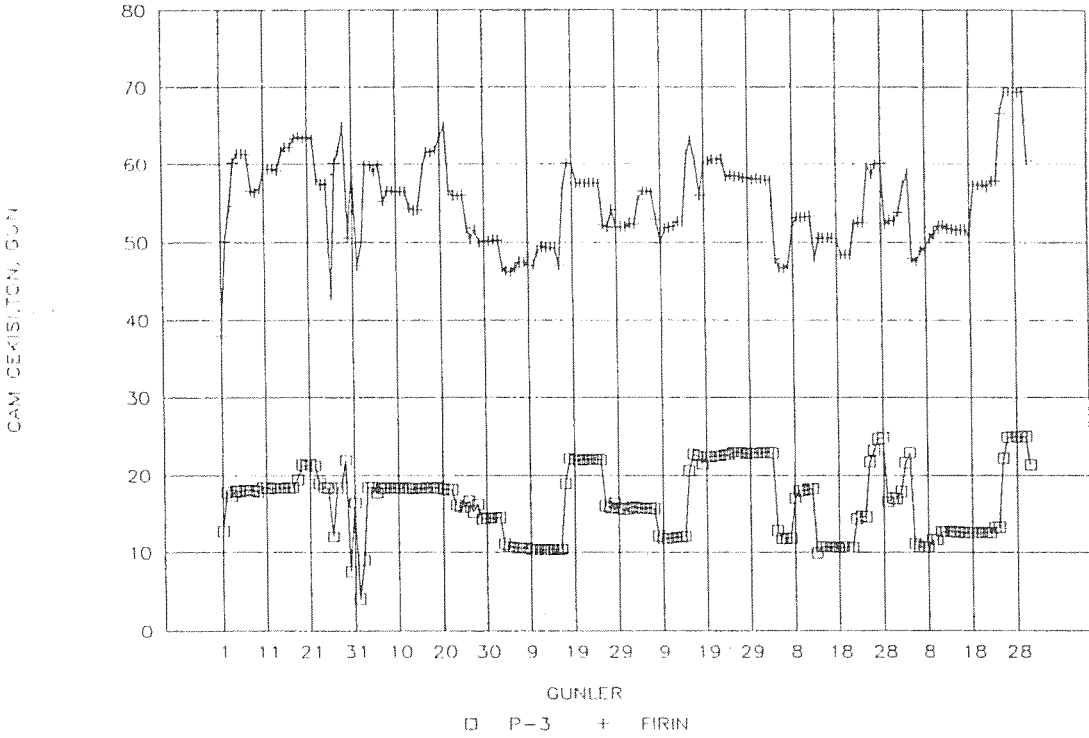
HABBE SAYIMI ADET/30 GR CAM



Şekil-3

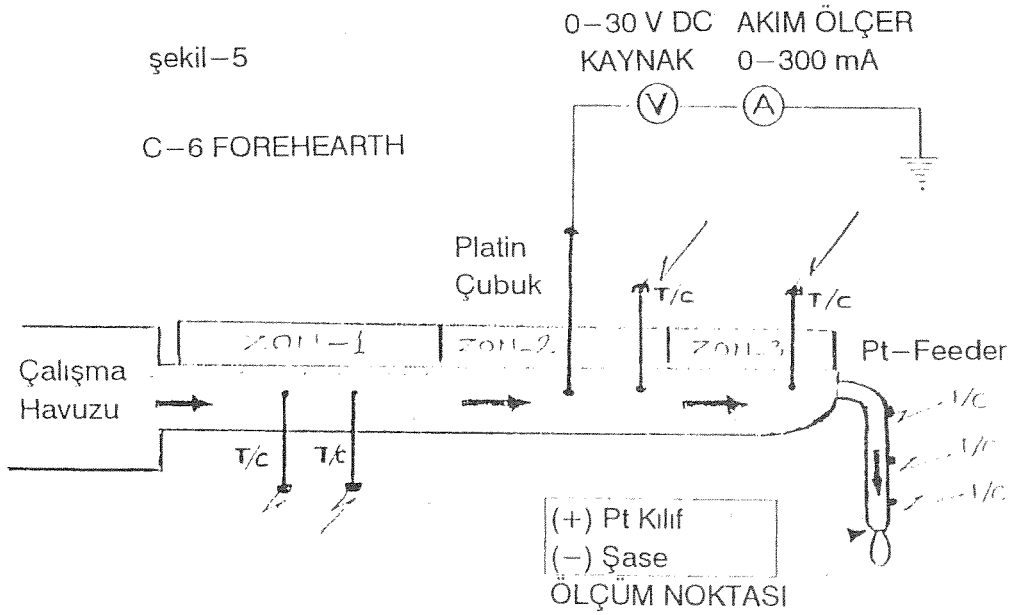
B-FIRINI / PRES-3

1 TEMMUZ - 31 ARALIK 1991



Şekil-4

Şekil-5



BOYUN KARIŞTIRICILARIN CAM ŞERİDİNDEKİ TABAKALAŞMAYA OLAN ETKİSİNİN VE RENK GEÇİŐLERİNİN STRIAGRAM İLE İZLENMESİ

Ümit ÖZMERDİVEN
Güngör PEKER
Trakya Cam Sanayii A.Ő.

ÖZET

Ergitmeden dinlendirmeye cam geçiŐini sağlayan boyun bölgesinde homojenizasyon amacıyla su soğutmalı kariŐtiricilar kullanılmaktadır. Boyun kariŐtiriciların hız ve dönüş yönlerinin cam Şeridindeki tabakalaşmaya olan etkileri striagram cihazı kullanılarak izlenmektedir. Bu bildiride hem renksiz cam üretiminde hem de renk dönüŐünde boyun bölgesinde yapılan işlemler ve gözlem sonuçları incelenmektedir.

1.1 STRIAGRAM NEDİR ?

Optik bir düzenek içerisinde, düz cam kesidinden ışık demeti geçirilerek cam tabakalarının (stria) fotoğraf kağıdı üzerine aktarılmasına striagram denir.

Striagram çekimi için ;

-camın çekiş yönüne dik 2.5 cm genişliğinde ve şeridin brüt eni boyunca toproll izli bir numune,

-striagram makinası,

-dimetil ftalat,

-fotograf kağıdı,

-fotograf banyoları,

-karanlık oda gereklidir.

1.2.1 STRIAGRAM MAKİNASI

Striagram makinası taşıyıcı şase, numunenin içinde hareket ettiği havuz, optik düzen ve hareketleri sağlayan bölümden oluşur. Numune cam şeridin içinde hareket ettiği havuz paslanmaz çeliktedir. Cam hareketli bir kızağa bağlanır. Havuz ışık kırma indisi caminkine çok yakın olan organik madde, dimetil ftalat, ile doludur.

Optik düzen bir ışık kaynağı, mercekler, pinhole (iğne deliği) ve fotoğraf kağıdının takıldığı dönen kısımdan oluşur.

1.2.2 STRIAGRAM ÇEKİMİ

Camın çekiş yönüne dik 2.5 cm genişliğinde ve şeridin brüt eni (yaklaşık 350 cm) boyunca toproll izli bir numune alınır. Numune havuza sığmadığından üç eşit parçaya bölünür ve üst kısımları işaretlenir.

Camlar iyice yıkanır ve kurulanır. Parçalar sıra ile üst yüzeyleri altta olacak şekilde hareketli kızak üzerine sabitlenir. Aydınlatma ışığı kapatılır, kırmızı ışık açılır ve fotoğraf kağıdı dönen silindire yerleştirilir.

Işık kaynağı devreye alınır, ancak ışık demetinin mercekler üzerine düşmesi sistemin hareketi ile başlatılır.

Işın demeti optik düzenden geçerek havuzun ortasındaki optik pencere vasıtasıyla numune camın kalınlığındaki görüntüyü fotoğraf kağıdına aktarır.

Fotograf kağıdı banyolardan geçirilince camın boyu çok kısalmış ama kalınlığıda çok çok arttırılmış görüntüsü elde edilir. Bu görüntü striagramdır, camın düzenli veya düzensiz tabakalı yapısını; bir başka deyişle strialarını gösterir. Trakya Cam Sanayii A.Ş. de striagram için renksiz (siyah-beyaz) fotoğraf kağıdı kullanılmaktadır.

Striagramların düzenli çekimi ve takibi ile ergitme bölgesindeki harman halısının yer değişimi, harman kompozisyonundaki olabilecek veya yapılan önemli değişiklik, cam akımlarındaki değişimler, boyun karıştırıcıların yer ve çalışmaları izlenebilmektedir.

2-BOYUN KARIŞTIRICILARIN TABAKALAŞMAYA OLAN ETKİSİ

1 ve 2 nolu slayt grupları karıştırıcıların cam şeridindeki tabakalaşmaya olan etkisini göstermektedir.

Cam şeridinde görülen tabakalaşmayı boyun karıştırıcılar sağlamaktadır. Boyun karıştırıcılar 6 adet olup boyun bölgesinde klasik yönlerinde dönmektedir.(Şekil 1).Klasik hızda 13 devir / dakika dır.

Karıştırıcıların (veya mikserlerin) mevcut yerleri ve dönüş yönleri işletme tarafından önerilmiş ve model çalışmaları ile onaylanmıştır.Şekildeki klasik çalışmada ortadaki cam akımının geniş, hızlı ve karışarak ilerlediği model çalışmasında görülmüştür.

1 nolu striagram grubu ele alındığında en üst fotoğrafta cam şeridindeki tabakalaşma görülmektedir. Şeridin orta alt kısmında ise dinlendirme cam akımlarının kesişme noktası görülmektedir.Striagram çalışmaları şeridin 2/3 lık ve üst bölümünü ergitmeden gelen camın, alt bölümünü ise dinlendirme bölgesi camının oluşturduğu tespit edilmiştir.Şeridin üst kısmını ise taze ergimiş cam teşkil etmektedir.1nolu striagram grubunun ilk striagramında karıştırıcılar çalıştığı için cam tabakaları gözlenmektedir. Karıştırıcılar durdurulduğunda üst taraftaki tabakalaşma hemen yok olmakta kısa bir süre sonra tüm şeritte bir karmaşa izlenmektedir.

Karıştırıcıların olmaması nedeni ile cam şeridinde tabakalaşma yok olmakta, homojenizasyon bozulmaktadır.Şeridin her noktasında optik özelliklerin aynı olma özelliği azalmaktadır.

2 Nolu slayt grubundan görüleceği üzere boyun karıştırıcıların 2 devir / dakika gibi düşük bir hızda bile devreye alınması durumunda tabakalaşma camın üst kısmında hemen başlamakta; zamana bağlı olarak dinlendirme camının tabakalaşmasını da sağlamaktadır.

3-ŞTRİAGRAMLA RENKSİZ CAM ÜRETİMİNDEN RENKLİ CAM ÜRETİMİNE GEÇİŞİN TAKİBİ

3 Nolu slayt grubunda renksiz cam üretiminden füme cam üretimine geçişin başlangıcı görülmektedir. Şeridin en üst kısmını ergitmeden gelen taze füme cam oluşturduğu için beyaz renkli görünümdeydir. Şeridin üst kısmı renklenmektedir.Belirli bir düzen yoktur.Farklı renkli cam hatları açık renkli cam bantlarını oluşturmaktadır.Renksiz cam üretiminden renkli cam üretimine geçişte reamlar artmaktadır. Reamların en yüksek olduğu yerlerde tabakalar cam şeridine çoğunlukla dik olmaktadır.Renkli bir fotoğraf kağıdında renklenme daha kolay izlenebilir.

4 nolu slayt grubundan görüleceği üzere cam renklendikçe striagram beyaz bir kağıda dönüşmektedir.Yetersiz ışık geçişi nedeniyle fotoğraf kağıdı beyaz duruma geçince optik düzenek ile oynandı ve sonuçta en altta görülen striagram elde edildi.Oluşan mantarsı yapıyı yok etmek için karıştırıcıların aynı yöne çevrilmesine karar verildi, 2 ve 4 nolu mikserler ters yöne çevrildi.

5 nolu slayt grubundan da görüleceği üzere bu işlem ile camın sol tarafında bir iyileşme görüldü.Bunun üzerine sağ tarafıda düzeltmek için 2-3-4 ve 5 nolu boyun karıştırıcılar ters yöne çevrildi. Ancak mantarımı

yapılar büyümeye ve de sol taraf bozulmaya başlayınca soldan sağa doğru olan karıştırıcı yönüne tekrar geçilmiştir. Mantarimsı yapının yönlerle yok olduğu 6 nolu slayt grubunda görülmektedir.6. gruptaki en alt striagram füme renkli cama aittir, burada düzgün tabakalar görülmektedir.

Bu striagram topluluğunda ayrıca kanal öncesi ve kanal hizasında oluşan iki adet wollastonit hata kaynağı belirlendi.Karıştırıcı yönlerinin soldan sağa doğru çevrilmesi nedeniyle soldaki hata kaynağının sağa doğru hareket edip yok olduğu da gözlenmiştir.

4- RENKLİ CAM ÜRETİMİNDEN RENKLİ VE RENKSİZ CAM ÜRETİMİNE GEÇİŞİN İZLENMESİ

Striagramların çekildiği fotoğraf kağıdının renksiz oluşu nedeniyle striagram için alınan 2.5 cm kalınlığındaki numuneler ayrıca güneş ışığında göz ile izlenmiştir.

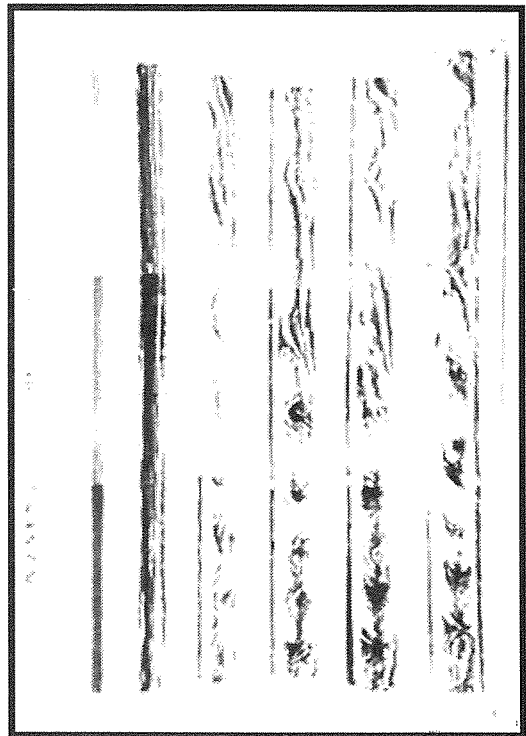
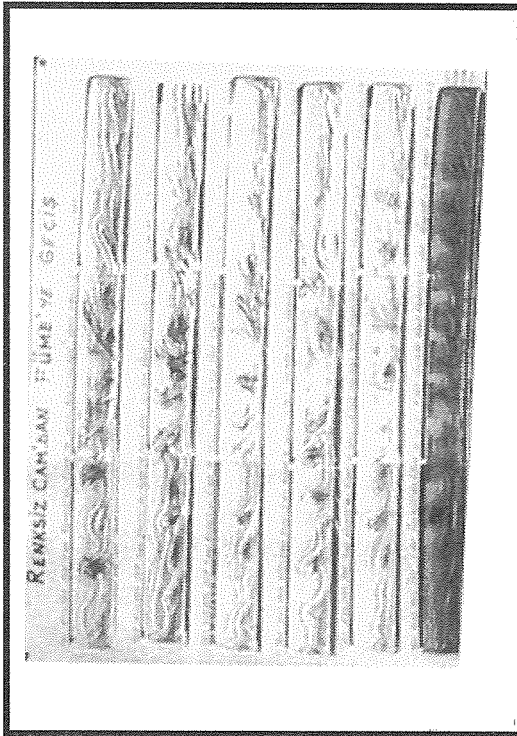
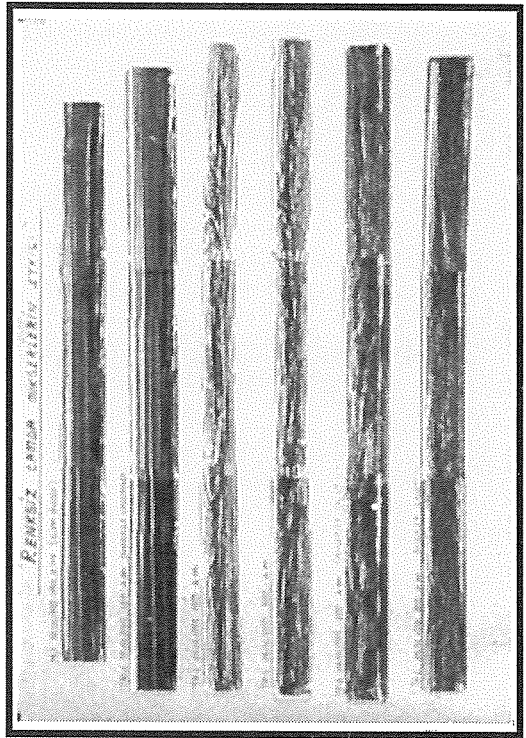
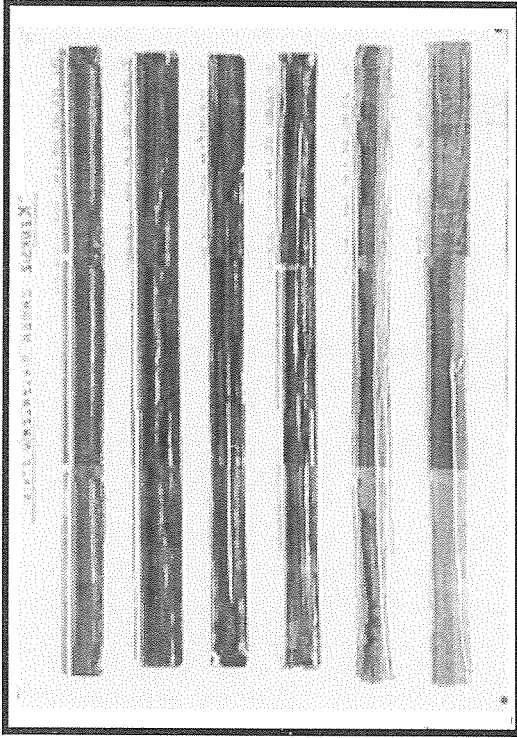
Füme renkli cam üretiminden bronz renkli cam üretime geçiş sırasında reamlar artmamış, şeridin bölümleri arasında ton farklaşması görülmüştür.7, 8 ve 9 nolu slayt gruplarında mantarimsı yapının olmadığı görülmektedir. 10 (16) nolu slayt grubu wollastonit kaynağını yok etmek için yapılan özel bir çalışmaya yönelik hazırlandı.Burada boyun soğutucu kaldırma işleminin beklenen olumlu etkisi resim olarakta gözlenmiştir.

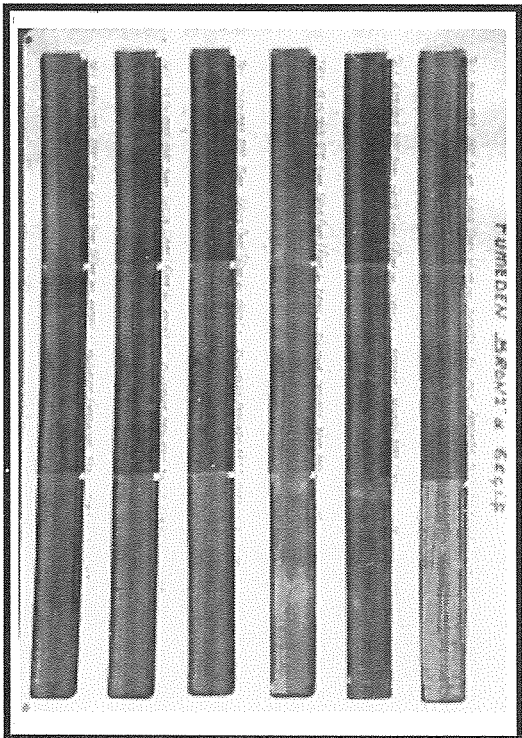
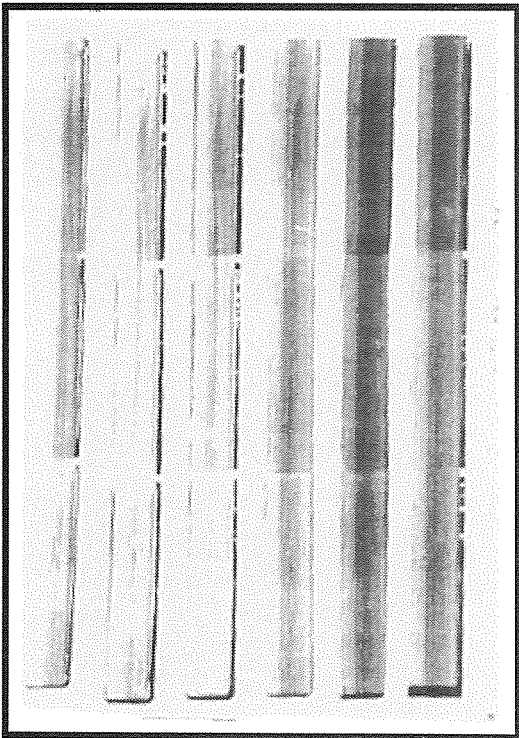
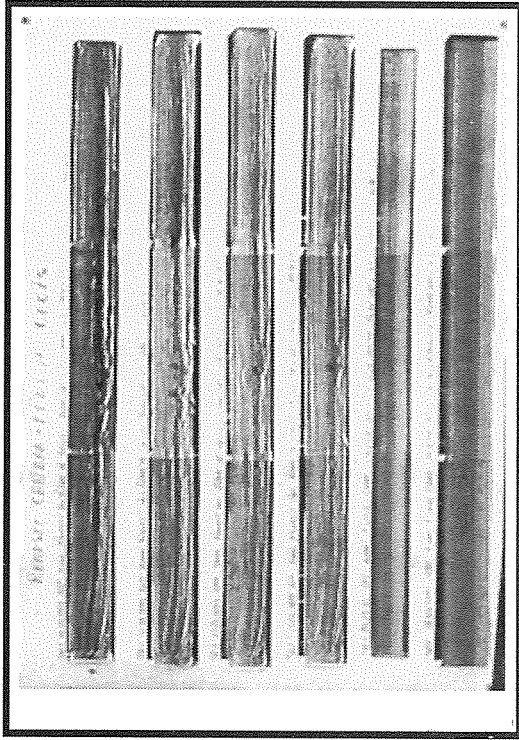
11.-15. slayt grupları bronz renkli cam üretiminden renksiz cam üretime geçişi göstermektedir.Geçişin başında mikser devirleri arttırıldı, ancak 11. grupta önemli bir farklılık gözlenmedi.12. grubun ilk iki slaytı boyun karıştırıcıların değiştirildiği anı göstermektedir.Karıştırıcıların olmaması ve renk geçişinin sürmesi nedeniyle reamlarda önemli bir artış olmuştur.1-2 ve 5-6 nolu boyun karıştırıcılar devreye alınmış ancak olumlu bir etki gözlenmemiştir. 13. grupta renk geçişinin oluşturduğu karmaşa ve reamlar görülmektedir.Buradaki 4. striagramda 3 ve 4 nolu boyun karıştırıcıların devreye alınmasıyla tabakalaşmanın etkin olarak başladığı görülmektedir.Model çalışmasının sonuçlarına uygun bir yapı gözlenmiştir.Ortadaki karıştırıcıların çalışmasıyla reamlarda önemli bir azalma olmuştur. 14 ve 15. slayt gruplarında tüm boyun karıştırıcılar önce sağdan sola sonra soldan sağa doğru çevrilmiştir.Hareketin başladığı kenarda tabakalaşmanın daha düzgün olduğu görülmüştür.

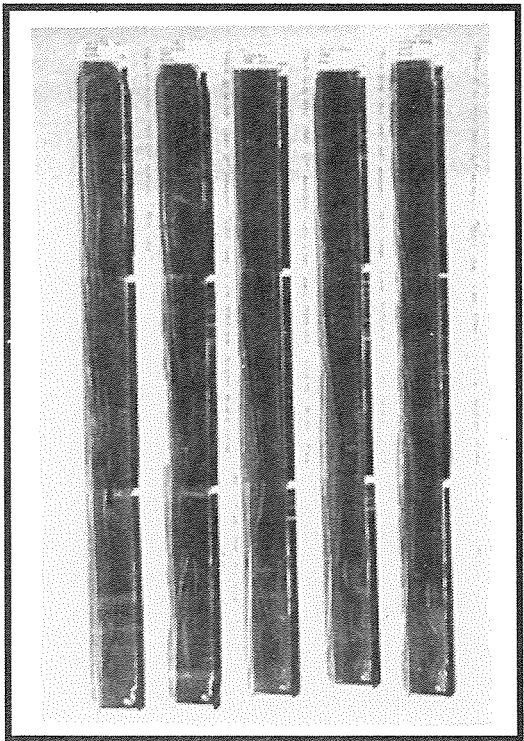
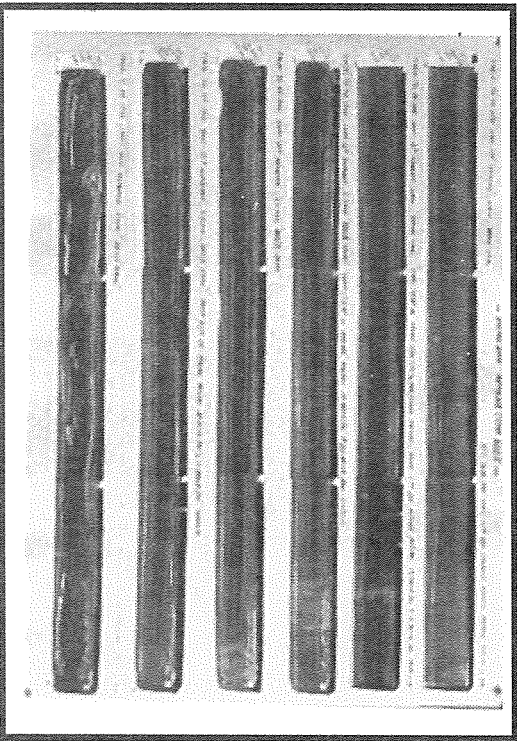
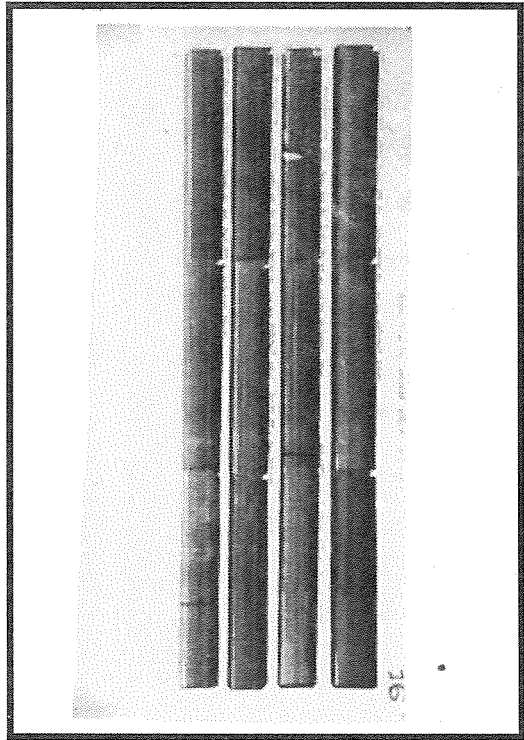
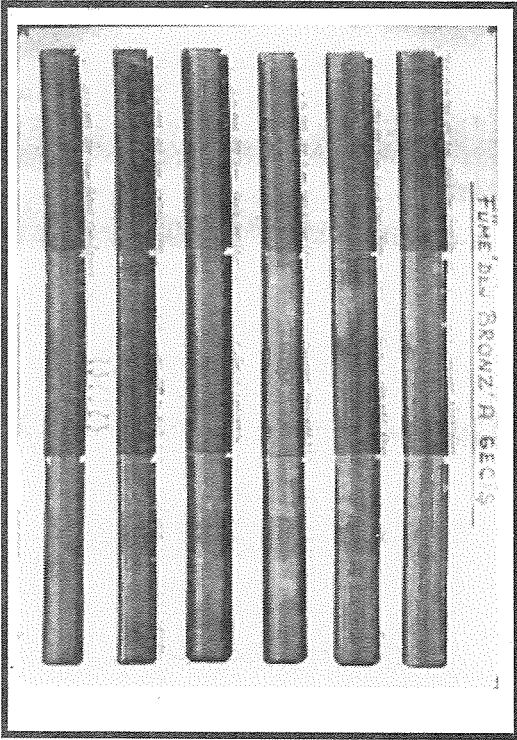
5-SONUÇ

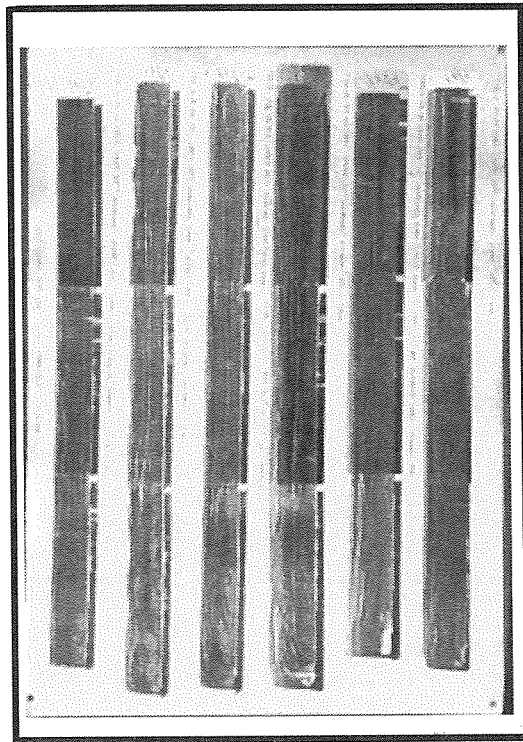
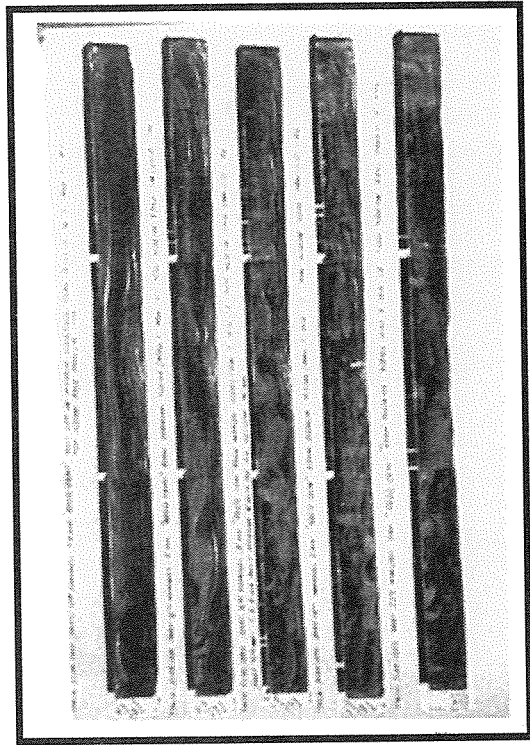
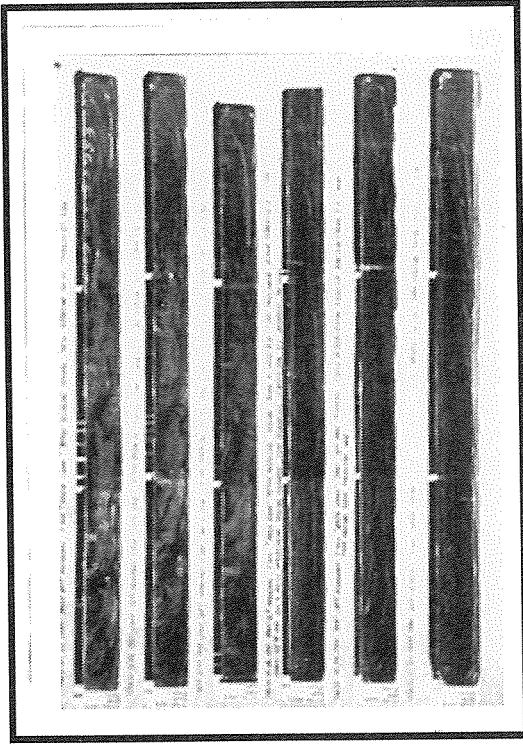
Boyun karıştırıcılar tabakalaşma ve dolayısıyla homojenizasyona neden olmaktadır.karıştırıcıların striagramdan görülen etkisi model çalışması ile uyumludur.

Renksiz cam üretiminden renkli cama veya renkli cam üretime renksiz cama geçerken tabakalaşma bozulmakta ve reamlar artmaktadır. Renkli camdan renkli cama geçerken tabakalaşma bozulmamakta ve önemli bir ream artışı olmamaktadır.









REJENERATÖR ISI TRANSFERİ HESABI

Vahit ÇİFTÇİ - Ertuğrul ERSOY

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Kararlı durumda çalışan cam fırın rejeneratörlerindeki sıcaklık profilinin çıkarılması ve Rejeneratör veriminin hesaplanması için, rejeneratör dolguları boyunca meydana gelebilecek ısı transferlerinin dikkate alınmasıyla modellenen denklemlerin bilgisayar diline çevrilmesi ve bilgisayar yardımıyla çözülmesi işlemi yapılmıştır.

Denklemlerde, farklı fiziksel ve kimyasal yapı ile farklı geometrik yapıya sahip dolgu malzemeleri dikkate alınmış, rejeneratör örüm şekli, rejeneratör ölçüleri, fırın enversiyon süreleri ve benzeri çeşitli değişkenler dikkate alınarak fırın rejeneratör verimleri hesaplanmıştır.

Isı transferleri hesabında Radyasyonla olan ısı geçişleride dikkate alınmıştır.

Bilgisayarla bulunan değerler fiili sonuçlarla karşılaştırılmış ve yaklaşık değerler bulunmuştur.

1.GİRİŞ

Rejeneratif sistemle çalışan birçok cam fırınları, Demir çelik fırınları ve benzeri fırınlar mevcuttur.Bu fırınların Rejeneratörlerinde çeşitli şekil ve ebatlarda değişik tip ve örüm şekillerinde olmak üzere çeşitli refrakter tuğlalardan yapılmış dolgu malzemeleri kullanılmaktadır.

Bu malzemeleri imal eden bir hayli üretici firma mevcuttur.Üretici firmaların ürünlerine bağlı olarak refrakter dolgu malzemeleri fiziksel özellikleri ve fiyatları da farklıdır.Bu çok değişken malzemelerin seçiminde 3 önemli faktör rol oynamaktadır.

- a) Malzemelerin refrakterlik özellikleri
- b) Rejeneratör sistemlerinin termal verimlilikleri
- c) Refrakter malzemelerin fiyatı

Değişken özellik ve yapıdaki malzemelere bağlı olarak Rejeneratörlerdeki sıcaklık dağılım profili ve Rejeneratör verimliliklerinin bilinmesi durumunda Refrakter dolgu tuğlası seçimi daha sağlıklı yapılabilir.

Rejeneratörlerdeki sıcaklık dağılımı ve Rejeneratör verimlilikleri ile ilgili literatürde bir hayli çalışmalar bulunmasına rağmen, bilgisayar programları ve bunların açıklamaları ticari maksatlar nedeniyle tam olarak makalelerde yer almamaktadır.

Bu makale, farklı fiziksel ve kimyasal yapı ile farklı geometrik yapı ve örgü tipine sahip rejeneratör dolguları boyunca sıcaklık dağılımları ve Rejeneratör verimliliklerinin matematiksel modellenmesi ve bu modelin nümerik analiz yöntemleri kullanarak bilgisayar yardımıyla çözümünün içermektedir.

2.HESAP METODU

2.1. Matematiksel Modelleme

Rejeneratörlerdeki sıcaklık dağılımı ve Rejeneratör verimliliğinin hesabı, rejeneratöre giren baca gazının rejeneratörü terkedinceye kadar yaptığı ısı alışverişi ile yakma havasının rejeneratör boyunca ısınarak fırın içine girmesi esnasındaki ısı dengesinin modellenmesi ve çözümü prensibine dayanmaktadır.

2.1.1. Bacagazı Giriş Tarafı Isı Dengesi

Herhangi bir rejeneratöre giren bacagazının miktarı ve sıcaklığı bilindiğine göre, dolgu üstü bacagazı enerjisi

$$Q_n = M_g \times (C_p) \times g \times T_g \dots \dots \dots (1)$$

$$(C_p) \times g = f (T_g) \dots \dots \dots (2)$$

olarak hesap edilebilir.

- M_g : Rejeneratöre giren Toplam bacagazı miktarı.....(kg / h)
 $(C_p) \times g$: Sabit basınçtaki bacagazı ısınma ısısı.....(KCal / kg °C)
 T_g : Bacagazının Rejeneratöre giriş sıcaklığı.....(°C)
 Q_n : Rejeneratöre giren toplam ısı enerjisi.....(KCal / h)

Toplam bacagazı enerjisi (Q_n)' nin Rejeneratör dolgularını terkedinceye kadarki dağılımı **Şekil:1** de de gösterildiği tarzda aşağıdaki şekilde bilinmektedir.

$$Q_n = Q_w + Q_{Br} + Q_{FI} + Q_E \dots \dots \dots (3)$$

Burada

- Q_w : Rejeneratör duvarı yüzeylerinden kaybolan enerji
- Q_{Br} : Bir rejeneratöre ait toplam dolgu tuğlalarının absorbe ettiği enerji
- Q_{FI} : Varsa içeri sızan havaya verilen ısı enerjisi
- Q_E : Rejeneratör dolgu altı bacagazı çıkış enerjisi

$$Q_{FI} = 0 \dots \dots \dots (4)$$

kabul edilebilir, bu taktirde **3 Nolu** denklem

$$Q_n = Q_w + Q_{Br} + Q_E \dots \dots \dots (5)$$

şekline gelir.

Rejeneratör duvar kaybı (Q_w), duvar kalınlıklarına ve izolasyon durumlarına bağlı olarak ayrı bir bilgisayar programıyla hesaplatılabilir. Q_w değeri, dolgu cinsi ve özelliklerine bağlı olmadığından ve miktarı da diğer enerjilere göre çok küçük olduğundan bu değer ihmal edilebilir (**literatür 3 ve 5**)

$$Q_w = 0 \dots \dots \dots (6)$$

Bu çalışma Q_w değerini de içermektedir. Q_w değeri, tarafımızca geniş kapsamlı olarak hazırlanmış '**Refrakter yapı izolasyon hesabı**' adlı program yardımıyla bulunarak yerine konabilir.

Rejeneratör dolgu altı bacagazı çıkış sıcaklığı (T_g) alt İLK DEĞER olarak tahmin edilip, Toplam Dolgu tuğlalarının bacagazından çektiği enerji yaklaşık

$$Q_B = Q_n - M_g \times (C_p g)_{alt} \times (T_g)_{alt} \dots \dots \dots (7)$$

$$(C_p g)_{alt} = f (T_g)_{alt} \dots \dots \dots (8)$$

olarak hesap edilebilir.

Burada

$(C_p g)_{alt}$: Sabit basınçtaki bacagazı dolgu altı ısınma ısısı (KCal / kg °C)

$(T_g)_{alt}$: Bacagazının dolgu altı çıkış sıcaklığı(°C)

Dolgu tuğlalarının absorbe ettiği enerji (Q_{Br}) ise,

$$Q_B = Q_{Br} - Q_w \dots \dots \dots (9)$$

olarak hesap edilir.

2.1.2. Hava Giriş Tarafı Isı Dengesi

Port Yakıt tüketimine bağlı olarak herhangi bir rejeneratöre giren yakma havası miktarı ve sıcaklığı bilindiğine göre yakma havası giriş enerjisi (Q_{NH}),

$$Q_{NH} = M_{\text{hava}} \times (C_p)_{\text{hava}} \times T_{\text{hava}} \dots\dots\dots(10)$$

$$(C_p)_{\text{hava}} = f(T_{\text{hava}}) \dots\dots\dots(11)$$

olarak bilinmektedir.

2.2. Teorik Esaslar ve Nümerik Yöntemler

Baca gazından dolgu tuğlalarına veya dolgu tuğlalarından yakam havasına olan ısı transferi hesabı için, (5) numaralı **ısı denge denklemi** rejeneratör dolgularının her bir elemanı (herbir sıra ve herbir göz açıklığı) için aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$q_n(J,I,M) = q_w(J,I,M) + q_{Br}(J,I,M) + q_n(J,I,M+1) \dots\dots\dots(12)$$

$q_n(J,I,M)$: Dalguların en üstünde her bir gözden içeri giren ısı potansiyeli

$q_w(J,I,M)$: Her sıradaki birim boşluk alanını çevreleyen dolgu tuğlalarının payına düşen rejeneratör duvar kaybı.

$q_{Br}(J,I,M)$: Her sıradaki birim boşluk alanını çevreleyen dolgu tuğlalarının absorbe ettiği enerji

$q_n(J,I,M+1)$: Bir sonraki ısı potansiyeli.

J : Enversiyon süresi içinde veri alınacak zaman intervallerini gösterir (burada $J=3$ 'tür, yani veriler; enversiyon başında, enversiyon ortasında ve enversiyon sonunda alınmıştır.)

I : Rejeneratörde kullanılan dolgu çeşidi sayısını gösterir. (Örnek: örümde yukarıdan aşağıya 4 çeşit malzeme kullanılmışsa $I=4$ 'tür. Yüksek magnézitli, krom kaplı, yüksek alüminalı, düşük alüminalı tuğla gibi)

M : Hesabı yapılan elemanların dolgu üstünden itibaren kaçınıcı sıra olduğunu gösterir.

Birim enerjinin İLK DEĞERLERİ aşağıdaki şekilde hesap edilir:

$$q_n(J,I,M) = Q_n / (\text{Göz açıklığı sayısı} = \text{Sabit}) \dots\dots\dots(13)$$

$$q_w(J,I,M) = Q_w / (\text{Göz açıklığı} \times \text{sıra sayısı}) \dots\dots\dots(14)$$

$$q_{Br}(J,I,M) = Q_{Br} / (\text{Göz açıklığı sayısı} \times \text{sıra sayısı}) \times (C_p)g(J,I,M) /$$

$$((Cp) g + (Cp) g_{alt}) / 2) \dots\dots\dots (15)$$

Ayrıca **ilk değer ısı transferi** elemanları olarak bilinen **büyüklikler**, baca gazı'nın rejeneratöre giriş sıcaklığı (Tg) ve Yakma havasının rejeneratöre giriş sıcaklığı (T hava) 'nın birer fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde **Formüle edilebilir:**

Baca gazı yoğunluğu değişimi	(Ro) g	= f (Tg)	(16a)
Baca gazı ısınma ısı değişimi	(Cp) g	= f (Tg)	(16b)
Baca gazı ısı iletim katsayısı değişimi	(k) g	= f (Tg)	(16c)
Baca gazı vizkozite değişimi	(V) g	= f (Tg)	(16d)
Yakma havası yoğunluğu değişimi	(Ro) hava	= f (T hava)	(17a)
Yakma havası ısınma ısı değişimi	(Cp) hava	= f (T hava)	(17b)
Yakma havası ısı iletim katsayısı	(k) hava	= f (T hava)	(17c)
Yakma havası vizkozite değişimi	(V) hava	= f (T hava)	(17d)

Ayrıca **Dolgu göz açıklıkları, örüm şekilleri, sıra sayısı, Rej kesit alanı, port yakıt tüketimi vb. gibi** bilinenlerden gidilerek, birim boşluk alanı (bir göz elemanı) için, **ısı transfer yüzeyi, birim gözden geçen bacagazı ve yakma havası miktarı ve hızı bulunur.**

Böylece bacagazı ve yakma havasına ait ilk değer Reynolds (Re) sayısı bulunur.

$$Re = v \times dh / V \dots\dots\dots(18a)$$

Nuselt sayısı (Nu)

$$Nu = A+B \times Re \dots\dots\dots(18c)$$

şeklinde hesap edilir.

"A" ve "B" değerleri dolgu tipine bağlı olarak değişen katsayılar olup **Referans (1)**'de verilmiştir. Böylece konveksiyon film katsayısı (hc)

$$hc = Nu \times k / dh \dots\dots\dots(18c)$$

Toplam ısı transferi katsayıları (hT) ise,

$$\text{Baca gazı için } \dots\dots\dots (hT)g = (hc)g + (hR)g \dots\dots\dots(18d)$$

$$\text{Yakma havası için } \dots\dots\dots (hT)hava = (hc)hava + (hR)hava \dots\dots\dots(18e)$$

Burada :

- dh : Dolgu göz açıklığı eşdeğer hidrolik çapı
- v : Dolgu göz boşluklarındaki gaz veya hava hızı
- hR : Radyasyon film katsayısı olup referans (3) sayfa 42'deki grafik formüle edilerek kullanılmıştır.

Refrakter malzeme **Emissivite değeri** $E = 0.4 \dots\dots\dots(19)$
olarak alınmıştır (**Referans No 7**).

Böylece rejenaratör boyunca **Baca gazı sıcaklık değişimleri** $T_g (J,I,M)$, **Dolgu tuğlaları cidar sıcaklık değişimleri** $T_{Br} (J,I,M)$ ve **Yakma havası sıcaklık değişimleri** $T_{hava} (J,I,M)$ aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$T_g (J,I,M+1) = q_n (J,I,M+1) / ((mg \times Cp)g (J,I,M)) \dots\dots\dots (20)$$

Enversiyon başında ($J=1$) yani " $t=0$ " anında **Tuğla cidar sıcaklıkları**

$$T_{Br} (J,I,M+1) = T_g (J,I,M+1) - (q_{Br} (J,I,M+1) - q_w) / ((hT) g (J,I,M+1) \times dA) \dots\dots\dots (21)$$

Burada :

mg : Bir rejenaratör göz boşluğundan geçen baca gazı miktarı
 dA : Birim boşluk ısı transfer yüzeyi

Enversiyon ortasında ve enversiyon sonunda **Tuğla cidar sıcaklıkları**

$$T_{Br} (J,I,M+1) = T_g (J,I,M+1) - (T_g (J,I,M+1) - T_{Br} (J,I,M+1)) \times S \dots\dots\dots (22)$$

$$S \dots\dots\dots = e ((hT)g (J,I,M+1) \times dA / v \times Cp(i) \times \rho_o (i) \times t \dots\dots\dots (23)$$

Burada dA , v , $Cp(i)$, $\rho_o(i)$:birim rerakter dolgu malzemesinin ısı transfer yüzeyini, hacmini, ısınmasını ve yoğunluğunu t : **zamanı** göstermektedir. Denklem (21) ve (22)'ye bağlı olarak birim refrakter elemanınin çektiği enerji :

$$q_{Br} (J,I,M+1) = (hT)g(J,I,M+1) \times dA \times (T_g(J,I,M+1) - T_{Br}(J,I,M+1)) \dots\dots\dots (24)$$

olarak bulunur.

Çevrim içerisinde herbir eleman için tek tek ve adım adım cidar sıcaklıkları ve çevre sıcaklıkları, enversiyon başlangıcı, enversiyon ortası ve enversiyon sonu olmak üzere üç safhada hesaplanır.

Enversiyon sonu çevriminden hemen sonra yakma havası çevrimi başlatılır.

Bacagazı çevrimi esnasında **ilk değer** refrakter dolgu cidar sıcaklıkları $T_{Br}(J,I,M)$ yukarıdaki çevrimden bulunmuştu. Bu cidar sıcaklıkları kullanılarak yakma havasına transfer edilen ilk değer hava sıcaklık değerleri $T_{hava} (J,I,M)$ yine enversiyon başı, enversiyon ortası ve enversiyon sonu olmak üzere üç safhada hesaplanır.

Sonra, yukarıda anlatılan safhalarda bulunan sıcaklıklar aşağıda denklemi verilen (referans no:2, sayfa 665) sıcaklık denge denklemi ile kontrol edilir.

Sıcaklık denge denklemi :

$$T_{Br} (2,1,1) = \frac{T_g (2,1,1) \times (hT)g (2,1,1) + (T_{hava} (2,1,1) \times (hT)_{hava}(2,1,1))}{(hT)g (2,1,1) + (hT)_{hava} (2,1,1)} \dots\dots\dots (25)$$

Formüldeki **semboller**, Enversiyon ortası dolgu tuğlaların en üst sırasındaki sıcaklık ve ısı transferi katsayılarını göstermektedir.

(25) No'lu denklem gerçekleşinceye kadar, (7) numaralı denklemde **ilk değer** olarak kullanılan rejenaratör altı **baca gazı çıkış sıcaklığı** (T_g) alt artırılarak veya azaltılarak program baştan itibaren çalıştırılır. (25) No'lu denklem gerçekleşikten sonra **Bilgisayardan çıktı değerleri alınır**. Bu son

$$n t = \frac{M_h \times ((C_p)_{h-üst} \times (Th)_{üst} - (C_p)_{h-alt} \times (Th)_{alt})}{M_g \times ((C_p)_{g-üst} \times (Tg)_{üst}) - M_h \times ((C_p)_{h-alt} \times (Th)_{alt})} \quad (27)$$

2.3 BİLGİSAYAR ÇÖZÜMLERİ

Ek-2 Bilgisayar girdi değerlerini, Ek-3 bilgisayar çıktı değerlerini göstermektedir.

2.3.1. Bilgisayar Çıktılarının Karşılaştırılması

Aşağıda düzenlenen karşılaştırma **Tablo**'su Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 1.Fırın, göz açıklığı 140x140 mm."closed chimney" olan 3 No'lu rejeneratör odası esas alınarak hazırlanmıştır.

Sıcaklıklar, Enversiyon ortası (15 dakika sonra) sıcaklık değerleridir ve (°C) cinsinden alınmıştır.

SICAKLIK YERLERİ	BİLGİSAYAR ÇIKTI DEĞERLERİ	ÖLÇÜM DEĞERLERİ		1.Fırın 1988 Soğuk Tamir Firma Tekliflerine ait bilgisayar değerleri		
		Kasım 92	Eylül 89 Araş. Md.lüğü Optik prometre değerleri	RADEX	DIDIER	SEPR.
Dolgu üstü Bacagazı giriş Sıcaklığı (°C)	1500	-	1556	1419	1400	1400
Dolgu üstü Yakma Havası Gir. Sıcaklığı (°C)	1126	-	1268	1215	1285	1140
Dolgu üstü Tuğla cidar Sıcaklığı (°C)	1424	-	-	1388	-	-
Dolgu altı Bacagazı çıkış Sıcaklığı (°C)	473	450	483	528	544	505
Dolgu altı Tuğla cidarı Sıcaklığı (°C)	284	-	-	390	-	-
Dolgu altı Yakma havası Gir. Sıcaklığı (°C)	140	140	170	80	100	50
Rejeneratör Termik verimi %	66.7	-	-	-	62.5	64.5

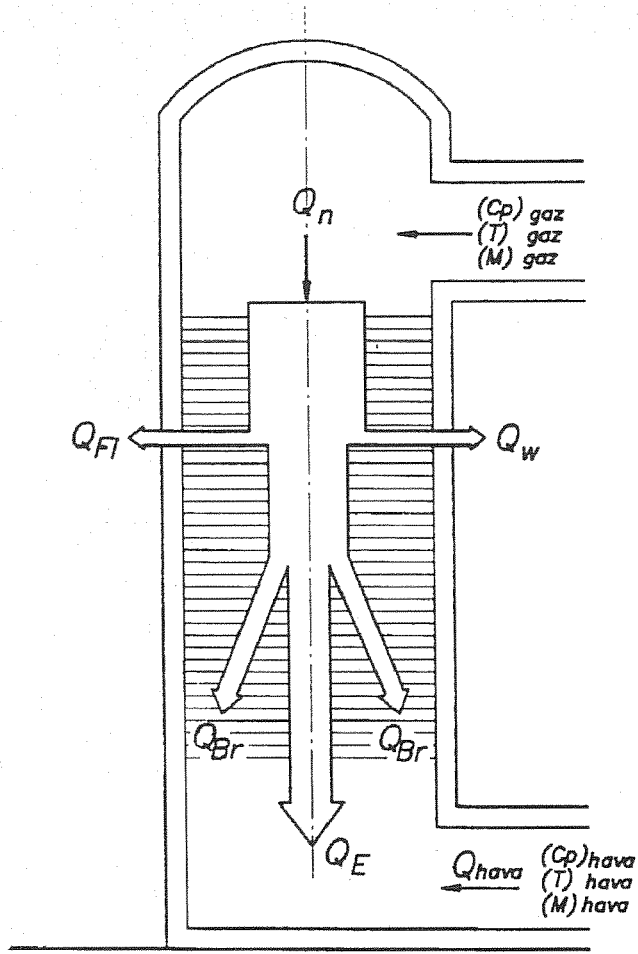
3.SONUÇ

Tablodan görüldüğü gibi Bilgisayar çıktı değerleri, ölçülmüş fiil ve firmaların tekliflerindeki hesaplanmış değerlerle mukayese edildiğinde oldukça yakın değerler göstermektedir. Hızlanan bu bilgisayar programı, **Ek-2'**de verilen çok az sayıdaki girdilerle **Ek-3'**de gösterilen çıktı değerlerini birkaç dakika gibi kısabir zamanda verilmektedir.

Bu çıktı değerleri sonucu, çeşitli dolgu tiplerine ve refrakter malzeme cinslerine bağlı olarak rejeneratör boyunca **sıcaklık dağılım profili** çıkartılıp **rejeneratör verimleri** hesaplatılır ve böylece en Uygun rejeneratör dolgu tipi ve malzeme cinsi seçilebilir.

REFERANSLAR

- 1) SCHMALENBACH Bernhard "Regenerator calculations by an Automatic Program New Developments in Theory and practice" Dider Information, 1990
- 2) KERN Donald Q., Prosess Heat Transfer, Mc Craw-Hill International Book Com
- 3) TRINKS W. and MAWHINNEY M.H., Industrial Furnaces, 5 th edition, JOHN WILLEY & SONS INC., 1961, Page 42.
- 4) UZUN Hüseyin "Rejeneratör tasarımı ve dolgu malzemelerinin seçiminde rol oynayan faktörler".
T.Ş.C.F.A.Ş 6. Cam Problemleri Sempozyumu,1990
- 5) GILBERT S.W. and LIPPERT J.W. "Computer model Used to Evalute Regenerator System"
38th pasific Coast Regional Meeting of the American Ceramic Society, held Oct. 27-30,1985 in Irvine, Calif.
- 6) KAKAÇ Sadık, Isı iletimi, ODTÜ Yayınları, 1982
- 7) E.I. Kazantsev, Industrial Furnace, Mir Publishers, Moskow, 1977



SEKİL 1

REJENERATÖRLERDE ISI ENERJİSİ DAĞILIM DENKLEMİ

$$Q_n = Q_{Fi} + Q_{Fi} + Q_W + Q_{Br} + Q_E$$

Q_n = Bir rejeneratöre giren toplam ısı enerjisi

Q_{Fi} = Varsa içeri sızan havaya verilen ısı enerjisi

Q_W = Rejeneratör duvar yüzeylerinden kaybolan enerji

Q_{Br} = Bir rejeneratöre ait toplam dolgu tuğlalarının absorbe ettiği enerji

Q_E = Rejeneratör dolgu altı baca gazı çıkış enerjisi

BİLGİSAYAR GİRDİLERİ

FIRIN ADINI GİRİNİZ..... : 1 NOLU
FIRIN
TOPLAM DOLGU YÜKSEKLİĞİNİ GİRİNİZ (mm)..... : 7730
TOPLAM REJ ODALARI (Bir taraf) KESİT ALANI(m2)..... : 39.235
FIRIN ERİTME ALANINI GİRİNİZ (m2)..... : 215.775
HESAP YAPTIĞINIZ ODADAKİ MALZEME, CİNSİ SAYISI..... : 4
REJENARATÖR ODA NOSUNU GİRİNİZ..... : 3
REJENARATÖR KESİT ALANINI GİRİNİZ (m2)..... : 8.037
ENVERSİYON SÜRESİ (Saat)..... : 0.5
TOPLAM SIRA ADEDİ..... : 51
DOLGU ÜSTÜ GAZ SICAKLIĞI (C°)..... : 1500
HAVA FAZLALIK KATSAYISI..... : 1.1
YAKMA HAVASININ REJENERATÖR GİRİŞ SICAKLIĞI....(C°).... : 140

1 inci SEKSİYON

DOLGU GÖZ AÇIKLIĞI(mm) : 140
DOLGU TUĞLAŞI KALINLIĞI(mm) : 40
DOLGU TUĞLAŞI YÜKSEKLİĞİ(mm) : 150
DOLGU TUĞLAŞI UZUNLUĞU(mm) : 220
TUĞLALARI ARASI BOŞLUK(mm) : 0

2 inci SEKSİYON

3 inci SEKSİYON

4 inci SEKSİYONDAKİ 3. SEKSİYON ÖLÇÜLERİNİN AYNIMI (E / H)

MALZEME CİNSLERİ

RADEX SG veya MUADİLİ.....	MgO = >0.95.....	[1]
RADEX EGT veya MUADİLİ.....	MgO = >0.80.....	[2]
RADEX MA veya MUADİLİ.....	MgO => 0.30 ... Al ₂ O ₃ =70	[3]
RADEX SKMTC veya MUADİLİ	MgO = >0.82 ... Cr=6.....	[4]
ŞAMOT.....	Al ₂ O ₃ = 0.42.....	[5]
ŞAMOT.....	Al ₂ O ₃ > 0.42.....	[6]
CURICIFORM. 5312 RX.....		[7]
CURICIFORM. 1682.....		[8]
1 inci SEKSİYONDAKİ TUĞLA CİNSİ.....		: 1
2 inci SEKSİYONDAKİ TUĞLA CİNSİ.....		: 2
3 inci SEKSİYONDAKİ TUĞLA CİNSİ.....		: 3
4 inci SEKSİYONDAKİ TUĞLA CİNSİ.....		: 5

DOLGU TIPLERİ

KAPALI BACA TİPİ (CLOSED CHIMNEY).....	[1]
AÇIK SEPET ÖRGÜ (OPEN BASKET WEAVE).....	[2]
DÜZ KAFES ÖRGÜ (STRAGHT PIGEON HOLE).....	[3]
ŞAŞIRTMALI KAFES ÖRGÜ (STRAGHT PIEGON HOLE).....	[4]
CURICIHORM.....	[5]
BOX BLOCKS.....	[6]
1. SEKSİYONDAKİ DOLGU TİPİ.....	: 1
1. SEKSİYONDAKİ SIRA SAYISI.....	: 9
2. SEKSİYONDAKİ DOLGU TİPİ.....	: 1
2. SEKSİYONDAKİ SIRA SAYISI.....	: 1
3. SEKSİYONDAKİ DOLGU TİPİ	: 1
3. SEKSİYONDAKİ SIRA SAYISI.....	: 9
4. SEKSİYONDAKİ DOLGU TİPİ.....	: 1
4. SEKSİYONDAKİ SIRA SAYISI.....	:20

KULLANILAN YAKIT CİNSİ

[1] FUEL OİL

[2] DOĞAL GAZ

SEÇİMİNİZ : 2

HESAP EDİLEN REJENERATÖR ODASINA AİT YAKIT TÜKETİMİ

(Nm³ / saat) : 406

REJENARATÖR ODASININ DOLGULU KISMA AİT TOPLAM DUVAR

KAYBI (Kcal / h) ... : 20000

Tarih: 16 Kasım 1992

BİLGİSAYAR ÇIKTILARI

1 NOLU FIRIN REJENERATÖR HESAPLARI

3 NOLU REJENERATÖR ODASI HESABI

TOPLAM DOLGU YÜKSEKLİĞİ	: 7,730.000 mm
REJENERATÖR KESİT ALANI	: 8.037 m ²
FIRIN ERİTME ALANI	: 215.775 m ²
ENVERSİYON SÜRESİ	: 30.000 dakika
GÖZ SAYISI	: 248
BİRİM BOŞLUK ALANI	: 0.020 m ²
BİRİM ELEMANI İÇİN ISI TRANSFER YÜZEYİ	: 0.096 m ²
BİRİM ELEMANI İÇİN KATI HACİM	: 0.003 m ³
REJENERATÖR GAZ KÜTLESEL DEBİSİ	: 1.556kg/sn
REJENERATÖR HAVA KÜTLESEL DEBİSİ	: 1.532 kg/sn
GAZIN REJENERATÖRE GİRİŞ HIZI	: 1.730 m/sn
ÖZGÜL REJENERATÖR HACMİ	: 1.406 m ³ /m ²
REJENERATÖR ÜSTÜ YAKMA HAVASI HIZI	: 1.242 m/sn
GAZIN REJENERATÖRE GİRİŞ SICAKLIĞI	: 1.500 °C
HAVANIN REJENERATÖRE GİRİŞ SICAKLIĞI	: 140 °C
BACA GAZI ÇIKIŞ SICAKLIĞI	: 473 °C
YAKMA HAVASI FIRINA GİRİŞ SICAKLIĞI	: 1,126 °C
HAVA FAZLALIK KATSAYISI	: 1.100
TOPLAM REJENERATÖR DUVAR KAYBI	: 20.000 Kcal/h
REJENERATÖR TERMİK VERİMİ	: 66.670 %
PORT YAKIT TÜKETİMİ (DOĞAL GAZ)	: 406 Nm ³ /h

	DOLGU GÖZ AÇIKLIĞI	DOLGU SIRA SAYISI	TUĞLA YÜKSEK.	DOLGU TİPİ	MALZEME CİNSİ
1 inci SEKSİYON	140X140 mm	9	150 mm	CLOSED CHIMNEY	Mg→0.95
2 inci SEKSİYON	140X140 mm	13	150 mm	CLOSED CHIMNEY	MgO→0.80
3 inci SEKSİYON	140X140 mm	9	150 mm	CLOSED CHIMNEY	MgO→0.30Al ₂ O ₃ =0.70
4 inci SEKSİYON	140x140 mm	20	150 mm	CLOSED CHIMNEY	SAMOT Al ₂ O ₃ →<0.42

**** ÇAYIROVA CAM SANAYİİ A.Ş. PROJE BÜROSU ****

ÖRGÜ SIRASI YUKAR.AŞAĞIYA	SICAK PERİYOT ENVERSİYON BASINDAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ		SOĞUK PERİYOT EMERSİYON BASINDAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ	
	GAZ SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI	HAVA SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI
	C°	C°	C°	C°
1	1500.0	1416.4	1153.6	1430.5
2	1476.5	1391.6	1134.5	1427.8
3	1458.0	1372.3	1115.4	1412.8
4	1438.5	1351.8	1096.0	1399.4
5	1419.1	1331.1	1076.4	1386.5
6	1399.6	1311.1	1056.6	1373.4
7	1380.1	1290.6	1035.7	1360.4
8	1360.5	1270.1	1018.8	1347.4
9	1341.0	1249.5	979.9	1334.3
10	1321.3	1228.8	970.7	1321.2
11	1301.7	1208.1	951.2	1272.4
12	1282.0	1187.3	932.8	1241.0
13	1262.2	1166.4	914.7	1218.3
14	1242.5	1145.4	897.2	1194.8
15	1222.6	1124.4	880.1	1171.4
16	1202.8	1103.2	863.6	1147.9
17	1182.9	1082.0	847.7	1124.3
18	1162.9	1060.7	832.3	1100.5
19	1142.9	1039.3	817.6	1076.7
20	1122.9	1017.8	803.3	1052.7
21	1102.8	996.3	791.3	1028.6
22	1082.7	974.6	769.3	1004.4
23	1062.6	952.8	733.3	980.1
24	1042.4	930.9	719.0	983.5
25	1022.1	908.9	705.2	963.5
26	1001.8	886.8	691.7	944.2
27	981.5	864.6	678.7	925.0
28	961.1	842.2	666.1	905.6
29	940.6	819.7	653.8	886.2
30	920.1	797.1	642.7	866.7
31	899.6	774.4	627.1	847.1
32	879.0	751.5	415.9	827.4
33	858.4	728.4	398.1	794.4
34	837.7	705.2	380.6	772.6
35	816.9	681.8	363.4	750.1
36	796.1	658.3	346.6	727.5
37	775.3	634.6	330.2	704.8
38	754.4	610.6	314.3	681.9
39	733.4	586.5	298.7	658.8
40	712.4	562.2	283.5	635.5
41	691.3	537.7	268.8	612.1
42	670.2	512.9	254.6	588.5
43	649.0	488.0	240.8	564.6
44	627.7	462.7	227.5	540.6

45	606.4	436.5	214.8	516.4
46	585.0	409.8	202.3	491.9
47	563.6	382.7	190.4	467.3
48	542.1	355.1	179.2	441.7
49	520.5	326.9	168.6	415.6
50	498.9	298.1	158.7	389.1
51	477.2	268.6	149.6	362.2
52	455.4	238.4	140.0	334.7

ÖRGÜ SIRASI YUKAR.AŞAĞIYA	SICAK PERİYOT 15 DAKİKA SONRAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ		SOĞUK PERİYOT 15 DAKİKA SONRAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ	
	GAZ SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI	HAVA SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI
	°C	°C	°C	°C
1	1500.0	1423.5	1125.7	1423.5
2	1476.5	1411.6	1106.1	1411.6
3	1462.1	1391.5	1086.7	1391.5
4	1445.7	1374.5	1067.4	1374.5
5	1429.7	1357.8	1048.0	1357.8
6	1413.6	1341.1	1028.7	1341.1
7	1397.5	1324.3	1008.7	1324.3
8	1381.3	1307.5	992.5	1307.5
9	1365.1	1290.7	956.4	1290.7
10	1348.9	1273.8	938.7	1273.8
11	1333.8	1236.1	919.9	1236.1
12	1310.4	1205.6	902.0	1205.6
13	1288.5	1182.4	884.6	1182.4
14	1266.3	1158.7	867.7	1158.7
15	1244.1	1135.0	851.4	1135.0
16	1221.8	1111.2	835.6	1111.2
17	1199.5	1087.3	820.5	1087.3
18	1177.2	1063.3	806.0	1063.3
19	1154.7	1039.1	792.2	1039.1
20	1132.3	1014.8	778.9	1014.8
21	1109.7	990.4	767.8	990.4
22	1087.2	965.9	747.6	965.9
23	1064.5	941.2	708.1	941.2
24	1042.2	952.4	694.4	952.4
25	1026.6	934.7	681.0	934.7
26	1009.8	916.7	667.9	916.7
27	993.2	898.9	655.2	898.9
28	976.6	881.0	642.9	881.0
29	959.9	863.0	630.9	863.0
30	943.2	844.9	619.9	844.9
31	926.5	826.8	604.8	826.8
32	909.7	808.6	383.8	808.6

33	892.7	759.7	366.4	759.7
34	870.6	736.2	349.4	736.2
35	849.1	712.1	332.9	712.1
36	827.4	687.6	316.8	687.6
37	805.7	663.0	301.2	663.0
38	783.9	638.1	286.1	638.1
39	762.1	613.1	271.5	613.1
40	740.3	587.8	257.4	587.8
41	718.3	562.4	243.9	562.4
42	696.3	536.6	231.0	536.6
43	674.3	510.7	218.7	510.7
44	652.1	484.4	207.0	484.4
45	629.9	457.9	195.8	457.9
46	607.7	430.4	185.3	430.4
47	585.3	402.3	175.6	402.3
48	563.0	373.7	166.9	373.7
49	540.5	344.5	159.0	344.5
50	518.0	314.7	152.1	314.7
51	495.4	284.2	146.3	284.2
52	472.7	252.9	140.0	252.9

ÖRGÜ SIRASI YUKAR.AŞAĞIYA	SICAK PERİYOT 30 DAKİKA SONRAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ		SOĞUK PERİYOT 30 DAKİKA SONRAKİ SICAKLIK DEĞERLERİ	
	GAZ SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI	HAVA SICAKLIĞI	TUĞLA CİDAR SICAKLIĞI
	°C	°C	°C	°C
1	1500.0	1430.5	1105.3	1416.4
2	1478.5	1427.8	1085.9	1391.6
3	1467.8	1412.8	1066.6	1372.3
4	1454.8	1399.4	1047.6	1351.8
5	1442.3	1386.5	1028.8	1331.5
6	1429.7	1373.4	1010.4	1311.1
7	1417.0	1360.4	991.6	1290.6
8	1404.4	1347.4	976.6	1270.1
9	1391.7	1334.3	943.2	1249.5
10	1379.0	1321.2	924.9	1228.8
11	1367.2	1272.4	907.2	1208.1
12	1343.3	1241.0	889.8	1187.3
13	1321.8	1218.3	872.9	1166.4
14	1299.7	1194.8	856.3	1145.4
15	1277.7	1171.4	840.1	1124.4
16	1255.6	1147.9	824.3	1103.2
17	1233.5	1124.3	808.9	1082.0
18	1211.3	1100.5	794.1	1060.7
19	1189.1	1076.7	779.7	1039.3
20	1166.8	1052.7	765.7	1017.8

21	1144.5	1028.6	753.7	996.3
22	1122.1	1004.4	732.5	974.6
23	1099.7	980.1	686.7	952.8
24	1077.6	983.5	673.2	930.9
25	1060.5	963.5	660.2	908.9
26	1042.5	944.2	647.9	886.8
27	1024.7	925.0	636.1	864.6
28	1006.7	905.6	625.0	842.2
29	988.7	886.2	614.5	819.7
30	970.7	866.7	605.2	797.1
31	952.7	847.1	592.7	774.4
32	934.6	827.4	368.0	751.5
33	916.3	794.4	351.5	728.4
34	895.9	772.6	335.4	705.2
35	875.7	750.1	319.7	681.8
36	855.4	727.5	304.5	658.3
37	835.1	704.8	289.8	634.6
38	814.7	681.9	275.5	610.6
39	794.3	658.8	261.8	586.5
40	773.8	635.5	248.5	562.2
41	753.3	612.1	235.8	537.7
42	732.7	588.5	223.7	512.9
43	712.1	564.6	212.2	488.0
44	691.4	540.6	201.1	462.7
45	670.6	516.4	190.6	436.5
46	649.8	491.9	180.9	409.8
47	629.0	467.3	172.1	382.7
48	608.0	441.7	164.0	355.1
49	587.1	415.6	156.9	326.9
50	566.0	389.1	150.7	298.1
51	544.9	362.2	145.6	268.6
52	523.7	334.7	140.0	238.4

BUZLUCAM KOMPOZİSYONUNDA YENİ BİR UYGULAMA

Hande SENDEL

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

Tuncer AKMAN

Çayırova Cam San. A.Ş.

ÖZET

Cam sanayiinde yapılan teknolojik çalışmalarda sadece cam kalitesini artırmanın ana amacı oluşturduğu günler geride bırakılmış, üretim maliyetlerinin düşürülmesi günümüzde kalite parametresi ile birlikte anılan unsur olmuştur.

Çayırova Cam San. A.Ş. 3 no'lu Buzlucam Fırınında, söz konusu hedefler doğrultusunda, iki aşamalı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamanın ana prensibi, indirgen özelliğe sahip bir malzeme olan kömürün harmana ilavesi ile camın mevcut redox seviyesini düşürmek ve bu sayede indirgen sistemin erime ve afinyasyon avantajlarından faydalanarak mevcut habbe sayısını indirmek ve ayrıca harman maliyetini düşürmektir.

Çalışmanın birinci aşamasında Buzlucam üretiminde zaman zaman kalite problemi yaratan habbe seviyesi 100.000 adet/m²'den 20.000 adet/m²'ye indirilmiştir. İkinci aşamada ise yabancı kaynaklı camların kimyasal terkipleri incelenerek camın kimyasal dayanıklılığını arttıracak şekilde kompozisyon değişikliği yapılmış ve kimyasal dayanıklılığın artmasının yanında harman maliyetinde de 390 MTL/Yıl'lık bir tasarruf sağlanmıştır.

1.GİRİŞ

İlerlemelerin hızla kaydedildiği günümüzde, yüksek rekabet gücü, Kalite-Maliyet-Termin kriterlerinin önemini daha da arttırmaktadır. Bu üç unsuru da içine alan REKABET çok sık tekrarlanan bir anahtar sözcük haline gelmiştir. Bu bakış çerçevesinde üretim maliyetlerini düşürücü yöndeki çalışmaların, kaliteden taviz vermeyerek ve hatta bazı kalite unsurlarını geliştirerek gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bilindiği gibi cam üretiminde en önemli girdilerden biri camın eritilmesi kademesinde tüketilen enerjidir. Dolayısıyla erimeyi hızlandırıcı veya aynı sürede fakat daha düşük sıcaklıkta erimeyi gerçekleştiren önlemler enerji maliyetlerini düşürmede sıklıkla kullanılmıştır. Bu kapsamda, fırın dizaynı, hammaddeler ve cam kompozisyonu aynı bütünün parçaları olarak mütalaa edilmiş, fırınlarda m²'den daha çok cam çekilmesini sağlayacak tasarımlar geliştirilirken özellikle güç eriyen hammaddelerde tane boyutu sınırları daha düşük değerlere çekilmiştir. Cam ve harman kompozisyonlarında da önemli çalışmalar yapılmış ve laboratuvar skalasındaki denemeleri çok daha eski tarihlere dayanan "İndirgen eritme/afinasyon sistemleri" cam kaplara ilaveten düzcam üretiminde de uygulamaya alınmıştır.

2.İNDİRGEN KOŞULLARDA ERİTME

Camın eritilmesi/afinasyonu prosesinde en önemli etkenlerden biri camın redoks konumudur. Dolayısıyla harmana ilave edilen oksidon veya redüktan maddeler bu koşulu etkileyerek camın afinasyonunda olumlu veya olumsuz rol oynarlar.

"İndirgen afinasyon sistemleri" esas itibarıyla sodyum (kalsiyum, baryum) sülfat içeren soda-kireç-silis camı harmanlarına, karbon veya sülfür içeren indirgen maddelerin ilavesi ile oluşturulur. Bu maddelerin etkisi iki ayrı mekanizma ile açıklanmaktadır.

1. Sodyum Sülfat bu koşullarda daha çabuk dekompoze olur.
2. Camda kükürt gazlarının çözünürlüğü azalır.

2.1. Sodyum Sülfatın Yükseltgen ve İndirgen Ortamlardaki Davranışı

Sodyum sülfatın indirgen ortamlardaki davranışını açıklamadan önce bu maddenin afinasyon etkisini hatırlamak yararlı olacaktır.

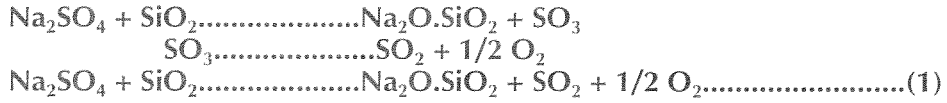
Sodyum Sülfatın Oksidan Koşullardaki Afinasyon Etkisi

Bilindiği gibi sodyum sülfatın cam içindeki çözünürlüğü çok düşüktür. Dolayısıyla, harmanın erimesi sırasında ilk sıvı silikat fazı olduğu sıcaklıklarda (1040-1090°C) sodyum sülfat, eriyik -katı veya eriyik-gaz ara yüzeylerinde birikir. Ara yüzeylerde akışkanlığı yüksek olan bir sıvı sülfat fazının mevcudiyeti, katı harman taneciklerinin hızla çözünmesini ve habelerle kolaylıkla ortamdan uzaklaşmasını sağlar. Sıcaklık 1290 °C civarına ulaştığında sodyum sülfatın sıcaklıkla dekompozisyonu hızlanır. Camdaki çözünürlüğü yüksek olan dekompozisyon ürünleri (Na₂O, SO₂ ve O₂), cam ile henüz bozulmaya uğramamış sıvı sülfat ara kesitinden, cam fazına geçer. Bu kütle transferi iki sıvı faz arasındaki arakesit gerilimini et-

kiler ve enerji açığa çıkar. Bu enerji eriyikteki tüm arakesitlerde şiddetli konveksiyon hareketlerine, diğer bir deyişle taneciklerin çözünmesini ve habbelerin atılmasını hızlandıran etkin karıştırma hareketine neden olur.

Sıcaklık daha arttığında (1430-1480) Na_2SO_4 'ün dekompozisyon ürünlerinin kısmi basınçları, atmosfer basıncına erişir ve camdan tamamen farklı bir habbe oluşumu gözlenir. Bu habbeler Na_2O 'i yoğun olarak buldukları noktalardan son kum tanelerinin çözünmesiyle SiO_2 'ca zenginleşmiş olan cam yüzeyine taşıyarak camın homojenleşmesine bir miktar daha yardım ederler. Ancak sülfatın çok küçük miktarı dahi, çok sayıda habbe oluşturacağından sülfatın gereğinden fazla kullanılması halinde ve yüksek fırın sıcaklıklarında, sıcak nokta civarında kaynama ve köpürme oluşabilir.

Söz konusu olaylar bir kimyasal eşitlik ile gösterilmek istenirse denklem (1) yazılabilir.



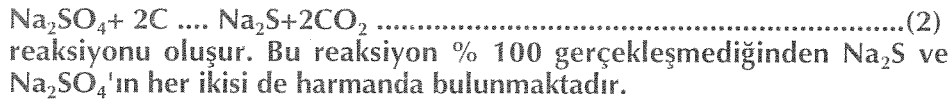
İndirgen Koşullarda Gerçekleşen Olaylar

Daha öncede belirtildiği üzere, indirgen afinasyon sistemleri sülfat içeren harmanlara karbon veya sülfür gibi indirgen maddelerin katılmasıyla elde edilmektedir. Erime ve afinasyon açısından optimum sonuçları elde edebilmek için ortamda sülfatlar ve sülfürlerin birlikte bulunması gerekmektedir. Zira söz konusu avantajlar sülfatlarla sülfürlerin reaksiyona girerek metal oksitleri oluşturmaya, oluşan metal oksitlerin cam fazına geçmesi ve açığa çıkan kükürtlü gazların ise atmosfere atılması olayına bağlıdır. Söz konusu metal oksit her zaman Na_2O 'dir. Çünkü harmana farklı sülfatlar da ilave edilse, bunlar Na_2CO_3 ile reaksiyona girerek Na_2SO_4 oluştururlar.

Sülfat + Karbon Reaksiyonları

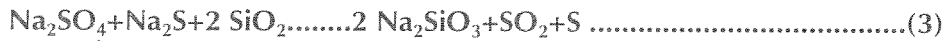
Cam harmanındaki karbonun sülfatları tamamen sülfürlere indirgemediği 1800'lerin sonların da tespit edilmişti. 1930 yılında Tamman ve Oelsen'e ait bir çalışmada, $\text{Na}_2\text{SO}_4/\text{C} = 15.6/1$ olan bir düzcam harmanında gelişen reaksiyonlar incelenmiştir:

1. 740-800°C'da



2. 740 dereceden itibaren ilk sıvı faz oluşmaya başlar çünkü bu sıcaklıkta $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{S}$ ötektik oluşturarak erir.

3. 860 derecenin üstünde Na_2SO_4 ve SiO_2 reaksiyona girer.



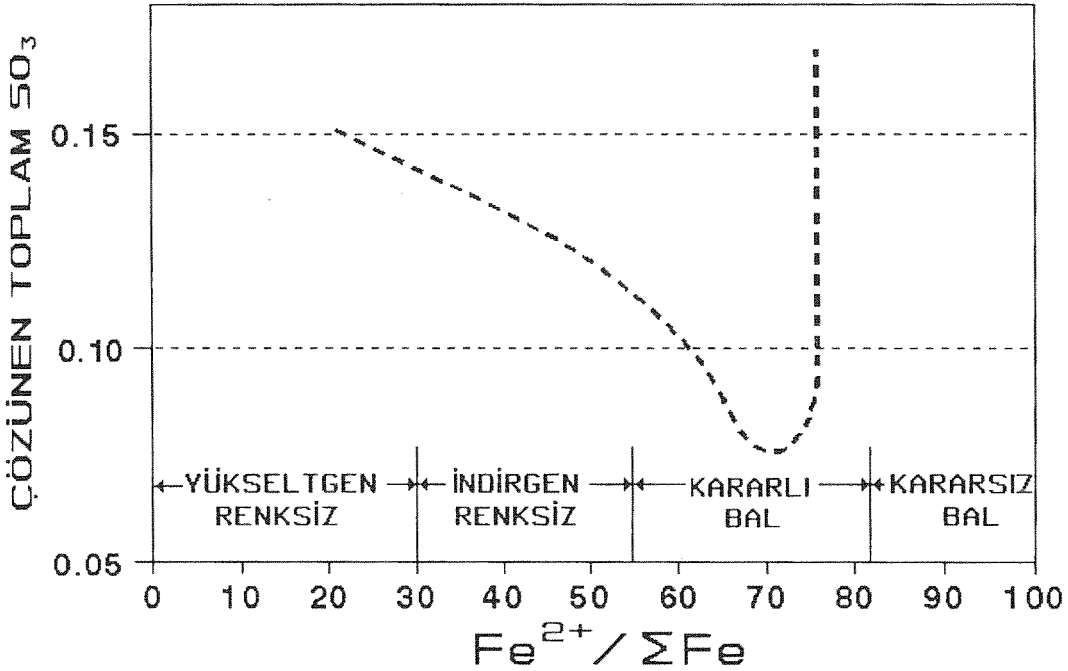
(3) eşitliğinin % 100 tamamlanması, sıcaklığa, fırın atmosferine ve başlangıçtaki sülfat/karbon oranına bağlıdır.

2.2. Farklı Redoks Koşullarında Gazların Cam İçindeki Çözünürlüğü

İndirgen eritme-afinasyon sistemlerinin ikinci etkisi, camın oksidasyon seviyesinin fonksiyonu olan kükürt gazlarının cam içindeki çözünürlüğüdür. oksidasyon seviyesinin fonksiyonu olan kükürt gazlarının cam içindeki çözünürlüğüdür. Basit olarak ifade edilirse, indirgen soda-kireç camlarında kükürtlü gazların çözünürlüğü oksidan camlara oranla daha düşüktür. Dolayısıyla, indirgen camlarda reboil ihtimali daha azdır ve bu camlarda afinasyon hızı daha yüksektir.

Kükürt çözünürlüğü ve camın oksidasyon seviyesi arasındaki bağlantı Şekil 1'de gösterilmektedir. Bu grafikten de görüldüğü üzere kükürdün camdaki çözünürlüğü camın oksidasyon seviyesi ($\% Fe^{2+} / \Sigma Fe$ olarak ifade edilmektedir) düşüğe azalır.

ÇÖZÜNEN TOPLAM SO_3 ve $Fe^{2+} / \Sigma Fe$ ARASINDAKİ BAĞINTI



Gaz çözünürlüğündeki azalma aşırı indirgen koşullar sağlanana kadar devam eder ve bir seviyeden itibaren çözünürlük hızla artar.

2.3. Redoks Koşullarını Etkileyen Faktörler

Camın eritilmesi sırasında redoks koşullarını etkileyen 4 önemli faktör vardır. Bu faktörlerin hangisinin daha etkin olduğu net olarak bilinmemekle birlikte herbirinin yakın kontrolü toplam sistemin etkinliğini arttıracaktır.

Hammaddeler

Hammaddelerde, ana bileşenler itibarıyla kararlılığın yanı sıra, az bulunan oksidan veya indirgen maddelerin (organik maddeler) miktarı da önemlidir.

Harman Kompozisyonu

İndirgen eritme/afinasyon sistemleri uygulamasında, harmanda indirgen ve oksidan maddeler birarada bulunur. Kompozisyon maksimum eritme/afinasyon etkisini sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır.

Cam kırığı harmanın redoks seviyesini önemli boyutta etkileyen diğer bir bileşendir. Harmana katılan cam kırığının miktarı, kompozisyonu, kirlilik seviyesi ve rutubeti sürekli kontrol edilmesi gereken faktörlerdir.

Harman Hazırlama

Harman rutubeti, harmanın briketlenerek ön reaksiyona tabi tutulması indirgen maddelerin etkisini azaltan faktörlerdir.

Fırın İşletme Koşulları

Fırın işletme parametrelerinin birçoğu redoks koşullarını etkiler. Sıcaklık, yakıt cinsi, alev formu ve yakma havası miktarı en önemlileridir.

2.4. İndirgen Eritme / Afinasyon Sistemlerinin Kullanımını Sınırlayıcı Faktörler

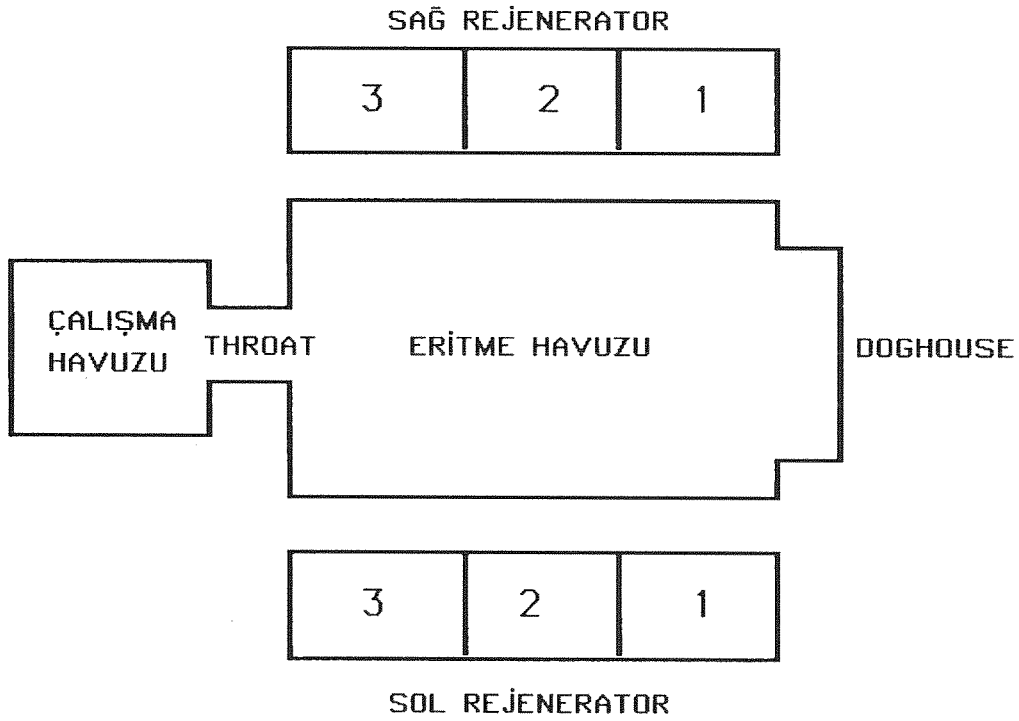
Bilindiği gibi camda renk önemli kalite kriterlerinden biridir. Renksiz camlarda camın rengini olumsuz yönde etkileyen en ağırlıklı etken camın Fe_2O_3 içeriği ve bu demirin Fe^{+2} ve Fe^{+3} formundaki miktarlarıdır. Fe^{+3} cama sarımsı yeşil, Fe^{+2} ise mavimsi yeşil renk verir fakat Fe^{+2} 'nin cam rengine etkime kabiliyeti Fe^{+3} 'ün 9 katı kadardır. Diğer bir deyişle toplam Fe_2O_3 içeriği aynı olan iki camdan Fe^{+2} formunda daha çok demir içerenin rengi daha kötüdür.

İndirgen afinasyon sistemlerinde, ortamdaki indirgen maddeler, Fe_2O_3 'ün redoks dengesini değiştirerek FeO/Fe_2O_3 oranını artırırlar. Diğer bir deyişle camda bulunan demirden kaynaklanan rengin şiddetlenmesine neden olurlar. Ancak camdaki toplam Fe_2O_3 miktarı düşük tutulup FeO/Fe_2O_3 oranının artmasına rağmen oluşacak Fe^{+2} , rengi kabul sınırlarının dışına taşımayacak seviyelere çekilebilirse indirgen koşullar camın kolay erimesini sağlamak için uygulanabilir. İndirgen eritme / afinasyon koşullarında genel olarak $Fe^{+2} / \sum Fe_2O_3 = 1/3$ 'dür.

Camda mevcut Fe_2O_3 , hammaddelerin gayrisafiyet olarak içerdiği demirli mineral ve kayaçlardan, cam kırığının yüksek demirli olması veya demirle kontamine olmasından kaynaklanmaktadır. Bu itibarla, indirgen afinasyon sistemleri uygulaması, cam renginden taviz vermemek için kullanılan hammaddelerin temiz olması gerekmektedir.

3.CY 3 NO'LU BUZLUCAM FIRINI HAKKINDA KISA BİLGİLER

Çayırova cam sanayi 3no'lu Buzlucam fırını yandan ateşlemeli, itici tip şarjör ve throatlı bir fırındır. Dizayn kapasitesi 115 ton/gün olan fırın birim metrekareden 1.7 ton cam çekilmektedir. Şekil 2.de fırının üstten görünüşü verilmektedir.



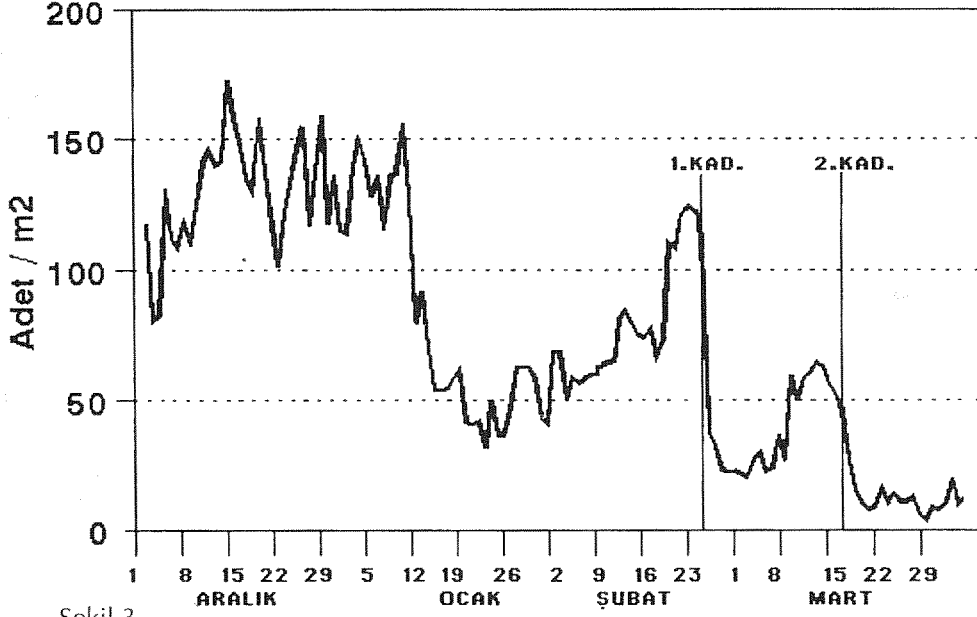
4. FIRINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN UYGULAMALAR

Sözkonusu Buzlucam fırınında öncelikle kaliteyi arttırmayı ve bununla birlikte harman maliyetini düşürmeyi amaçlayan iki aşamalı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamanın birinci aşamasında önemli kalite parametrelerinden biri olan habbe seviyesinin düşürülmesi hedeflenmiş ve bu amaç doğrultusunda afinasyon kolaylığı sağlayan indirgen sisteme geçilmiştir. İkinci aşamada ise, camın kimyasal dayanıklılığının artırılması ve harman maliyetinin düşürülmesine yönelik kompozisyon optimizasyonu yapılmıştır.

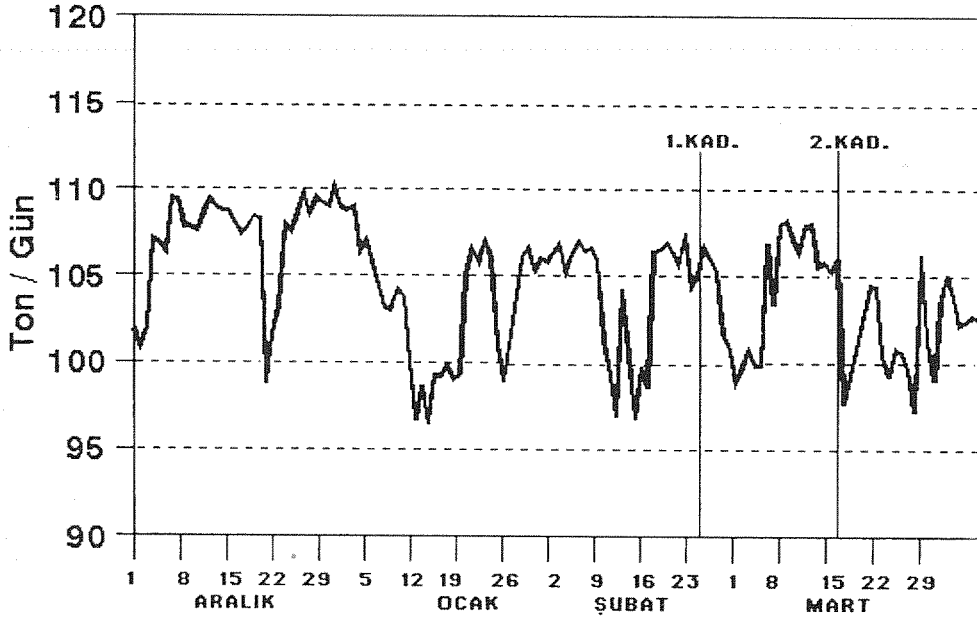
4.1. İndirgen Sistemin Uygulanması (1. Aşama)

Bu aşamada indirgen sistemin afinasyon mekanizmasında sağlayacağı avantajlardan faydalanmak üzere harmana indirgen bir malzeme olan kömür ilave edilmiştir. Harman redoksunun mevcut +16 seviyesinden +5 değerine indirilmesi iki basamakta gerçekleşmiştir. 26.02.92 tarihinde uygulamaya başlanan 1. basamakta harman redoksu +10 mertebesine ulaşacak şekilde (birim harmana 471 gr), harmana kömür ilave edilmiştir. Yirmi gün süreyle kömür uygulanmasının ilk kademesinin fırın ve cam özelliklerine etkileri gözlenmiş, 19/03/92 tarihinde ikinci kademeye geçilerek harman redoksu (birim harmana 863 gr. kömür ilavesiyle) +5 seviyesine indirilmiştir. Söz konusu uygulama boyunca 2. nokta kemer sıcaklığının 1500°C, cam kırığının % 15 ve brüt çekişin 106 ton/gün olarak sabit kalmasına özen gösterilmiştir. Bu dönemde takip edilen parametreler aşağıda şekil 3,4,5 de verilmiştir.

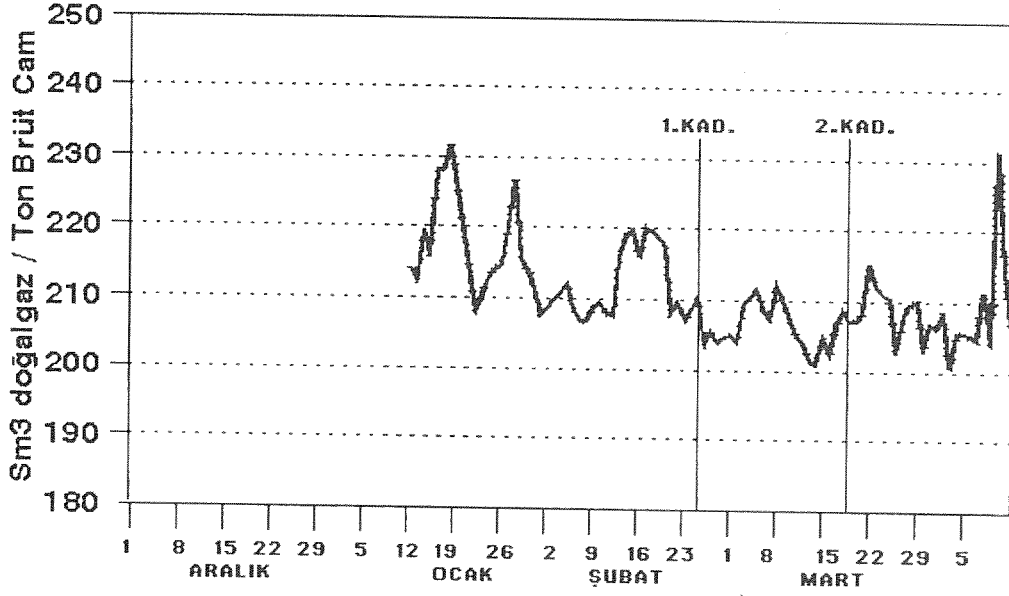
3. FIRIN HABBE DAĞILIMI 1991-1992



3.FIRIN BRÜT ÇEKİŞ DAĞILIMI 1991-1992

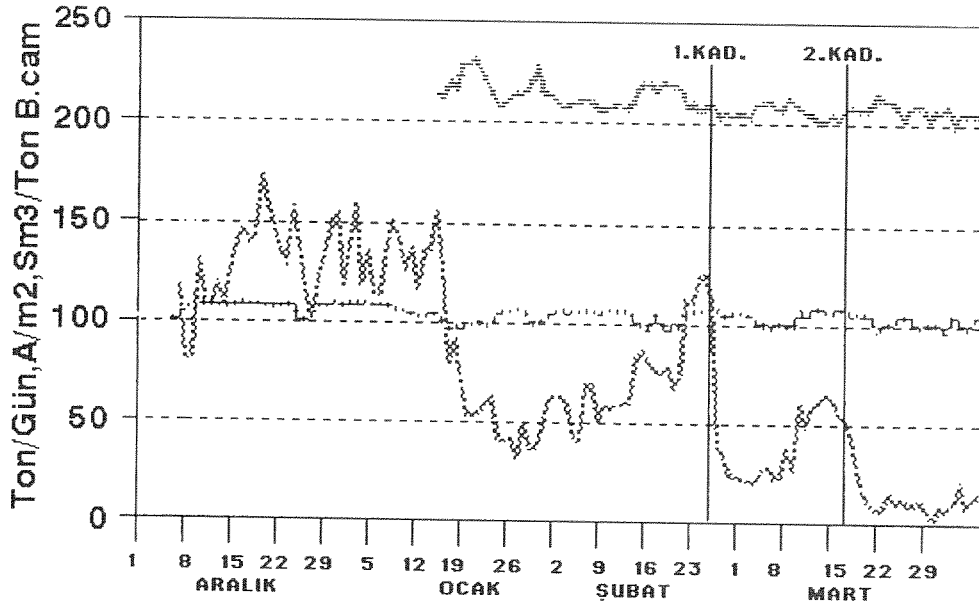


3.FIRIN ÖZGÜL YAKIT DAĞILIMI 1991-1992



Şekil 5

BRÜT ÇEKİŞ-HABBE-ÖZG.YAK. DAĞILIMI 1991-1992



Şekil 6

..... BRÜT ÇEKİŞ - - - - - HABBE = ÖZGÜL YAKIT

Şekil 6 da toplu olarak verilen özgül yakıt ve brüt çekiş değerleri geçiş sırasında büyük bir farklılık göstermemekte ancak habbe seviyesinde çarpıcı bir düşüş izlenmektedir. Uygulama öncesinde ortalama 80-90.000 adet/m² olan habbe seviyesi 1. kademe sonunda 40-50.000 adet/m² ye, 2. kademe sonunda ise 10-20.000 adet/m² mertebelerine düşmüştür. Bu noktada değerlendirilecek diğer önemli parametre, camın ışık geçirgenliğidir. Bilindiği gibi, ışık geçirgenliğinin değişmesinde en büyük etken camın Fe²⁺ / Fe³⁺ seviyesidir. İndirgen sistem uygulamasıyla Buzlucamın mevcut Fe²⁺ / Fe³⁺ oranı Fe²⁺ deki artış paralelinde artmış ve 0.023 den 0.028 mertebesine çıkmıştır.

Ancak buna paralel olarak ışık geçirgenliğinde bariz bir düşüş görülmemiş ve uygulama öncesinde % 90.20 lerce seyreden bu değer % 89.90 a inmiştir. (Tablo 1) % 30 mertebesinde olan bu fark, ışık geçirgenliği değerlerinin yıl içindeki oynama aralığı içindedir.

Tablo 1.

Tarih	Işık Geçirgenliği 380-780 nm	Fe ²⁺	Fe ³⁺	% Fe ²⁺ /Fe ³⁺	% Fe ²⁺ / Fe ₂ O ₃
04/02/92	90.28	0.023	0.074	31.08	23.96
11/02/92	90.27	0.022	0.076	28.95	23.16
21/02/92	89.96	0.025	0.073	34.25	27.47
24/02/92	89.96	0.023	0.081	28.40	25.27
27/02/92	90.04	0.024	0.085	28.24	25.81
28/02/92	90.19	0.025	0.081	30.86	26.88
05/03/92	90.07	0.026	0.066	39.40	27.37
16/03/92	90.07	0.026	0.071	36.60	27.66
22/03/92	89.99	0.028	0.073	38.40	29.47
30/03/92	89.92	0.028	0.077	36.40	28.80

4.2. Kompozisyon Değişikliği (2. Aşama)

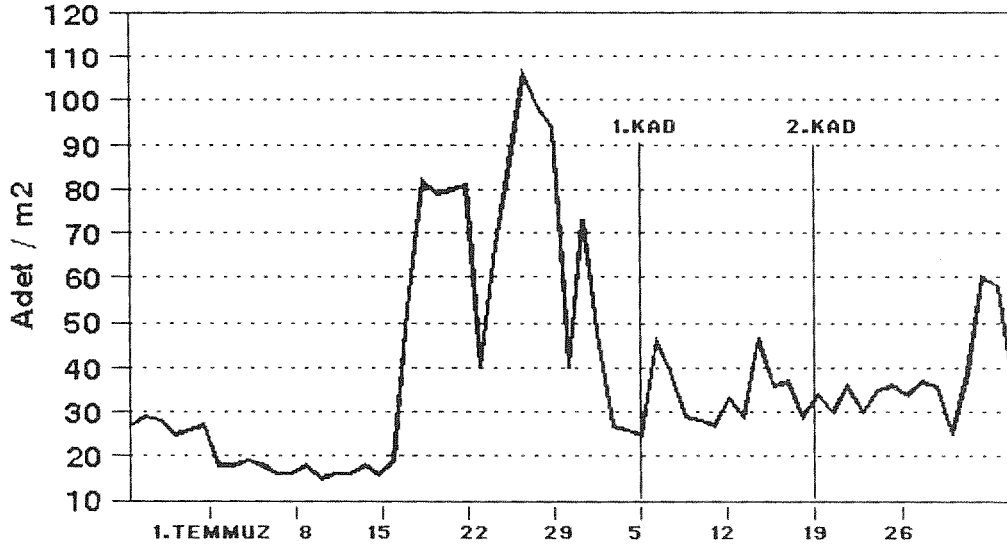
Önemli kalite parametrelerinden biri olan habbe seviyesinin hedeflenen değerlere çekilmesinin ardından, Buzlucamın kimyasal dayanıklılığının artırılması ve harman faaliyetinin düşürülmesini amaçlayan bir kompozisyon çalışması yapılmıştır. Yabancı kaynaklı camlara ait analizlerin ışık tuttuğu bu çalışmada, cam kompozisyonunda bir miktar alkali oksit, toprak alkali oksitle yer değiştirmesi uygun görülmüştür. Yine bu uygulamada iki kademe gerçekleştirilmiştir. (Tablo 2). 05/08/92 tarihinde ilk değişiklik uygulanmış, kompozisyondaki Na₂O seviyesi % 0.30 düşürülerek bu miktar CaO/MgO oranı sabit kalacak şekilde CaO+MgO toplamına eklenmiştir. Onbeş gün süreyle erime ve afinyasyon parametreleri izlenmiş, 19/08/92 tarihinde ikinci kademe olarak bu kez % 0.20 lik alkali oksit, toprak alkali oksit yer değiştirmesi yapılmıştır.

Tablo 2.

	Mevcut	1.kademe	2.kademe
SiO ₂	71.20	71.10	71.10
Al ₂ O ₃	1.11	1.11	1.11
Fe ₂ O ₃	0.10	0.10	0.10
TiO ₂	0.178	0.178	0.178
CaO	9.43	9.64	9.79
MgO	3.77	3.86	3.91
Na ₂ O	14.00	13.70	13.50
K ₂ O	0.06	0.06	0.06
SO ₃	0.24	0.24	0.24
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	72.21	72.21	72.21
CaO+MgO	13.20	13.50	13.70
Na ₂ O+K ₂ O	14.06	13.76	13.56
RO+R ₂ O	27.27	27.26	27.26

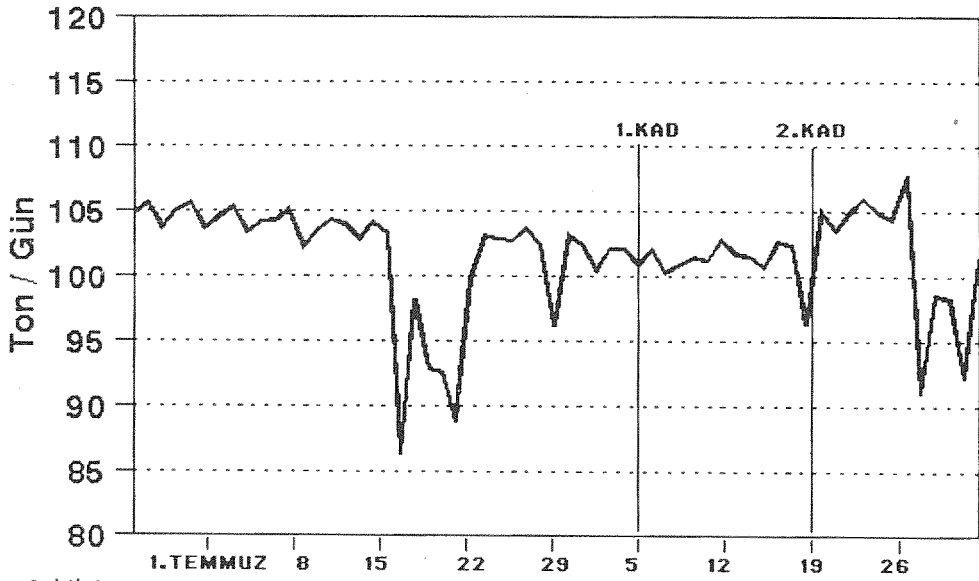
Bu dönemlere ait brüt çekiş, özgül yakıt ve habbe değerleri şekil 7,8,9'da verilmektedir. Bu noktada, 1.kademe uygulamasından önce habbe seviyesinde görülen artışın bu tarihlerde arızı bir nedenle harmana kömür ilavesi yapılmamasından kaynaklandığını belirtmek yararlı olacaktır. Yine aynı dönemlere ait özgül yakıtlarda görülen artışın nedeni de desen değişimlerinde yapılan makina stoplarıdır.

3.FIRIN HABBE DAĞILIMI 1992



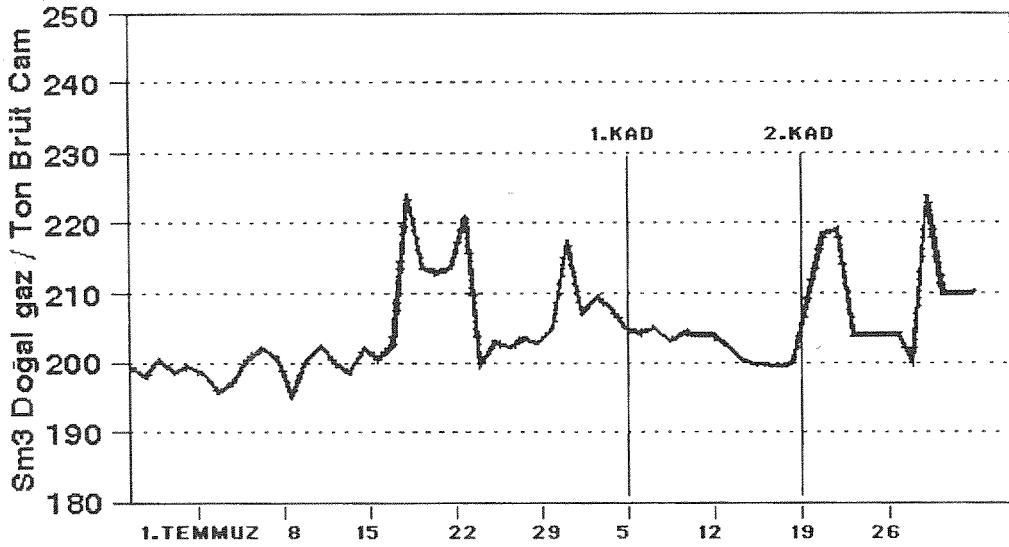
Şekil 7

3.FIRIN BRÜT ÇEKİŞ DAĞILIMI 1992

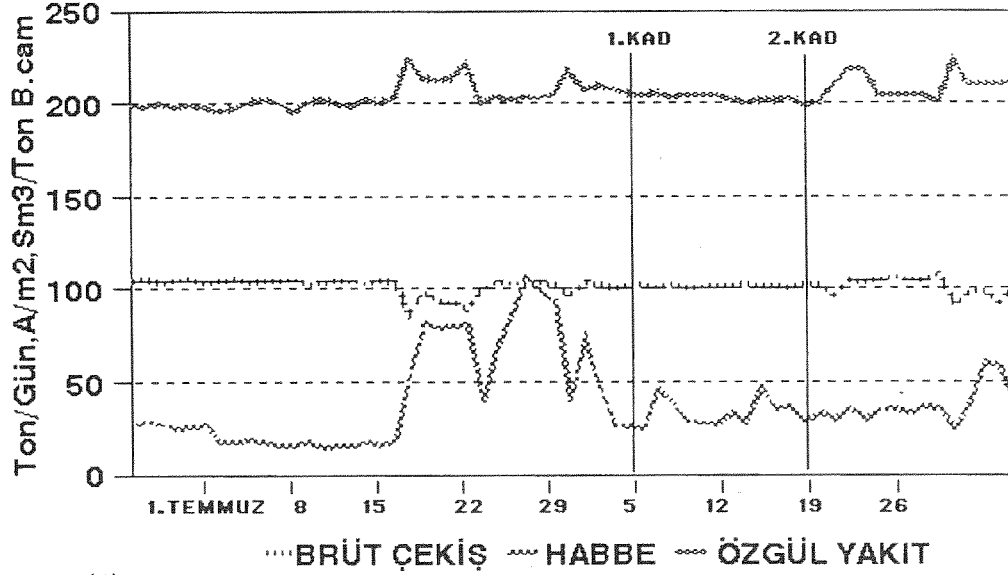


Bu bilgiler ışığında, şekil 10'da toplu olarak verilen değerler incelendiğinde 1. ve 2. kademe uygulamaları sonunda özgül yakıt sarfiyatında bir artış görülmemiştir.

3. FIRIN ÖZGÜL YAKIT DAĞILIMI 1992



BRÜT ÇEKİŞ-HABBE-ÖZGÜL YAKIT DAĞILIMI 1992



Şekil 10

Aynı dönemde habbe seviyesinde bir miktar yükselme olmuşsada bu beklenen bir sonuç olup indirgen sistem uygulamasından önceki habbe seviyeleriyle karşılaştırıldığında, kaliteyi etkileyecek mertebede olmadığı görülmüştür.

Kompozisyon değişikliği uygulamalarında gözönünde bulundurulacak diğer bir hususta yapılan terkip değişikliğinin camın fiziksel özellikleri üzerinde etkisidir. Buzlucam kompozisyonunda yapılan alkali oksit değiştirmesi ile camın fiziksel özelliklerinde bir miktar değişim gözlenmiştir. (Tablo 3)

Tablo 3

	Mevcut	1.kademe	2.kademe
Kristallenme s.	1079	1104	1113
T _L (°C)			
Yüksek s. visk.	1169	1171	1172
Log n = 3 (°C)			
Yumuşama s.	720.5	724.5	725.5
T _s (°C)			
Çalışma aralığı (T Logn n=3-TS)	448.5	446.5	446

Tablo 3 den görüldüğü gibi, uygulama sonrasında eskiye oranla camın kristallenme sıcaklığı düşük ve yüksek sıcaklık viskoziteleri bir miktar artmıştır. Bilindiği gibi cam kompozisyonunda bulunan alkali oksitler gerek yüksek gerekse de düşük sıcaklık viskozitesini düşürmektedirler. Diğer yandan toprak alkali oksitler düşük sıcaklık viskozitesini (T_s, T_A) artırmakta, yüksek sıcaklık viskozitesini (erime, şekillendirme) düşürmektedir.

düşürmektedirler. Ancak yüksek sıcaklık viskozitesine yaptıkları düşürücü etki alkali oksitler kadar kuvvetli değildir. Bu sebeptendir ki, kompozisyon değişikliği uygulamasında kaydedilen bir miktar viskozite artışı beklenen bir artış olmuştur.

Viskozite değerlerinde meydana gelen söz konusu artış, özgül yakıt sarfiyatını bu aşamada etkilememiş, ancak kompozisyon değişikliği uygulamasında daha ileri kademelere geçilmesini engellemiştir.

Kompozisyon değişikliği uygulamasının ana amacı olan camın kimyasal dayanıklılığının artırılması yönünde de olumlu gelişmeler elde edilmiştir. Geçiş öncesi ve ara kademelerden alınan cam numunelerinde yapılan Toz Cam testi (ASTM 225-73) sonuçları **Tablo 4** de verilmektedir.

Tablo 4. Kimyasal Dayanıklılık Test Sonuçları

	Mevcut	1.kademe	2.kademe
0.02 N H ₂ SO ₄ /10 gr cam sarfiyatı (ml)	7.45	7.23	7.18

Deney sonuçları değerlendirildiğinde 10 gr cam numunesi için tüketilen 0.02 N H₂SO₄ sarfiyatının çarpıcı bir şekilde azaldığı görülmektedir ki bu da Buzlucamın kimyasal dayanıklılığının arttığının iyi bir göstergesidir.

Bu uygulamada elde edilen diğer önemli bir sonuçta harman maliyetinin düşürülmesidir. Harmana giren en yüksek fiyatı hammadde olan sodanın azaltılması harman maliyetini olumlu etkilemiş toplamda % 50 lik alkali oksit yer değiştirmesinin Buzlucama getirisi 390 Milyon TL / Yıl olmuştur.

5. SONUÇ

Çayıroca Cam Sanayii A.Ş. 3 nolu Buzlucam fırınında, mevcut habbe seviyesinin indirilmesi, camın kimyasal dayanıklılığının artırılması ve harman maliyetinin düşürülmesini amaçlayan iki aşamalı bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Sözkonusu uygulamanın birinci aşamasında indirgen bir malzeme olan kömür harmana ilave edilerek camın mevcut redoks durumu daha indirgen seviyeye kaydırılmıştır. Böylelikle afinasyon kolaylığı sağlayan indirgen sistem sayesinde camın habbe seviyesi 100.000 adet/m² den 20.000 adet/m² ye inmiştir.

İkinci aşamada ise camın kimyasal dayanıklılığını artırmak üzere kompozisyon tadilatı yapılmış cam kompozisyonundaki bir miktar alkali oksit ile toprak alkali oksit arasında yer değiştirilmiştir. Bu uygulama sonucunda camın kimyasal dayanıklılığının artmasının yanısıra harman maliyetinde de 390 Milyon TL/Yıl'lık bir tasarruf sağlanmıştır.

CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE CAM KALİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Asuman ERKİN

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

Fehiman AKMAZ

Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Geçtiğimiz dönemde Camiş Madencilik A.Ş. nin sürdürdüğü çalışmalar sonunda Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. renksiz cam üretiminde safaalanı kumu yerine feldspat kullanımına geçilmiş ve diğer hammaddelerin Fe_2O_3 seviyelerinde azalmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu uygulamalar ile renksiz camın Fe_2O_3 içeriği % 0.07 seviyelerine indirilerek renksizleştirici katkı maddelerinin azaltılması ve cam afinasyonunu kolaylaştıran indirgen şartlarda çalışma olanağı doğmuştur.

Yapılan uygulamada, harmana kömür ilave edilerek sülfat afinasyonu mekanizmasının daha düşük sıcaklıklarda başladığı ve reboil ihtimalinin azaldığı indirgen afinasyon sistemine geçilmiştir. Bu sayede fırın çekişleri arttırılabilmiş, camın habbe seviyesi düşmüş ve başta elektrikle takviye olmak üzere yakıtta tasarruf sağlanmıştır.

Camda Fe_2O_3 seviyesindeki azalma ve harman redoksunun indirgene kaydırılmasına paralel olarak, camın renksizlik seviyesi normal düzeyini korumak kaydıyla, renksizleştirici katkı madde miktarları azaltılarak füz-yon maliyetinde 7 aylık (Şubat-Ağustos 1992) dönem içinde 1.3 Milyar TL. net kazanç sağlanmıştır. Ayrıca hammaddelerin demir miktarındaki düşmeye bağlı olarak, kimyasal ve fiziksel renksizleştirme için kullanılan katkı madde miktarları azaltılmıştır.

1. GİRİŞ

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. (TK) renksiz cam kap üretiminde, 1991 yılından itibaren Camış Madencilik A.Ş., Topkapı Sanayii A.Ş. ve Araştırma Müdürlüğünün ortaklaşa sürdürdükleri hammadde değerlendirme çalışmaları sonucunda, daha düşük Fe_2O_3 içerikli hammaddeler kullanılmaya başlanmış ve camın Fe_2O_3 içeriği % 0.09 seviyesinden % 0.07'ye düşmüştür. Bu gelişme, harmana bir miktar kömür ilave edilerek sülfat afinasyonu mekanizmasının daha düşük sıcaklıklarda başladığı ve reboil ihtimalinin azaldığı indirgen-afinasyon sistemine geçilmesine olanak sağlamıştır. Bunun sonucunda, 5.2.1992 tarihinde Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. renksiz cam üretiminde kömür uygulamasına geçilmiştir. Ayrıca demir seviyesinin düşmesiyle, başta Ce-konsantre olmak üzere renksizleştirme katkı madde miktarları azaltılmıştır.

Fırınlardaki uygulamalar süresince, fırın işletme parametreleri, ürünlerin habbe seviyesi ile renk kalitesi şubat- ağustos 1992 dönemi boyunca takip edilmiştir.

Bu rapor kapsamında ;

- İndirgen-afinasyon sistemi ve renk teorisine kısaca değinilmiş,
- Kömür uygulaması süresince ve öncesi dönemdeki habbe miktarındaki değişimler ve renk parametreleri, incelenmiştir.

2. TEORİ

2.1. İndirgen Cam

Soda kireç-silis camı harmanlarına karbon ilave ederek harman redoksunu indirgen koşullara kaydırmak mümkündür. Bu cam ambalaj üretiminde sıklıkla kullanılan bir uygulamadır. Bu uygulamanın;

- Cam kalitesini artırdığı,
- Fırın çekişini artırdığı,
- Fırın sıcaklıklarını düşürdüğü, dolayısı ile yakıt tasarrufu sağladığı ve refrakter ömrünü arttırdığı, bilinmektedir.

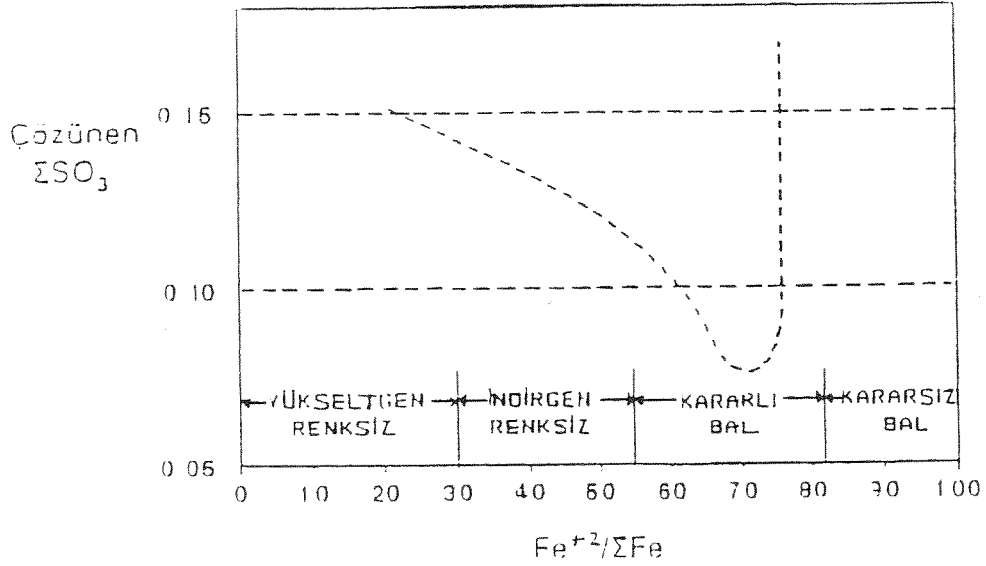
İndirgen sistemler, cam harmanına karbondan başka, sülfürler ve ya yüksek fırın curufu gibi maddelerin ilavesi ile oluşturulur. Soda-kireç camı harmanında en çok kullanılan afinan madde sülfatlardır. İndirgen maddeler sodyum sülfatın daha düşük sıcaklıklarda bozulmasını sağlar.

Denklem 1 de reaksiyonu görülen bu bozunma % 100 gerçekleşemez. Böylelikle Na_2SO_4 ve Na_2S aynı anda harmanda bulunarak ötektif oluşturup daha düşük sıcaklıkta ererler. Bu sayede, denklem 2 de gösterilen silikat oluşturma reaksiyonu daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşir.



İndirgen sistemde, kükürtlü gazların camdaki çözünürlüğü oksidan camlara göre daha düşüktür. Camda SO_2 çözünürlüğünün az olması ile afinasyon hızlanır ve camın reboil eğilimi düşer. Kükürt çözünürlüğü ile camın oksidasyon seviyesi arasındaki ilişki Şekil 1 de verilmektedir.

Ayrıca hammaddelerin demir miktarındaki düşmeye bağlı olarak,



Şekil 1. Kükürt çözünürlüğünün camın oksidasyon seviyesine bağlı değişimi

Şekilden de görüldüğü gibi SO_2 çözünürlüğü, camın redoks sayısı ile doğrudan bağıntılı hale gelmektedir. Bilindiği gibi redoks sayısı, herhangi bir hammaddenin indirgenlik veya yükseltgenlik miktarını belirleyen yarı ampirik bir skaladır. Redoks sayısına etki eden faktörler şunlardır:

- Harmana eklenen redoks maddelerinin miktarları
- Harman rutubeti
- Fırın atmosferi

Camın redoksunu sabit tutabilmek için bütün bu etkenleri sabit tutmak gerekir.

2.2. Cam rengi

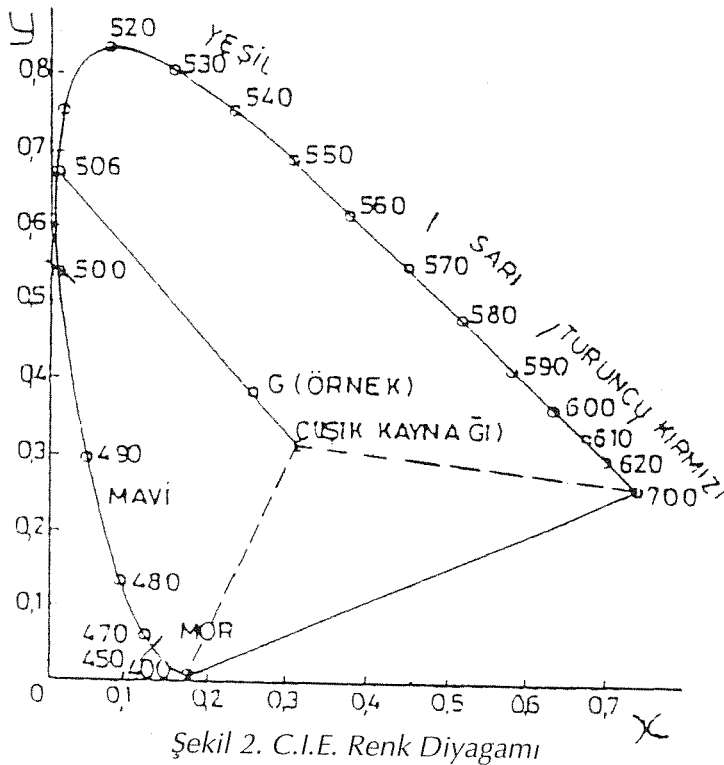
İndirgen sistemlerin sıklıkla kullanıldığı cam kap üretiminde, en önemli kalite parametrelerinden biri cam rengidir. Renksiz camlarda, camın rengini olumsuz yönde etkileyen Fe_2O_3 camda Fe^{+2} ve Fe^{+3} olmak üzere iki formda bulunur. İndirgen koşullarda camdaki Fe^{+2}/Fe^{+3} dengesi Fe^{+2} lehine artacağından cam rengi mavimsi yeşil tonlara kayar. Fe^{+2} 'nin camda oluşturduğu renk aynı miktarda Fe^{+3} 'ün oluşturduğu renge oranla 10 kat daha şiddetle algılanır. Dolayısı ile renksiz camda indirgen sistemin uygulanabilmesi için camdaki Fe_2O_3 seviyesinin en çok % 0,06- 0,07 seviyelerinde olması gerekmektedir.

Cemin renksizleştirme işlemi, kimyasal ve fiziksel olmak üzere başlıca iki aşamada gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki olan kimyasal renksizleştirmede, camdaki Fe^{+2}/Fe^{+3} oranının mümkün olduğunca düşürülmesi hedeflenmektedir. Böylelikle mevcut Fe^{+2} iyonlarının Fe^{+3} haline yükseltgenmesi sağlanarak cam rengi mavimsi yeşil tondan sarımsı yeşil tona dönüştürülmektedir. İkinci aşamada ise, yapılan kimyasal renksizleş-

tirme sonucu camda oluşan sarımsı yeşil rengin, tamamlayıcı renk veren maddelerle fiziksel olarak nötr bir renk elde edilecek şekilde maskelenmesidir. Topluluğumuzda cam kap üretiminde kimyasal renksizleştirme için Ce-konsantre kullanılırken, selenyum ve kobalt ilaveleri ile de fiziksel renksizleştirme sağlanmaktadır.

Cam endüstrisinde, cam renginin ya da renksizlik seviyesinin tayin edilmesi için, kısa adı C.I.E olan Uluslararası Renk Komisyonu tarafından tanımlanan renk ölçüm metodu kullanılmaktadır. Bu metod da Şekil 2'de gösterilen renk diyagramına göre cam rengi kantitatif olarak tanımlanmaktadır.

Başka bir deyişle camın renk parametre (% saflık, % parlaklık ve başat dalga boyu) değerleri bu diyagram üzerinden okunmaktadır. 400-700 nm dalga boyu arasındaki (görünür bölge) tüm saf renkler, Renk Diyagramını çevreleyen eğri üzerinde yer alır. Beyaz, siyah ve bütün griler ise, C noktası ile gösterilir.



Renksiz camlarda, rengin beyazlık derecesine bir ölçü olması itibarı ile, camın renk diyagramındaki konumunun mümkün olduğunca C noktasına yakın olması amaçlanır. C noktasına yaklaşıldıkça camın saflık değeri azalır; beyaz renge yaklaşır. Camdaki demir oksit miktarının artışı ise ters yönde etki yapar.

Renksizleştirme amacı ile harmana ilave edilen selenyum ve kobalt oksit de Fe₂O₃'den gelen yeşilimsi tondaki rengi nötrleştirmekle birlikte, camın saflık değerini yükseltir, parlaklığını azaltır. Bu nedenle renksizleştirici

katkıları en aza indirebilmek, bunun içinde camın Fe_2O_3 seviyesini mümkün olduğunca azaltmak gerekir.

Camın rengini tanımlayan başat dalgaboyu içerdiği demir oksit seviyesi ve renksizleştirici katkı miktarlarına bağlı olarak değişir. Camda Fe^{+2} iyonlarının artması ile cam rengini gösteren dalgaboyu 500-560 nm aralığında yeşil bölgeye kayarken, bu iyonların azalması ile dalgaboyu büyüyerek 570-580 nm aralığında sarı bölgelere ulaşır. Ancak camın renk tonunu belirleyen kesin spesifikasyonlar mevcut değildir.

Cam ambalaj alanında, değişik pazarlara ait üretim örnekleri incelendiğinde, bunların farklı renk tonlarında renksizleştirilmiş oldukları gözlenmektedir. Kimi üreticiler sarımsı beyaz tona yakın rengi hedef alırken, bazıları ise, uçuk gri mavimsi tonları tercih etmektedirler.

3.FABRİKA UYGULAMALARI

Topkapı Şişe sanayii A.Ş. renksiz cam üretimi yapan C ve D fırınlarında 5. şubat 1992 tarihinden itibaren indirgen koşullarda çalışılmaya başlanmıştır. İndirgen koşullar mevcut harmana bir miktar kömür ilavesi ve oksiden madde miktarlarının azalması ile sağlanmış olup, harman redoksu + 16 dan + 11 e indirilmiştir.

Kömür uygulamasında yeterli renksizleştirme seviyesine ulaşana kadar katkı madde miktarlarında ayarlamalar yapılmış, uygulanan ara kademeler tarih sırası ile Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Katkı Madde Değişimleri

Uygulama Tarihi	Katkı Maddeleri (Kg / 100 Kg cam)			
	Ce-kons.	Kobalt oksit	Zn-selenit	Kömür
Uygulama Öncesi	0.120	0.0001	0.0039	0.000
5 Şubat 1992	0.100	0.0001	0.0030	0.030
12 Şubat 1992	0.100	0.00008	0.0035	0.030
5 Mart 1992	0.100	0.00008	0.0037	0.030
27 Mart 1992	0.070	0.00008	0.0037	0.025
29 Mart 1992	0.040	0.00006	0.0037	0.020
7 Mayıs 1992	0.040	0.00004	0.0037	0.020

4. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Habbe Seviyesi

Kömür uygulamasının yapıldığı C ve D fırınlarına ait cam numunelerinde habbe seviyesi günlük bazda takip edilmiş ve uygulama öncesi dönemle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Uygulama öncesi dönem olarak renksiz camda Safaalanı kumu yerine feldspatin kullanılmaya başlandığı Ekim 91-Ocak 92 aralığı alınmıştır. Uygulama sonrası dönem ise Şubat-Eylül 92 aralığını kapsamaktadır.

Karşılaştırma için kullanılan habbe verileri, uygulama öncesi ve sonrasında aynı cam kırığı oranlarında fırın çekişlerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler her iki fırın için ayrı ayrı yapılmıştır.

Bu kapsamda, C fırınında uygulama öncesi ve sonrasında cam kırığı mertebesinin % 35 olduğu dönemler tespit edilmiş ve bu döneme ait habbecik (> 1 mm.) verileri farklı fırın çekişlerine karşılık Şekil 3 de grafiklendirilmiştir. Ayrıca bu grafiklerde habbe, çekiş arasındaki ilişkiyi veren regrasyon doğrusu da gösterilmiştir.

D fırınında ise, uygulama öncesi ve sonrası dönemlere ait habbecik verileri, % 35 ve % 40 olmak üzere iki cam kırığı oranında incelenmiştir. Bu cam kırığı oranlarında çalışılan dönemlere ait veriler karşılaştırmalı olarak Şekil 4,5 de gösterilmiştir.

Bu çerçevede, C fırınına ait grafikten, uygulama öncesi aynı koşulları sağlayan verilerin yetersiz olması nedeniyle, uygulama sonrasında habbecik seviyesinin pek değişmediği görülmektedir. Buna karşın, daha fazla veriye sahip olan D fırınına ait grafikler incelendiğinde, uygulama sonrası dönemde habbecik seviyesi düşmüştür. Kömür uygulaması öncesinde camda yoğun habbecik olması nedeniyle, fırın çekişi 215 ton/gün üzerine çıkılmazken, uygulama sonrasında 235 ton/gün çekişlere rahatlıkla çıkılmış ve bu çekişlerde de düşük habbe seviyesinde çalışılmıştır.

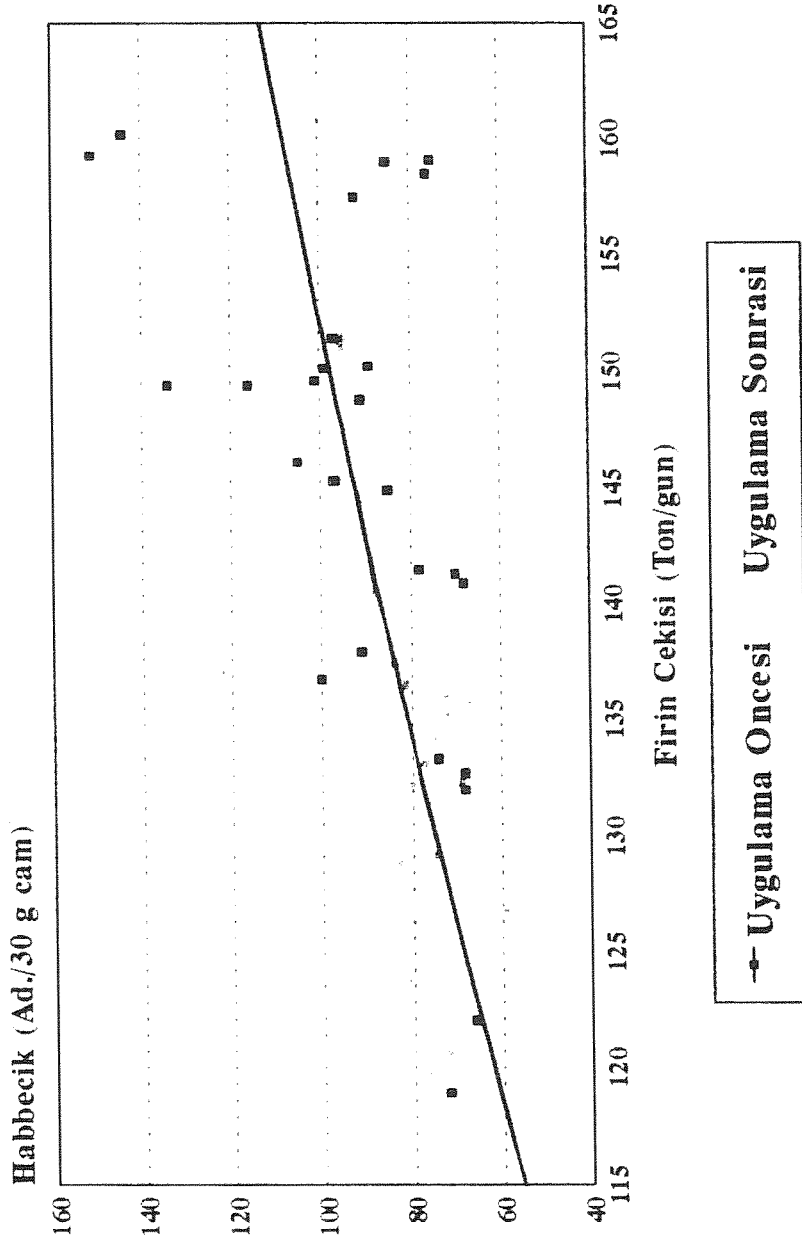
4.2 Cam Rengi

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. C ve D fırınlarında, kömür uygulaması sırasında, renk katkı maddelerinde yapılan değişikliklere bağlı olarak, söz konusu fırın camlarına ait renk analizleri yapılmış ve indirgenlik seviyeleri tespit edilmiştir. Sonuçlar uygulama öncesine ait renk ve indirgenlik seviyeleri değerleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiş, her iki fırın için aylık bazda grafiklendirilmiş (Şekil 6 ve 7)

TK-C ve D fırın camlarına ait uygulama öncesi dönem de dahil olmak üzere ortalama renk değerleri Tablo 2 de verilmiştir.

İlk aşamada, kömür uygulamasıyla harman redoks sayısının + 16 dan + 11 e düşmesine paralel olarak cam renginin bozulacağı beklenmiştir. Nitekim, tablo ve şekillerden görüleceği üzere, Şubat ve Mart ayına ait cam numunelerinde yapılan renk ölçüm sonuçları her iki fırında da, camın Fe_2O_3 içeriği sabit kalmasına rağmen, kömür uygulamasının ilk iki ayrı döneminde her iki fırına ait cam rengi Tablo 2 deki değerlerden görüleceği üzere bir miktar yeşile dönmüştür. Fakat bu dönüşüm, renk parametreleri sınırlar içinde kalacak şekilde olmuş ve renk katkı madde miktarları ayarlandıktan sonra ortadan kalkmıştır. Bunun yanında, fiziksel katkı madde miktarlarının düşürülmesi ile bu maddelere özgü görünür

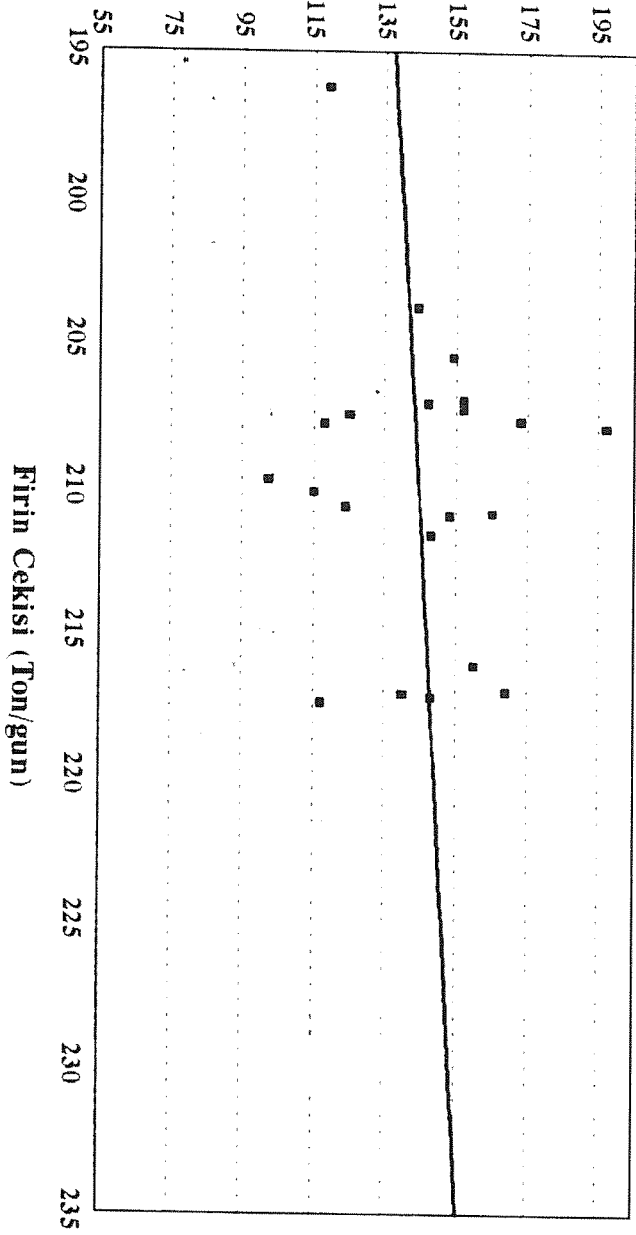
TOPKAPI SİŞE SANAYİİ A.S. C FIRINI (% 35 C.K.)



Şekil 3.

TOPKAPI SİŞE SANAYİİ A.S. D FIRINI (% 35 C.K.)

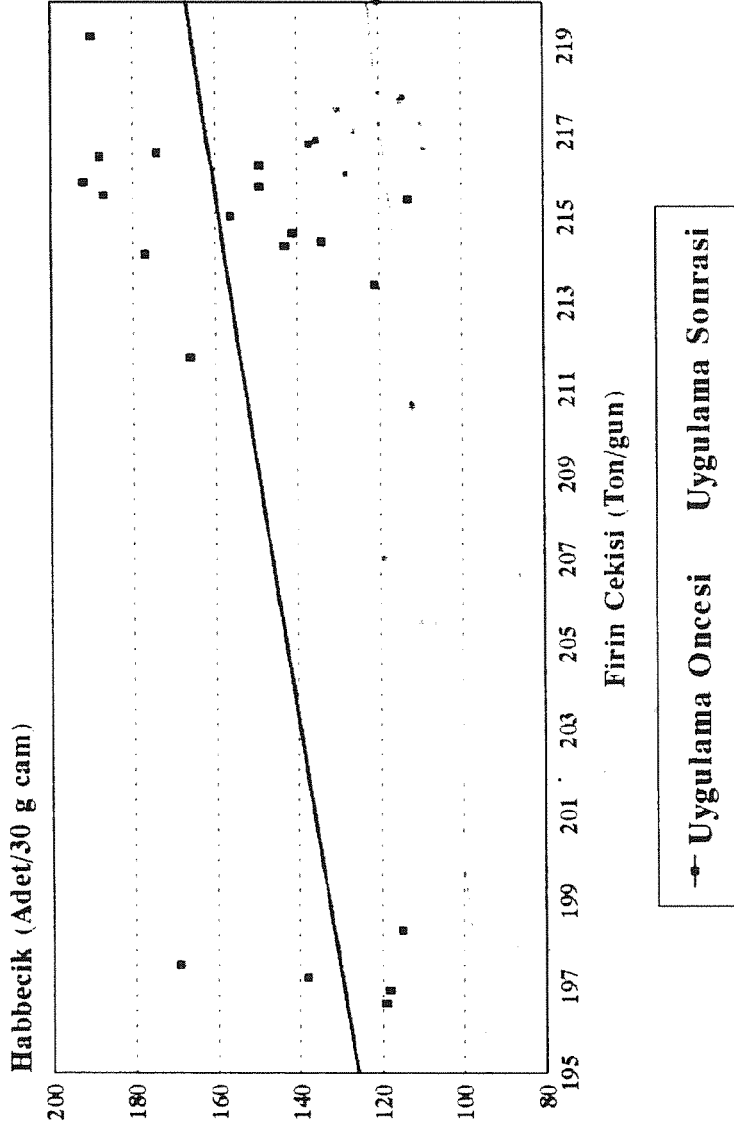
Habbecik (Adet/30 g cam)



→ Uygulama Öncesi - Uygulama Sonrası

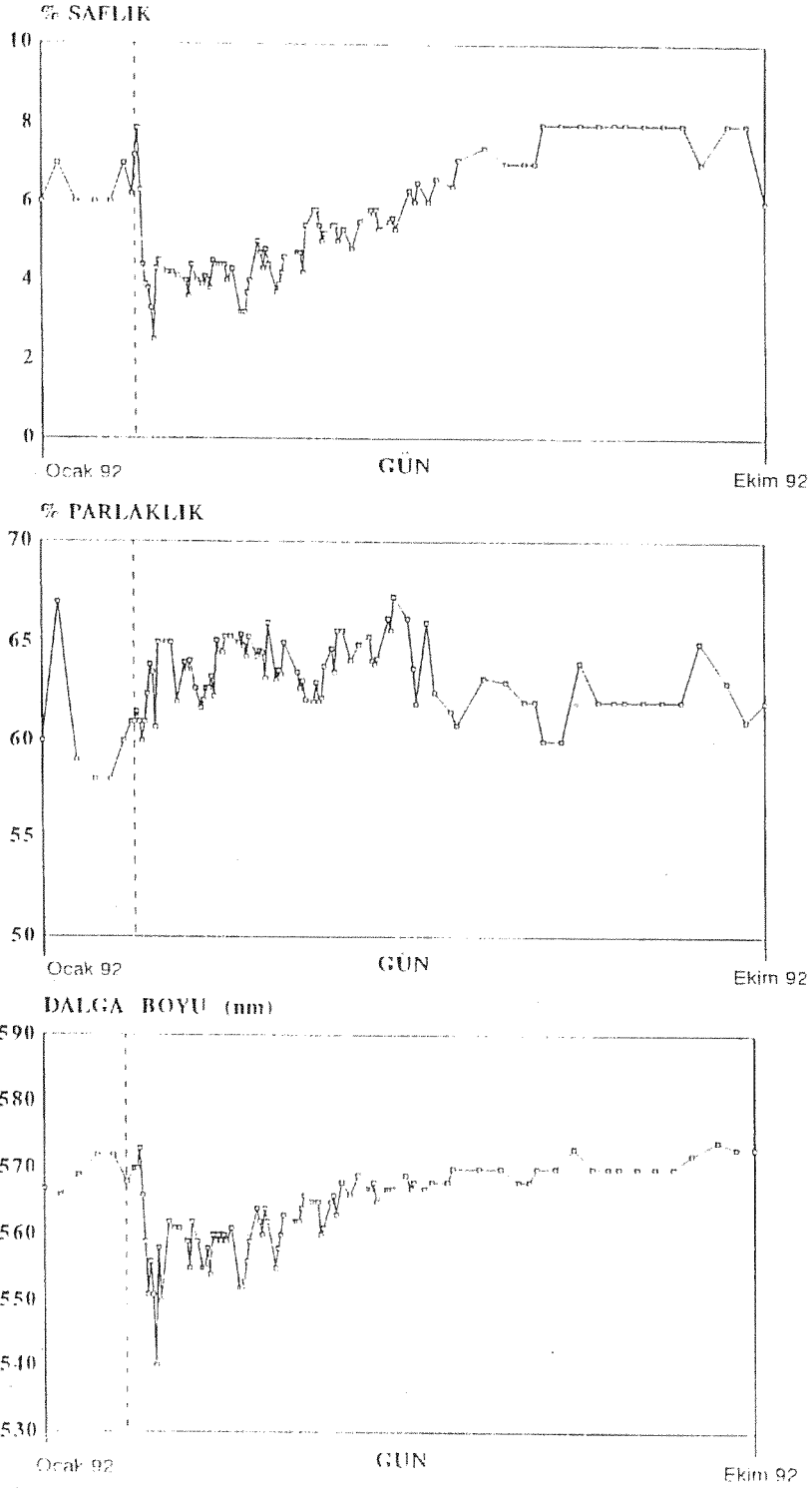
Sekil 4.

TOPKAPI SİSE SANAYİİ A.S. D FIRINI (% 40 C.K.)



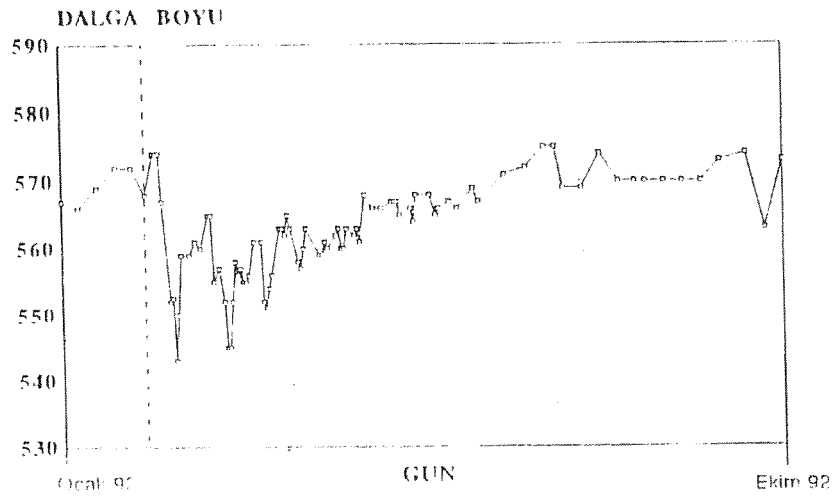
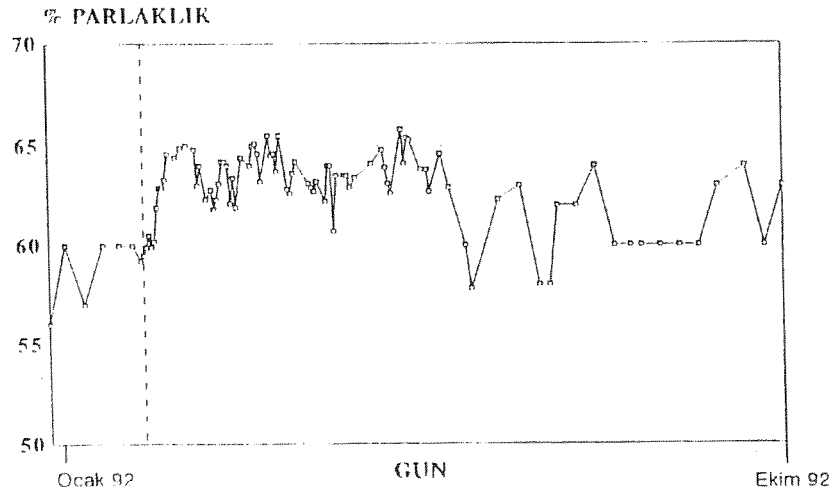
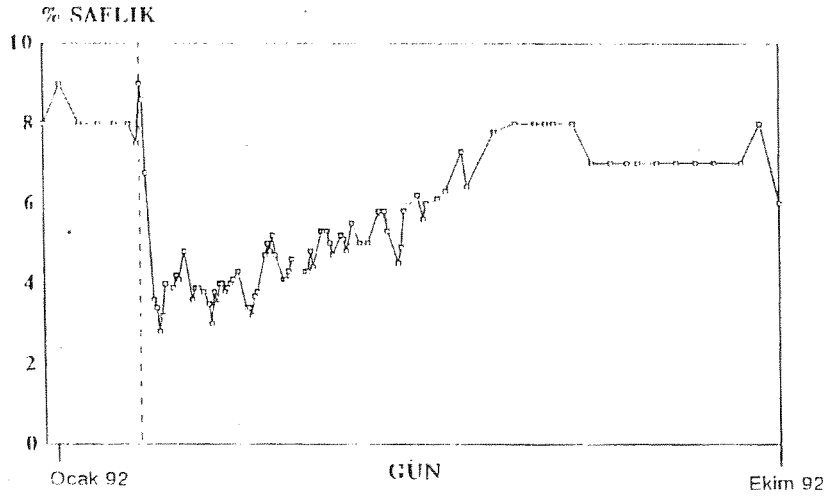
Şekil 5.

TOPKAPI SİŞE SAN A.Ş. C FIRINI



Şekil 6. Renk Parametreleri.

TOPKAPI SİSE SAN A.S. D FIRINI



Şekil 7. Renk Parametreleri.

bölgedeki absorpsiyon azalmış ve camın geçirgenliği artmıştır. Diğer bir deyişle cam daha parlak hale gelmiştir.

1992 AYLAR	C FIRINI			D FIRINI		
	Başat Dalga Boyu	Parlaklık % P	Saflık % S	Başat Dalga Boyu	Parlaklık	Saflık
OCAK UÖ	568	60.8	6.4	568	58.3	8.3
ŞUBAT US	560	62.5	4.8	561	62.0	5.0
MART US	558	64.0	4.1	556	63.5	4.1
NİSAN US	564	63.5	5.1	562	63.3	4.8
MAYIS US	567	64.8	5.4	566	64.1	5.7
HAZİRAN US	569	62.1	7.0	571	60.5	7.5
TEMMUZ US	570	62.0	7.8	571	62.2	7.6
AĞUSTOS US	570	62.8	7.8	573	63.2	6.3
İndirgenlik Seviyesi	Uygulama Öncesi		19.5	Uygulama Öncesi		19.1
Fe/Fe ₂ O ₃ *100	Uygulama Sonrası		19.7	Uygulama Sonrası		20.0

Tablo 2. Spektrofotometrik Renk Analizleri

İlk aşamada, kömür uygulamasıyla harman redoks sayısının +16 dan +11 e düşmesine paralel olarak cam renginin bozulacağı beklenmiştir. Nitekim, tablo ve şekillerden görüleceği üzere, Şubat ve Mart ayına ait cam numunelerinde yapılan renk ölçüm sonuçları her iki fırında da, camın Fe₂O₃ içeriği sabit kalmasına rağmen, kömür uygulamasının ilk iki ayrı döneminde her iki fırına ait cam rengi Tablo 2 deki değerlerden görüleceği üzere bir miktar yeşile dönmüştür. Fakat bu dönüşüm, renk parametreleri sınırlar içinde kalacak şekilde olmuş ve renk katkı madde miktarları ayarlandıktan sonra ortadan almıştır. Bunun yanında, fiziksel katkı madde miktarlarının düşürülmesi ile bu maddelere özgü görünür bölgedeki absorpsiyon azalmış ve camın geçirgenliği artmıştır. Diğer bir deyişle cam daha parlak hale gelmiştir.

4.3 MALİYET

4.3.1. Harman Maliyeti

Kimyasal ve fiziksel renksizleştirmede kullanılan katkı maddelerinin harmandaki payı az olmasına karşın harman maliyetine etkisi büyüktür. Nitekim, gerçekleştirilmiş olan katkı madde miktarlarında azalma ile camın birim füzyon maliyetinde önemli ölçüde indirimler sağlanmıştır. Tablo 3 de uygun renk parametrelerine ulaşılan kadar katkı madde miktarlarında yapılan değişimlerin, füzyon maliyeti üzerine etkisi eski dönemle karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Tablodaki değerler Eylül-92 ham madde birim fiyatları baz alınarak hesaplanmıştır.

Kömür uygulamasını içeren Şubat ve Eylül-92 döneminde 79600 ton reksiz harman hazırlanmıştır. Bu dönemde uygulama öncesi füzyon maliyeti yerine, denenen tüm katkı maddeleri ile gerçekleşen füzyon maliyetlerinin kullanılması sonucu, camın renk kalitesinden bir taviz verilmeksizin yaklaşık 1 300 000 000 TL net kazanç sağlanmıştır.

Tablo 3. Katkı Maddelerinin Cam Maliyetine Etkisi

Katkı Maddeleri (Kg/100Kg C)	Başlangıç Değerleri	Farklı Uygulamalardaki Katkı Madde Miktarları					
		1	2	3	4	5	6
Seryum oksit	0.120	0.100	0.100	0.100	0.070	0.040	0.040
Kobalt oksit	0.0001	0.00008	0.00008	0.00008	0.00008	0.00006	0.00004
Çinko selenit	0.0039	0.0035	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037	0.0037
Kömür	0.0000	0.030	0.030	0.025	0.025	0.020	0.020
Katkı Miktarlarının Har. Payı(%)	0.228	0.245	0.246	0.181	0.117	0.117	0.117
Ana Ham Maliyeti(Tl/Kg C)	446.76	446.76	446.76	446.76	446.76	446.76	446.76
Toplam Mali.Payı(%)	91.1	91.98	91.95	94.08	96.31	96.31	96.31
Katkı Madde Maliyeti(Tl/KgC)	46.19	38.96	39.09	28.12	17.14	17.14	17.12
Toplam maliyetteki Payı(%)	8.69	8.02	8.05	5.92	3.69	3.69	3.69
Füzyon maliyeti(Tl/Kg C)	489.28	485.72	485.85	474.88	463.90	463.90	463.88
Başlangıç Komp.Göre Sağlanan maliyet indirimi(%)		0.73	0.70	2.94	5.19	5.19	5.19

4.3.2. Birim Yakıt Sarfiyatı

Birim yakıt sarfiyat değerleri, kömür uygulaması öncesi ve sonrası dönemde habbe değerlendirilmesinde olduğu gibi aynı cam kırığı oranlarında çekişe bağlı olarak incelenmiştir.Söz konusu inceleme, C ve D fırınları için ayrı ayrı yapılmıştır.C fırınına ait veriler % 35 cam kırığında çalışılan dönem için derlenmiş ve Şekil 8 de gösterilmiştir.D fırınına ait veriler ise %35 ve % 40 olmak üzere iki ayrı cam kırığı oranı için değerlendirilmiştir.Veriler, % 35 cam kırığı oranı için Şekil 9, % 40 cam kırığı oranı için Şekil 10 da grafiklendirilmiştir.

C fırınına ait grafik incelendiğinde, uygulama sonrasında aynı fırın çekişinde daha düşük yakıtla çalışıldığı görülmüştür.İki ayrı cam kırığı oranında incelenen D fırınında ise, %35 cam kırığı dönemindeki uygulama öncesi verilerden görüldüğü üzere yaklaşık 212 ton/gün çekişe kadar olan birim yakıt sarfiyatlarının, beklendiği gibi fırın çekişi arttıkça azalmasına karşılık söz konusu çekişten itibaren ergitme gücünün nedeniyle yakıt sarfiyatlarında yükselme olduğu görülmüştür. Uygulama öncesinde ergitme gücünün nedeniyle yaklaşık 218 ton/gün çekiş üzerinde çalışılmamasına rağmen, kömür uygulaması sonrasında 235 ton/gün çekişlere çıkılabilmektedir.Söz konusu yüksek çekişler, uygun habbe seviyesi ve düşük birim yakıt sarfiyatlarında gerçekleştirilmiştir.Kömür uygulamasının getirdiği ergitme kolaylığı sonucunda, beklenen birim yakıttaki düşme % 40 cam kırığı oranında da görülmüştür.

Ayrıca, birim yakıtlardaki düşmenin ergitme maliyetine olan etkisi incelenmiştir.İnceleme D fırını, 217 ton/gün çekiş ve % 35 cam kırığı oranı için, uygulama öncesi dönem ile karşılaştırmalı olarak yapılmıştır.Sonuçlar tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 4 Yakıt Tüketimi

Veriler	Fuel oil		Elektrik Enerjisi		Toplam Ergitme Maliyeti
	Miktar gr / kg cam	Erg. Mal. Tl/kg cam	Miktar Wh/Kg cam	Erg. Mal. Tl/Kg cam	
Fırın Çekişi (217 t/gün) C.K. Oranı (%35)					
Uygulama Öncesi	120.9	149.19	92.2	56.99	206.18
Uygulama Sonrası	118.6	146.35	68.09	42.09	188.44

Tablo değerlerinden görüleceği üzere, ergitme maliyetinde uygulama öncesi döneme göre, % 8.6 oranında kazanç sağlanmıştır.

5.SONUÇ

Topkapı Şişe sanayii A.Ş. renksiz cam üretiminde hammadde geliştirme çalışmaları paralelinde daha düşük demir içerikli hammaddeler kullanılmaya başlanmıştır.Bunun sonucunda 5 Şubat 1992 tarihinden itibaren, indirgen şartları sağlayan kömür uygulamasına geçilmiştir.

Ayrıca hammaddelerin demir miktarındaki düşmeye bağlı olarak, kimyasal ve fiziksel renksizleştirme için kullanılan katkı madde miktarları azaltılmıştır.

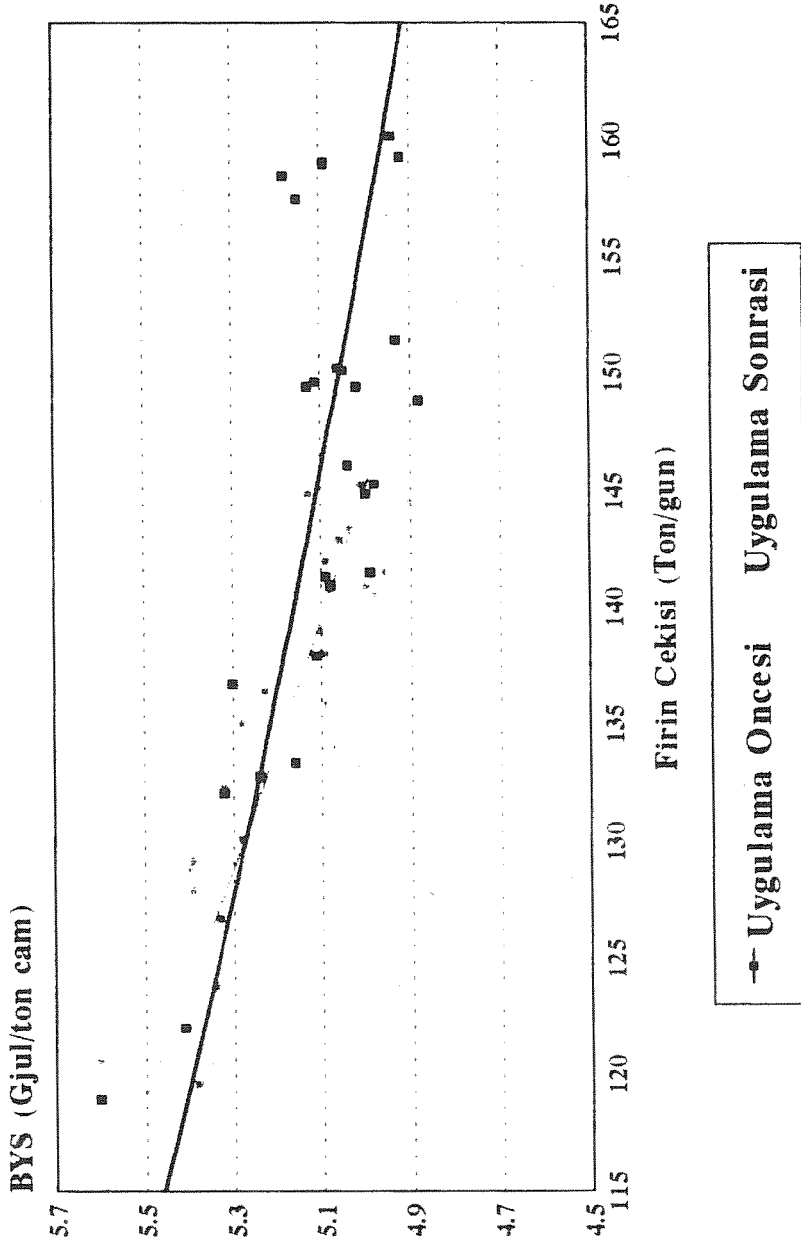
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş. renksiz cam üretiminde, uygulanan "İndirgen Afinasyon Sistemi" ile;

- ergitme şartlarının kolaylaştığı,
- uygulama öncesinde ulaşılamayan fırın çekişlerine çıkıldığı,
- cam kalitesinin habbe seviyesi yönüyle iyileştiği,
- renksizlik özelliklerinin kalitesini koruduğu ve
- birim yakıt sarfiyatlarının azaldığı görülmüştür.

Uygulama maliyet açısından incelendiğinde ;

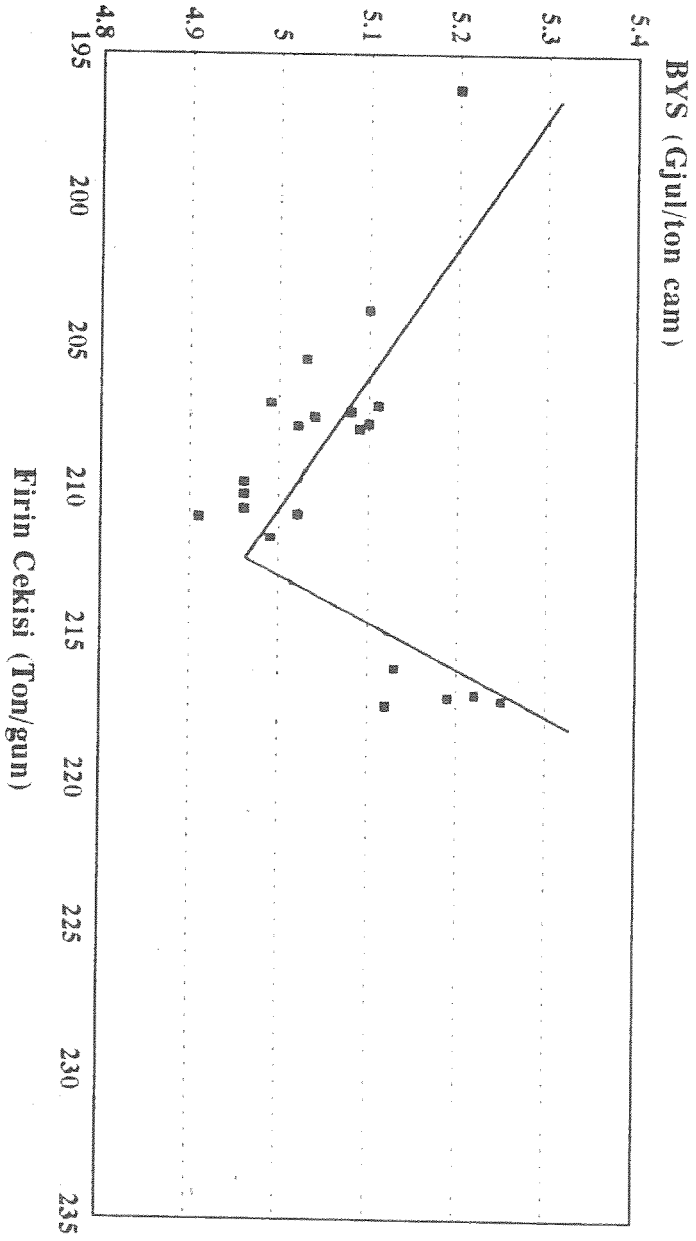
- renk katkı madde miktarlarının % 65 oranında azalması ile, füzyon maliyetinde yaklaşık 1.3 milyar net kazanç sağlanmıştır.
- ergitme şartlarının kolaylaşması nedeniyle enerji tüketiminde azalma gözlenmiştir. Örneğin, 217 ton/gün çekiş ve % 35 cam kırığı oranında çalışılan dönemde incelenen birim yakıt sarfiyatlarının % 3.4 azalması, ergitme maliyetini % 8.6 oranında düşürmüştür.
- fırın çekişlerinde eski dönemde ulaşılamayan seviyelere çıkılabilmesi ise örneğin D fırınında 15-20 ton/gün cama eşdeğer bir üretim artışına neden olmuştur. Bu artış da maliyet açısından önemli avantajlar getirecek niteliktedir.

TOPKAPI ŞİŞE SANAYİİ A.Ş. C FIRINI (% 35 C.K.)



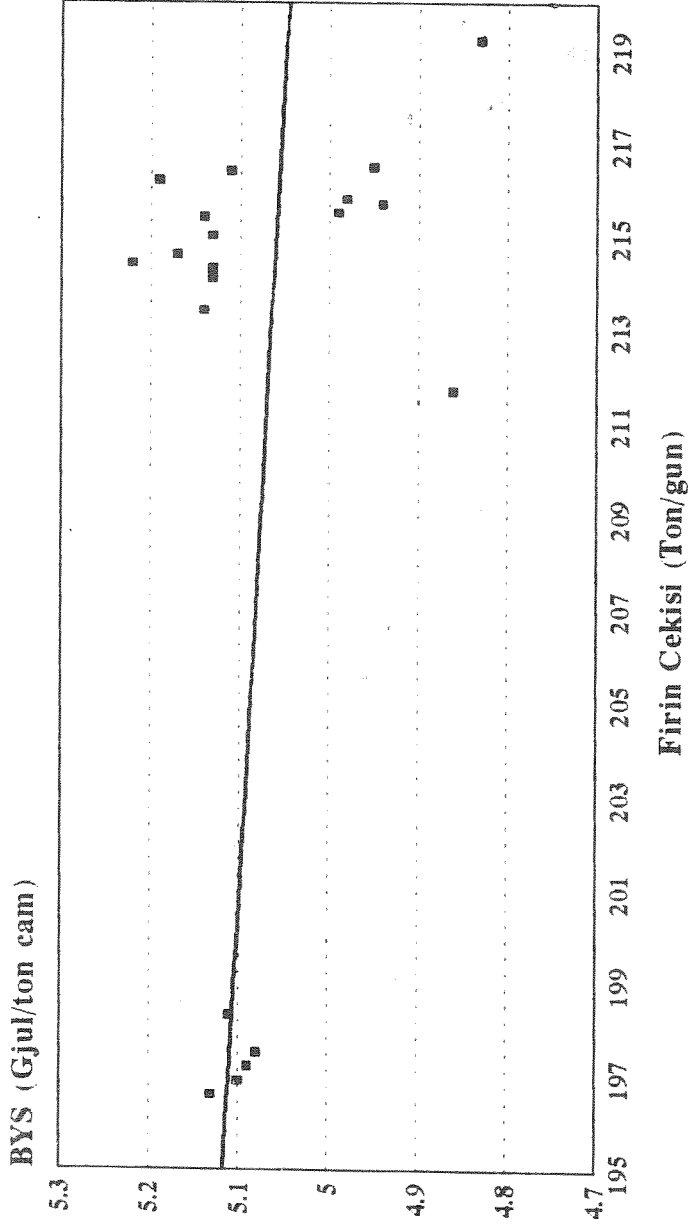
Şekil 8.

TOPKAPI ŞİŞE SANAYİİ A.Ş. D FIRINI (% 35 C.K.)



Şekil 9.

TOPKAPI ŞİŞE SANAYİİ A.Ş. D FIRINI (% 40 C.K.)



■ Uygulama Öncesi • Uygulama Sonrası

Şekil 10.

BUZLU CAM FIRINLARINDA SOĞUTMA SUYUNUN DENİZ SUYU İLE SOĞUTULMASI

Zafer SAĞLAM

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Bilindiği gibi cam fırınlarında belirli bölgelerde mekanik ve refrakter yapıların soğutulması amacıyla yoğun olarak su ile hava kullanılmaktadır. Özellikle su ile soğutulan bölgelerde ; fazladan kullanılan su miktarları toplam maliyeti, kullanılan soğutma suyu niteliği ise üretim kalitesi + randımanı ve ürün maliyetini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Çayırova cam sanayii A.Ş.' de buzlu cam fırınlarında kullanılmakta olan soğutma suyunun açık sistem soğutma kulelerinde soğutulması prosesinin su harcamaları ve nitelikleri üzerinde bazı olumsuz etkileri görülmüştür.

Şirketimizin deniz kenarında avantajıda göz önünde bulundurularak buzlu cam fırınlarımızdan öncelikle 4. fırında kullanılan soğutma suyu Eylül 1991 tarihinden bu yana, mevcut soğutma kuleleri yerine, çoğunlukla doğal kaynağımız olan deniz suyu ile soğutulmaya başlanmıştır.

Bu bildiride soğutma suyunun, deniz suyunun sirküle ettiği bir soğutma havuzuna yerleştirilen serpantinler içerisinden geçirilerek soğutulması projesinin şirketimizdeki uygulaması ve bu uygulamanın maliyet, üretim kalitesi ile randımanı üzerindeki olumlu etkileri yer almaktadır.

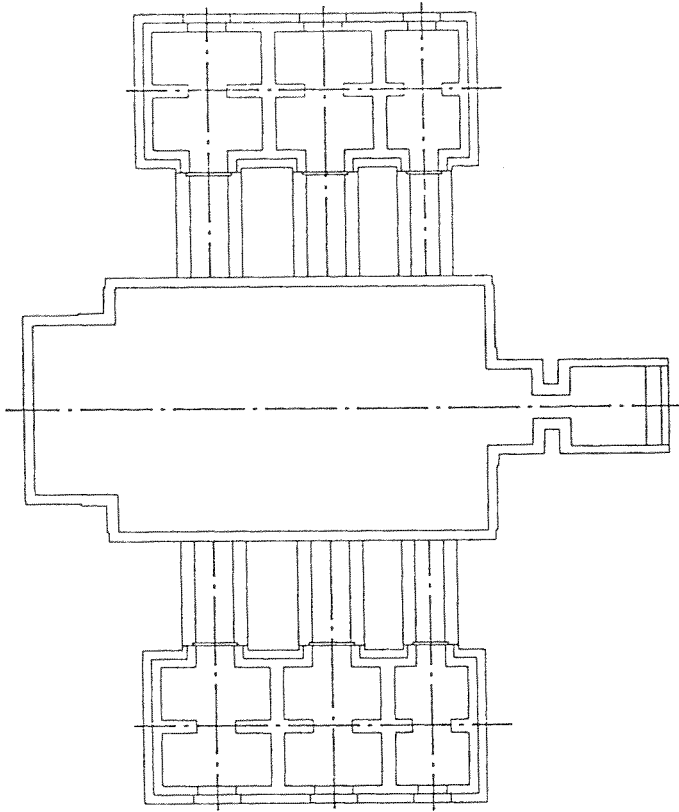
1.GİRİŞ

Günümüzün zorunlu rekabet koşullarında tüm üretici şirketler, rakiplerinden daha üstün olabilmek için; sürekli olarak Kalite + Maliyet + Termin faktörleri üzerinde iyileştirme ve geliştirme çalışmalarını sürdürmek zorundadırlar.

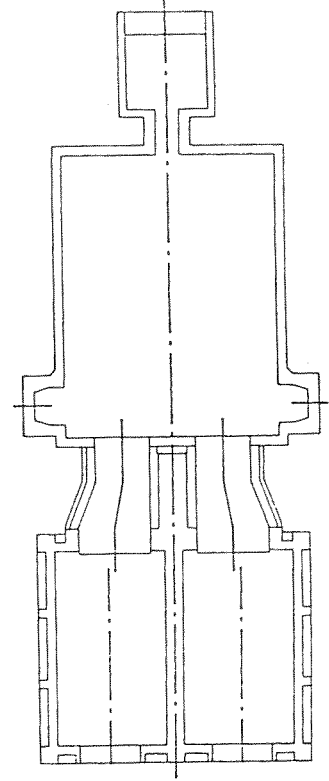
Şirketimizde de aynı felsefe doğrultusunda bu çalışmalar sürdürülmektedir. Bu sempozyumdaki "Buzlu Cam fırınlarında soğutma suyunun deniz suyu ile soğutulması" bildirisini ortaya çıkaran proje; üretim kalitesi ve randımanı yükseltmeye, maliyetleri düşürmeye yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmadır.

2.FIRINLARIN TANIMI

Şirketimizin bünyesindeki iki adet Buzlu Cam fırını üretimlerini sürdürmektedir. Bu fırınlar 3. ve 4. fırınlar olarak adlandırılmış bulunmaktadır.



3 Nolu BUZLU CAM FIRINI
KAPASİTE = 100 Ton/Gün (fiili üreti
Şekil 1. 3. fırın



4 Nolu BUZLU CAM FIRINI
KAPASİTE = 65 Ton/Gün (fiili üretim)
Şekil 2. 4. fırın

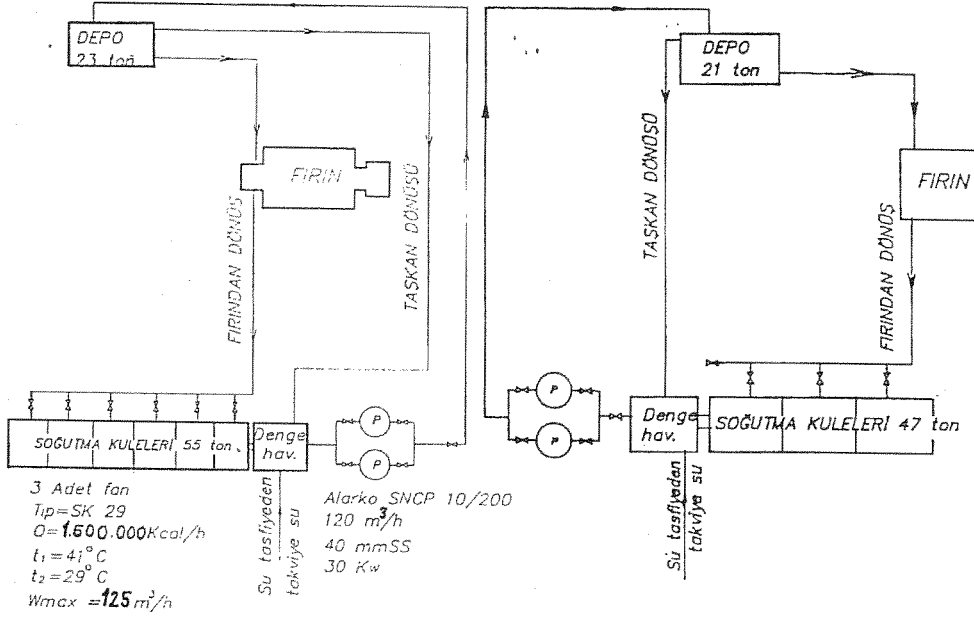
3.fırın 57,9 m2 eritme alanına sahip, 100 ton/gün üretim kapasiteli, yandan ateşlemeli olarak dizayn edilmiş bir fırındır.(Şekil 1.)

4. fırın ise 42 m2 eritme alanına sahip, 65 ton/gün üretim kapasiteli arkadan ateşlemeli olarak dizayn edilmiştir. (Şekil 2.)

Bu fırınlarımızda renkli, renksiz ve telli Buzlu Cam üretilmektedir.

3.KULLANILAN SU SOĞUTMA SİSTEMLERİ

3.1 Açık sistem su soğutma kuleleri buzlu cam üretimi yapan 3. ve 4. fırınlarda kuruluşlarından bu yana açık sistem su soğutma kuleleri kullanılmaktadır.



3 NOLU FIRIN MEVCUT SOĞUTMA SİSTEMİ
Şekil 3. 3. Fırın Soğutma Sistemi

3 NOLU FIRIN MEVCUT SOĞUTMA SİSTEMİ
Şekil 3. 3. Fırın Soğutma Sistemi

3. fırında 1.500.000 kcal/h ısı yükü, 125 m³ / h debi kapasitesinde ve 40°C den 30°C ye soğutma kulesi ile su soğutma sağlamaktadır. (Şekil 3)

4. fırın ise 1.008.000 kcal/h ısı yükü, 84 m³/h debi kapasitesinde ve 40°C den 30°C ye soğutma sağlayan 3 adet tek fanlı (her biri 10 kw gücünde) soğutma kulesi ile su soğutma sağlamaktadır.(Şekil 4)

Her iki fırınlarda bu sirkülasyon sağlanması için biri yedek olmak üzere ikişer adet 120 m³/h debi için biri yedek olmak üzere ikişer adet m³ / h debi 40 mSS basınç ve 30 kw güç kapasitesinde pompalar kullanılmaktadır.

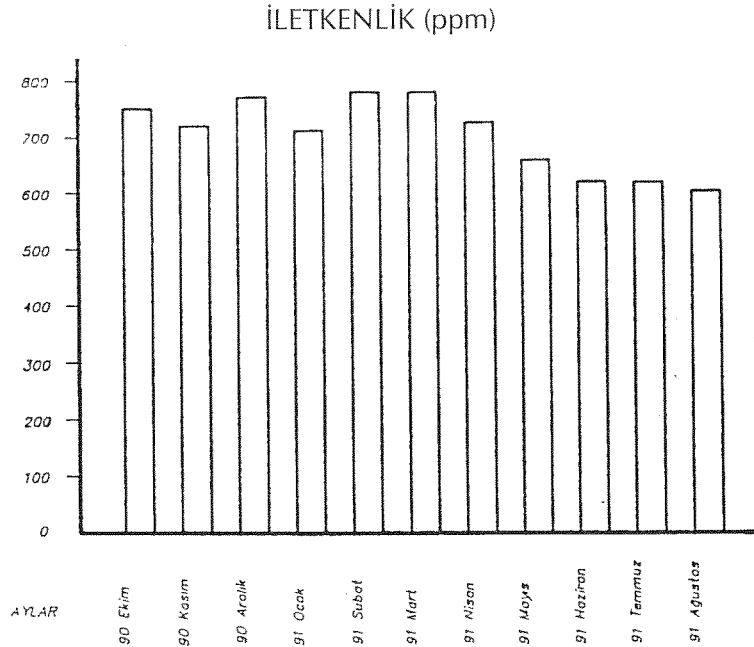
Ancak açık sistem su soğutma kulelerinin kullanımında aşağıda belirtilen sorunlarla sürekli olarak karşı karşıya kalınmış olup, bu sorunlar projenin öncelikle uygulanması kararlaştırılan 4. fırın için ele alınmıştır:

I. Buharlaşma ve buharlaşma nedeniyle oluşan iletkenli artışının önlenmesi amacıyla yapılan taşımalar sonrasında sisteme ilave edilen su, kullanılan toplam su miktarını arttırmaktaydı. Bu miktarlar bir yıl bazında hava sıcaklığına göre değişkenlik gösterirken, toplamda maliyetler yönünden ek yükler oluşturuyordu.

II. Soğutma suyunda iletkenliğin gerekli sınırlarda (Max. 600-650 ppm) kararlı olarak tutulmaması sonucunda; Buzlu cam imalatının şekillendirme aşamasında kullanılan, su ile soğutmalı merdanelerin iç çeperlerinde oluşan kışırklar merdanede salgı ve bu nedenle bölgesel soğutma farklılıklarına sebep olmaktaydı. Bunların sonucunda cam şeritte istenilen toleranslarda kalınlık dağılımının sağlanmasında zorluk çekilmekteydi. (Max. 0,6 mm sapmalar)

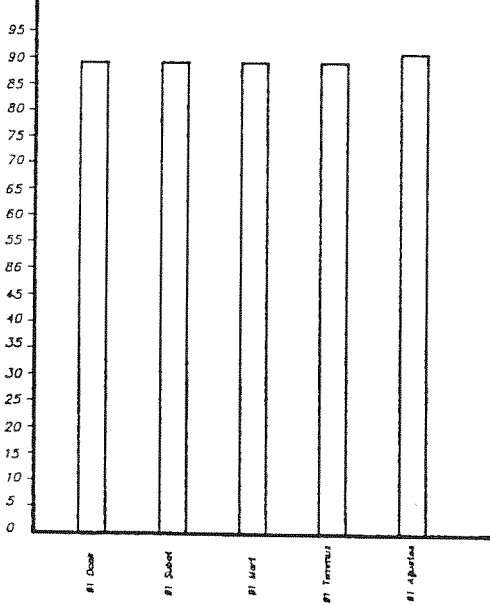
3.2. Kullanılan Su Nitelikleri

Kullanılan soğutma suyu şirkete temininde ~300 ppm iletkenlik değerindedir. Tasfiye edilmesi sonrasında 0 dere Fransız sertliği, 30°C su temini koşullarında Max 8,5 civarı bir PH değeri sınırlandırılmıştır. Ancak açık sistem su soğutma kuleleri ile suyun soğutulması prosesinde, her ne kadar Max. 600-650 ppm iletkenlik değeri aşılmayacak şekilde müdahaleler (su taşıma ve sonrasında sisteme su ilavesi gibi) yapılsa~da, sürekli bir kararlılık sağlanamamakta ve zaman zaman iletkenlik değeri 1000 ppm' in üzerine çıkabilmekteydi. (Şekil 5)



Şekil 5. Projenin uygulanması öncesi iletkenlik değerleri (ppm)

BUZLU CAM 10 NOLU DESEN RANDIMANI (%)



Şekil 6. Projenin uygulanması öncesinde 4. fırın üretim randımanları. (%)

Ayrıca müşteri stok koşullarında oluşan kırılmalar da önemli ve giderek artan bir reklamasyon kaynağı olarak ortaya çıkıyor. (Şekil 7)

Soğutma suyu faktörü kırılma kaynaklı kayıplar için tek neden olmasa bile bu kayıplar içinde belirli payı olan bir faktördü.

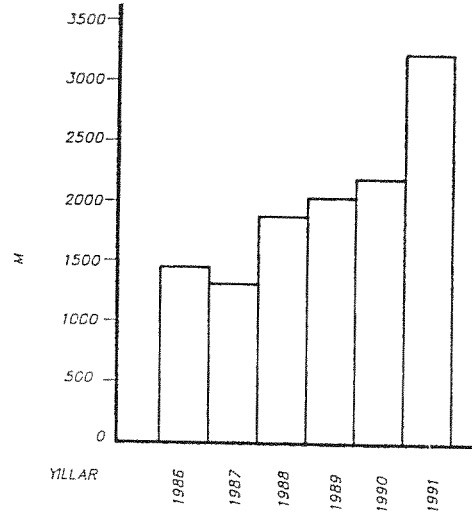
3.4. Değişken Maliyetlerin Analizi :

Kullanılan mevcut sistem için ağırlıklı değişken maliyet unsurları olan su ve enerji giderleri değerlendirmeye alınmıştır. Projenin öncelikle uygulanması düşünülen 4. fırın mevcut soğutma sisteminde ay bazında giderler; Şekil 8.a., 8.b. ve 9.a., 9.b.' de görüldüğü gibi oluşmaktaydı.

3.3. Üretim Kalitesi ve Randımına Olan Etkileri :

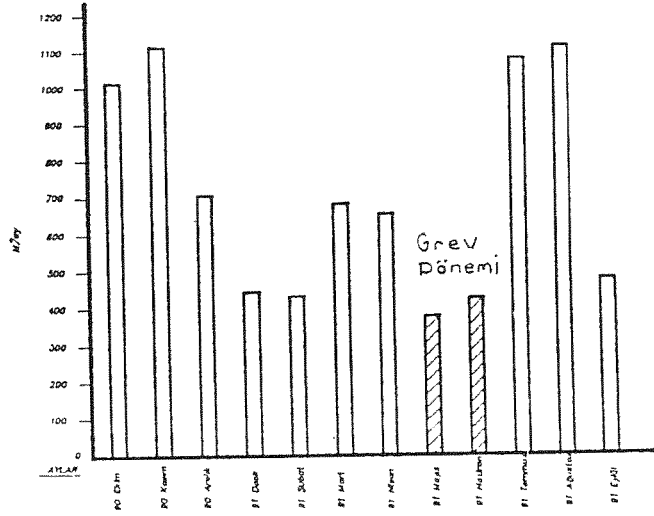
Açık sistem su soğutma kulelerinde belirtilen olumsuzluklar ve buna bağlı olarak oluşan su niteliklerindeki kararsızlıklar nedeniyle buzlu cam üretiminde kalınlık dağılımının istenilen toleranslarda sağlanamaması sonucunda ; üretimde ve ambar stok koşullarında kırılmalardan kaynaklanan kayıplar oluşmakta ve Şekil 6' daki randımanlar sağlanmaktaydı. (10 Nolu desen bazında)

BUZLU CAM İÇ PAZAR REKLAMASYON



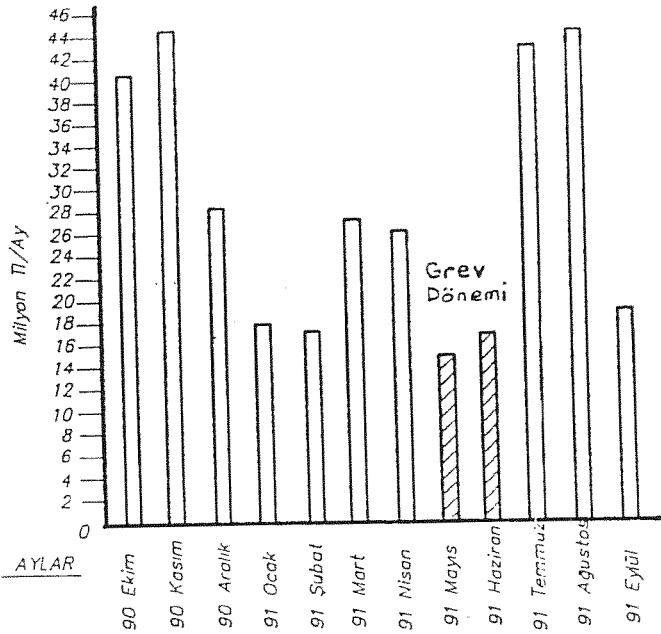
Şekil 7. Projenin uygulanması öncesindeki buzulu cam iç pazar reklamasyonu. (m2)

TAKVİYE SUYU MİKTARI



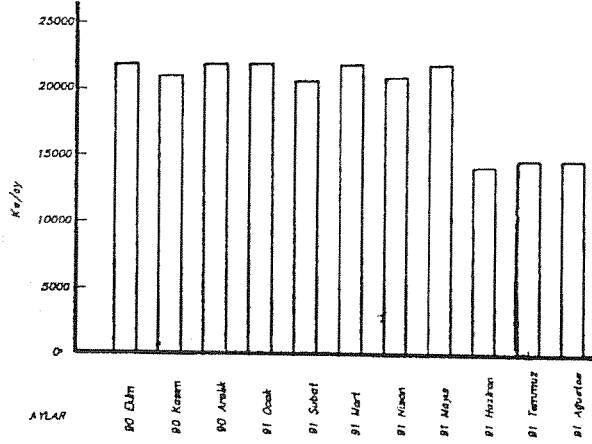
Şekil 8. a. Projenin uygulanması öncesindeki aylık ilave soğutma suyu harcamaları (m³ / ay)

TAKVİYE SUYU MİKTARI



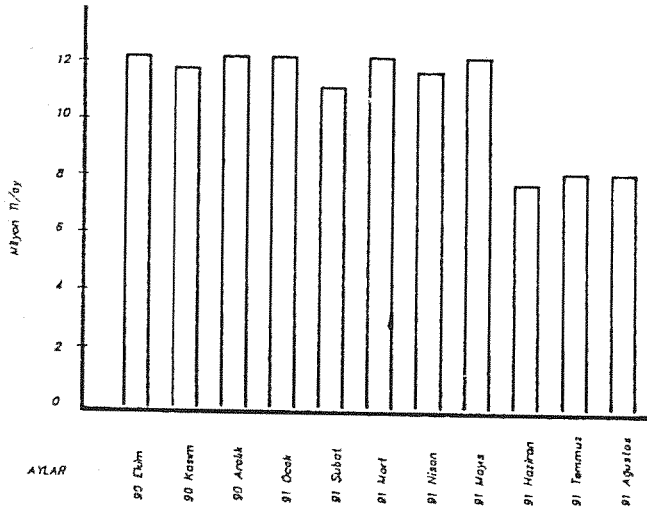
Şekil 8.b. Projenin uygulanması öncesindeki aylık ilave soğutma suyu gideri (TL / ay)

ENERJİ MİKTARI



Şekil 9.a. Projenin uygulanması öncesinde aylık enerji harcamaları (KW / ay)

ENERJİ MİKTARI



Şekil 9.b. Projenin uygulanması öncesinde aylık enerji gideri (TL/ay)

Yıllık enerji gideri : 128.436.000 TL/yıl
TOPLAM GİDERLER : 453.196.000 TL/yıl

4.SOĞUTMA SUYUNUN DENİZ SUYU İLE SOĞUTULMASI

4.1. Çeşitli su soğutma sistemlerinin incelenmesi

Genelde yaygın kullanımı olan belli başlı su soğutma sistemleri incelenmiş ve sonuçları şu şekilde belirlenmiştir:

I. Açık sistem su soğutma kuleleri :

Proje öncesinde kullanımda olan bu sistemin görülen dezavantajları 3.1. bölümünde belirtilmiştir:

II. Kapalı sistem (Al kanatçıklı) su soğutma sistemleri :

Halen düz cam bölümümüzde kullanımda olan bu sistemin yatırım ve işletme maliyetleri yüksek olup, görülen en büyük dezavantajı ise hava sıcaklığının çok yüksek olduğu (gölgede 30-35°C) yaz aylarında soğutma suyunun istenilen düzeyde soğutulmasında güçlük çekilmesidir.

III. Eşanjörlü tip su soğutma sistemleri :

Bu soğutma sistemlerinde yatırım ve işletme maliyetleri ile birlikte büyük boyutlar nedeniyle bakım maliyetleri de oldukça yüksek görülmektedir.

IV.Gazlı tip su soğutma sistemleri :

Bu soğutma sistemlerinde de yatırım ve işletme maliyetleri yüksek olarak gerçekleşmektedir.

Ayrıca anlatılan çeşitli su soğutma sistemlerinin bu fırında realize edilebilmesi için fırının soğuk tamir döneminin beklenmesi gerekmektedir.Ancak 4. fırının soğuk tamir dönemine ~ 3 senelik bir zaman olduğu düşünüldüğünde mevcut sistemleri koruyarak soğutma suyunun soğutulması maliyetlerini düşürme konusunda ne yapılabileceği gündeme gelmiştir.

4.2.Projenin amacı ve gerçekleşmesi :

Bir önceki bölümde anlatıldığı gibi maliyetleri düşürme ve üretim kalitesi ile randımanını arttırmaya yönelik yapılan çalışmalardan birisi olan bu proje ile 4. fırında soğutma suyunun soğutulması projesinde oluşan maliyetlerin azaltılması ve üretime olan olumsuz etkilerinin kaldırılması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda su ve enerji giderlerini azaltmak için soğutma kulelerini bir yıl bazında çoğunlukla devre dışı bırakarak, doğal kaynağımız olan deniz suyunun soğutma amacıyla kullanımı düşünülmüştür. 4.fırın soğutma suyu kullanımı 120 m³ / h' lık bir debi değerinde olup, 40°C den 30°C ye düşürülmesi için 1.250.000 kcal / h lık bir ısı yükü gerekmektedir. Soğutma amaçlı olarak kullanılacak olan deniz suyunun en önemli özelliği en sıcak olan yaz aylarında bile 25-27°C sıcaklık değerinin üzerine çıkmamasıdır ki, bu aynı koşullarda hava sıcaklığına göre 8-10°C daha düşük sıcaklık avantajıdır.

Sistemin mevcut soğutma sistemi ile dönüşümlü kullanılabilen şekilde dizayn edilmesi düşünülmüştür.Bu doğrultuda deniz suyunun sürekli sirküle ettiği bir havuz içerisindeki yeterli soğutma yüzeyine sahip olan serpantin gurubu içerisinden soğutma suyunun geçirilerek, gerektiği zamanda soğutma kulesine de bağlantılı olarak soğutulmasıyla, fırına verilmesi hedeflenmiştir.

Ayrıca deniz suyunun soğutmada yetersiz olabileceği ve / veya serpantin bakımları yapılacak dönemler düşünülerek soğutma suyunun dönüş ve gidiş bağlantıları ;

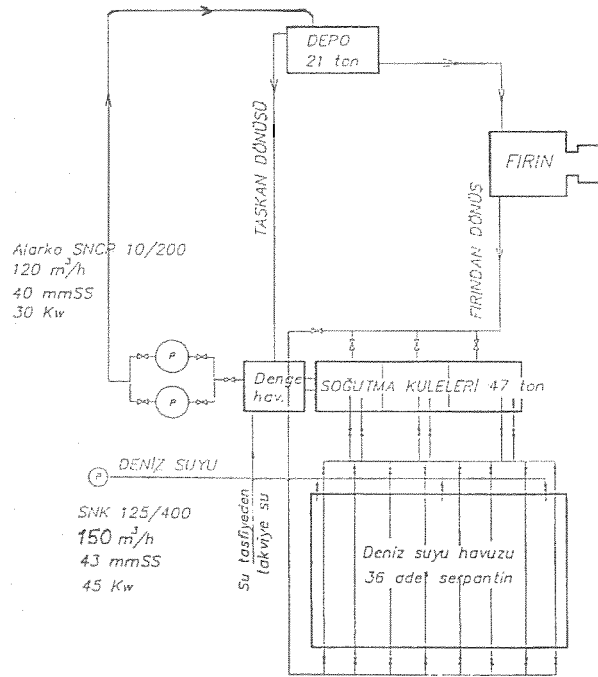
- Yalnız deniz suyu ile soğutma,
- Yalnız soğutma kuleleri ile soğutma,
- Her iki sistemin birlikte kullanımları.

Alternatifleri gerçekleştirilebilecek şekilde projelendirilmiştir.

Gerekli ısı yükü, debi ve soğutma yüzeyi hesap çalışmaları yapıldıktan sonra, sistemin çalışırılığının görülebilmesi amacıyla, 1 / 10 ölçekli bir sistem modeli yapılmış ve bu model üzerinde deneme çalışmalarına başlanmıştır.

Bu model çalışmaları en sıcak olan dönemlerde yapılarak ortaya çıkabilecek sorunların görülmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda teorik hesaplar ile pratikte yapılan tespitler doğrultusunda ; mevcut soğutma suyu debisini taşıyabilecek ve yeterli soğutma yüzeyini oluşturabilecek şekil de serpantin boru çapları ve sayıları saptanmış ve soğutma için gerekli deniz suyu debisine bağlı olarak deniz suyu sirkülasyon havuzu ölçülandırılmıştır.

Bu çalışmalara göre saptanan ~ 115 m³ / h lik bir deniz suyu debisi temini için 150 m³ / h debi, 45 kw güç 43 mmSS basınç etiket değerlerinde çalışacak deniz suyu sirkülasyon pompası seçimi yapılarak ; içerisinde toplam 300 m² soğutma yüzeyi sağlayan 2 parmak borulardan oluşan serpantin grubunun bulunduğu 60 m³ hacmindeki deniz suyu sirkülasyon havuzu projelendirilmiştir.



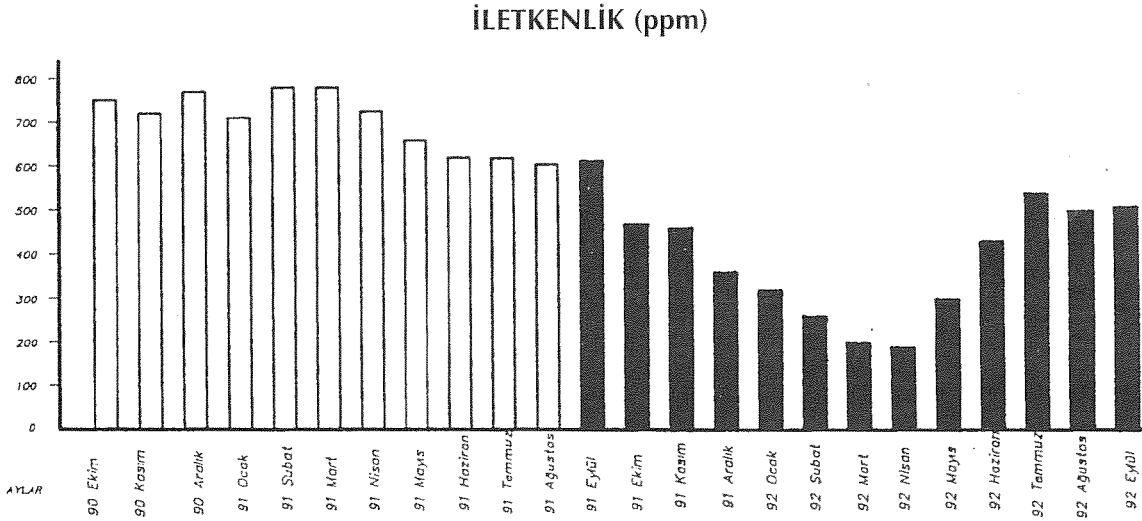
Şekil 10.4. Fırın soğutma suyunun deniz suyu ile soğutulması

Sistemin yapımı 09 Eylül 1991 tarihinde tamamlanarak; bu tarihten itibaren " 4. fırında soğutma suyunun deniz suyu ile soğutulması " uygulanmasına geçilmiştir.

4.3. Yeni Uygulamanın Üretim, Kalite ve Randımanına Olan Etkileri.

Yeni uygulama ile birlikte özellikle kış aylarında soğutma kulesinin tamamen devre dışı olmasına bağlı olarak buharlaşma sorunu ortadan kalkmıştır. Yaz aylarında ise çok sıcak olan günlerde (deniz suyu sıcaklığı: 26-27°C) kısmen soğutma kulelerinin devreye girmesine rağmen buradan kaynaklanan buharlaşma etkisine göre çok azalmıştır.

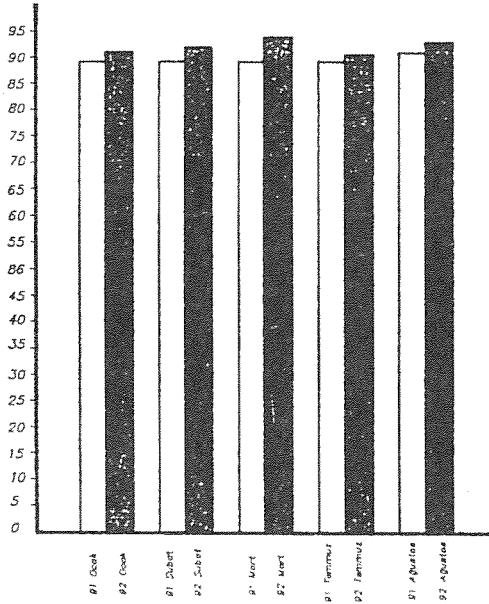
Bu gelişmelere bağlı olarak soğutma suyunun özellikle kış aylarında, daha düşük ve kararlı iletkenlik değerleri sağlanmaya başlanmıştır. (Şekil 11.)



Şekil.11. Dönemsel iletkenlik değerlerinin karşılaştırılması. (ppm)

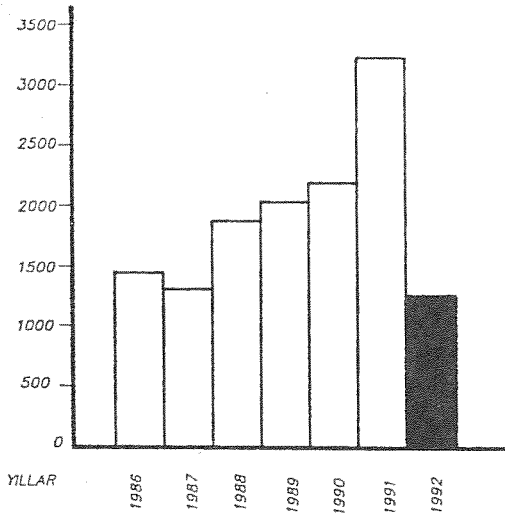
Sonuç olarak üretim kalitesi ve randımanında sorun yaratan kalınlık dağılımlarındaki değişkenlik azalarak daha uniform durumuna gelmesine katkı sağlanmıştır. Bu proje ile birlikte üretim koşullarında da yapılan çalışmalarla birlikte istenilen kalınlık dağılımı kalitesi yakalanmıştır. (Max. 0.4 mm Sapmalar) Tüm bu iyileştirmeler sonucunda üretimde oluşan kırılma kaynaklı kayıplar azalarak randıman 10 nolu desen bazında ~ 3 % puan yükselmiştir. Bu iyileşme ambar kırıklarında önemli ölçüde azalmasını sağlamıştır.

BUZLU CAM 10 NOLU DESEN RANDIMANI (%)



Şekil 12. Dönemsel 4. fırın randıman karşılaştırmaları. (%)
(10 nolu desen bazında)

BUZLU CAM İÇ PAZAR REKLAMASYON

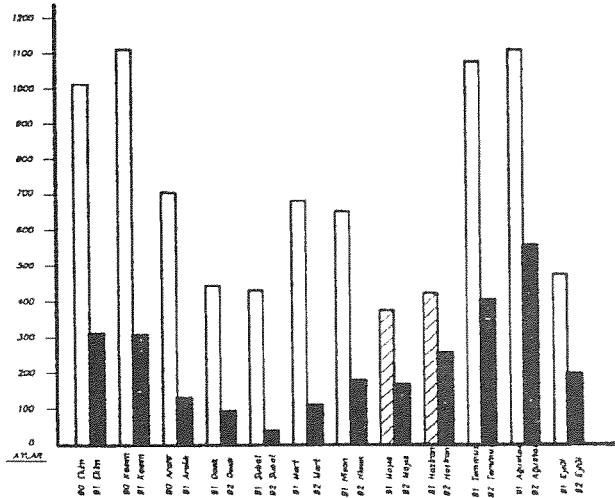


Müşteri odaklı çalışma prensibinden yola çıkarak, buzlu cam iç pazar reklamasyonlarındaki trende bakıldığında 1991 senesine kadar artış görülürken, 1992 reklamasyonlarında önemli ölçüde (1264 m²) azalma kaydedilmiştir. Bu azalma, sözü edilen proje ile birlikte büyük ölçüde üretim koşullarında da yapılan iyileştirmeler ile beraber sağlanmıştır. (Şekil 13)

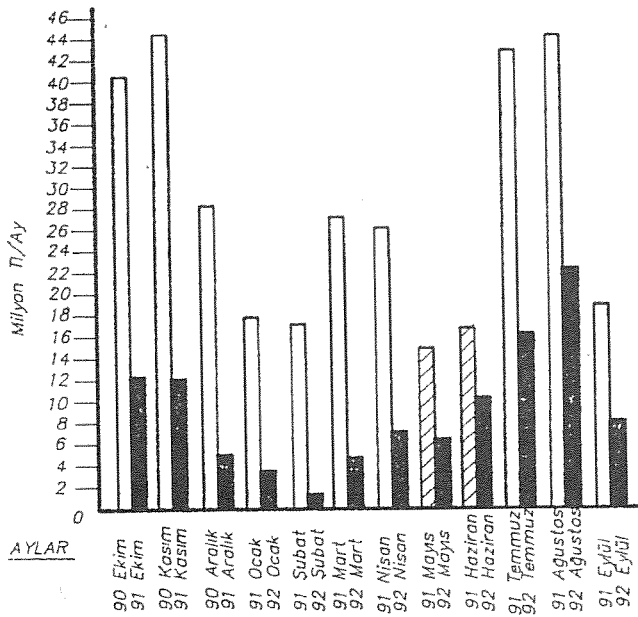
Şekil 13. Buzlu cam iç pazar reklamasyonlarındaki gelişmeler (m² / Yıl)

4.4. Yeni uygulamanın değişken maliyetleri olan etkileri mevcut açık sistem soğutma kulelerinin soğutma suyunun kullanımında oluşan değişken giderler olan su ve enerji giderlerini de azaltmaya yönelik olarak ele alınan bu projenin uygulama sonrasında adı geçen giderler aylık bazda bir önceki senenin aynı ayları ile karşılaştırıldığı zaman miktar ve TL. bazında aşağıdaki grafiklerde görülen tablo ortaya çıkmıştır.

TAKVİYE SUYU MİKTARI



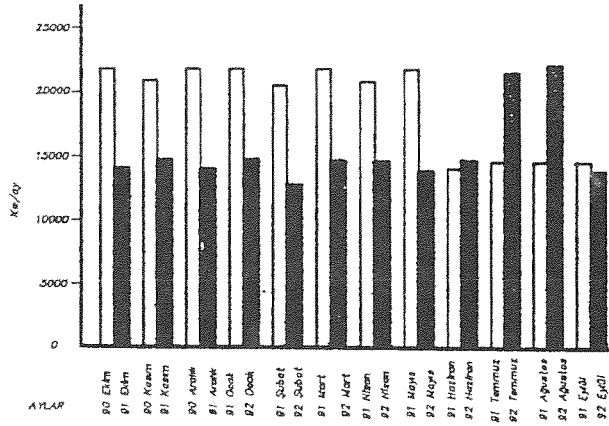
Şekil 14.a. Projenin uygulanması öncesi ve sonrası aylık ilave soğutma suyu harcamaları karşılaştırması (m3 / ay)



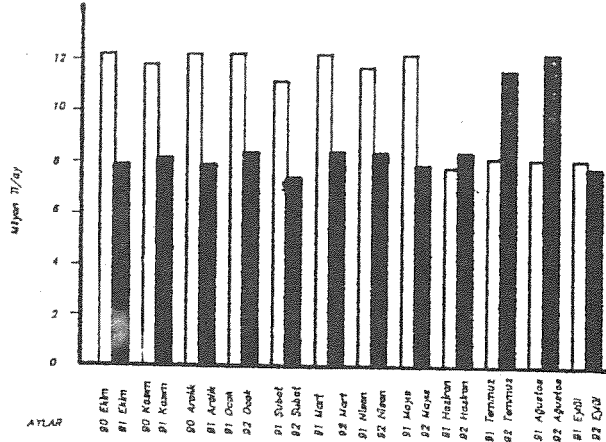
Şekil 14.b. Projenin uygulanması öncesi ve sonrası aylık ilave soğutma suyu harcamaları karşılaştırılması (TL / ay)

Proje uygulaması öncesi harcama : 324.760.000 TL / yıl
 Proje uygulaması sonrası harcama : 137.880.000 TL / yıl
 Yıllık su giderlerindeki fark : +186.880.000 TL / yıl

ENERJİ MİKTARI



Şekil 15. a. Projenin uygulanması öncesi ve sonrası aylık ilave enerji harcamaları karşılaştırması (kw / ay)



Şekil 15.b. Projenin uygulanması öncesi ve sonrası aylık ilave enerji harcamaları karşılaştırması (TL / ay)

Proje uygulaması öncesi harcama : 128.436.000 TL / yıl
 Proje uygulaması sonrası harcama : 108.504.000 TL / yıl
 Yıllık enerji giderlerindeki fark : 19.932.000 (TL / yıl)

Bu projenin üretim kalitesi ve randımanına olan etkileri dışında değişken giderlerin önemli iki kalemi olan su ve enerji giderleri bir senelik toplamlarda değerlendirmeye alındığında aşağıdaki sonuç elde edilmektedir.

PROJE ÖNCESİ TOPLAM SU + ENERJİ GİDERLERİ : 453.196.000.TL /yıl
PROJE SONRASI TOPLAM SU + ENERJİ GİDERLER: 246.384.000 TL /yıl
SENELİK GETİRİ (FARK) : +206.812.000 TL /yıl

Bu bonuca bağlı olarak yatırım tutarı 100.000.000 TL. olan bu proje kendisini 6 ayda geri ödemiştir.

Ayrıca aynı proje Temmuz 1992 tarihinden itibaren 3. fırında da uygulanmaya alınmıştır.Sonuçları dönemsel olarak halen izlenmekte olup getirilerinin aynı oranda olumlu olduğu ve olacağı gözlenmektedir.

FLOAT CAM ÜRETİMİNDE KULLANILAN KUMLARIN HAZIRLANMASINDA VERİMLİLİĞİN ARTTIRILMASI, MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ VE HOMOJENİZASYONUN SAĞLANMASI

İrfan GÜNER
Acar ÖZEL
Nurettin ÖZTÜRK
Camiş Madencilik A.Ş.

ÖZET

Trakya Cam fabrikasının ihtiyacı olan 275.000 Ton/yıl net kum, sarıbayır ocağından temin edilen brüt kumun Yalıköydeki zenginleştirme tesislerinde işlenmesiyle elde edilmektedir. Sarıbayır ocağının işletmeye alındığı ilk dönemlerde yatağın heterojen yapıda olması ve yatak hakkında yeterli bilgi olmaması nedeniyle tesis randımanında ve üretilip sevkedilen kumda istenilen seviyeye ulaşamamıştır.

Zenginleştirme tesisi verimliliğini artırmak ve maliyetleri düşürmek amacı ile atık olarak çıkan + 0.5 mm.lik ürün öğütülerek geri kazanılmış, yüksek alanlı manyetik seperasyonun ayırma verimliliği yükseltilerek tesis genel randımanı arttırılmıştır. Randıman artması sonucu tesis kapasitesinde yükselme, maliyetlerde düşüş ve rezerv ömründe önemli oranda artış sağlanmıştır.

Öğütme ünitesinde öğütücü ortam malzemesi olarak kullanılan Alümina parçacıklarının üretilen kuma karışması nedeniyle Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de cam üretimi sırasında imalat hataları meydana gelmiştir. Hem bu problemi çözmek hem de ithal girdi olan Alümina bilyayı ortadan kaldırmak amacı ile önce öğütücü ortam olarak demirbilya kullanılmış, demir bilyanın proseste yarattığı olumsuz etkilerden dolayı demirbilya bırakılarak öğütücü ortam malzemesi olarak flint taşına geçilmiş ve bu uygulamadan başarı sonuç alınmıştır.

Tesiste alınan önlemlerden sonra üretimde belirli ve daimi bir standarta ulaşılmış olup Temmuz 1991 tarihinden itibaren üretilip sevkedilen ürüne kalite belgesi verilmeye başlanmıştır. Temmuz 1991 tarihinden itibaren Cam sektörü için önem taşıyan bu beş ayrı standart sıkı bir şekilde kontrol edilmekte ve günlük sevkiyatlar tarafımızdan düzenlenen "Kalite Kontrol Belgesi" ile birlikte fabrikalara gönderilmektedir.

1.GİRİŞ

Trakya ve Çayırova Cam fabrikalarının ihtiyacı olan 324.500 ton/yıl net kum, sarıbayır ocağından temin edilen brüt kumun Yalıköydeki zenginleştirme tesislerinde işlenmesiyle elde edilmektedir. Her iki fabrikaya sevk edilen kumun kimyasal ve fiziksel yapısının istenilen sınırlarda ve standart sapmada olması tüketici için gereklidir.

Sarıbayır ocağından alınan numunelerle yapılan minerolojik, kimyasal ve cevher zenginleştirme tesisleri sonucunda bu yatağın yapısal yönden çok heterojen olduğu tespit edilmiştir.

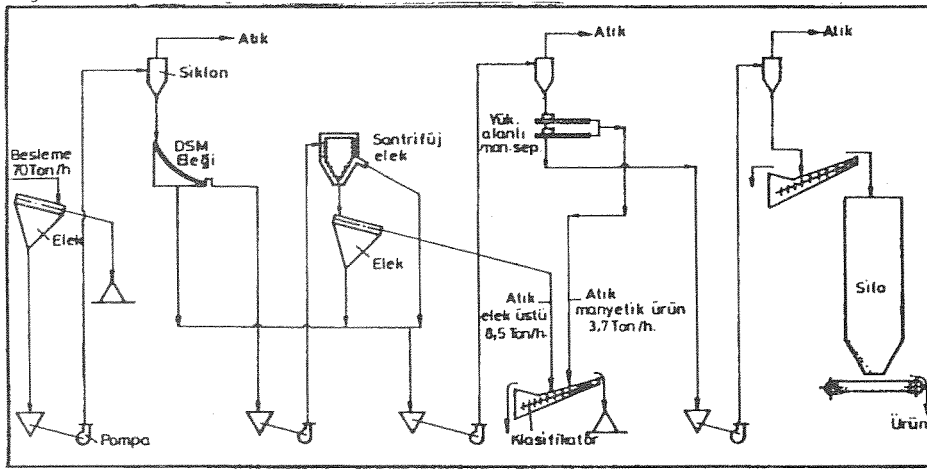
Sarıbayır ocağının işletmeye alındığı ilk dönemlerde gerçekleştirilen tesis çalışmalarında ortalama % 62 randımana ulaşılmış ve Trakya Cam'a sevk edilen kumun kalitesinde daimi bir standarta ulaşılamamıştır. Trakya Cam Fabrikasının ihtiyacı olan kumu sürekli olarak istenilen vasıfta ve düşük maliyetle üretmek için gerek ocaklarda, gerekse de zenginleştirme tesislerinde çalışmalar yapılmıştır.

2.TESİS VERİMLİLİĞİNİN ARTTIRILMASI İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

1990 yılı sonuna kadar sarıbayır ocağından üretilen kum aşağıda verilen akım şemasına göre zenginleştirme tesislerimizde işlenmekte ve üretilen kum Trakya cam Fabrikasına sevk edilmekte idi.

Bu proste verimlilik, kalite ve maliyete etki eden dört ana parametre mevcuttur. Bunlar;

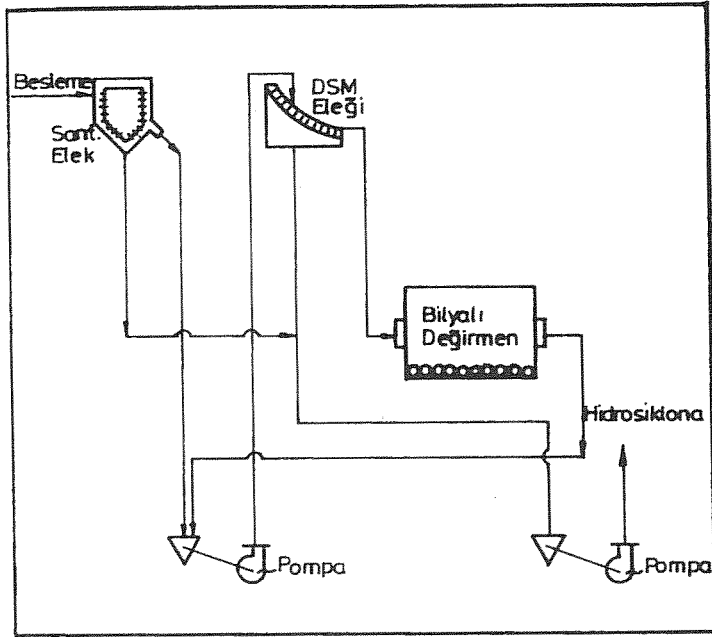
1. Prosesten atık olarak çıkan + 0.5 mm. boyutlu ürünün öğütme ünitesinde optimal koşullarda öğütülerek geri kazanımı.
2. Yüksek alanlı manyetik seperatörün ayırma verimliliğini artırarak atıkta kalan ve kullanılabilir kalitedeki kumu minimum seviyeye düşürmek.
3. Tesiste kademeli olarak uygulanan hidrosiklon ünitelerinin ayırma verimini yükseltmek.
4. Otojen öğütme yapılarak, alümina bilya parçacıklarının sebep olduğu Nefelinli muylit probleminin ortadan kaldırılması ve üretim maliyetinin düşürülmesi.



1.1. + 0.5 mm. boyutlu ürünün öğütülerek geri kazanımı

Tesise ortalama % 9 rutubetli 70 ton/saat tüvenan kum girişi yapılmakta ve bu ürün içinde bulunan ortalama % 7 nisbetindeki + 0.5 mm.lik malzeme elek üstünden atılmakta olup atık içinde % 50 mertebesinde - 0.5 mm. lik malzeme bulunmaktaydı. Üretilen net kum içinde kalan + 0.5 mm. miktarı ise ortalama % 0,5 dir.

Atık olarak elek üstünden çıkan miktar yapılan ölçüm ve hesaplamalara göre 8,5 ton/saattir. Bu ürünün öğütülerek geri kazanımı için Kasım 1990 tarihinde tesiste aşağıda öngörülen akım şemasına göre gerekli olan düzenleme yapılmıştır.



Proseste teşkil edilen bu akım şemasına göre santrifüj elek üstü olan atık, pompa haznesine beslenir. Atık içinde bulunan - 0,5 mm. boyutu ayırmak için bu malzeme max. % 15 katıda DSM eleğine verilir. DSM elek altı olan - 0,5 mm. lik materyal, santrifüj elek altıyla birleştirilir. DSM elek üstü ise öğütülmek üzere bilyalı değirmene beslenir. Bilyalı değirmende Alümina bilya kullanılarak kontrollü bir öğütme yapılır. Öğütmede dikkat edilen en önemli husus değirmenden çıkan ürünlerdeki - 0,105 mm. boyut miktarıdır, bu boyutun % 15'in üstünde olmaması öğütme koşulları (pülp yoğunluğu, ortam şarjı) ile sağlanır. Öğütmeden çıkan malzeme içinde bulunan - 0,5 mm.lik boyut DSM elekleriyle kazanılır.

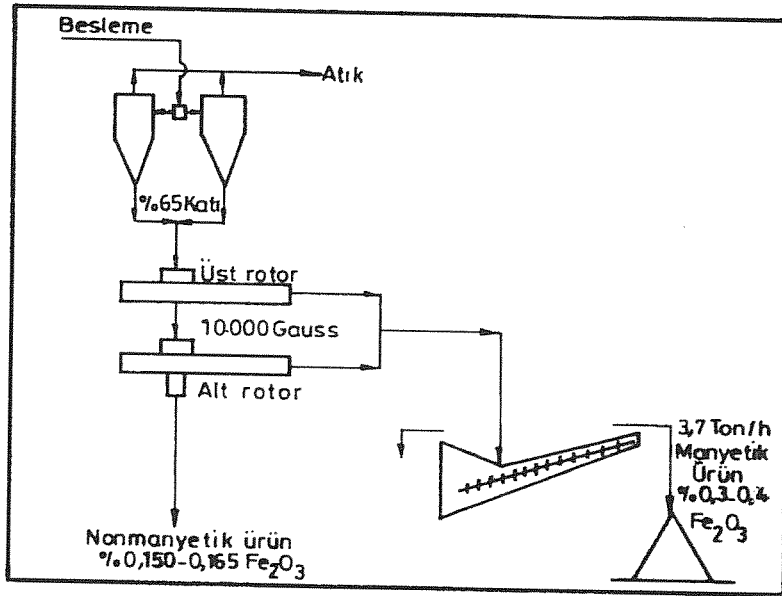
Atık olarak elek üstünden çıkan bu malzeme, tesiste teşkil edilen öğütme ünitesinde % 85 randımanla işlenerek 7,2 ton/saat net ürün kazanılmıştır.

1.2. Yüksekalanlı Manyetik Seperatörün Ayırma Verimliliğini Artırarak, Atıkta Kalan Kullanılabilir Kalitedeki Kumun Minumum Seviyeye İndirilmesi.

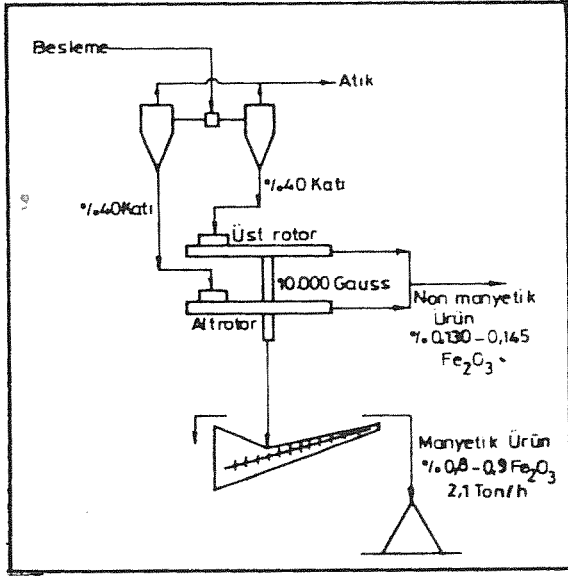
Sarıbayır kumuyla yapılan minerolojik incelemeler sonucunda kum içinde bulunan ve demir ihtiva eden mineraller çokluk sırasına göre;

- İlmenit
- Rutil
- Manyetit ve hematit

Daha önce uygulanan manyetik seperasyon işleminde, sarıbayır kumu içinde bulunan demirli mineralleri ayırmak için 2.hidrosiklon alt akımı % 60 katıda, 10.000 Gauss'ta çalışan yüksek alanlı manyetik seperatörün üst rotoruna yapılmaktaydı. Üst rotordan manyetik ürün alınırken, nonmanyetik ürün ise tekrar alt rotora beslenir. Alt rotor ve üst rotor manyetik ürünleri birleştirilip susuzlandırılmak üzere klasifikatör bant konveyör vasıtasıyla atık stok sahasına alınırdı. Bu uygulama sonucunda çıkan atık miktarı 3,7 ton/saat olup atıktaki Fe_2O_3 içeriği ise % 0,300-0,350 dir.



Çalışılan bu sistemde atıkta kullanılabilir kalitede kum kalmakta olup, ayırma verimli olmamaktaydı. Manyetik ayırmanın hem demir yönünden verimliliğini arttırmak hem de atıktaki miktarı azaltmak için aşağıdaki uygulama yapılmıştır.



1. Beslenen pülpteki katı miktarının max. % 40 olması

2. Manyetik seperatörde ayırmayı gerçekleştiren iki rotorun seri çalıştırılmayıp, paralel çalıştırılması.

Beslenen pülpteki katı miktarı max. % 40 olmalıdır. Daha önceki uygulamada ise % 60 katı ile çalışılmaktaydı. Bu durumda çok yoğun olan pülpün her noktasına manyetik alan aynı oranda uygulanmamakta ve ayırma randımanı düşük gerçekleşmekteydi.

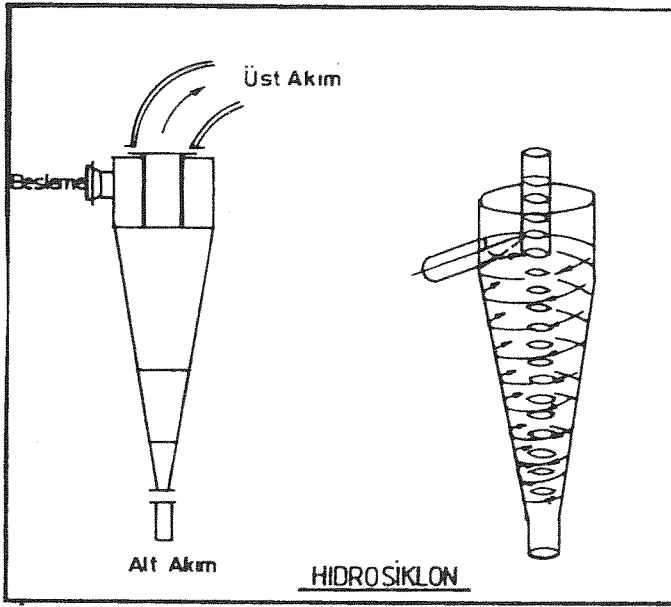
Beslenen malzemenin yoğunluğu % 40'a düşürüldüğünde manyetik duyarlılığa haiz malzeme manyetik alan içinde

daha efektif olarak ayrılmıştır. Manyetik seperatöre beslenen malzeme 56 ton/saattir. Bu malzemenin tamamı üst rotora verildiğinde max. kapasitesi 38 ton/saat olan bu sistem efektif bir ayırma yapamamaktaydı.

Beslenen ürünlerdeki katı miktarı % 40'a düşürülerek, pülp ikiye bölünmüş ve her rotara ayrı ayrı besleme yapılarak aynı manyetik alanda çok daha verimli bir ayırma gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama sonucunda Nonmanyetik ürünlerdeki Fe_2O_3 nisbeti % 0,150-0,165'den % 0,130-0,145'e düşürülmüş ve atık miktarı 3,7 ton/saatten 2,1 ton/saat seviyesine getirilerek 1,6 ton/saat net bazda bir ürün artışı ilave hiçbir işletme maliyeti olmaksızın kazanılmıştır.

1.3. Hidrosiklon Ünitelerinin Ayırma Performansının Artırılarak Verimliliğinin Yükseltilmesi ;

Sarıbayır kumu içinde bulunan ve yüksek oranda demir ihtiva eden killi malzeme ile cam fabrikaları tarafından istenmeyen boyut olan - 0,105 mm.lik malzemenin net üründen uzaklaştırılma işlemi, tesise muhtelif noktalarda dizayn edilmiş olan hidrosiklon ünitelerinde gerçekleştirilmektedir.



Hidrosiklonların verimli şekilde çalıştırılması, üst akımda, min. iri, alt akımda ise min. ince boyutlu malzemenin kalmasıyla mümkündür.

Hidrosiklonlarda ayırmaya etki eden en önemli parametreler; siklon çapı, siklon girişindeki % katı miktarı, siklon giriş basınç ve siklon geometrisidir. Bu parametreler üzerinde yapılan değişiklikler sonucunda hem siklon verimliliği artırılmakta, hem de ürün içinde kalan - 105 mm. boyut miktarı optimize edilmektedir.

1.4 Otojen Öğütme

Kasım 1990 tarihinde öğütme ünitesi devreye alındığında öğütücü ortam malzemesi olarak züccaciye kum hazırlama tesisinde stokta bulunan alümina bilya kullanılmıştır. Aralık 1991 tarihinde Trakya Cam Sanayii A.Ş. yetkilileri ile Araştırma Müdürlüğü tarafından üretilen camda Nefelinli muylit olduğu ve bu hatanın Alümina bilya parçacıklarından kaynaklandığı tarafımıza bildirilmiştir.

Bu nedenle öğütücü ortam malzemesi için yeni arayışlara geçilmiş olup uygulama bazında yapılan araştırmaya göre demir bilya kullanımına başlanmıştır. Demir bilya kullanılması nedeniyle ürün içine karışan bilya parçacıklarını tutabilmek için değirmen çıkışına yaş manyetik ayırıcı koyulmuştur. Bu ayırıcı ile demir parçacıkların % 50-55'i tutulabilmiş geri kalan kısmı ise yüksek alan şiddetli Jones manyetik ayırıcının plakaları arasında, yüksek alan uygulanmasından dolayı sıkışıp manyetik ayırmanın verimini düşürmüştür.

Demir bilyanın proseste yarattığı bu olumsuz etkiden dolayı bilya kullanıma son verilerek, flint taşı ile öğütme işlemine başlanmıştır.

Filint taşı ile öğütme ancak otojen değirmenle randımanlı bir şekilde yapılabilmektedir. Otojen değirmen ile işletmemizde mevcut olan bilyalı değirmenin çap ve boy oranları birbirinden çok farklıdır. Bu problemin çözümü için yatırımı pahalı olan otojen değirmen teminine gidilmiş, bunun yerine tesiste mevcut bilyalı değirmen otojen değirmen şartlarına uydurulmuştur. Dahili piyasadan 7-15 cm. boyutlarında temin edilen

flint parçaları değirmene yüklenmiş, her vardiya değirmene aşınan kadar flint taşı ilave edilip, pülp yoğunluğu ise % 55 katiya getirilerek öğütme işlemi Nisan 1992 tarihinden itibaren başarıyla ve ucuz bir şekilde sürdürülmektedir.

Bu uygulamanın getirdiği kazançlar;

1. Alümina bilya parçacıkların sebep olduğu Nefelinli muylit problemi ortadan kalkmıştır.

2. Kasım 1990 - Aralık 1991 tarihleri arasında alümina bilya kullanılmış olup, 1992 yılı iş programı Alümina bilya kullanımına göre yapılmıştır

1992 yılı iş programına 1.698.000.000 TL/yıl alümina bilya gideri koyulmuştur. 1992 yılında Ocak-Mart ayları arasında demir bilya, Nisan ayından itibaren de filint taşı kullanılarak toplam 148.264.770 TL/yıl demir bilya + flint taşı bedeli ödenerek toplam 1.549.735.230 TL/yıl tasarruf sağlanmıştır.

2. MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ

2.1. + 0,5 mm. boyutlu ürünün öğütülerek geri kazanımı :

2.1.1. Sağlanan Kazançlar

Elek üstünden atılan bu malzemenin tesiste teşkil edilen öğütme ünitesinde işlenmesiyle 7,2 ton/saat net ürün kazanılmıştır.

Gerçekleştirilen bu işlem sonucunda kapasitede yükselme, rezerv ömründe artış ve maliyetlerde düşüş sağlanmıştır.

2.1.1.1. Kapasite Kazancı

Öğütülen bu ürünle toplam net ürün kapasitesinin $7,2/52 \times 100 = \% 14,1$ 'i karşılanmakta olup bu ürün işlenmeseydi 65.363 ton/yıl daha fazla tüvenan kum ocaklarından istihsal edilip tesiste işlenecekti.

2.1.1.2. Rezerv Ömründeki Artış

Bu uygulama sonucunda rezervin ömrü % 14,1 mertebesinde artmıştır.

2.2. Yüksek Alanlı Manyetik Seperatörün Ayırma Verimliliğinin Artırılması Sonucunda Elde Edilen Maddi Kazanç

Manyetik seperatöre beslenen pülpdeki katı miktarını % 60 dan % 40'a düşürmek ve rotarlara ayrı ayrı besleme yapmak için proses içinde mekanik düzenleme yapılmış olup, yeni getirilen bu sistemin eski sisteme göre işletme maliyetini artırıcı herhangi bir unsuru yoktur. Bu uygulamayla sınıai maliyet bazında sağlanan kazanç;

367.822.480 TL / yıl dır.

2.3. Otojen Öğütmeye Geçilmesi İle Sağlanan Kazanç

**1992 Yılı Birikimli
İş Programı - Fiili Giderler Tablosu**

	Ölçü	İş Programı	Fiili	İş Programına Göre Fark
Alümina bilya	TL.	1.698.000.000	-	1.698.000.000
Demir bilya+flint taşı	TL.	-	148.264.770	+ 148.264.770
Tasarruf	TL/yıl			-1.549.735.230

Sonuç :

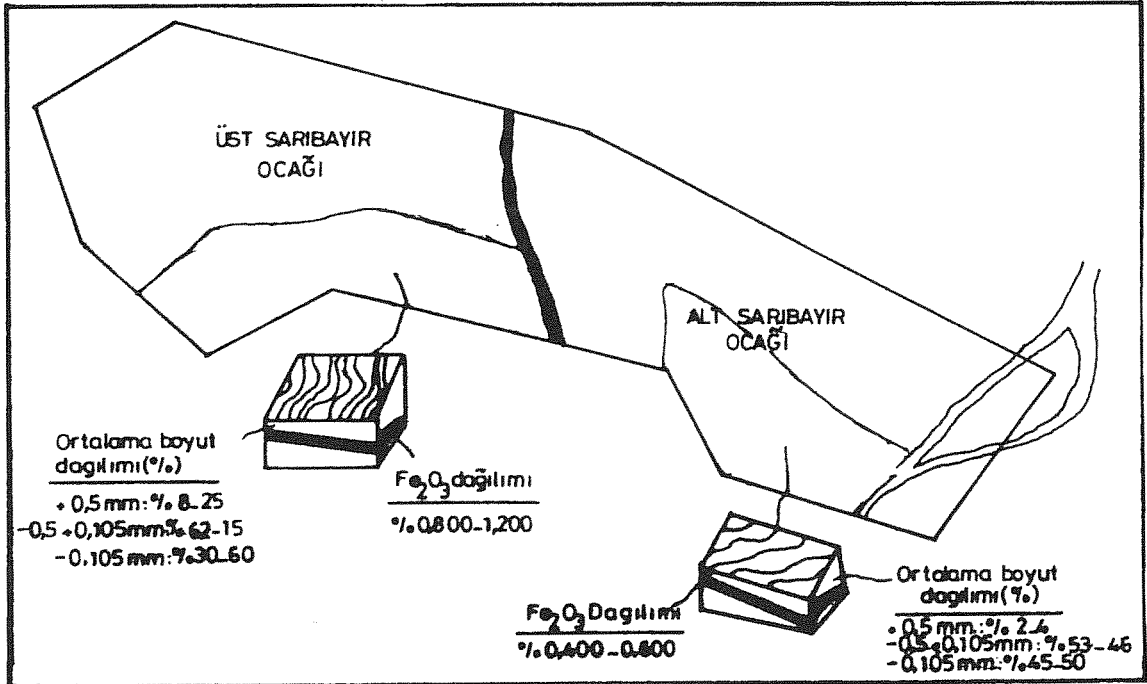
1. Tesiste aynı kapasitede tüvenan kum işlenerek 9,9 ton/saat üretim artışı gerçekleştirilmiş olup 324.500 Ton/yıl net kum üretimi için 89.987 ton/yıl daha az tüvenan kum ocaklarında üretilmiş ve tesiste işlenmiştir.
2. Bu uygulama ile sarıbayır ocağının ömrü % 19,4 nisbetinde artmıştır.
3. Yüksek alanlı manyetik seperatörün ayırma verimliliğın artırılması sonucunda 367.882.480 TL/yıl dış kaynaklı girdi olan alümina bilyadan tasarruf gerçekleştirilmiştir.
4. 1992 yılında otojen öğütmeye geçilmiş olup 1.549.735.230 TL/yıl dış kaynaklı girdi olan bilyadan tasarruf gerçekleştirilmiştir.

3. STANDART KALİTEDE KUM ÜRETİLMESİ İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

Trakya Cam Sanayii'ne sevk edilen kumun standartları Camiş Madencilik, Trakya Cam ve Araştırma Müdürlüğü tarafından belirlenmiş olup bu standartlar aşağıda verilmiştir.

. Fe ₂ O ₃ içeriği	: % 0,110 ; 0,005 standart sapma
. + 1mm. tane boyut adedi	: 0
. + 0,5 mm. boyutlu tane miktarı	: max. % 0,5
. - 0,105 mm. boyutlu tane miktarı	: % 25; + 3 standart sapma
. Rutubet	: max. % 6

Bu standartları sağlamak amacıyla, tüvenan kum üretiminden başlayarak sevkiyata kadar olan safhalarda bir dizi önlem alınmıştır.

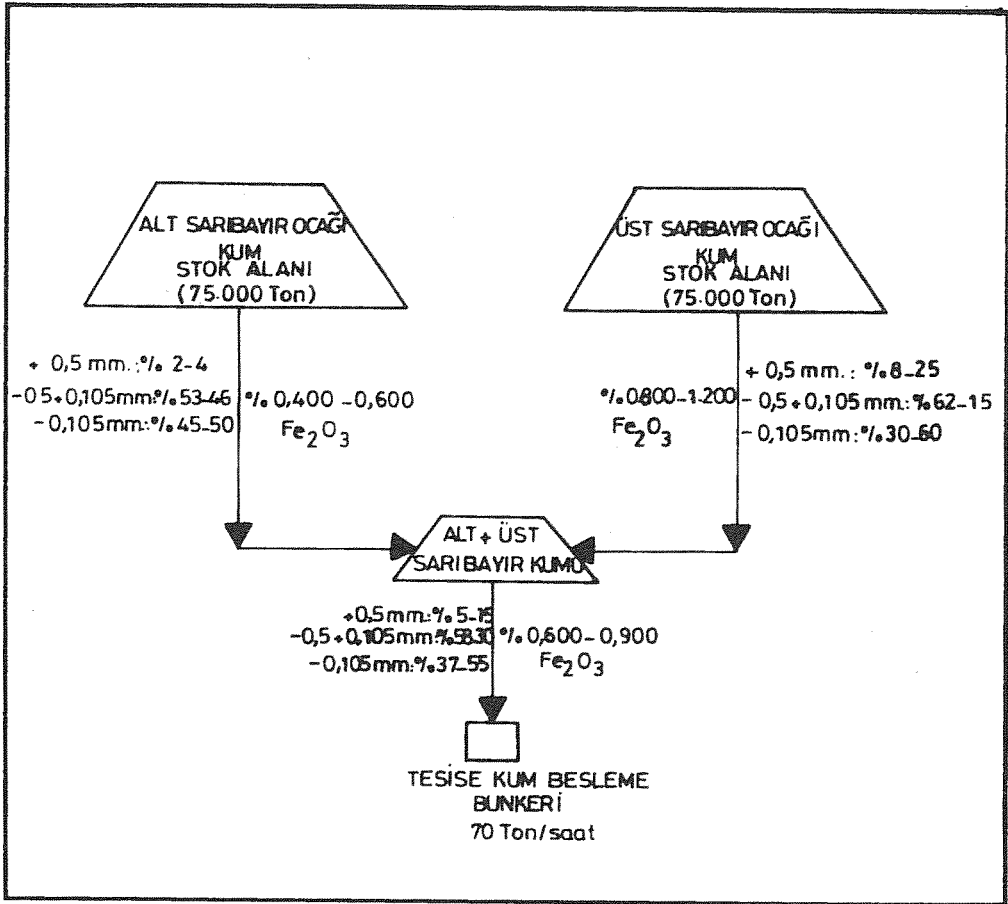


Sarıbayır ocağının ortasından geçen ve "Tedrici geçiş zonu" diye ad-

Sarıbayır ocağının ortasından geçen ve "Tedrici geçiş zonu" diye adlandırılan bölüm ikiye ayrılmıştır. Bu zonun yukarısında kalan bölümü ile aşağısında kalan bölümlerindeki kumların; minerolojik, fiziksel ve kimyasal yapıları birbirinden çok farklıdır.

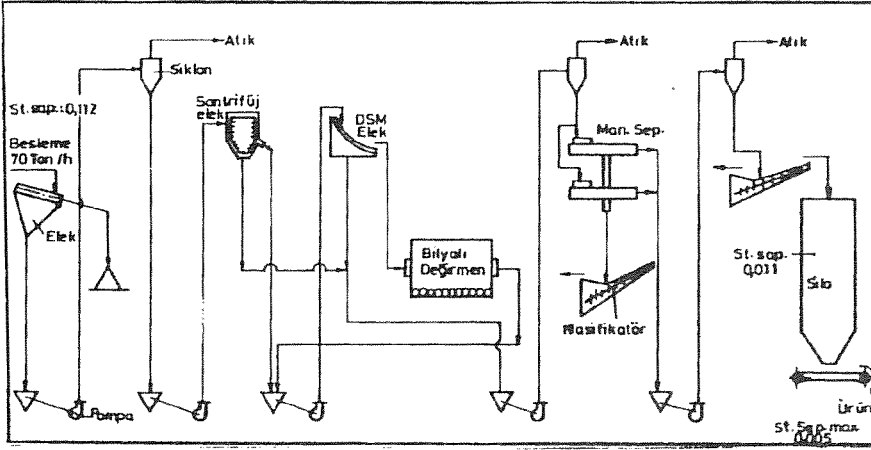
Alt ocaktaki kum: % 0,400-0,600 Fe₂O₃ içermekte olup + 0,5 mm.lik tane miktarı % 2-4, -0,105 mm. boyutlu malzeme ise % 45,50 dir. Üst ocaktaki kum; % 0,800 - 1.200 Fe₂ O₃ içermekte olup +0,5 mm.lik tane miktarı % 8-25-0,105 mm boyutlu malzeme ise % 30,60 dir.

Gerek rezerv, gerekse kalite problemleri nedeniyle bu kum ocaklarından istihsal edilerek, zenginleştirme tesisi yanında bulunan stok sahasında ayrı ayrı stoklanır. Fe₂O₃ ve boyut dağılımına göre, değişik miktarlarda alt ve üst ocaklardan üretilip stoklanan mum homojen bir şekilde karıştırılarak 70 ton/saat kapasitede tesise beslenir.



Tesiste; Eleme-Hidrosiklon sistemi-Santrifüj elek-öğütme-DSM elek yüksek alanlı manyetik ayırma klasifikatör ünitelerinden geçirilerek boyut ve kimyasal bakımdan belirli bir homojeniteye ulaştırılan kum susuzlandırılmak ve stoklanmak gayesiyle silolara alınır. Nihai ürünün silolara doldurulması esnasında yarım saatte bir numune alınıp her silo için kimyasal, fiziksel analiz yapılır ve kritik bileşenler olan Fe₂O₃, + 1mm., +0,5 mm. ve -0,105 mm. ile rutubet miktarı belirlenir. İşletmede 28 adet silo mevcut olup silolar arasında gerekli olan karışımlar teşkil edilerek istenilen standarttaki kum Trakya Cam Sanayii A.Ş.4ye sevk edilir.

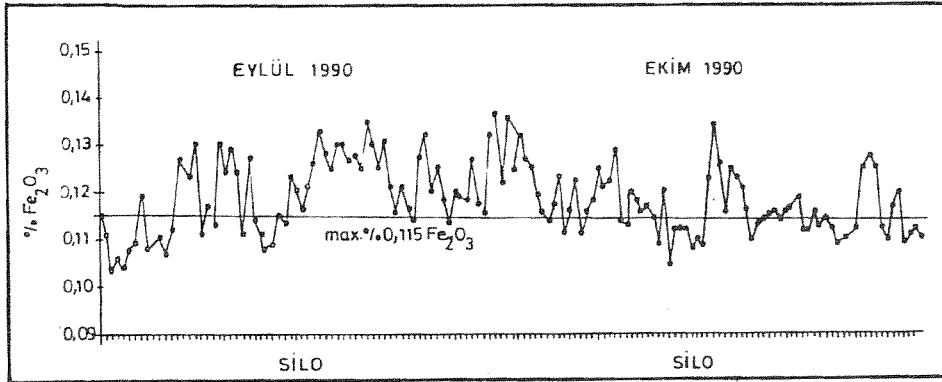
1991 yılında yapılan çalışmalarda en önemli kritik bileşen olan Fe₂O₃'ün tesise beslenen tüvenanın kumdaki standart sapması 0,102 üretimindeki üretimdeki standart sapma 0,011 sevkiyattaki standart sapma ise max. 0,005 olarak gerçekleşmiştir. 1992 yılında ise Fe₂O₃ değerinde, tüvenan kumdaki standart sapma 0,084 üretimindeki standart sapma 0,011 sevkiyattaki standart sapma ise max. 0,004 olarak gerçekleşmiştir.

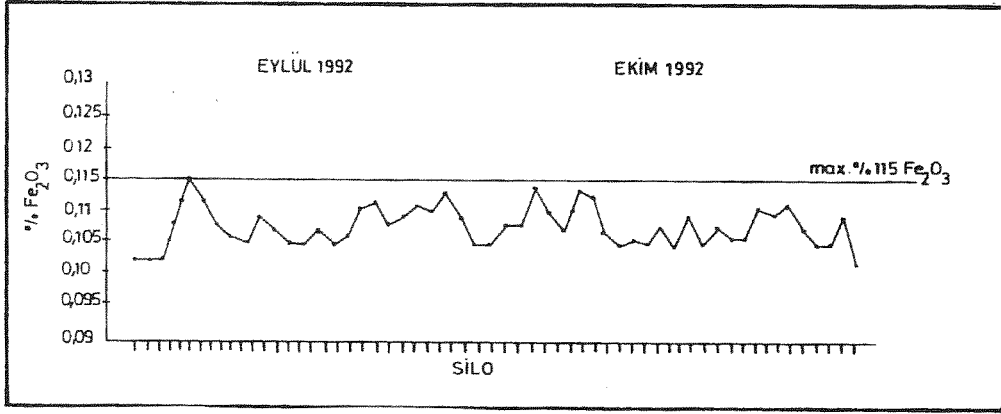
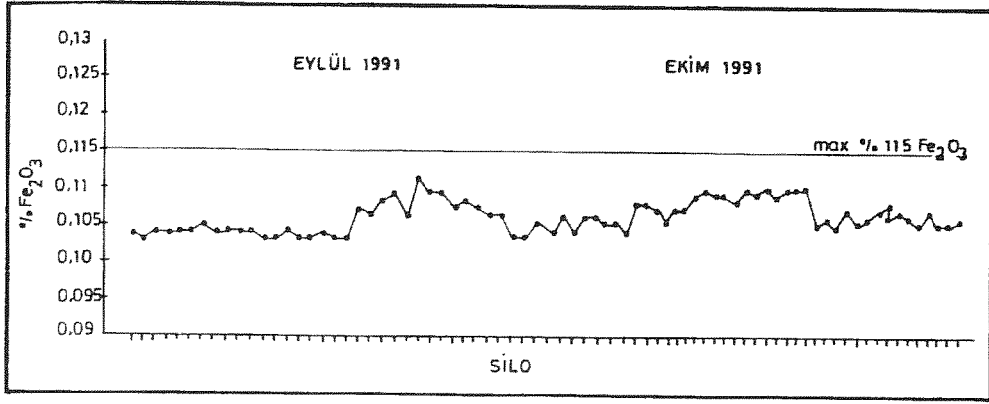


Temmuz 1991 tarihinden itibaren Cam sektörü için önem taşıyan bu beş ayrı standart sıkı bir şekilde kontrol edilmekte ve günlük sevkiyatlar tarafımızdan düzenlenen "Kalite Kontrol Belgesi" ile birlikte fabrikalara gönderilmektedir.

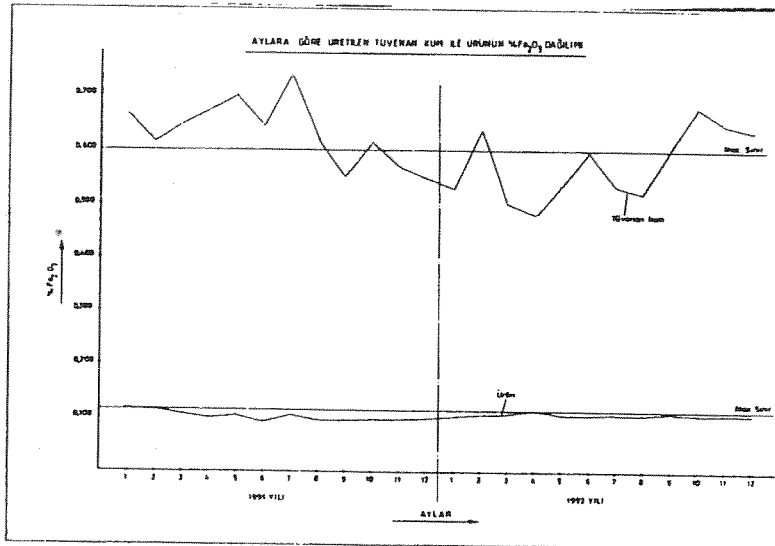
KALİTE BELGESİ									
Sevk Tarihi	:								
Sevk Yeri	:								
Sevk edilen ürünün niteliği	:								
Kimyasal Analiz	:								
		% Si O ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% Ti O ₂	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O
Fiziksel Analiz	:								
		+ 500,µm	:						
		- 105,µm	:						
Rutubeti	:								
									İŞLETME ŞEFİ

Aylara göre üretilen Tüvenan ve net kumun % Fe₂O₃ dağılımı

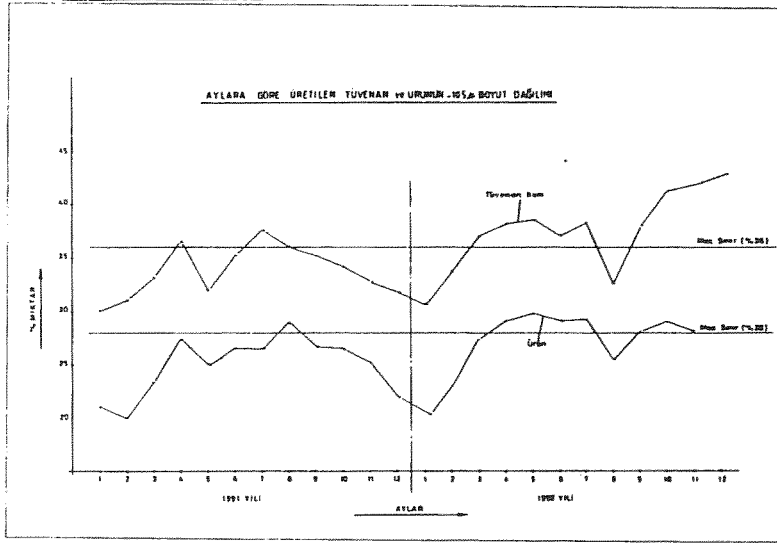




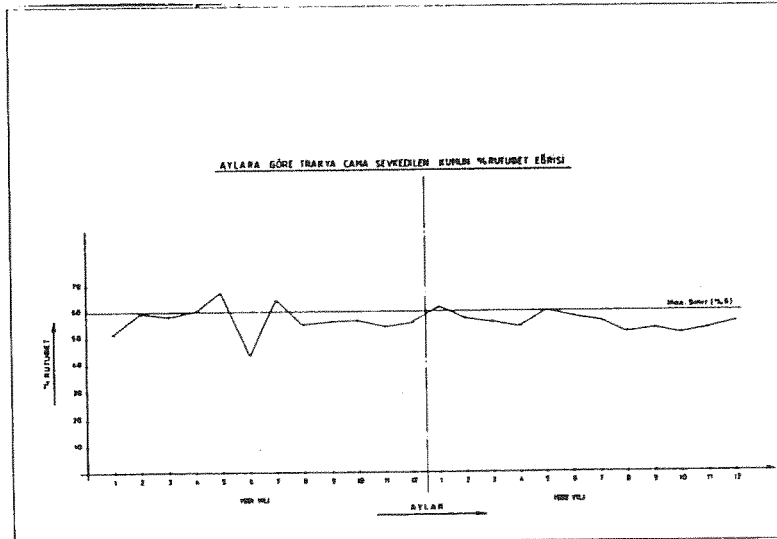
Aylara göre tesiste işlenen tüvenan kum ile üretilen net kumun % Fe₂O₃ miktarlarını gösterir eğri,



Aylara göre üretilen tüvenan kum ile ürünün-105 µm boyut dağılımını gösterir eğri,



Aylara göre Trakya Cama sevkedilen kumun % rutubet eğrisi,



ZÜCCACİYE İMALATINDA KULLANILAN KUMLARIN HAZIRLANMASINDA VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASI MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ, KALİTENİN YÜKSELTİLMESİ VE STANDARTİZASYONUN SAĞLANMASI

İrfan GÜNER
Acar ÖZEL
Nurettin ÖZTÜRK
Muzaffer TÜRK

Camiş Madencilik A.Ş. Genel Müdürlüğü

ÖZET

Kırklareli ve Paşabahçe fabrikalarının kum hammadde ihtiyaçları Fındık-dere ocağından temin edilen kum ve taş ile özel şirketlerden satın alınan kuvars veya kuvarsitlerin kum hazırlama tesisimizde işlenmesiyle elde edilmektedir.

Züccaciye kumu için fabrikalar tarafından istenen $Fe_2 O_3$ içeriği max. % 0,020 olup Mart 1991 tarihine kadar bu kalitede sürekli bir üretim gerçekleştirilememiştir. Kalite sorununu ortadan kaldırmak için öğütme, sınıflandırma ve flotasyon ünitelerinde değişiklik yapılmış ve üretilen ürünün $Fe_2 O_3$ içeriği % 0,012-0,020 arasında olmuştur. Proseste gerçekleştirilen bu düzenlemelerden sonra daha önce değerlendirilmeyen Fındık-dere taşı da tesiste işlenerek, sınırlı olan ocak rezervinin ömrü uzatılmıştır.

Öğütme ünitesinde öğütücü ortam olarak kullanılan alümine bilya parçacıklarının üretilen kuma karışması nedeniyle Paşabahçe elektrikli kristal fırınında taş hatalarına yol açtığı tespit edilmiştir. Hem taş hatalarını önlemek, hem ithal girdi olan alümine bilyayı ortadan kaldırmak, hem de maliyetlerde tasarruf sağlamak gayesi ile ocak 1992 tarihinde kuvars taşı ile öğütmeye geçilmiş ve bu uygulamadan başarılı sonuç elde edilmiştir.

Tesis verimliliğinin artırılması, 2. Flotasyon ünitesinin proses dışı bırakılması ve otojen öğütmeye geçilmesi ile maliyetlerde önemli derecede düşüş sağlanmıştır.

Kuvars ünitesinde proseste yapılan değişikliklerle üretilen kuvarsın demir içeriği % 0,008-0,0010 dan % 0,004-0,007 ye düşürülmüştür.

Tesiste alınan önlemlerden sonra üretimde belirli ve daimi standarta ulaşılmış olup, Aralık 1991 tarihinden itibaren tesisten fabrikalara sevkedilen ürüne kalite belgesi verilmeye başlanmıştır.

1.GİRİŞ

Kırklareli ve Paşabahçe Cam'ın kum hammadde ihtiyaçları; Fındıkdere ocağından temin edilen kum ve taş ile özel şirketlerden satın alınan kuvars veya kuvarsitlerin Kırklareli Züccaciye Kumü Hazırlama tesisinde işlenmesiyle karşılanmaktadır.

Züccaciye kumu için fabrikalar tarafından istenen Fe_2O_3 içeriği max. % 0.020 olup, tesisin işletmeye alındığı tarihten, 1991 yılının Mart ayına kadar geçen sürede, bu kalitede sürekli bir üretim gerçekleştirilememiştir. Züccaciye kumundaki kalite sorununu ortadan kaldırmak tesisin verimini artırmak, kristal üretiminde kullanılan kuvars kumunun kalitesini yükseltmek ve nihayet üretilen kumların maliyetini düşürmek amacı ile tesis çapında araştırmalar yapılmıştır. Fındıkdere ocağının mevcut şartları da gözönüne alınarak tesiste aşağıda açıklanan değişiklikler yapılmış kalite ve randıman artırılırken maliyetlerde önemli ölçüde düşüşler gerçekleştirilmiştir.

2.ZÜCCACİYE ÜRETİMİNDE KULLANILAN KUMUN KALİTESİNİN ARTIRILMASI

Tesisin işletmeye alındığı tarihten 1991 yılı mart ayına kadar geçen sürede işlenen ve üretilen kumlar incelendiğinde şu tespitler yapılmıştır.

1- Tesise beslenen kumun Fe_2O_3 içeriğinin % 0,080 den düşük olduğu durumlarda üretilen kumun Fe_2O_3 içeriği % 0,020 den düşük olmuştur.

2- Beslenen kumun Fe_2O_3 değeri % 0.080-0.150 arasında olduğu zamanlarda üretilen kumun Fe_2O_3 değeri % 0.020-0.025 arasında gerçekleşmiştir.

Fındıkdere taşı ve 0.5 mm. boyutun üzerindeki eleküstü malzeme işlendiğinde ise ürünün Fe_2O_3 içeriği % 0.025-0.035 olmuştur.

Bu sorunlar nedeni ile % 0.020 Fe_2O_3 içerikli sevkiyatı yapabilmek için Fındıkdere taşının işlenmesi durdurulmuş, kumun işlenmesi sırasında çıkan eleküstü malzeme kuvars ile karıştırılarak işlenmiş veya üretilen yüksek demirli ürünler içersine düşük demirli kuvars katılarak fabrikalara sevkiyat gerçekleştirilmiştir.

Fındıkdere ocağının yapısı ve rezervi incelendiğinde kumun Fe_2O_3 içeriğinin % 0.080-0.150 arasında değişeceği ve rezerv yönünden % 60 kum, % 40 + 0.5 mm. boyutlu malzemenin tesiste işlenmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Bu incelemelerin ışığı altında kalite sorununu ortadan kaldırmak ve rezervi max. ölçüde değerlendirebilmek amacı ile önce tesise giren hammadde ve üretilen kumun mineralojik, fiziksel ve kimyasal yönden araştırılması yapılmıştır.

Tesise beslenen fındıkdere kumu ile üretilen ürünün boyut analizi ve boyuta göre Fe_2O_3 dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

TANE BOYUTU	TESİSE BESLENEN			TESİSTEN ÜRETİLEN		
	Miktar	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Miktar	Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
-mm-	-%-	-%-	Dağılımı	-%-	-%-	Dağılımı
		-%-			-%-	-%-
+0,5	0,9	0,060	0,4	0,9	0,056	2,2
-0,5 + 0,250	4,7	0,065	2,0	5,2	0,063	14,7
-0,250 +0,125	16,8	0,035	3,9	20,9	0,026	24,0
-0,125 +0,075	30,8	0,026	5,3	38,3	0,018	30,7
-0,075 +0,063	13,1	0,025	2,2	13,9	0,018	11,1
-0,063 +0,045	15,9	0,029	3,1	15,6	0,017	12,0
-0,045 +0,038	3,7	0,037	0,9	2,6	0,019	2,2
-0,038	14,1	0,880	82,2	2,6	0,026	3,1
TOPLAM	100,0	0,150	100,0	100,0	0,022	100,0

Tablodan görüleceği üzere;

1. Tüvenan kumda - 0.038 mm. boyut grubunun Fe₂O₃ toplamının yaklaşık % 80 nini oluşturduğu,
2. Flotasyona giren + 0,250 mm. boyutlu malzemenin Fe₂O₃ değeri ile ürün içindeki + 0,250 mm. boyutlu malzemenin Fe₂O₃ değeri arasında bir fark olmadığı ve üründeki toplamsal Fe₂O₃ ün % 15 ini oluşturduğu tespit edilmiştir.

Bu tespitlerden sonra

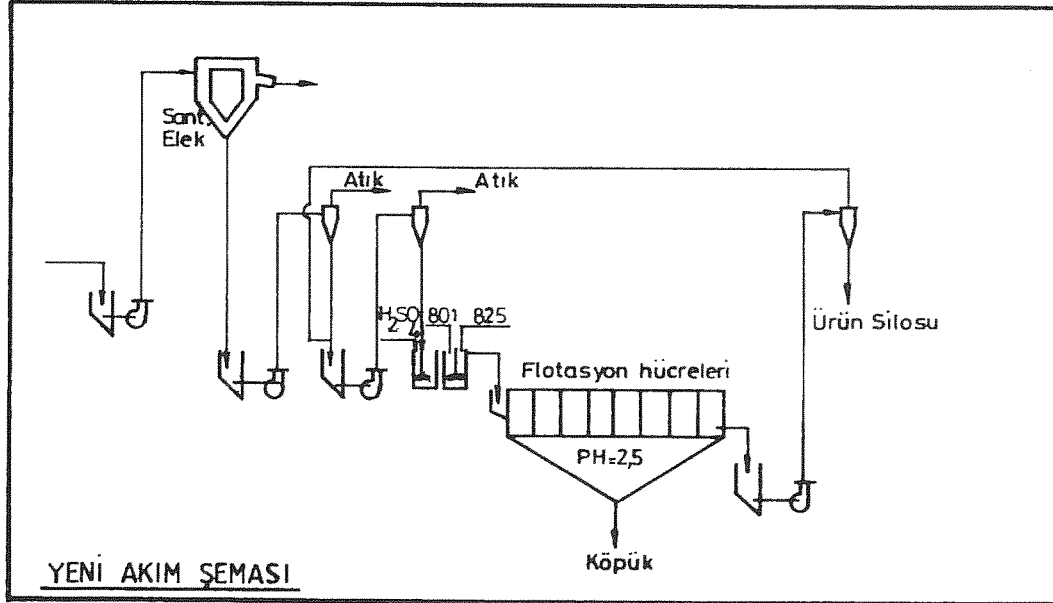
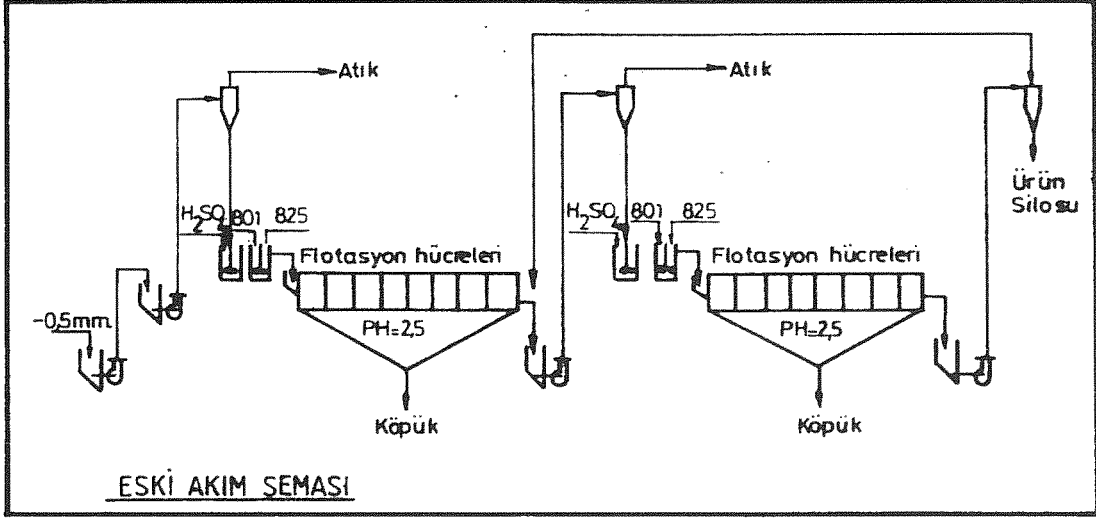
1. Sınıflandırma sırasında yüksek oranda kil ihtiva eden - 0,038 mm. boyutlu malzemenin miktarı,
2. Flotasyona giren + 0,250 mm. boyutlu malzeme oranını minimize etmek zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Bilindiği üzere cevher zenginleştirmede flotasyon işlemi 0,250 mm. boyutun altındaki cevherlere uygulanmakta ve flotasyon işlemi öncesinde kilin sistemden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Öncelikle flotasyona giren - 0.250 mm. boyut oranını minimize edebilmek amacı ile sisteme bir santrifüj elek ilave edilmiş ve bu uygulama sonucunda flotasyona giren üründeki bu değer % 1-1.5 olmuştur. Santrifüj elek üzerinden alınan + 0.250 mm. boyutlu malzeme atılmayıp öğütülerek kullanılmaktadır.

Yüksek oranda kil ihtiva eden ve flotasyon işlemini son derece bozan ayrıca fazla reaktif sarfiyatına neden olan -0.038 mm. boyutlu malzeme oranını minimize etmek için tesiste sınıflandırma işleminde kullanılan hidrosiklonların çalışma koşulları değiştirilmiş ve flotasyon öncesine ikinci bir hidrosiklon ünitesi koyulmuştur.

Elde edilen olumlu neticeler üzerine sistemdeki iki flotasyon kademesinden biri devre dışı bırakılmış enerji ve kullanılan kimyasal maddelerden tasarruf sağlanmıştır. Sistemin eski ve yeni akım şeması aşağıda gösterilmektedir.



Prosesle santrifüj elek ilavesinden sonra eleküstü ve Fındıkdere taşının işlenmesi sonucunda % 12-13 olan + 0.250 mm. boyut miktarı % 4.5-6 seviyesine düşürülmüş ve flotasyonda boyut iriliğinden dolayı zenginleşmeyen bu boyut gurubunun ürün içindeki demir etkinliği azaltılmıştır.

Bu fiziksel değişikliklerin yanısıra flotasyon koşulları ile kimyasal reaktiflerin optimizasyonu yapılmış ve önemli ölçüde tasarruf sağlanmıştır.

Proseste sınıflandırma ve flotasyon işleminde kullanılan suyun % 20 si temiz yeraltı suyu olup % 80i tesis atıklarının arıtılmasından geri kazanılan sudur.Bu suyun temiz olması çok önemlidir.Kirili olması halinde gerek sınıflandırma, gerekse flotasyonda kalite olumsuz yönde etkilenmektedir. Arıtma ünitesinde yapılan düzenlemelerden sonra geri kazanılan bu su sürekli temiz olmakta olup kirli suyun proeste yarattığı olumsuz etki ortadan kaldırılmıştır.

Netice olarak tesiste Fe_2O_3 içeriği % 0.080-0.150 arasında değişen fındıkdere kumu işlendiğinde üretilen kumun Fe_2O_3 değeri % 0.012-0.020 olmakta, eleüstünde 0.016-0.022 Fındıkdere taşı çalışıldığında ise bu değer % 0.022-0.026 arasında gerçekleşmektedir.

Bu sonuçlar ile gerekli karışımlar yapılmakta ve sevk edilen ürünün Fe_2O_3 içeriği sürekli olarak % 0.020 nin altında olmaktadır.Böylece ;

1. Kumun içersine yüksek maliyetli kuvars kumu katma zorunluluğu ortadan kalkmıştır.
2. Daha önceden değerlendirilmeyen fındıkdere ocağının taşı tesiste işlendiğinden sınırlı olan rezerv ömrü artırılmıştır.

5.TESİS VERİMLİLİğİNİN ARTIRILMASI

Tesiste işlenen hammadde içersindeki - 0,074 mm. boyutlu malzeme proseste teşkil edilmiş olan Ø 200 mm. çaplı 3 kademe hidrosiklon vasıtası ile ayrılmaktadır.1991 yılı Aralık ayına kadar geçen süre içersinde tesiste elde edilen neticelere göre;

- 1.Grup hidrosiklon üst akımında : 0,420 ton/h
- 2.Grup hidrosiklon üst akımda : 0,065 ton/h
- 3.Grup hidrosiklon üst akımında :
 - A Grubu hidrosiklon üst akımında : 0,175 ton/h
 - B Grubu hidrosiklon üst akımında :

Toplam 0,660 ton/h+ 0.074 mm. boyutlu kullanılabilir nitelikte ürün atılmaktaydı.

Kullanılabilir nitelikteki ürünü geri kazanmak ve atılan üründe kalan + 0,074 mm. boyutlu malzeme oranını minimize etmek amacıyla, hidrosiklonların çalışma performansını etkileyen parametreler (giriş basıncı, girişteki katı oranı, beslenen katı miktarı, alt ve üst çıkış açıklıkları) üzerinde bir dizi değişiklik yapılmış, 3. grup hidrosiklon ünitelerinden biri devre dışı bırakılmıştır.

Sonuç olarak ;

1. Hidrosiklon üst akımlarından atık olarak atılan malzeme içersindeki + 0,074 mm. oranı max. % 5 seviyesine düşürülerek genel randıman 1,7 birim artırılmıştır.
2. II. kademe flotasyon ünitesi devre dışı bırakıldığından flotasyon köpüğünde atık olarak atılan ürün miktarı 3 birim düşürülmüştür. Hidrosiklon ve flotasyon ünitelerinde yapılan bu değişikliklerden sonra genel randıman 4,7 birim artarak % 75 den % 79,7 ye çıkarılmıştır.

6.KRİSTAL ÜRETİMİNDE KULLANILAN KUVARS KUMUNUN KALİTESİNİN ARTIRILMASI

Tesiste kristal kumu üretimi için işlenen hammadde başlıca iki kaynaktan sağlanmaktadır.

- 1.Çanakkale bölgesi kuvarısı
- 2.Muğla bölgesi kuvarsiti

Bu iki kaynağın dışında denemek amacı ile zaman zaman başka bölgelerin kuvarsları da işlenmektedir.

Tesise max. parça boyutu 300-350 mm. olarak gelen hammadde tesiste mevcut bulunan 3 kademeli kırma ve öğütme ünitelerinden geçirilerek 0.5 mm. boyutun altına indirilmekte daha sonra sınıflandırma ve flotasyon ünitelerinden geçirilmektedir.

Bu iki hammadde fiziksel yapıları gereği farklı kırılma ve öğütülebilirlik özelliklerine sahip olup öğütme işleminde öğütücü ortam malzemesi olarak yurtdışından ithal edilen Alumina Bilya kullanılmaktadır.1991 yılı Mart ayına kadar tesiste yapılan çalışmalarda Muğla bölgesinin kuvarsitlerinin işlenmesi esnasında herhangi bir problem olmamış ve net ürün bazında 14 t/s lık bir kapasiteye ulaşılmıştır. Çanakkale bölgesi kuvarısı ile çalışıldığında bu kapasite 8-10 t/s arasında gerçekleşmiştir.

Yapılan incelemelerde şu tespitler yapılmıştır.

1. Kırma-eleme ünitesinden eleme-öğütme ünitesine gelen ürün içindeki -0.5 mm. oranı % 20-25 seviyesinde olmakta ve dolayısı ile değirmene gelen ürün miktarı artmaktadır.
2. Kuvars taneleri kristal yapıları gereği öğütme ünitesinde belirli bir boyutta öğünmekte, bir süre sonrada kritik tane oranı arttığından öğünme zorlaşmaktadır.

Bu durumu önlemek amacı ile değirmene taze yük girdisi durdurulmakta, değirmen içindeki malzemenin öğütülmesi sağlanmakta ve öğütme normale döndüğünde tekrar taze yük girdisi yapılmaktaydı.

Ancak bu durumda ;

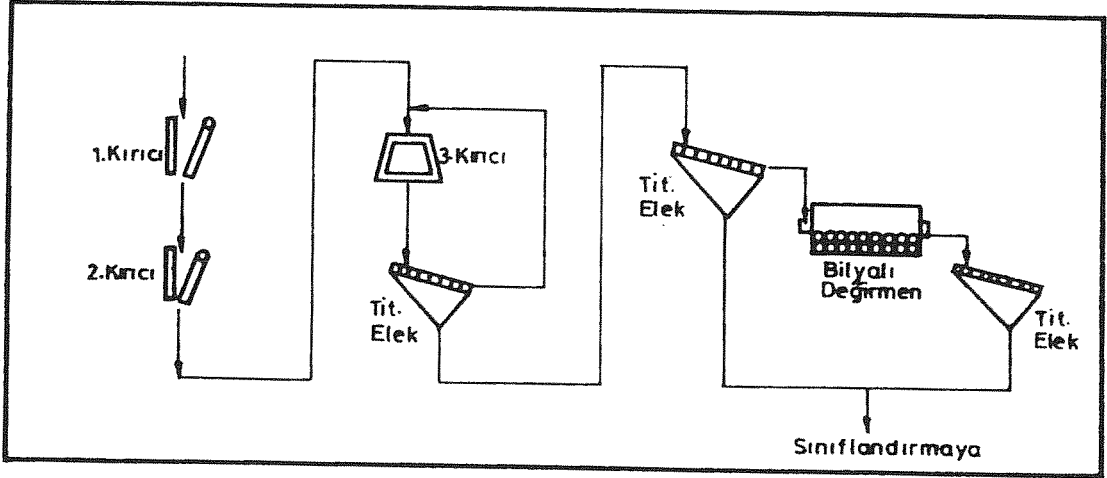
1. Hidrosiklon ünitelerinde, malzeme akışı değiştiğinden (miktar, debi, pülp yoğunluğu) ayırma iyi olmamakta,
- 2.Flotaşyon ünitelerinde ise şartlar değişti için zenginleştirme tam gerçekleşmemektedir.

Sistemin kesikli çalışması nedeni ile üretilen ürünün Fe_2O_3 içeriği % 0.008-0.0010 arasında değişmekte idi.Gerek hidrosiklon, gerekse flotaşyon ünitelerinin çalışma prensiplerine göre bu ünitelere beslenen malzeme balansında herhangi bir değişiklik olmaması gerekmektedir.

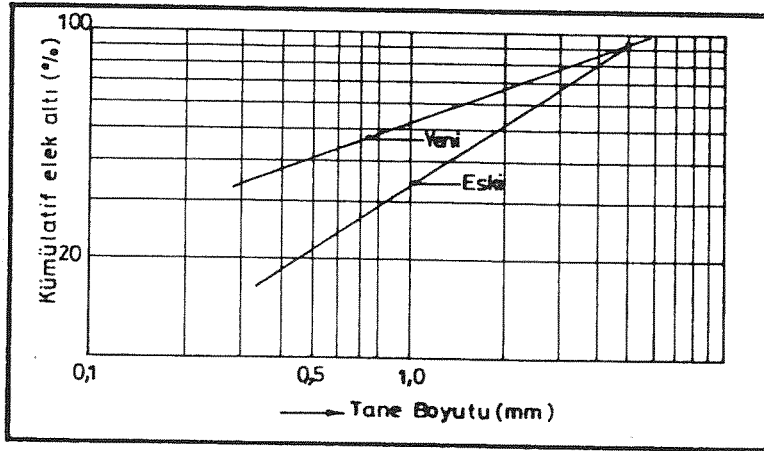
Bu durumun önüne geçebilmek amacı ile ;

- 1.Kırma-eleme ünitesindeki mevcut kırıcıların boyut küçültme oranları değiştirilerek 6 mm. boyutun altında, öğütme-eleme ünitesine beslenen ürün içerisindeki - 0.5 mm. oranı % 40-45 mertebesine yükseltilmiştir.

Kırma-eleme ve öğütme Akım Şeması



2. Değirmene beslenen yük miktarı ile ortalama tane boyut dağılımı düşürülmüştür.
3. Değirmen öğütme koşulları optimize edilmiştir.(Pülp yoğunluğu, bilya sarjı)



SONUÇ :

Yapılan değişiklikler sonucunda prosesteki kesiklikler ortadan kaldırılarak sabit bir rejime ulaşılmış ve üretilen kuvars kumunun Fe_2O_3 değeri % 0.004-0.007 değerine düşürülmüştür.

Ayrıca nakliyeden dolayı Muğla yöresi kuvarsitlerine göre daha ucuz olan Çanakkale yöresinin kuvarslarının çalışılması sırasında tesis işleme kapasitesi 14 t/s e çıkarılmış ve daha ucuz hammadde kullanma olanağı yaratılmıştır.

OTOJEN ÖĞÜTME UYGULAMASI

Eylül 1991 tarihinde Paşabahçe A.Ş. elektrikli kristal fırınında

Al_2O_3 taş hatalarının % 50 sinin kullanılmakta olan kuvarsite Züccaciye öğütme tesisinde kullanılan öğütücü alümina bilya kırıklarının karışmış olmasından kaynaklandığı Araştırma Müdürlüğü tarafından tesbit edilmiş ve durum tarafımıza bildirilmiştir.

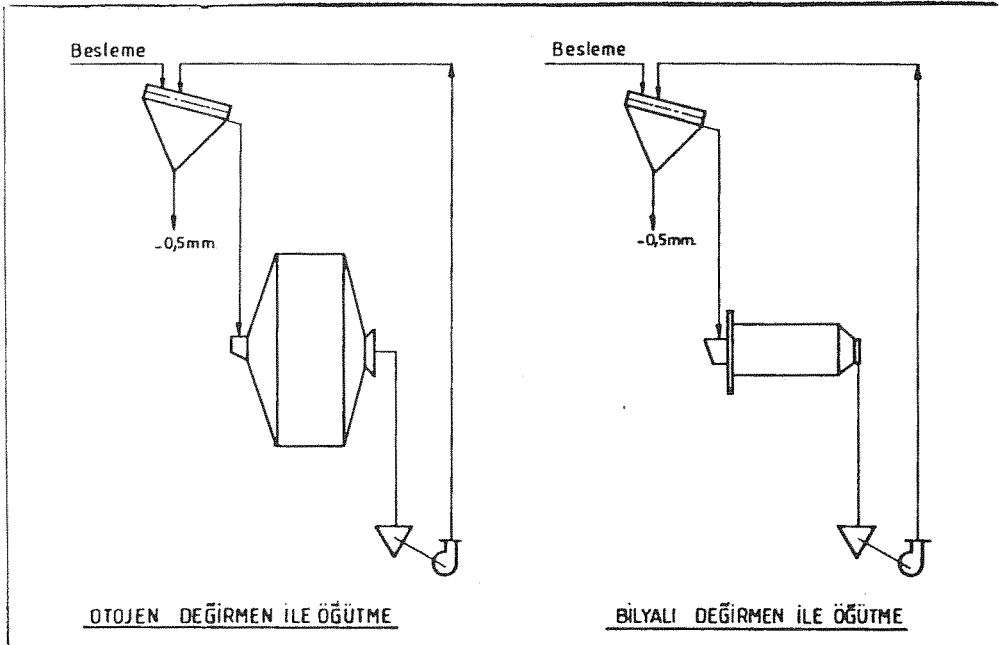


Bu araştırma sonucu üzerine alümina bilyanın öğütücü ortam olarak kullanım imkanı ortadan kalkmıştır. Bu nedenle öğütücü ortam malzemesi için yeni ara-yışlara geçilmiş olup uygulama bazında yapılan araştırmalara göre ;

- 1 - Demir bilye
- 2 - Sileks taşı (kuvars, flint) alternatifleri ortaya çıkmıştır.

Demir bilye kullanılması halinde kuvar-sın sert olması nedeni ile aşınan ve - 0,5 mm. boyutuna geçen demir bilya parça-cıklarının tamamı manyetik ayırma ile alınamayacağından kalan parçacıklar ürünün Fe_2O_3 içeriğini artıracak olup bu nedenle demir bilye alternatifi uygun bu-lunmamıştır. Geriye kalan tek alternatif sileks taşı (kuvars, flint) olup bu tür mal-zeme ancak otojen değirmenlerle, işlet-memizde mevcut olan bilyalı değirme-

nin çap, boy oranları birbirinden çok farklıdır.



Bu problemin çözümü için çok pahalı olan otojen değirmen temin edilemeyeceğinden mevcut bilyayı değirmeni otojen olarak kullanma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Önce mevcut olan kuvarlar içerisinde boyutları 8-15 cm. olan parçalar seçilmiş ve bu malzeme değirmene yüklenmiştir. Ayrıca kırma ünitesinden değirmene beslenen kuvarın tane boyutu 6 mm. den 3 mm. ye düşürülmüş, değirmen pülp yoğunluğu (katı-sıvı oranı) ise denemeler sonucunda % 66 oranına getirilmiş olup OCAK 1992 tarihinden bu uygulama başarı ile devam etmektedir.

Bu uygulamanın getirdiği sonuçlar ;

1. Üretilen kuvars kumu elektrikli kristal fırınında kullanılabilir hale gelmiştir.
2. Ekonomik fayda.

Ağustos 1989 - Ocak 1992 tarihleri arasında tesiste alümina bilya kullanılmış olup, 1992 yılı bütçesinde alümina bilya kullanımına göre yapılmıştır. 1992 sonu itibarıyla 928.000.000. TL. ılık alümina bilya tasarrufu gerçekleştirilmiştir.

7.MALİYETLERİN DÜŞÜRÜLMESİ

7.1. Tesis verimliliğinin artışından elde edilen kazanç

Tesis veriminin % 75 den % 79,7 ye çıkarılması nedeni ile 6654 ton/yıl daha az brüt kum işlenerek
- Sınai maliyet bazında 389.911.092 TL/yıl tasarruf,
- Tesisin işlenmesi ve verimdeki artış nedeni ile de rezervin ömründe uzama gerçekleştirilmiştir.

7.2. İkinci flotasyon ünitesinin prosesten kaldırılması ile elde edilen kazanç

Proseste bulunan iki flotasyon ünitesinden bir tanesinin devre dışı bırakılması ile bir yıllık sürede ;

1992 Program - Fiili Giderler Tablosu
BİRİKİMLİ

	Ölçü	Program	Fiili	Fark
Enerji	(TL)	589.000.000	441.449.432	-147.550568
Reaktif	(TL)	1.206.000.000	996.509.308	-209.490.692
H ₂ SO ₄	(TL)	93.000.000	33.571.898	-59.428.102
Toplam		1.888.000.000	1.471.530.638	416.469.362

416.469.362 TL/yıl tasarruf gerçekleştirilmiştir.

7.3. Kuvars kumunun ilave zorunluluğunun ortadan kaldırılması ile elde edilen kazanç

Tesiste yapılan düzenlemelerden sonra 1991 yılında demir içeriği % 0.020 nin altında olan kum prosesten sürekli üretildiği için kumun içine yüksek maliyetli kuvars kumu atma zorunluluğu ortadan kalkmış olup bu uygulamanın durdurulması sonucunda 1990 yılına göre 1991 yılında sanayi maliyet bazında 538.360.876 TL. tasarruf sağlanmıştır. 1992 yılında ise sürekli olarak % 0.020 Fe₂O₃ değerinin altında net kum üretildiğinde kuvars kumu karıştırma zorunluluğu ortaya çıkmamıştır.

7.4. Muğlu kuvarsitleri yerine Çanakkale kuvarlarının işlenmesiyle elde edilen kazanç

1992 yılında Paşabahçe Camın ihtiyacı olan 5820 ton net kuvars kumu 8000 ton brüt kuvarstan temin edilmiş olup bu hammadde Çanakkale bölgesinden temin edildiği için 950.000.000 TL./yıl nakliyeden tasarruf sağlanmıştır.

8. ÜRETİM VE SEVKİYATLAR

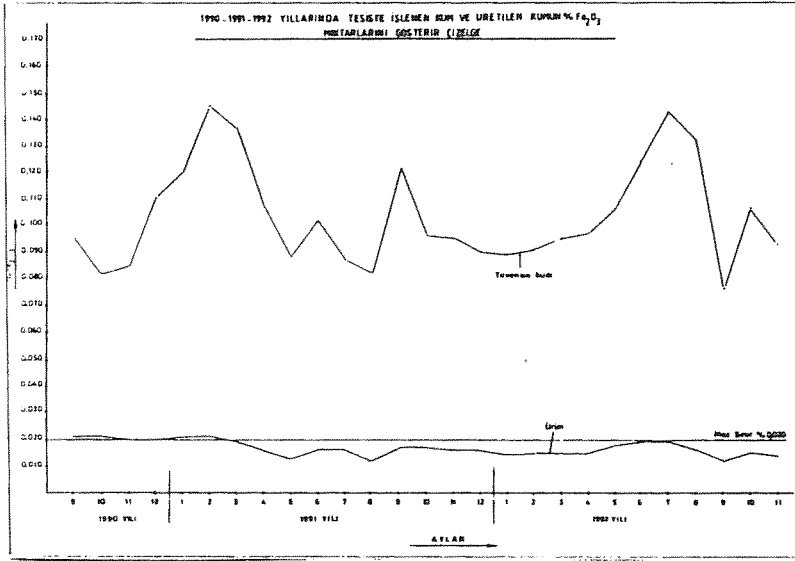
Kırklareli ve Paşabahçe Cam a sevk edilen kumun standardı aşağıdadır.

. Fe ₂ O ₃ içeriği	: % 0.018, ± 0.002
. - 0.074 mm. oranı	: % 33, ± 3
. + 0.5 mm. oranı	: % 0.5 max.
. Rutubet	
Kum	: % 7 max.
Kuvars	: % 4 max.

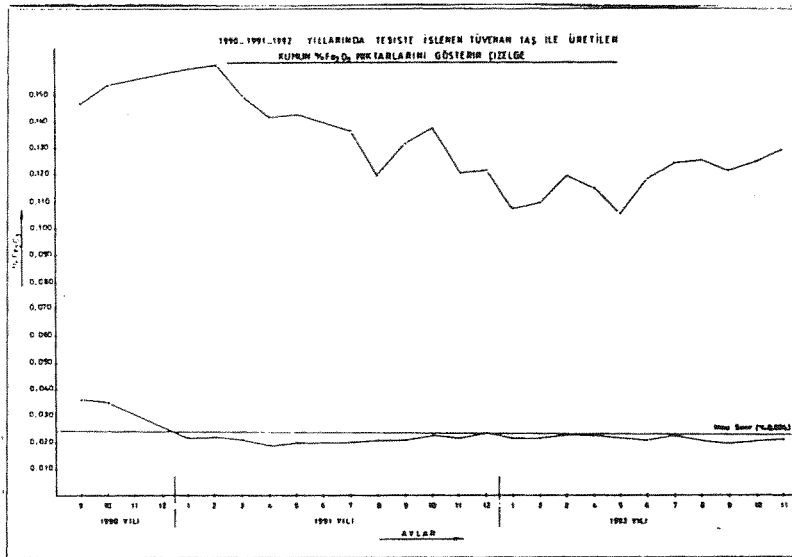
Bu standartlara uyabilmek için tesiste yapılan değişiklikler sonrası elde edilen ürünlerin Fe₂O₃ içeriğinin 1991 ve 1992 yıllarının ortalamaları aşağıda verilmiştir.

AYLAR	TESİSTE İŞLENEN % Fe ₂ O ₃			TESİSTE ÜRETİLEN % Fe ₂ O ₃		
	KUM	TAŞ	KUVARIS	KUM	TAŞ	KUVARIS
1990 EYLÜL	0,095	0,147	0,035	0,021	0,029	0,008
EKİM	0,082	0,154	0,043	0,021	0,028	0,009
KASIM	0,085	-	0,050	0,020	-	0,010
ARALIK	0,110	-	0,049	0,020	-	0,009
1991 OCAK	0,120	0,160	0,035	0,021	0,022	0,007
ŞUBAT	0,144	0,161	0,040	0,021	0,022	0,003
MART	0,137	0,150	-	0,019	0,021	-
NİSAN	0,107	0,142	-	0,016	0,019	-
MAYIS	0,088	0,143	-	0,013	0,020	-
HAZİRAN	0,102	-	-	0,016	-	-
TEMMUZ	0,087	0,137	0,075	0,016	0,020	0,005
AGUSTOS	0,082	0,120	0,049	0,013	0,021	0,004
EYLUL	0,121	0,132	0,035	0,017	0,021	0,005
EKİM	0,096	0,138	0,061	0,017	0,023	0,005
KASIM	0,095	0,121	0,060	0,016	0,022	0,006
ARALIK	0,090	0,122	0,040	0,016	0,024	0,007
1992 OCAK	0,089	0,108	0,050	0,014	0,022	0,007
ŞUBAT	0,091	0,110	-	0,015	0,022	-
MART	0,095	0,120	-	0,015	0,023	-
NİSAN	0,097	0,116	0,069	0,015	0,023	0,006
MAYIS	0,106	0,106	0,074	0,018	0,022	0,007
HAZİRAN	0,124	0,119	-	0,019	0,021	-
TEMMUZ	0,143	0,125	0,068	0,019	0,023	0,006
AGUSTOS	0,132	0,126	0,057	0,016	0,021	0,006
EYLUL	0,076	0,122	0,057	0,012	0,020	0,005
EKİM	0,106	0,125	0,056	0,015	0,021	0,005
KASIM	0,093	0,130	0,051	0,014	0,022	0,006
ARALIK	0,003	0,129	0,057	0,015	0,023	0,006

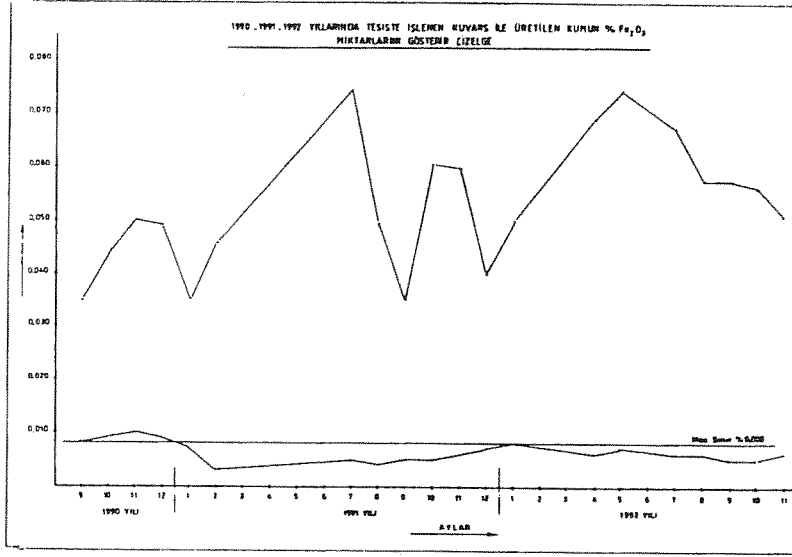
Aylara göre tesiste işlenen Tüvenan kum ile üretilen net kumun % Fe₂O₃ miktarlarını gösterir eğri,



Aylara göre tesiste işlenen tüvenan taş ile üretilen net kumun % Fe₂O₃ miktarlarını gösterir eğri,



Aylara göre tesiste işlenen kuvars taşı ile üretilen kuvars kumunun % Fe₂O₃ miktarlarını gösterir eğri,



OTOMATİK BASKI MAKİNASINDA GALON BASACAK ŞEKİLDE GELİŞTİRME

Nurettin ELÇİ

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.'de üretilen galon su şişelerine, üretime ilk girdiği tarihten, Ocak 1992'ye kadar, sadece Kalın makinesinde ve şişe yükleme ve şişe boşaltma işlemleri elle yapılmak suretiyle baskı yapılabilirken; Mark 1 makinesinde adı geçen mamule, tam otomatik olarak baskı yapma imkanı sağlanmıştır.

Bu sayede diğer avantajların yanısıra galon baskı kapasitesinde artış sağlanarak üretilen sade mamulün birikmeden basılma imkanı elde edilmiştir.

1- GİRİŞ

Topkapı Şişe Sanayii'nin büyük hacimli önemli ürünlerinden olan galon su şişeleri müşteriler tarafından genellikle baskılı olarak talep edilmektedir. IS makinelerinde 23 adet/dakika hızla üretilen şişelerin baskı ihtiyacı, 1992 başlarına kadar 14 adet/dakika hızındaki yarı otomatik Kalin marka serigrafik baskı makinası ile karşılanmaktaydı. Yarı otomatik Kalin'de, galonların hem yükleme hem de boşaltma işlemlerinin elle yapılma zorunluluğu nedeni ile baskı hızının hat üretim hızından düşük olması sonucu her geçen gün işletme alanın da daha fazla sade, yani baskısız galon birikmekte ; bunların stoklanmaları büyük sorun olmaktaydı. Ayrıca çeşitli nedenlerle diğer mamullerin de işletme sahasında birikmesi, galonların iki palet üst üste istiflenmelerini gerektirmekteydi.

Böylece istiften indirme ve Kalin baskı sahasına taşıma işlemleri sırasındaki devrilmeler sonucu önemli kayıplar meydana gelmekteydi. Kapasitedeki bu yetersizlik nedeniyle müşteri talepleri zamanında karşılanamıyordu. Diğer bir olumsuzluk da sade mamullerin sonradan baskıya alınması neticesi ek iş gücüne gerek duyulmasıydı.

Özellikle baskı kapasitesinin yetersizliğinden yola çıkılarak ve sağlanacak yan faydalar da gözönünde bulundurularak konunun Hedeflerle Yönetim Projeleri kapsamına alınması kararlaştırıldı ve 1991 yılı sonlarında çalışmalar başlatıldı. Bu çalışmalarla proje aşağıda açıklanmakta olan safhalardan geçerek istenen hedefe ulaştı.

ÇALIŞMA SAFHALARI

2.1. Ön Etüd

Hedef belirlenmesinden sonra araştırmaya başlanmış ve şu alternatifler üzerinde durulmuştur.

- * Daha yüksek baskı hızında bir makinanın alınması veya
- *Mevcut otomatik baskı makinelerinden birinin tadilatı.

Yeni bir makine alınması ile ilgili olarak ACS'de kullanılan Kamman marka serigrafik baskı makinesi incelenmiş ancak, Topkapı'nın amacına uygun olmadığı anlaşılarak alımından vazgeçilmiştir.

Bilahare, Topkapı'daki mevcut baskı makineleri ele alınarak teknik spesifikasyonları gözden geçirilmiştir. Büyük hacimli bir imalat olan galon baskısı için özellikle çap ve boy değerleri önem taşıdığından öncelikle mevcut otomatik baskı makinelerinin spesifikasyonları galon ebatları ile birlikte ele alınmış ve şu değerlerle karşılaşılmıştır.

	BASKI MAKİNESİ		Galon
KARAKTERİSTİK DEĞER	MARK	STRUTZ	Ölçüleri, mm
Max. mamul çapı, mm	89	92	Çap = 150
Max. mamul boyu, mm	305	350	Boy = 299
Max. hız devir / dak.	75	85	

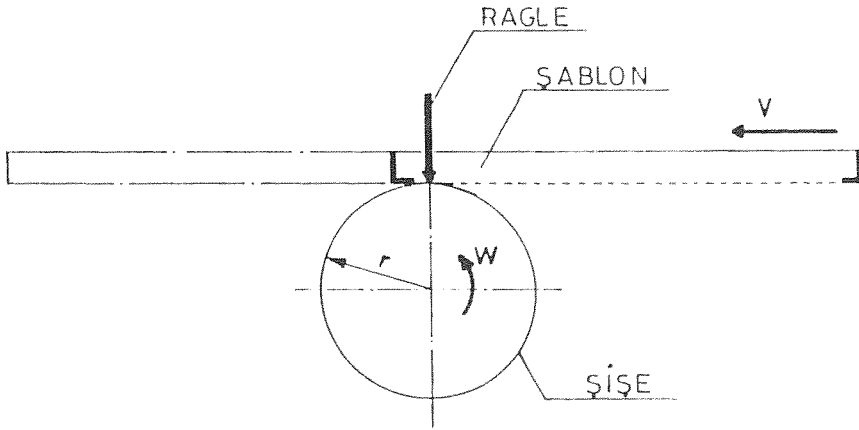
Tablo'dan da görüldüğü gibi her iki makinenin de baskı yapabileceği max. mamul çapı, galon çapının çok altında olduğundan, normal şartlar altında bu makinelerde galon baskı yapılamayacağı belirlenmiştir.

Bundan sonra sıra, makine konstrüksiyonlarının detaylı incelenmesine gelmiştir. Strutz marka baskı makinesinde, şişe taşıyıcı sistem ile taşıyıcı üzerinde yürüdüğü şasi arasındaki mesafenin galon gibi büyük çaplı bir şişeye baskı yapılmasına imkan veremeyecek kadar dar olduğu görülmüştür.

Mark baskı makinesi konstrüksiyonu incelendiğinde ise, kolları arasındaki mesafenin yeterli olduğu görülmüş ve galonların birbirlerine çarpmadan bu makinede işlem görebilecekleri düşüncesine varılmıştır. Bundan sonraki safha, baskı işlemlerinin makinede hangi değişiklikler yapılarak gerçekleştirilebileceğini araştırmak olmuştur.

2.2. Temel Problemin Çözülmesi

Mark baskı makinesinde herhangi bir değişiklik yapılmadan galona baskı yapılması denendiğinde, elde edilen baskının normalden çok büyük ve gölgeli olduğu görülmüştür. İşte asıl uğraş da baskının 1:1 oranında gerçekleştirilebilmesi yolunda verilmiştir. Bu safhadan itibaren toplam kalite prensipleri doğrultusunda hareket edilmiş ve ekip çalışmalarında kalite çemberlerinin beyin fırtınası tekniğine sık sık başvurulmuştur. Böylece de çözüme ulaşılması yolunda işin püf noktası belirlenebilmiştir. Bu tespit aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.



Şekil 1 : Mark Baskı Makinelerinde Baskı İşlemi

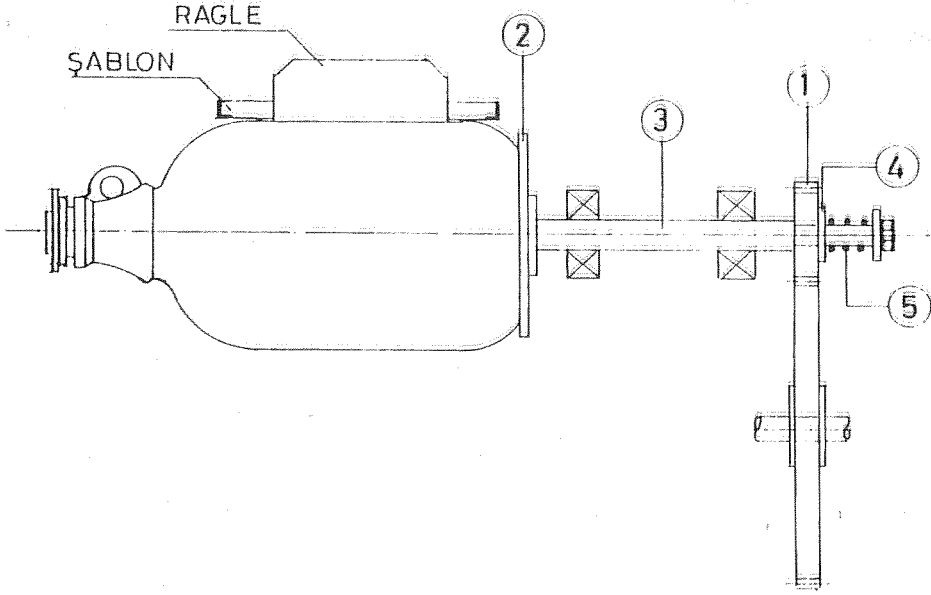
Şekil 1'de Mark makinelerinde baskı işlemi şematik olarak gösterilmektedir. Konunun netlik kazanması bakımından ragle ve şablona terimlerinin tanımını yapmak faydalı olacaktır.

ŞABLON: Serigrafi tekniğinde içine konan boyayı, basılabilecek şekilde uygun olarak şişe üzerine geçirecek şekilde hazırlanmış, ince gözenekli tel dokuma gerilmiş çerçevedir.

RAGLE: Şablona tel dokuması iç yüzeyindeki boyayı sıyırarak açık gözeneklerden şişe üzerine geçmesini sağlayan lastikli pabuçtur.

Normal baskı işlemi sırasında, şablona yatay hareketi ile şişeyi döndüren mekanizmanın dönme hareketi birbirleriyle uyum halindedir.

Şöyle ki; şişenin $V_t = W.r$ formülüne uygun olarak oluşan teğetsel hızı ile şablonun yatay hareket hızı eşitlenmelidir ki baskı 1:1 oranında ve gölgesiz gerçekleşebilsin. Galon çapının makinenin üst sınırından fazla olması sabit dönme hızına rağmen şişenin teğetsel hızını aşırı arttırmış ve baskının olması gerekenden daha büyük ve gölgeli elde edilmesine neden olmuştur. Böylece temel problemin çözümünün baskı sırasında galonun teğetsel hızı ile şablon yatay hareket hızının eşitliğinin sağlanmasında yattığı ortaya çıkmıştır. Bilahare bunu sağlamak amacıyla Mark baskı makinesinin şişe döndürme tertibatı ele alınmıştır.



Şekil 2 . Mark Baskı Makinesi Şişe Döndürücü Sistemi

Mark baskı makinesinde ana döndürücü mekanizmaya bağlı 6 adet kol bulunur. Bu kolların görevi baskı bölgesine geldiklerinde şişeleri yatay olarak dip ve ağız kısımlarından yataklanmış vaziyette ve tam bir tur atacak şekilde kendi eksenleri etrafında döndürmektedir. Kolda döndürme süreci Şekil 2'de görülen ana döndürücü mekanizma gövdesi üzerindeki dişli ile kol dişlisinin (1) tam baskı bölgesinde kavrama durumuna gelmeleri ile sağlanır. Kolda nihai dönme hareketinin dip kalıbına (2) iletilmesi gereklidir. Bu da, dip kalıbına bağlı olan mil (3) ile kol dişlisinin lastik bir kavramaya (4) baskı yapan yay (5) sıkılması ile sağlanır.

Buraya kadar anlatılanlar makine spesifikasyonlarına uygun çap ve boya sahip bir şişeye baskı yapılması durumunda, bir koldaki dönme hareketi sürecini kapsamaktadır. Galona baskı yapabilmek için ise ilaveten şu işlemler yapılmıştır.

* Şekil 2'de görülen lastik kavrama (4) çıkarılarak yay (5) Baskısı kaldırıl-

miştir. Böylece dip kalıbı ana döndürücü sistemden izole edilmiştir.

* Şablon şişeye normalden daha fazla kuvvetle bastırılarak, şablonunun ya tay hareketiyle şişenin kendi eksenini etrafında döndürülmesi sağlanmıştır.

Bu işlemler sonucunda galona 1:1 oranında baskı imkanı sağlanmıştır. Ancak seri baskı yapılabilmesi için Mark baskı makinesi üzerinde bir dizi tadilatın da yapılması gerekmiş olup aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

2.3. Mark Baskı Makinesinde Yapılan Tadilatlar

2.3.1. Beslenme konveyörü ve yıldız tekerlek besleyici

Her iki grubun hızı galon baskısı için fazla geldiğinden, ana tahrik dişlisinin çapı yarıya düşürülerek hızın da yarıya inmesi, yükleyici mekanizma ile senkronizasyon imkanı sağlamıştır.

2.3.2. Şişe çapının büyük olması nedeni ile yükleme tarafında tabanın dip kalıbına çarpmasını önlemek için konveyör taşıyıcı paletlerin altındaki plastik sürtünme plakaları kalınlaştırılmıştır.

2.3.3. Yine şişe çapının büyüklüğü nedeniyle, boşaltma tarafında şişenin tabanının dip kalıbı kenarlarına sürtmesine ve tutucu pabuçların kayarak baskıyı bozmasına engel olmak için tutucu pabuçların kayarak baskıyı bozmasına engel olmak için tutucu kollar mafsalı ve yaylı olarak imal ve monte edilmiştir.

2.3.4. Galonun fazla ağır olması nedeniyle uygun malzemedeki yeni şişe tutucu pabuçlar yapılmıştır.

2.3.5. Tutucu kollar arasındaki mesafenin şişe çapındaki küçük olması ve şişenin aralarından geçme gücünü nedeni ile kollar kesilip uygun şekilde yeniden kaynatılmıştır.

2.3.6. Galon üzerinde hep aynı bölgeye baskı yapılmasını sağlamak üzere kulpun yaslandığı bir durdurma aparatı yapılmıştır.

2.3.7. Şablon bağlantı aparatı ve ragle tespit mekanizmasında büyük şişe çapının gerektirdiği tadilat yapılmıştır.

3- ÇALIŞMANIN GETİRDİKLERİ

Yapılan çalışmalar sonucunda Mark baskı makinesinin galon basar hale gelmesi ile birlikte aşağıda belirtilen avantajlar sağlanmıştır.

3.1. Yapılan tadilat ile Mark makinesi galona baskı yapabilir hale geldiği gibi daha önce baskı yapılan mamul sayısında bir azalma da olmamıştır.

3.2. Kapasite artışı nedeniyle üretimden gelen galonlar birikmeden basılma imkanına kavuşmuştur. Böylece hem müşteri talebi daha hızlı karşılanabilir hale gelmiş, hemde işletmede uygun olmayan istifleme ortadan

kalktığı için devrilerek kırılan şişe sayısı min. inmiştir.

3.3. İşgücü kazancı sağlanması açısından ilk etap tamamlanmıştır. Üretilen sade galonu doğrudan asma katta bulunan Mark baskı makinesine çıkarıp, baskı işlemi sonrasında da üretim katına indirecek taşıyıcı konveyör sisteminin tamamlanmasıyla vardiyada en az iki eleman tasarrufu sağlanabilecektir.

4-SONUÇ

Bu çalışmalar sonucunda, mamul kayıpları azaltılmış, baskı kapasitesi artırılmış ve işgücü tasarrufu yolunda adımlar atılmıştır. Ölçülebilir bu sonuçlar dışında, en az bunlar kadar önemli gözükten şu hususlar çalışmada dikkati çekmiştir.

*Hedefin belirlenmesi ve planlanması amaca ulaşmada önemli bir rol oynamıştır.

* Ekip çalışmalarının başarısı ve kalite çemberi tekniklerinin uygulamadaki yararları toplam kalite felsefesi önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

* Tüm baskı servisi elemanlarının ayaklı veya saat ücretli ayrımı yapılmadan çalışmalara katılımı, yöneten-yönetilen entegrasyonu için olumlu ve yararlı bir hadise olmuştur.

* Çalışmaya katılan elemanların elde edilen başarıdan yüksek düzeyde manevi tatmin sağladıkları gözlemlendiğinden işletme içinde personelin başarıya yönelik olarak motive edilmesinin ne derece önemli bir kalite ve üretkenlik aracı olduğu görülmüştür.

YÜZEYİ KAPLAMALI BORCAM ÜRETİMİ

Hüseyin PARLAR

TÇCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü

Yalçın GÜNEY

Teknik Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Araştırma Merkezi'nde sürdürülen yüzey kaplama çalışmasının bir uzantısı olarak, farklı görünümde yeni ürünler geliştirerek pazar payımızı genişletmek amacıyla, BORCAM ürünlerimizin pirolitik yöntemle kaplanması gündeme gelmiştir.

İlk etapta laboratuvar skalasında çeşitli metal oksitlerle kaplamalar yapılmış, kimyasal dayanıklıkları yeterli; farklı görünüm ve özellikler gösteren BORCAM ürünleri elde edilmiştir. Sözkonusu ürünlerin Pazarlama Müdürlüğü tarafından da beğenilmesi üzerine, çalışmaların genişletilerek, kaplama işleminin üretim iskalasında gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Sürdürülen çalışmalar sonucunda, kaplama üretisinin tasarımı, imalatı, satın alma işlemleri ve montajı

tamalanmış, ayrıca BORCAM üretim hattı üzerinde gerekli uyarlamalar yapılarak, Mart 1993 itibarıyla başlayan deneme üretimini takiben, nihai boyutta üretime geçilmiştir.

Metal oksit kaplamalar ile, BORCAM ürünlerine kazandırılmak istenilen özellikler şunlardır.

- Camın renksizliğini bozmadan veya istenilen özel bir renk vererek, ürüne parlak bir görünüş kazandırmak, albenisini arttırmak.
- Kolay temizlenme özelliği kazandırmak.
- Mekanik etkilere karşı direncini artırmak.
- Termik şoka karşı dayanıklılığını artırmaktır.

Hazırlanmış olan tebliğde laboratuvar aşamasından başlayarak, sürdürülen çalışmalara yer verilmekte, Teknik Cam Sanayii A.Ş. de kurulmuş olan kaplama sistemi tanıtılmakta ve elde edilmiş olan ürünlere uygulanmış testler anlatılmaktadır.

Not : GİZLİLİĞİ GEREKTİREN ÖZGÜN BİLGİLERİ KAPSAMASI NEDENİYLE, BU BİLDİRİNİN BASILMASI SAKINCALI GÖRÜLMÜŞTÜR.

8. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU
23 HAZİRAN 1993
PROGRAM

10.00-10.10 SUNUŞ
GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN' IN AÇILIŞ KONUŞMASI

I. OTURUM (10.10-11.10)

Başkanlık : Yıldırım CANBERK - Teoman YENİGÜN- Dr. Metin BAŞARAN

10.10-10.30

Şişelerde sonlu Elemanlar Yöntemiyle Stres Analizi

Nedim ERİNÇ *TŞCFAŞ Araştırma Müdürlüğü*

Suha GÖKBEN *Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.*

10.30-10.50

Klasik Soğutmalarla Birlikte ACS Tipi Dikey Soğutma Uygulaması

Osman SARI - Bülent HEKİMOĞLU *Anadolu Cam Sanayii A.Ş.*

10.50-11.10 Ergitme Sonrası Oluşan Bölgesel Habbe Hataları

Dr. Ali ALTINER - Suat DOĞANLARLI - Metin ASAR - Murat YİĞİT

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

11.10-11.50 ÇAY ARASI

II. OTURUM (11.50-12.50)

Başkanlık : Erol ERGÜN - Metin ÜNLÜER - Hasan ÖZER

11.50-12.10 Boyun Karıştırıcıların Cam Şeridindeki Tabakalaşmaya Olan

Etkisinin Ve Renk Geçişinin Striagram İle İzlenmesi

Ümit ÖZMERDİVEN - Güngör PEKER *Trakya Cam Sanayii A.Ş.*

12.10-12.30 Rejeneratör Isı Transferi Hesabı

Dr. Vahit ÇİFTÇİ - Ertuğrul ERSOY *Çayırova Cam Sanayii A.Ş.*

12.30-12.50 Buzlu Cam Kompozisyonunda Yeni Bir Uygulama

Hande SENDEL *TŞCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü*

Tuncer AKMAN *Çayırova Cam Sanayii A.Ş.*

13.00-14.30 YEMEK ARASI

(Destek Reasürans T.A.Ş. Yemek Salonu)

III. OTURUM (14.30-15.30)

Başkanlık : Yücel CANDEMİR - Atilla DİDİN - Hadi FEKE

14.30-14.50 Cam Ambalaj Üretiminde Cam Kalitesinin Geliştirilmesi

Asuman ERKİN *Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.*

Fehiman AKMAZ *TŞCFAŞ Araştırma Müdürlüğü*

14.50-15.10 Buzlu Cam Fırınlarında Soğutma Suyunun Deniz Suyu İle Soğutulması

Zafer SAĞLAM *Çayırova Cam Sanayii A.Ş.*

15.10-15.30 Flotal Cam Üretiminde Kullanılan Kumların Hazırlanmasında

Verimliliğin Artırılması, Maliyetlerin Düşürülmesi ve Homojenizasyonun Sağlanması

İrfan GÜNER Acar ÖZEL - Nurettin ÖZTÜRK *Camiş Madencilik A.Ş.*

15.30-16.00 ÇAY ARASI

IV. OTURUM (16.00-17.00)

Başkanlık : Gürol DEMİRKOL - E. Yeşim KAYA - Çetin GÜNEY

16.00-16.20 Züccaciye İmalatında Kullanılan Kumların Hazırlanmasında Verimliliğin Artırılması, Maliyetlerin Düşürülmesi, Kalitenin Yükseltilmesi ve Standardizasyonun Sağlanması

İrfan GÜNER - Acar ÖZEL - Nurettin ÖZTÜRK - Muzaffer TÜRK
Camiş Madencilik A.Ş.

16.20-16.40 Otomatik Baskı Makinesinde Galon Basacak Şekilde Geliştirme

Nurettin ELÇİ *Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.*

16.40-17.00 Yüzeyi Kaplanmış Borcam Üretimi

Hüseyin PARLAR TŞCFAŞ, Araştırma Müdürlüğü

Yalçın GÜNEY *Teknik Cam Sanayii A.Ş.*

17.00 Kapanış

19.30-22.30 Yemek

(Pendik Sosyal Tesisi)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(A)

AKAGÜL, Kadriye (SO)
AKARSU, Hüseyin (AC)
AKAY, Mustafa (AC)
AKÇAKAYA, Reha (SC-ARŞ)
AKIN, Fahir (SC-ARŞ)
AKINCI, Ahmet (CE)
AKINCI, Alpaslan (SC)
AKINCI, Hilmi (SC-PTHM)
AKKAYA, Serap (TC)
AKMAN, Tuncer (CY)
AKMAZ, Fehiman (SC-ARŞ)
AKMORAN, Esra (SC-ARŞ)
AKOZAN, Oya (SC-PEAM)
AKTÜRK, Çetin (TR)
AKVİRAN, Muammer (KC)
AKYÜREK, Yücel (CT)
ALACA, Hatice (SC-ARŞ)
ALPÜSTÜN, Kemalettin (CT)
ALTINER, Dr. Ali (KC)
ARIKAN, Hamza Uğur (SC-PTHM)
ARMAN, Bülent (SC-ARŞ)
ARSLAN, Gönül (SC-ARŞ)
ARSLANKEÇECİOĞLU, Selçuk (TC)
ASAR, Metin (KC)
ASILKAZANCI, Şevket (TR)
ATAY, Mine (SC)
ATIKKAN, Gökhan (TR)
AVŞARCAN, Gülser (SC-ARŞ)
AYAYDIN, Tankut (SC-ARŞ)
AYDIN, Dr. Eşref (SC-ARŞ)
AYDIN, Ferit (TK)
AYDIN, Salih (SO)
AYDIN, Yaşar (PB)
AYDINLI, Celal (SC,SMM)
AYKUL, Kazım (CY)

(B)

BAĞDATLI, Hüsamettin (CT)
BALPINAR, Ali (TC)
BARHANA, Selçuk (SC)
BAŞAKAR, Abdülkadir (SC-PTHM)
BAŞARAN, Dr. Metin (FD)
BAYHAN, Nilgün (CE)

(17.06.1993 tarihine kadar tarafımıza yapılan bildirimler itibariyle soyadına göre alfabetik sıralanmıştır.)

BAYRAM, Jülide (SC-PTHM)
BOLCAN, Dilek (SC-ARŞ)
BOZKURT, Suat (AC)
BÜKE, Savaş (KC)
BÜYÜKKAPI, Semih (TC)

(C)

CAN, Alper (TR)
CANBERK, Yıldırım (AC)
CANDEMİR, Yücel (TK)
CANSEVER, Ahmet (CY)
CEBECİOĞLU, Ergül (PB)
CEBECİOĞLU, Tahir (PB)
CEBİ, Ercan (PB)
CİBAŞ, Sercan (SO)
COŞKUN, Yusuf (AC)

(Ç)

ÇAĞLAYAN, Adnan (SC)
ÇİFTÇİ, Dr. Vahit (CY)
ÇİZMECİ, Emin (TK)
ÇORUMLUOĞLU, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRCAN, Bayram (CE)
DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)
DEMİRKOL, Gürol (TC)
DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)
DENİZ, Ahmet (CY)
DİDİN, Atilla (CE)
DİLEK, M. Şerif (TC)
DOĞANLARLI, Suat (KC)

(E)

EKİCİ, Haşim (TR)
ELÇİ, Nurettin (TK)
ELİBOL, Mustafa (PB)
ELTUTAR, Zeynep (SC-ARŞ)
ENGİN, Sevin (SC-EM)
ERDAL, Tarık (SC-ARŞ)
ERDEM, Ceyda (SC-PEAM)

ERDİ, Cevdet (SO)
EREN, Ahmet (KC)
ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)
ERGINAY, Cihat (CY)
ERGÜN, Erol (TR)
ERGÜN, Handan (TK)
ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)
ERKAL, Cahit (TC)
ERKİN, Asuman (TK)
EROĞLU, Mehmet (SC-ARŞ)
EROĞLU, Ramazan (TR)
ERSOY, Ertuğrul (CY)
ERSÖZ, Erol (CI)
ESEN, Erkut (SC-ARŞ)

(F)

FEKE, Hadi (CMK)

(G)

GEÇEN, Osman (TC)
GİRİŞMEN, Süreyya (CY)
GÖÇTÜ, Ruhiye (CE)
GÖKBEN, Suha (TK)
GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)
GÖKTAN, Kaya (PB)
GÖNEN, Suha (CMK)
GÖRK, Ergin (SC-PEAM)
GÖRKEY, Mehmet Sabri (TR)
GÖZÜM, Güner (TK)
GÜÇYENER, Turgut (PB)
GÜL, Hayrullah (TR)
GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)
GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)
GÜNER, İrfan (CM)
GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)
GÜNEY, G. Yalçın (TC)
GÜVEN, Mehmet Emin (CE)
GÜVENÇ, İzzetin (TK)

(H)

HACIALIOĞLU, İsmail H. (CE)
HAYBAT, Hale (SC-ARŞ)
HEKİMOĞLU, M. Bülent (AC)
HÜRPEK, Yasemin (KC)

(I)

ILGIN, Ertan (CY)

(İ)

İÇLİ, Atilla (SC-PTHM)
İŞEVİ, A. Semih (SC-ARŞ)

(K)

KARABULUT, Dr. Ömer (SC-ARŞ)
KAYA, Levent (SC-ARŞ)
KAYA, Yeşim (PB)
KEKE, Lütfü (AC)
KERESTECİOĞLU, Ayşe (SC-ARŞ)
KERETLİ, Bilsay (CT)
KILIÇALP, Nurettin (SC-ARŞ)
KINAYIĞİT, Fersen (CE)
KINLI, Ersin (SC-ARŞ)
KIRAN, Şeref (TC)
KOÇ, Süeyman (KC)
KONUK, Ali Nafiz (SC)
KOŞAR, Selçuk (TK)
KÖSEKUL, Neşe (CE)
KÖŞDERE, Zeki (TR)
KUBAN, Dr. Baha (SC-ARŞ)
KUMRU, Cüneyt (TK)
KUŞCULUOĞLU, Sema (SC-EM)
KUT, Dr. Ateş (SC)
KUTAY, Coşkun (CE)
KÜNTAY, Çankaya (TK)
KÜRKÇÜOĞLU, Figen (PB)

(M)

MAĞGÖNÜL, Gönül (CT)
MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)
MASMANACI, Ayşegül (CY)
MEHTER, Bedri (TK)
MENİZ, Tansu (SC-SMM)
MİSOĞLU, Tuğrul (SC-PTHM)
MUTLU, Ahmet (TC)

(O)

OBEN, Koray (SO)
OĞUZ, Metin (SC-PTHM)
OKAN, Ahmet (PB)
OKYAR, Kürşat (PB)
YALÇINKAYA, Muhammed (KC)

ORAN, Mustafa (SC-ARŞ)
ORHON, Mehmet (CT)

(Ö)

ÖKTEN, Bahaettin (SC-PTHM)
ÖNDER, Ruhsar (KC)
ÖNDEŞ, Ali (TK)
ÖNER, Ahmet Turan (SC)
ÖNSEL, Lale (SC-ARŞ)
ÖZABACI, Ali (PB)
ÖZAYDIN, Murat (TC)
ÖZCAN, Akif (SC-ARŞ)
ÖZÇETİN, Ö. Faruk (TC)
ÖZDURMUŞ, Semih (TR)
ÖZEL, Acar (CM)
ÖZER, Hasan (CI)
ÖZER, Selçuk (PB)
ÖZER, Serdar (SC-SMM)
ÖZER, Ümit (CY)
ÖZERCAN, Mustafa (SC)
ÖZKAN, Kemal (AC)
ÖZKUL, Sibel (TK)
ÖZMAN, Hülya (SC-PEAM)
ÖZMERDİVEN, Ümit (TR)
ÖZÖĞREN, Ender (TR)
ÖZSOY, M. Uran (SC)
ÖZTÜRK, Murat (CMK)
ÖZTÜRK, Nurettin (CM)

(P)

PARLAR, Hüseyin (SC,ARŞ)
PEKER, Güngör (TR)
PINARLI, Mehmet (CY)

(R)

RABUŞ, Mehmet (PB)
REİSOĞLU, Sefa (SC)

(S)

SAĞLAM, Zafer (CY)
SANDER, Faruk (SC-ARŞ)
SARAÇ, Dr. Yusuf (SC-ARŞ)
SARI, Osman (AC)
SAY, Sami (TK)
SAYGI, Mustafa (KC)

SAYIN, Gizem (SC-PEAM)
SENGEL, Hande (SC-ARŞ)
SERT, Esat (CY)
SEYHAN, Erdal (CT)
SOYSAL, Şahin (SO)

(Ş)

ŞAHİN, Hasan (SC-PTHM)
ŞAHİN, Şeyit (SC)
ŞARDAĞ, Haluk (SC-PTHM)
ŞENER, Ulus (TR)
ŞENKÜR, Cüneyt (SC-ARŞ)

(T)

TABAKÖZ, Semih (TR)
TALA, Melek (TC)
TALA, Tarık (TC)
TANYELİ, Ertan (TR)
TARIK, Necmi (SC-PEAM)
TELATAR, Semih (CY)
TEOMAN, Dr. Yıldırım (SC-PTHM)
TOKCAN, Halide (TR)
TOKMAK, Ersan (KC)
TOPALOĞLU, Haşmet (KC)
TUĞRUL, Haluk (KC)
TUNALI, İlhan (PB)
TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)
TÜRK, Muzaffer (CM)

(U)

UÇADOĞLU, Akif (TK)
UĞURLU, Günay Nazan (SC-PTHM)
ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)
ULUFER, Sinan (PB)
UŞLAN, Mehmet (CY)
UŞTAOĞLU, Cavit (KC)
UZ, A. Taner (PB)
UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNGÖR, Feral (SC)
ÜNLÜER, Metin (CY)
ÜNSAL, Atilla (SC-PTHM)

(Y)

YAMAÇ, Nilay (SC-ARŞ)
YARAMAN, Alev (SC)
YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)
YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)
YENİGÜN, Teoman (KC)
YENLİÇ, Ziya (TC)
YİĞİT, Murat (KC)
YULUĞ, Hüseyin (CMK)
YURTÇU, Levent (PB)
YÜCESOY, Deniz (SC-EM)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

GENEL MÜDÜRLÜK

SC	Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
SC-ARŞ	Araştırma Müdürlüğü
SC-EM	Eğitim Müdürlüğü
SC-FGM	Finansman Grup Müdürlüğü
SC-HİM	Halkla İlişkiler Müşavirliği
SC-İM	İnşaat Müdürlüğü
SC-Mİ	Mali İşler Grup Müdürlüğü
SC-OM	Organizasyon Müşavirliği
SC-PM	Personel Müdürlüğü
SC-PTHM	Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
SC-SMM	Sanayi Mühendisliği Müdürlüğü

ŞİRKETLER

AC	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
CE	Cam Elyaf Sanayi A.Ş.
CI	Cam İşleme Sanayii A.Ş.
CM	Camiş Madencilik A.Ş.
CMK	Camiş Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş.
CP	Cam Pazarlama A.Ş.
CS	Camsar Sanayii Ara Malları Pazarlama A.Ş.
CT	Camtaş Düzcamlar ve Ambalaj Pazarlama A.Ş.
CY	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
FD	Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.
KC	Kırlareli Cam Sanayii A.Ş.
PB	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
PS	Paşabahçe Perakende Satışlar Ltd. Şti.
PT	Paşabahçe Ticaret Ltd. Şti.
SP	Sinop Cam Sanayii A.Ş.
TC	Teknik Cam Sanayii A.Ş.
TK	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
TR	Trakya Cam Sanayii A.Ş.

YAZAR DİZİNİ

AKMAN, Tuncer	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.	74
AKMAZ, Fehiman	T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü	87
ALTINER, Dr. Ali	Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.	37
ASAR, Metin	Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.	37
ÇİFTÇİ, Dr. Vahit	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.	58
DOĞANLARLI, Suat	Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.	37
ELÇİ, Nurettin	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	145
ERİNÇ, Nedim	T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü	8
ERKİN, Asuman	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	87
ERSOY, Ertuğrul	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.	58
GÖKBEN, Suha	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.	8
GÜNER, İrfan	Camiş Madencilik A.Ş.	132
GÜNEY, Yalçın	Teknik Cam Sanayii A.Ş.	151
HEKİMOĞLU, Bülent	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	20
ÖZEL, Acar	Camiş Madencilik A.Ş.	119
ÖZMERDİVEN, Ümit	Trakya Cam Sanayii A.Ş.	50
ÖZTÜRK, Nurettin	Camiş Madencilik Sanayii A.Ş.	132
PARLAR, Hüseyin	T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü	151
PEKER, Güngör	Trakya Cam Sanayii A.Ş.	50
SAĞLAM, Zafer	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.	106.
SARI, Osman	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.	20
SENGEL, Hande	T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü	74
TÜRK, Muzaffer	Camiş Madencilik A.Ş.	132
YİĞİT, Murat	Kırklareli Cam sanayii A.Ş.	37