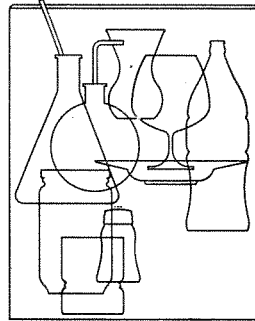


3



◆ CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

22 ARALIK 1987 DEDEMAN OTELİ

(HİZMETE ÖZEL)

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



Yayıma Hazırlayan : Gülser AVŞARCAN

Yazı : Sevinç AKIN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	
GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU AÇIŞ KONUŞMASI	
1981-1987 Dönemi Enerji Tasarrufu Çalışmalarına Genel Bakış	1
Sabahattin Günceler-Ersin Kınlı	
Borosilikat Cam Fırınında Rejeneratör Tıkanmasında Uygulanan Değişik Süreli Enversiyon Tekniği	14
M. Şeref Kıran-Zekai Kutlu-M. Bülent Arman	
Büyük Fırınlarda İç Basınç Kontrolü İçin En Uygun Yer Seçimi	25
M. Ali Tiryaki-Haşim Ekici	
Züccaciye Camlarında Renksizlik Seviyesinin Kontrolü	41
Taner Çavdar-Candan Karan	
Pres Mamulü Üretiminde "Kalıp Kılavuz Pimleri" ve "Yüzey Mastör Sistemi" Yardımıyla Mastör Ring ve Kalıpların Merkezlenmesi	57
Serdar Erkan	
Cam Kırığı Tartma ve Harman Üzerine Serme İşi İçin Komple Sistem Arayışı ve TR Uygulaması	65
Haşim Ekici-Ertan Tanyeli	
Güneş ve Isı Kontrol Camları	74
Dr. Yusuf Saraç	
Malzeme ve İşçilik Tasarrufu İle Ambalajlamada Üretkenlik Artışı	89
Çetin Aktürk-Hayrullah Gül	

Otomatik İmalat Makinalarının Mikroişlemci İle Modernizasyonu Neticesi Arızalarda Duruşların Minimuma İndirilmesi, Makina Hasarlarının Önlenmesi Ali Özabacı	103
Cam Üretiminde Kromit Hatasının Meydana Getirdiği Üretim Kayıpları ve Alınabilecek Önlemler Dr. Eşref Aydın-Ahmet Deniz-Tuncer Akman	112
Yoğunluk Ölçümlerinin Cam Kompozisyonunun Kontrolunda Kullanılma Teknikleri Tahir Cebecioğlu	128
Cam Hatalarının Sistemik Takibi Dr. Eşref Aydın	136
Paşabahçe Cam Sanayiinde Çevre Kirliliği Problemi ve Çözümleri Ergül Cebecioğlu	147
Züccaciye Mamullerinin Açık Alev Tipli Soğutma Fırınlarında Enerji Tasarrufu Sağlanarak Tavlanma Sorunlarının Çözümlemesi O. Savaş Büke-Dr. Ali Altınır	165
Sıcaklık Ölçüm Elemanlarının Değişik Koşullardaki Davranışları Trakya Cam Sanayii A.Ş. Bulguları Derya Erel	175
EKLER	
Sempozyum Programı	I
Sempozyuma Katılanların Listesi	V
Yazar Dizini	X

ÖNSÖZ

19 Aralık 1985'den bu yana gelenekselleşerek sürdürülmekte olan CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU'nun üçüncüsü 22 Aralık 1987 tarihinde yapılmıştır.

Topluluğumuz içerisinde etkin bir bilgi iletişimine katkıda bulunmak, sempozyumda görüşülen konuların ve bilgi birikiminin kalıcılığını sağlamak ve bir belge niteliğinde olmak üzere hazırlanan "III. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU KİTABI" da topluluğumuz hizmetine sunulmaktadır.

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

TEKNİK GRUP

GENEL MÜDÜR
TALAT ORHON'UN SEMPOZYUMU
AÇIŞ KONUŞMASI

Değerli arkadaşlar,

Bugünkü manzarayı gördükten sonra konuşmama bazı şeyleri de katmak istedim.

Gelişme nedir diye hesabettiğimiz zaman bakınız; 1.Cam Sempozyumu, 2. Cam Sempozyumu ama 3.sünde gerçekten büyük bir heyecanın var olduğunu gösteren bir gelişme bu. Yani diyoruz ki bizdeki konularla biz de varız. Sizin hesabınıza konuşuyorum. Biz de görüşmek istiyoruz, dinlemek istiyoruz. Gerçekten sevindirici bir manzara bu.

Konuşmamda sizleri teşvik edecek unsurlar dışında bir şey yok. Karışmıyorum size. Bilime inanmışım, kendi kendine meselelerini halleder diye. Ama Şişe Cam'daki durumu biraz deşmek istiyorum kısaca.

Son yıllarda, teknik açıdan Şişe Cam'da önemli gelişmeler olduğunu size burada ifade etmek istiyorum.

Gerçekten düz camda, hatırlanırsa Fourcault ile işe başladık. Pittsburgh ekolünden sonra Float yöntemiyle cam üretmeye başlamış bulunuyoruz. Bu, düz camın en son aşamasını ifade eder. Ama yalnız ifade etmesi yeterli değil, bunu tam anlamıyla uygulamak ve daha ileri götürmek görevimiz olacaktır.

Cam kapta bütün dünyada uygulanan prosesler bizde de uygulanmaktadır. Özellikle son yıllarda, Anadolu Cam'ı bu yönü ile

donatmış bulunuyoruz. 1988'den sonra Topkapı Şişe'de aynı sistemleri getireceğimizi size burada söylemek isterim.

Züccaciyemiz, en eski cam sanayiimizdir. Bu alandaki bilgi birikimimiz el imalatı ve otomatik olarak bütün dünyaya malımızı rahatlıkla satmayı sağlamıştır. Bu da önemli bir aşamadır. Hatta daha ileri gidebiliyoruz.

Bugün biliyorsunuz Fransız Durand dünyanın en büyük otomatik züccaciyesine sahip bir firma olarak, batıda Amerikalıları yıldırıldı, birçok fabrikaları kapattırdı. Halen en büyük rakip olarak gene Paşabahçe'yi görmektedir. O itibarla, kısaca bu aşamalardan, cam sanayiinden bahsettikten sonra kimya sanayiine de değinmek istiyorum.

Değerli arkadaşlarım,

Kuruluşumuzun bir özelliği de entegrasyona sahip olmasıdır. Yani ihtiyacımız olan diğer maddeleri de kendimiz üretmek suretiyle, başlıca girdilerimiz kum ve sodayı yıllardan beri sağlamaktayız.

Ama son yıllarda şunu da gördük. Bu alanda da arkadaşlarım teknik yönden gerçekten önemli gelişmeler sağladılar. Bunu Kromsan'da da gördük ve bu fabrikamız bugün en büyük kuruluşlarımız arasında yerini almış bulunuyor.

Teknik Cam son yıllarda üretimde başarılar göstermiştir. Bunun ölçüsü de son yıllarda ısıya dayanıklı ürünlerde sağlanan gelişmeler ve başarılar. Ürünleri dünya pazarlarında rahatlıkla satıyor ve talebi gittikçe artıyor. BORCAM'da elde ettiğimiz başarının bütün dünyanın takdirini topladığını burada ifade etmek isterim.

Bütün bu başarıları topluluğumuzun bilime ve teknolojiye yönelmesinin ürünleri olarak görüyorum. Şişe Cam'ın geleceği açısından en büyük güvence olarak bunu gördüğümü özellikle 3. Cam Sempozyumu'nda

sizlere duyurmak isterim. Artık ŞiŒe Cam olarak geliŒmiŒ ũlkelerle yarıŒabileceđimizi ve ũrettiđimiz ũrũnlerin aynı pazarlarda bũyũk bir mũcadele ve rekabet gũcũyle var olduğunu ifade etmek istiyorum.

Bu ũnemli aŒamaların sũrekli olarak yaŒamasının, aynı dũzey ve hatta daha da ũstũne çıkmasının sizlerin bu tũr gayretlerine bağlı olduğunu burada belirtmek isterim. Bu tũr alıŒmaları daha da ileri gũtũrmemiz gerekiyor. Sanıyorum mevcut teknik imkanlarımızı daha ileri gũtũrmek için bir takım yaratıcılıklara da ihtiyaımız olduğunu, ũzellikle AraŒtırma Grubuna hitap ederek vurgulamak zorundayım. Biz Œimdiye kadar alıŒmalarımızda baŒarılı olduk. Fevkalade baŒarılı olduğumuz bir kesimdir AraŒtırma Grubumuz. Ama daha da yaratıcı olmalarını kendilerinden isteyeceğim.

Genç mũhendisler, ŞiŒe Cam'ın teknik gũcũnũ size emanet ediyoruz. Bu Œerefli gũrevi baŒarılı bir Œekilde yũrũteceđinize inanarak hepinizi kutluyor, 3. Cam Sempozyumunda iyi sonuçlar alınması dileği ile hepinize saygılar sunuyorum.

TeŒekkũr ederim.

1981-1987 DÖNEMİ ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMALARINA GENEL BAKIŞ

Sabahattin GÜNCELER-Ersin KINLI*
Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Enerji, sanayi işletmelerinin bir çoğunda toplam giderler içinde önemli bir paya sahiptir. Yıllar itibariyle artan enerji fiyatları, enerjiye verilen önemi daha da artırarak enerji tasarruf faaliyetlerinin ön plana çıkmasına neden olmuştur.

1981 yılından itibaren yoğun bir şekilde, Şirketlerimizle işbirliği içerisinde sürdürülen enerji tasarruf çalışmalarında önemli aşamalar kaydedilmiştir. Çağdaş teknoloji paralelinde sürdürülen bu çalışmalar sonucunda, Şirketlerimizin enerji performansı giderek geliştirilmiş, sözü edilen dönemde toplam enerji tüketiminin % 21'i seviyesinde tasarruf sağlanmıştır.

GİRİŞ

Enerji, sanayi işletmelerinin bir çoğunda toplam giderler içinde önemli bir paya sahiptir. Yıllar itibariyle artan enerji fiyatları, enerjiye verilen önemi daha da artırarak enerji tasarruf faaliyetlerinin ön plana çıkmasına neden olmuştur.

Topluluğumuzda da bu konudaki çalışmalar 1981 yılından itibaren yoğun bir şekilde devam etmekte olup, önemli aşamalar kaydedilmiştir. 1987 yılına kadar olan 6 yıllık dönemdeki bu çalışmaların sonucunda elde edilen tasarruf fuel-oil eşdeğeri olarak 450.000 ton'dur. Bu miktar 1981-1987 dönemi toplam enerji tüketiminin % 21'i kadar olup, Topluluğumuzda 1987 yılında kullanılan enerjiden daha fazladır. Günümüz enerji fiyatlarıyla ise 50 Milyar TL'sına eşdeğerdir.

1981 yılında bir ton cam üretimi için ortalama 313 kg fuel-oil, bir ton soda üretimi için ortalama 470 kg fuel-oil eşdeğeri enerji tüketilmiştir. Enerji tasarrufu konusunda saptanan ilkeler doğrultusunda sürdürülen çalışmalar neticesinde günümüzdeki fuel-oil eşdeğeri enerji tüketimi cam üretimi için ortalama 265 kg, soda üretimi için ortalama 292 kg'a düşmüştür. Önümüzdeki senelerde bu değerlerin daha da azaltılması amacı ile çalışmalar temel ilkeler doğrultusunda ve çağdaş teknoloji paralelinde sürdürülecektir.

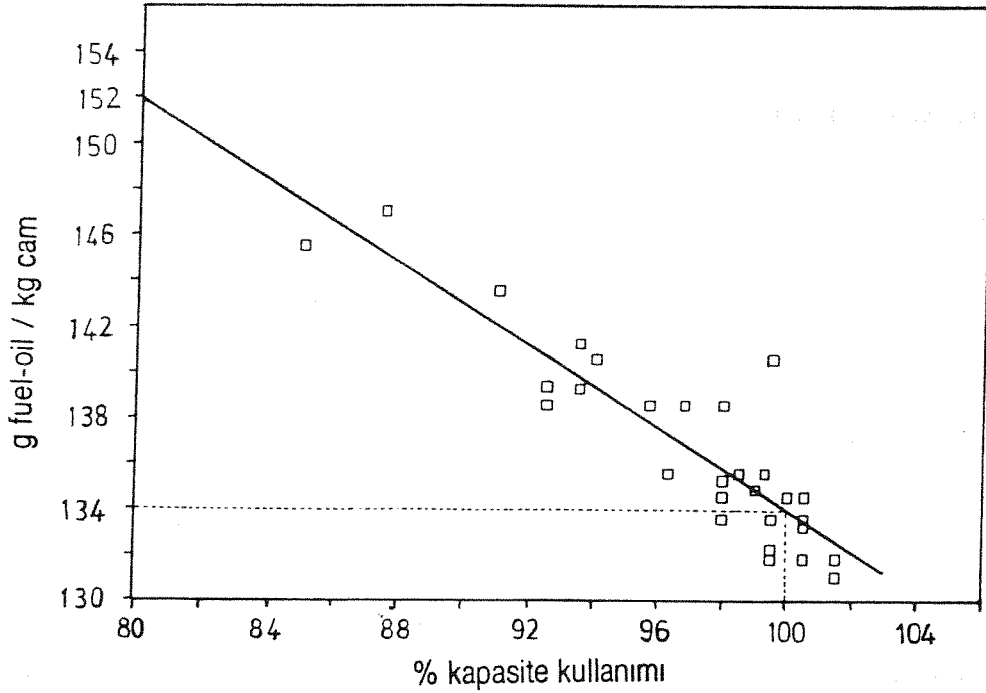
Enerji tasarrufu konusunda enerjinin etkin kullanımı, enerjinin korunumu, enerjinin geri kazanımı temel ilkeleri doğrultusunda sürdürülen ve sürdürülmekte olan çalışmalar ana başlıklar olarak şu şekilde özetlenebilir.

KAPASİTE KULLANIMI

Fırınlarımızın kapasite kullanımlarının artırılması en büyük enerji tasarruf imkanı olarak görülmektedir. Düşük kapasitede çalışıldığında fırını sıcak tutmak için gerekli enerji sabit kaldığından birim cam başına enerji tüketimi artmaktadır.

Özgül yakıt tüketimi ile kapasite kullanımı arasındaki ilişki bir şişe fırınında bir aylık süre için incelenmiştir.

Şekil 1'den görüldüğü gibi, tam kapasite kullanımında 134 gr olan özgül yakıt tüketimi % 80 kapasite kullanımında 152 gr'a çıkmaktadır. Diğer bir deyişle bu fırınımızda 1 Milyon TL'lik bir fuel-oil tüketimi ile % 100 kapasitede 68 ton cam üretilirken, % 80 kapasitede elde edilebilecek cam miktarı ancak 60 ton olmaktadır. Bu nedenle fırın kapasite kullanımının artırılmasına yönelik pazar alanlarının genişletilerek satış-üretim ilişkisinin optimum tarzda oluşturulması son derece önemli bir konu olmaktadır.



Şekil : 1 Kapasite kullanımı özgül yakıt ilişkisi

CAM KIRIĞI

Fırınlarda kullanılan cam kırığı miktarları da enerji tüketimini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Cam kırığı miktarının artırılmasının enerji tasarrufu sağlamasının yanı sıra fırın ömrü, çevre kirliliği ve hammaddenin rasyonel kullanılması açısından da avantajları vardır.

İŞLETME PARAMETRELERİNİN KONTROLÜ VE İSTİKRARLI TUTULMASI

Cam fırınlarımızın performansı çok sayıda parametre tarafından etkilenmektedir. Enerji performansını en iyi düzeyde tutmak, bu parametreleri değişen koşullarda çok iyi kontrol altına alabilmekle mümkündür. Bu kapsamda fırınlarımızın otomatik kontrolü gerek cam kalitesi gerekse enerji tasarrufu açısından önem kazanmaktadır. Bu konuda çeşitli Şirketlerimizde geliştirilen otomatik kontrol imkanları Anadolu Cam Sanayii A.Ş. 20 no'lu fırınında en ileri düzeye ulaştırılmıştır. Önümüzdeki yıllarda bu uygulamaların yaygınlaştırılması planlanmaktadır.

TASARIM ÇALIŞMALARI

. Fırın

Çağdaş teknoloji paralelinde daha randımanlı ve kaliteli cam üretecek fırın tasarımı arayışı içinde çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Bu kapsamda fırınlarımızın fiziksel model çalışmalarına 1981 yılından beri devam edilmektedir. Bunun bir sonraki aşaması olan fırın matematiksel model çalışmalarının önümüzdeki yıllarda başlatılması planlanmaktadır.

Fırınlarımızın genel tasarım kriterlerinin (en, boy, baraj, bubbler vb.) incelendiği model çalışmaları ile fırınlarımızın çağdaş anlamda yenilenmesine ışık tutulmaktadır.

. Rejeneratör

Cam fırınlarının yanma havası mümkün mertebe yüksek sıcaklığa ısıtmayı amaçlayan rejeneratörler, fırınların enerji randımanını belirleyen en önemli faktörlerden biridir.

Rejeneratörlerin dinamik davranışlarının incelenmesi amacıyla bir matematiksel model oluşturulmuş ve bilgisayar vasıtası ile bu model çözümlenerek kullanılır hale getirilmiştir. Böylelikle yenilenen veya yeni yapılan fırınlarımız rejeneratörlerinde, bu model vasıtasıyla, en uygun malzeme ve tasarım parametrelerinin seçimine yardımcı olmaktadır.

. Forehearth

Kalitenin iyileştirilmesi, enerji tasarrufu ve daha ince cidarlı mamul üretimi amacı ile çağdaş forehearth'lar yeni yapılan veya yenilenen fırınlarımızda titiz fizibilite çalışmalarına konu olmakta ve uygulanmasına geçilmektedir.

İZOLASYON

Fırınlarımızda ısı kayıplarını en alt düzeyde tutarak enerjinin korunması, son derece önemli bir konu olmaktadır. Zira yakıt yakılarak elde edilen enerjinin % 30 kadar kısmı izolesiz bir fırında yüzeyden kaybedilmektedir. Isı kayıplarının olduğu yüzeyler sıcaklıklarına ve özel koşullarına uygun en ekonomik yalıtım malzemeleriyle izole edilmektedirler. İyi bir izolasyon ile kaybolan enerjinin % 50-60 kadarı geri kazanılabilmektedir. Örneğin son kampanya döneminde izolesi artırılan float fırınında elde edilen enerji tasarruf miktarı yaklaşık 750 M TL/yıl olmaktadır.

ELEKTRİKLİ ERİTME

Kuruluşumuzda, kalitenin iyileştirilmesi ve enerjinin etkin kullanımı amacına yönelik elektrikli eritme ve takviye uygulamaları ilk aşamada özel cam (kristal veya ısıya dayanıklı cam) üretimlerinde ağırlık kazanmıştır. Önümüzdeki dönemlerde bazı fırınlardan daha çok cam çekme ihtiyacı elektrikli eritme veya takviye konularını gündeme getirmektedir.

TAVLAMA FIRINLARI

Şişe ve züccaciye üreten Şirketlerimiz tavlama fırınlarının açık alevli hale dönüştürülmesi ile yanma gazlarının ısısı doğrudan cama aktarıldığından enerjinin etkin kullanımı sağlanmaktadır. Cam kalitesini olumsuz yönde etkilemeden enerji tasarrufu sağlayan bu tür uygulamalar ilgili Şirketlerimizde yaygınlaştırılmıştır.

HARMAN KOMPOZİSYONU

Camın eritilmesi için gerekli olan enerji, harman kompozisyonu ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle kalite faktörü ön planda tutularak daha hızlı eriyebilecek harman kompozisyonları konusunda çalışmalar sürdürülmüştür.

ATIK ISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Şirketlerimizde atık ısının geri kazanımında en önemli uygulama atık ısı kazanları ile buhar üretimi konusunda olmuştur. Halen cam fırınlarımızın baca gazı hatlarında 8 adet atık ısı kazanı bulunmakta olup, bunlardan yılda yaklaşık 700 M TL enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca 4 adet fırınımıza atık ısı kazanı konulması için çalışmalar sürdürülmektedir.

Atık ısı kazanları ile proses ihtiyacı olan buharın elde edilmesi en yaygın uygulama biçimidir. Ancak bazı Şirketlerimizde ihtiyaç fazlası buhar üretimi söz konusu olabileceğinden, buhar ile elektrik enerjisi veya mekanik güç üretimini inceleyen kojenerasyon çevrimleri konusunda fizibilite çalışmaları yapılmaktadır.

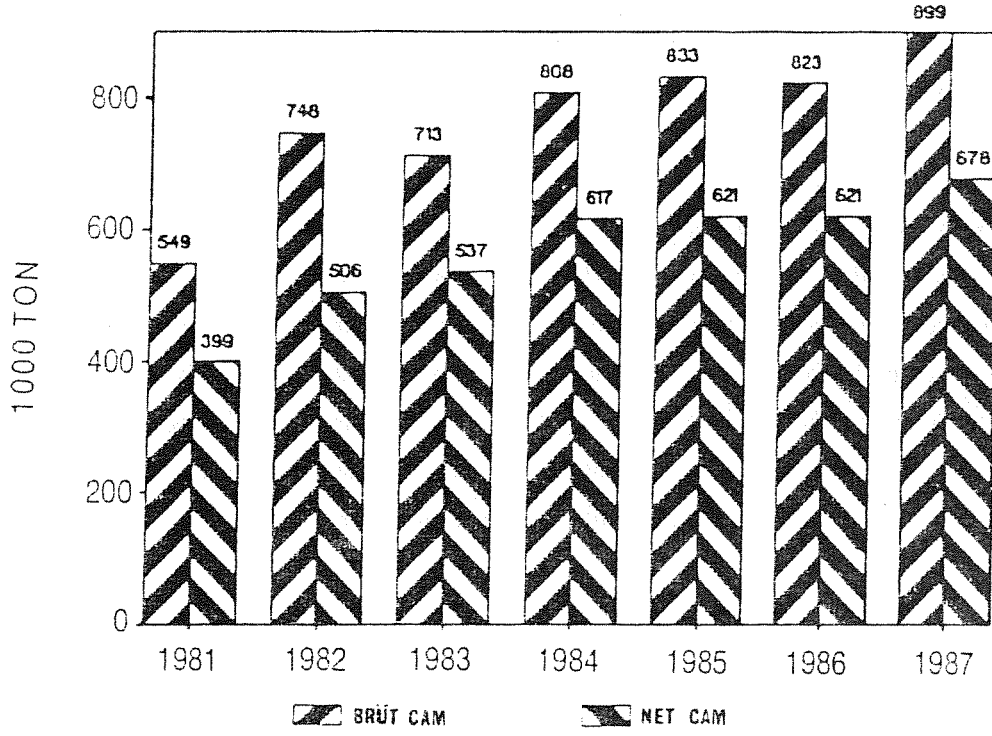
CAM DIŞI ÜRETİM ŞİRKETLERİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Topluluğumuz, toplam enerji tüketiminde büyük pay sahibi olan Soda Sanayii A.Ş. başta olmak üzere diğer Üretim Şirketlerimizde de enerji tasarrufu çalışmaları yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Soda Sanayii A.Ş.'de en önemli enerji tasarruf şekli olan kapasite kullanımının artırılmasının yanı sıra genellikle teknoloji geliştirme, işletme ve buhar parametrelerinin iyileştirilmesi, izolasyon, alternatif yakıt konularına yönelik çalışmalar ağırlık kazanmıştır.

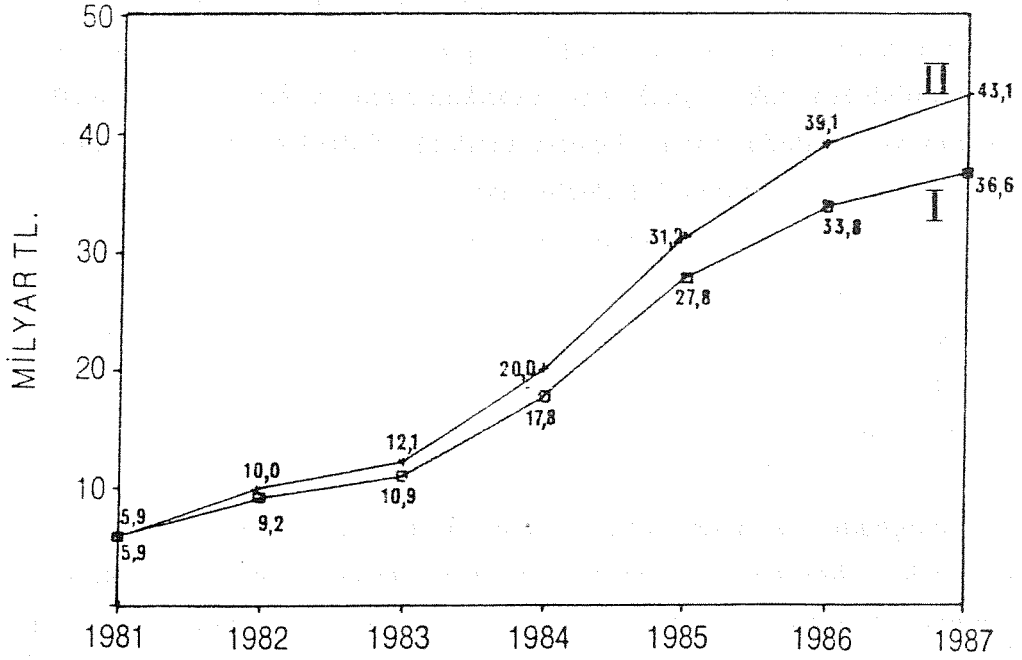
Sözü edilen enerji tasarruf faaliyetlerinin yoğun bir şekilde başlatıldığı 1981 yılından itibaren Topluluğumuzun üretim ve enerji tüketimi açısından genel görünümü şu şekilde özetlenebilir:

Şekil 2'de yıllar itibariyle Topluluğumuz cam üretimleri görülmektedir.

Bu cam üretimlerini gerçekleştirmek için enerjiye ödenen miktarlar ise Şekil 3'de I no'lu eğri ile gösterilmiştir.



Şekil : 2 Cam üretimleri



Şekil : 3 Cam enerji ödemeleri ve 1981 yılı performansına göre karşılaştırma

Görüldüğü gibi gerek enerji fiyatlarındaki sürekli artışlar gerekse üretim artışları nedeniyle enerjiye yapılan ödemeler devamlı büyümektedir.

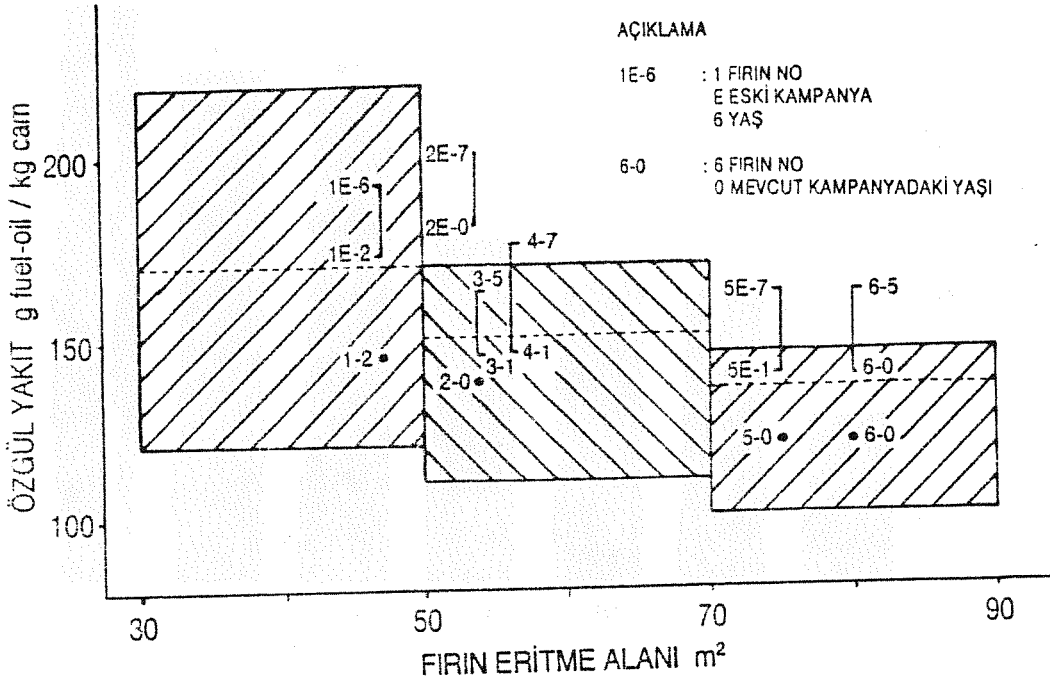
Diğer taraftan ele alınan bu yıllar zarfında genel enerji performansındaki gelişimi görebilmek amacıyla II no'lu eğri çizilmiştir. Burada 1981 yılı enerji performansında herhangi bir gelişme olmadığı takdirde gerçekleşecek enerji ödemeleri verilmektedir. Bu incelemeden de görüldüğü gibi enerji tasarrufuna yönelik tüm çalışmaların sonucunda cam üretimimizde olumlu bir performans gelişimi görülmektedir. Örneğin 1987 yılında bu gelişme sonucunda 1981 yılına göre 6.5 Milyar TL daha az bir enerji ödemesi yapılması beklenmektedir.

Bu performans gelişimi sonucunda 1981-1987 yılları arasındaki altı yıllık dönemde elde edilen tasarruf 1987 enerji fiyatlarıyla 26 Milyar TL olmaktadır.

Sürdürülen çalışmalar sonucunda cam fırınlarımızın dünyadaki benzer fırınlar arasındaki yerini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Ancak cam üretiminde rekabet ön planda olduğundan tüm dünyada fırın performansları ile ilgili bilgiler gizli tutulmaktadır. Bu konuda yararlanılabilen tek kaynak şişe fabrikalarının makina performanslarının uluslararası skalada toplu değerlendirildiği EMHART bilgileri olmuştur. Bu nedenle, elde edilen bilgilerle şişe fırınlarının enerji performansları, eritme alanlarına göre incelenmiştir (Şekil 4).

Şekildeki üç bölge büyüklüklerine göre dünyadaki arkadan ateşlemeli şişe fırınlarının özgül yakıt tüketimleri açısından buldukları yerleri göstermektedir.

Her bölgenin üzerinde yakıt tüketimleri daha büyük olan fırınlar bulunmakla beraber çoğunluğun performansından uzak oldukları için inceleme dışında tutulmuştur. Kesikli çizgi o bölgenin ağırlıklı ortalamasını göstermektedir. Arkadan ateşlemeli fırınların eritme alanı büyüdükçe özgül yakıt tüketimi farklılıkları azalmaktadır.

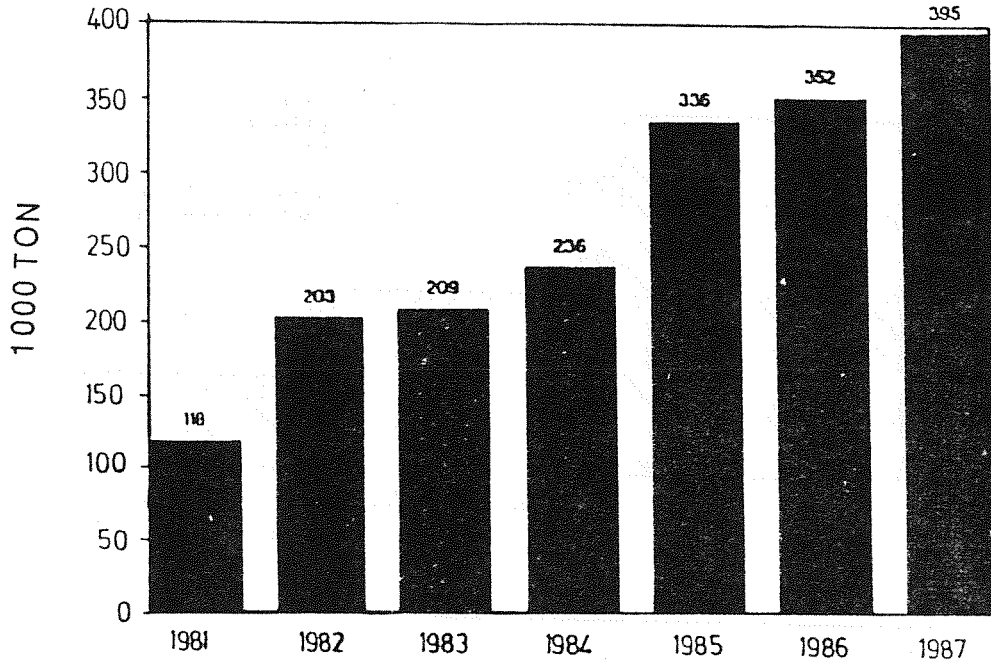


Şekil : 4 Şişe fırınlarının eritme alanlarına göre özgül yakıt tüketimleri

Şişe fırınlarımızın bu incelemedeki yerleri de şekilde görülmektedir. Çağdaş teknoloji paralelinde yenilenen fırınlarımızın bölgelerin ortalamasından daha iyi yerlerde oldukları görülmektedir. Yaşları ve/veya teknolojileri itibariyle ortalama üstünde bulunan fırınlarımız ise yeni tasarımlarında iyi yerlere getirilmektedir. Örneğin 1 no'lu fırınımız eski kampanya döneminde 173-194 gr fuel-oil/kg cam arasında çalışırken yapılan modernizasyonlar sonucu 140 gr fuel-oil/kg cam mertebesine getirilmiştir.

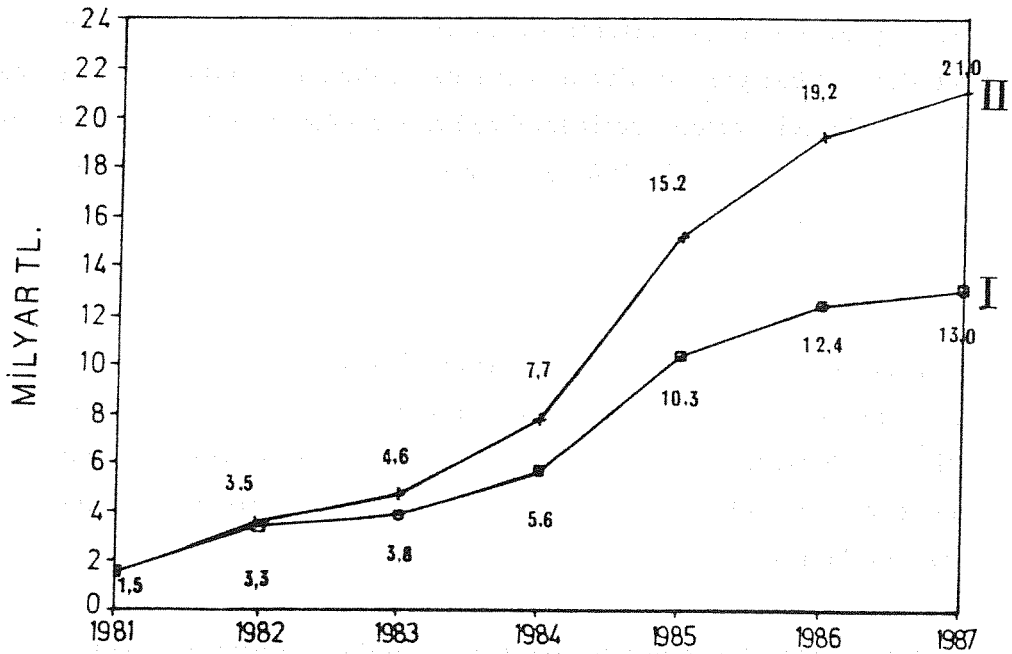
Cam sanayiimizin en önemli girdilerinden birini sağlayan Soda Sanayii A.Ş., Topluluğumuz toplam enerji tüketiminde % 30 gibi önemli bir paya sahiptir. Bu Şirketimizin 1981 yılı itibariyle soda üretimleri Şekil 5'de verilmektedir. Görüldüğü üzere, giderek soda üretiminde olumlu bir gelişme söz konusudur.

Bu üretimin gerçekleşmesinde enerjiye yapılan ödemeler Şekil 6'da I no'lu eğri ile, 1981 enerji performansında herhangi bir değişim



Şekil : 5 Soda üretimleri

olmadığı takdirde enerjiye ödenmesi gereken miktarlar ise II no'lu eğri ile gösterilmektedir.



Şekil : 6 Soda enerji ödemeleri ve 1981 performansına göre karşılaştırma

Kapasite kullanımının da artırılması ile enerji performansında önemli gelişmeler sağlandığı görülmektedir. 1987 yılı sonu itibariyle bu gelişim sonucunda elde edilecek tasarrufun 8 Milyar TL'sine çıkması beklenmektedir.

Sözü edilen enerji tasarruf çalışmalarının sonucunda 1981-1987 yılları arasındaki altı yıllık dönemde elde edilen tasarruf günümüz enerji fiyatlarıyla 24 Milyar TL mertebesindedir.

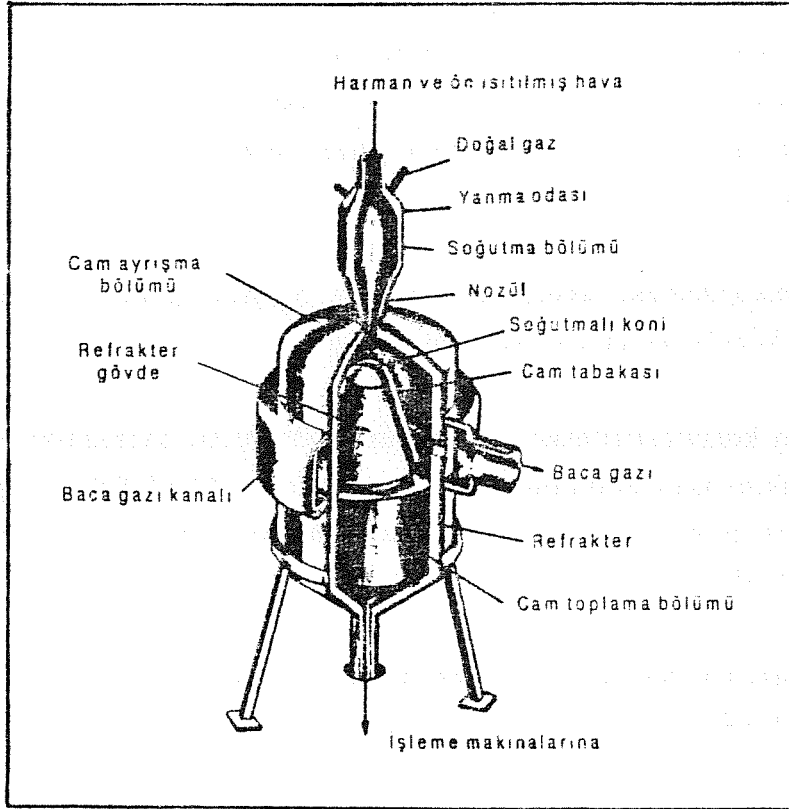
Enerji ve enerji tasarrufu konusundaki çalışmalara önümüzdeki yıllarda da yoğun bir şekilde devam edilecektir. Çünkü dünyadaki arayışlar devam etmekte ve enerji tüketimi açısından varılan noktalar tatmin edici olmakla beraber yeterli görülmemektedir. Bu bakımdan dünya teknolojisindeki son gelişmeler de yakından incelenmektedir. Bu gelişmeler arasında kendi koşullarımıza uygun projeler ele alınarak detaylı incelemeler yapılmaktadır.

Cam teknolojisindeki enerji tasarrufuna yönelik gelişmeler günümüzde aşağıdaki konularda ağırlık kazanmaktadır:

- . Erimenin kolaylaştırılması, tozumanın azaltılması, segregasyonun önlenmesi bakımından avantajlar getiren HARMAN PELETLEME ve gerek peletlenmiş gerekse peletlenmemiş harmanlarda enerji tasarrufu sağlayan ÖN ISITMA,
- . Yakma havasını daha yüksek sıcaklıklara ısıtmak amacıyla ÇOK GEÇİŞLİ REJENERATÖRLER,
- . Rejeneratör yatırımını önemli ölçüde azaltabilecek küçük hacimli, yüksek verimli REJENERATİF BEKLER,
- . Kojenerasyon çevrimleri ile ekonomik hale gelebilecek REKÜPERATÖRLÜ CAM FIRINLARI,

. Isıl verimi düşük, büyük hacimli cam fırınlarının yerini alabilecek ısı verimi yüksek, işletme kolaylığı olan cam eritme sistemlerinin arayışı içinde GELİŞTİRİLMİŞ CAM ERİTİCİLERİ, dünyada üzerinde önemle durulan konulardan biri olmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırmalar sonucunda Şekil 7'de prensip şeması görülen "Advanced Glass Melter" adı verilen prototip bir cam eritici geliştirilmiştir. Şemada görüldüğü gibi bu prototip eritici, harmanın eritildiği bir yanma haznesinden, eritilen camın afinyasyonunun ve homojenizasyonunun sağlandığı cam haznesinden oluşmaktadır.



Şekil : 7 Geliştirilmiş cam eritici

Pilot tesis aşamasına gelen bu tür cam eriticilerinin daha yüksek ısıl randımana, daha az çevre kirliliğine, daha az yatırıma imkan vermesi amaçlanmaktadır.

SONUÇ

1981 yılından itibaren yoğun bir şekilde Şirketlerimizle işbirliği içerisinde sürdürülen enerji tasarruf çalışmalarında önemli aşamalar kaydedilmiştir. Çağdaş teknoloji paralelinde sürdürülen bu çalışmalar sonucunda Şirketlerimizin enerji performansı giderek geliştirilmiş, böylelikle ürün başına tüketilen enerji, önemli miktarlarda düşmüştür. 1981 yılından günümüze kadar bu gelişmelerin sonucunda cam ve soda üretimlerinde 450 Bin ton fuel-oil eşdeğerinde enerji tasarruf edilmiştir. Günümüz enerji fiyatlarıyla bu tasarrufun değeri 50 Milyar TL'si olmaktadır.

Son yıllarda yurdumuzda tüketilen enerjinin yaklaşık % 50'si yerli % 50'si ithal yolu ile karşılanmaktadır. 2000'li yıllarda enerji açığının daha da büyüerek günümüzedekine oranla 3 kat daha fazla enerji ithal etmek zorunda kalacağımız tahmin edilmektedir. Bu nedenle Türkiye'nin dünya enerji fiyat politikalarından ve bunun ekonomik sonuçlarından etkilenmesi kaçınılmazdır. Bu durumda enerji tasarruf çalışmaları ve bu konuya yönelik yeni gelişmelerin topluluğumuza uygulanması önümüzdeki yıllarda daha da önem kazanacak ve birim üretimde kullanılacak enerji miktarı daha da azaltılacaktır.

BOROSİLİKAT CAM FIRININDA REJENERATÖR TIKANMASINDA UYGULANAN DEĞİŞİK SÜRELİ ENVERSİYON TEKNİĞİ

M. Şeref KIRAN*^{*}-Zekâi KUTLU

Teknik Cam Sanayii A.Ş.

M. Bülent ARMAN

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

ÖZET

Teknik Cam Sanayii A.Ş.'de boosting uygulanan yandan ateşlemeli 40 T/G kapasiteli, 4 portlu 1 no'lu fırında 1. rejeneratörlerde çeşitli zamanlarda tıkanmalar olmuştur. Tıkanmalara neden olan birikintiler yapılan değişik süreli enversiyon uygulamaları ile giderilerek altına alınmıştır. Örnekler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda birikintilerin 850°C'da eriyen büyük oranda sodyum alümina borat içeren camsı bir karakterde olduğu anlaşılmıştır. Matematiksel modelleme ile rejeneratör kesitindeki sıcaklık dağılımı incelenmiş, tıkanmaları önlemek amacıyla harman rutubeti % 1'den % 1.3'e yükseltilmiş ve 1. port optik sıcaklıkları 1565°C'dan 1540°C'ye düşürülmüştür. Gerekli durumlarda, normal enversiyon süresi 20 dakika olan fırından 24 saat süre ile 30 dakika ve 10 dakikalık farklı enversiyon süreleri uygulanarak rejeneratör örgülerindeki birikintilerin rejeneratör tabanına alınması amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

Teknik Cam Sanayii A.Ş. 1 no'lu fırını, sert borosilikat camdan üfleme ve pres tekniğiyle aydınlatma, laboratuvar ve züccaciye amaçlı cam üreten bir fırındır. Fırın, kuruluşundan bu yana çeşitli değişiklikler geçirmiş olup, her kampanyasında diğer cam fırınlarında olduğu gibi rejeneratör problemleriyle karşılaşmıştır. Son iki kampanyası (Tablo 1) karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, fırın ve rejeneratör yapısı da göz önüne alınarak problemler özetlenebilir.

Önceki kampanyada rejeneratör örgü malzemesi olarak magnezit, magnezit krom ve yüksek alüminalı refrakterler kullanılmaktaydı.

TABLO : 1

	Önceki Kampanya	Son Kampanya
Harman hammaddeleri	Fındıklidere kumu, boraks dekahidrat, asit borik sodyum nitrat, alüminyum oksit, sodyum klorür	İthal kum, boraks pentahidrat, asit borik, sodyum nitrat, alüminyum oksit, sodyum klorür
Harman kompozisyonu	Her iki kampanyada aynı.	Her iki kampanyada aynı.
Çamin fiziksel özellikleri	Her iki kampanyada aynı.	Her iki kampanyada aynı.
Fırın bilgileri	3 portlu, regeneratorlü, yandan ateşlemeli, eritme havuzu alanı 25 m ² , ortalama çekiş 14.5 T/G, 450 kVA elektrik boosting, fuel-oil tüketimi 370 lt/h, h. verici adedi 4, su soğutmalı, vidalı tip. Sıcaklıklar °C, 1. port/1545-50, 2. port/1585-90, 3. port/1570-75	4 portlu, rejeneratörülü, yandan ateşlemeli, eritme havuzu alanı 42 m ² , ortalama çekiş 35 T/G 1300 kVA elektrik boosting, fuel-oil tüketimi 480 lt/h, h. verici adedi 4, su soğutmasız, vidalı tip. Sıcaklıklar °C, 1. port/1540-45, 2. port/1570-75 3. port/1595-1600, 4. port/1590-95
Rejeneratör refrakterleri		
Rejeneratör kemer	Silika	Silika
Rejeneratör yan duvar	Şamot+Silika	Şamot+Silika
Rejeneratör rider-arch	Şamot	Bonded AZS (Zirmul 79C)
Rejeneratör örgüleri	Yüksek alüminalı refrakter+magnezitkrom+magnezit 12 sıra rezistal S-50 20 sıra P 152 Y 6 sıra KOO2 Y	Bonded AZS (Zirmul 79C) Kimyasal analiz: Al ₂ O ₃ % 70, ZrO ₂ % 19 SiO ₂ % 9 Hacim ağırlığı : 3.2 g/cm ³ Porozite : % 15

2. yıl sonunda 1. ve 2. rejeneratörlerde alt sıralardaki aşınmanın çökme ile sonuçlanmasıyla sıcak tamire gerek duyulmuş olup, oldukça zor şartlarda yapılan onarımlar sonucu fırında üretime devam edilebilmiştir. Bu onarımlar her oda için yaklaşık 12 gün devam etmekte, bu sırada fırın çekişi 10 T/G olarak düşürülmekte, yine de cam kalitesi üzerinde olumsuz etkilenmeler olmaktadır.

Son kampanyada daha önceki kampanyaların deneyleri de göz önüne alınarak rejeneratör dolgu malzemesi olarak Zirmul 79-C (bonded AZS) seçilmiştir. Rider- arch'lar da dahil olmak üzere yeniden tasarımlanan rejeneratör yapısı tümüyle değiştirilmiştir. Fakat yine de gerek çekişin artması, Boosting'in etkisiyle yükselen fırın sıcaklıkları ve buna bağlı buharlaşmalar, gerekse harman yükleme değişikliklerine bağlı olarak özellikle 1. rejeneratörlerde kampanyanın 6. ayından itibaren bazı tıkanıklıklar saptanmıştır. Malzemenin kalitesine de güvenerek değişik süreli enversiyon uygulamasının yapılması bu şartlarda kararlaştırılmıştır.

2. İNCELEME VE ANALİZLERİ.

. Her iki kampanyada birikintilerde yapılan analizler Tablo 2'de açıklanmaktadır. Son kampanyada birikintilerdeki Al_2O_3 'ün % 20-37'ye çıktığı ve analizlerin % 1-2 oranında ZrO_2 içerdiği anlaşılmaktadır.

Birikintilerin analizleri sonucu ortaya çıkan bilgilerin değerlendirilebilmesi için sağ ve sol 1. ve 2. rejeneratörlerde hedef duvarlarından içeriye yerleştirilen örnekleyiciler ile 24 saat süreyle "paddle test" uygulanmasına karar verilmiştir. Elde edilen örneklerin (Tablo 3) analizleri sonucunda;

- Paddle üzerinde biriken malzemenin % 95-99 kadarını suda çözünen komponent (çoğunlukla sodyum borat) oluşturmaktadır.

TABLO 2 : Birikinti analizleri mukayesesi

Önceki Kampanya	Son Kampanya																																						
<p>1. Koyu bal renkli-kahverengi camsı faz (suda çözünmeyen)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element Oksit</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂</td> <td>30-50</td> </tr> <tr> <td>Na₂O</td> <td>12-15</td> </tr> <tr> <td>B₂O₃</td> <td>20-30</td> </tr> <tr> <td>Al₂O₃</td> <td>10-17</td> </tr> <tr> <td>K₂O</td> <td>0.3 -0.5</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>0.05-1.0</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>0.3 -0.6</td> </tr> <tr> <td>FeO</td> <td>0.2 -0.4</td> </tr> <tr> <td>TiO₂</td> <td>0.3 -0.7</td> </tr> <tr> <td>Cr₂O₃</td> <td>0.05-0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ergime sıcaklığı: -1020°C</p>	Element Oksit	%	SiO ₂	30-50	Na ₂ O	12-15	B ₂ O ₃	20-30	Al ₂ O ₃	10-17	K ₂ O	0.3 -0.5	CaO	0.05-1.0	MgO	0.3 -0.6	FeO	0.2 -0.4	TiO ₂	0.3 -0.7	Cr ₂ O ₃	0.05-0.6	<p>1. Kahverengi camsı faz</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Element Oksit</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiO₂</td> <td>4-10</td> </tr> <tr> <td>Na₂O</td> <td>10-20</td> </tr> <tr> <td>B₂O₃</td> <td>35-37.5</td> </tr> <tr> <td>Al₂O₃</td> <td>20-37</td> </tr> <tr> <td>ZrO₂</td> <td>1- 2</td> </tr> <tr> <td>Cl</td> <td>1- 5</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>0- 2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ergime sıcaklığı: - 850°C</p>	Element Oksit	%	SiO ₂	4-10	Na ₂ O	10-20	B ₂ O ₃	35-37.5	Al ₂ O ₃	20-37	ZrO ₂	1- 2	Cl	1- 5	S	0- 2
Element Oksit	%																																						
SiO ₂	30-50																																						
Na ₂ O	12-15																																						
B ₂ O ₃	20-30																																						
Al ₂ O ₃	10-17																																						
K ₂ O	0.3 -0.5																																						
CaO	0.05-1.0																																						
MgO	0.3 -0.6																																						
FeO	0.2 -0.4																																						
TiO ₂	0.3 -0.7																																						
Cr ₂ O ₃	0.05-0.6																																						
Element Oksit	%																																						
SiO ₂	4-10																																						
Na ₂ O	10-20																																						
B ₂ O ₃	35-37.5																																						
Al ₂ O ₃	20-37																																						
ZrO ₂	1- 2																																						
Cl	1- 5																																						
S	0- 2																																						
<p>2. Beyaz-sarı renkli alkali sülfat fazı (suda çözünen)</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Na₂SO₄</td> <td>Büyük oranda</td> </tr> <tr> <td>MgSO₄</td> <td>< % 2</td> </tr> <tr> <td>CaSO₄ ve K₂SO₄</td> <td>Eser</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ergime sıcaklığı: - 900°C Ayrıca yüksek alüminalı refrakterlerde camsı faz oluşumu ve Mg, Cr borat oluşumu.</p>	Na ₂ SO ₄	Büyük oranda	MgSO ₄	< % 2	CaSO ₄ ve K ₂ SO ₄	Eser	<p>2. Beyaz renkli Si, Al, Na ve Cl içeren kristal faz</p> <p>Ergime sıcaklığı: - 900°C</p>																																
Na ₂ SO ₄	Büyük oranda																																						
MgSO ₄	< % 2																																						
CaSO ₄ ve K ₂ SO ₄	Eser																																						

- Tozuma miktarı her iki tarafta 1. rejeneratörlerden 2. rejeneratörlere geçişte ani düşüş göstermektedir.
- Al₂O₃ miktarı çok düşük seviyededir. Böylece birikinti analizlerindeki % 37'ye varan Al₂O₃'ün büyük oranda refrakter yapıdaki alüminadan kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Örneklerdeki Na₂O/B₂O₃ oranının harman kompozisyonundakinin tersi olması, birikmenin harmandan buharlaşma şeklinde olduğunu göstermektedir.

TABLO 3 : 1. ve 2. rejeneratörlerde paddle test ile yapılan tozuma analizleri

	Sağ 1	Sağ 2	Sol 1	Sol 2
Toplam Numune (g)	45	29	40	27
Suda çözünen miktar (%)	99.86	95.87	97.29	99.36
Suda çözünen kısımda % Na ₂ O	43.58	39.26	42.30	39.93
Suda çözünen kısımda % B ₂ O ₃	22.71	23.46	22.12	21.62
Toplam numunede % Al ₂ O ₃	0.10	1.36	0.16	0.25

Fırın dizayn ve işletme verilerine dayanarak bilgisayar programlanması ile örgü yüksekliği boyunca sıcaklık dağılımı hesaplanmıştır. Matematiksel modelleme ile yapılan bu uygulamada emiş pirometresi ile ölçülmüş bulunan 1368^oC gaz giriş ve 150^oC hava giriş sıcaklıkları kullanılmıştır (Tablo 4 ve 5).

TABLO 4 : Teknik Cam San. A. Ş. 1. port rejeneratör hesapları

BOYUTLAR (M) :

DOLGU	EN = 1.865	BOY = 1.365	YÜKSEKLİK = 4.560
TUĞLA	EN = 0.076	BOY = 0.345	YÜKSEKLİK = 0.114
KANAL AÇIKLIĞI	.15 x .17 m ² OLAN SEPET ÖRGÜ		
TUĞLA	EN = 0.076	BOY = 0.345	YÜKSEKLİK = 0.114

ALANLAR (M²) :

ISI TRANSFER	= 164.4648	GAZ GEÇİŞ	= 1.59671
--------------	------------	-----------	-----------

ENVERSİYON SÜRELERİ (S) :

SICAK PERİYOT	= 1200	SOĞUK PERİYOT	= 1200
---------------	--------	---------------	--------

GİRİŞ SICAKLIKLARI (°K) :

GAZ	= 1641	HAVA	= 353
-----	--------	------	-------

MİKTARLAR (KG/S) :

YAKIT (fueloil)	= .033	CAM ÇEKİŞİ	= .4264
-------------------	--------	------------	---------

ORANLAR :

CAM KIRIĞI	= .485	HARMAN RUTUBETİ	= .013
DUVAR KAYBI (W/m ²)	= 1000	FAZLALIK ORANI	= 7.022414E-02
HAVA DEBİSİ kg/s	= .4772745		
GAZ DEBİSİ kg/s	= .5374599		
GAZ KOMPOZİSYONU	=		
CO ₂ = 0.1609	H ₂ O = 0.1009	O ₂ = 0.0135	N ₂ = 0.7225
			SO ₂ = 0.0023

TABLO 5 : Enversiyon sonunda sıcaklık dağılımı°C.

Sıra	Gaz (°C)	Tuğla (°C)
0	1368.0	1320.9
2	1336.4	1299.9
4	1302.4	1266.3
6	1267.1	1229.1
8	1231.0	1190.8
10	1194.3	1152.0
12	1157.8	1112.7
14	1120.0	1073.1
16	1082.4	1032.9
18	1044.6	992.1
20	1006.6	950.8
22	968.3	908.8
24	929.8	866.1
26	891.1	822.7
28	852.2	778.6
30	813.3	733.8
32	774.3	688.4
34	735.5	642.5
36	697.0	596.2
38	658.8	549.4
40	621.9	505.7

Sıcak periyod için enversiyon sonu sıcaklık dağılımı incelendiğinde riderarch'ların üzerinde yaklaşık 14. örgü sırasında(ortalama 1600 mm rider-arch'ların üstünde) erime için gerekli 850°C sıcaklık bulunmaktadır.

3. FARKLI ENVERSİYON SÜRESİ UYGULAMASI

Bu uygulama pratikte harman uçuşmasının en fazla olduğu 1. rejeneratörlere uygulanır. Uygulamanın hangi aşamada yapılacağı önemlidir ve burada dikkat edilecek en önemli husus tıkanmanın maksimum % 40-50 oranına geldiğinde tatbik edilmesidir. Aksi takdirde, ısı sirkülasyonu azalacağından uygulamanın başarı oranı düşebilir.

Uygulamadan Önceki Hazırlıklar

- . Bütün rejeneratör rider-arch altları ve baca kanallarının çok iyi temizlenmesi.
- . Rejeneratör alt ve üst elementleri ile baca termokupl'larının kontrolü ve ihtiyaç duyuluyorsa enversiyon kapakları civarına bir termokupl yerleştirilmesi.
- . Fırın çekişinin optimum çekişin altında bir değerde tutulması.

Uygulamada Dikkat Edilecek Hususlar

- . Rejeneratör üst element değerinin 1350°C'yi geçmemesi.
- . Uygulama süresinin tıkanmış olan örgülerin tamamen açılıncaya kadar devam ettirilmesi.
- . Enversiyon klepeleri sıcaklığının 700°C'yi geçmemesi.

Uygulama

Burada kampanyanın başlangıcından yaklaşık 6 ay sonra % 20-30 oranında tıkalı olduğu saptanan fırın sağ ve sol rejeneratörlerinin açılması amaçlanmıştır. Normal enversiyon süresi 20 dakika olan fırında, açılması istenen tarafın karşısı 30 dakika, açılmak istenen taraf ise 10 dakika enversiyon sürelerine ayarlanır. Zaman içinde uzun süreli enversiyonun etkisinde kalan tıkanmış rejeneratörün bulunduğu taraftaki bütün rejeneratörlerin ısısı yükselecektir. burada esas, özellikle tıkanmış olan rejeneratör sıcaklığını yükseltmek olduğundan, rejeneratör damper kapaklarının ayarı ile ısıyı en büyük kısmı, buraya kanalize edilmeye çalışılır. Bu da açılması istenen rejeneratörün damperi tam açık konuma getirilip, diğer damper kapakları zaman içinde yanmaları etkilenmeyecek şekilde kapatılarak mümkün olur. Operasyon sırasında, fırın rejiminin bozulmaması ve üst yapı sıcaklığının istenilen değerlerde tutulması, sağ ve sol enversiyonlarda meydana gelen fırın basıncı farkının minimuma indirilmesi için titiz bir çalışma yapmak gerekir. Uygulama süresinin normal olarak 24 saat olmasına karşın, tıkanmanın durumuna, fırın çekişine ve tıkanmanın olduğu porttaki çalışma sıcaklığına yakından bağlıdır. Tablo 6, 7 ve 8'de uygulamanın fiili durumu ve operasyonlar gösterilmektedir.

TABLO : 6

Zaman (saat)	Sağ Rejeneratör Sıcaklıkları °C												Baca (°C)	
	Üst				Alt									
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Başlangıç	1116	1222	1255	1210	480	565	430	475	350					
	1114	1210	1235	1198	320	370	260	360	340					
4	1145	1259	1287	1253	530	630	490	530	370					
	1141	1245	1262	1235	430	490	360	455	330					
8	1171	1306	1306	1278	560	680	515	575	390					
	1166	1287	1285	1260	430	510	380	470	325					
12	1196	1305	1299	1293	585	660	510	680	370					
	1182	1291	1280	1272	475	575	430	530	310					
16	1252	1258	1299	1305	650	580	540	660	390					
	1241	1246	1284	1297	505	510	440	580	310					
20	1284	1237	1305	1307	720	550	550	680	430					
	1270	1220	1287	1286	600	470	450	570	300					
24	1308	1220	1304	1290	750	530	570	670	410					
	1296	1196	1287	1275	620	460	460	570	300					

AÇIKLAMALAR

- Sağdan 1 no'lu rejeneratör 1. bölümü 3/4 oranında tıkanmış durumda.
5. saatte sağ 2 ve 3 no'lu rejeneratör damper kapakları 5/100 oranında kapatıldı.
12. saatte sızıntılar başladı ve artış gösterdi.
12. saatte sağ 2. rejeneratör damper kapağı 10/100, 4 no'lu kapak 5/100 oranında kapatıldı.
- Tıkanmış olan sağ 1 no'lu rejeneratörün dış taraftaki açılma-yan delikleri son 4 saatte açıldı.
- Uygulama sonunda sağ 1. rejeneratör rider-arch altında biriken miktar 1000 kg'dir.

Harman rutubeti % : 0.80, cam kırığı % 47.5
 Fırın çekişi (T/G) : 32.6 yakıt lt/h, 467, Boosting güç 1140 kw
 Optikler °C : 1544-1574-1598-1590
 Kemer °C (1,3,4) : 1471-1567-1565
 Taban °C : 1457, - , 1535, 1538, 1458
 İmalat % iyi cam LH-16-89, NP-10-90

TABLO : 7

Zaman (saat)	Sol Rejeneratör Sıcaklıkları °C												Başa (°C)	
	Üst						Alt							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Başlangıç	1000	1212	1246	1201	500	450	520	430	360					
	850	1205	1230	1176	470	430	410	230	350					
4	1242	1237	1263	1222	660	550	520	600	390					
	1229	1229	1228	1213	510	485	450	480	360					
8	1265	1240	1245	1238	700	570	510	650	420					
	1250	1232	1228	1227	550	510	470	520	380					
12	1282	1245	1267	1258	718	570	600	720	450					
	1260	1228	1244	1248	590	530	545	570	420					
16	1295	1254	1286	1283	735	590	610	750	460					
	1276	1239	1274	1270	625	550	565	620	425					
20	1281	1257	1277	1286	650	570	570	730	400					
	1264	1238	1265	1280	530	510	530	580	360					

Fırın Harman ve İmalat Şartları

Harman rutubeti % : 1.20, C. kırığı % 50
 Fırın çekişi (T/G) : 35, yakıt (lt/h)-474, boost. güç-1200 kW
 Optikler °C : 1538-1569-1597-1590
 Kemer °C (1,3,4) : 1474-1567-1567
 Taban °C : 1430, - , 1528-1542-1462
 İmalat % iyi cam : LH-16-86, NP-10-85

AÇIKLAMALAR

1. Soldan 1 no'lu rejeneratör 1. bölümü 1/3 oranında tıkanmış durumda.
2. Soldan 1 no'lu rejeneratör üst elemanı arızalandığından değiştirildi.
3. 6. saatte 1. rejeneratör 1. bölümünden ilk sızıntılar başladı.
4. 6. saatte sol 2 ve 3. rejeneratör damper kapakları 5/100 oranında kapatıldı.
5. 6. saatte sol 1. rejeneratör damper kapağı 5/100 oranında açılarak, tamamen açık konuma getirildi.
6. 8. saatte sızmaların arttığı gözlemlendi.
7. 19. saatte uygulamaya son verildi.
8. Uygulama sonunda sol 1. rejeneratör rider-arçb altında biriken miktar 600 kg'dır.

TABLO : B

Zaman (saat)	Sağ Rejeneratör Sıcaklıkları °C												Baça (°C)
	Ait												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Başlangıç	1143	1126	1247	1230	1218	1218	1218	1230	520	470	530	540	400
	1106	1116	1229	1218	1218	1218	1218	1230	180	310	420	380	380
4	1182	1180	1285	1264	1248	1248	1248	1264	580	520	590	600	430
	1151	1160	1263	1263	1248	1248	1248	1263	310	400	510	480	370
8	1199	1223	1308	1289	1289	1289	1289	1308	595	560	635	670	430
	1185	1201	1286	1286	1275	1275	1275	1286	330	430	550	510	350
12	1229	1226	1324	1310	1310	1310	1310	1324	670	530	680	690	445
	1210	1206	1304	1296	1296	1296	1296	1304	375	450	580	550	340
16	1257	1211	1335	1287	1287	1287	1287	1335	680	490	700	670	440
	1234	1191	1305	1274	1274	1274	1274	1305	380	430	620	560	350
20	1265	1205	1336	1282	1282	1282	1282	1336	710	490	710	660	450
	1250	1180	1310	1270	1270	1270	1270	1310	410	420	630	550	340

Fırın Harman ve İmalat Şartları

Harman rutubeti % : 1,2, cam kırığı % 51
Fırın çekişi (T/G) : 36,1, yakıt lt/h-480, boosting güç 1200 kW
Optikler °C : 1548-1579-1600-1595
Kemerler °C (1,3,4) : 1596-1484-1578
Taban °C (5 no) : 1473
İmalat % iyi cam : LH-16-77, NP-10-72

AÇIKLAMALAR

1. Sağdan 1 no'lu rejeneratör 1. bölümü 2/3 oranında tıkanmış durumda.
2. 2. saatte sağ 3 ve 4 no'lu rejeneratör damper kapaklarından 5/100 oranında kapatıldı.
3. 2. saatte 1. rejeneratör 2. bölümünden ilk sızıntılar.
4. 5. saatte sağ 1. rejeneratör damper kapağı 5/100 oranında açıldı ve tam açık konuma getirildi.
5. 6. saatte sağ 2. rejeneratör damper kapağı 10/100 kapatıldı.
6. 8. saatte sağ 2. rejeneratör damper kapağı 5/100, sağ 3, 3/100, sağ 4 ise 5/100 oranında kapatıldı.
7. 9. saatte sağ 2. rejeneratör damper kapağı 5/100 kapatıldı.
8. Tıkanmış olan sağ 1. rejeneratörün dış taraftaki açılmayan son 3-4 deliği, son 4 saatte soğuk bir şekilde aktı.
9. Uygulama sonunda sağ 1. rejeneratör rider-arch altında biriken miktar 800 kg'dır.

4. SONUÇ

Yapılan laboratuvar incelemeleri ve matematiksel modelleme ile rejeneratör kesitindeki sıcaklık dağılımının tayini rejeneratörlerdeki birikintilerin yapısı ve yeri hakkında bir fikir vermiştir. Bu bilgilerin ışığında harman nemi % 1'den % 1.30'a çıkarılmış, 1. port optik sıcaklıkları 1565°C 'den 1540°C 'ye düşürülmüş ve rejeneratör damper açıklıklarıyla, özellikle 1. rejeneratörlerdeki birikmeyi azaltıcı yönde sıcak çalışmaları gibi çeşitli önlemlerle fırın kampanyası optimize edilmeye çalışılmıştır. Alınan sonuçlara göre fırın rejeneratörleri fonksiyonel olarak çalışır durumda kampanya sürmektedir.

BÜYÜK FIRINLARDA İÇ BASINÇ KONTROLÜ İÇİN EN UYGUN YER SEÇİMİ

Mehmet Ali TIRYAKI - Haşim EKİCİ*

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam Sanayiinde amaç, satılabilir camın en az maliyetle üretilmesidir. Bu hedefe ulaşabilmek için, özellikle çekişin yüksek olduğu fırınlarda, fırın kontrolünün gereği ve önemi artmaktadır. Kontrol edilmesi gereken en önemli fırın değişkenlerinden biri de fırın iç basıncıdır.

Bu bildiride Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de iç basınç ölçüm noktasının seçiminde karşılaşılan problemler ile enversiyon sırasında oluşan basınç ve vakum piklerinin azaltılması çalışmaları sunulmaktadır.

1. GİRİŞ

Diğer iş kollarında olduğu gibi cam sanayiinde de hedeflenen, satılabilir camın en az maliyetle üretilmesidir. Bu hedefe ulaşabilmek için özellikle çekişin yüksek olduğu fırınlarda, fırın kontrolünün önemi ve gereği artmaktadır. Fırın kontrolü denilince sıcaklık, basınç, seviye ve yanma gibi değişkenlerin kontrolü akla gelmektedir. Ancak bunların çok sıkı kontrolü ile uygun izabe ve afinyasyon koşulları sağlanarak kaliteli cam üretilebilir, yakıt tasarrufu sağlanabilir ve fırın ömrü uzatılabilir.

2. İÇ BASINÇ KONTROLÜNÜN ÖNEMİ

Fırın işletmeciliğinde kontrol edilmesi gereken en önemli değişkenlerden biri de fırın iç basıncıdır. Fırındaki basınç dağılımının, yanma koşulları ve fırın ömrü üzerinde önemli etkisi vardır.

Fırını yüksek basınç altında işletmek yakıt tasarrufu sağlar. Fakat özellikle üst yapı refrakterlerindeki korozyon artar, bu da direkt olarak fırın ömrüne etki eder.

Fırının negatif basınçta tutulması, başka birdeyişle baca çekişinin fazla olması; refrakter yapıdan, portlardan ve diğer açıklıklardan soğuk havanın fırın içine girmesine neden olur. Bu gibi kaçak hava alev sıcaklığını düşürerek faydalı ısıyı azaltır. Ayrıca fırına yanma işleminde yer almasına olanak tanımayan noktalardan girerek enerji kaybına neden olur.

Fırın basıncındaki oynamalar cam seviyesindeki oynamaları da beraberinde getirmektedir. TR'de cam seviyesinin enversiyon sırasındaki basınç oynamalarından etkilendiği gözlenmiştir. Daha sonra, enversiyon sırasındaki basınç ve vakum pikleri azaltılarak, seviyenin etkilenmesi önlenmiştir.

Fırın iç basınç kontrolü dinlendirme havuzundaki cam kalitesini de etkilemektedir. Fırın iç basıncının dinlendirme iç basıncından yüksek olması halinde, fırındaki sülfat buharları dinlendirmeye geçmekte ve zamanla soğuk yüzeylerde yoğunlaşarak cama dökülmektedir. Bu da camda sülfat habbelerine neden olmaktadır. TR'de ilk kampanya döneminde bu duruma rastlanmıştır. İkinci kampanya döneminde dinlendirme basıncı, fırın iç basıncından yüksek tutulmaya çalışılmaktadır.

3. TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş.'DE BASINÇ ÖLÇÜM NOKTALARININ TESPİTİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Peki, fırın için bu kadar önemli olan basınç nereden ölçülmelidir?

TR'de, 2. kampanya başında iç basınç alevsiz bölgeden ve 6. port eksenine 4280 mm'den ölçülmeye başlandı. Fırının sağ ve solunda simetrik 2 ölçüm noktası kullanıldı. Kullanılan noktalar ile cam seviyesi arası 365 mm'dir. İki ölçüm noktası, 2 1/2" prop ve borular

ile birleştirilip, kemerin ekseninden yine 2 1/2" tek bir boru ile iç basınç transmitterine taşındı. Basınç hattına paralel aynı çap ve uzunlukta boru ile referans hattı da iç basınç transmitterine gitmektedir (Şekil 1).

Bir ölçüm noktası yerine, iki ölçüm noktası kullanılarak; fırının iki noktasındaki basıncın ortalamasının alınması amaçlanmıştır.

Bir süre sonra bu şekilde çalışmayla iç basınç kontrolünde problemle karşılaşıldı.

Problem : Fırın iç basıncı fiili olarak değiştiği halde bazen kontrol sisteminin değişmeyi duymaması. Bunun sonucu fırının vakuma geçmesi veya normalden fazla basınca maruz kalması.

Gözlemler : 1. Problem olduğu zaman baca açıklığı normal çalışma açıklığından yaklaşık +6 cm sapmaktadır. Bu da yaklaşık +1 mmSS basınç değişmesine neden olmaktadır.

2. Basınç değişimli fırının besleme ağzından ve boyun-
dan alev kontrolü ile görülmektedir.
3. Basınç değişimi, ölçüm noktasının 2800 mm yakınına
(3. nokta) konulan eğik manometreden
gözlenmektedir.
4. Basınç değişimi yazıcıdan ve transmitter yanındaki
eğik manometreden gözlenememektedir. Bu da
fırından transmittere basınç değişimlerinin
gelmediğini göstermektedir.

Fırındaki basınç değişimleri transmittere neden ulaşmıyor?

Yine bir olaydan sonra yapılan çalışmada proptan 2 1/2" boru hattının 2-3 m'lik kısmının sülfat birikintileri ile oldukça daraldığı

görülmüştür. Borularda tıkanmaya neden olan bir akış vardı ve bu akış nasıl oluşuyordu? Bunu açıklığa kavuşturmak için bir dizi ölçüm yapılmıştır.

İlk ölçümler normal çalışma anında doğrudan proptan eğik manometre ile yapılmıştır. Çeşitli zamanlarda alınan ölçümler Tablo 1'de görülmektedir. Tablo 1'de her iki taraf yanarken de sağ ölçüm noktasındaki basıncın daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

TABLO 1 : 4. nokta eğik manometre ölçümleri (mmSS) (Normal çalışmada)

Yanan Taraf	Ölçüm Yeri	
	Sol	Sağ
Sol	0.3-0.5	0.7-1.0
	0.1-0.3	0.9-1.2
	0.4-0.6	1.1-1.3
	0.1-0.3	0.6-0.7
	0.1-0.5	0.8-1.1
Sağ	0.1-0.3	0.8-1.2
	0.3-0.5	0.9-1.2
	0.1-0.3	0.9-1.1
	0.1-0.2	0.5-0.6
	0.1-0.4	0.8-1.2

İkinci ölçümler yine direkt proptan boru hattı devreden çıkarılarak yapılmıştır. Çeşitli zamanlarda alınan ölçümler Tablo 2'dedir.

TABLO 2 : 4. nokta eğik manometre ölçümleri (mmSS)

Yanan Taraf	Ölçüm Yeri	
	Sol	Sağ
Sol	0.80	0.70
	0.75	0.65
	1.00	0.80
Sağ	0.60	0.90
	0.60	0.75
	0.70	0.80

Tablo 2'de yanan tarafa bağlı olarak iki ölçüm noktası arasında basınç farkı olduğu görülmektedir.

Ölçümler sonucunda, iki ölçüm noktası arasındaki basınç farkının yarattığı akışın iç basınç kontrolünde problemlere yol açtığı görülmüştür.

Bu olaydan sonra daha uygun bir ölçüm noktası arayışlarına gidilmiştir. Bunun için fırının çeşitli yerlerinden ölçümler alınmıştır (Şekil 2)(Tablo 3).

TABLO 3: Eğik manometre ölçümleri (mmSS)

Ölçüm Noktası	Normal Çal. Basıncı	Enversiyon Basınç Piki	Enversiyon Vakum Piki	Yanan Taraf
1A	0.2-0.3	5.0	-6.0	
1B	0.7-0.8	5.0	-6.0	Sol-Sağ
1C	1.0-1.2	6.0	-5.5	
2	0.7-0.8	5.0	-6.0	Sol-Sağ
3	0.6-0.8	6.5	-7.0	Sol
3	0.5-0.7	6.5	-7.0	Sağ
4	0.7-0.9	6.5	-7.0	Sol
4	0.5-0.7	6.5	-7.0	Sağ
5	1.1-1.3	7.5	-8.0	Sol
5	0.8-1.0	7.5	-8.0	Sağ
6 kemer	3.6-4.0	8.5	-2.5	Sol-Sağ

Ölçümlerden şu sonuçlar çıkarılmıştır:

1. Cam seviyesinden kemere doğru gidildikçe basınç yaklaşık metrede 1 mmSS artmaktadır.
2. Boyundan 6. porta doğru gidildikçe basınçta pek fazla değişme olmamaktadır.

3. 6. porta yaklaştışıkça yanan tarafın basınca etkisi artmaktadır (Tablo 3).
4. 6. porta yaklaştışıkça enversiyon sırasındaki basınç oynamaları da artmaktadır.

4. ÖLÇÜM NOKTASI VE ÖLÇME SİSTEMİ İLE İLGİLİ ÖNERİLER

1. Ölçüm noktası fırındaki basınç değişmelerini kolaylıkla hissedebilen bir nokta olmalıdır.
2. Bir ölçüm noktası kullanılacaksa, bu noktadaki basıncın yanan tarafa bağlı olarak değişmemesi gerekir.
3. İki ölçüm noktası kullanılacaksa, iki ayrı transmitter kullanılarak elektronik ortalama alınmalıdır.
4. Enversiyon sırasında oluşan büyük basınçlı ve vakum pikleri mümkün olduğu kadar azaltılmalıdır.

5. İÇ BASINCIN KONTROLÜ

- a) Bir önceki bölümde belirtilen tespitlerin ışığında tek probla çalışma için TR'da Şekil 2'deki 2 ve 3 no'lu ölçüm noktalarının uygun olduğu görölmektedir. Şu anda 3 numaralı noktadan ölçüm yapılmaktadır.

Kullanılan transmitterin başlangıç ve son değer arası 5 mm su sütunudur. Bu aralığın 3/4'ü pozitif basınçlar içindir.

Baca damperi düzeltmelerinin, basınç ölçüm noktasında hissedilmesi, aradaki büyük hacim ve yol yüzünden belirli bir süre sonra gerçekleşmektedir. Bu yüzden kontrolörün oransal ve integral düzeltmeler yaptırması gerekmektedir. Yalnız oransal özelliğe sahip kontrolörle çalışmada daha geniş salınım genliği

gözlenmektedir.

Baca damperinin hareketleri elektrik motoru veya silindir kumandası ile sağlanabilir (Şekil 6).

- b) En büyük basınç dalgalanmaları enversiyon başlangıcında fırına verilen yakıtın kesilmesi ve daha sonra diğer taraftan verilmesi ile meydana gelmektedir. Çok hızlı gerçekleşen bu olay yüzünden önce büyük bir vakum ve daha sonra gazın gelişiyle basınç pikleri oluşmaktadır.

Yakıtın yavaş yavaş kesilip aynı şekilde tekrar verilmesi bu piklerin genliğini azaltır. Ancak kesme vanalarının uygun olması gerekir. Kelebek veya küresel vanaların yavaş açık kapatılması yararlı olmamıştır.

Şekil 3'de enversiyon sırasında TR'de baca damperinin otomatik kontrolde ya da hareketsiz bırakılması ile izlenen basınç değişimleri görülmektedir. Bu grafikler izlendiğinde bu esnada bacanın hareketsiz (manuel) bırakılması uygun gibi görünürse de, fırın daha uzun süre vakumda kalmaktadır.

Yapılan çalışmada, bacayı manuelde bırakmak yerine enversiyon zamanı ile uyumlu olarak önceden vakum ve basınç piklerini karşılayacak hareketler yaptırmayı denedik.

İlkin Şekil 4b'de görüldüğü gibi yakıt kesilmeden önce baca kumandasını kontrolör kumandasından ayırıp 7 sn kapamada tutup, 50 sn sabit bıraktık. Yanma başlamadan önce de açmaya başlayıp 9 sn açtıktan sonra tekrar kumandayı kontrolöre verdik. Özellikle hiç istenmeyen vakum piklerinin çok azaldığını gördük.

Daha sonra Şekil 5'de görülen uygulamaya geçtik. Burada yakıt kesilmeden önceki uygulamaya göre 2 sn daha erken baca

kapamaya geçirilmekte, fakat 6 sn kapanmaktadır. 8 sn kadar sabit kaldıktan sonra, 2 sn açılıp 40 sn hareketsiz beklemektedir. Yakıt kesilmeden 3 sn evvel açmaya başlayıp 6 sn süresince açtıktan sonra, yanma periyodunda hareketlerinin kontrolünün sağlanması için otomatik kontrolöre dönmektedir.

Bu deneme sonuçları yeterli bulunmuştur. Fırın çok az süre ve miktarda vakumda kalmakta ve görülen basınç piklerinin de daha azaltılması için yakıtın kesiliş ve tekrar geliş hızı ile baca damperinin düzeltmelerde yaptığı hızın yakınlaştırılması gerekir.

Şekil 4b ve 5b'de görülen baca açma ve kapama süreleri belirlenirken önceden baca damperinin 1 sn de yaklaşık 1-1.5 cm açtığı veya kapadığı ve bunun da fırında gene yaklaşık +0.1 mmSS basınç değişimine neden olduğu tespit edilmiştir.

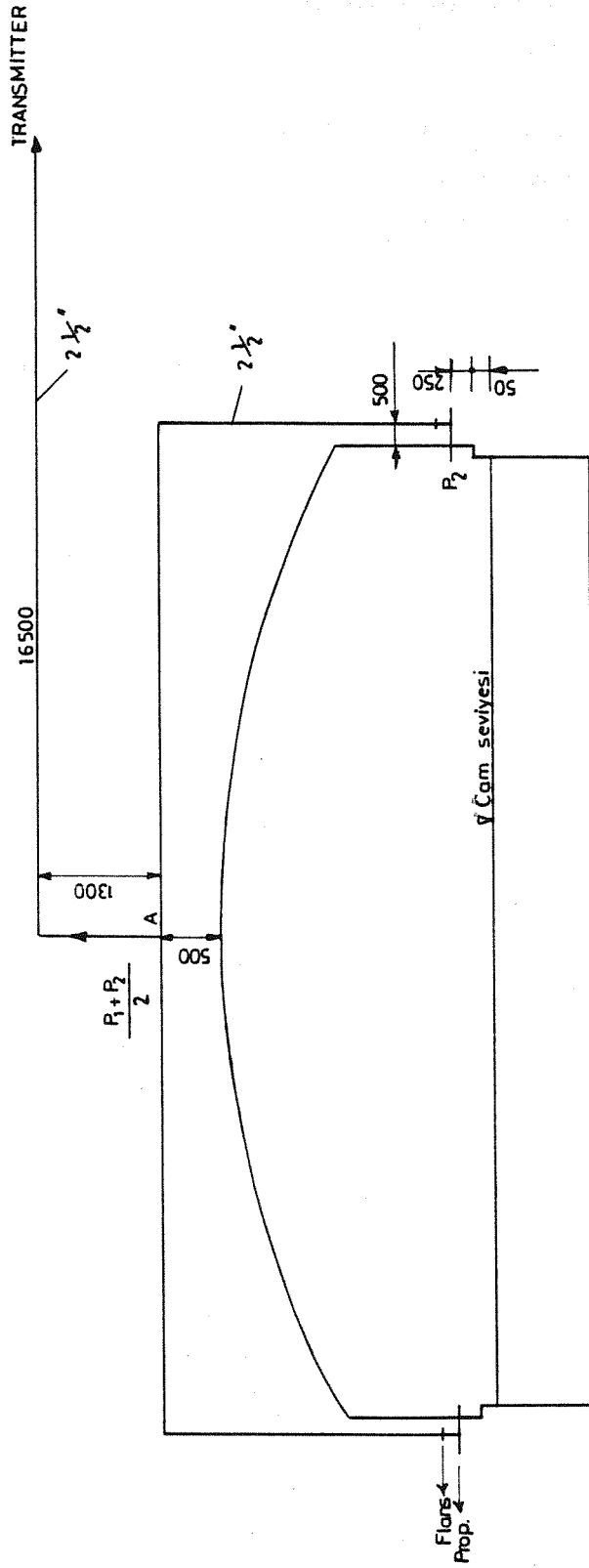
- c) Baca damperinin otomatik kontrolden ayrıldığı andaki pozisyonu önemlidir. Tesadüfen büyükçe bir bozucu sinyali düzeltmek amacıyla farklı bir yerde olması, Şekil 5'de görülen eğrinin komple aşağı veya yukarıya doğru kaymasına neden olur. Ancak şu ana kadar bu yüzden bir olumsuzluk izlenmemiştir. Baca damperinin enversiyon sırasında hep aynı zamanda aynı pozisyonları alması istenirse, enversiyondan kısa bir süre önce bir pozisyon transmitteri ve pozisyoner yardımıyla bu istek gerçekleştirilebilir. Yani enversiyona, baca damperi hep aynı açıklıkta iken girilebilir.

6. SONUÇLAR

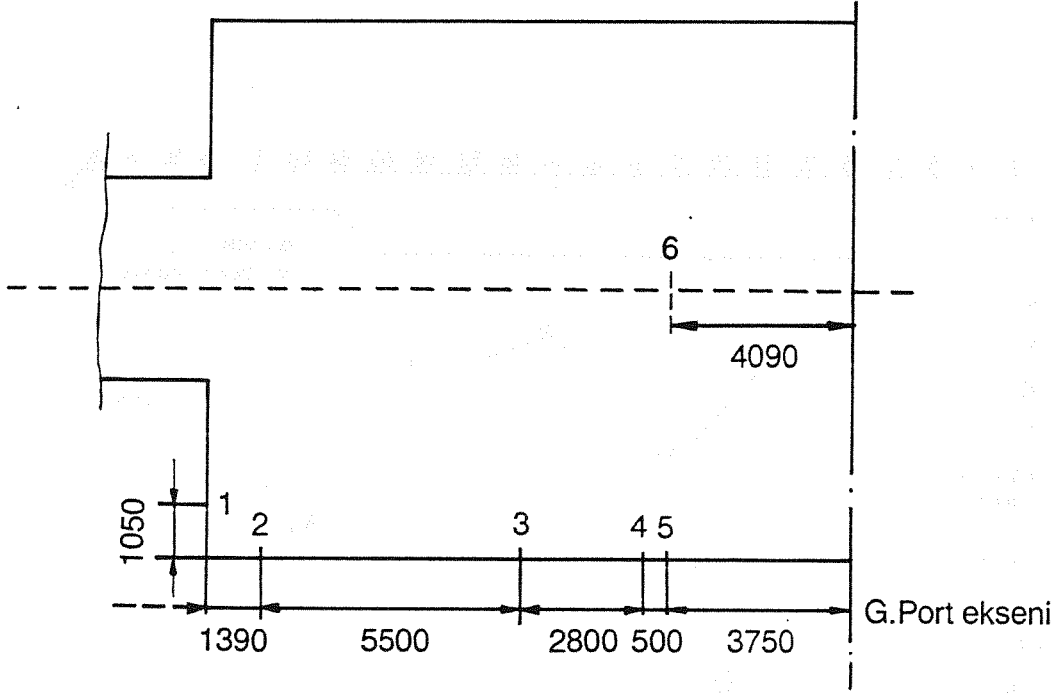
- a) İç basıncın ölçüleceği noktanın fırın genelinde basınç değişmelerini en iyi yansıtan yer olması gerekir. Bu nokta bilinen bir takım bozucuların yakınında olmamalıdır.
- b) Tek probla ölçüm yapılması halinde yanma yönünün değişmesiyle ölçüm noktasında basınç değişimi minimum olmalıdır.

- c) Ölçümde birden fazla nokta kullanılması istenirse, her bir nokta için ayrı transmitter kullanılıp, bunların ortalaması alınmalıdır.
- d) Fırında en büyük basınç değişiklikleri enversiyon esnasında oluşmaktadır. Oluş zamanı bilinen bu sapmalar; baca damperi, yakma havası servomotoru pozisyonları değiştirilerek karşılanabilir.

Ayrıca yakıt kesilmesi ve geri verilmesi hızları yavaşlatılarak bu sapmaların genliği azaltılabilir, yakıt basınç kontrolörüne yardımcı olunabilir.

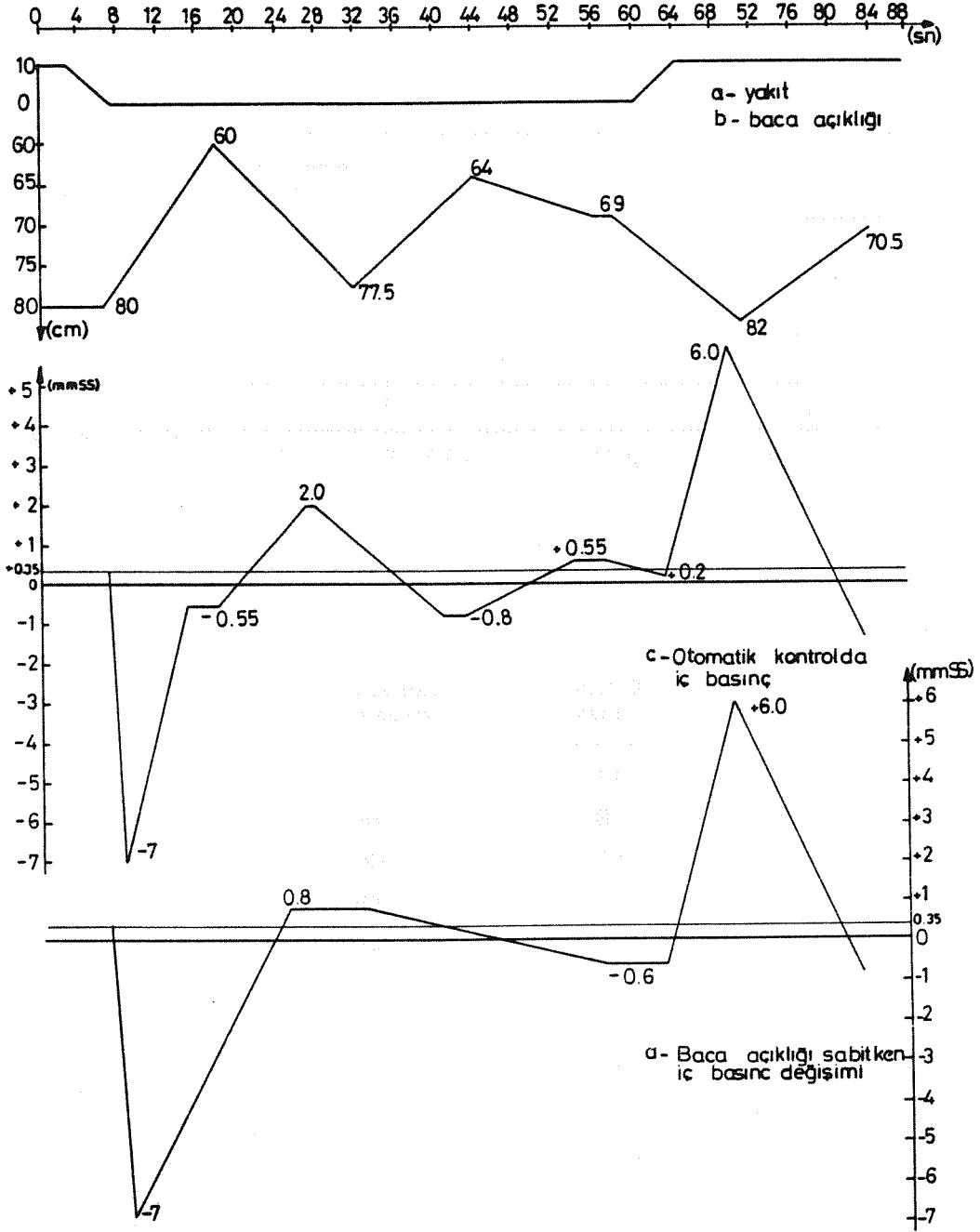


Şekil : 1 İç basınç ölçüm noktaları ve basınç hattı

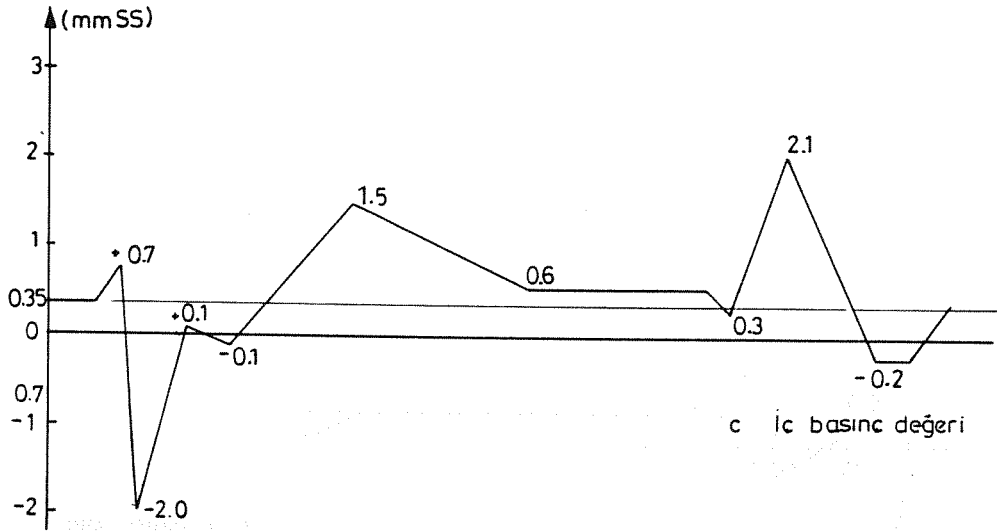
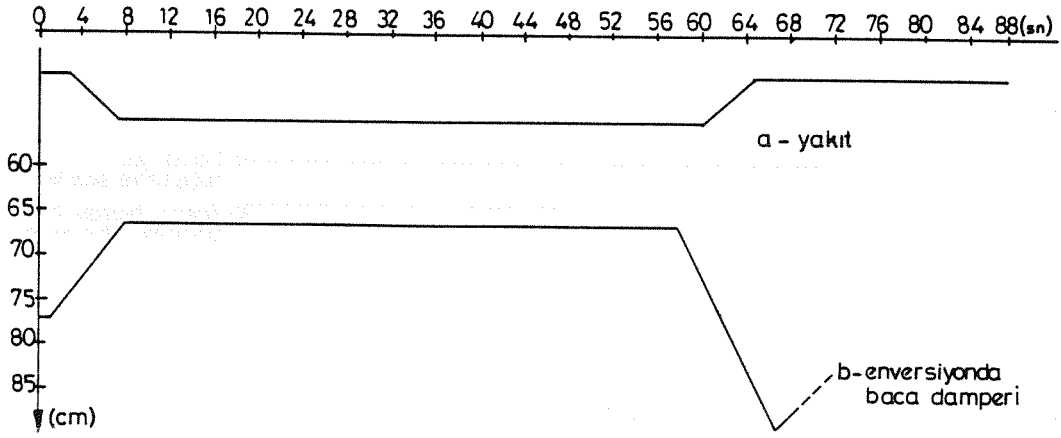


Ölçüm noktası	Cam seviyesine mesafe (mm)
1A	150
1B	460
1C	1200
2	430
3	430
4	365
5	430
6	3240

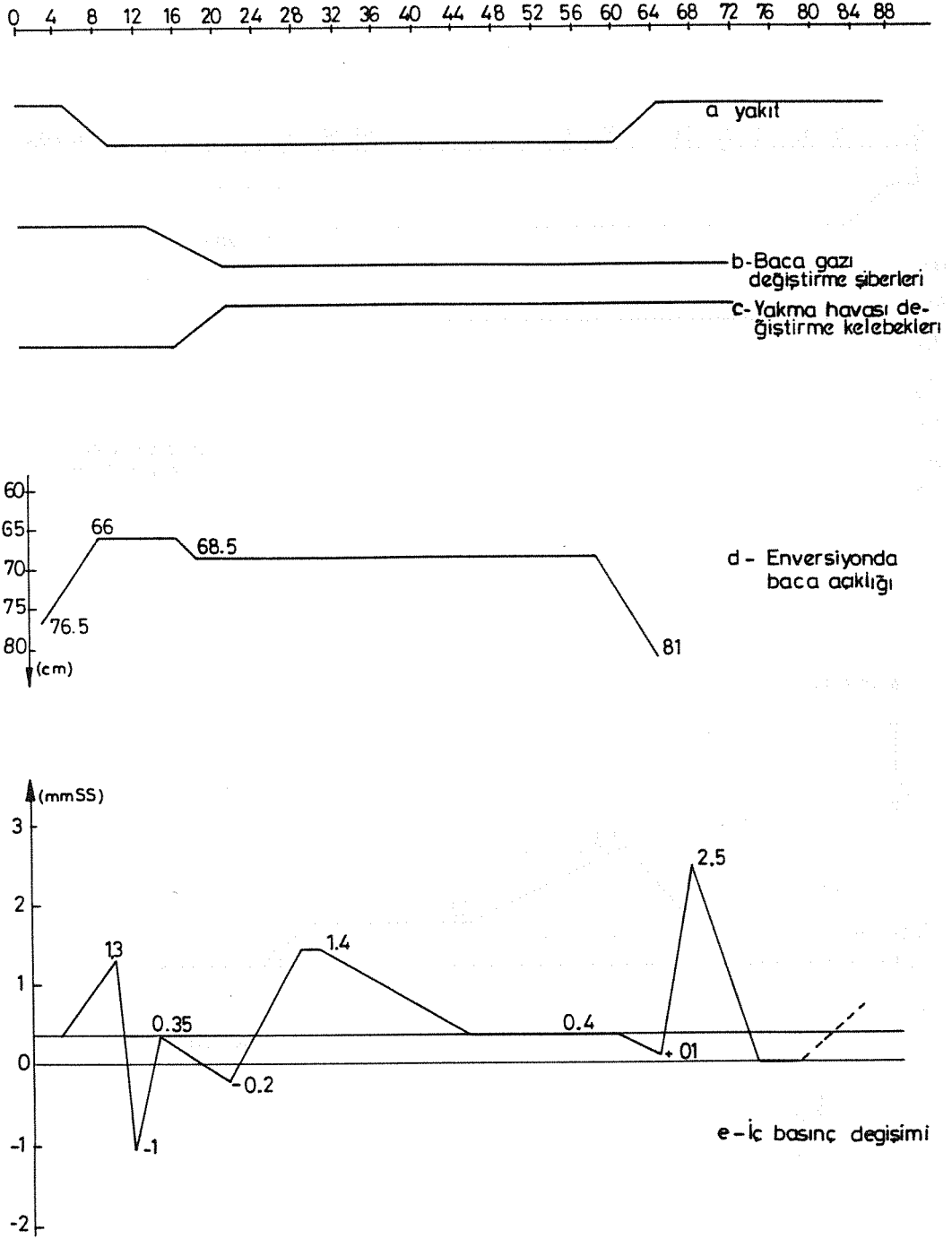
Şekil 2 : Basınç Ölçüm Noktalarının Cam Seviyesine Mesafeleri



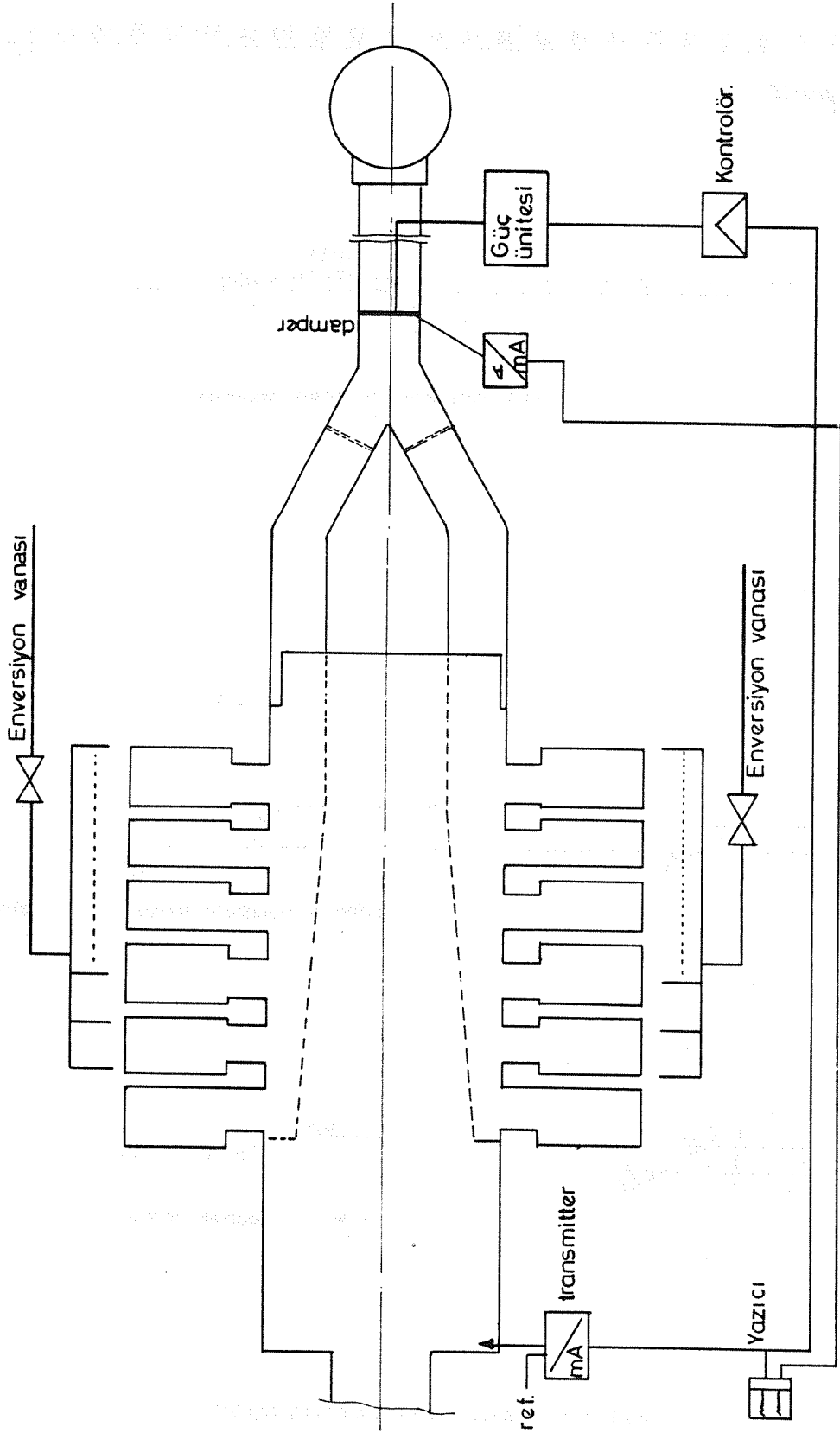
Şekil : 3 Enversiyon zamanı ile başlıya düzeltme öncesi durum



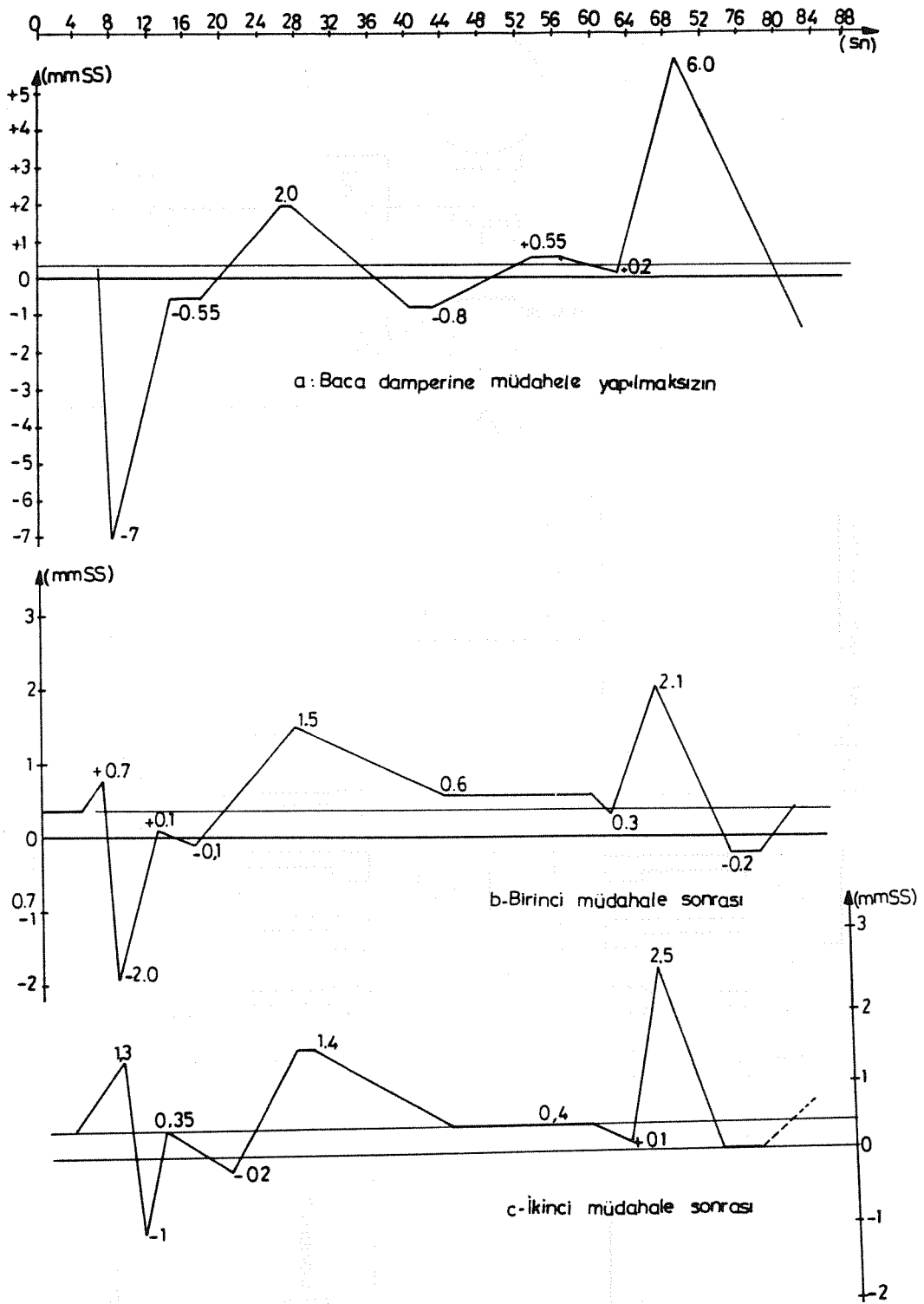
Şekil : 4 Baca damperine yapılan birinci müdahale



Şekil : 5 Baca damperine yapılan ikinci müdahale sonrası iç basınç durumu



Şekil : 6



Şekil : 7 Enversiyon sırasında iç basınç değişimleri

ZÜCCACİYE CAMLARINDA RENKSİZLİK SEVİYESİNİN KONTROLÜ

Taner ÇAVDAR*

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

Candan KARAN

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

ÖZET

Şişe Cam mamullerinin son yıllarda dış pazarlarda rekabet edecek duruma gelmesi, kaliteli üretim ile mümkün olmuştur. Ancak, dış pazarlardan daha fazla pay alabilmemiz, daha kaliteli üretim ile gerçekleştirilebilir.

Bu bildiride, günümüz züccaciye üretiminde kalite belirleyici parametrelerin başında gelen camın renksizlik seviyesi ve kararlılığı ile ilgili olarak, 1986 yılında Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. ve Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Otomatik Züccaciye Fırınlarında yapılan çalışmalar anlatılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda, züccaciye üretimimizde belirli bir renk standardizasyonunun sağlanabilmesi amacıyla; söz konusu şirketlerimiz için ortak bir hedef renk alanı tespit edilmiştir.

Kullanılan cam kırığının daha temiz ve daha düşük miktarda verilmesi, fırın çekişlerinin uzun süre sabit tutulması gibi camın renksizlik seviyesi ve kararlılığı üzerinde olumlu etkinliği bulunan sınırlı iyileşmelerle; hedef renk alanı biraz daraltılabilir ve renk diyagramında beyaz rengi gösteren C noktasına biraz daha yaklaşılabılır. Ancak, hammaddelerdeki demir oksit miktarı ve fuel-oil'deki kükürt seviyesi gibi, üretim ve işletme koşullarımızın esasını teşkil eden ana faktörlerdeki mevcut durum çerçevesinde, hedef olarak tespit edilen renk alanının uzun bir süre geçerliliğini koruyacağı düşünülmektedir.

1. GİRİŞ

Camın renksizlik seviyesi, züccaciye camı üretiminde kalite belirleyici parametrelerden biri olması nedeniyle; dış pazarlardan daha fazla pay alınabilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Bu nedenle, önümüzdeki dönemlerde, Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. ve Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. otomatik züccaciye camı üretimlerinde daha iyi bir renksizlik seviyesinin sağlanabilmesi ve her iki şirket üretimleri arasında daha kararlı ve uyumlu renk tonlarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamdaki çalışmalara kaynak teşkil etmek üzere; her iki şirket camları için ortak bir hedef renk alanının tespiti gerekli olmuştur.

Çalışmaların ilk bölümünde, ilgili şirketlere ait camlarda mevcut renksizlik seviyesinin tespiti amaçlanmış ve 1986 yılında yapılmış olan tüm renk analiz sonuçları (x ve y koordinatlar), her fırın için hazırlanan renk kontrol grafiklerinde derlenerek incelenmiştir. Sözü geçen renk kontrol grafikleri, teori kısmında tanımlanan "Renk Diyagramı"nda, züccaciye üretimimiz renginin yer aldığı belirli bir alanın büyütülmüş şeklidir. Bu inceleme sonucunda; Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. ve Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. züccaciye üretimi için ortak hedef renk alanı belirlenmiştir.

2. TEORİ

Hedef renk alanının belirlenmesinde kıstas teşkil etmiş olan, Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. ve Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. otomatik züccaciye fırınlarına ait renk alanlarının incelenmesine geçmeden önce, konu ile ilgili bazı kavramlar hakkında kısa açıklamalarda bulunmak yararlı olacaktır.

2.1. Camda Renk Tayini - Metot

Gözle yapılan karşılaştırmalar yeterli hassasiyet ve güvenilirlikte sonuçlar vermediğinden; rengi kantitatif olarak ölçen uluslararası bir metodun kullanımı gerekli olmaktadır.

Kısa adı C.I.E. olan Uluslararası Renk Komisyonu, rengi sayısal değerlerle tanımlayan bir renk ölçüm metodu geliştirmiştir.

Saydam ve opak cisimlerde, görünür bölgede alınan spektrofotometrik ölçümlere dayanarak rengin aşağıda açıklanan üç parametre cinsinden tayin edilmesinde dünya çapında kullanılan bu metot bünyemizde de uygulanmaktadır.

2.2. Renk Parametreleri

- a) Başat dalga boyu (λ_d -nm): Rengi tayin edilen örnek ile aynı renkteki monokromatik ışığın dalga boyudur.
- b) Parlaklık (% Y): Bazı standartlara göre; bağıl olarak algılanabilen görünür ışık yüzdesidir. Sayısal değeri, renksiz cam için % 100'den, opak cam için sıfıra kadar değişebilir.
- c) Saflık (% P): Aynı başat dalga boyuna sahip % 100 saf renge göre, numunenin başat dalga boyundaki ışık yüzdesidir.

2.3. Renk Diyagramı

Görünür bölgede yer alan tüm saf renkler Şekil 1'de verilen renk diyagramını çevreleyen eğri üzerinde yer alır. Beyaz, siyah ve gri ise; koordinatları $x=0.3101$, $y=0.3163$ olan "C" noktası ile gösterilir. Diğer bütün renkler, C noktası ile saf renkleri birleştiren radyal çizgiler üzerinde bulunurlar.

C.I.E. renk tayin metoduna göre, rengi tayin edilecek örneğe ait görünür bölgedeki (400-700 nm) spektrofotometrik değerler (% T) kullanılarak yapılan bazı hesaplamalar sonucu, numunenin "x" ve "y" koordinatları ve parlaklık (% Y) değeri bulunur.

"x" ve "y" renk koordinatlarının çizilmesi ile oluşturulmuş olan C.I.E. renk diyagramı üzerinden, rengi ölçülen cismin başat dalga boyu (λ_d) ve saflık (% P) değerleri okunur. Bu şekilde kantitatif olarak tanımlanan rengin başat dalga boyu, parlaklık ve saflık

cinsinden kontrolü veya diğer bir renkle karşılaştırılması mümkün olur.

2.4. Renksiz Camların Renk Diyagramındaki Konumu

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 Fe_2O_3 'ten gelen yeşilimsi tondaki rengi nötrleştirmekle birlikte, camın saflık değerini yükseltir, parlaklığını azaltırlar. Bu nedenle, gerekli selenyum ve kobalt oksit miktarını en aza indirebilmek, bunun için de camın ΣFe_2O_3 seviyesini mümkün olduğunca azaltmak gerekir. Ancak bu şekilde, camın parlaklık değerinin yüksek, saflık değerinin sifıra yakın olduğu başarılı bir renksizleştirme sağlanır.

Züccaciye alanında değişik pazarlara ait üretim örnekleri incelendiğinde, bunların farklı renk tonlarında renksizleştirilmiş oldukları gözlenmektedir. Kimi üreticiler nötr beyaz tona yakın 570 nm civarındaki başat dalga boylarını hedef alırken, bazıları da üretimde, 560 nm civarındaki dalga boylarına sahip uçuk gri-mavimsi tonları tercih etmektedirler. Bu itibarla, camın renk tonunu belirleyen başat dalga boyuna dair belirli bir spesifikasyon mevcut değildir. Ancak, camda yetersiz $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ oksidasyonunu ve renksizleştirmeyi gösteren yeşilimsi ve selenyum renginin gereğinden fazla olduğu pembemsi tonlar tercih edilmemektedir.

2.5. Camın Renksizlik Seviyesini Önemli Ölçüde Etkileyen İşletme Parametreleri

- a) Camdaki % ΣFe_2O_3 miktarı: Camda istenmeyen yeşilimsi tonu vermesi itibariyle, gerek hammaddelerden, gerekse cam kırığından gelebilecek % ΣFe_2O_3 miktarının mümkün olduğunca azaltılması amaçlanır.
- b) Fırın yaşı: Eski fırınlarda, camda hedeflenen oksidasyonun sağlanabilmesi ve renksizlik seviyesindeki kararlılığın korunabilmesi daha güç olmaktadır. Bunun nedeni, söz konusu fırınların daha indirgen eğilimli ve selenyum rengine daha hassas özellikte olmalarıdır. Buna bağlı olarak, camın % saflık değerleri daha yüksek olmakta ve renksizleştirme uygulamalarının başarısını sınırlamaktadır. Bu sınırlamanın etkisi, söz konusu fırın camlarındaki % ΣFe_2O_3 seviyesinin mümkün olduğunca azaltılabilmesi ile bir ölçüde giderilebilir.
- c) Temperleme işlemi: Camın temperlenmesi sırasında sıcaklık $600^{\circ}C$ civarında olup, bu sıcaklıkta, camda mevcut selenyum rengi önemli ölçüde koyulmaktadır. Aynı fırın üretim hattında hem normal hem de kırılmaz soğutması bulunduğu takdirde, farklı hatlarda olabilecek renk tonu farklılıklarının en aza indirilebilmesi için bazı önlemler alınabilir. Camdaki selenyum miktarı arttıkça, ısıl değişimler sonucu, renk tonundaki oynamalar da daha belirgin olmaktadır. Selenyum miktarının azaltılabilmesi ise, camdaki % ΣFe_2O_3 miktarının azaltılması ile gerçekleştirilebilir.
- Temperleme hattı sıcaklık profilinde, kırılmaz üretim hedef kalitesini bozmayacak şekilde; varsa, yapılabilecek değişimlerin incelenmesi (ısıl işlem sonrası cam renginin

pembe tona kayması, yüksek sıcaklıkları göstermektedir) yararlı olabilir.

- d) Kullanılan yakıt cinsi: Fuel-oil'de mevcut kükürt, erime sırasında alev ile temas halindeki camda, yapıya girerek rengi olumsuz olarak etkilemekte ve camda kirli sarımsı tonda bir renk oluşturmaktadır. Bu nedenle, yakıttaki kükürt miktarının artışına bağlı olarak, camın % saflık değeri bozulmakta, ayrıca, camdaki selenyum absorpsiyonu karakteristikinde farklılaşma gözlenmektedir.

Yakıt olarak, kükürt ve vanadyum içeren fuel-oil ile kıyaslamalı olarak; daha az indirgen özellikte olduğu düşünülen doğal gaz kullanımının, camın renksizlik seviyesi açısından daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Ancak, doğal gaz kullanımının, camdaki selenyum renginin kararlılığının sağlanabilmesindeki etkisi, ayrıca incelenmesi gereken bir konu niteliğini taşımaktadır.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Üretim rengi, gerek gözle gerekse teori kısmında açıklanan renk parametreleri ile takip edilmiş ve her fırın için çizilen renk kontrol grafikleri değerlendirilmiştir. İncelenen fırınlardan beş tanesi seçilerek, bu çalışmada örneklenmiş ve 1, 2, 3, 4, 5 no ile kodlanmıştır.

Yapılan değerlendirmelere yardımcı olması amacı ile Tablo 1'de söz konusu fırın camlarına ait 1986 yılı renk parametreleri, $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ (XRF analizi) ve $\text{Fe}^{2+} / \Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ oranı genel değişim sınırları; Tablo 2'de ise harmana ilave edilen renk giderici katkı maddeleri miktarlarındaki değişimler, brüt çekiş ve % cam kırığı miktarları verilmektedir.

TABLO 1 : PB ve KC Otomatik Züccaciye Camları 1986 Yılı Renk Parametreleri,
Fe₂O₃ ve Fe²⁺ / Fe₂O₃ Değişimleri

FLİİN NO	RENK PARAMETRELERİ			%Fe ₂ O ₃ (XRF Analizi)	$\frac{Fe^{2+}}{\Sigma Fe_2O_3} \cdot 100$ (Spektrofotometrik)
	BAŞAT DALGA BOYU (λ d-nm)	PARLAKLIK (% Y)	SAFLIK (% P)		
1	554-566	88.6-89.5	0.30-0.68	0.024-0.032	12.9-14.3
2	554-572	88.0-89.3	0.40-1.0	0.028-0.035	13.5-16.7
3	560-570	88.7-89.5	0.44-0.71	0.024-0.030	12.1-14.8
4	564-575	88.5-89.3	0.37-0.67	0.027-0.032	11.8-14.3
5	550-572	88.7-89.5	0.28-0.71	0.029-0.032	11.5-13.8

* Tüm parametreler için verilen değişim sınırları belirlenirken uç noktalar değerlendirme dışı bırakılmıştır.

TABLO 2 : PB ve KC Otomatik Züccacıye Fırınları 1986 Yılı Renk Giderici Kalkı Maddeleri,
Cam Kırığı Oranları ve Brüt Çekiş Değişimleri

Fırın No	RENK GİDERİCİ KATKI MADDE MİKTARLARI Kg/100 Kg cam için harmanda						CAM KIRIĞI % $\frac{\text{Cam Kırığı}}{\text{Cam Kırığı+Harman}}$	BRÜT ÇEKİŞ TON/GÜN
	ZnSeO ₃	CoO	As ₂ O ₃	NaNO ₃	CaSO ₄ -2H ₂ O			
1	0.0026-0.0058	0.00013- 0.00020	0.02	0.8- 0.6- 0.8 0.6- 0.5	0.4- 0.7		30-45	20-50
2	0.0020-0.0046	0.000165--0.00013 - 0.00020	0.02	0.6- 0.8	0.5- 0.7		40-50	25-40
3	0.0041-0.0061	0.00013- 0.00020	0.015	0.8- 0.6- 0.8	0.6- 0.7		30-45	30-70
4	0.0024-0.0050	0.00011	0.02	0.4	1.0		34	40-70
5	0.0020-0.0060	0.00011	0.02	0.4	1.0		34	35-70

3.1. Renk Kontrol Grafiklerinin Değerlendirilmesi

Her fırın için belirlenen alanların tespitinde, aşağıda belirtilen özel durumları temsil eden noktalar değerlendirme dışı bırakılmıştır:

- a) Camda Cr_2O_3 kirlenmesi nedeniyle, rengin kısa süreli olarak yeşil tona kaydığı, dolayısıyla, camdaki düşük ΣFe_2O_3 seviyesine karşın "C" noktasından oldukça uzak konumda bulunan değerler,
- c) Camdaki ΣFe_2O_3 seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde yeterli oksidasyon sağlanamadığı günlere ait değerler,
- c) Camdaki ΣFe_2O_3 seviyesinin düşük olmasına karşın, selenyum renginin hedeflenenden fazla çıkması sonucu, rengin pembe tona kaydığı değerler.

1 no'lu Fırın Camı

Şekil 2'de görülen renk alanı incelendiğinde, bu alan içinde kalan renk analiz sonuçlarının "C" noktası merkez alındığında, daha ziyade aşağıdan yukarıya doğru dikey bir bölgede toplandığı ve camdaki ΣFe_2O_3 seviyesinin artışı paralelinde "C" noktasından uzaklaştığı görülmektedir. Bu durum, camdaki ΣFe_2O_3 seviyesindeki değişimlere bağlı olarak, yüzde saflık değerinin azalma veya artış gösterdiğini, başat dalga boyunun ise genelde kararlı olduğunu ortaya koymaktadır.

2 no'lu Fırın Camı

Sonuçlar oldukça geniş bir bölgede ve yataya yakın bir konumda dağılım göstermiştir. Bu fırın, oldukça eski olması itibariyle, Tablo 1'de verilen $Fe^{2+}/\Sigma Fe_2O_3$ değerlerinden de görüleceği

gibi, daha indirgen eğilimli ve selenyum rengine daha hassastır. Ayrıca, cam kırığı oranı ve camdaki % $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ seviyesi, dolayısıyla camın % saflık değerleri yüksektir. Bütün bunlara bağlı olarak, söz konusu renksizlik seviyesi kötü ve kararsızdır. 2 no'lu fırın camına ait renk alanı Şekil 3'de verilmiştir.

3 no'lu Fırın Camı

Şekil 4'deki renk alanı içinde kalan değerler 1 no'lu fırın camınıninkine benzer konumda, ancak biraz daha dar bir alanda toplanmıştır. Bu durum, renksizlik seviyesinin genelde kararlı tutulabildiğini göstermektedir. Camdaki $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ seviyesinin artışına bağlı olarak, saflığın arttığı ve C noktasından uzaklaşıldığı, bir ölçüde görülebilmektedir. Başat dalga boyu değerlerinin 1 no'nunkine kıyasla daha yüksek oluşu, camdaki selenyum absorpsiyonunun daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu da 3 no'lu fırın camında daha düşük $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ seviyelerinin mevcudiyetine rağmen, yüzde saflık değerlerinin 1 no'nunkinden daha yüksek bulunması çelişkisini açıklayıcı niteliktedir.

4 no'lu Fırın Camı

Şekil 5'de verilen renk alanına bakıldığında, analiz sonuçlarının daha ziyade yatay bir alanda dağınık olarak yer aldığı görülmektedir. Bu dağınıklık, camdaki $\Sigma \text{Fe}_2\text{O}_3$ seviyesindeki değişimlerden ziyade, camdaki selenyum absorpsiyonundaki değişimlerle bağlantılıdır. 1 ve 3 no'lu fırın camlarına ait renk koordinatları ile karşılaştırıldığında, 4 no'lu fırın camı koordinatları daha sağ tarafta yer almaktadır. Bunun nedeni, 4 no'lu fırın camındaki selenyum absorpsiyonunun daha fazla oluşudur. Yine 4 no'lu fırın camında başat dalga boyu değerlerinin 1 ve 3 no'lu fırın camlarına oranla daha yüksek oluşu bu hususu doğrulamaktadır.

5 no'lu Fırın Camı

Analiz sonuçlarının 4 no'lu fırın camınıninkine benzer olduğu, ancak daha yatay ve geniş sınırlar içinde dağılım gösterdiği gözlenmektedir. Bunun en büyük nedeni, 5 no'lu fırın pres hattındaki temperleme işlemidir. Renk alanının yatay oluşu, daha önce de bahsedildiği gibi, camdaki ΣFe_2O_3 seviyesindeki farklılıklardan ziyade, selenyum absorpsiyonundaki azalma veya artışlara bağlı olarak, cam renginde meydana gelen değişimlere işaret etmektedir. Keza, camdaki ΣFe_2O_3 seviyesi, yüksek ancak dar bir sınırdaki kalmış, renk tonundaki değişimler üzerinde etkin bir rol oynamamıştır. 5 no'lu fırın camına ait renk alanı Şekil 6'da verilmiştir.

3.2. Hedef Renk Alanı

Yukarıdaki incelemelerin ışığı altında, eski fırınlar değerlendirme dışı bırakılarak tespit edilmiş olan hedef renk alanı Şekil 7'de görülmektedir.

Hedef renk alanından yola çıkılarak, üretim renk parametrelerinden % saflık ve başat dalga boyu parametreleri için aşağıda verilen spesifikasyonlar saptanmıştır.

$$\text{Saflık (\% P)} < 0.8$$

$$\text{Başat dalga boyu } (\lambda_{d-nm}) = 547-573$$

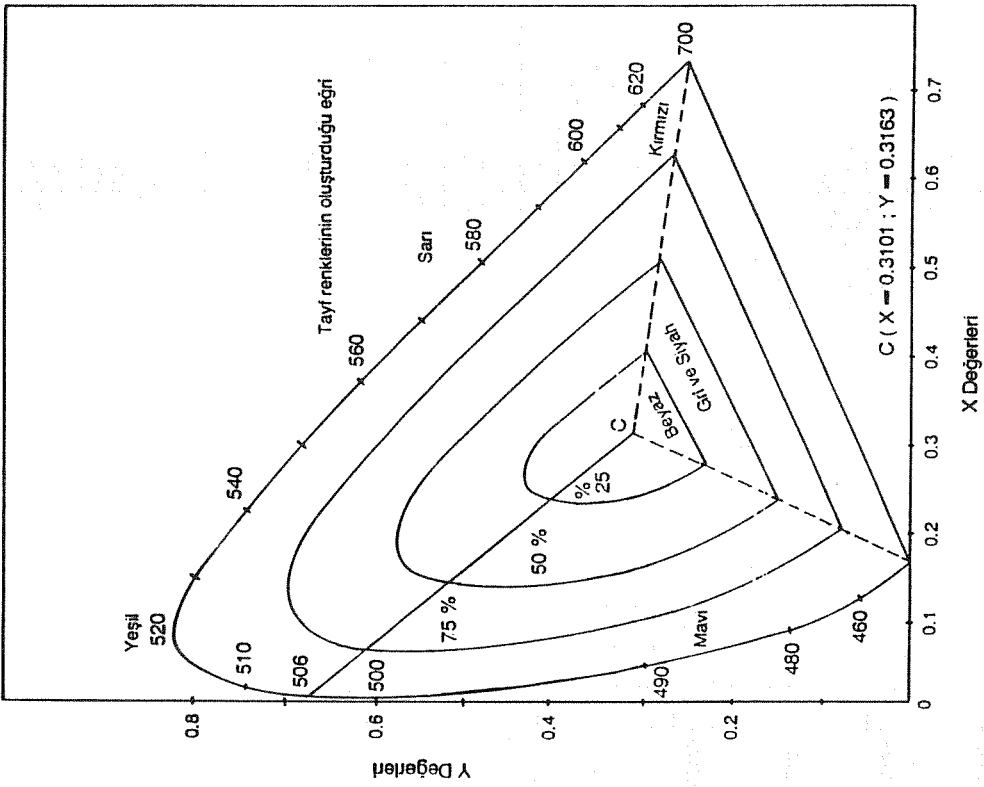
Renk parametrelerinden % parlaklık değeri için ise, 1986 ve 1987 yılı ilk sekiz ayı üretim değerlerinin incelenmesi sonucunda 88.5 değeri alt sınır olarak kabul edilmiştir.

Otomatik züccaciye üretimimizde daha iyi ve aynı renk kalitesi hedefi kapsamında, öncelikli olarak ilgili üretim renksizlik seviyesinin bu alan sınırları içinde kalması öngörülmektedir.

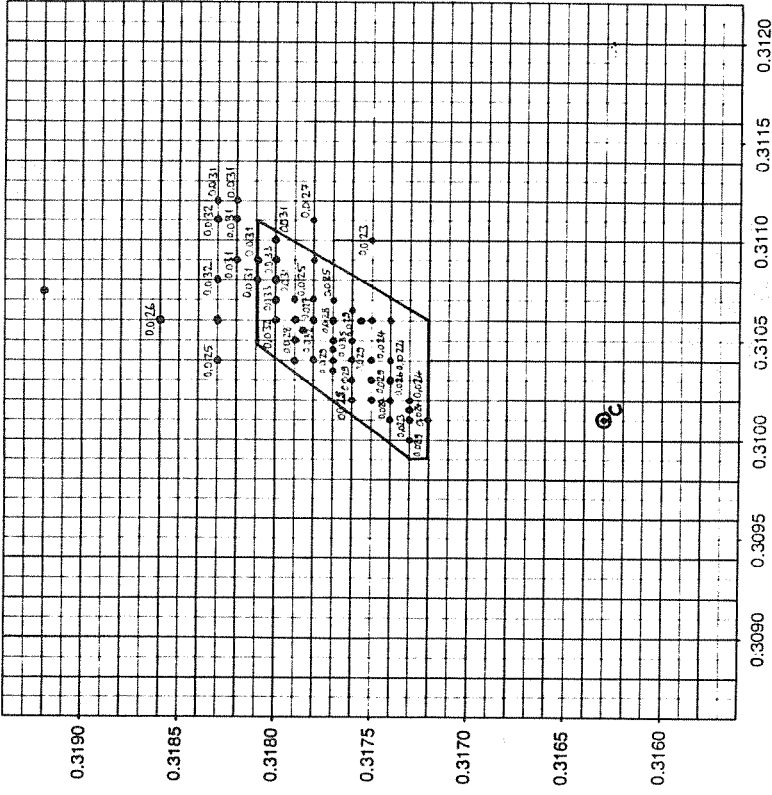
İkinci aşamadaki hedef ise, zamana bağlı olarak, züccaciye üretimimiz renksizlik seviyesinin daha iyi ve kararlı hale getirilmesi ile söz konusu hedef renk alanının daraltılması ve renk diyagramında beyaz rengi gösteren "C" noktasına yaklaşılmasıdır.

4. SONUÇ

Düşük seviyede ve temiz cam kırığı kullanımı, fırın çekişlerinin uzun süre sabit tutulması gibi, camın renksizlik seviyesi ve kararlılığı üzerinde olumlu etkinliği bulunan sınırlı iyileşmeler sonucunda, hedef renk alanında bir miktar daralma ve "C" noktasına yaklaşma sağlanması olasılığı mevcuttur. Ancak hammaddelerdeki ΣFe_2O_3 miktarı ve fuel-oil'deki kükürt seviyesi gibi üretim ve işletme koşullarımızın esaslarını teşkil eden ana etkenlerdeki mevcut durum çerçevesinde; hedef olarak tespit edilen renk alanının uzun bir süre geçerliliğini koruyacağı düşünülmektedir.



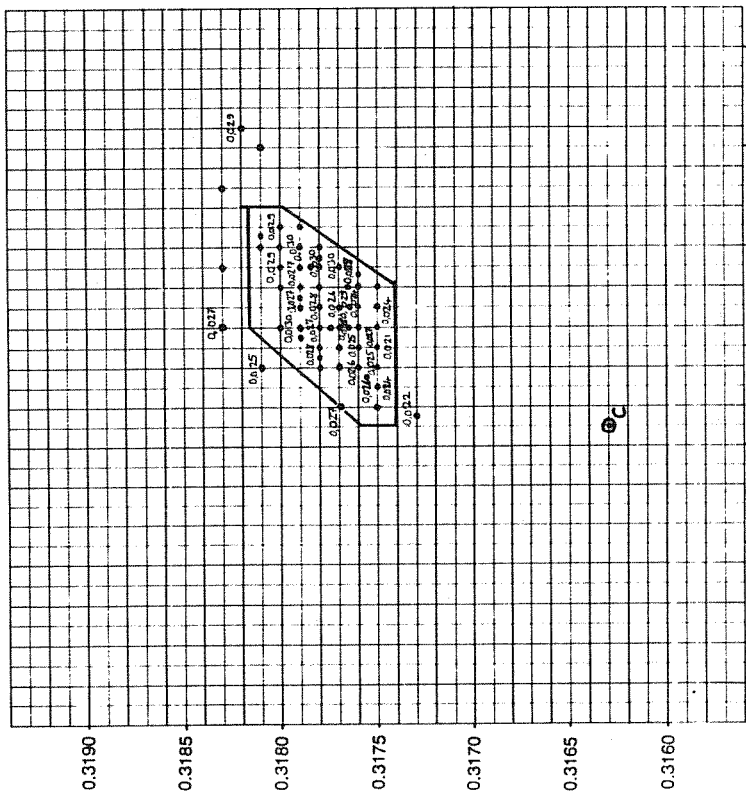
Şekil 1 : CIE renk diyagramı



RENK ALANI KOORDİNATLARI

x	y
0.3099	0.3172
0.3099	0.3173
0.3105	0.3191
0.3111	0.3181
0.3106	0.3172

Şekil 2 : No. 1 firmı üretimi renk alanı

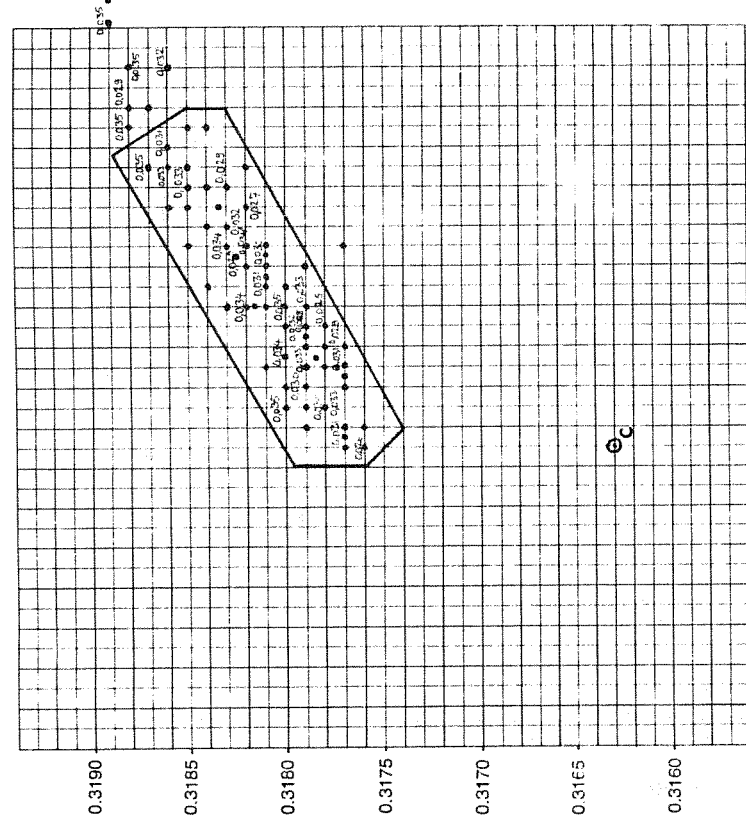


(%ΔFe₂O₃ = 0.021-0.031)

RENK ALANI KOORDINATLARI

x	y
0.3101	0.3174
0.3101	0.3176
0.3106	0.31815
0.3112	0.31815
0.31795	0.31795
0.3108	0.3174

Şekil 4 : No. 3 firmı üretimi renk alanı

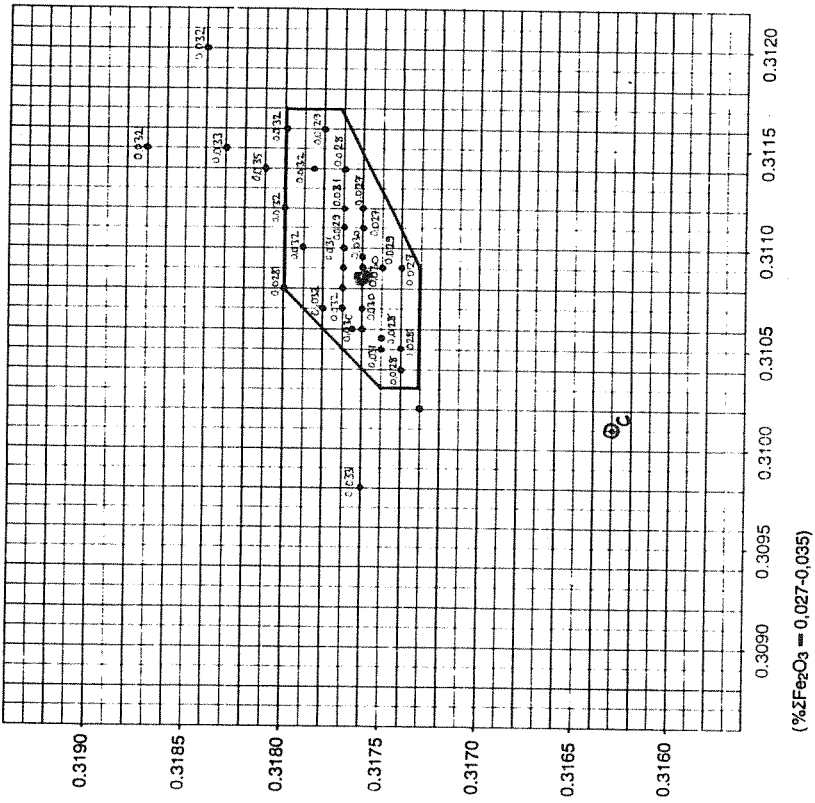


(%ΔFe₂O₃ = 0.026-0.035)

RENK ALANI KOORDINATLARI

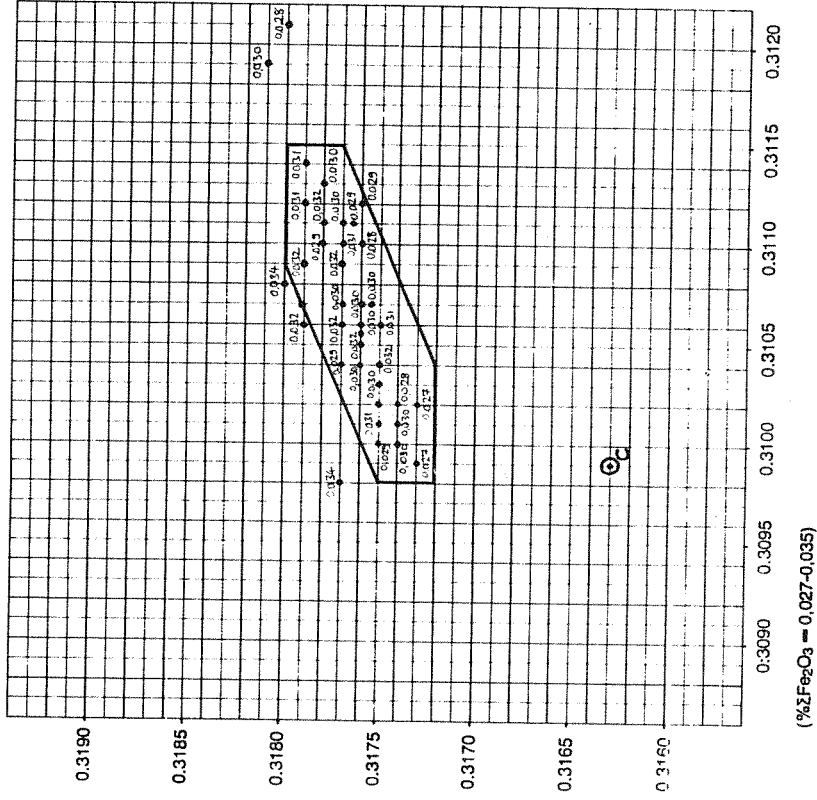
x	y
0.3100	0.3176
0.3100	0.31795
0.31155	0.31885
0.3118	0.3185
0.3118	0.3183
0.3102	0.3174

Şekil 3 : No. 2 firmı üretimi renk alanı



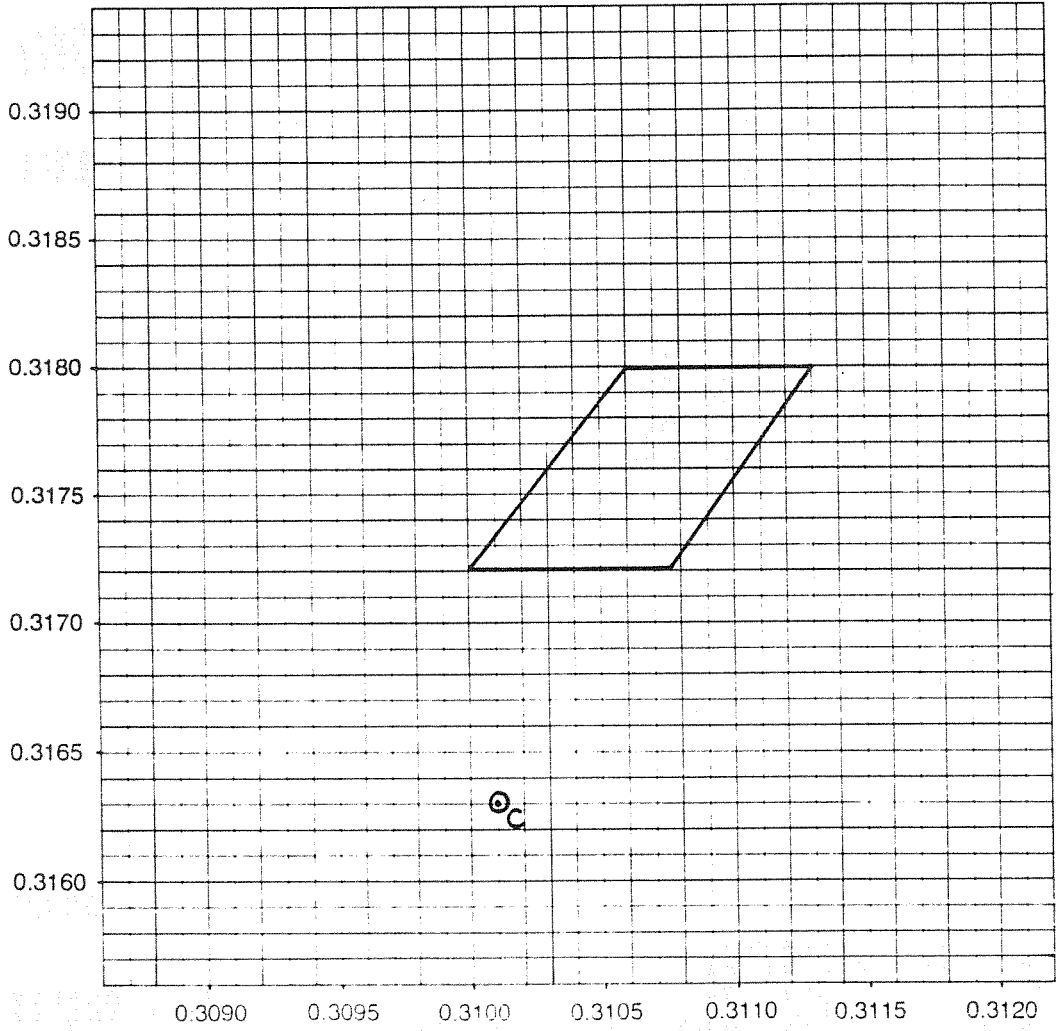
RENK ALANI KOORDINATLARI

x	y
0.3103	0.3173
0.3103	0.3175
0.3108	0.3180
0.3117	0.3180
0.3117	0.3177
0.3109	0.3173



RENK ALANI KOORDINATLARI

x	y
0.3098	0.3172
0.3098	0.3176
0.3109	0.3180
0.3115	0.3180
0.3115	0.3177
0.3104	0.3172



HEDEF RENK ALANI KOORDİNATLARI

x	y
0.3106	0.3180
0.3113	0.3180
0.3100	0.3172
0.31075	0.3172

Şekil 7 : PB ve KC için belirlenmiş olan hedef renk alanı

PRES MAMULÜ ÜRETİMİNDE "KALIP KILAVUZ PİMLERİ" VE "YÜZER MASTÖR SİSTEMİ" YARDIMIYLA MASTÖR RİNG VE KALIPLARIN MERKEZLENMESİ

Serdar ERKAN
Teknik Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Bilindiği gibi pres mamulü üretiminde (özellikle tam otomatik olarak) ideal bir presleme yapabilmek için mastör, ring ve kalıp üçlüsünün her defasında dikey eksenlerinin birbirine çakışmış olarak geçmeleri gerekmektedir. Fakat bu pratikte geçitli dinamik ve statik kuvvetler nedeniyle, çoğu kez olanaksızlaşmaktadır. Bu bildiride bahsedilen, istenmeyen ama kaçınılmaz olan bu kuvvetlerin merkezleme üzerindeki etkisini en aza indirmek için Teknik Cam Fabrikasında 1986/Temmuz ayında üretime geçen NP-10 Otomatik Pres Makinasında kullanılan sistemlerin tanıtılması amaçlanmıştır.

1. GİRİŞ

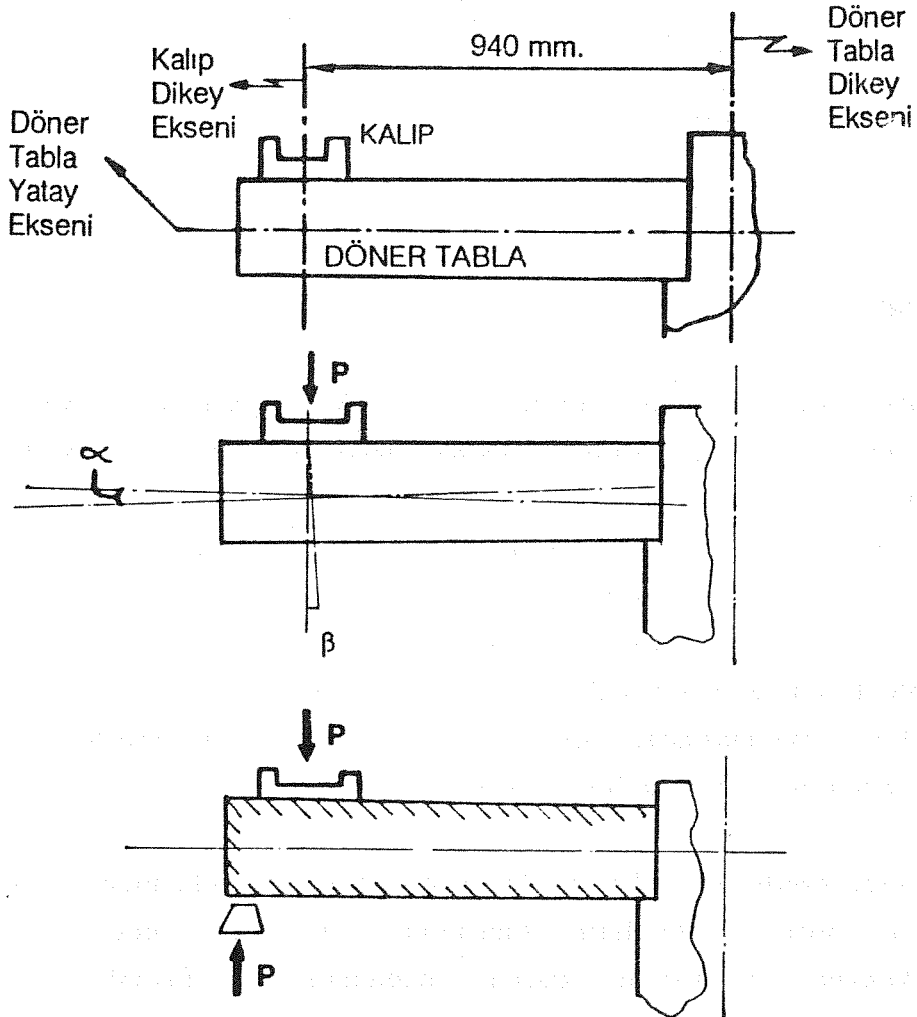
NP-10 otomatik pres üretim hattı; "pres makinası" ve onunla senkronize olarak çalışan "yakma makinası"ndan oluşmaktadır. 10 istasyonlu döner tabla pnömatik sistemle döndürülmektedir. Presleme ise hidrolik sistemle yapılarak büyük presleme basınçları rahatça elde edilebilmektedir. Makinanın devir ve açısal kam ayarları "elektronik kam" (encoder) üzerinde yapılmaktadır. Diğer mekanik hareketler ise "elektronik zamanlayıcı" (timer) ile ayarlanmaktadır. 13 istasyonlu yakma makinasında, ürünün 90° pozisyonu değiştirilerek bütün yüzeylerinin parlatılabilme olanağı vardır.

Kısaca özellikleri belirtilen "pres makinasında" kullanılan ve bildiriye adını veren sistemlerin tanıtımına geçmeden önce preslemeyi etkileyen faktörlerin kısaca incelenmesinin faydalı olacağına inanılmaktadır.

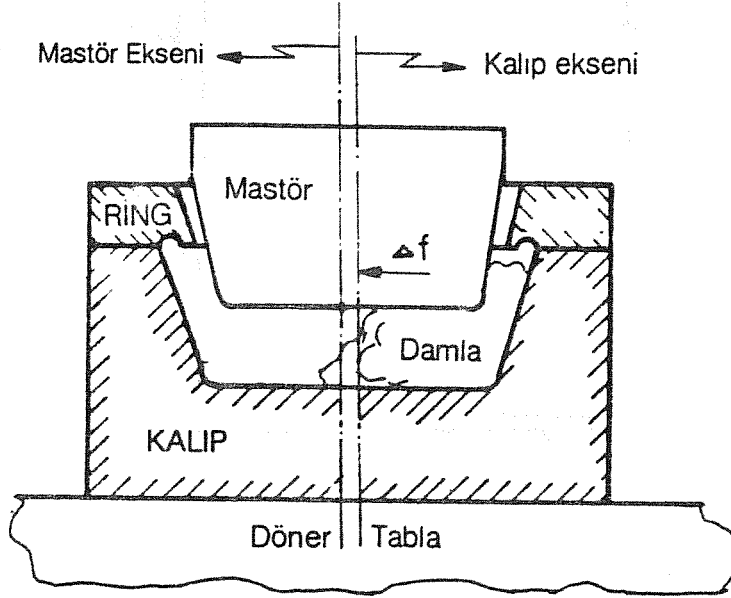
2. PRES MAMULÜNÜN ŞEKİLLENMESİNİ ETKİLEYEBİLECEK FAKTÖRLER

Presleme esnasında dinamik ve statik kuvvetlerin etkisi altında şekillenmeyi etkileyebilecek başlıca faktörler 5 madde halinde özetlenebilir.

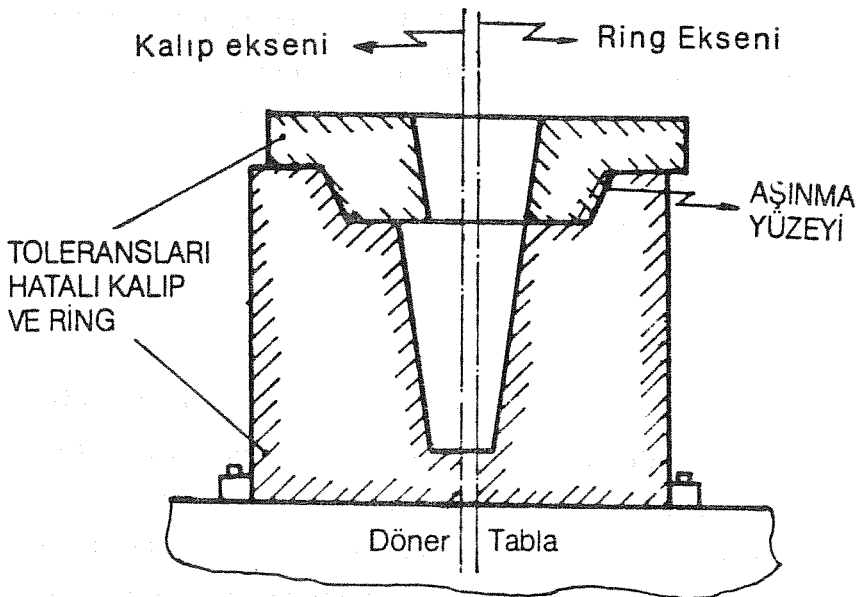
2.1. Presleme kuvvetinin etkisi ile kalıbın bağlandığı döner tablanın esnemesi ve bunun neden olduğu merkezleme kaçıklıkları, (örneğin; 60 kg/cm^2 net basınçta 600 cm^2 ürün yüzeyinde, presleme kuvveti 36 ton'a kadar çıkabilmektedir. Bu kuvvet şekilde görüldüğü gibi bir destekleme takozu ile karşılanabilir).



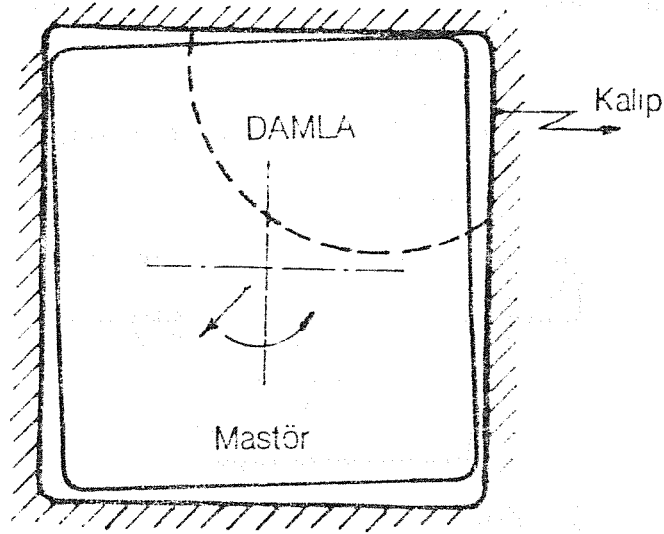
2.2. Mastör, ring ve kalıbın temas yüzeylerinde, temas esnasında meydana gelen çeşitli uyumsuzlukların (parçaların tasarımı ve üretimi aşamasında, veyahut da presleme esnasında doğabilen) meydana getirdiği kuvvetlerin (sürtünme kuvveti gibi) neden olduğu merkezleme kaçıklıkları.



2.3. Presleme esnasında damlanın mastör üzerinde istenmeyen yönde etkisi, (özellikle damlanın tam merkezlenemediği durumlarda).



2.4. Uygun bir şekilde merkezlenememiş damlanın mastör üzerinde yaptığı dönme veya kayma etkisi.



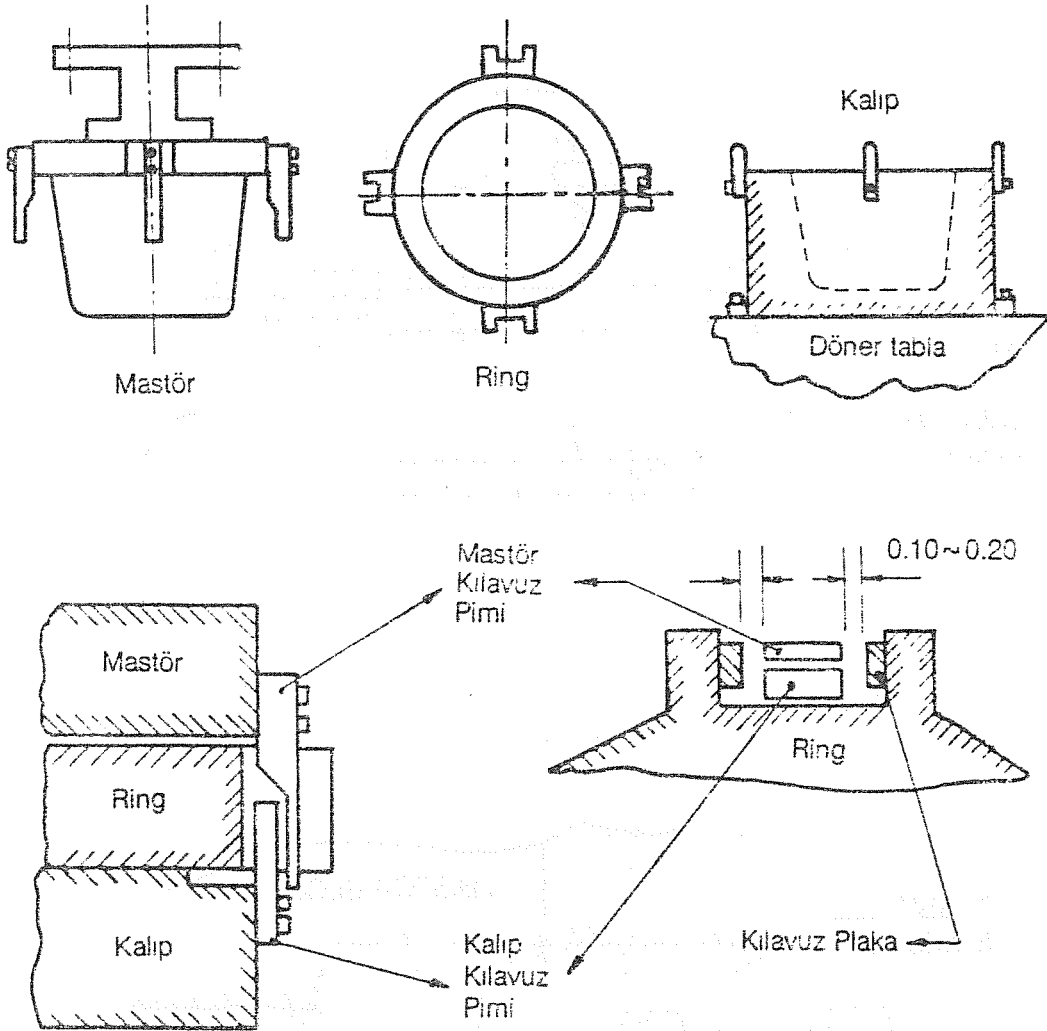
2.5. Presleme silindiri, mastör, ring ve kalıbı tespit eden sistemlerin çalışma esnasında, titreşimler nedeniyle gevşeyerek eksenlerinin değişmesinin ürün üzerindeki etkisi.

3. KALIP-MASTÖR KILAVUZ PİMLERİ YARDIMIYLA MERKEZLEME

Kılavuz pimleri mastör ve kalıpların çevresinde simetrik olarak bulunan dört tane 20 mm genişliğinde kalıpta 50 mm uzunluğunda, mastörde 130 mm uzunluğunda pimlerdir. Mastöre ve kalıplara tespit civataları ile sonradan tespit edilirler. Amacı mastör ve kalıbı presleme esnasında ring üzerinde adeta istenilen toleranslarda "kilitlemektir".

Teknik Cam'da; Borcam ürünlerinde bu toleranslar 0.10 ile 0.20 mm arasında olmaktadır. Bu pimler vasıtasıyla istenen toleranslarda kilitlenen mastör, ring ve kalıp biraz sonra değineceğimiz yüzer mastör sistemi vasıtasıyla oynamalarda beraber hareket edebilmektedir. Böylece eksenleri değişmemektedir. Bu yolla sürtünme kuvvetleri bu pimlere istenilen toleranslar dahilinde aktarılabilmektedir. Üretime başlamadan

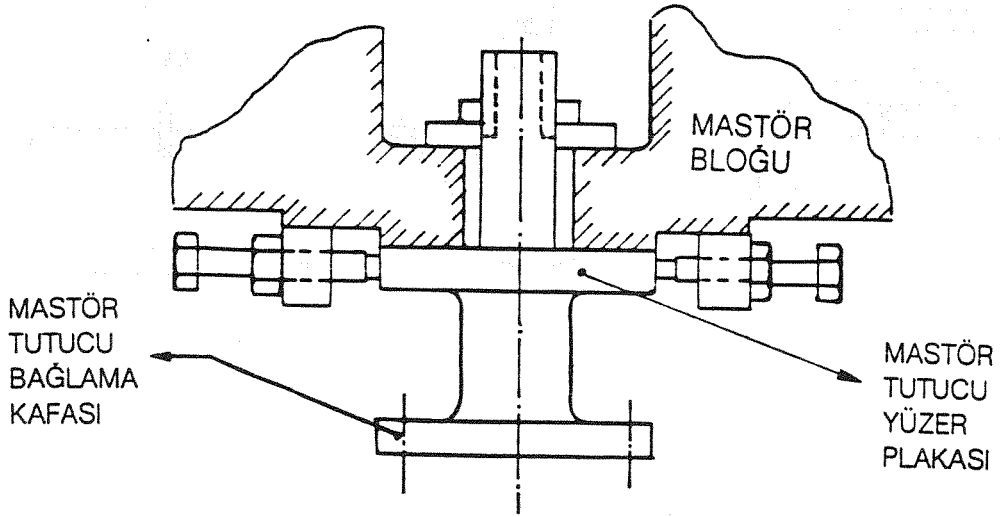
evvel yapılan ayarlama esnasında pimlerin sürtünmeleri kontrol edilerek, gerekli düzeltmeler yapılır. Böylelikle üretim sırasındaki meydana gelebilecek duruş olasılıkları asgariye indirilmiş olur.



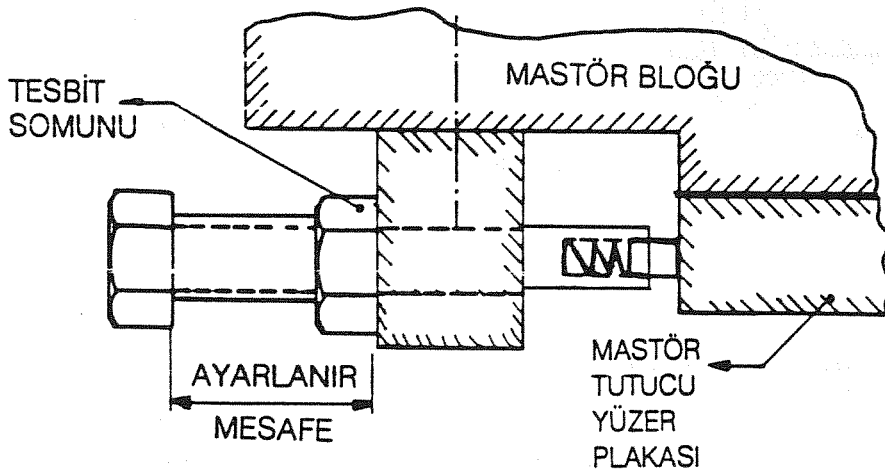
4. YÜZER MASTÖR SİSTEMİ

Bu sistemin amacı ring ve kalıp üzerinde kılavuz pimler yardımıyla kilitlenen mastörün, kalıp ve ringle beraber istenilen toleranslarda (yaklaşık 0.5 mm) hareket edebilmesini diğer bir deyimle yüzebilmesini sağlamaktır. Böylelikle mastör, ring ve kalıbın

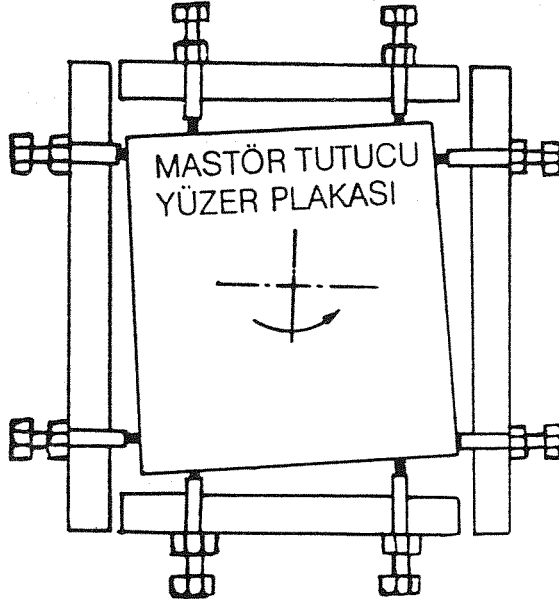
merkezlenmesi sağlanarak; aynı zamanda presleme silindir miline etkeyen kuvvetlerin ve momentlerin etkisi azaltılmış olacaktır. Bu nedenle çalışma esnasında merkezlemeyi sağlayan sistemlerin zamanla merkezleme eksenlerinin değişmemesi sağlanacaktır.



Şekilde görüldüğü gibi mastörün bağlandığı mastör tutucusunun kare plakası simetrik olarak yerleştirilmiş sekiz adet özel civata ile sınırlandırılmaktadır. Bu civatların ucunda, içine yerleştirilmiş yaylı pimler yüzer kare plaka ile yanlardan teması sağlamaktadırlar.



Ayrıca bu sistem ile 2.4.'de bahsedilen dönme etkisini gidermek için mastörün ekseninde belirli bir ölçüde dönebilmesine olanak sağlanmaktadır.



5. BAHSEDİLEN SİSTEMLERİN SAĞLADIĞI YARARLAR

NP-10 Otomatik Pres Makinasında kullanılan bu sistemlerin aşağıdaki yararları gözlenmiştir:

- . Üretime geçmeden önce veya geçtikten sonra kısa sürede merkezleme ayarının yapılabilmesi (en fazla 15-20 dakika),
- . Üretime geçmeden önce veya geçtikten sonra yapılan kontrollerde merkezleme kaçıklıklarının çok kolay fark edilebilmesi, böylelikle hatalı parçaların değiştirilebilmesine veya onarılmasına olanak vermesi,
- . Kalıp, ring ve mastörün üzerinde uyumsuzluklardan doğabilecek sürtünmelerin kılavuz pimlere ve kılavuz plakaların üzerine alınarak kalıp ömrünün artması, kalıp maliyetlerinin düşmesi (pimler ve kılavuz plakalar kolaylıkla değiştirilebilir),
- . Mastör silindiri ve millerinin üzerinde, istenmeyen kuvvet ve momentlerin etkisinin azaltılarak hem kullanım ömürlerinin artması, hem de üretim esnasında tespit civatalarının gevşemelerinden

04

doğabilecek gereksiz duruşların azaltılması,

- . Herşeyden önce merkezleme hatasından doğabilecek imalat kayıplarını azaltması; böylelikle üretim kalitesinin ve veriminin yükselmesine olumlu etkisi.

6. SONUÇ

Bugün Teknik Cam San. A.Ş. fabrikasında kullanılan bu sistemlerin (ki bunlar birbirini tamamlayan sistemlerdir) cam fabrikalarında kullanılan pres makinalarına uyarlanması düşünülebilir.

Gerçekleştiği takdirde merkezleme ayarı için harcanan duruş zamanları (ki 1.5 saat kadar olduğu ifade edilmektedir) daha kısa olabilecektir.

CAM KIRIĞI TARTMA VE HARMAN ÜZERİNE SERME İŞİ İÇİN KOMPLE SİSTEM ARAYIŞI VE TR UYGULAMASI

Haşim EKİCİ* - Ertan TANYELİ
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Trakya Cam Sanayii A.Ş.'nin kuruluşunda seçilen "Univerbel" harman besleyicisinin değiştirilip ikinci kampanya döneminde "Simplex" harman besleyicisine geçilmesi ile birlikte, cam kırığı tartım ve serme işlemlerinde büyük değişikliklere gidilmiştir.

Yeni sistemin projelendirme aşamasında eski sistemde görülen aksaklıklar kayıtlardan çıkarılmış ve bu bilgiler ışığında fırına harman taşıyan bant üzerine fabrikanın olanakları ile elektronik tartımlı cam kırığı serme işleminin yapılmasına karar verilmiştir.

Bu bildiriye eski sistemde karşılaşılan aksaklıklar, yeni sistemin dizaynı, duyarlılığı ve emniyet sınırları ile elde edilen olumlu sonuçlar sunulmaktadır.

1. CAM KIRIĞININ CAM İZABESİNDEKİ ÖNEMİ

Belli oranlarda kullanılan cam kırığının harmanın ergime hızı üzerindeki etkisi ile ergimiş camda homojenite ve afinyona etkisi bilinmektedir. Cam kırığı soda gibi eritgen bir malzeme değildir. Fakat ergime süresinde kum ve diğer hammaddelerin topaklanmasını önleyerek ergime hızını artıran seyreltici bir maddedir.

İyi bir cam elde etmek için cam kırığı oranı belli değerler arasında olmalıdır. Oranlar genellikle % 15-35 arasında tutulmaktadır.

TR'da ikinci kampanya döneminin başlangıcından bugüne kadar % 16-30 cam kırığı ile çalışılmıştır. Ortalama 650 ton/gün brüt cam çekişi

ve % 21 cam kırığı ile çalışıldığı düşünülürse, aylık cam kırığı ihtiyacımız 4200 ton civarındadır. Cam kırığının büyük bir kısmı üretilen camdan sağlanmakta olup, ayrıca ayda ortalama 300 ton cam kırığı dışardan (Cam İşleme Tesisi, Bursa Otocam San. A.Ş., Çayırova Cam San. A.Ş.) temin edilmektedir.

TR'da ikinci kampanyanın ilk 11 aylık dönemindeki veriler taranarak cam kırığının ergimeye etkisi araştırılmıştır. Araştırmada tonaj ve harman nemi sabit iken, % 1'lik cam kırığı artışının 0.5 g özgül yakıt azalmasına neden olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşık 5000 Kcal/ton enerji tasarrufu demektir.

2. CAM KIRIĞI TARTMA VE BESLEME YÖNTEMLERİ

- a) Cam kırığı ve harman oranlı olarak kepçelerle, hacim bazından harman bunkerine beslenir. Fazla hassas olmayan bir yöntem.
- b) Cam kırığı diğer hammaddeler gibi tartılarak karıştırıcıya gönderilir. Tartım yapıldığı için hassas bir yöntemdir. Fakat karıştırıcı ömrü açısından sakıncalıdır. Ayrıca bu uygulamada karıştırıcı kapasitesi azalmaktadır.
- c) Cam kırığı çeşitli yöntemlerle yine tartılır. Fakat karıştırıcıya sokulmadan doğrudan fırına veya fırın harman bunkerine gönderilir. Bu uygulamada, harman hazırlama ekipmanlarında arıza olduğu zaman fırına sadece cam kırığı vermek mümkündür.

3. TR'DE İLK KAMPANYA DÖNEMİNDE UYGULANAN CAM KIRIĞI TARTMA VE BESLEME YÖNTEMİ

TR'da ilk kampanya döneminde cam kırığı, tartım bantları ile tartılarak, bant ve şutlar vasıtası ile karıştırıcıya girmeden doğrudan fırına harman altından beslenmekteydi (Şekil 1).

Bu sistem aşağıdaki nedenler yznden otomatik kontrolde çalıştırılmamıştır.

1. Tartım bantına biriken cam kırığı tozları yznden yanlış ölçüm. Zaten birim zamanda çok küçük ağırlıklar ölçülen sistemde, tozların darayı değiştirerek ölçüm hatasına neden olması.
2. Cam kırığı tane boyutlarının homojen olmaması yznden, ağırlık transmitterinden cam kırığı kontrolüne sürekli değişken bilgi gitmesi (şekil 2). Bunun sonucunda besleyicinin düzensiz alışması.
3. Mesafe yznden harman besleyicisindeki hız değişimlerine gecikme ile uyulması.

İlk kampanya döneminde, çalışılan tonaj ve cam kırığı oranına göre saatte alınması gereken harman sayısı ve bunkerdeki harman seviyesi takip edilerek cam kırığı tartım sistemi el konumunda çalıştırılmıştır.

Bu şekilde çalışmada, vardiyada max. 1-2 harman oynayarak gün sonunda harman sayısı tutulabiliyordu. Fakat gün içinde cam kırığı oranının sabit tutulması mümkün olmuyordu.

4. TR'DA İKİNCİ KAMPANYA DÖNEMİNDE UYGULANAN CAM KIRIĞI TARTMA VE BESLEME YÖNTEMİ

Kesme hattından dönen ve dışarıdan beslenen cam kırığı bantlı taşıyıcılar ile 10 ton kapasiteli stok bunkerine gelmektedir (şekil 3). Stok bunkerinden 60 ton/saat kapasiteli titreşimli besleyici ile 2 ton kapasiteli tartım bunkerine beslenmektedir. Elektronik bir sistemle tartılan cam kırığı, aynı kapasiteli bir besleyici ile harman üzerine serilmektedir. Harman cam kırığı karışımı bantlı taşıyıcılar ile 50 ton kapasiteli harman bunkerine beslenmektedir. Bunkerde

oluşabilecek seviye farklılıklarını gidermek için malzeme, bunkere arabalı mekik bant ile beslenmektedir.

Harman karıştırıcısı çıkışından sonra siviçlerle hissedilen harmana, kontrol modülü ile belirlenen şekilde tartım bunkerinin önüne geldiği anda cam kırığı verilmektedir (Şekil 4). Cam kırığı serme işlemi, taşıyıcı üzerindeki harmanın bitmesiyle kesilecek şekilde verilen set değerine göre ayarlanmaktadır. Elektronik tartım işlemi tartım bunkerinin boşaltılması sırasında yapılır. Boşaltma bittikten sonra, tartım bunkerine alınan ve verilen cam kırığı miktarı yazıcıya yazdırılır. İki harman arasında, belirlenen miktar kadar cam kırığı stok bunkerinden tartım bunkerine alınır.

Kontrol odasına konulan işletme panelinden ise;

1. Tartım bunkerine doldurulan ve boşaltılan cam kırığı miktarı dijital indikatörden,
2. Harman bantlı taşıyıcılarının çalışıp çalışmadığı, harmanın bant üzerindeki yeri, şutun pozisyonu, tartım bunkerini doldurma ve boşaltma besleyicilerinin çalışıp çalışmadığı ve sistemin çalışmasına ilişkin alarm ve uyarılar (dolum gecikti, kapasite fazla, siviç arızası, bozuk sigorta) mimik diyagramdan görülmektedir.

Tartım sistemi komple manuel ve otomatik besleme yapabilmektedir. Harman bantlı taşıyıcıları 1+1 yedekli olup; yedek banttın harman verilmesi durumunda, döner şut pozisyonu değiştirilmesi ile kontrol modülü cam kırığını yedek taşıyıcıdan verebilmektedir.

Tartım sistemi ile saatte 12 harman ve her harmana max. 1800 kg cam kırığı verilebilmektedir. Bu da % 35 cam kırığı oranına karşılık gelmektedir. Bu günlerde çalıştığımız 650 ton ve % 21 cam kırığı

ile saatte ortalama 7 harman ve harman başına 815 kg cam kırığı kullanıyoruz. Tartım sistemi hassasiyeti ± 2 kg olup; daha da artırmak mümkündür.

Otomatik çalışmada bir operatöre ihtiyaç yoktur. Sadece cam kırığı tane iriliği ve nemliliği değiştiğinde, boşaltma besleyicisi hızı işletme paneli üzerinden ayarlanır.

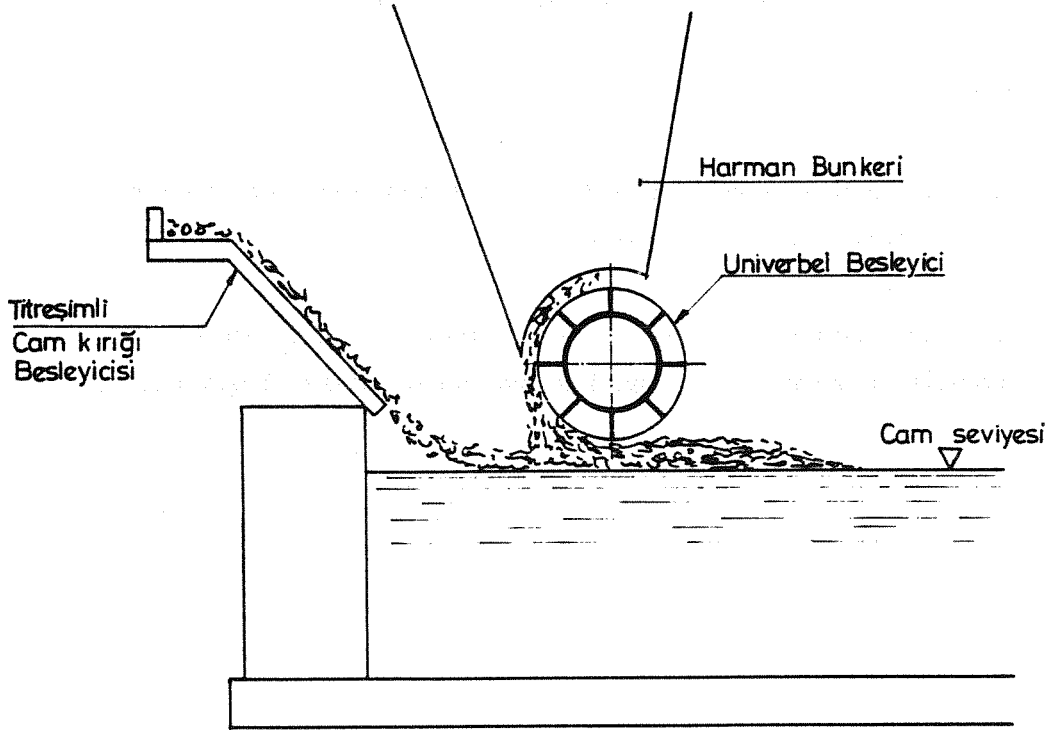
Harman bantlı taşıyıcı üzerinde doğru ve hassas bir şekilde hisseden düzenekler ile elektronik kontrol modülü ve işletme paneli en az bakım gerektirecek şekilde tasarlanmıştır. 1.5 yıllık uygulama periyodumuzda da büyük arızalar görülmemiş olup, çıkan siviç ayar bozuklukları vardiya elemanlarınca giderilmiştir.

5. SONUÇ

TR'da ikinci kampanyada kullanılmaya başlanan yeni sistemle daha hassas tartım yapılmaya başlanmıştır.

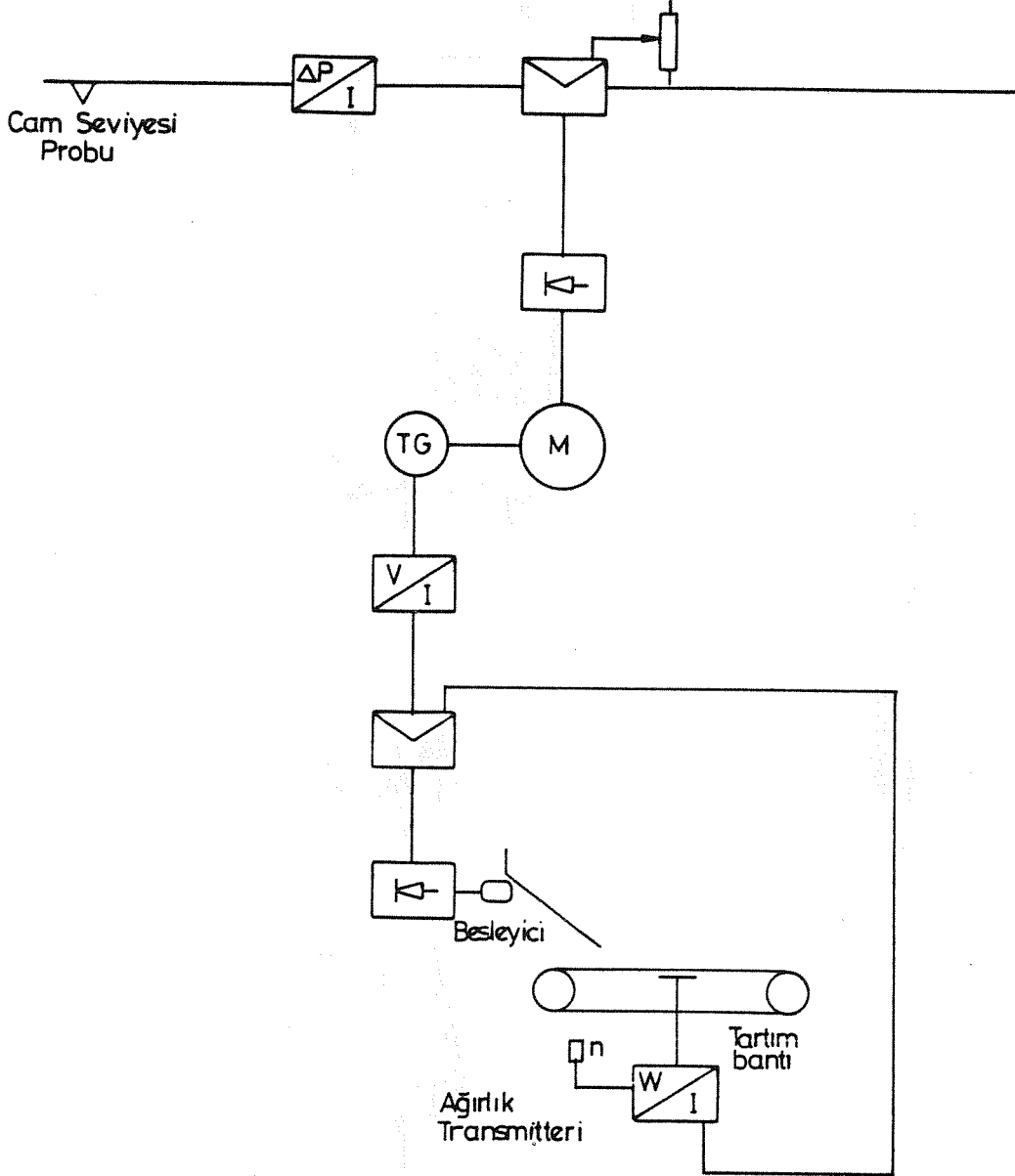
Böylece belirlenen cam kırığı oranları sabit tutularak, daha homojen harman cam kırığı karışımı hazırlanmaya başlanmıştır.

FIRINA CAM KIRIĞI ve HARMAN ŞARJI



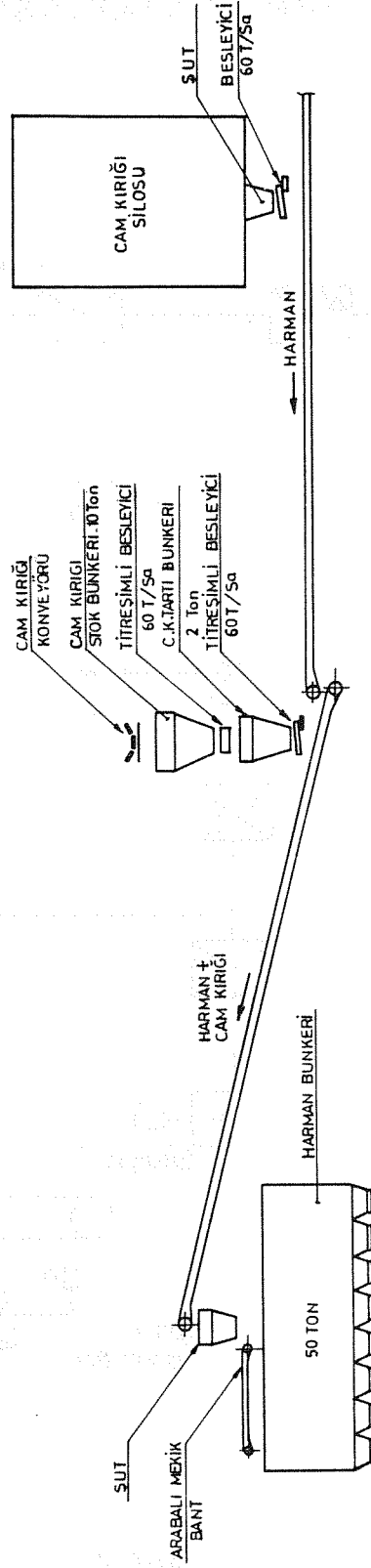
Şekil : 1

CAM KIRIĞI TARTI SİSTEMİ

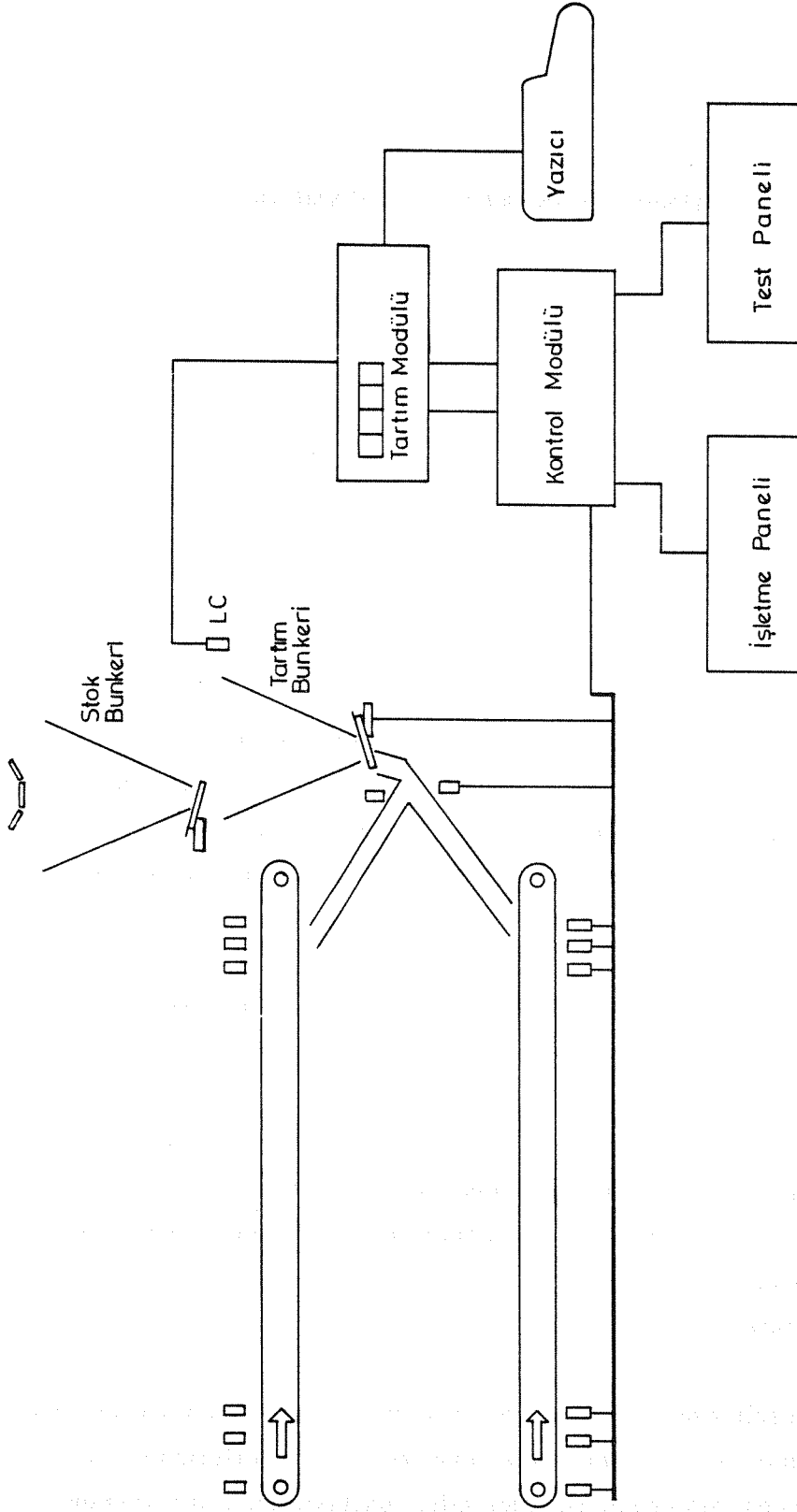


Şekil : 2

TCS. İKİNCİ KAMPANYA CAM KIRIĞI
BESLEME SİSTEMİ



Şekil : 3



TCS. İKİNCİ KAMPANYA TARTIM SİSTEMİ

Şekil : 4

GÜNEŞ VE ISI KONTROL CAMLARI

Dr. Yusuf SARAÇ

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Bu bildiride güneş ve ısı kontrol camlarının karakteristikleri ortaya koyularak gerek ürün gerekse üretim teknolojisi seçiminde rol oynayan faktörler, bu camların gelişimleri doğrultusunda ele alınmıştır.

GİRİŞ

Son yirmi yılda "Float Prosesi", gerek kalite gerekse kapasite yönünden düz cam üretiminde yeni bir çığır açmıştır. Buna paralel olarak düz camdaki gelişmeler, düz camlara yeni özellikler kazandırarak değer katılmış ürünler elde etmek ve bunların kullanımlarını yaygınlaştırmak yönünde olmaktadır.

2000'li yıllara doğru, çeşitli mimari tasarımlarda daha da sık rastlayabileceğimiz görüntüler, düz cam kullanımında yeni bir boyutu ortaya koymaktadır.

Günümüzde, mimari uygulamalarda düz cam artık sadece aydınlatma ve dış mekanla görüntü bağlantısı sağlamakla kalmayıp, güneş ve ısı kontrol etkinliğine sahip bir yapı malzemesi olarak değerlendirilmektedir.

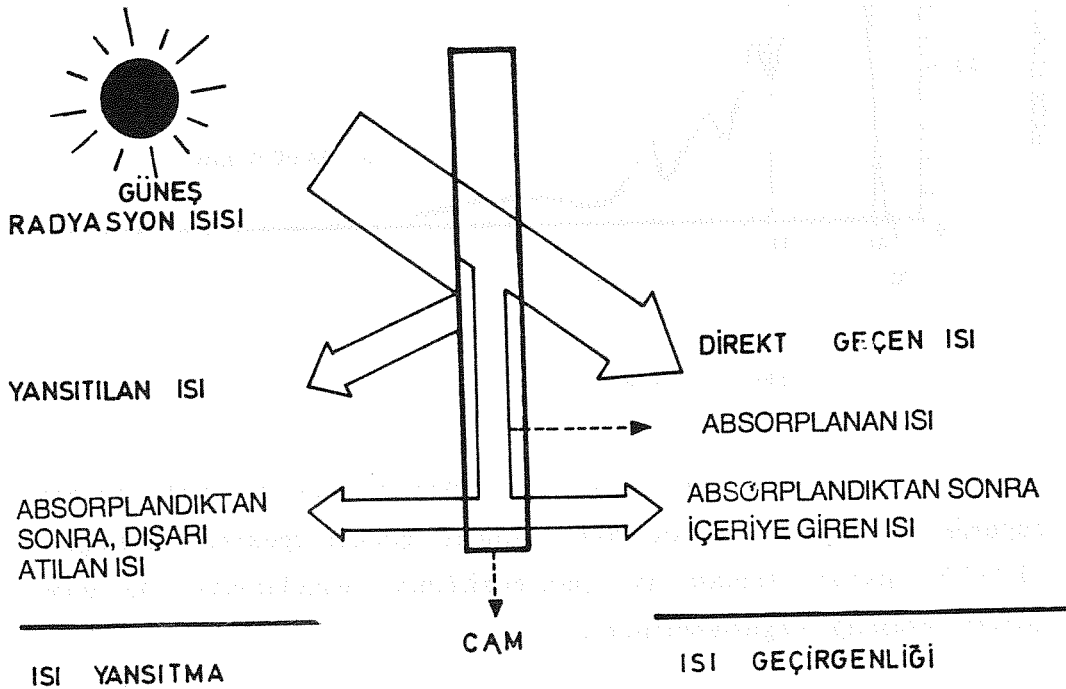
Sıcak iklim koşullarında güneş kontrol camları, güneş enerjisinin içeri girmesini önemli ölçüde önleyerek havalandırma giderlerinden tasarruf sağlamakta, güneş ışınlarının rahatsız edici parlaklığını azaltmaktadır.

Soğuk iklim koşullarında ısı kontrol camları yüksek geçirgenlikleriyle gün boyu güneş ışınlarından faydalanma olanağı sağlarken gece odadaki eşyalardan yayılan radyasyonu yansıtarak odanın soğumasını önlemektedir.

GÜNEŞ VE ISI KONTROLU NEDİR?

Camın Güneş Radyasyonu İle Etkileşimi

Camın yüzeyine düşen güneş ısı radyasyonunun bir kısmı cam tarafından geri yansıtılır, bir kısmı absorblanır, geri kalan kısmı ise camdan içeri girer. Absorblanan ısının bir kısmı dışarı yansıtılırken bir kısmı da içeriye verilir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, yüzeyde yansıyan ısı ile birlikte absorblandıktan sonra dışarı atılan ısı toplam ısı yansıtmasını, doğrudan geçen ısı ile birlikte absorblandıktan sonra içeri giren ısı toplam ısı geçirgenliğini verir.

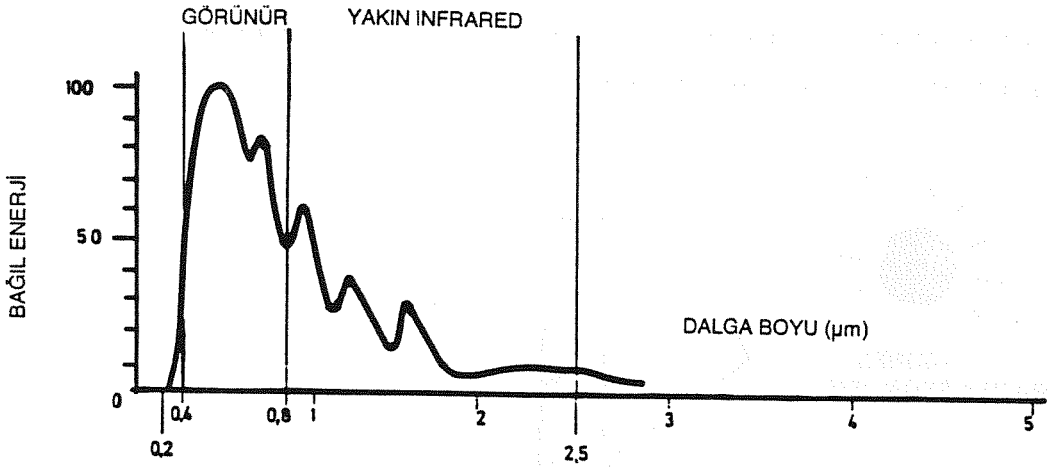


Şekil : 1 Camın güneş radyasyonu ile etkileşimi

Güneş kontrol mekanizması, ısı absorblayıcı camlarda harmandan veya yüzeyden renklendirilerek camın absorpsiyonunun artırılması, yansıtıcı camlarda ise cam yüzeyinin kırılma indisi yüksek malzemelerle kaplanarak yansıtma özelliğinin artırılması esasına dayanır.

Güneş Radyasyonunun Spektral Dağılımı

Şekil 2'de güneş radyasyonunun spektral dağılımından görüleceği gibi güneş radyasyon enerjisinin görünür bölgeye düşen ve insan gözünün algılayabildiği kısmı yaklaşık % 50'sidir. Güneş radyasyon enerjisinin diğer % 50'si görünür bölgenin dışında yakın infrared bölgesine düşmektedir ve gözün algılayamayacağı aralıktadır.



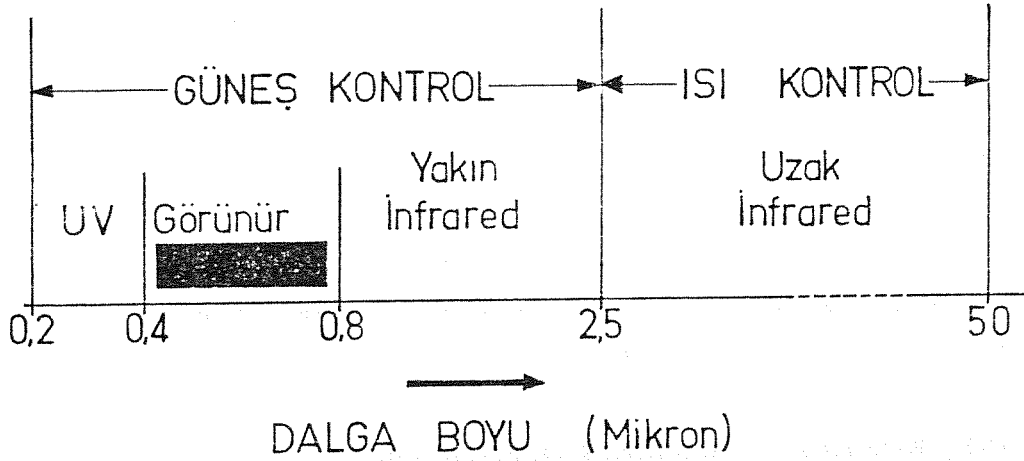
Şekil : 2 Güneş enerjisinin 2.5 spektral dağılımı

Bu nedenle bir camın güneş kontrol etkinliğini çıplak gözle bakarak değerlendirmek yanıltıcı olacaktır. Güneş ışınları spektrum aralığında (0.2-2.5 mikron) toplam ısı geçirgenliğinin hesaplanması ile güneş kontrol etkinliği değerlendirilebilir.

Pencere camları bu aralıkta yaklaşık % 87'lik bir geçirgenlik gösterirler.

Isı Radyasyonu

Gelen güneş ışınlarını absorblayan odadaki tüm eşyalar ve diğer ısı kaynakları da radyasyon neşrederler. Esasen sıcaklığı mutlak sıfırın (-273°C) üzerinde olan tüm cisimler radyasyon kaynağıdır. Her ne kadar herhangi bir dalga boyundaki radyasyon, bir cisim tarafından absorblandığında ısıya dönüşürse de ısı transferinde önem taşıyan elektromanyetik spektrum aralığı 0.2 ile 50 mikron arasında yer alır (Şekil 3).



Şekil : 3 Elektromanyetik radyasyon

Spektrumun 0.2-0.4 mikron aralığı ultraviyole bölge, 0.4-0.8 mikron aralığı görünür bölge, 0.8-2.5 mikron aralığı yakın infrared bölge, 2.5-50 mikron aralığı da uzak infrared bölgesi olarak adlandırılmıştır.

UV, görünür ve yakın infraredi kapsayan spektrum aralığında güneş ışınları kontrolü söz konusu iken oda sıcaklığındaki cisimlerden yayınlanan uzak infrared bölgesinde ısı kontrolü söz konusudur.

Uzak infrared bölgede cam % 89'luk bir absorpsiyon gösterir. Daha sonra da absorbladığı bu ısıyı dışarı ileterek odanın soğumasına neden olur.

Cam yüzeyi uzak infrared bölgede yansıtma özelliğine sahip bir metal veya metal oksitle kaplanarak bu aralıkta absorpsiyonu düşürülür. Düşük emisivite özelliği olan bu tür kaplamalı camlara Low-E camlar denilmektedir.

GÜNEŞ KONTROL CAMLARI

Isı Absorblayıcı Camlar

Isı absorblayıcı camlar, tüm düz cam üretim yöntemlerinde cam kütlesinin renklendirilmesiyle bronz, gri, yeşil renklere üretilen renkli camlar ile float üretiminde sadece cam yüzeyinin renklendirilmesiyle üretilen "spektrafloat" tipi yüzeyi renkli camlardan oluşmaktadır.

Yansıtıcı Camlar

Yansıtıcı camlar, üretim hattında veya üretim hattı dışında çeşitli metal veya metal oksitlerle yüzeyleri kaplanarak yüksek yansıtıcılık özelliği kazandırılmış camlar olarak tanımlanırlar.

GÜNEŞ KONTROL CAMLARININ ÖZELLİKLERİ

Düz camlarda güneş kontrol etkinliği gölgeleme katsayısı ile ifade edilir. Camların sadece ışık geçirgenliklerine bakarak güneş kontrol etkinliklerine karar vermek yanıltıcı olacaktır. Öncelikle bu iki özelliği tanımlayarak konuya yaklaşmak uygun olacaktır.

Işık Geçirgenliği

Camın yüzeyine 90° 'lik açı ile gelen görünür ışığı (0.4-0.8 mikron dalga boyu aralığında) geçirme özelliğidir.

Gölgeleme Katsayısı

Güneş ışınları spektrum aralığında (% 98'i 0.2-2.5 mikron dalga boyu aralığında) 3 mm'lik float camının ısı geçirgenliği % 87'dir. Gölgeleme katsayısı standart olarak alınan 3 mm'lik cama göre ısı kazanç kesri olarak tanımlanır. Yani 3 mm'lik float camının gölgeleme katsayısı standart olarak 1 alınır. Bir camın güneş ısı geçirgenliği değerinin 0.87'ye bölünmesi ile o camın gölgeleme katsayısı bulunmuş olur. Bu tanıma göre düşük gölgeleme katsayıları daha iyi bir güneş kontrolünün göstergesidirler.

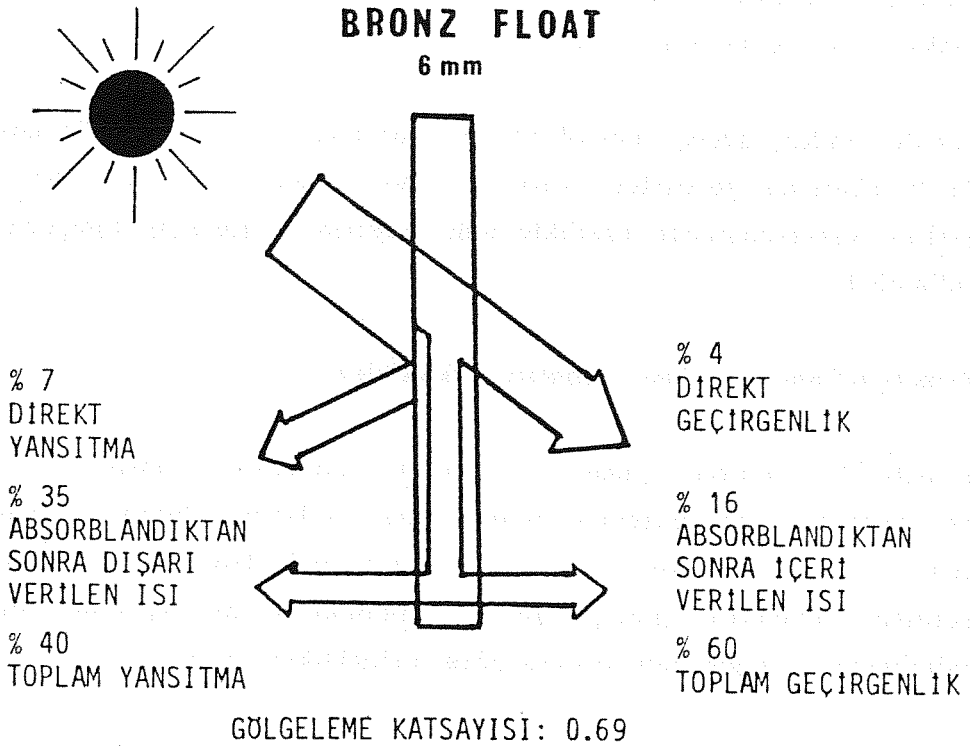
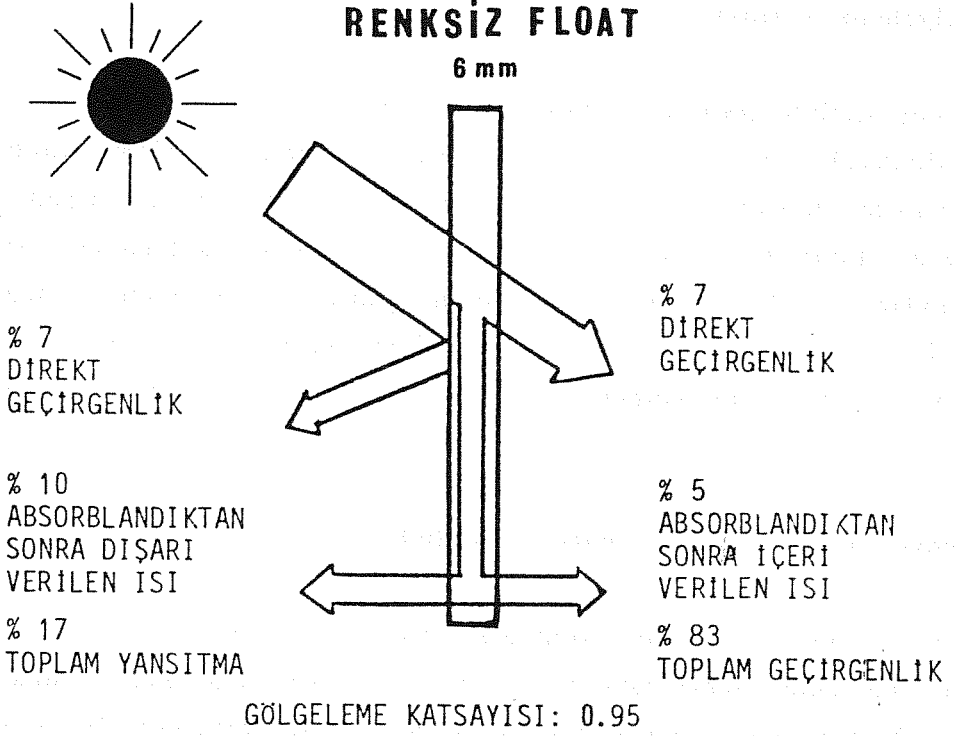
Renkli Camların Güneş Kontrol Etkinlikleri

Renkli camlarda güneş kontrolü absorpsiyon esasına dayanır. Cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının büyük bir kısmı absorblanır. Daha sonra absorblanan güneş ışınlarının bir kısmı dışarı verilirken bir kısmı da içeri girer (Şekil 4). Böylece içeri giren güneş ısı miktarında normal renksiz cama göre düşme sağlanır.

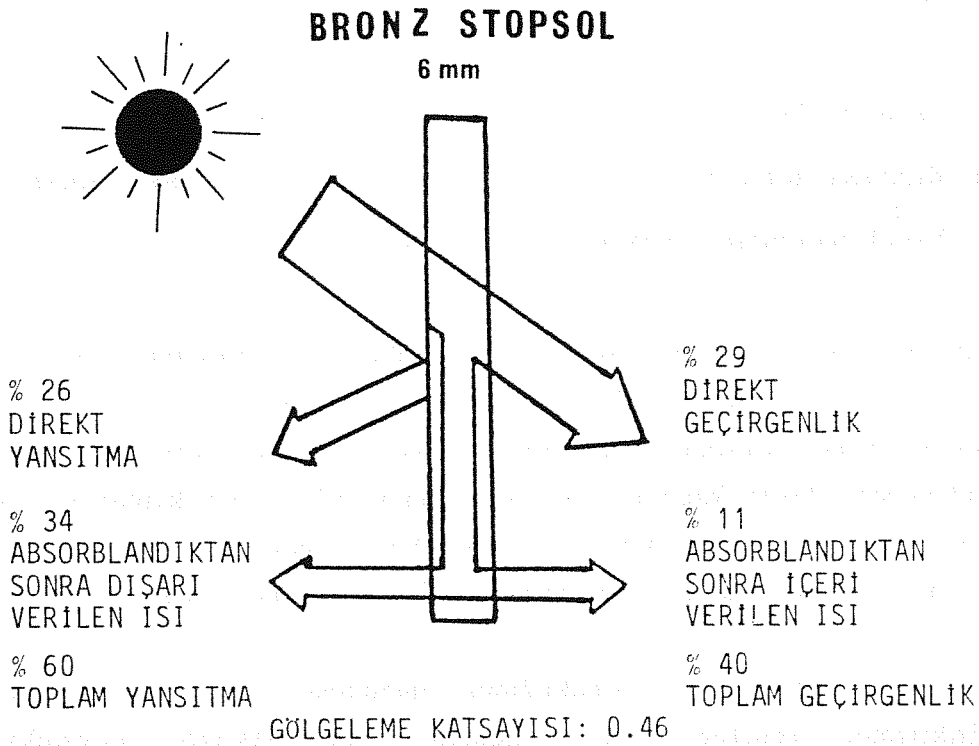
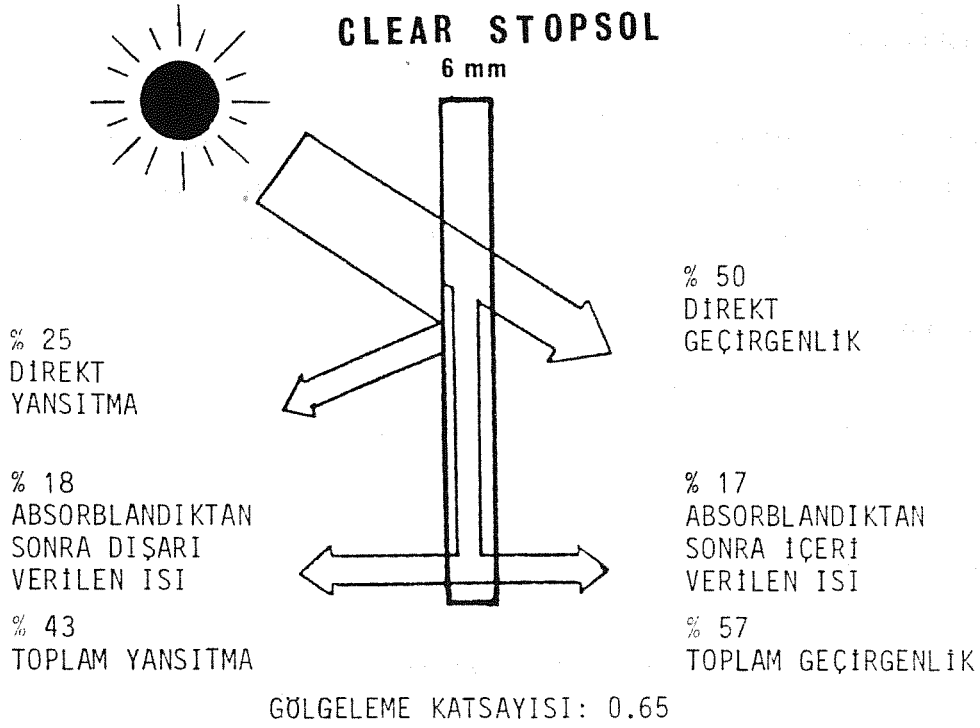
Renkli camlar, güneş kontrol etkinliği arttıkça temperleme ön koşulunu da beraberinde getirirler. Kuvvetli absorpsiyon, cam yüzeyinde termal gerilim yaratacağından özellikle belli boyutların üzerinde temperlenerek kullanılırlar.

Yansıtıcı Camların Güneş Kontrol Etkinlikleri

Yansıtıcı camlarla güneş ışınlarının kontrolü yansıtma esasına dayandığından cam yüzeyine gelen güneş ışınlarının doğrudan yansıtılan kısmı renksiz cama veya renkli cama göre çok daha fazladır (Şekil 5). Yansıtıcı camların güneş kontrol etkinlikleri de kaplama cinsine, kalınlığına ve uygulanan prosese göre değişiklikler gösterir.



Şekil : 4 Renkli camın güneş kontrol etkinliğinin renksiz camla karşılaştırması



Şekil : 5 Yansıtıcı camlarda güneş kontrolü

Kaplama Cinsi

Kaplama malzemesi olarak uygulamada en çok altın, gümüş, bakır, titan, krom, nikel-krom alaşımı gibi metallerle, titaen oksit, kalay oksit, demir oksit, krom oksit, kobalt oksit gibi metal oksitler kullanılırlar.

Kaplama Kalınlığı

Metal kaplamaların kalınlıkları 50-100 angstrom mertebesinde, metal oksit kaplamaların kalınlıkları 0.1-0.5 mikron mertebesindedir.

Kaplama Prosesi

Halen ticari olarak kullanılan yüzey kaplama prosesleri şunlardır;

1. Pirolitik kaplama prosesi
 - Hat dışı sıcak püskürtme
 - Hat üstü sıcak püskürtme
2. Vakumda biriktirme
3. Kimyasal biriktirme
4. Metal saçılması (sputtering)

Sert kaplama

Yumuşak kaplama

Pirolitik kaplama prosesinde 550-600°C'daki cam yüzeyine çeşitli metal tuzları veya organometalik bileşikler püskürtülerek, yüzeyde yansıtıcı metal oksit tabakası oluşturulur. Kaplama dış etkilere dayanıklı olduğundan "sert kaplama" olarak nitelendirilir. Sert kaplamalı camlar kesilebilen, temperlenebilen özelliklere sahiptir ve tek cam uygulamalarında kaplama dış yüzeye gelecek şekilde kullanılabilirler.

Vakumda yapılan oda sıcaklığında uygulanan proseslerde (vakumda biriktirme, sputtering vs.) kaplama dış etkilere dayanıksızdır, kesilemezler, sonradan temperlenemezler. Bu tür kaplamalara "yumuşak

kaplama" denilmektedir. Yumuşak kaplamalı camlar çift camlarda veya lamine cam sistemlerinde kullanılırlar. Bazı sputtering ürünlerinin tek cam uygulamalarında ise kaplamanın oda tarafındaki yüzeye gelmesi tavsiye edilmekte ve kaplanmış yüzey özel dikkat gerektirmektedir. Bu durumda gelen güneş ışınları önce absorblanıp daha sonra yansıtılacağından temperlenerek kullanımları kaçınılmaz olacaktır. Sputtering ve vakum proses ürünlerinin temperlenmeleri kaplama prosesi öncesinde yapılmaktadır.

Pirolitik prosesle renksiz cama yapılan kaplamalarda gölgeleme katsayısı tek cam uygulamalarında 0.65 mertebesindedir. Pirolitik proses ürünlerinin güneş kontrol etkinliklerinin artırılması için renkli camlara uygulanan kaplamalar yansıtıcı camlara yeni bir boyut getirmiştir. Böylece tek cam uygulamalarında gölgeleme katsayısı 0.35-0.40 değerine kadar düşürülerek oldukça etken bir güneş kontrolü sağlanabilmektedir. Kaplamanın iç ve dış yüzeyde kullanım esnekliği de estetik açıdan üstünlük sağlamaktadır.

ISI KONTROL CAMLARI

Gün boyu üzerlerine düşen güneşin ve diğer kaynakların ısılarını absorblayan odadaki tüm eşyalar uzak infrared bölgede (3-30 mikron dalga boyu aralığı) radyasyon yayarlar. Bu radyasyonu absorblayan cam kondüksiyon ve konveksiyonla enerjiyi dış mekana iletir. Böylece oda soğumuş olur. Cam yüzeyinin emisivitesi düşürülerek uzak infrared bölgede absorpsiyonu azaltılır ve yansıtması artırılır. Bu özelliği taşıyan düşük emisiviteye sahip camlara Low-E camlar denir.

Low-E Camlar

Low-E cam, yüzeyinde düşük emisivitede bir kaplama bulunan düz cam türüdür. Düşük emisivite, cama uzun dalga boyundaki radyasyonu (3-30 mikron arası) yansıtma özelliği kazandırır. Böylece Low-E camlar gece, güneş ışınlarını absorblayan oda içindeki tüm eşyaların ve duvarların

yaydığı uzak infrared bölgedeki radyasyonun hemen tamamını geri yansıtarak odanın soğumasını önlerler.

Low-E Camların Özellikleri

Low-E camların en önemli özelliği, şüphesiz düşük emisivitelerinden dolayı uzak infrared bölgede gösterdikleri yüksek yansıtma değeridir. Görünür bölgede ise bu camlar normal kaplanmamış cam gibi davranarak yüksek geçirgenlik gösterirler.

Low-E camların diğer yansıtıcı özellik gösteren camlardan sayısal farklılıklarını gösterebilmek için terminolojik bazı kavramların kısaca tanımlanmasında yarar olacaktır.

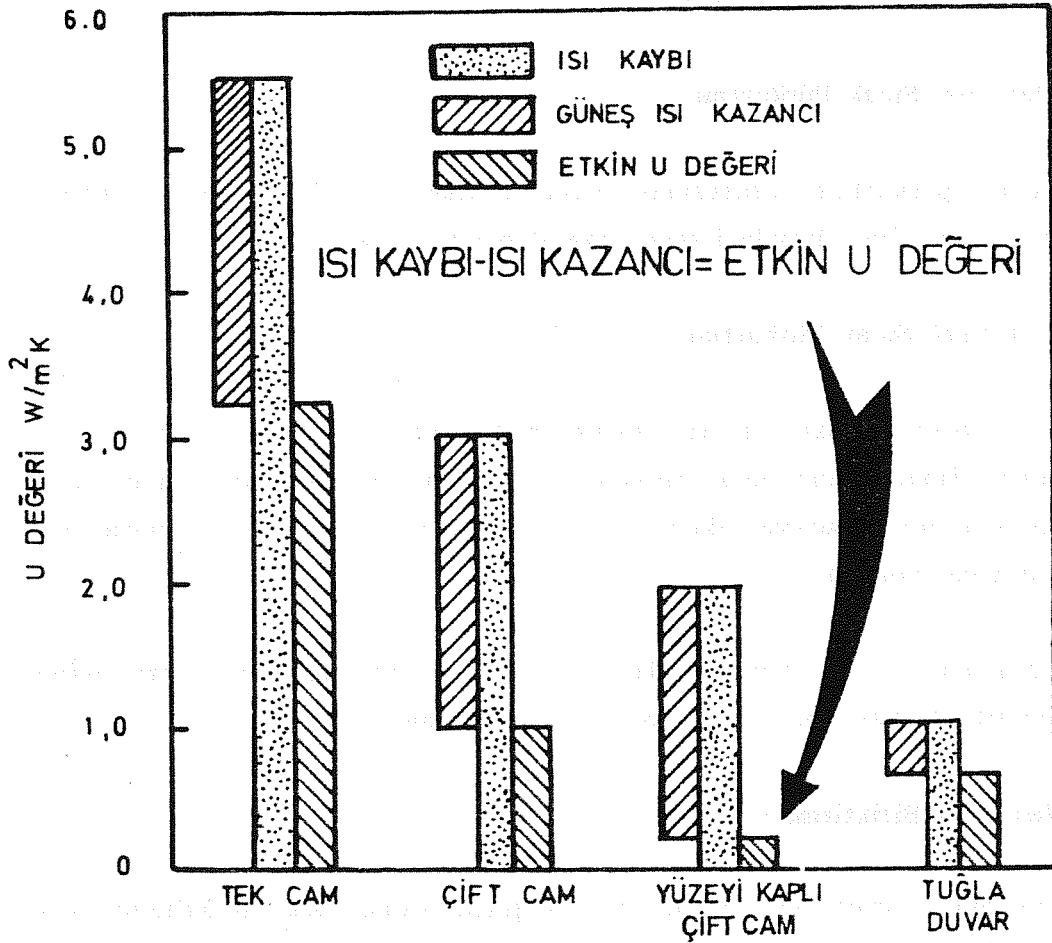
Emisivite

Emisivite, cisimlerin radyasyon yayma güçlerinin bir ölçüsüdür. Bir cismin radyasyon yayma gücü, absorpsiyonu ile orantılıdır. Uzak infrared bölgede yüksek yansıtıcılık (düşük absorpsiyon) gösteren düşük emisiviteli kaplamalar camın yalıtım değerini artırır.

Isı İletim Katsayısı (U-Değeri)

Pencere camlarının ısı yalıtım etkisi, ısı iletim katsayısı (U-değeri) ile belirtilir. U-değeri (bazı literatür ve broşürlerde K-değeri), camın her iki yüzeyindeki sıcaklık farkının yarattığı ısı aktarımını tanımlayan bir katsayıdır. Camın her iki yüzeyinde her bir derece sıcaklık farkının, birim cam alanından aktardığı ısı miktarıdır. Normal tek camda U-değeri $5.8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$ iken bu değer çift camda $3.0 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$ ve Low-E cam kullanılmış çift camda $1.8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$ 'dır. U-değerinin tersi, yani $(1/U)$ değeri R ile gösterilir ve ısı iletimine karşı olan direnci ifade eder. Isı yalıtımının iyi olduğu durumlarda U değeri düşük, dolayısıyla tersi olan R-değeri büyüktür.

Şekil 6'dan da görüleceği gibi etkin U değerleri karşılaştırmasında yüzeyi kaplı (Low-E kaplama ile) çift cam, güneş ısı kazancını aynen koruduğundan tuğla duvardan daha iyi bir ısı yalıtımına sahiptir.



Şekil : 6 Etkin U-değeri

Low-E camlar elektriksel iletkenliğe sahip olduklarından oto sanayiinde büyük ilgi görmüşlerdir. Oto ön ve arka camlarında rezistanslı camlar yerine kullanılarak cam yüzeyinde istenmeyen buğulanma ve buzlanmayı önlerler. Ford MotorCo. son modellerinde arka camlarda rezistanslı cam yerine Low-E camdan yapılmış lamine cam kullanmıştır. Cam, kenar şerit vasıtası ile arabanın elektrik sistemine bağlanabilmektedir. Böylece görüntü estetiğini bozmadan kalın bir buz tabakasını 2 dakikada erittiği test edilmiştir.

YANSITICI VE LOW-E CAMLARIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yansıtıcı ve Low-E camların üretimleri için halen kullanılmakta olan beş ticari kaplama prosesi vardır.

Hat Dışı Sıcak Püskürtme

Sıcak püskürtme prosesinde cam yaklaşık 550°C'a kadar ısıtılarak püskürtme ile yüzeyde istenen metal oksit tabakası oluşturulur.

Hat Üstü Sıcak Püskürtme

Bu yöntemde cam, float prosesinin bir parçası olarak kaplanır. Cam şerit float banyosunu terkederken temiz ve kaplama için uygun sıcaklıktadır. Buraya eklenecek bir püskürtme kabini ile metal oksit kaplama elde edilir.

Kaplanmış cam, tavlama fırınına girerek tavlandıktan sonra istenen boyutlarda kesilebilir veya doğrudan stoklanabilir.

Vakumda Biriktirme

Vakumda biriktirme işlemi hat dışında olup, oda sıcaklığına yakın sıcaklıkta, yüksek vakumda camın kaplandığı yarı sürekli bir işlemdir. Metaller ısıtılarak buharlaştırılır ve cam yüzeyine kaplanırlar. Buharlaştırma enerjisi ısıtıcı dirençten doğrudan elektrik akımı geçirerek veya elektron bombardımanı ile sağlanır. Kaplanacak camlar bir çerçeveye yüklenerek vakum tankına yerleştirilirler. Burada ergimiş halden veya doğrudan süblimleşerek buhar fazına geçen metal buharları, cam plaka yüzeyini kaplar.

Kimyasal Biriktirme

Kimyasal biriktirme ayna gümüşleme hattına benzer kesikli bir işlemdir.

Çeşitli indirgen çözeltiler yardımı ile metal tabakası cam yüzeyinde oluşturulur. Camın bu tür bir çözeltiye daldırılması (dip-coating) aynı teknikle yapılır.

Metal Saçılması (Sputtering)

Metal saçılması oda sıcaklığında ve yüksek vakumda sağlanan bir kaplama işlemidir.

Metal saçılması (sputtering) işleminde, kaplanacak madde plaka şeklinde ve katodun üzerine yerleştirilir. Yaklaşık 500 volt ile 3000 volt arasında yüksek negatif gerilimle yüklenen katot yüzeyi önündebir plazma oluşur. Metal saçılması için gerekli olan gaz (örneğin argon) pozitif iyonlara ve elektronlara ayrışır. Atomların bu elektronlarla çarpışması sonucu yeni elektronlar oluşur. Bundan dolayı elektrotlara akan elektriksel yüklü tanecikler sabit bir şekilde yeniden oluşurlar ve kararlı bir plazma meydana getirirler. Pozitif gaz iyonları katoda doğru hareketlenir ve kinetik enerjileri ile metali aşındırırlar. Saçılan metal tanecikleri de cam üzerinde yoğunlaşarak kaplanırlar. Yüksek kaplama hızı ve çok iyi bir kaplama dağılımı verdiğiinden, metal saçılması (sputtering), vakum kaplamaya göre daha ekonomik ince metal kaplama sağlar.

Bu kaplama prosesleri içerisinde iki tanesi "hat üstü sıcak püskürtme" ve "sputtering" rekabet halindedir. Sputtering prosesi daha homojen bir kaplama sağlamasına rağmen, kaplamanın yumuşak olması ve yüksek fiyatı en büyük dezavantajdır. Hat üstü sıcak püskürtme prosesi ilk yatırımının düşük olması ve ürünlerin kesilebilir, temperlenebilir özellikleri ile tek camlarda kaplama dış yüzeye gelecek şekilde uygulanabilme avantajına sahiptir.

Her iki proste de geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

Araştırma Merkezimizde sıcak püskürtme prosesi ile yansıtıcı ve Low-E camların pilot düzeyde üretimi çalışmaları amacıyla bir pilot yüzey

kaplama fırını kurulmaktadır. Float hattı uygulamalarına temel teşkil edecek olan pilot çalışmalarda, çeşitli performanstaki kaplamalarda, işletme parametreleri optimizasyonu hedef alınmıştır.

MALZEME VE İŞÇİLİK TASARRUFU İLE AMBALAJLAMADA ÜRETKENLİK ARTIŞI

Çetin AKTÜRK-Hayrullah GÜL*

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Son yıllarda meydana gelen gelişmeler sonucu yurt dışı satışların önemli bir düzeye ulaşması ile kalite ve maliyet kavramları daha ağırlıklı olarak şirketlerin gündeminde yer almaya başlamış ve yurt dışı satışların ayrılmaz bir parçası durumunda olan ambalaj maliyetleri de ana ürün maliyeti kadar önem arz eden bir duruma gelmiştir. Kârlılığı ve bunun yanı sıra şirketin rekabet gücünü artıran çalışmalardan birisi olarak ambalaj maliyetlerinin azaltılması da temel hedeflerden birisi olmuştur.

Bu bildiride, bir örnek olarak float tesisinde son dört yıl içinde çok az bir yatırımla dizayn ve metot geliştirmek suretiyle elde edilen tasarruflar sonucu ambalajlama ile ilgili malzeme ve işçilik üretkenliklerinde meydana gelen artışlar sunulmakta ve bu sonuçlara ulaşmak için yapılan çalışmalar tanıtılmaktadır.

GİRİŞ

Rekabetçi ortamda satış fiyatlarını artırmak giderek güçleştiğinden şirketlerin kârlılığı büyük oranda maliyetlerin azaltılmasına bağlı olmaktadır. Maliyet düşürme projeleri içinde rekabet gücünü artırması açısından en etkin olanı şüphesiz üretkenliklerin artırılmasıdır. Yapılacak üretkenlik analizleri ile hem potansiyel sahalarını belirlemek hem de kıt kaynakların zaman içinde ne şekilde değerlendirildiğine ışık tutmak mümkün olabilmektedir.

Bu bildiride, Trakya Cam Sanayii A.Ş.'de üretimin yüzde ellisine yakın bir düzeye çıkmış olan yurt dışı satışlardaki kârlılık durumu ele

alınmakta ve zaman içinde meydana getirilen üretkenlik artışları ile maliyetlerdeki azalma sunulmaktadır. Ayrıca üretkenlik artışını sağlayan çalışmaların içeriği ve özellikleri tanıtılmaktadır.

YURT DIŞI SATIŞLARIN KÂRLILIK ÜZERİNE ETKİSİ

Trakya Cam Sanayii A.Ő.'de yurt dışı satışların zaman içindeki gelişimi Tablo 1'de özetlenmiştir. Dört yıllık bir dönem içindeki yurt dışı satışların toplam üretim içindeki payı yaklaşık yüzde elli artarak üretimin yarısına yaklaşmıştır.

Bu durumda şirketin kârlılığı bir anlamda yurt dışı satışların kârlılık durumuna bağlı olmaktadır.

TABLO 1: Yurt dışı satışların üretim içindeki payının yıllara göre değişimi

	1984	1985	1986	1987 (Beklenen)
Üretim (ton)	150700	134300	116500	190000
Yurt Dışı Satış	53136	53012	39638	90000
Yurt Dışı Satışın Üretime Oranı (%)	35.3	39.5	34.0	47.4

Yurt dışı satışların kârlılık durumunun zaman içindeki seyri de Tablo 2'de belirtilmiştir. Görüldüğü üzere dört yıl içinde ton başına 85 dolarlık bir kâr artışı meydana gelmiş ve bunun 35 doları fiyat artışından, 50 doları da maliyet azalışından kaynaklanmıştır.

Çıplak cam maliyetindeki azalış soğuk tamir sonrası meydana gelen kapasite artışının ve yapılan modernizasyon çalışmalarının bir sonucudur.

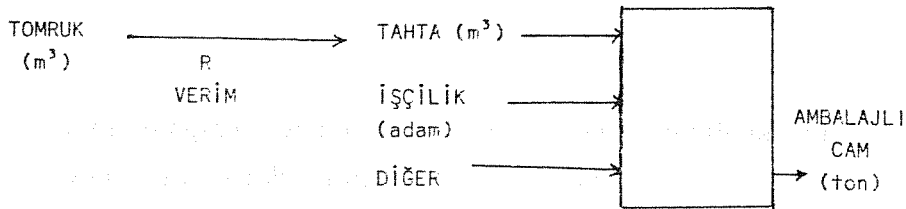
Toplam maliyet içindeki yüzdesi aynı kalmakla birlikte ambalaj maliyetinde de azalma meydana gelmiştir. Burada sadece ambalaj maliyetinde meydana gelen azalmanın hangi gelişmelerin sonucu olduğu üzerinde durulacaktır.

TABLO 2: Yurt dışı satışların kârlılık durumu

	1984	1985	1986	1987 (Beklenen)
Yurt Dışı Kârlılık (\$/ton) (FOB fiyat- sınai maliyet)	+20	-13	+49	+105
FOB Satış Fiyatı (\$/ton)	244	220	251	279
Sınai Maliyet (\$/ton)	224	233	202	174
Çıplak Cam Maliyeti (\$/ton)	191	196	167	145
Ambalaj Maliyeti (\$/ton)	33	37	35	29
<u>Ambalaj Maliyeti</u>				
Toplam Sınai Maliyet (%)	15	16	17	17

AMBALAJLAMA ÜRETKENLİKLERİNDEKİ GELİŞMELER

Ambalajlama bir sistem olarak ele alınacak olursa, sistemin ana girdileri ve çıktısı şu şekilde gösterilebilir.



Ambalaj maliyetlerinin yüzde yetmişini oluşturan tahtanın maliyeti Tablo 3'den görüleceği üzere zaman içinde artış göstermiştir. Bu durum ithal tomruğun işleme veriminde meydana getirdiği % 38'lik artışa rağmen ortaya çıkmıştır. En önemli girdi durumunda bulunan tahtanın maliyeti artarken ambalaj maliyetinde azalma gerçekleştirilmiştir. Bu sonuçları yaratan üretkenlikteki gelişmeleri Tablo 4'de görmek mümkündür.

TABLO 3 : Ambalajlamada girdilerin ve çıktının zaman içindeki değişimi

	1984	1985	1986* (9 ay)	1987(Beklenen)
Tomruk ($\$/m^3$)	50	50	80	90
Tomruk Tüketimi (m^3)	19424	14195	15249	12785
Tomruk İşleme Randımanı	52	47	46	62
Kullanılan Tahta (m^3)	8940	7639	5122	9000
Tahta Maliyeti ($\$/m^3$)	134	171	192	197
İşçilik (adam-yıl) (ağaç işleri ve ambalajda)	129	128	95	135
Y.Dışı Satış (ton)	53136	53012	39638	90000

* Soğuk tamir nedeniyle 1986 yılında dokuz aylık üretim gerçekleşmiştir.

TABLO 4 : Tahta ve işçilik üretkenliklerindeki gelişmeler

	1984	1985	1986	1987
Tahta (ton/m^3)	5.94	6.94	7.74	10.0
İşçilik (ton/adam-yıl)	412	414	417	667
Tahta Üretkenlik İndeksi	100	116.8	130.3	168.4
İşçilik Üretkenlik İndeksi	100	100.5	101.2	161.9

Tahta üretkenliğinde geçen dört yıl içinde tempolu şekilde bir artış gerçekleştirilmiş ve yurt dışı satışlar daha az tahta kullanarak ambalajlanır duruma getirilmiştir. Benzer şekilde işçilik üretkenliğinde de son yıl içinde yüzde altmışa varan bir gelişme elde edilmiştir.

Daha sonraki bölümde görüleceği üzere, esasen işçilik üretkenliğinde de tempolu bir gelişme elde edilmiş olmasına rağmen üretimdeki dalgalanmaya paralel olarak ortaya çıkan ölü zamanların fazlalığı nedeniyle elde edilen gelişmeler yıllık üretkenlik değerine yansımamış, ancak son yıl içinde tüm potansiyel ortaya çıkmıştır.

TAHTA ÜRETKENLİĞİNDEKİ ARTIŞIN NEDENLERİ

Tahta üretkenliğini artırmak için yapılan çalışmaların temelinde sağduyu ve basit mantıksal değerlendirme yatmaktadır. Müşteriler ile yapılan görüşmeler sonucu dizaynda yapılan değişiklikler ile ambalaj m²'leri artırılmıştır.

Son dört yıl içinde meydana gelen gelişme Tablo 5'de yer almaktadır.

TABLO 5 : Ambalaj tiplerindeki gelişmeler

	1984		1985		1986		1987(10 ay)	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Tam Kapalı	31373	52.3	26972	57.4	14837	40.3	7887	16.0
Kafes	26639	44.4	15467	32.9	17068	46.2	26226	53.1
End-Cap	2020	3.3	4553	9.7	5033	13.6	15231	30.9
Toplam	60032	100	46992	100	36938	100	40344	100
Sandık Ağırlığı (ton/ad)	0.95		1.11		1.29		1.49	
Tahta Kullanımı (dm ³ /ton)	168		143		129		98	
Y.Dışı Satış (ton)	53136		53012		39638		74500	

Zaman içinde tam kapalı sandıktan kafes sandığa ve kafes sandıktan end-cap ambalaja kayış açık bir şekilde Tablo 5'de ifadesini bulmaktadır. Aynı zamanda sandık ağırlıklarındaki artış da % 50'ye yakın olmuştur.

Bu değerlerden hareket edildiğinde 1984 ve 1987 yılları karşılaştırılacak olursa yurt dışı satışlar % 70'e yakın artmış olmasına rağmen üretilen sandık adedi hemen hemen aynı seviyede kalmıştır. Ayrıca ton başına 70 dm³ daha az tahta kullanılmıştır. Bugünkü değerler ile bu, yılda 1.241 Milyar TL tasarrufa eşdeğer olmaktadır. Diğer bir deyişle bu tasarruf camda % 2.5 verim artışına eşdeğerdir.

İŞÇİLİK ÜRETKENLİĞİNDEKİ ARTIŞIN NEDENLERİ

Float tesisinde ambalajlanan cam hem miktar hem de ebat yönünden büyüktür. Üretimin hızı vardiyada 140-150 ton camın ambalajlanabilir olmasını gerektirmektedir. Üretime geçilen günden bu yana üretimi ve bunun yanı sıra işçilik üretkenliğini artırmak ve iş güvenliğini geliştirmek amacıyla ambalajlama metotları üzerindeki çalışmalara kesintisiz devam edilmiştir.

Bugüne kadar uygulanan metotlar 5 ana grupta toplanabilir:

1. Elle ambalaj
2. Hat sonunda camın plaka plaka elle sandık içine konulması ve keserle yatay çakma
3. Hat sonunda camın otomatik olarak plaka plaka sandık içine konulması ve dikey çakma
4. Hattan alınan kağıtlı camın paket halinde liftrak ile sandık içine konulması ve dikey çakma
5. Ambalajlamada yatar kalkar masanın yardımı ile keser yerine çivi tabancasının kullanılması

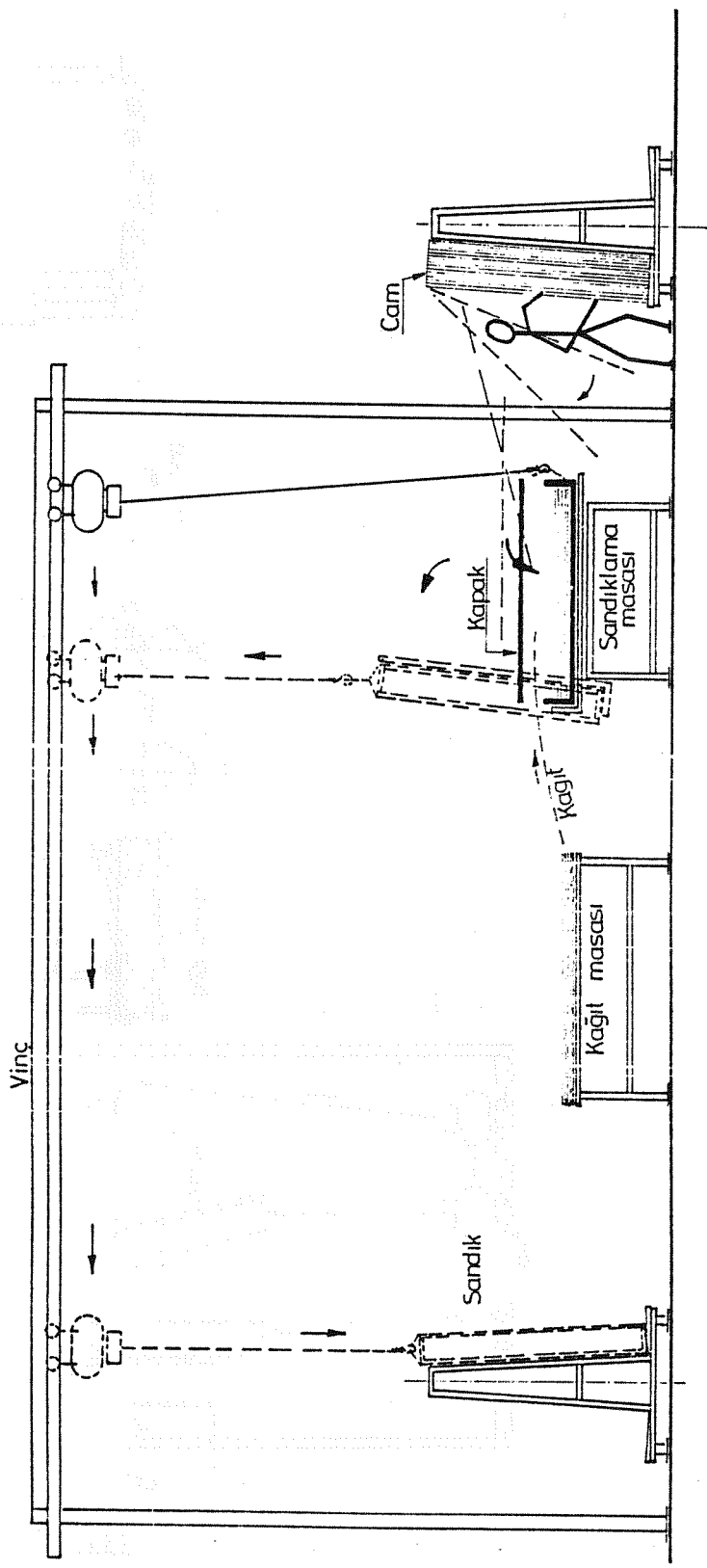
1. Elle Ambalaj (Şekil 1)

Bu yöntemde cam bloku ambalaj dairesine kağıtsız getirilmekte ve burada plakalar kağıtlanarak sandık içine teker teker konulmaktadır. Özellikle büyük ebatlarda ambalajlama temposu çok yavaşlamakta, iş kazası riski artmaktadır. Çalışma genellikle iki kişilik ekipler halinde sürdürülmektedir.

2. Hat Sonunda Camın Plaka Plaka Elle Sandık İçine Konulması (Şekil 2)

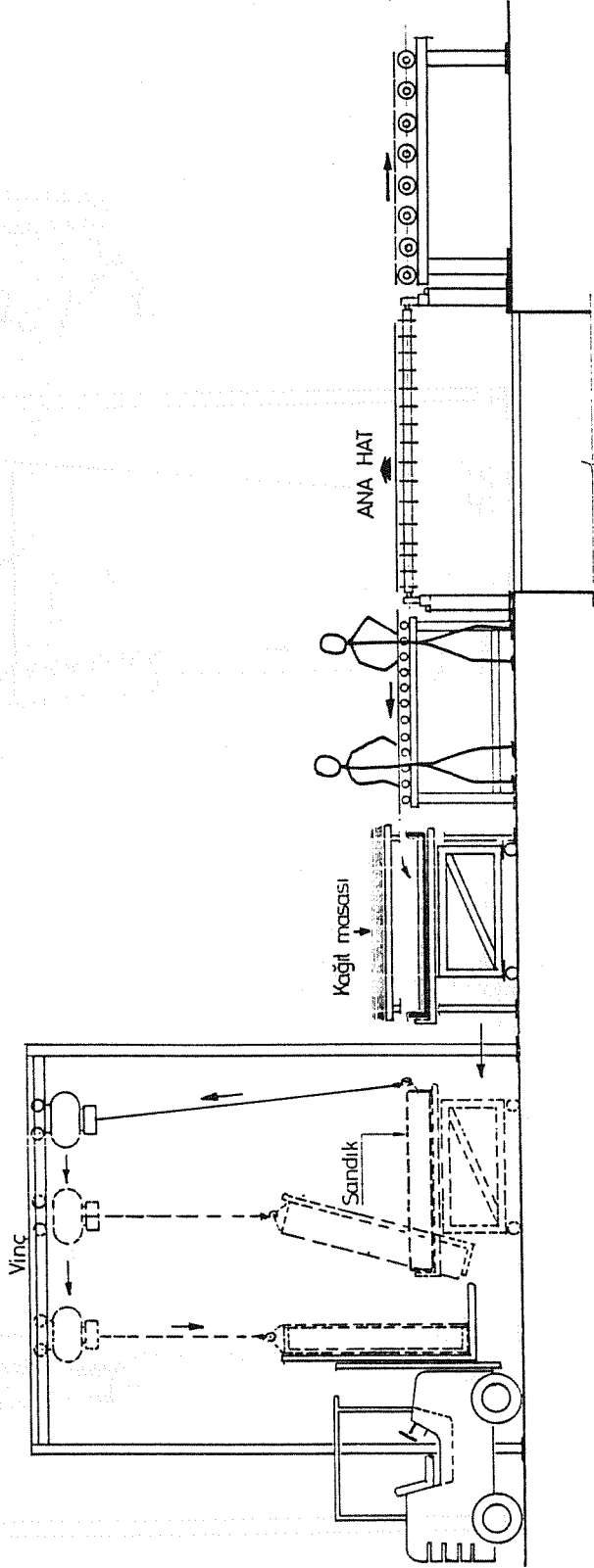
Bu yöntemde cam ana kesme hattı sonundaki numune alma

ELLE AMBALAJ



Şekil : 1

HAT SONU YATAY SANDIKLAMA



Şekil : 2

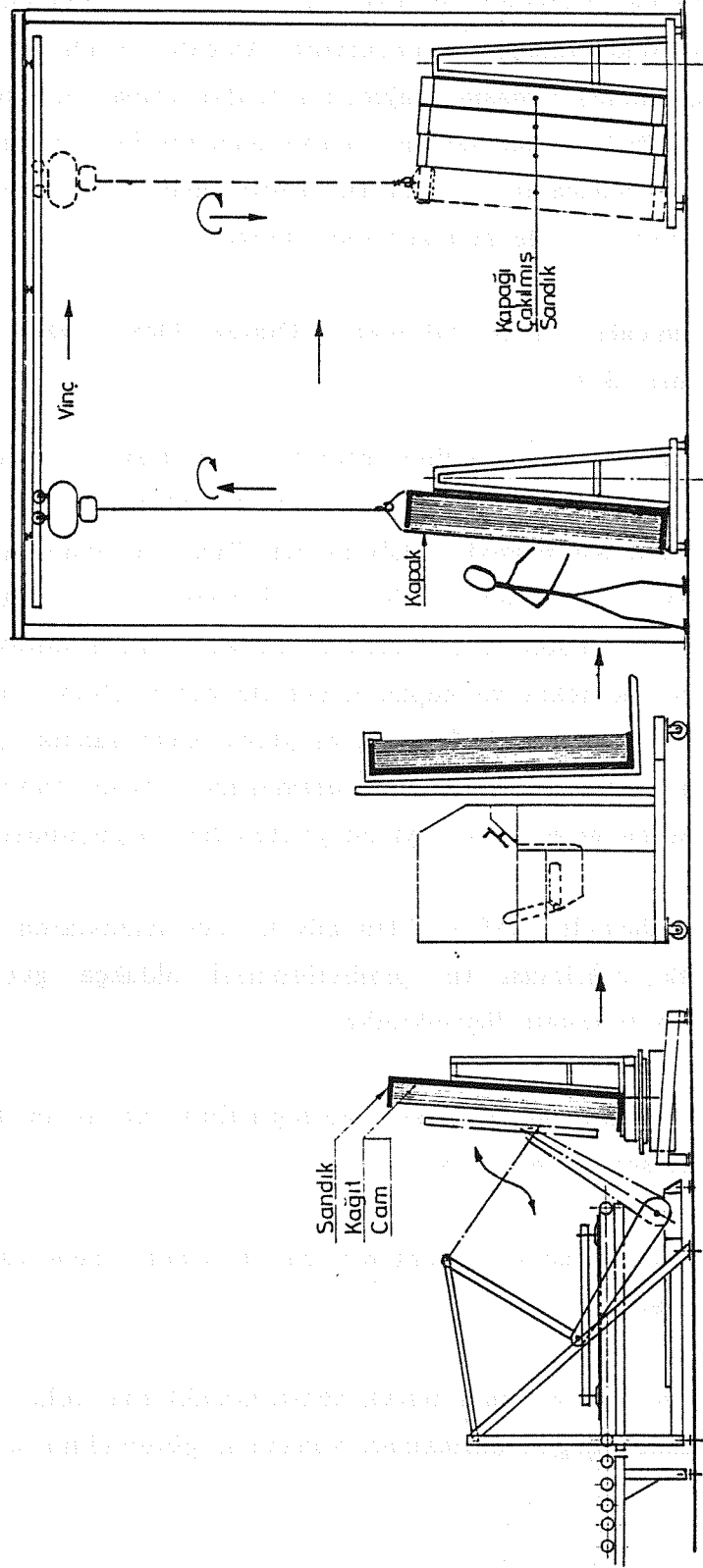
masalarından yararlanarak yatay bir şekilde 4 elemanla bir cam, bir kağıt şeklinde sandığa konmaktadır. Ambalajlamada % 350 üretkenlik artışı sağlanmış olmasına rağmen ambalaj arabası üzerindeki yaklaşık 1.5 ton ağırlığındaki sandığın insan gücüyle 8-10 m uzaklaştırılması işi yavaşlatmaktadır. Bu metotla üretim hacmini artırmak çok sayıda ekibin kurulması ile mümkün olabilmektedir.

3. Hat Sonunda Camın Otomatik Olarak Plaka Plaka Sandık İçine Konulması (Şekil 3)

Kesme hattına ilave edilen otomatik kağıtlama makinalı Bystronic kesme sistemi ile kağıtlı camın otomatik olarak plaka halinde sandık içine konulması mümkün olabilmektedir. Bunu sağlayabilmek için sandık dizaynında bazı değişikliklere gidilmiştir. Bu yöntemde kapağı çakılmamış sandıklı cam ambalaj dairesine götürülerek orada düşey olarak istiflenmekte ve kapak keser ile düşey olarak çakılmaktadır. Bu yöntem camın kağıtlanması ve plaka plaka sandık içine konulması açısından üretim miktarının artmasına imkan tanımıştır. Ancak aşağıdaki nedenlerden dolayı bu yöntemden vazgeçilmiştir.

1. Cam yüksekliği 190 cm'den büyük olan sandıklarda kapağın düşey olarak çakılması ve çemberlenmesi oldukça güç olmakta ve üretim temposu düşmektedir.
2. Boş sandığın hat sehpasına yerleştirilme zamanının uzun olması ve bunun sonucu hattın sıkışması.
3. Sandıktaki küçük bir hatanın camın sandık içine yerleştirilmesini engellemesi.
4. Metrekaresi az olan büyük ebatlı sandıklarda dolu sandığın sehpa üzerinde dengeli durmaması sonucu iş güvenliğinin azalması.

HATTA DIKEY SANDIKLAMA



Şekil : 3

4. Hattan Alınan Kağıtlı Camın Paket Halinde Lifttrak ile Sandık İçine Konulması ve Dikey Çakma

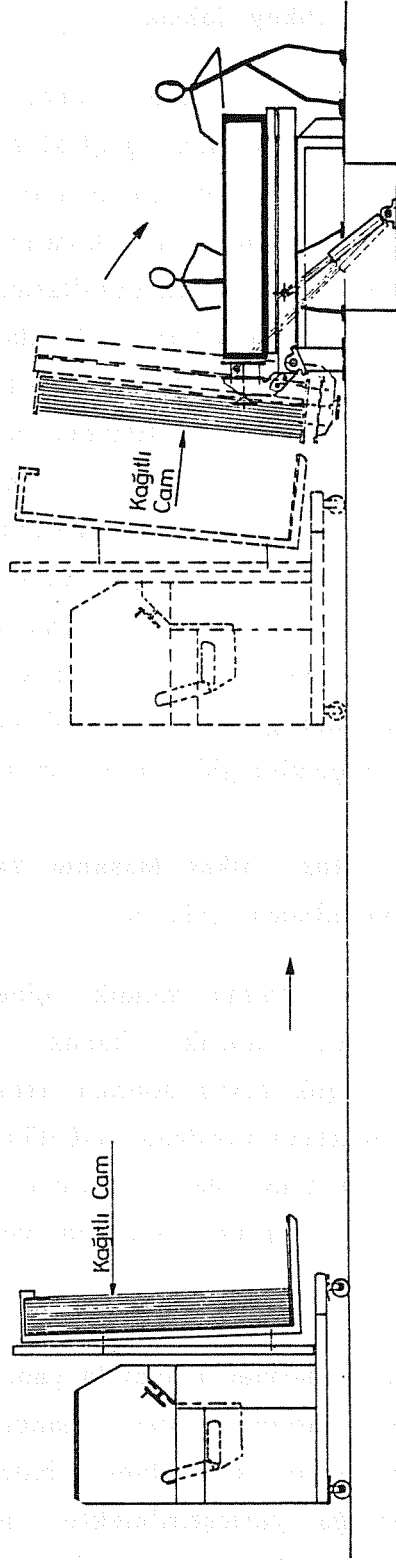
Kağıtlı camın plaka plaka sandık içine otomatik olarak yerleştirilmesinde karşılaşılan güçlükler yeni yöntem arayışlarını gündeme getirmiştir. Yapılan çalışmalar ve denemeler sonucu kağıtlı camın paket halinde sandık içine konulması imkanı yaratılmıştır. Bu sonuca ulaşabilmek için lifttrak çatallarının kalınlığı ve boyu gözönüne alınarak sandık dizaynında bazı tadilatlar yapılmıştır. Bu yöntemde cam ana hat üzerinde otomatik veya elle kağıtlanmakta ve istenilen iç adede ulaşılmaya da paket lifttrak yardımı ile ambalaj dairesine götürülüp dikey olarak yerleştirilmiş boş sandık içine olduğu gibi yerleştirilmektedir. Bu yöntemde, gerektiğinde stoktan cam olarak ambalajlamada boş zaman oluşması önlenmekte ve az işçilikle daha emniyetli şekilde cam sandık içine konulmaktadır. Boş sandıkların hat kenarına götürülmemesi ile de dağınıklık önlenmiş olmaktadır. Ancak, cam dolu sandığa kapağın düşey olarak çakılması ile büyük ebatlarda söz konusu olan güçlükler giderilmiş olmamaktadır.

5. Ambalajlamada Yatar Kalkar Masanın Yardımıyla Keser Yerine Çivi Tabancasının Kullanılması (Şekil 4)

Bu aşamaya kadar camın sandık içine konulmasında karşılaşılan sorunlar çözülmüş, ancak kapak çakmada istenilen hıza ulaşamamıştır. Soğuk tamir sonrası artan yurt dışı taleplere cevap verebilmek için mutlaka vardiyada 140-150 ton ambalajlama temposuna ulaşılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmıştır. Mevcut yöntemin devamı halinde tek çözüm istasyon ve ekip sayısının artırılması olmaktadır.

Söz konusu darboğazı gidermek amacıyla yeni metot arayışlarına gidilerek yatar kalkar masanın yardımıyla çivi tabancasının kullanılması aşamasına ulaşılmıştır. Bu yöntemde cam bloku hidrolik yatar kalkar masanın üzerindeki boş sandığa yerleştirilmekte, masa 90° indirilerek yatay pozisyona getirilmekte ve böylece kapak çakma ve çemperleme yatay

HATTAN ALINAN KAĞITLI CAMIN
YATAR KALKAR MASADA AMBALAJI



Şekil : 4

olarak yapılmaktadır. Çivilemenin ve çemberlemenin yatay yapılması sonucu cam ebadı ne olursa olsun işlem süresi birbirine yakın değerlere indirgenmiştir. Ayrıca yatay çivileme ile havalı çivi tabancasının emniyetli kullanılması da sağlanmış olmaktadır. Sonuçta bu yöntem ile dört kişilik bir ekip, vardiyada 60 sandığa varan ambalajlama seviyesine çıkabilmiştir. Diğer taraftan kullanılan çivilerin yivli olması sandık metrekarelerinin artırılmasında da yardımcı olmuş, camın stoğa alınmada doğrudan sandık içine konulabilmesi ile % 0.3 mertebesinde stoklama ve handling kırıkları azaltılmıştır.

Ambalajlamada sandık dizaynı ve çalışma yönteminde yapılan değişiklikler sonucu işçilik üretkenliğinde elde edilen sonuçlar Tablo 6'da özetlenmiştir.

Bu gelişmeler sonucu üç yıl içinde aynı kadro ile % 70'lere varan üretim artışı elde edilmiştir.

TABLO 6 : Farklı yöntemlere göre ambalajlamada işçilik üretkenlikleri (sandık adedi/adam-vardiya)

Yöntem	Dolgu Malzemesi	Mak.Ebadı (321x210)	Split Ebat (210x160)	Özel Ebat
1. Elle Ambalajlama	Tahta talaşı	2 adet	5.5 adet	3 adet
2. Hat sonunda camın yatay olarak elle sandık içine konulması	Talaş	7 adet	-	-
3. Camın hatta otomatik olarak sandık içine konulması ve keserle dikey çakma	Styropor	9 adet	11 adet	12 adet
4. Hattan gelen blok camın lifttrakla sandık içine konulması ve dikey çakma		9 adet	11 adet	12 adet
5. Çakımın yatar kalkar masada çivi tabancasıyla yapılması	Styropor	15 adet	15 adet	-

SONUÇ

Üretkenlik artışı, meydana getirdiği reel gelişme sonucu şirket karlılığının artması yanı sıra rekabet gücünü de yükseltmektedir. Üretkenliğini artıran firmalar gerek girdi fiyatları gerekse mamul fiyatları açısından pazarda meydana gelebilecek olumsuz gelişmeleri daha az sarsıntı ile karşılayabilmektedir.

Ambalaj maliyetlerinin azalması bu yönden büyük önem taşımaktadır. Ambalaj olgusunun dinamik yapısı gereği sürekli bir değişme ve gelişme söz konusudur. Bildirinin kaleme alındığı günlerde dolgu maddesi olarak styropor yerine sıkıştırılmış süngerin kullanılması aşamasına geçilmiştir. Hedef bir iki yıl içinde kafesten end-cap'e geçişi artırmak ve tablolarda çıplak cam sevkiyatının yer almasını sağlamaktır.

OTOMATİK İMALAT MAKİNALARININ MİKROİŞLEMCİ İLE MODERNİZASYONU NETİCESİ ARIZALARDA DURUŞLARIN MİNİMUMA İNDİRİLMESİ, MAKİNA HASARLARININ ÖNLENMESİ

Ali ÖZABACI
Teknik Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Otomatik imalat makinelerinde kumanda ve ayar sistemlerinin modernize edilmesi arıza yapma olasılığını azaltacak, ayar imkanlarını artıracak ve randımanların artmasını sağlayacaktır. Bu bildiriye Japon NEG firması ile teknik anlaşma neticesi tesis edilmiş otomatik pres makinasının kumanda sistemi hakkında bilgi verilmiş, daha sonra da bu çok iyi örnek vasıtası ile özellikle pres makinelerinin mikro işlemci ile donanımı neticesi neler yapılabileceği, kazanılan tecrübelerle anlatılmaya çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Çağımızda teknoloji son derece hızlı gelişmektedir. Mikro işlemcilerin sanayi alanında otomatik kontrol uygulamalarında kullanılması ile programlanabilir kontrol cihazları geliştirilmiş ve eski kumanda sistemlerinin yerini almaya başlamıştır. Programlanabilir kontrol cihazları mevcut röleli sistemlere nazaran, büyük kapasitelerine rağmen çok az yer kaplarlar, montajları çok kolaydır, arıza yapma ihtimalleri çok çok azdır. Kumanda şemasının değiştirilmesi çok basittir. Birbirini takip eden işlemleri çok süratli bir şekilde yapabilirler, tehlike durumunda önlemler alır, operatörü uyarırlar.

Programlanabilir kontrol cihazları için sahadan bilgi alan elemanların bazıları röleli kontrol sistemlerinin elemanları ile aynıdır. Ayrık (Discrete) bilgi sinyali olarak yaklaşım şalterleri, sınır şalterleri, basınç şalterleri, termostatlar kullanılır. Bir ünite tarafından üretilen

sayısal sinyallerde bilgi sinyali olabilir. Bunlara sıcaklık, basınç gibi zamana bağlı olarak değişen büyüklükleri ölçen cihazların sinyalleri ilave edilebilir. Bu sinyaller analog giriş bilgi sinyalidir. Ayrık çıkış elemanı olarak selonoid valfler, kontaktörler kullanılır, analog çıkış sinyalleri ise servo mekanizmalar için gereklidir. Sayısal çıkış sinyalleri ise dijital ışıklı göstergede kullanılır. Programlanabilir kontrol cihazı kendi hafızasındaki kumanda şemasına bakarak giriş elemanlarının durumlarını da kontrol ederek çıkış sinyallerini düzenler. Röleli kontrol sistemlerindeki işlemleri yerine getirmekle yükümlü röle, zamanlayıcı ve sayıcı gibi devre elemanları yerine sadece programlanabilir kontrol cihazı kullanılır.

2. NP-10 OTOMATİK PRES

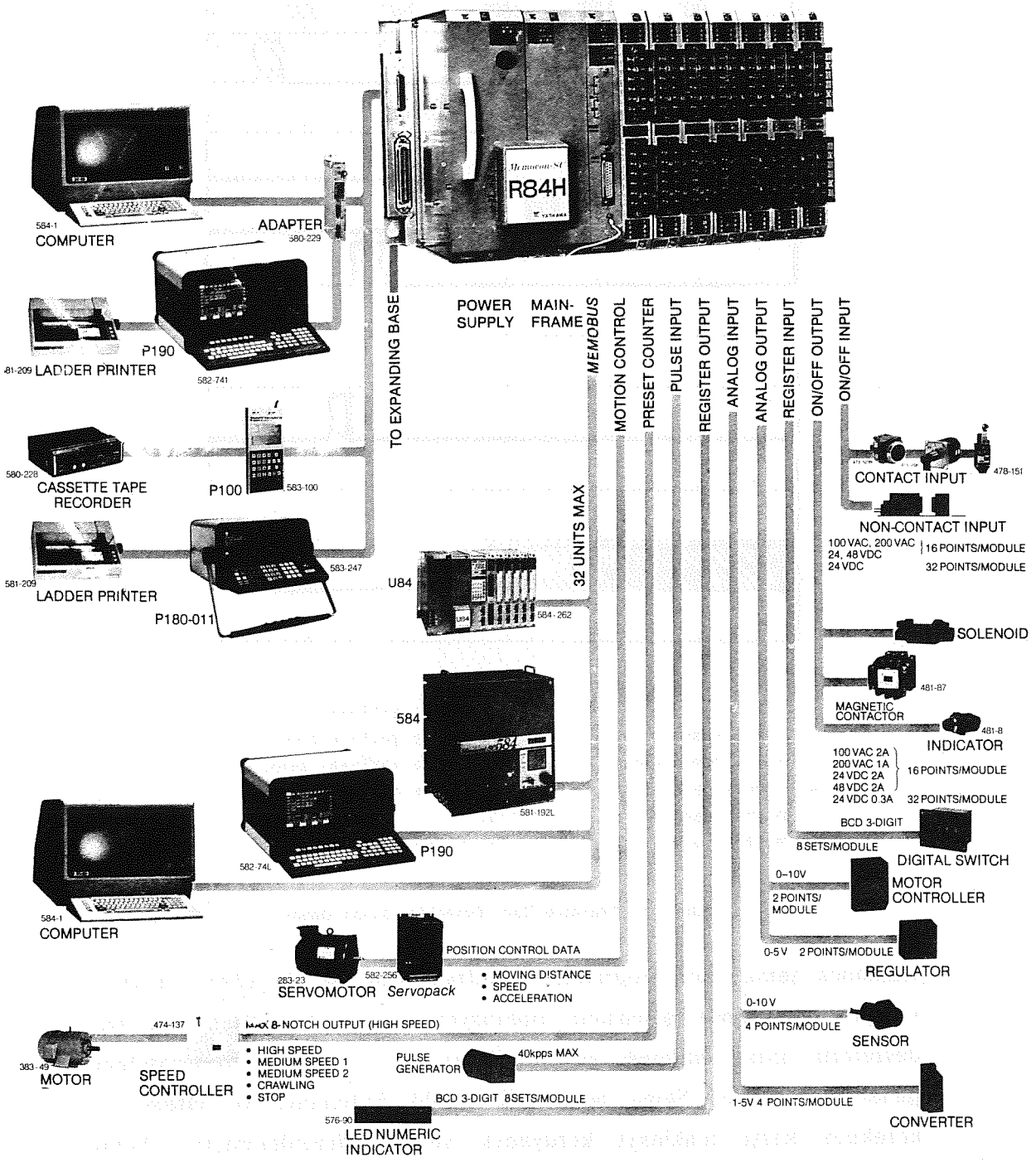
Makina on kalıplıdır. Döndürme mekanizması pnömatiktir. Presleme ve feeder mekanizması hidroliktir. Bir periyotta istasyonlarda şu işlemler yapılmaktadır.

1. istasyon : Damla yükleme
2. " : Presleme
3. " : Makas yarısı yakma
- 4,5,6,7. " : Mamul soğutma
8. " : Mamul alma
- 9,10. " : El ile mamul alma

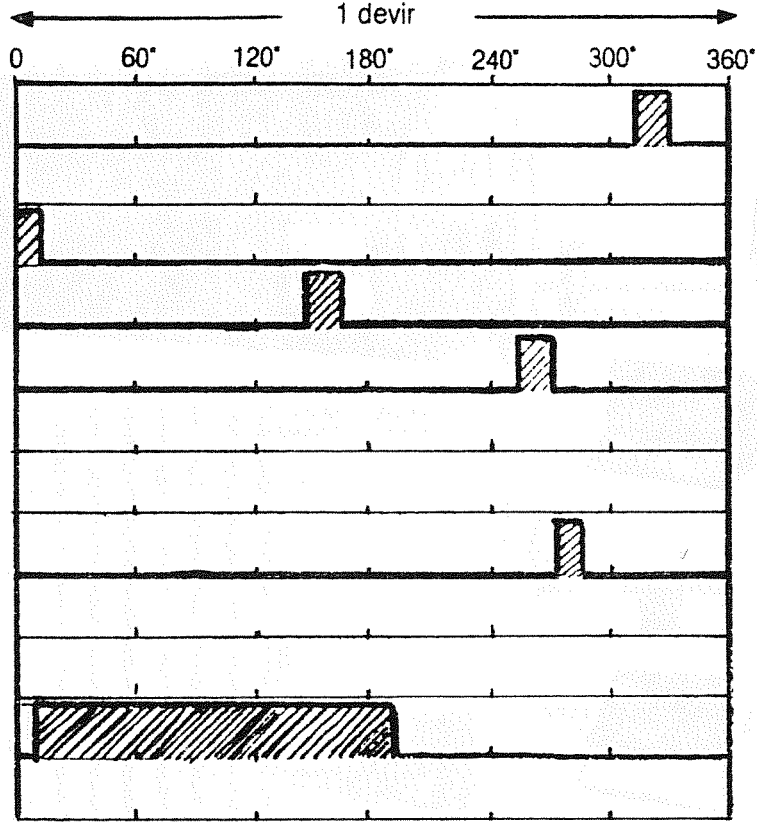
Sistem 254 words CMOS RAM bellekli 256 ayrık giriş ve çıkış sinyali ile 32 sayısal giriş ve çıkış sinyali ihtiva eden bir programlanabilir kontrol cihazı ile yönetilir (Resim 1).

Sistemde senkronizasyon, plancer mekanizmasının hareketine göre düzenlenir. Mekanizmanın kumanda motorunun hızı bir inverter vasıtası ile ayarlanır. Mekanizma motorunun şaft üzerinde bulunan bir transmitter (encoder) motor hızını algılar. Algılanan sinyaller, sayısal sinyaller üreten variable cam timer'da değerlendirilir.

R84H - The Heart of a Total Control System to Build Effective FA / FMS



Plancer kamının bir turu bir periyottur. Periyodun genişliği motorun hızına bağlıdır. Bu periyot içinde variable cam timer'dan 16 değişik kam sinyali alınabilir (Şekil 1).

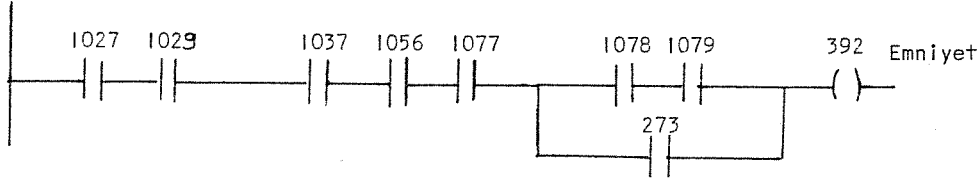


- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1. | 7. Kalıp yağlama ileri |
| 2. Damla kesme | 8. Kalıp yağlama pompası |
| 3. Artık damla kesme | 9. Yakma makinası senk. |
| 4. Indeks pals | 10. Damla ağırlığı sinyali |
| 5. Mastör aşağı | 11. |
| 6. Mastör yukarı | 12. Füzyon oluşu aşağı |

Şekil : 1 "Variable Cam Timer"dan alınan palslar

Kumanda şeması bir programlama ünitesi aracılığı ile kasetli teypten yüklenir. Kumanda şemasının operasyon sırasında incelenmesi, bazı devrelerin iptal edilmesi ya da ilavesi için ayrı bir programlama paneli mevcuttur. Şema her türlü yanlış kullanıma ve istem dışı harekete karşı makineyi koruyacak şekilde düzenlenmiştir. Yanlış

operasyon makinaya zarar veriyorsa makina alarm verir ve hemen durur (Şekil 2).



- 1027: Döndürme mekanizma pimi üst konumda
- 1029: Döndürme mekanizması geri konumda
- 1037: Makas yarası yakma beki geri konumda
- 1056: Mastör geri konumda (emniyet)
- 1077: Take out periyodunu tamamladı
- 1078: Take out makina tarafı kolu geri konumda
- 1079: Take out yakma makinası tarafı kolu geri konumda
- 392: Emniyet palsı

Şekil : 2 Emniyet palsi devresi

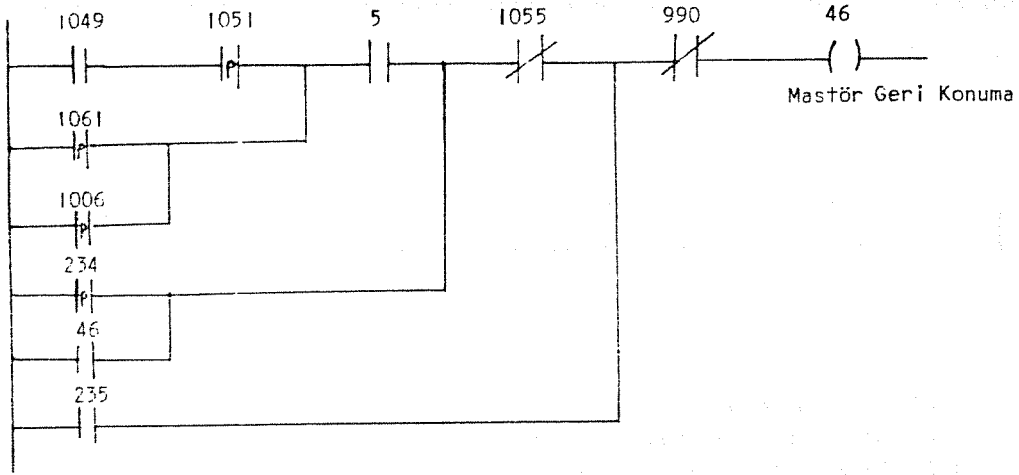
Tablanın hareket etmesi için tablaya dikey hareket eden bütün kollar (mastör, T/0, yakma beki, sabitleme pimi) tabladan ayrılıp geri konumlarında olmalıdır. Eğer herhangi biri tabla üzerinde makinaya hasar verecek konumda ise makina hareket etmez, alarm vererek stop eder.

Mastörün kalıp içinde kalma süresini operatör pano üzerinde bulunan bir digital timer ile ayarlayabilir. Operatör bu süreyi tablanın hareket etme anını geçecek kadar uzun ayarlamışsa, mastör belirli bir emniyet süresinden sonra otomatik olarak kalkar (Şekil 3).

Elektrik kesilmelerinde ya da voltaj dalgalanmalarında makina hemen durur. Mastör yukarı kalkar.

Mastörün preslemesi için,

- a) Tablanın hareket etmemesi
- b) Daha önce bu kalıpta take-out'un mamulü almamalık yapmaması,



- 1006: Mastör üst konuma palsı
 1051: Acil olarak mastör üst konuma
 1055: Mastör geri konumda
 1061: Mastörün kalıp içinde kalma süresi bitimi
 5: Otomatik çalışma

Şekil : 3 Mastörün geri konuma gelmesi

lazımdır. Aksi halde presleme gerçekleşmez.

3. SİSTEM MODERNİZASYONU

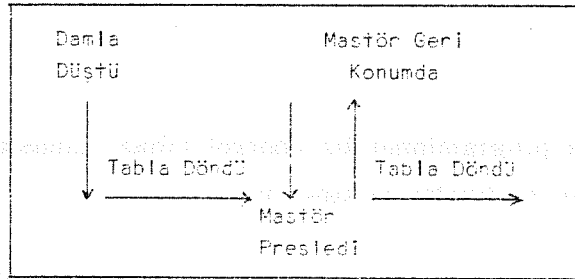
Özellikle, elektrik mühendisleri ve imalatçı makina mühendisleri tarafından bir grup oluşturulmalıdır. Daha sonra sistemin tamamen değiştirilip yenilenmesi mi, ya da kısmen alınacak emniyet önlemleri mi, sorularının cevabı verilmelidir. Böyle bir işlem iyi bir ekip çalışması gerektirir. Takip edilecek yolu 5 aşamaya ayırabiliriz.

a) Birbiri ardına yapılan hareketlerin diyagramını çıkarmak, bilgi alınacak noktaları saptamak

Önce senkronizasyon için nereden sinyal alınacağı saptanmalıdır. Bunun için en uygun plancer mekanizmasıdır. Çünkü hareketi direkt olarak damlanın şekil almasını sağlar. Tahrik motoru mili üzerinden

alınacak sinyaller bir variable cam timer tarafından değerlendirilerek bir periyotta istenen zamanlarda çıkış palsları alınarak makina ile senkronize olması istenen diğer makineler ve bantlar için işletme sinyalleri alınabilir.

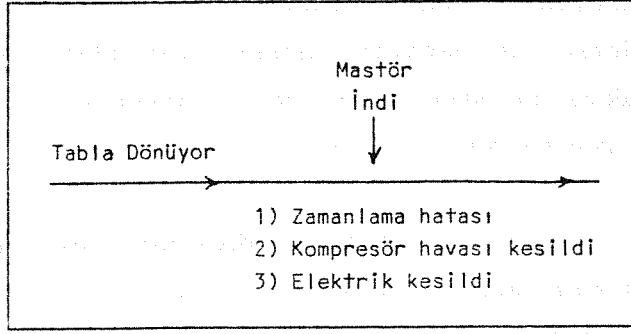
Birbiri ardına yapılan hareketlerin diyagramı kumanda şemasının temelini oluşturacaktır. Arızalara sebebiyet veren istem dışı hareketlerin önlenmesi için devreye ilave edilecek kilitlerin saptanmasına, hareketlerin başlangıç ve bitimini tarifleyecek giriş bilgi elemanlarının yerleştirilmesine, selonoid valf, kontaktör gibi çıkış elemanlarının ihtiyaç yerlerinin tespitine gerek vardır. Sistem böyle bir ünite tarafından kumanda edilecek gibi dizaynedilmediği için bilgi elemanlarının ve çıkış elemanlarının bir çoğu makina üzerinde olmayacaktır. Bu aşamada elemanlar çalışma şartlarına göre seçilmelidir. Nasıl montaj edilebileceği önceden hesaplanmalıdır. Tesisi mümkün olmayan bir elemana bel bağlamak büyük problemler çıkarabilir (Şekil 4).



Şekil : 4 Pres makinasında birbirini takip eden ana hareketler

b) İstem dışı hareketleri tespit etmek

Bu aşamada makina kurulduğundan beri yaptığı arızaları, ayar sistemlerindeki eksiklikler ve kumanda sisteminin aksaklıkları çıkarılır. Nedenleri araştırılır. Arızaların hangi aşamada olabileceği bulunduktan sonra diyagramlara işlenir (Şekil 5).



Şekil : 5 İstem dışı hareketlerin diyagramlara işlenmesi

Daha sonra makinanın hangi durumlarda durdurulması gerektiği, ne zaman ikaz vermesi gerektiği tespit edilir. Gerekli görüldüğü takdirde yeni bilgi elemanları ilave edilebilir.

c) Diyagramlardan elektrik şemalarının çıkarılması

Birbiri ardına devam eden hareketler incelendikten, yeni bilgi elemanları ve çıkış elemanları yerleştirildikten sonra elektrik şemaları çizilir. Ayar imkanlarının artırılması için gerekli yerlere zamanlayıcı ilave edilir. Tespit edilen arızalara göre kilitlemeler yapılır.

d) Şemalara göre programlanabilir kontrol cihazı kapasitesinin belirlenmesi ve maliyetin hesaplanması

Kullanılacak ayırık, sayısal ve analog giriş bilgi ve çıkış sinyali adedi belli olmuştur. Bu sonuçlara göre bir programlanabilir kontrol cihazı seçilir. Neticede maliyet çıkarılabilir. Bu aşamada projenin ekonomik olup olmadığı anlaşılır.

e) Montaj ve soğuk çalışma

Öncelikle ilavelerle ilgili montaj resimleri çizilir. Bağlantı kutusu, tali pano ve ana pano yerleri tespit edilir. Kablo kanalları tespit edilir. Klemens şemaları çıkarılır. Her bağlantı noktası, her eleman numaralandırılır.

Montaj bir plan dahilinde adım adım yapılmalıdır. Önce elemanların montajı yapılır. Daha sonra kısım kısım bağlantılar yapılır. Bütün bağlantılar kontrol edilir. Cihaza program yüklenir. Bütün elemanların görevini yapıp yapmadığı tek tek kontrol edilir. Daha sonra soğuk çalışmaya geçilir. Bu aşamada öngörülen kilitleme devrelerinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir. Çıkan aksaklıklar yeniden gözden geçirilir. Devreye gerekli yeni ilaveler yapılır. Makina çalışmaya hazır hale gelmiştir.

4. SONUÇ

Bu çalışma sırasında çeşitli piyasa araştırmaları yapılmış, sonuçta birkaç günlük duruştan meydana gelen imalat kaybının yapılan masrafları karşıladığı görülmüştür. Burada hasar gören parçaların onarılması için gereken miktar dahi hesaba katılmamıştır. Doğal olarak montaj aşamasında makina 15 gün durabilir. Bu duruş diğer revizyonlarla aynı zamana denk gelirse zaman kaybı söz konusu olmaz.

CAM ÜRETİMİNDE KROMİT HATASININ MEYDANA GETİRDİĞİ ÜRETİM KAYIPLARI VE ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Dr. Eşref AYDIN

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

Ahmet DENİZ* - Tuncer AKMAN

Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam sanayiinde kromit hatasının ne derece riskli sonuçlar doğurduğu bu sanayi dalında çalışan hemen herkesce bilinmektedir. Çeşitli üretim birimlerinde, çeşitli nedenlerden kaynaklanan kromit hatasının doğurduğu üretim kaybı zaman zaman yaşanmış ve hatta özellikle geçmiş yıllarda hatanın nerelerden kaynaklandığını kesin olarak saptamak bile bazen mümkün olamamıştır. Bugün uygun plan ve program dahilinde ve ilgili servislerin işbirliği yapması suretiyle çalışıldığı takdirde, her türlü hata nedenlerini bulup çıkaracak ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlayacak yeterli teknik donanım ve bilgi düzeyine erişilmiştir.

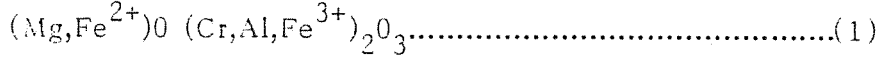
Örnek olarak 1987 yılı başlarında, Çayırova Cam San. A.Ş.'de görülen kromit kirlenmesi olayı ele alınmıştır. Hata nedenlerinden sadece biri olan gemi taşımacılığında kaynaklanan kromit hatasının kaynağı, Araştırma Merkezi ve Çayırova Cam San. A.Ş. ilgili bölümleri arasındaki sıkı işbirliği sonucunda, kısa sürede saptanmış ve gerekli önlemler alınabilmiştir.

GİRİŞ

Kromit kimya, metalurji ve refrakter sanayiinde kullanılan kromun tek kaynağı olan bir mineraldir. Yurdumuzda Karadeniz, Trakya ve İç Anadolu Bölgeleri hariç diğer bölgelerde farklı rezerv ve kaliteye sahip kromit cevherleri mevcuttur. Spinel grubu ($R^{2+}O$, $R^{2+}O_3$) minerallerinden olan kromit, ultrabazik kayalarda ve bunların alterasyonu ile meydana gelen serpantin kayalarında bulunmaktadır.

KROMİT MİNERALİNİN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Kromit, kübik kristal yapılı, yoğunluğu 4.5 - 5 gr/cm³, sertliği 5.5 metalik görünümlü siyah renkli bir mineral olup, genel olarak



şeklinde formüle edilebilir. Yine spinel grubunda yer alan manyetit (FeFe₂O₄) ile çok geniş izomorfik karışabilirlik özelliğine sahiptir. Kompozisyon çok geniş sınırlar içinde değişkendir. Doğada bulunan kromit minerali içerisinde Cr₂O₃'e ilaveten her zaman değişen miktarlarda MgO, FeO ve Al₂O₃ bulunur. Bu metal oksitlerin miktarları tüm cevherlerde farklılık gösterdiği gibi aynı cevher içerisinde de önemli ölçülerde değişir.

Örneğin:

	%
Cr ₂ O ₃	20-60
MgO	9-18
Al ₂ O ₃	10-32
FeO	12-26

Bir başka örnekte ise;

Cr ₂ O ₃	18-62
FeO	0-18
Fe ₂ O ₃	2-30
Al ₂ O ₃	10-32
MgO	9-18

Refrakter endüstrisinde yüksek Al₂O₃ ve MgO içerikli kromitler kullanılmaktadır. Kum içinde safsızlık olarak bulunan kromit, magnezyum ve alüminyumca zengin spinellerin atmosfer şartlarına karşı dayanıklı olmamasından dolayı genellikle daha az oranda MgO ve Al₂O₃ içermektedir. Bu fark, mamulde görülen kromitin ısıya dayanıklı

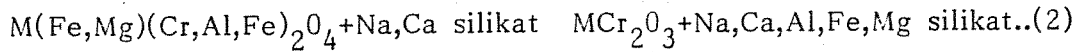
maddelerden mi, yoksa harmandan mı, geldiğinin ayırt edilebilmesini sağlar.

KROMİTİN CAM ÜRETİMİNDE KULLANIMI VE ERİYEBİLİRLİĞİ

Kromit, refrakter özelliği en yüksek olan minerallerden birisi olup, erime sıcaklığı 2045°C'dir. Belli tane iriliğinin altına (< 100 µ) olmak kaydıyla yeşil cam elde edilmesinde kullanılan renk verici bir hammaddedir. Herhangi bir nedenle iri kromit tanelerinin (> 200-250 µ) cam hammaddelerine karışması veya uygun tane iriliğinden dahi olsa kromit topaklanması meydana geldiği takdirde, üretimde önemli kayıplara neden olan "siyah taş" problemine sebep olmaktadır. Kromitin giderilmesi tüm diğer fırın hatalarına kıyasla, yüksek erime sıcaklığı nedeniyle uzun zaman almaktadır. Topaklanmanın hata nedeni olmaması için kromit harmana kuru iken ilave edilmeli ve harman rutubetlendirilmesi kuru karıştırmadan sonra yapılmalıdır

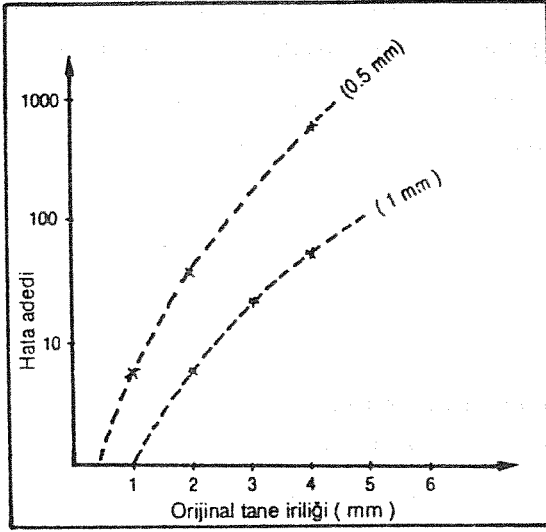
Kromit taneleri cam eriyiği içerisinde tane iriliği uygun ise yeşil renkli kromit oksite (Cr₂O₃) dönüşebilir. İri kromit tanelerinin sadece dış kısımları bu dönüşüme uğrar. Eskolait olarak bilinen Cr₂O₃ yeşil rengi ve kristalografik karakteriyle mikroskopta kolayca tanınır. Kromit büyük bir kimyasal dirence ve cam eriyiği içerisinde çok düşük çözünürlüğe sahiptir.

Kromitin camdaki reaksiyonu;



şeklinde olmaktadır.

Kromit taneleri yüksek sıcaklıklarda, parçalanarak çok sayıda hatanın meydana gelmesine neden olurlar. Kristalografik özelliğinden giderek teorik bir yaklaşım yapılacak olursa, 2 mm iriliğinde kübik yapılı bir kromit tanesi parçalandığında, 64 adet 0.5 mm veya 8 adet 1 mm iriliğinde kromit hatasının meydana gelebileceğini söylemek mümkündür.



Şekil : 1 Kübik yapıli tanelerin parçalandığıında meydana getirdiği 0.5 ve 1 mm. iriliğindeki hata adetleri

ÇAYIROVA CAM SANAYİİ DÜZCAM ÜRETİMİNDE KROMİT HATASININ GÖRÜLMESİ VE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Normal koşullarda, 1. ve 2. fırınlarda bulunan her makinadan, her vardiyada 5'er plaka cam taranmak suretiyle kromit hatası yoğunluğu tespit edilmektedir. 1. fırın için kromit yoğunluğu 0.01-0.02 adet/m², 2. fırın için ise 0.03-0.05 adet/m² seviyesinde bulunmaktadır. Bu kromit hatası miktarının, kumdan kaynaklandığı düşünölmektedir. Söz konusu miktar levha cam kalite durumunu etkilemediğinden, büyük ölçüde üretim kaybı yaratmamaktadır.

20.1.1987'de 2. fırın ve 23.1.1987'de 1. fırında kromit hatası seviyesinde normale göre bir artışın başladığı tespit edilmiş ve bu artışlar kısa sürede üretimi etkileyecek seviyeye gelmiştir.

1. ÜRETİM PROGRAMINDA ZORUNLU OLARAK YAPILAN DEĞİŞİKLİKLER

1.1. 1. Fırın

26-29.1.1988 tarih aralığında çoğunlukla sera camı üretimi ve iskarta değerlendirmesi yapılmıştır. Üretim kaybını kısmen

azaltmak amacı ile hata tolerans limitleri genişletilerek tane iriliği küçük 5-6 adet/plaka olacak şekilde ve olabildiğince seçerek iç piyasa ve bir kısım ihraç siparişlerinin üretimi sağlanmıştır. Ayrıca çekişi düşürerek hata yoğunluğunu azaltmak için 3 no'lu makine 28-30.1.1987 tarih aralığında durdurulmuştur.

1.2. 2. Fırın

24.1.1987 tarihinden itibaren tüm makinalar (9 makina) sera camı üretimine bağlanmış ve 30.1.1987 tarihine kadar bu şekilde üretim yapılmıştır. Bu tarihten itibaren hata tolerans limitleri genişletilerek tane iriliği küçük 5-6 adet/plaka olacak şekilde iç piyasa ve bir kısım ihraç siparişi üretimi sağlanmıştır. Bu arada 2 mm kalınlıkta ikinci kesimli cam üretimine ağırlık verilerek zayıfın asgariye çekilmesi yönüne gidilmiştir. Ayrıca çekişi düşürerek hata yoğunluğunu azaltmak için 9 no'lu makine 31.1.1987-2.2.1987 tarih aralığında, 1 no'lu makine 31.1.1987-3.2.1987 tarih aralığında durdurulmuştur.

2. HARMAN DAİRESİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Kromit hatasında artışın görülmesi ile birlikte şüphe soda üzerine teksif edilmiş, 49 delik/cm² (0.93 mm) olan elek telleri 100 delik/cm² (0.65 mm)'lik elek telleri ile değiştirilmiş ve hemen ardından torba soda kullanımına geçilmiştir. Bu safhada Araştırma Merkezi tarafından sodyum sülfat içinde kromit bulunmasıyla, soda elek telleri normale döndürülmüş ve sodyum sülfat kantar üstü siloları boşaltılmıştır. En son gelen sodyum sülfat partisi elle tartılarak sisteme verilmeye başlanmış ve 49 delik/cm² olan sülfat elek telleri 144 delik/cm² (0.5 mm) olarak değiştirilmiştir.

Bu arada Trakya Cam San. A.Ş.'den getirilen sodyum sülfat kullanımına geçilmiştir. Ayrıca tekrar dökme soda kullanılmaya başlanmıştır.

Gerek Çayırova stoklarından ve gerekse Teknik Cam San. A.Ş.'den gelen sodyum sülfat defalarca numunelenmiş Araştırma Merkezine gönderilmiştir. Araştırma Merkezinin bulgularında, sodyum sülfattaki kromitin kirlenme olmayıp, orijinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sodada ve sodyum sülfatta bu aşamaya kadar saptanan kromit tane büyüklüğünün 300 μ 'dan daha küçük olmaları nedeniyle, camda görülen ve iriliği 1.5 mm'ye kadar varan irilikteki kromit tanelerinin soda ve sodyum sülfattan kaynaklanamayacağı kanaatine varılmıştır. Bunun üzerine kumda tespit edilen kromitlerin tane büyüklüğü ve şekilleri camda görülen kromitlerle mukayese edilmiştir. Sonuçta kumdaki-kromitlerin tane büyüklüğü ve şekilleri ile camda görülenler arasında birilişki kurulmuş ve kumda mevcut kromitin çoğunlukla köşeli yapıya sahip olması nedeniyle kromit hatasının orijinden olmayıp kirlenme sonucu olduğu kanaatine varılmıştır. Zira orijin kaynaklı kromitlerin hepsi belli tane büyüklüğünde (max. 200 μ) ve yuvarlak şekilli olmaktadır.

Bu tespitten sonra kum elek telleri 100 delik/cm²'den 144 delik/cm²'ye değiştirilmiş ve temiz olabileceği düşünülen kum sisteme verilmiştir.

31.1.1987 tarihinde dune kumu boşaltmakta olan ÖZGÜR-1 gemisinin Ekim 1986 ayında konsantre kromit cevheri taşıdığı seyir defterinin incelenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun üzerine gemi Laboratuvar, Harman Dairesi ve Araştırma Merkezi ilgililerince kontrol edilmiştir. Gemi ambar omurga NPU profilleri üzerinden alınan numunelerde kromit teşhis edilmiştir. 15-17-24.1.1987 tarihlerinde Çayırova'ya kum getiren bu gemiye ait stoklar numunelenerek kromit teşhisi için Araştırma Merkezi'ne gönderilmiştir. Bu safhada yine hata yoğunluğunu azaltmak maksadıyla kum elek telleri 360 pirinç elek telleri ile değiştirilmiş, ancak bu teller çabuk yırtıldığından tekrar 144 delik/cm²'lik elek tellerine dönmüştür. 31.1.1987 tarihinde KASIM KAPTAN gemisi ile gelen kum kontrol edilmiş ve temiz olduğu saptandıktan sonra sisteme verilmiştir.

3. LABORATUVAR, KALİTE KONTROL VE ARAŞTIRMA MERKEZİ'NDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Kromit hatasındaki artışla birlikte kalite kontrol, hata kontrol ve sayımlarını 1. fırında çalışan her makineden her vardiyada, 2. fırında her krestte bir makine olmak şartı ile (3 adet makine) aynı şekilde birer plaka cam üzerindeki kromitli örnekleri alarak kromit tane büyüklüğü tespitini ve kantitatif olarak da normal koşullarda uygulanan her vardiyada, her makineden 5'er plaka cam üzerinde bulunan kromit hatalarını sayarak hata yoğunluğunu tespit etmiştir. Bu dönemde yapılan çalışma sonuçları da Şekil 2, 3 ve Ek tabloda verilmiştir.

Laboratuvar, her hammaddenin tartım noktalarından, ayrıca soda elek üstü ve elek altından numuneler alıp hazırlayarak Araştırma Merkezi'ne göndermiştir. Kromit hatasının kumdan kaynaklandığı ortaya çıkarıldıktan sonra kirli kum miktarını ortaya çıkaracak bir çalışmanın yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu noktadan itibaren Araştırma Merkezi ile olan işbirliği daha sıkı ve çalışmalar daha sistematik bir hale getirilmiştir. Söz konusu çalışmalar aşağıdaki başlıklarda toplanmıştır.

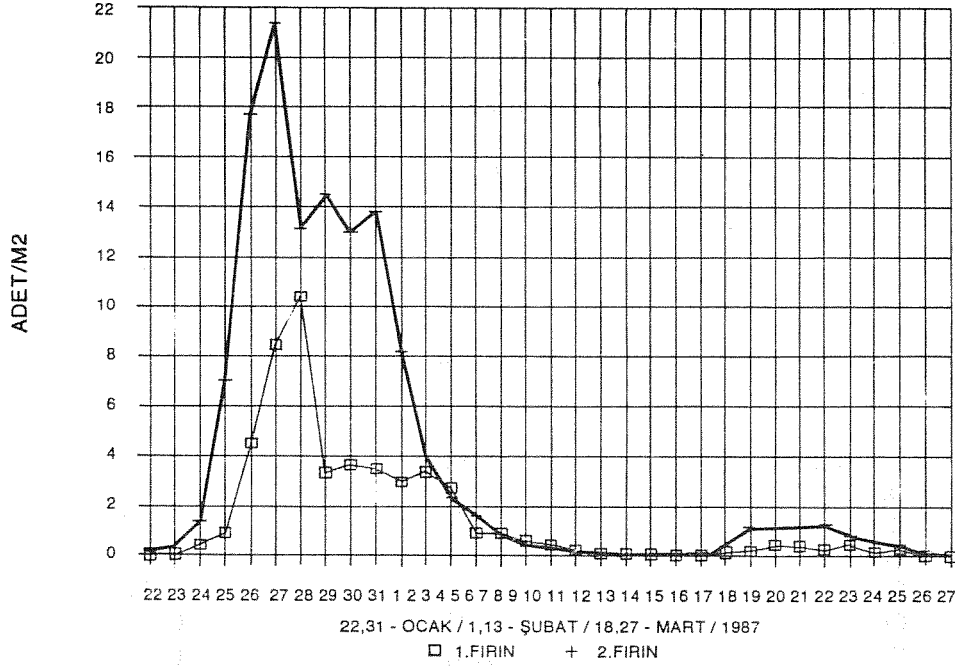
1. Camdaki kromit hatalarının tane büyüklüğü dağılımının tespiti,
2. Şüpheli kum stoklarının numunelenmesi,
3. Kum numunelerinin Laboratuvar'da hazırlanması,
4. Hazırlanmış numunelerin Araştırma Merkezi'nce incelenmesi.

3.1. Camdaki Kromit Hatalarının Tane Büyüklüğü Dağılımının Tespiti

Kalite Kontrol Bölümü tarafından toplanan kromit hatalı numunelerin içerdiği kromitlerin tane büyüklükleri mikroskopla ölçülmüş ve Şekil 3'deki histogram elde edilmiştir. Bu dağılım incelendiğinde, tane büyüklüğünün 1.5 mm'ye kadar uzanması,

FIRINLAR BAZINDA KROMİT YOĞUNLUĞU

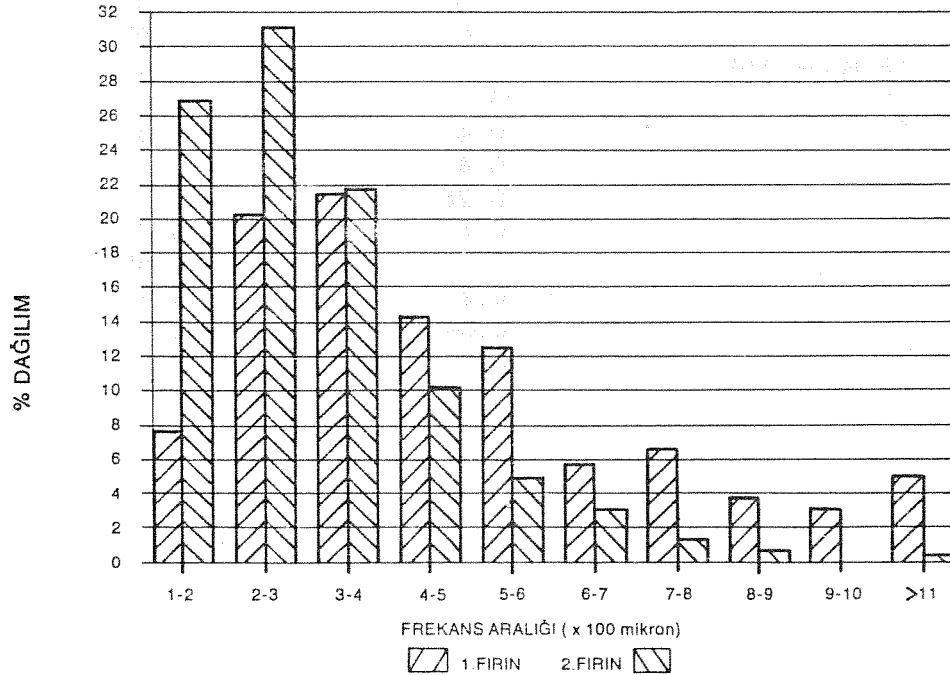
(KROMİTLİ DÖNEM)



ŞEKİL : 2

CAMDA KROMİT TANE İRİLİĞİ DAĞILIMI

(KROMİTLİ DÖNEM)



ŞEKİL : 3

KROMİTLİ DÖNEMDE, FIRINLAR BAZINDA KROMİT YOĞUNLUĞU
(ADET/m²)

TARİH	I. FIRIN	2. FIRIN
22 Ocak 1987	0.0	0.24
23	0.02	0.26
24	0.42	1.33
25	0.92	7.02
26	4.48	17.69
27	8.47	21.40
28	10.40	13.12
29	3.33	14.52
30	3.65	13.02
31	3.50	13.85
01 Şubat 1987	2.95	8.20
02	3.36	4.05
03	2.72	2.38
04	0.97	1.62
05	0.91	0.90
06	0.60	0.46
07	0.47	0.35
08	0.22	0.21
09	0.12	0.14
10	0.11	0.10
11	0.06	0.09
12	0.02	0.07
13	0.01	0.03
18 Mart 1987	0.11	0.40
19	0.20	1.10
20	0.43	1.20
21	0.40	1.16
22	0.28	1.21
23	0.44	0.79
24	0.17	0.59
25	0.20	0.48
26	0.04	0.17
27	0.0	0.09

birçok örnek çalışmalarından sonra, soda ve sodyum sülfatta 300 μ 'dan büyük taneye rastlanmaması, aksine kum örnekleri incelendiğinde, 1.5 mm büyüklükte tanelerin bulunması, camdaki tane şekillerinin kumdakilerle uyumlu olması, hatanın kumdan kaynaklandığını gösteren yeterli deliller olmaktadır.

3.2. Şüpheli Kum Stoklarının Numunelenmesi

Harman Dairesi'nce tarihleri ve yerleri bilinen kum stokları loder vasıtasıyla dış alana aktarılmış, bu aktarma sırasında her kepçeden numune alınarak 500-600 ton'luk bir stok 2 tonluk bir numune ile temsil edilmiştir. Alınan numune 430 μ elek açıklığından yaş olarak elenmiş, elek üstü hazırlanarak Araştırma Merkezi'ne gönderilmiştir. Bu numuneleme sırasında 2x3 cm ebadında topaklanmış bir kromit cevheri de bulunmuştur.

3.3. Kum Numunelerinin Çayırova Laboratuvarı'nda Hazırlanması

Başlangıçta Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda hazırlanan numuneler daha sonra hızlı bir tempo yaratmak ve Araştırma Merkezi'nin iş gücünü azaltmak maksadıyla Çayırova Laboratuvarı'nda hazırlanmaya başlanmıştır.

Bu maksatla yoğunluğu 2.96 gr/cm^3 olan 1,1, 2,2 tetrabromathan sıvısı kullanılmıştır.

Harman Dairesi'nden alınan 430 μ 'dan elenmiş (15-20 kg) numune kurutulup dörtlenererek 2 kg'a düşürüldükten sonra mıknatıs vasıtası ile demiri ayrılmıştır. Bu numune ağır sıvıya atılıp çöken kısım biriktirilip alınmış ve tekrar kurutulup demiri ayrıldıktan sonra kromit teşhis edilmek üzere Araştırma Merkezi'ne gönderilmiştir.

3.4. Hazırlanmış Numunelerin Araştırma Merkezi Tarafından İncelenmesi

(3.3)'de özetlendiği şekilde hazırlanan numuneler Araştırma Merkezi'nde tekrar manyetik seperasyona tabi tutularak EMP ile cm^2 'deki kromit sayısı, tane büyüklüğü ve şekli tespit edilmiştir.

Araştırma Merkezi tarafından hazırlanan kromit zenginleştirme hammaddelerdeki kromit seviyesi, tane büyüklük ve yuvarlaklıklarına ilişkin bilgi tablo, şema ve şekil olarak verilmiştir.

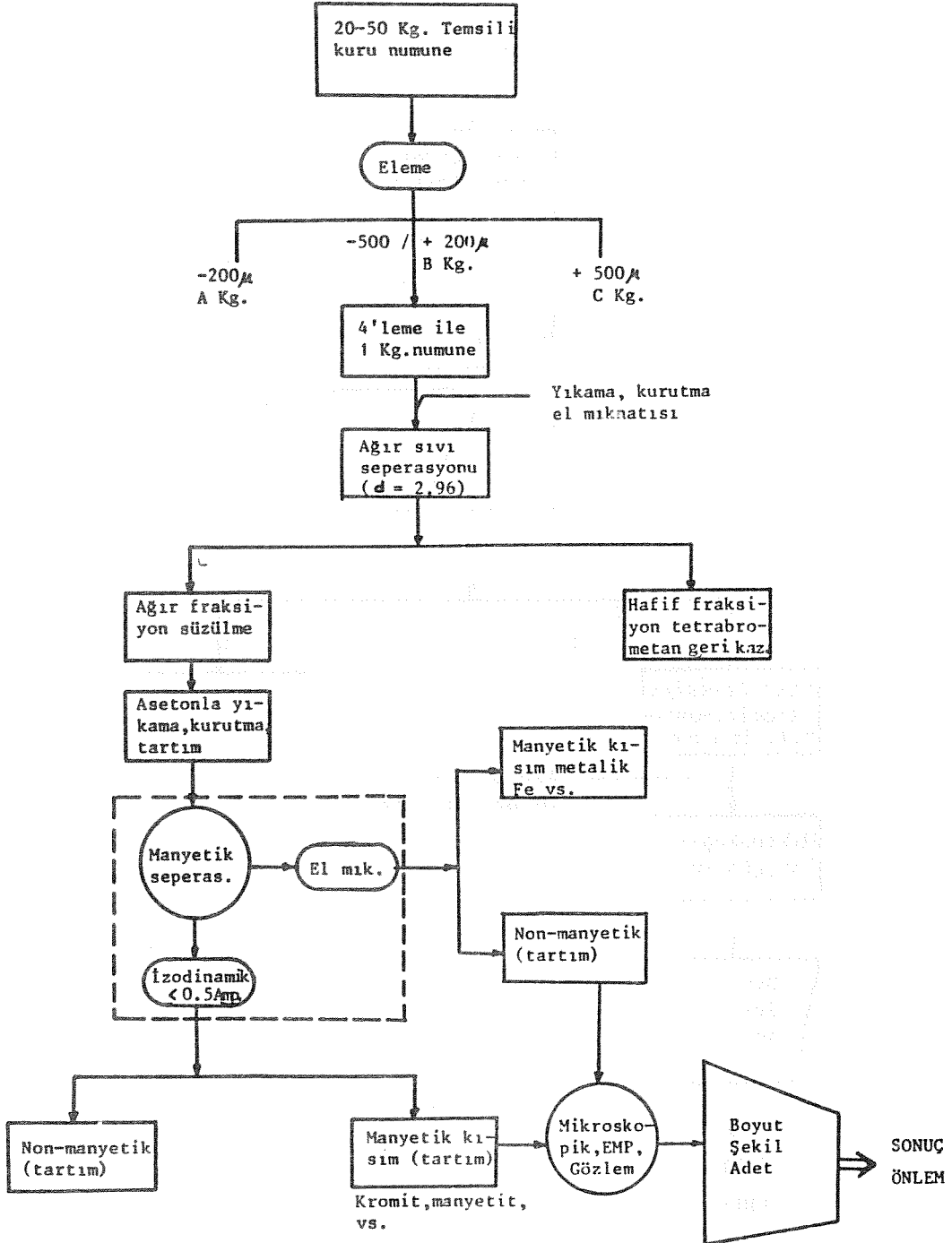
TABLO : I

HAMMADDE CİNSİ	Cr_2O_3 (PPM)	KROMİT TANE BÜYÜKLÜĞÜ ()
Düne kumu	8	< 200
Yalıköy kumu	5	< 200
Kalker	< 4	< 200
Dolomit	< 4	< 200
Na Sülfat	< 3	< 200
Feldspat	41	< 200
Alçıtaşı	< 1	< 200

4. KROMİTLE KİRLENEN KUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

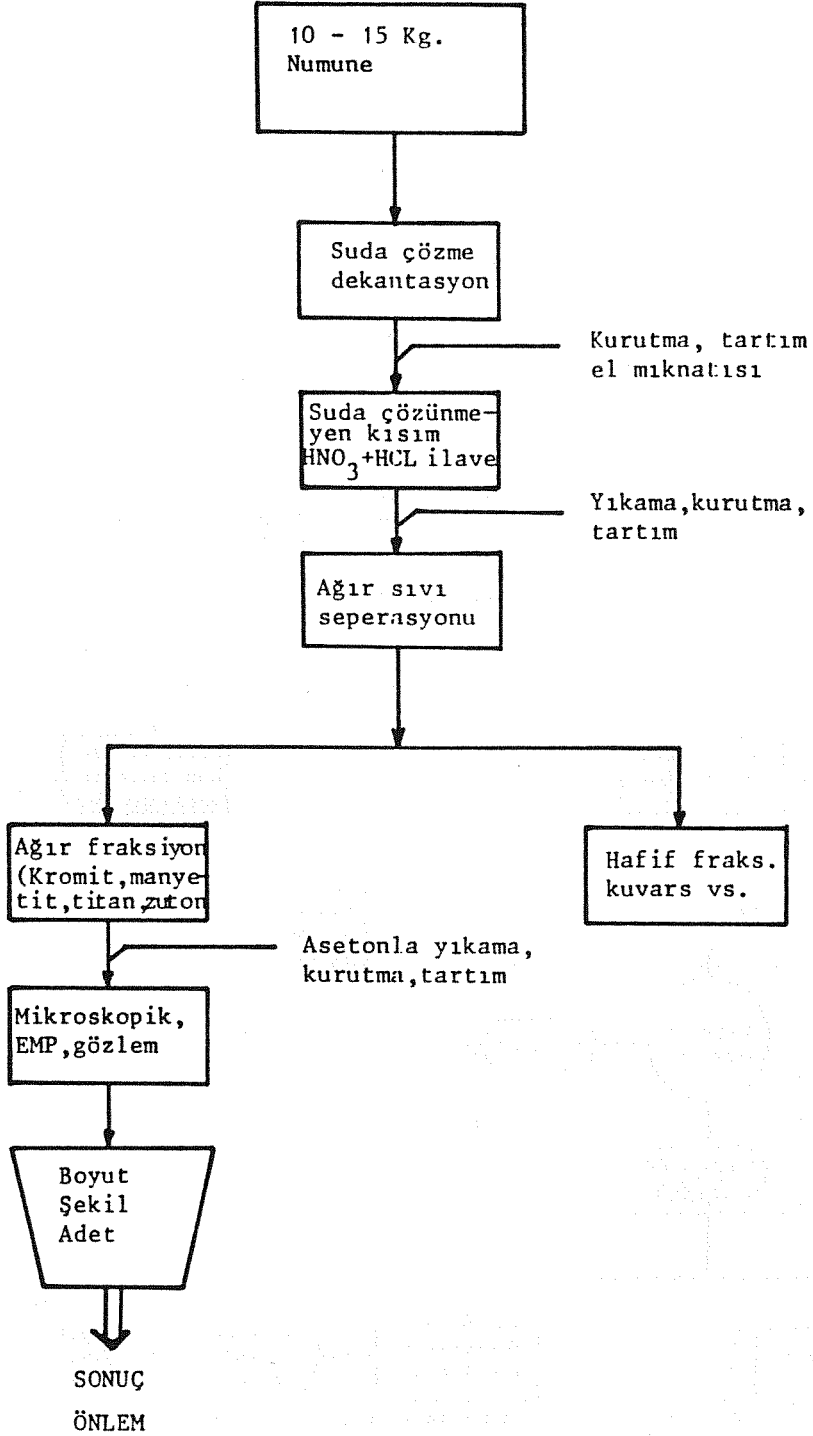
Kromitle kirlendiği tespit edilen ~ 8500 ton kum, Şirketimizde kurulan ilave bir tesisle kurutuculara sevk edilmiş ve kurutularak elenmesi suretiyle iri taneli kromitler elek üstünde tutulmuştur. Böylece belli miktarda temizlenen kum buzlu cam üretiminde kullanılmak suretiyle değerlendirilmiştir. Kromiti elemek amacıyla 100 delik/ cm^2 (600 μ) elek kullanılmıştır.

KUM VE FELDSPAT HAMMADDELERİNDE KROMİT ZENGİNLEŞTİRME

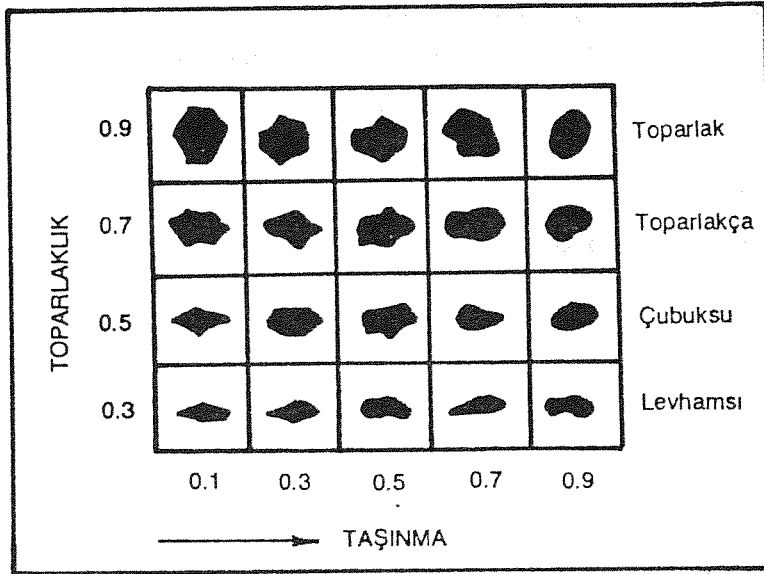


ŞEMA: 1

Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve Na_2SO_4 HAMMADDELERİNDE KROMİT ZENGİNLEŞTİRME



ŞEMA : 2



Şekil : 4

KROMİTLİ DÖNEMİN DÜZ CAM ÜRETİMİNDEKİ DURUMU (28 Gün)

Bu durum aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

PAZAR TÜRÜ	PROGRAMLANAN ÜRETİM (TON)	FİİLİ ÜRETİM (TON)	FARK (TON)
Sera Camı	513.0	2445.0	+ 1932.0
Yerli	2040.0	2280.0	+ 240.0
İhraç	4587.0	2302.0	- 2285.0
T O P L A M	7140.0	7020.0	- 113.0

Tablodan görüleceği üzere;

1. Sera camında olması gerekenden fazla üretimin 6 ay süre stokta kalacağı,
2. Dış pazarda ise fazla üretilen sera camı kadar dış pazar payının o dönem için kaybedildiği,
3. Toplam üretimde fark olarak gözükken 113 ton üretim noksanlığının kâr kaybı olarak dikkate alınması ve ayrıca tabloda yer almayan 8500 ton

kromitle kirlenmiş kumun ambar maliyeti, kullanma esnasında oluşacak fire, kullanılabilmesi için yapılan tesis maliyeti, kurutma masrafları gibi unsurlar da dikkate alındığında, önemli sayılacak meblağda kayıp ortaya çıktığı görülmektedir.

ALINABİLECEK ÖNLEMLER

1. Tüm hammaddelerin içerdiği kromit miktar (PPM), tane iriliği ve şekil olarak tespit edilmelidir.
2. Hammadde taşımacılığında kullanılan nakil araçları ile hata meydana getirecek yabancı maddeler taşınmaması sağlanmalıdır.
3. Kirlenmiş cam füzyonunda kromit tanelerinin erimesi, dibe çökmesi ve boyutlarının küçülmesini sağlamak amacıyla çekiş önemli ölçülerde azaltılmalıdır.
4. Çekilen hatalı camların kırılmasıyla oluşan cam kırıkları tekrar kullanılmamalıdır.
5. Kromitle kirlendiği tespit edilen herhangi bir hammaddenin kullanılması mümkünse durdurulmalıdır.
6. Muhtemel kromit hata kaynakları sürekli ve titiz bir şekilde gözetim ve kontrol altında tutulmalıdır.
7. Her türlü hata meydana getirecek kritik noktalarda çalışan personel konu ile ilgili olarak eğitilmelidir.

SONUÇ

Benzer olayların sanayi şirketlerimizde yaşanmaması için geçerli ve köklü tedbirlerin ilgililer tarafından alınması gerektiğine inanmaktayız.

Bu itibarla hammadde naklinin Şiše-Cam'a ait nakil araçları ile yapılması en uygun yol olarak görülmektedir. Bu yolun tercih edilmemesi halinde ise kum ve diğer hammaddelerin taşımacılığında kullanılan nakil araçlarının başka taşımacılıkta kullanılmaması yönünde tedbirlerin alınması için azami hassasiyetin gösterilmesi gerekmektedir.

Çalışmalarımızın başından sonuna kadar bizimle birlikte olup, örnek takım çalışması gösteren Araştırma Merkezi'nin tüm ilgililerine teşekkür ederiz.

YOĞUNLUK ÖLÇÜMLERİNİN CAM KOMPOZİSYONUNUN KONTROLUNDA KULLANILMA TEKNİKLERİ

Tahir CEBECİOĞLU

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam kompozisyonunun sabit tutulması yüksek verimli cam kap üretiminin kesintisiz sürdürülebilmesinin bir ön şartı olarak görülmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için kompozisyon sapmalarına işaret edecek basit ancak çok hassas bir testin düzenli olarak yapılması, önemli sapmalar oluştuğunda isabetli yorumların süratle yapılabilmesi ve düzeltici önlemlerin zamanında alınabilmesi gerekir. Bu amaca hizmet açısından bakıldığında yoğunluk tayinlerinin klasik kimyasal analizlere ve XRF analizlerine göre önemli avantajları görülmektedir. Çok hassas ve güvenilir bir test olan yoğunluk tayin testinde yegane hata kaynağı numunelerin geçirmiş oldukları ısıtma işlem farklılıklarıdır. Bu hata kaynağını önlemek için çeşitli numune alma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla fabrikamız laboratuvarında daha önce yapılmış olan deney sonuçlarından yararlanılmış, ilave olarak H.28.1 ve H.28.2 makinaları mamülleri değişik ısıtma işlemlerden geçirilerek bu işlemlerin yoğunluk testi sonuçlarına olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca, çeşitli literatür taramaları yapılmış ve aynı konuda daha önce yayımlanmış bilgiler derlenerek özet şekilde sunulmuştur.

KOMPOZİSYON KONTROLUNUN ÖNEMİ

Sürekli gelişen cam teknolojisi camın hammadde girişinden itibaren eritme, şekillendirme, tavlama ve diğer imalat safhalarında geçirdiği işlemleri daha karmaşık ve kontrolü zor bir hale getirmiştir. Yaygınlaşan proses kontrol yöntemleri kullanılarak her imalat çeşidi için en uygun çalışma parametreleri tespit edilmiş, çeşitli değişkenler sürekli gözlem ve kontrol altında tutularak hem yüksek kalite, hem de yüksek verimlilik sağlanabilmiştir. Proses dokümantasyon çalışmaları başlatılmış ve her

imalat çeşidi için uzun çalışmalar sonucunda tespit edilen optimum çalışma şartları derlenerek, gelecek çalışmalar için muhafaza edilmiştir. Ancak, eğer camın kendi bileşimi, yani kimyasal ve fiziksel özellikleri sabit tutulamaz ise, yapılan bu çalışmaların pratik bir değeri kalmayacaktır. Çünkü değişecek cam kompozisyonu ile birlikte birçok işletme değişkenleri daha önce tespit edilmiş optimum değerlerinden sapacak, yeni ve doğru değerlerin tespit edilmesi zaman ve enerji israfına yol açacaktır.

YOĞUNLUK-KOMPOZİSYON İLİŞKİSİ

Bir cam kütesinin yoğunluğu camın geçirmiş olduğu ısı işleme ve camın kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak değişir. Dolayısı ile aynı ısı işlemden geçirilmiş camlardaki yoğunluk farkı sadece kompozisyon farklılıklarından kaynaklanabilir. Yoğunluk ve kompozisyon arasındaki bu ilişkiye daha da önem kazandıran özellik, bir camın yoğunluğunun, ağırlığı hariç tutulursa, en kolay ve en hassas olarak ölçülebilen fiziksel özelliği olmasıdır. İki cam parçası arasındaki yoğunluk farkı ise çok daha hassas olarak ölçülebilmektedir.

YOĞUNLUK ÖLÇÜMLERİNİN KOMPOZİSYON KONTROLUNDA KULLANILMASI

Yoğunluk testleri kompozisyon değişmelerini süratle ve çok hassas olarak teşhis edebilmekle birlikte, sadece bir değişim olduğunu gösterir, değişimin kaynağı hakkında bir fikir vermez. Yani yoğunluk değerlerinden yola çıkarak kompozisyon değerlerine geçememekteyiz. Ancak bunun tersi mümkündür. Yani bir kompozisyon değişikliğinin yoğunluğa nasıl bir etki yapacağını sayısal olarak hesaplamak mümkündür.

Bu hesaplama deneysel olarak bulunan "Değişim faktörleri" yardımı ile olmaktadır (Tablo 1). Bu faktörler cam bünyesinde yer alan bütün

TABLO : 1 Soda-kireç-silika camlarında yoğunluk değişim faktörleri

OKSİD	Değişim faktörü, $\times 10^{-4}$
SiO ₂	-24
Al ₂ O ₃	+18
CaO	+106
MgO	+49
CaO.MgO	+82
BaO	+173
Na ₂ O	+48
K ₂ O	+28
B ₂ O ₃	-36
ZnO	+145
PbO	+192
Fe ₂ O ₃	+109
TiO ₂	+98
ZrO ₂	+142

oksitler için deneysel olarak hesaplanmışlardır ve % 2'ye kadar olan değişimlerde kullanılabilirler.

Örneğin, 100 kg bir cam kütesine 1 kg SiO₂ ilave edildiğinde bu cam kütesinin yoğunluğu 0.0024 g/cc azalmaktadır. Yine bir cam kütesinde % 1 SiO₂ yerine % 1 CaO geçtiğinde oluşacak yeni camın yoğunluğu, $0.0106 - (0.0024) = 0.0130$ g/cc artacaktır.

Dolayısı ile bir cam kompozisyon problemi oluştuğunda, yoğunluk testleri problemin kaynağı hakkında kesin bir bilgi verememekle birlikte, elde mevcut diğer işletme verilerinin (kantar kontrolleri, yazıcı kayıtlar, süratli hammadde analizleri, aynı hattan beslenen diğer

fırınların cam yoğunluk değerleri, vs.) sonuçları ile birleştirildiğinde hata kaynağı hakkında oldukça doğru ve güvenilir yorumlarda bulunma imkanı vermektedirler.

Burada değinilmesi gerekli olan husus, yoğunluk tayin testlerinin klasik kimyasal analizlerin veya XRF analizlerinin yerini almadığıdır. Yoğunluk tayin testleri işletme içinde, günlük olarak yapıldıklarından ve en ufak kompozisyon değişimlerine işaret edebilecek kadar hassas olduklarından, erken teşhiste çok yararlıdırlar. Diğer kimyasal veya fiziksel kompozisyon analizleri genellikle haftada bir kere yapıldıkları halde, yoğunluk tayinleri her gün, hatta her vardiyada bir veya iki kere yapılabilirler.

Yoğunluk tayin testleri kompozisyonda bir sapmaya işaret ederlerse, öncelikle sonuçtan emin olmak için test tekrarlanır. Tekrar edilen test

sonucunda kompozisyon farklılaşması kanıtlanırsa numuneler süratle XRF analizine gönderilmelidirler.

YOĞUNLUK TAYİN TESTLERİNDE NUMUNE ALMA YÖNTEMLERİ

Yoğunluk tayin testlerinde en önemli hata kaynağı, numunelerin daha önceki test numunelerine göre daha değişik bir ısı işlem geçirmiş olabilmeleridir. Camdaki iç gerilimler azaldıkça camın yoğunluğu önemli ölçüde artmaktadır. Bu nedenle teste alınacak numunelerin sürekli olarak aynı ısı işleminden geçirilmiş olmasının sağlanması gerekmektedir.

Cam literatüründe rastlanan numune alma yöntemleri başlıca üç başlık altında toplanmaktadır.

1. Fırın Çıkışından Numune Alınması

Bu yöntemde çalışma havuzundan alınan cam kütlesi kendi ağırlığıyla bir çubuk teşkil edecek şekilde şekillendirilir. Çubuğun soğutulması sabit debide verilecek bir hava ile sağlanır. Çubuğun orta kısımlarından çıkarılacak bir kesit numune olarak kullanılır. Numune kesitin çapının sürekli olarak sabit tutulması gerekir. Bunun için üzerinde uygun çaplı bir delik bulunan bir metal parçası kullanılabilir. Hassas olmakla beraber uygulanması zor bir yöntemdir.

2. Tavlama Fırını Çıkışından Numune Alınması

Bir fırına bağlı olarak çalışan en az iki, mümkünse daha fazla tavlama fırınından numune alınabilir. Numuneler her seferinde aynı bölgeden seçilmelidir. En kolay numune alma şeklidir.

3. Tavlama Fırını Çıkışından Alınacak Numunelerin Laboratuvar Elektrikli Fırınlarında Yeniden Tavlama ile Numune Alınması

En hassas sonuçları verecek numune alma şeklidir. Ancak zahmetli ve masraflı olduğu için nadiren kullanılır.

Fabrikamızda bugüne kadar sürmüş olan uygulama her fırın için iki adet olmak üzere tavlama fırınları çıkışından numune alma yöntemidir.

Uygun numune alma yönteminin tespitine ışık tutması için fabrikamız laboratuvar servisince 1987 yazında bir dizi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda A ve 1 no'lu fırınlarda tavlama fırını çıkışından alınan mamul ve damlalar önce oldukları gibi, sonra da laboratuvar elektrikli fırınında yeniden tavlansarak, yoğunlukları tespit edilmiştir (Şekil 1). Grafiklerin incelenmesinden de görülebileceği gibi, yeniden tavlansmış numunelerde günlük yoğunluk oynamalarının azalmış olmasına rağmen, tavlama fırını çıkışından alınan numunelerin sonuçları da kullanılabilir hassasiyettedir.

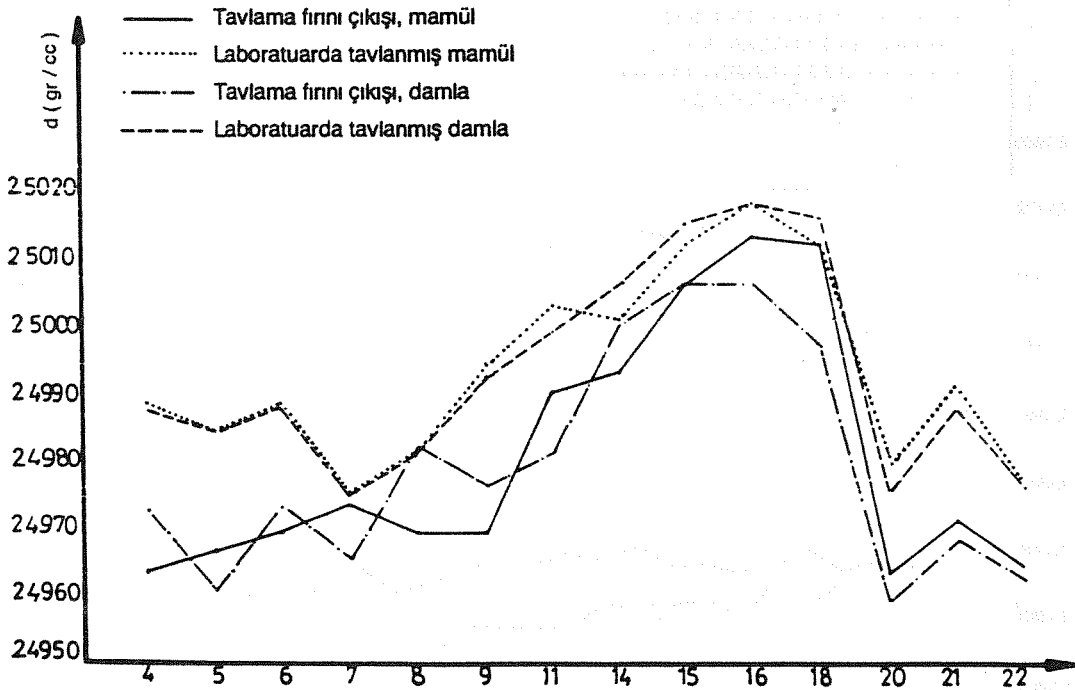
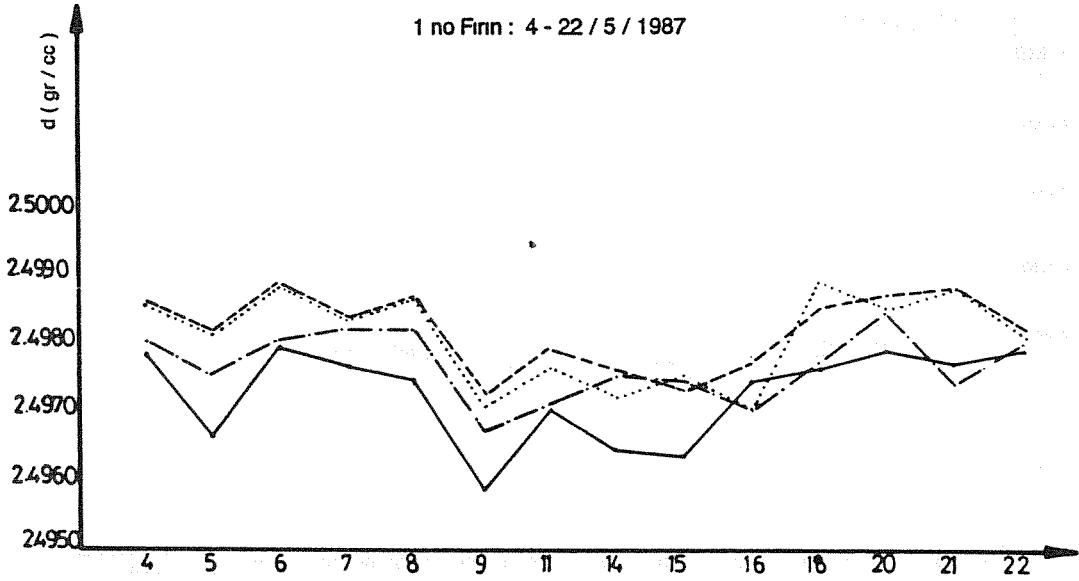
Aynı amaca yönelik bir diğer çalışma Kasım 1987'de yapılmıştır. Bu çalışma hiç tavlansmamış olan numunelerin de yoğunluk testinde kullanılabilirliği düşünülerek programlanmıştır.

Bu amaçla D fırını H.28.1 ve H.28.2 makinalarından dört değişik ısı işlem göreceğ şekilde aşağıdaki noktalardan numuneler alınmıştır.

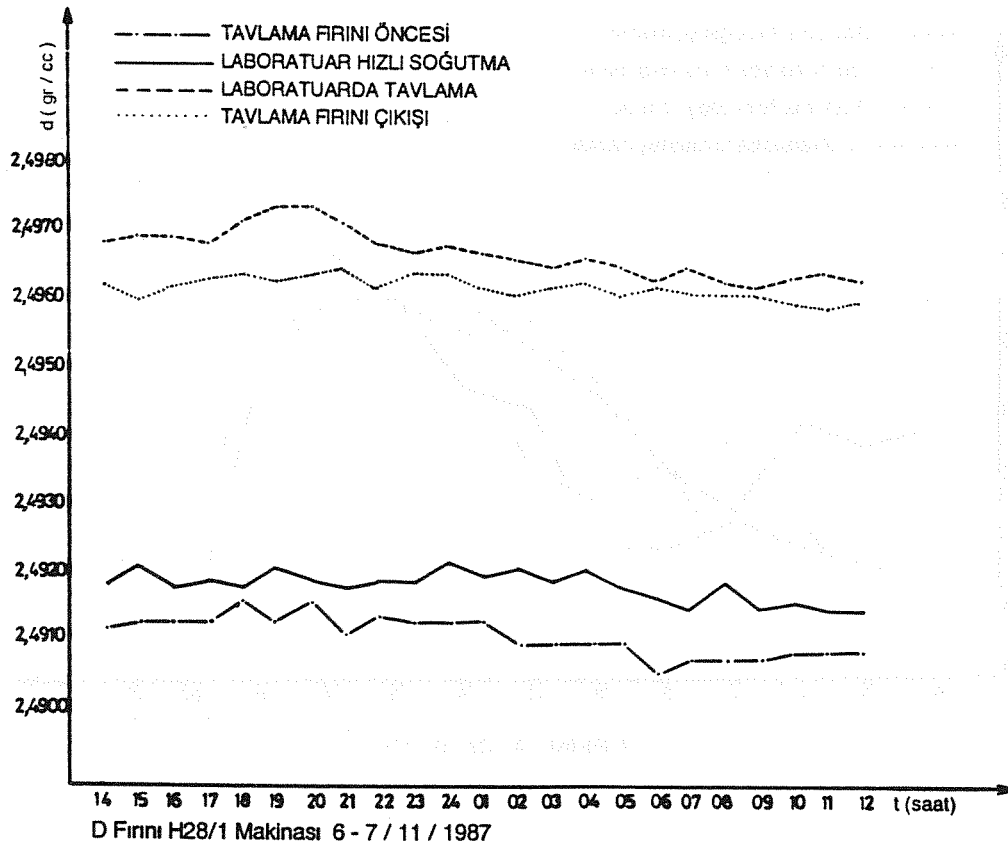
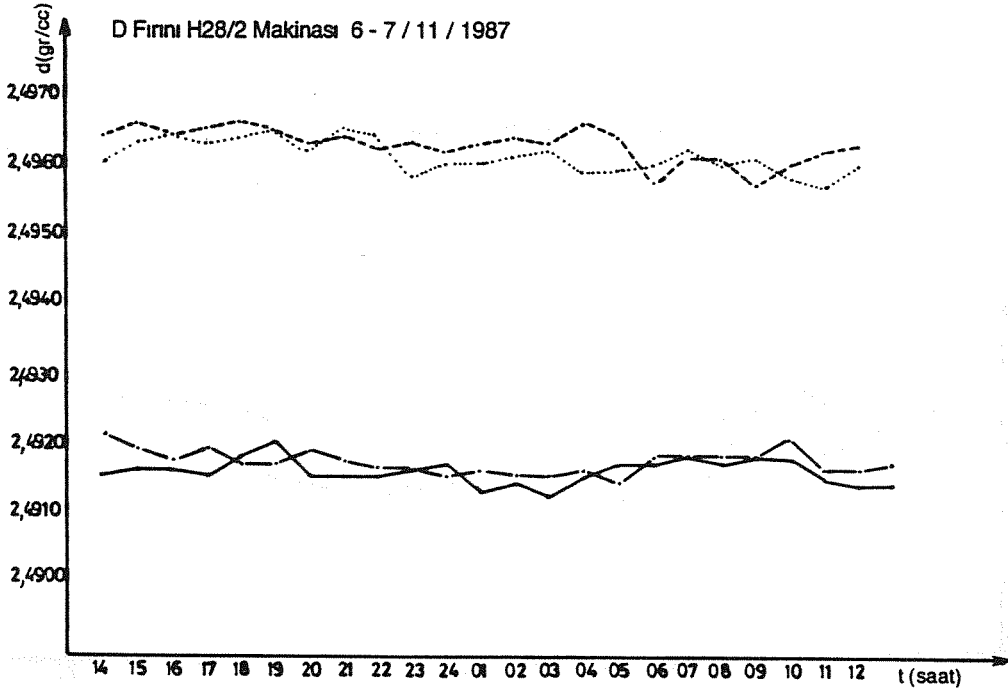
1. Tavlama fırını girişinden saatte bir olmak üzere 23 adet numune.
2. Tavlama fırını çıkışından saatte bir olmak üzere 23 adet numune.
3. Tavlama fırını çıkışından saatte bir alınan ve laboratuvarda annealing noktasına kadar ısıtıldıktan sonra hızlı soğumaya bırakılan 23 adet numune.
4. Tavlama fırını çıkışından saatte bir alınan ve laboratuvarda tekrar tavlansan 23 adet numune.

Alınan numunelerin yoğunluk tayin testleri yapılmış ve yoğunluk grafikleri çizilmiştir (Şekil 2).

Grafiklerin incelenmesinden de görülebileceği gibi, dört ısı işlem de tekrarlanabilir özelliği bakımından birbirine yakındır ve kompozisyon



A FIRINI : 4 - 22 / 5 / 1987



ŞEKİL : 2

kontrolü amacıyla kullanılabilirler. Kolay numune alımı sağladığı için tavlama fırını çıkışından numune alımı en ideal olanıdır. Ancak deneyler esnasında olmamış olsa dahi, bir tavlama fırınında oluşabilecek sıcaklık oynamalarının yanıltıcı sonuçlar doğuracağı kesindir.

Bunun için fabrikamızda yapılan günlük yoğunluk testlerinin tavlama fırınları çıkışından alınacak numunelerle yapılması, ancak yoğunluk değerlerinde bir sapma olduğu anda, o günkü numunelerin bir önceki gün alınmış olan numunelerle laboratuvarında birlikte tavlansak yeniden yoğunluğunun ölçülmesi en pratik ve güvenilir numune alma yöntemi olarak seçilmiştir.

KAYNAK

1. The Handbook of Glass Manufacture, Section 9, s. 557-565.

CAM HATALARININ SİSTEMATİK TAKİBİ

Dr. Eşref AYDIN

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

ÖZET

Kalite ve randıman düşmesine neden olan cam hataları üretim sırasında meydana gelen bazı değişiklikler sonucu ortaya çıkarlar. Her üretim türünde cam hataları mevcut olup, bazılarında üretim prosesine özgü hatalar da vardır.

Belli bir sistematik oluşturularak cam hataları takip edildiğinde üretimde meydana gelen değişikliklerin ne tür hatalara sebep olabileceğini tahmin etmek mümkün olabilir. Oluşturulacak sistematik takip metodunun, kesintisiz bir şekilde, hem problemsiz devrede, hem de problemlili süre içinde aynı anlayışla uygulanması gerekir. Bu şekilde sürekli bir bilgi birikimi sağlanacağı için problem anında panik olmayacaktır. Sürekli takip ile erken teşhisin mümkün olmasının yanında sağlıklı yorum yapmak ve hızlı çözüme ulaşmak da kolaylaşır.

Sistematik hata takibi yapılırken istatistiksel doğruluğu olan değerler elde etmek için belli aralıklarla, belirli miktarda mamul alınarak, hataların lokasyonları belirlendikten sonra, herhangi bir ayırım yapmadan (büyük, küçük) tüm hatalar toplanır. Gerekli tanımlamalar yapıldıktan sonra hatalar gruplanırlar. Günlük bazda yapılan bu tür belirlemeler ile mamulün "aylık karnesi" elde edilir.

1. GİRİŞ

Cam hatalarının tanımlanması ve karakterizasyonu ile ilgili olarak çok sayıda literatür mevcuttur. Hatanın tanımlanmasındaki temel amaç, giderilmeleri için alınacak önlemlere ışık tutmasıdır. Cam hataları, üretim sırasında bir veya birkaç nedenden dolayı ileri gelir. Hatalar yapılan değişiklik veya uygulamaların sonucu olarak, mamul üzerindeki kaliteyi olumsuz yönde etkileyen parmak izleridir. Parmak

izleri diye bahsederken bir anlamda rasyonel çözüme ulaşabilmek için sadece parmak izinin karakteristikleri yeterli değil, aynı zamanda olayın meydana gelişi ve seyrine ilişkin görgü tanıklarının düğümü çözücü bilgileri de gerekir. Bir başka deyişle, laboratuvar ve işletme arasındaki iletişim ve olaya beraber bakışları ve yorumlamaları en doğru yaklaşımdır.

Burada hataların ayrı ayrı özelliklerinin belirtilmesi yerine cam hatası kavramına genel bir bakış yapılacaktır.

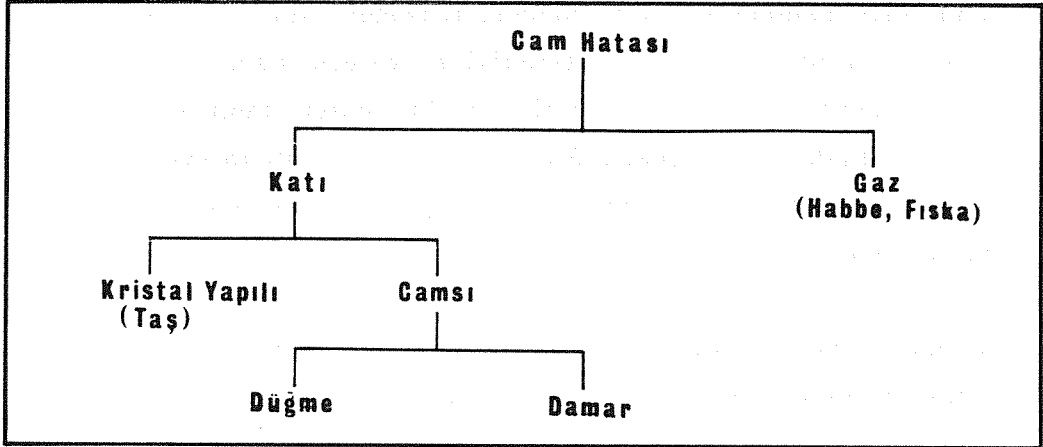
2. HATA TERMİNOLOJİSİ

Cam hatalarını birer birer tarif eden, ICG (International Commission on Glass) tarafından hazırlanan bir sözlük (Terminology of Defects in Glass) ve spesifik hatalar üzerinde çok sayıda literatür olmasına rağmen, halen bazı hatalar ile ilgili bir kavram kargaşası devam etmektedir.

Burada, cam hatalarının morfolojik özelliklerinden yararlanarak ve herkesin kolaylıkla kullanabileceği, ancak kendi içinde bilimsel bir yaklaşımı olan bir sınıflama üzerinde durulacaktır. Hataları, katı ve gaz içerikli olmak üzere iki genel gruba ayırmak mümkündür. Hatalar, içeriklerine göre kristal yapılı, düğme, damar ve habbe gibi alt başlıklar altında verilebilir (Şekil 1).

3. NUMUNELEME

Cam hataları itibariyle işletmede yaşanan bir problemi çözenin en önemli şartı karşılaştırmalı analiz yapabilmek için temsili ve sistematik numune alabilmektir. Doğru numune alınmadığı takdirde analizlerden hareketle alınabilecek önlemlerin yanlış sonuç vermesi mümkündür. Sistematik takip için aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir:

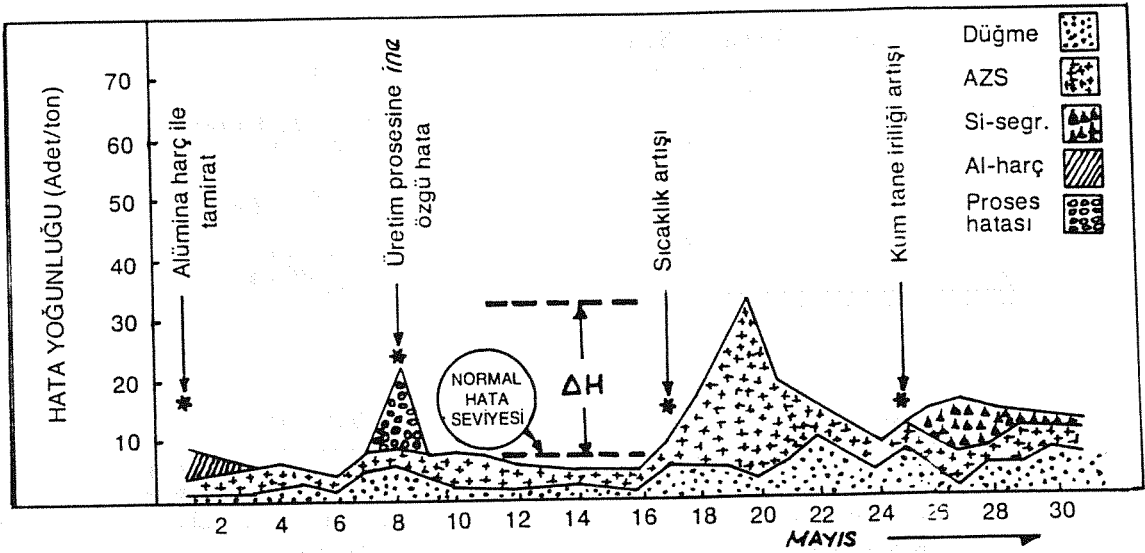


Şekil : 1 Cam hatalarının genel gruplanması. Bu grupelemaya imalat hataları dahil edilmemiştir.

Alınması gereken numune miktarı hatanın yoğunluğuna bağlıdır. Numuneleme, üretim türüne göre, gün bazında yapılmalı ve 100-200 kadar hata toplanmalıdır. Hatalar toplanırken işaretlenmeli ve mamul üzerindeki yerleri belirlenmelidir (düz camda sağ-orta-sol veya makinelere göre; sıñai kaptta ise forehearth, iç veya dış yüzey şeklinde).

Yeterli ve anlamlı numune almak ilk bakışta iş gücü gerektiren bir angarya gibi görülebilir. Hatta alınan numunelerin yüksek ekonomik değerler oluşturduğu bile düşünülebilir. Ancak getireceği yararların zaman içinde çok daha fazla olduğu görülecektir.

Sistemik hata örneklemesini Trakya Cam San. A.Ş., Teknik Cam San. A.Ş. 1 ve Paşabahçe Cam San. A.Ş. Kristal Fırını yapmaktadır. Üretim türüne göre örneğin düz camda belirli m²'nin (150-200 m²/gün) numunelenmesi; diğer örneklerde ise belirli kg ağırlığındaki (5-10 kg/gün) cama eşdeğer mamul miktarının incelenmesi yapılabilir. Sistemik hata incelemesinin bir örneği Şekil 2'de verilmektedir. Şekilde, işletme için en alt hata seviyesi ile herhangi bir değişiklik uyguladıktan sonra gözlenen hata seviyeleri görülmektedir. Aradaki fark (ΔH) randıman düşmesine neden olur.



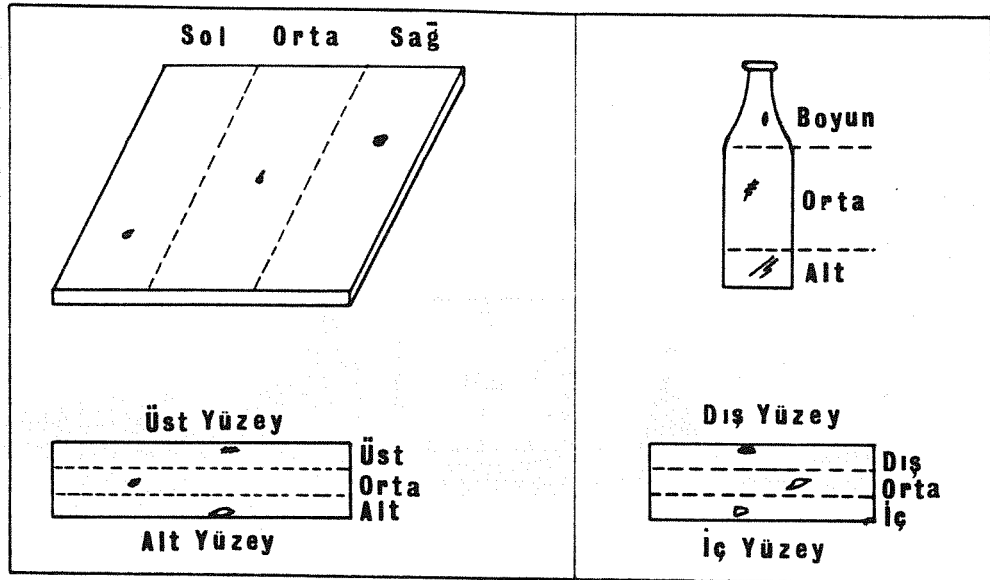
Şekil 2 : Bir sistematik hata takip örneği

4. HATA TANIMLAMALARI

Bir hatanın tanımlamasında ihmal edilmemesi gereken noktalardan birisi hatanın mamul üzerindeki konumunun belirlenmesidir. Böyle bir gözlemden alınabilecek, istatistiksel doğruluğu olan bir bilgi ile hatanın lokalize edilmesi veya kaynağına doğru gidilmesi mümkün olabilir. Böyle bir tespitin sağlıklı olarak yapılabilmesi için ise fırın içindeki cam akımları hakkında bilgi sahibi olunması gerekir.

Hatanın mamul üzerindeki pozisyonu mamul türüne göre değişiklik gösterir. Örneğin, düz camda sağ-orta-sol; alt yüzeye, üst yüzeye yakın veya orta kısımda; sınav kap üretimlerinde ise iç yüzey, dış yüzey, orta kısım, boyun kısmı, orta kısım veya alt kısımlarda gibi belirlemeler yapılmaktadır. Bu tür tespitler Şekil 3'de şematize edilmiştir.

Hata tanımlamasındaki bir başka önemli aşama ise hatanın boyut ve şeklinin belirlenmesidir. Bir hatanın boyutu, o hatanın fırın içerisinde geçirdiği süreye ve sıcaklığa bağlı olduğu gibi hatanın refrakterlik özelliklerine de büyük ölçüde bağlıdır. Bu anlamda hata korelasyonu



Şekil : 3 Düz cam şişe ve züccaciye mamullerinde hataların lokasyonlarının belirlenmesi önemlidir.

yapabilmek için fırının çeşitli yerlerinde kullanılan refrakterlerin mikroyapısal ve mineralojik özelliklerinin sağlıklı olarak bilinmesinde yarar var. Hataların şekli ve karakteri üzerinde fırın akımlarının önemli rolü vardır; özellikle damar türü hataların bu açıdan değerlendirilmesinde de yarar vardır. Ancak forehearth'da karıştırıcı varsa böyle bir tespitin yararı olmayabilir.

Temelde bir hatanın şekli incelenirken yuvarlaklığına dikkat edilmesi gerekir. Zira yuvarlaklık hatanın fırın içinde ne kadar kaldığının ve ne kadar erimeye maruz kaldığının bir işaretidir. Boyut ve şekil belirlemeleri stereomikroskop veya polarizasyon mikroskopi ile etkin bir şekilde yapılabilir. Mineral fazları belirlemesine geçilirken ince kesit ve/veya parlatma kesitlerinin hazırlanması gerekir.

Hatalarda mineralojik fazların belirlenmesi veya yorumlanması önemli olan noktalardan birisi de faz diyagramlarından yararlanmaktır.

Özellikle üst yapı ve cam elektro-refrakter temasından kaynaklanan hataların primer ve sekonder karakterinde olmaları doğru teşhis için gereklidir. Zira AZS refrakterlerde cam temastan kaynaklanan primer zirkonya hataları nodül karakterlidir, buna karşın üst yapı AZS akıntılarında devitrifikasyon yoluyla meydana gelen hatalar sekonder zirkonya karakterli olup, ağaç dalı (dendritik) halindedir.

Hata tanımlamada kullanılan en etkili analiz yöntemi elektron mikroprob'dur. Özellikle fazların kompozisyonunu ve meydana gelen değişimleri saptamak bu yöntemle yapılır. Geçmişte kimyasal yedirme yöntemleriyle yapılmaya çalışılan çamsı hata incelemeleri günümüzde alternatifsiz olarak elektron mikroprob ile yapılmaktadır.

Hata olarak mamullerde sıklıkla görülen habbe incelemeleri için önemli oranda mikroskop cihazlarından yararlanır. Habbelerin boyu, şekli mamul üzerindeki konumları ve katı içerikleri mikroskop ile saptanır. İçlerinde herhangi bir depozit olduğunda (genellikle sülfat türü) dikkatlice açılabilirdiği takdirde depozitlerin EMP (elektron mikroprob) ile analizleri mümkündür. Habbelerin farklı kaynaklı olup olmadıklarını belirlemek için boyut histogramı çizilmesi çok yararlıdır.

Habbenin içerdiği gazların karakterize edilmesi hata kaynağının belirlenmesinde önemli rol oynar. Gaz analizleri gaz kromatograf veya kütle spektrometre ile yapılır. Gaz analizlerinde şu noktanın unutulmaması gerekir: Hataya neden olan gaz ile analiz edilen gazlar genellikle farklıdır. Bir başka deyişle başlangıçta habbenin içinde mevcut olan gaz, cam içindeki çözünürlüğüne bağlı olarak, önemli ölçüde kompozisyon değişimine uğrar.

Habbenin içerdiği gaz türüne göre hata kaynağı belirlenmesi yapılması mümkündür:

Azotu fazla olan habbeler

. Yetersiz erimeden

- | | |
|--|---|
| Oksijeni fazla olan habbeler | . Elektrokimyasal gelişmelerden
(topraklanmamış termoeleman) |
| SO ₂ fazla olan habbeler | . Yetersiz afinyasyondan |
| CO/CO ₂ fazla olan habbeler | . Ergitme sonrası kısımlarda
camın sıcaklığının artışından |

5. İŞLETME PARAMETRELERİ

Genel olarak cam hatalarının tanımlanması, hataların giderilmesine kıyasla çok daha olaydır. Hatanın giderilebilmesi için gerekli önlemleri belirlemek, o hatanın nasıl oluştuğunun tam anlaşılmasıyla mümkündür. Bunun da tek çözüm yolu fırın işletme parametrelerinde meydana gelen değişiklikleri izlemekle mümkündür.

Genel özellikler itibariyle bakıldığında, taş ve düğmelerin aşırı sıcaklıkla ilgili oldukları görülür. Ani sıcaklık değişmelerinin habbeye neden oldukları ise bir başka gerçektir. Çekiş değişiklikleri cam akımlarının aşındırıcı özelliğini ve sıcaklık profilini etkiler. Bu gelişmeler zaman içinde geliştikleri için, işletme parametrelerinin hata meydana geldikten en az iki hafta öncesine kadar izlenmesi ve gelişmelerin ne şekilde seyrettiği belirlenmelidir. Böylece fırında yapılan değişiklikler ve tamir türleri ile yerleri bilinirse önlem tespiti yönünde daha sağlıklı kararlar alınabilir. Refrakter korozyonuna bağlı olan hatalar için düzenli fırın gözlemlerinin öneminin ne kadar fazla olduğunu belirtmeye gerek yoktur. Bu notada fırın işletmecisinin nerede, ne tür refrakterlerin kullanıldığını bilmesinde büyük yarar vardır. Zira refrakterin fırın içindeki konumu bilinmez ise bir hatanın refrakter kökenli olduğunu bilmek kendi başına yeterli değildir.

Fırında değişiklik yaparken hatırlanması veya hiç unutulmaması gereken bir husus fırın parametrelerinin birbirinden bağımsız olmadığı gerçeğidir. Herhangi bir parametredeki bir değişiklik diğer parametrelerin değişmesine de neden olur. Dolayısıyla hata

düzeltilmesi için yapılan değişikliği takiben fırının çok iyi izlenmesi zorunludur. Değişikliğin etkisinin görülebilmesi için gerekli sabrın gösterilmesi gerekir. Bazı durumlarda, herhangi bir etkinin görülebilmesi için 2-3 gün gerekebilir. Birden fazla parametre ile aynı anda veya kısa aralıklarla oynandığı takdirde ilave bazı problemlerin çıkması genellikle kaçınılmazdır.

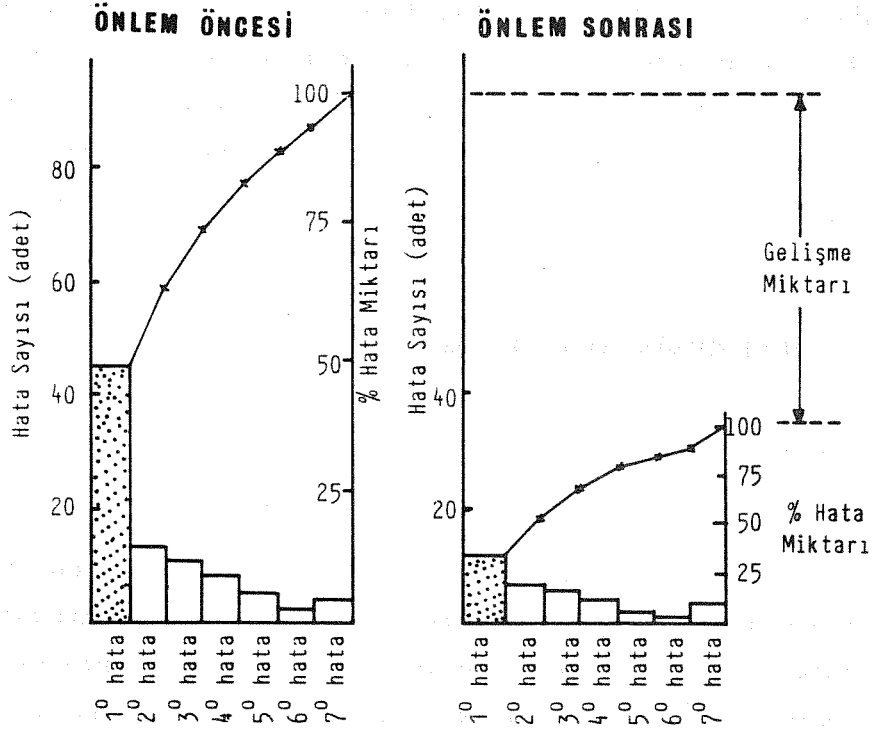
6. HATA NEDENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Pareto Diyagramları

Belirli bir kalite seviyesi için belirli bir hata yoğunluğu ve o hatayı oluşturan çeşitli hata grupları vardır. Kalitenin bozulması durumunda hata gruplarından birisinin veya birkaçının artması söz konusu olabilir. Hangi hata grubunun öncelikle ele alınması gerektiğini belirlemek için yeterli sayıda ve temsili olacak şekilde numune alınması ve hata türlerine göre bir grublamanın yapılması gerekir. Gerekli grublama yapıldıktan sonra sonuçlar bar diyagramı şeklinde gösterilir. Böyle bir bar diyagramına pareto diyagramı adı verilir (Şekil 4). Problemin önceliği belirlendikten sonra o hata grubu için bir sebep-sonuç diyagramı oluşturulur ve bilahare önlem alınır.

Sebep-Sonuç (Kılçık) Diyagramları

Cam üretiminde kalite bozukluğu veya kalitede bozulma kendi kendine meydana gelmez, bir takım nedenlerin sonucu olarak ortaya çıkar. Kalite bozulmasının pek çok nedeni vardır ve bunların sonuçlar üzerindeki önem dereceleri farklıdır. Karmaşık bir üretim prosesinde hataların faaliyetler zinciri içindeki yerlerini sistematik olarak incelemeye yarayan gösterim şekline sebep-sonuç diyagramı (kılçık diyagramı) denilir. Prosesi oluşturan ana faaliyetler ortadan geçen doğruyla birleşen çizgi ile temsil edilir. Bu çizgiye gelen yönlendirilmiş doğrular da alt faaliyetleri veya değişkenleri gösterir. Kılçık diyagramının en önemli avantajı, çeşitli faaliyetleri bir arada



Şekil : 4 Pareto diyagramları kullanarak hataları önceliklerine göre belirlemek. Önlem alındıktan sonra gelişme miktarı yeni duruma göre çizilen pareto diyagramında görülmektedir.

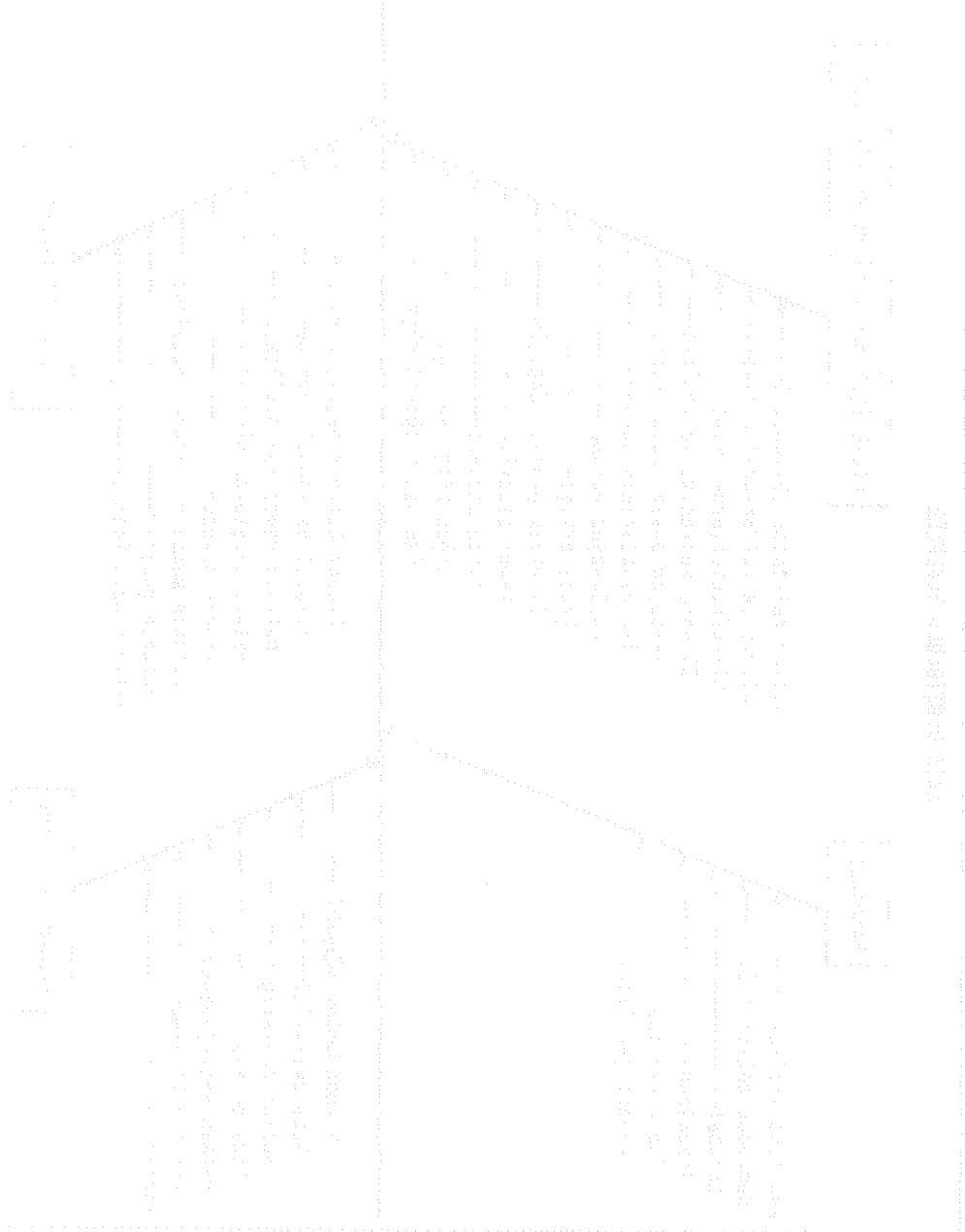
görme, aralarındaki ilişkileri inceleme ve departmanlar arasında haberleşmeyi kolaylaştırma olanakları sağlamasıdır.

Cam üretiminde sıklıkla rastlanan silika hataları ile ilgili bir örnekleme Şekil 5'de gösterilmektedir.

5. SONUÇLAR

Cam hatalarının numunelenmesi ve karakterize edilmesi, bütün içinde oldukça kolay olan işlemlerdir. Hataların giderilmesi bazen zor veya çok uzun zaman alabilir. Fırın işletmecisi ve cam teknoloğunun hataların giderilmesinde isabetli ve akılcı bir yorumda bulunabilmesi için:

- . Uygun numuneleme planlarının oluşturulması,
 - . Harmanın reaksiyon mekanizmalarının bilinmesi,
 - . Erime ve afinasyon şartlarının bilinmesi,
 - . Fırın refrakter özelliklerinin bilinmesi,
- gerekmektedir.



PAŞABAHÇE CAM SANAYİNDE ÇEVRE KİRLİLİĞİ PROBLEMİ VE ÇÖZÜMLERİ

Ergül CEBECİOĞLU

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Çevre kirliliği sorununun bilincinde olan PB, kirli kaynaklarının arıtılması ve atıkların çevre standartlarına uygun nitelikte deşarj edilmesi ile ilgili çalışmalarına önem vermektedir. Bu nedenle en önemli kirlletici faktörlerinden Kristal Fabrikası ile Öğümce Dekor Fabrikası Cam Parlatma ve Kalıp İşleri Krom Kaplama Tesisleri sıvı ve gaz atıklarını arındıran arıtma tesislerini kurmuş ve işletmeye almıştır.

Kristal mamuller dekorlama prosesinden sonra parlatma işlemine tabi tutulurlar. Parlatma işlemi esnasında oluşan atıklar arıtma tesisinde kireç çözeltisi ile PH değeri 6.5-8.5 arasında nötrale edilerek, durultucu ünitesinde çöktürölüp pres filtre ile kek haline getirilirler.

Krom Kaplama Tesisinde ise kalıpların krom kaplanması esnasında oluşan sıvı krom atıkları, arıtma tesisinde +6 değerlikli kromdan +3 değerlikli kroma indirgendikten sonra, kireç çözeltisi ile nötrale edilerek durultucu ünitesinde çöktürölüp, yine pres filtre ile kek haline getirilirler.

Ayrıca her iki tesisin de banyolarından emilen atık gazlar, gaz yıkayıcı ünitelerinde su sisiyle yıkanarak arıtılırlar.

GİRİŞ

Yeryüzündeki sular, güneşin sağladığı enerji ile "hidrolojik çevrim" adı verilen sürekli bir döngü içindedir. İnsanlar her türlü ihtiyaçları için suyu bu döngüden alırlar ve kullandıktan sonra iade ederler. Bu esnada suyun içine karışan maddeler ise suyun özelliklerini bozar ve kirlletirler. İşte "evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucu kirlenmiş ve özellikleri değişmiş suya, atık su adı verilir."⁽¹⁾

Hızla artan nüfus ve ilerleyen teknoloji sonucu, atık sular doğanın özümleyebileceği miktarları aşmış ve çevre kirliliği olgusunu ortaya çıkarmıştır. Doğanın ekolojik dengesini olumsuz yönde etkileyebilecek bu durumu ortadan kaldırmak için çok sağlıklı su kirliliği kontrolü yapmak ve atıkları arıtarak alıcı ortama vermek gerekmektedir. Arıtma anlam olarak şöyle ifade edilebilir; "Atık suların alıcı ortama verilmeden önce, kirletici özelliklerini müsaade edilebilen alıcı ortam parametre değerlerine indirgeme işlemidir". (1) Arıtma, atık suyun özelliklerine ve alıcı ortama bağlı olarak değişiklikler gösterir. Arıtma tesisi projelendirebilmek için öncelikle atık su miktarlarının ve kirlilik yükünün sağlıklı bir şekilde tespitini gerekmektedir. Bu bilgiler gerek arıtma teknolojisinin seçimi, gerekse boyutlandırılması açısından çok önemlidir.

ATIK SULARIN VE ATIK GAZLARIN ZARARLARI

Atık suların organik yükü çok fazla ise, bu yük aşırı miktarda oksijen tüketimine neden olacağından, sudaki çözünmüş oksijen ihtiyacını gerekli sınırların altına düşürebilir. Oksijensiz sular içme ve kullanma suyu temini için uygun değildir.

Metal kaplama ve demir çelik endüstrilerinin atık sularında civa, kurşun, kadmiyum ve krom gibi ağır metaller bulunur. Bu atıklar besin zinciri ile girdikleri canlı bünyelerinden atılamadıkları için canlılarda birikime neden olurlar ve bünyede belirli sınır konsantrasyonların aşılması halinde toksit etki yaparlar. Bu birikim sonucu sularda yaşayan canlılar ölebilir, hatta bu su ürünleriyle beslenen insanların bile yaşamı tehlikeye girebilir.

Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan yapay organik kimyasal maddelerin bir kısmı güç parçalanmalarından dolayı ağır metallere benzer şekilde birikime ve toksit etkilere neden olurken, diğer bir kısmı da kanserojen etki yaparlar. Kolayca parçalanabilir durumda olmaları halinde ise oksijen tüketimini hızlandırırılar.

Yağlar ise estetik olmayan görüntülerinin yanı sıra su yüzeyinde oluşturdukları tabaka ile oksijen transferini büyük ölçüde engelleyerek oksijen dengesini olumsuz yönde etkilerler.

Atık suların içerdiği atık enerji de su kirliliğine neden olabilir. Su ortamının sıcaklığının artması ekolojik dengeyi bozar ve biyo-kimyasal reaksiyonları hızlandırarak oksijen tüketimini artırır.

Endüstriyel ve evsel atık suların organik tuz içerikleri arttığında, suların içme, kullanma suyu ve tarımsal sulama suyu olarak kullanım olanağı olumsuz yönde etkilenir.

Atık sularda bulunan askıda katı maddeler deşarj noktalarında birikintilere ve dip çamuru oluşumuna neden olurlar. Bu durum canlı yaşamını olumsuz yönde etkiler. Atıklar organik maddeler ise estetik olmayan görüntü ve koku ortaya çıkar.

Asit ve bazlar ise canlı yaşamında toksit etki yaparlar.

Suların olduğu kadar, atmosferin kirliliği de büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan sağlığına çok zararlı etkileri olan atık gazlar, sürekli teneffüs edildiğinde ölüme yol açabilecek hastalıklara bile neden olabilmekte, aynı şekilde yeşil çevreyi de olumsuz yönde etkilemektedir.

KANUNİ ZORUNLULUKLAR

Tüm bu gerçekler atıkların arandıktan sonra alıcı ortama verilme zorunluluğunu kendiliğinden ortaya koymaktadır. Fakat arıtma tesisleri kurma fikrinin henüz yurdumuzda yerleşmemiş olması, bu tesislerin yatırım-işletme maliyetleri ve kendine has problemleri, kolaylıkla yaygınlaşmasını önlemektedir. Bu nedenle konuya bazı kanuni zorunluklar getirilmiştir.

20 Kasım 1981 tarih ve 2560 sayılı İSKİ Kanunu ve Tarifeler Yönetmeliğine göre, atık su kaynağı olan her kuruluş, kullandığı kanalizasyon şebekesi, arıtma tesisi, deniz deşarjı gibi ortak tesisler için işletme giderlerine İSKİ'ce saptanan bir oran dahilinde katılır. İşletme giderlerine katılma payı, yatırım giderlerine katılanlar için (1) no'lu, katılmayanlar için ise (2) no'lu formülden hesaplanır.

$$\text{Ücret } (\text{TL/gün}) = a v \left(\frac{c-c_t}{c_t} + 1 \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Ücret } (\text{TL/gün}) = a v \left(\frac{c-c_t}{c_t} + 1 \right) \dots \dots \dots (2)$$

- a : İSKİ Tarifeler Yönetmeliğinde belirlenen kanalizasyon tesisleri işletme gideri (TL)
- v : Endüstriyel atık su debisi (m³/gün)
- c : Atık suda tespit edilen en yüksek kirletici parametre konsantrasyonu (mg/lt)
- c_t : Aynı kirletici parametre için Tablo I'de önerilen değer (Balık biyo deneyi ve sıcaklık hariç)

Tablo I'de çeşitli parametreler için İSKİ tarafından öngörülen limit değerler görülmektedir.

Birden fazla parametre söz konusu olduğunda, kirleticilik vasfı en yüksek olan parametre, giderlere katılma payına esas alınır. Katsayı, her kuruluşun atık su deşarjının kirletici özellikleri göz önüne alınarak İSKİ tarafından saptanır ve "deşarj kalite kontrol ruhsatı"nda ayrıca belirtilir. Bu nedenle kanalizasyondan yararlanan her atık su kaynağının ödeyeceği ücret kirlilik katsayısı ile orantılıdır. Ücreti düşürmenin yolu ise katsayıyı düşürmektir. Bu ise ancak arıtma tesisleri kurarak mümkün olabilir.

P a r a m e t r e	Tekil Bir Atık Su Örneğinde İzin Verilebilir Maksimum Değer	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOI ₅)	250	mg/lt
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	800	"
Askıda Katı Madde (AKM)	350	"
Toplam Azot (N)	30	"
Toplam Fosfor (P)	8	"
Yağ ve Gres	50	"
Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (Deterjanlar)	5	"
Arsenik (As)	3	"
Antimon (Sb)	3	"
Kalay (Sn)	5	"
Bor (B)	3	"
Kadmiyum (Cd)	5	"
Toplam Krom (Cr)	5	"
Bakır (Cu)	10	"
Kurşun (Pb)	3	"
Nikel (Ni)	10	"
Civa (Hg)	1	"
Gümüş (Ag)	5	"
Toplam Siyanür (CN)	10	"
Fenol	10	"
Toplam Sülfür	2	"
Balık Biyodenyi-48 saat tolerans limiti (TL ₅₀)	% 100	
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	1000	mg/lt
Sıcaklık	40	"C
pH	5.5-10	

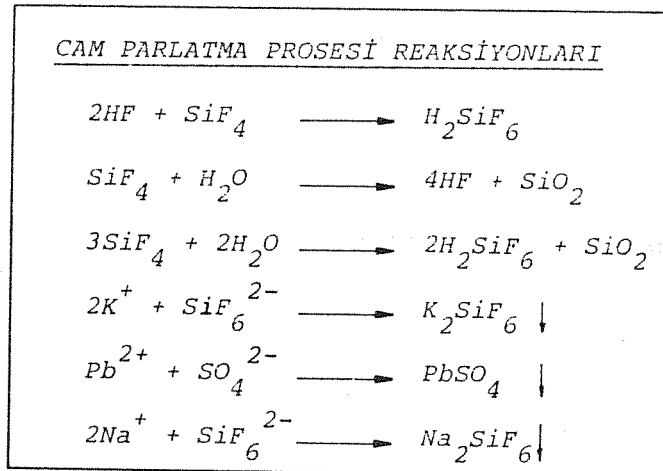
TABLO : I

PAŞABAHÇE CAM SANAYİİ'NDE ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Çevre kirliliği sorununun ve bu konuda üzerine düşen sorumluluğun bilincinde olan Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş., 1984 yılından beri atıkların arındırılması ve çevre standartlarına uygun deşarjı için projeler hazırlamış ve gerek sıvı, gerekse gaz atıklarını arındıran tesisler kurmuştur. Kirletici kaynaklarının en önemlileri Paşabahçe Kalıp İşleri Krom Kaplama Tesisi ve Paşabahçe Kristal Fabrikası ile Öğümce Dekor Fabrikası Cam Parlatma Tesisleridir.

PAŞABAHÇE KRİSTAL FABRİKASI VE ÖĞÜMCE DEKOR FABRİKASI ARITMA TESİSLERİ

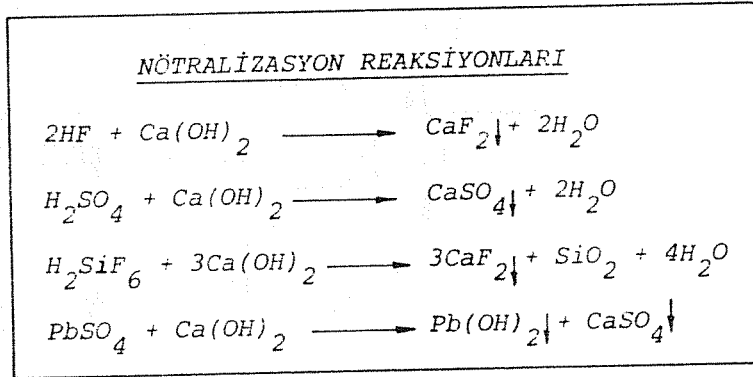
Taşlanarak dekore edilen kristal mamuller, cam parlatma tesislerinde, hidroflorik (HF), sülfürik (H_2SO_4) ve florosilikat (H_2SiF_6) asitlerinin karışımı banyolarda belirli ısı ve zamanda parlatma prosesine tabi tutulurlar. Parlatma prosesi esnasında meydana gelen reaksiyonlar (Tablo II) sonucu banyoda çözünmeyen tuzlar çökelti oluşturur.



TABLO : II

Çökelti oluşan banyo, parlatma özelliğini yitirdiğinde beklemeye alınır ve bekleme sonunda kısmen deşarj edilir. Ayrıca, proses sırasında kullanılan çalkalama suları, sürekli su takviyesi ile taşırılarak tazelenir. İşte tüm bu çökelti ve taşkanlar tesisin atık sularını oluştururlar. Bu atık sular hidroflorik asit (HF), sülfürik asit (H_2SO_4), florosilikat asiti (H_2SiF_6), sodyum florosilikat (Na_2SiF_6), potasyum florosilikat (K_2SiF_6) ve kurşun sülfat ($PbSO_4$) gibi kimyasal maddeler içerirler.

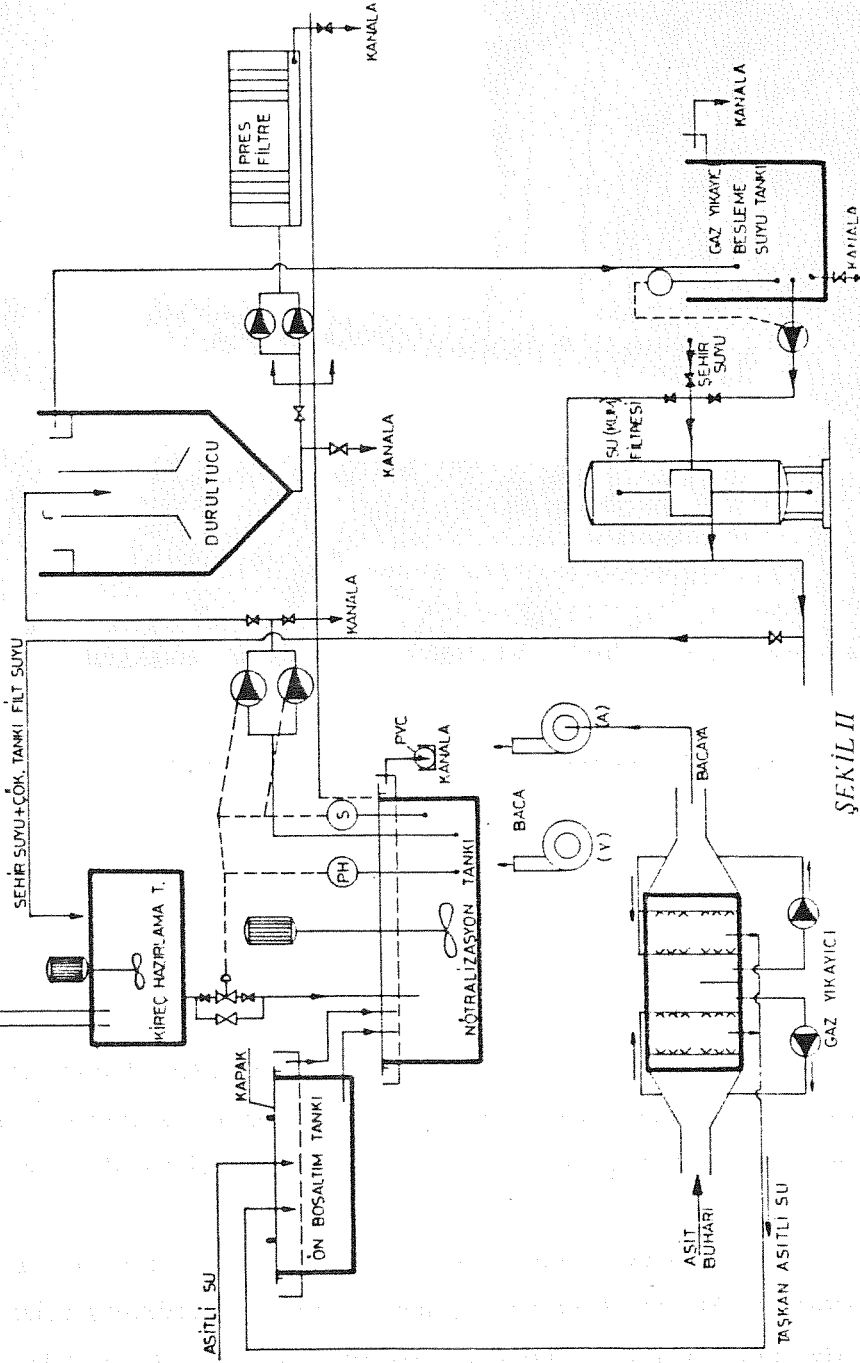
Şekil 1 ve 2'de de görülebileceği gibi, bütün bu asidik atıklar bir ön boşaltım tankında toplanır, buradan dengeli bir şekilde pompaj ile veya tabii akış ile nötralizasyon tankına transfer edilebilir. Nötralizasyon tankında, antimuan-ring elektrodlu PH-metre cihazı ile PH kontrolü yapılır. Kontrol sonucuna göre % 10'luk sönmüş kireç çözeltisi otomatik olarak dozlanır ve nötralizasyon reaksiyonları ile (Tablo III) PH değeri 6.5-8.5 arasında dengelenir.



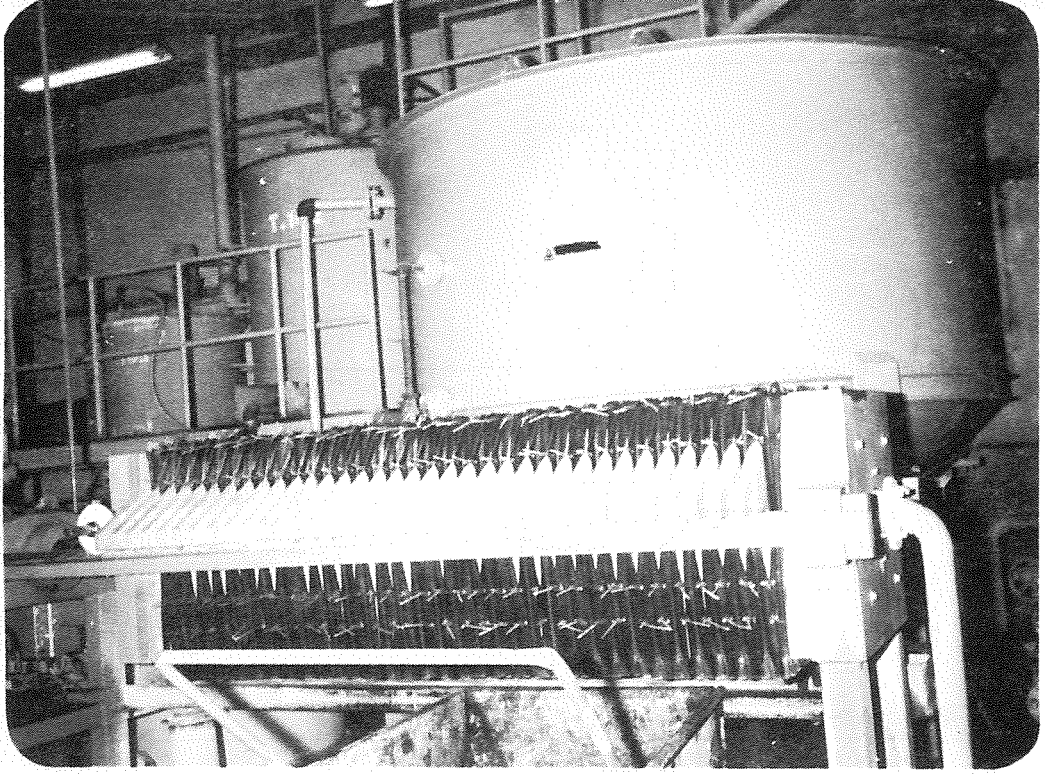
TABLO : III

Nötralize olmuş atıklar yine pompaj veya tabii akış ile çökeltim tankına alınır ve burada su-çamur fazı ayırımı için yaklaşık 1.5 saat bekletilir. Bu süre içinde çökeltim tankının dibinde çamur fazı birikir ve bu faz özel bir pres filtre ile kek haline getirilir, torbalanarak uzaklaştırılır. Filtre keki CaF_2 , $CaSO_4$ ve $Pb(OH)_2$ çökeltilerini içerir. Çökeltim tankının savağından taşma ile alınan sıvı fazı ise artık arındırılmıştır. Kum filtresi grubundan geçirilerek sisteme tekrar taze su olarak beslenir, fazlası alıcı ortama gönderilir. Arıtma tesisine giren ve

ÖĞÜMCE DEKOR FAB. ATIKSU VE GAZ ATIKLARI ARITMA
TESİSİ AKIŞ ŞEMASI



ŞEKİL II



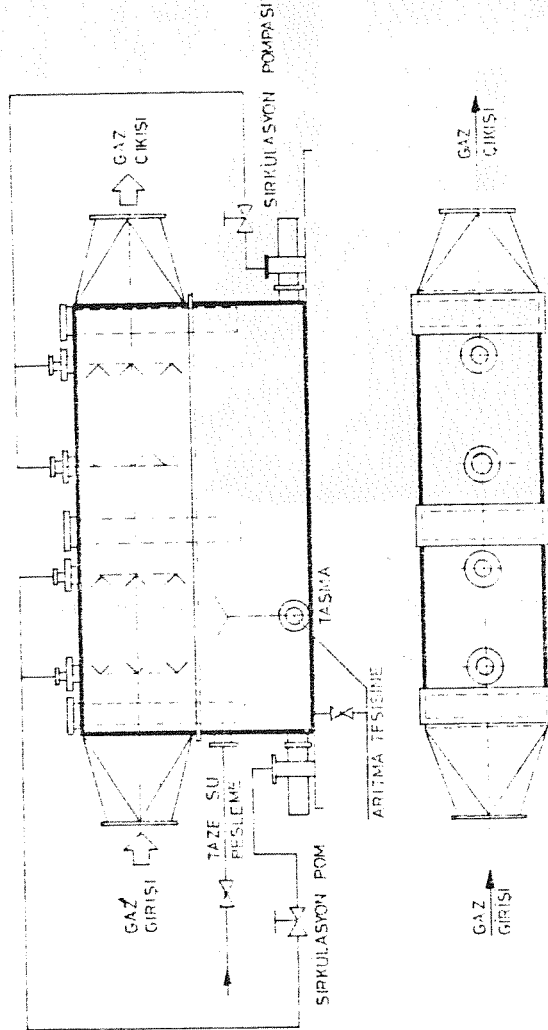
RESİM 1 : Paşabahçe Kristal Fabrikası nötralizasyon tesisinden bir görüntü

arıldıktan sonra alıcı ortama gönderilen suların ortalama değerleri ile limit değerleri Tablo IV'de görülmektedir.

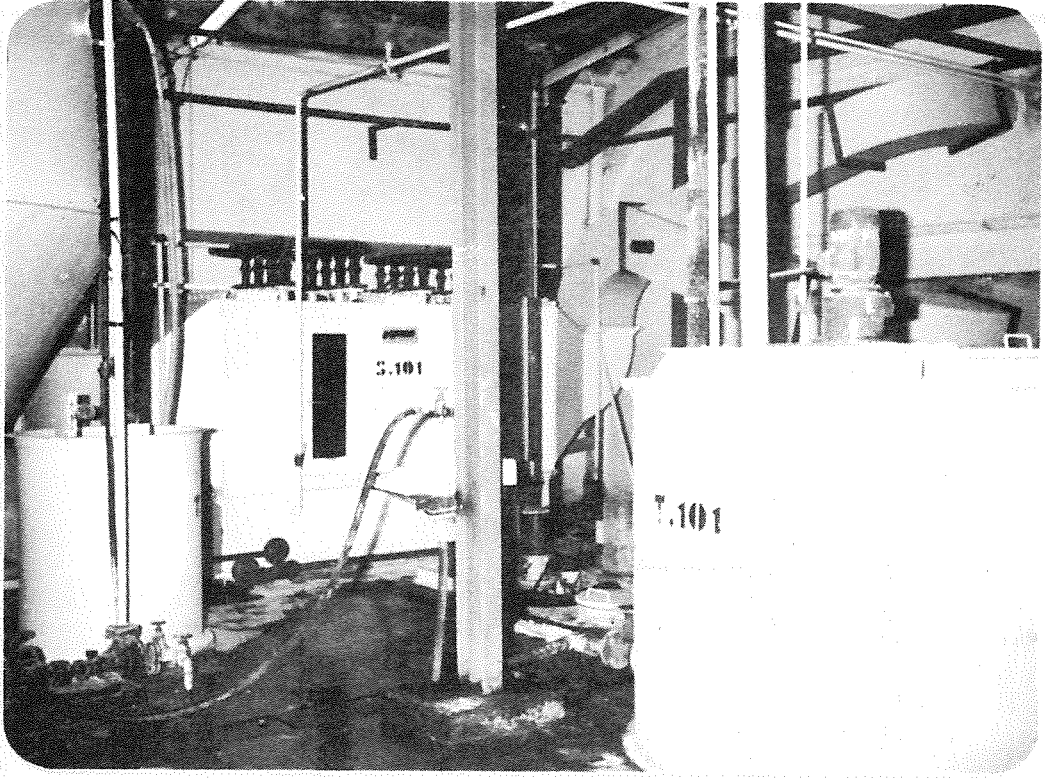
Cam parlatma ünitelerinin diğer bir atığı ise, hidroflorik asit (HF) ve silisyum tetraflorür (SiF_4) gazları içeren asit buharlarıdır. Asit buharları, atmosfere verilmeden önce gaz yıkayıcı (scrubber) adı verilen ünitelerde iki ayrı bölmede su sisiyle yıkanarak, arındırılır (Şekil 3).

Gaz yıkama üniteleri, suyu gaz akışına karşı yönde ve aynı yönde püskürtürler. Su zerreciklerinin hava akımıyla sürüklenmesini önlemek için ise her yıkama bölgesini takiben zik-zak tipi damla tutucular mevcuttur. Devridaim suyu zamanla kirleneceğinden absorblama hızı azalır. Bu nedenle sürekli olarak filtrelenmiş temiz su ile takviye edilir, taşkanlar ise sıvı atık olarak arıtım tesisine gönderilir.

ŞEMATİK GAZ YIKAYICI



ŞEKİL III



RESİM 2 : Öğümce Dekor Fabrikası nötralizasyon tesisinden bir görüntü.

TABLO IV : Cam parlatma atıkları arıtım tesisi limit ve analiz değerleri.

PARAMETRE	LİMİT DEĞERLER	ARITMA TESİSİNE GELEN SIVI ATIKLAR	ALICI ORTAMA GÖNDERİLEN ARITILMIŞ SU
Florür F^- (ppm)	70	2,000	6-10
Sülfat $SO_4^{=}$ (ppm)	1000	500,000	800-1600
Kurşun $Pb^{=}$ (ppm)	3	3	-
PH	7.0-9.0	0.0-1.0	7.0-9.0

KALIP İŞLERİ KROM KAPLAMA ATIKLARI ARITMA TESİSİ

Paşabahçe Cam Sanayii Kalıp İşleri Krom Kaplama Tesisi'nde, kalıpların yüzeylerinin krom kaplanması esnasında deşarj edilen çalkalama banyolarının suları Cr^{+3} , Cr^{+6} ve $SO_4^{=}$ gibi kirletici maddeleri içermektedir. Deşarj suları miktar olarak fazla olmamakla beraber, kirlilik yükü olarak gerek İSKİ SINIRLARININ- GEREKSE ULUSLARARASI ATIK SU SINIRLARININ OLDUKÇA ÜZERİNDEDİR. Bu nedenle konu ile ilgili çalışmalar yapılmış ve sıvı krom atıklarının, +3 değerlikli (trivalent) kroma indirgenerek % 10'luk kireç çözeltisi ile nötralize edildiği ve çöktürülüp, filtrelenerek katı hale dönüştürüldüğü bir tesis projelendirilmiştir.

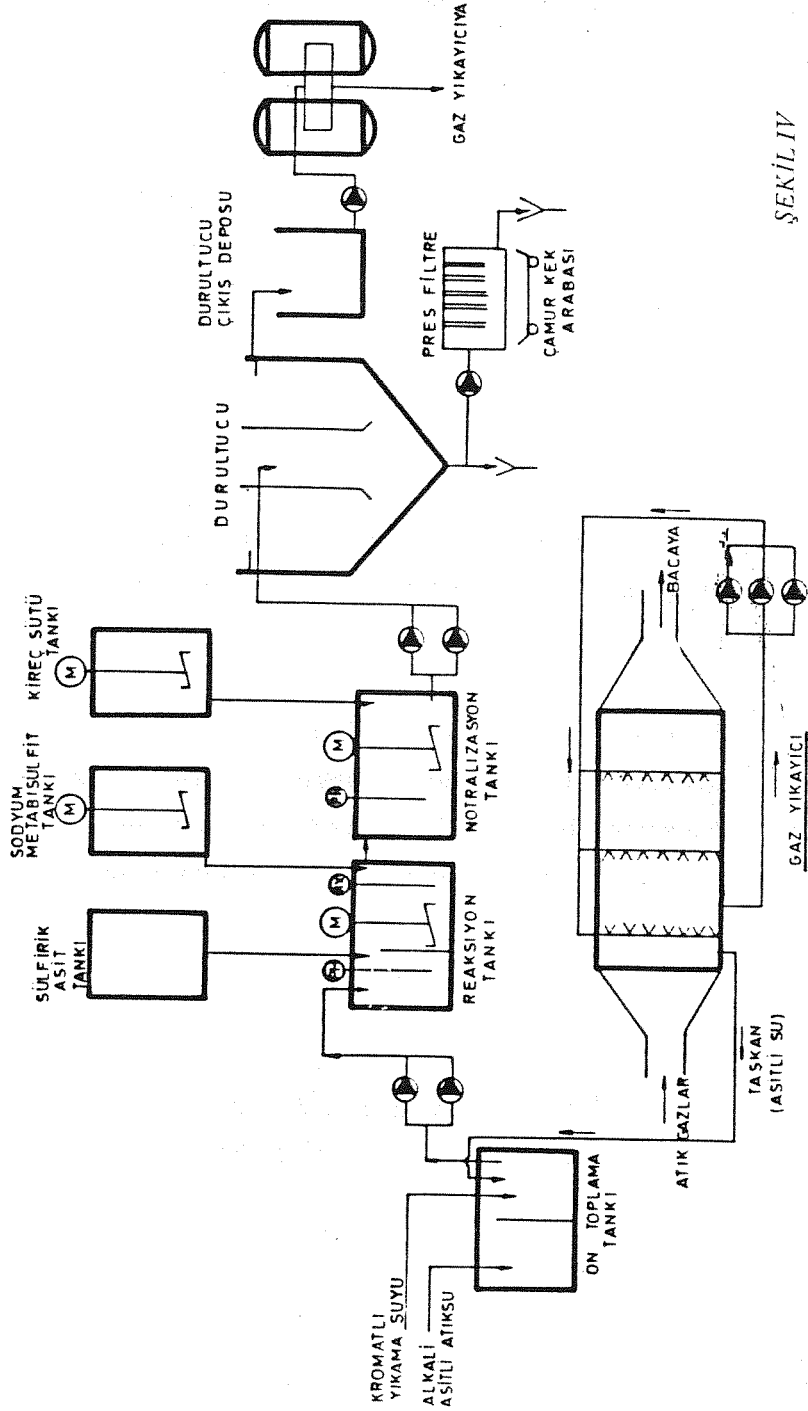
Şekil 4 'te de görülebileceği gibi, Krom Kaplama Tesisinin tüm çalkalama suyu deşarjları ve konsantre banyo deşarjları bir ön boşaltım tankında toplanır.

Buradan, +6 değerlikli kromun (hexavalent), +3 değerlikli kroma (trivalent) indirgendiği reaksiyon tankına transfer edilir. İndirgenme işleminde reaksiyon hızını PH seviyesi kontrol eder. $PH \leq 2$ iken, indirgenme işlemi aşağıdaki tabloda da görülebileceği gibi kısa sürede tamamlanır. Bu nedenle reaksiyon tankının birinci bölümünde, otomatik PH kontrolü ile sülfürik asit dozlaması yapılarak asidite derecesi $PH \leq 2$ 'ye ayarlanır.

PH'a bağlı olarak Cr^{+6} 'un indirgenmesi

<u>PH</u>	<u>Süre (dakika)</u>
1.0	0.1
1.5	0.5
2.0	5.0
3.0	20.0
4.0	60.0
5.0	200.0

PAŞABAĞÇE CAM SAN. A.Ş. KROM ATIKLARI NÖTRALİZASYON
TESİSİ AKIM ŞEMASI VE GAZ YIKAYICI

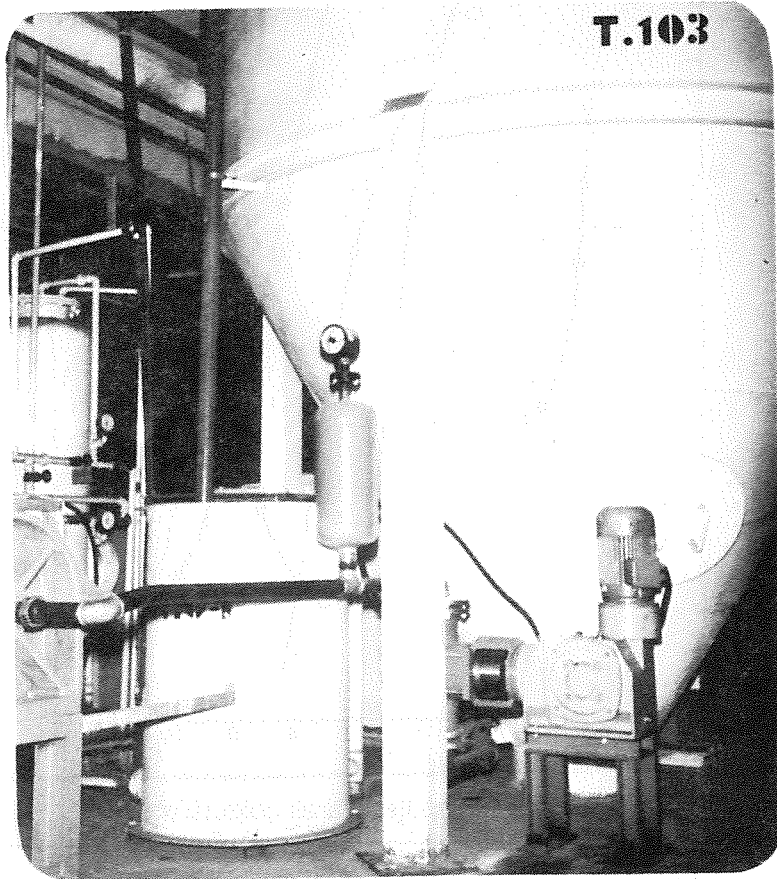


ŞEKİL IV

İkinci bölmede ise indirgeyici kimyasal olan sodyum metabisülfid ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ilave edilir. Sodyum metabisülfid miktarı oxidation-reduction-potential (ORP) cihazı ile ayarlanır. ORP ve Cr^{+6} arasındaki bağlantı aşağıdaki tabloda görülmektedir.

ORP	Cr^{+6} (ppm)
590	40
570	10
540	5
330	1
300	0

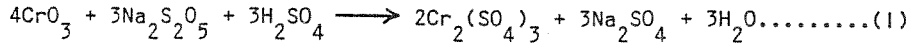
Solüsyonda kalabilmesine müsaade edilebilecek +6 değerlikli kroma göre ORP cihazı set edilir.



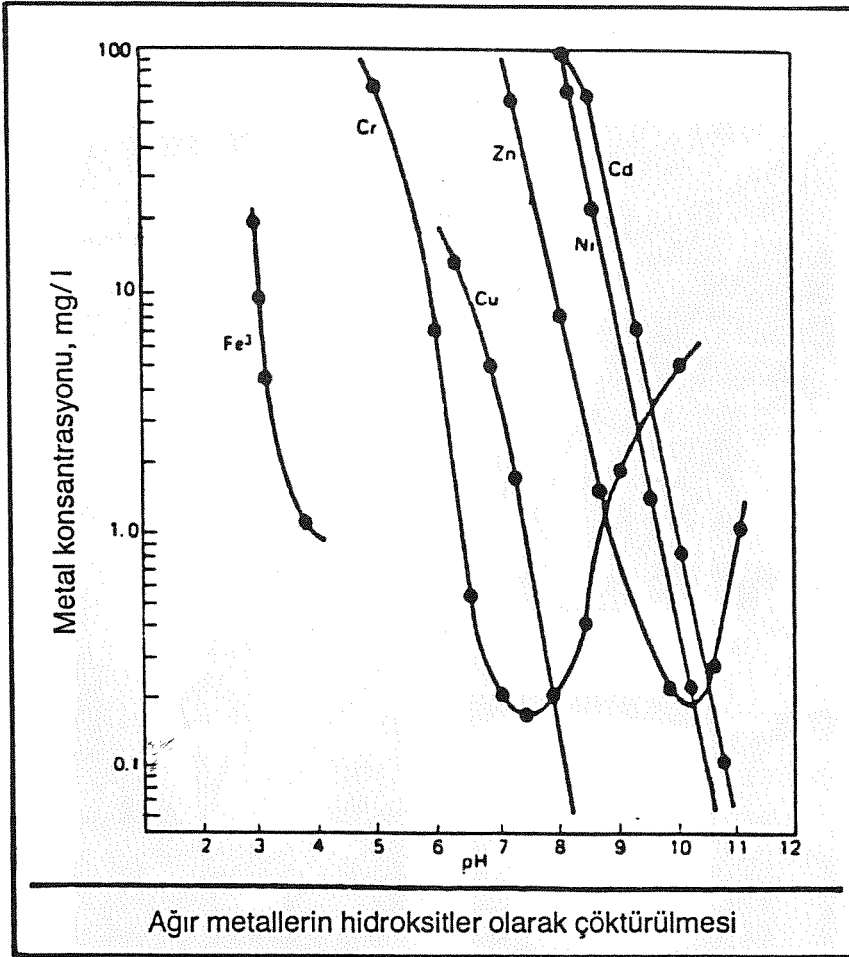
RESİM 3 : Kalıp İşleri Krom Kaplama Atıkları Arıtma Tesisi'nden bir görüntü.

İndirgenme reaksiyonu gerçekleştiğinde (R x n no.1) +3 değerlikli kroma indirgenen atık sular taşma ile nötralizasyon tankına transfer olur.

İndirgenme reaksiyonu:



Nötralizasyon işleminin amacı, kromu asidite yükünden kurtararak nötr hale getirmek ve hidroksit halinde çöktürmektir. Çöktürme krom hidroksitinin en düşük çözünürlük gösterdiği 7.5-8.5 PH aralığında etkindir. Şekil 5'de, kromun çözünürlük grafiği görülmektedir.



Şekil : 5

Nötralizasyon tankında otomatik PH kontrolü ile % 10'luk sönmüş kireç dozlaması yapılarak PH 7.5-8.5 arasına ayarlanır ve aşağıda görülen nötralizasyon reaksiyonu (R x n no.2) meydana gelir.

Nötralize reaksiyonu:



Pompa ile çökeltim tankına alınan nötralize olmuş atıklar çöktürülmek üzere yaklaşık 1.5-2 saat bekletilirler ve çamur fazı oluştuğunda pres filtre ile kek haline getirilerek, torbalanıp uzaklaştırılırlar. Çökeltim tankının su fazı ise arıtılmış olduğundan kum filtresinden geçirilerek tekrar sisteme ve özellikle gaz yıkama ünitesine beslenir, fazlası alıcı ortama gönderilir. Tablo V'de arıtma tesisine giren sıvı atıkların ve alıcı ortama gönderilen arıtılmış suyun analiz neticeleri görülmektedir.

TABLO V : Krom atıkları arıtma tesisi limit ve analiz değerleri

PARAMETRE	LİMİT DEĞERLER	ARITMA TESİSİNE GELEN SIVI ATIKLAR	ALICI ORTAMA GÖNDERİLEN ARITILMIŞ SU
Cr^{+6} (ppm)	0.05	3.12	-
Cr^{+3} (ppm)	0.5	0.59	0.005
ASKIDA KATI MADDE (ppm)	100	-	6.91
PH	7.0-9.0	6.5	7.5

Krom Kaplama Tesisinin diğer bir atığı da, sökme, aşındırma, krom kaplama banyolarından ve arıtma tesisinden emilen atık gazlardır. Limit değerlerin çok üzerinde olan bu gazlar insan ve çevre sağlığına zararları nedeniyle, banyolardan davlumbazlarla emilir ve atmosfere atılmadan

önce kristal fabrikası benzeri gaz yıkayıcıda su sisiyle yıkanarak arındırılır. Su fazına geçen krom atığı ise aynı şekilde ön toplama tankına sıvı atık olarak gönderilir.

Paşabahçe Cam Sanayii, arıtım tesislerine rağmen, İSKİ'ye atık su bedeli olarak ayda yaklaşık 15-20 Milyon TL ödeme yapmaktadır. Arıtım tesisleri olmasaydı bu ödemenin çok daha büyük rakamlara erişeceği göz önüne alınmalıdır. Hedef kirlilik katsayısını mümkün olduğu kadar en alt sınıra çekerek ödemeleri minimuma indirmektir. Paşabahçe Cam Sanayii diğer atıkları için de proje çalışmalarına hızla devam etmekte, bu konuda yerli ve yabancı firmalarla bilgi alışverişini sürdürmektedir.

Ülkemiz ve tüm dünya insanının özlemi, suyu, havası, denizi kirlenmemiş, temiz ve yeşil, kısaca sağlıklı bir çevrede yaşamaktır. Bunun çözümü büyük ölçüde halkın yaşam çevresine sahip çıkması ve kuruluşların çevre kirliliği sorununa bilinçli, iyi niyetli yaklaşmasıyla gerçekleştirilebilir.

REFERANSLAR

1. İstanbul Su ve Kanalizasyon Genel Müdürlüğü, "Atık Suların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönermeliği" Mart 1984
2. Doç. Dr. Orhan Uslu, "Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü Seminer Notları" Ankara 1986
3. Kriton Curi, S.Giray Veliöğlu, "Arıtma Sistemleri Tasarımı", Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul 1980
4. Patterson, J.W. "Wastewater Treatment Technology", Ann Arbor Science Publishers Inc., New York 1975
5. Cavaseno, Vincent and the Staff of Chemical Engineering, "Industrial Wastewater and Solid Waste Engineering", McGraw-Hill Publications Co., New York 1980

ZÜCCACİYE MAMULLERİNİN, AÇIK ALEV TİPLİ SOĞUTMA FIRINLARINDA ENERJİ TASARRUFU SAĞLANARAK TAVLANMA SORUNLARININ ÇÖZÜMLENMESİ

O. Savaş BÜKE* - Dr. Ali ALTINER

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Camın şekillendirilmesi sırasında ve sonrasında oluşan istenmeyen gerilimlerin ortadan kaldırılması işlemine camın tavlama adı verilir. Tavlama işleminin yapıldığı kontrollü ısıtma ve soğutma ünitelerinden oluşan fırınlara ise soğutma fırınları denilmektedir. Fabrikamızda bu işlem, açık alev tipli soğutma fırınlarında yapılmaktadır.

Üç yıl önce işletmeye açılan fabrikamızın, soğutma fırınlarında uygulanacak sıcaklık profilleri, bu konudaki teorik ve pratik bilgiler esas alınarak hazırlanmış ve belirli bir süre herhangi bir tansiyon problemi ile karşılaşılmadan uygulanmıştır. Ancak, dip kalınlığı 13 mm'den büyük mamullerin yapılmaya başlanmasıyla birlikte bazı tansiyon problemleri de ortaya çıkmıştır. Özellikle, dip kalınlığı 20-22 mm olan imalatlarda karşılaşılan tansiyon problemi camın kısa sürede yüksek sıcaklıkta tavlama metoduna karşın cam uzun sürede ve daha düşük sıcaklıkta tavlanabilir (1) ilkesinden hareketle tavlama sıcaklık eğrilerinin değiştirilmesi ile giderilebilmiştir.

Kalın dipli imalatların tansiyon problemlerinin çözülmesi sonucu, diğer imalatların tavlama sıcaklık eğrileri de benzeri şekilde değiştirilerek önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanmıştır.

GİRİŞ

Üretilen sıcak züccaciye mamullerinin, bünyelerindeki gerilimlerin alınabilmesi için soğutma fırınlarından geçirildiği bilinmektedir. Camın şekillendirilmesi sırasında ve sonrasında oluşan istenmeyen gerilimlerin ortadan kaldırılması işlemine camın tavlama adı verilir. Tavlamanın

yapılabilmesi için,

- . Camın fiziksel özelliklerinin,
 - . Kontrollü ısıtma ve soğutma ünitelerinin,
 - . Gerilimin büyüklük ve dağılımını ölçen cihazların,
- bilimsel temellerinin bilinmesi gereklidir.

CAMIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Camın viskozitesi, sıcaklıkla ters orantılı olarak değişir. Yüksek sıcaklıktaki cam akışkan halde iken, düşük sıcaklıklarda cam, yüksek viskoziteli katı hale gelir. Camın viskozitesinin $10^{7.65}$ poises olduğu sıcaklığa yumuşama noktası, 10^{13} poises olduğu sıcaklığa tavlama noktası ve $10^{14.5}$ poises olduğu sıcaklığa da gerilme noktası denilmektedir.

Fabrikamızda üretilen renksiz soda-kireç camının bazı fiziksel özellikleri aşağıda verilmiştir:

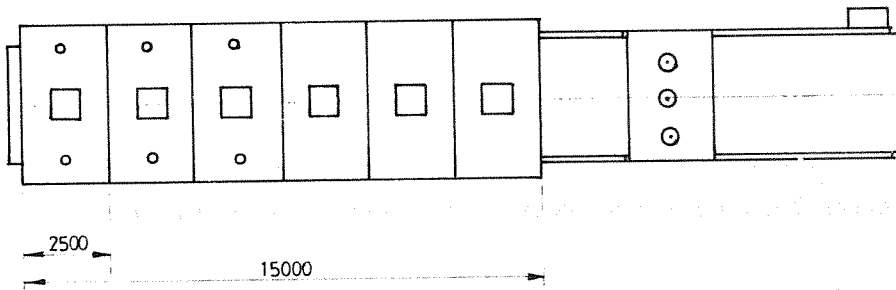
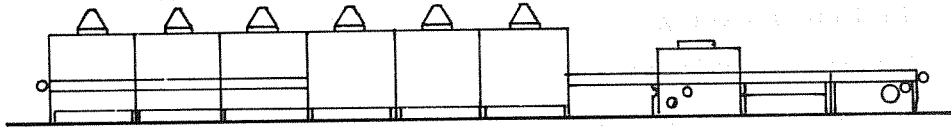
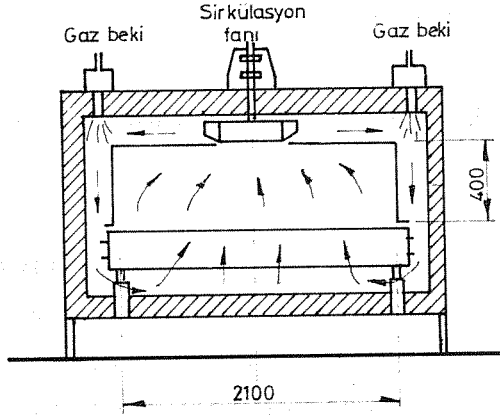
- . Yumuşama noktası : 721°C
- . Tavlama noktası : 543°C
- . Gerilme noktası : 509°C
- . Genleşme katsayısı : 90.10^{-7}

SOĞUTMA FIRINLARININ YAPISI VE KARAKTERİSTİKLERİ

Fabrikamızda kullanılan soğutma fırınları, projesi CNUD firmasınca hazırlanmış ve yapımı Makina ve Kalıp Fabrikasınca gerçekleştirilmiş olan, açık alev tipli fırınlardır. Altı zonlu olan fırınların ilk üç zonu ısıtma, diğer üç zonu ise soğutma kontrollüdür. Isıtma kontrollü zonlarda ikişer adet gaz beki bulunmaktadır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılmakta olup, gerektiğinde mikser ayarlaması ile LPG'de yakılabilmektedir. Tam izoleli olan fırınlarımızın diğer detayları Şekil 1'de gösterilmiştir.

3.1.1.1. Açık Alevli Soğutma Fırını (Open Flame Cooling Oven)

Soğutma fırını, fırın içi sıcaklığı 100°C ile 200°C arasında ayarlanabilir. Soğutma fırını, fırın içi sıcaklığı 100°C ile 200°C arasında ayarlanabilir. Soğutma fırını, fırın içi sıcaklığı 100°C ile 200°C arasında ayarlanabilir. Soğutma fırını, fırın içi sıcaklığı 100°C ile 200°C arasında ayarlanabilir.



Şekil : 1 Açık alev tipli soğutma fırını

FABRİKAMIZDA KULLANILAN GERİLİM ÖLÇÜM METOTLARI

Soğutma fırınlarından geçmiş olan züccaciye mamullerinin içerdiği gerilimin dağılım ve şiddeti çeşitli metotlarla yapılabilmektedir. Bunlardan en çok uygulanan polariskop cihazı ile gerilimin kontrolü metodu olup, tereddüt halinde Michel Levy kartı, termik şok ve elmas kalemli çizme metodu da uygulanmaktadır.

SOĞUTMA FIRINLARIMIZDA UYGULANMASI GEREKLİ TEORİK SICAKLIK EĞRİSİ

Renksiz soda-kireç camının fiziksel özellikleri ve tavlanaacak mamul tipleri esas alınarak Adams-Williamson ve Shand/Corning (2) metotlarına göre yapılan hesaplamalarla Tablo 1'deki sonuçlar elde edilmiştir (maksimum kalınlığı 10 mm, ortalama kalınlığı 5 mm olan mamul için).

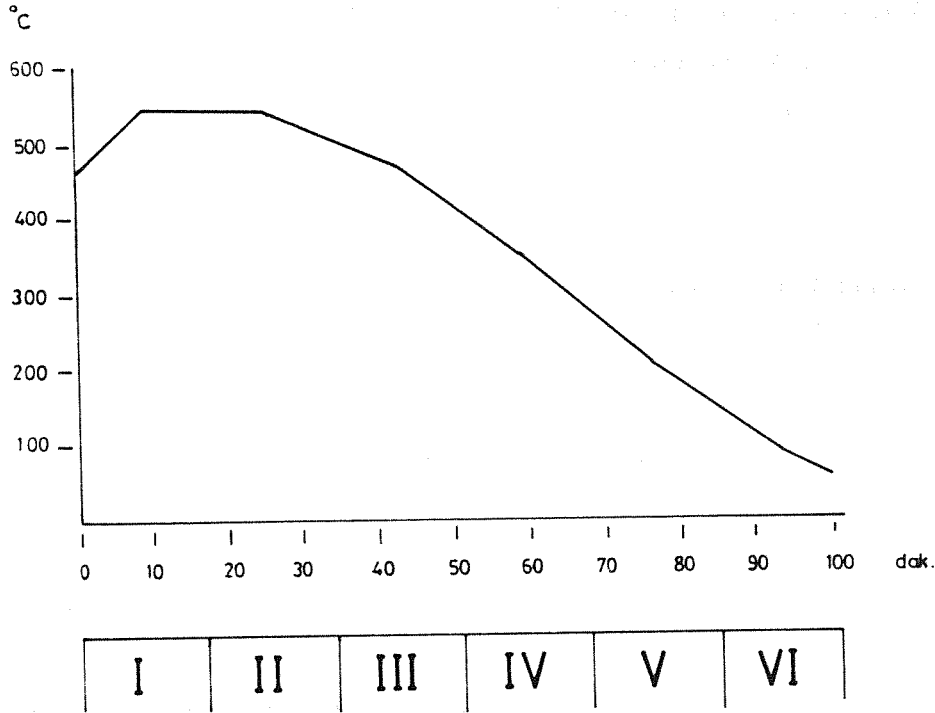
TABLO 1 : Tavlama prosesi için teorik değerler

	A - W	Shand
Tavlama sıcaklığı, °C	543	548
Tavlama sıcaklığında kalma, dak.	10.4	11
Tavlama bölg. soğutma hızı, °C/dak.	3.8	1.8
En düşük tavlama sıcaklığı, °C	509	501
Tavlama süresi, dak	9	26
Soğ. bölg. en yüksek soğ. hızı, °C/dak.	15.4	18

Tablo 1'deki değerler yardımıyla, altı zonlu soğutma fırınlarımızda ilk uyulamaya başladığımız sıcaklık profili Şekil 2'de görülmektedir.

KALIP DİPLİ İMALATLARDA GÖRÜLEN TANSİYON PROBLEMLERİ VE GİDERİLMESİ

Kalın dipli mamullerin üretilmeye başlanmasıyla birlikte, aynı teorik sıcaklık eğrisini uygulamamıza rağmen bu mamullerin kalın olan dip



Şekil : 2 İlk uygulanan teorik sıcaklık profili

kısımlarında tansiyon problemleri ile karşılaşıldı. Tansiyonun tespitinde, polariskop, termik şok, elmas kalemle çizme ve Michel Levy kartı metotları uygulandı. Her dört metotta da netice olumsuzdu.

Tansiyon probleminin çözümü için, sıcaklık eğrisi, yükleme dizisi ve bant hızı değiştirilerek çalışmalar yapıldı.

Kalın dipli imalatlara örnek olarak, dip çapı 92 mm, dip kalınlığı 22 mm ve ağırlığı 410 gr olan mamulde yaptığımız tansiyon probleminin giderilmesi çalışmaları şu şekildedir:

1. Durum: Zon sıcaklıkları 545-545-480-350-210-100°C

Yükleme dizisi : 12'li

Bant hızı : 3.5 dakika/metre

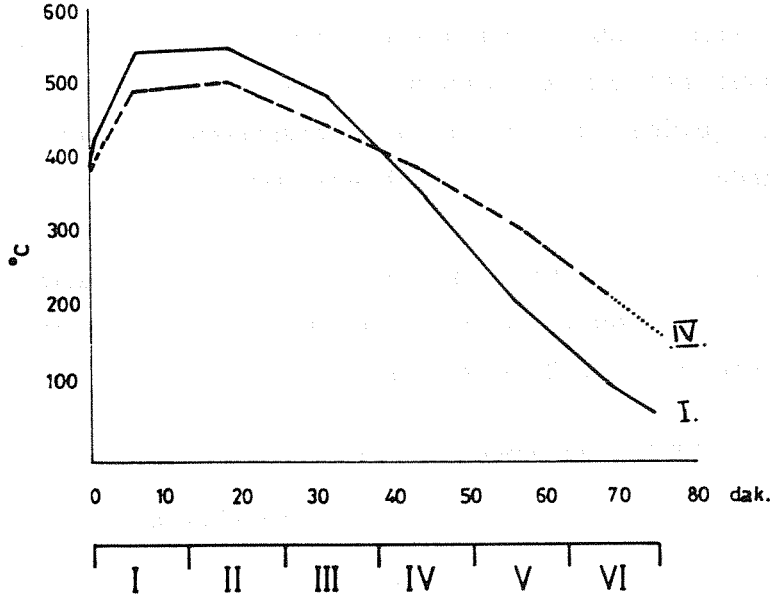
Sonuç : Mamuller tansiyonlu

2. **Durum:** Zon sıcaklıkları 555-550-495-375-250-160°C
 Yükleme dizisi : 12'li
 Bant hızı : 3.5 dakika/metre
 Sonuç : Mamul tansiyonlu ve ağızda kısmi tel izi var.
3. **Durum:** Zon sıcaklıkları 545-545-480-350-210-100°C
 Yükleme dizisi : 20'li
 Bant hızı : 5 dakika/metre
 Sonuç : Mamul tansiyonlu
4. **Durum:** Zon sıcaklıkları 490-500-440-390-310-220°C
 Yükleme dizisi : 20'li
 Bant hızı : 5 dakika/metre
 Sonuç : Mamulde tansiyon yok
 Not : 4,5 ve 6. zon sirkülasyon fanları durduruldu.

İnce cidarlı mamullerde 1. durumda tansiyon görülmemesine karşın kalın dipli mamulde tansiyon görülmesi üzerine, sıcaklıkların düşük olduğu kabul edilerek 2. durumda sıcaklıklar yükseltilmiştir. Bu durumda da tansiyon görülmesiyle beraber tel izinin de mamulün ağızda çıktığı tespit edilmiştir. Mamullerde tel izinin görülmesi bek alevlerine yakın olan soğutma yan kısımlarındadır. Dolayısıyla sıcaklıkların yüksek olduğu düşünülmüş ve eski değerlere çekilerek yükleme dizisi 3. durumda 12'liden 20'liye çıkarılmıştır. Ancak bu durumda da mamul tansiyonlu çıkmıştır. 4. durumda 1. zon sıcaklığının mamul giriş sıcaklığına yakın olması düşüncesiyle ısıtma kontrollü zonların sıcaklıkları düşürülmüştür. Ayrıca, soğutma kısmında daha yavaş soğutma yapılabilmesi için 4,5 ve 6. zonların sirkülasyon fanları kapatılmıştır. Bu durumda tansiyonun kaybolduğu görülmüştür. Bu da, Adams ve Williamson'un makalelerinde belirtildiği gibi, tavlama sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta da camın tavlanaabileceği düşüncesini doğrulamaktadır.

1. ve 4. durumda uygulanan sıcaklık profilleri Şekil 3'de gösterilmiştir.

Soğutma tel bantı üzerine yerleştirilen Cr-Ni termoeleman ile soğutma boyunca olan sıcaklık değerleri alınmış ve uygulanan sıcaklık profili ile uyum içinde olduğu görülmüştür.



Şekil : 3 Kalın dipli mamullerde uygulanan eski ve yeni sıcaklık profilleri

Kalın dipli mamullerde tansiyonun görülmediği şartlar olarak aşağıdakiler tespit edilmiştir:

1. İlk zon sıcaklığının, soğutmaya giren mamulün dip sıcaklığına yakın olması.
2. İkinci ve üçüncü zonların teorik değerlerden 35-40°C düşük olması,
3. 4,5 ve 6. zon sirkülasyon fanlarının durdurulması,
4. Yükleme dizisinin, bant enini kaplayacak şekilde ve mamullerin birbirlerine değmeyecek derecede ayarlanması,
5. Soğutma içindeki mamul sıralarının birbirine temas etmeyecek şekilde, bant hızının ayarlanması.

ZÜCCACİYE MAMULLERİNİN TAVLANMASINDA SICAKLIK PROFİLLERİNİN ENERJİ TASARRUFU SAĞLAYACAK ŞEKİLDE DEĞİŞTİRİLMESİ

Özellikle kalın dipli imalatlarda görülen tansiyon probleminin çözümlenmesi neticesinde uygulanan sıcaklık profilinin tüm mamuller için aynı şekilde uygulanabileceği düşünülerek diğer mamullerin tavlama sırasında da düşük sıcaklık profilleri tespit edilmiştir.

Şimdiye kadar çalıştığımız züccaciye mamullerini ağırlık ve dip kalınlıklarına bağlı olarak üç gruba ayırabiliriz. Bu gruplarda uygulanan sıcaklık profilleri Tablo 2'de verilmiştir.

TABLO 2: Yeni sıcaklık profilleri (4,5 ve 6. zon fanları devre dışı)

	Zon Sıcaklıkları, °C					
	I	II	III	IV	V	VI
I. Grup : Dip kalınlığı						
8 mm ye kadar olan hafif mamuller	470	490	410	320	230	170
II. Grup : Dip kalınlığı						
8-13 mm olan orta ağırlıktaki mamuller	480	490	410	330	235	190
III. Grup: Dip kalınlığı						
13 mm den büyük, ağır mamuller	490	500	430	390	310	220

Eski sıcaklık rejimi ile üç gruba ayırdığımız, yeni sıcaklık rejimleri arasında, ısı ekonomisi bakımından bir karşılaştırma yapılırsa, bir soğutmadan yılda 36 000 Nm³ doğal gaz (doğal gazın alt ısıl değeri 8700 kcal/Nm³). 78 840 kW-h ise elektrik enerjisinden tasarruf yapılabilmektedir. Fabrikamızda 7 adet soğutma fırını olduğu göz önüne alınırsa, yapılan tasarruf bir yılda üç soğutma fırınımızın yakıtına eşdeğerdir.

SONUÇLAR VE TAVSİYELER

Züccaciye mamullerinin soğutma fırınlarında tavlama sırasında tansiyon probleminin olmadığı en emniyetli ve en ekonomik sıcaklık değerleri seçilmelidir. Bizim çalışmalarımızda uyguladığımız sıcaklık değerlerinin camımızın gerilme noktası sıcaklığı değerine yakın olduğu ve soğutmadan çıkan mamullerin kalite kontrol standartlarına göre tansiyonsuz olduğu tespit edilmiştir.

Yakıt ekonomisi ve tansiyonsuz mamul elde etmek bakımından soğutma fırınlarında aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekir:

1. Mümkün olan en emniyetli ve en ekonomik sıcaklıklar seçilmelidir.
2. Soğutma içinde en çok mamul olacak şekilde yükleme dizisi ve bar hızı ayarlanmalıdır.
3. Soğutma giriş ve çıkış damper kapakları mamul boyuna göre ayarlanmalıdır. Soğutma konveyör tel bantının dönüşü soğutma içinden olmalı, giriş ve çıkış aralıklarının sızdırmazlığı sağlanmalıdır.
4. Mamul soğutma fanları, soğutma çıkışından en az 2 m uzakta olmalıdır.
5. Soğutmaların yakma sistemlerinin otomatik kontrollü olması ile pilot alevin sağlanması gerekir. Pilot alevden amaç, beklerdeki yanmanın sürekliliğidir.
6. Uygun hava/gaz oranı çeşitli cihazlarla ayarlanabilir. Ancak, zonlardaki bek alevlerinin durumunu görmek açısından, bekten önceki gaz/hava karışımı, manifold üzerine bağlanacak test bekleri ile de periyodik olarak kontrol edilmelidir. Test beki alevinin görünümü, ortası parlak mavi ve kenarları daha açık mavi olan yapıda olmalıdır.

7. Periyodik olarak, soğutma fırınlarının içerisine termoeleman salınarak zonlardaki sıcaklık eğrisi kontrol edilmelidir.

REFERANSLAR

1. Adams,L.H.-Williamson,E.D. (1920), Annealing and Strengthening in the Glass Industry, Edited by Dr. Alexis G. Pincus-Thomas R. Holmes, Books for Industry, New York, pp.3-22.
2. Slotte,J.P. (1986), Glasteknisk Tidskrift, 41:1 (Comparison study on annealing processes and their applications).

**SICAKLIK ÖLÇÜM ELEMANLARININ
DEĞİŞİK KOŞULLARDAKİ DAVRANIŞLARI
TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş. BULGULARI**

Derya EREL
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam imalatında sıcaklık yakından izlenmesi gereken en önemli fiziksel büyüklüklerden biridir. Camın ergime, afinasyon, şekillendirme ve tavlama süreçlerinde kontrol altında tutulması işletmenin temel kuralları arasında yer almaktadır.

Rejeneratör çıkışındaki emiş pirometresi ve termokupl ölçümleri ile banyo taban sıcaklıklarının tahkik edilme ihtiyacı için yapılan ilave ölçümler sırasındaki bulgular bu konudaki çalışmaları derinleştirmemize yol açmıştır.

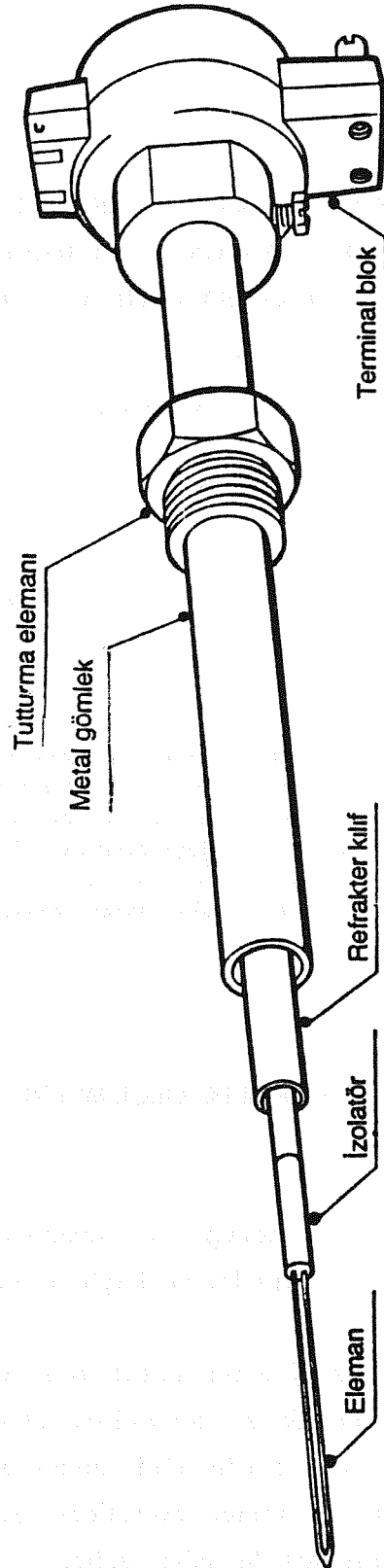
Bildirinin amacı bu bulguların aktarılmasıdır.

GİRİŞ

A. TERMOKUPLAR İLE SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ VE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

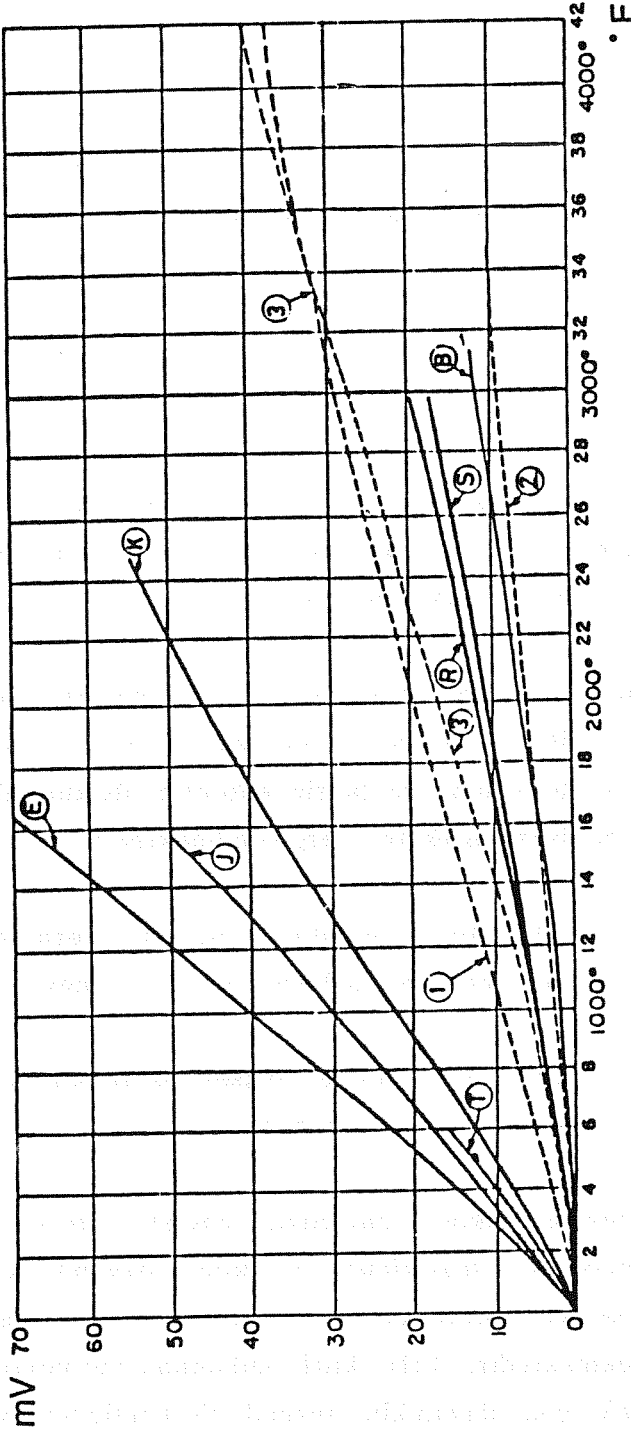
Bildiğiniz gibi bir termokupl üç kısımdan meydana gelir. İzole termoeleman, koruyucu kılıflar ve bağlantı bloğu (Şekil 1).

Demir, bakır, nikel gibi temel metallere yapılmış elemanlarla max. 1150°C'ye kadar sıcaklıklar ölçülebilir. 1800°C'ye kadar olan daha yüksek sıcaklıklar için platin gibi soymetaller kullanılır (Şekil 2). Soymetal termokupllar temel metallere göre daha doğru sonuçlar verdiği gibi tekrarlılıkları da daha iyidir.



ŞEKİL : 1

TERMOKUPL EĞRİLERİ



E - Nikel / Krom - konstantan

J - Demir - Konstantan

T - Bakır - Konstantan

K - Nikel / Krom - Nikel

R - Platin / 13% Rodyum - Platin

S - Platin / 10% Rodyum - Platin

B - Platin / 30 % Rodyum-Platin / 6 % Rodyum

1 - Tungsten / 5% Renyum - Tungsten / 26% Renyum

2 - 40% Renyum / 60% Renyum - Iridyum

3 - Tungsten - Tungsten / 26% Renyum

Gerek literatür taranması ve gerekse TR'da yaşadığımız olaylara göre termokupplarda rastlanan bazı problemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

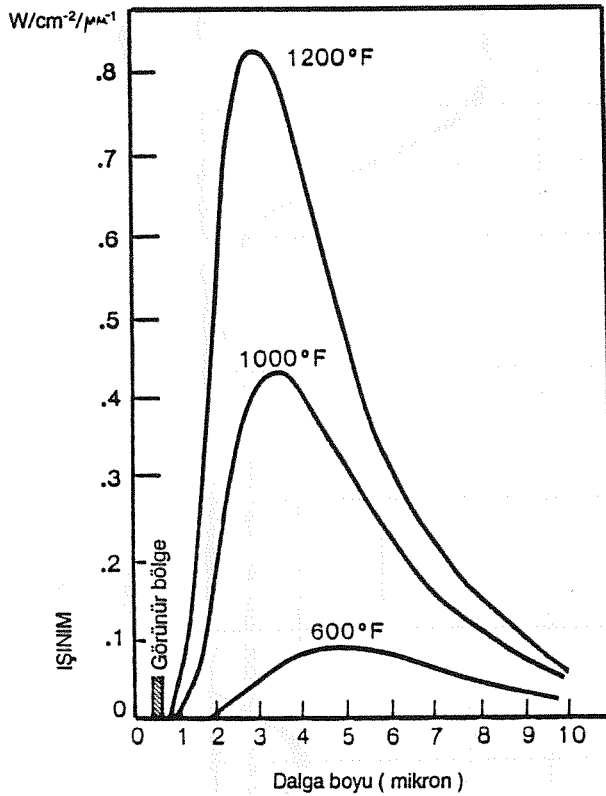
1. Özellikle Pt-Rh termokupplarda termokupl tellerinin birleşme noktası civarında, rodyum atomlarının diğer tele geçişi meydana gelmektedir. Rodyum geçişi, göç olayı olarak adlandırılmaktadır. Bu olayın neticesinde tellerin katkı yüzdeleri değişmektedir. Her iki teli de rodyum katkılı olan termokupplarda bu olayın etkisi nispeten azdır.
2. Yüksek sıcaklıklarda rastlanan bir olay da uçuşmadır. Termoelemanda platin veya rodyum elementlerinden açığa çıkan atomlar zamanla aynı sıcaklıkta farklı sinyal alınmasına neden olmaktadır. Özellikle bu olayı önlemek için bazı uygulamalarda termoeleman MgO harç ile kaplanmaktadır.
3. 1200°C'nin üzerinde rastlanan başka bir olay da indirgen gazların, koruyucu kılıfın silika yapısını etkileyip, silikon ortaya çıkarmasıdır. Böylelikle silikon ve platin eutectic oluşturmakta ve platin 800°C gibi düşük sıcaklıklarda eriyebilmektedir.
4. Termal yaşlanma olarak bilinen bir diğer olay da, termokupl 'un zamanla karakteristiğinin değişmesi şeklinde sonuç vermektedir.

Bahsedilen bu olaylar yüzünden özellikle yüksek sıcaklıklarda uzun sürede termokupl güvenilirliğini kaybetmektedir.

Kullanılan kılıfların termal şoklara dayanıklı, yüksek derecede nötr malzemelerden seçilmesi ve maksimum sıcaklığa dayanıklı, ölçüm yerinde ortam şartlarının etkilerini termoelemana geçirmeyecek yapıda olmaları gerekmektedir. Çift kılıf kullanılan durumlarda dış kılıfın mekanik olarak çok dayanıklı, termal iletkenliğinin yüksek olması istenir.

B. RADYASYON PİROMETRELERİ İLE SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

Yine çok iyi bildiğimiz gibi yeterince ısıtılmış bir cisim parlak ve beyaz ışık saçar. Bu görünür radyasyondur. Aynı cisim görünür radyasyondan çok daha fazla radyasyona infrared bölgede sahiptir.

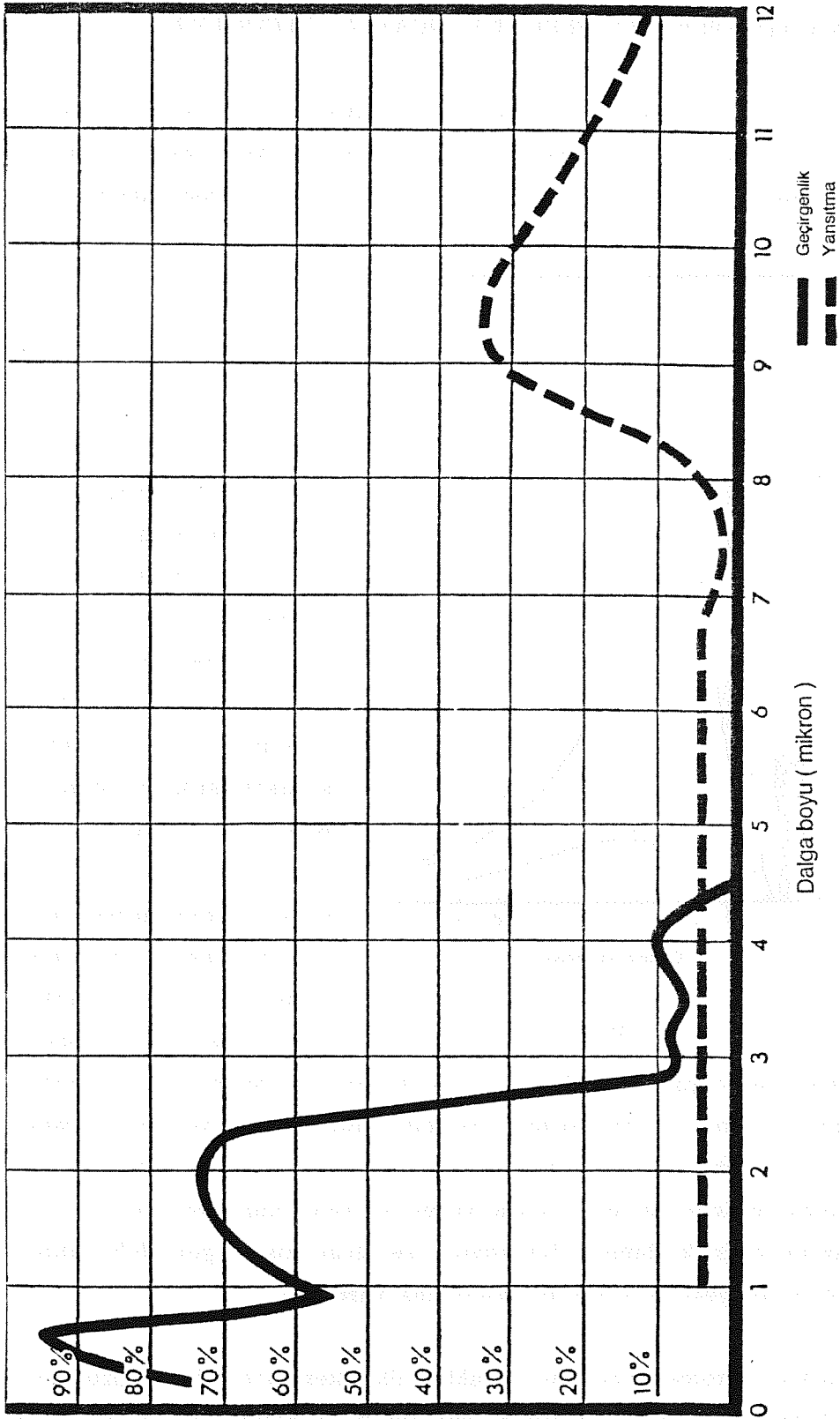


Şekil : 1

nesneler de ölçümü etkileyebilir. 4 mikrondan sonra cam geçirgen değildir. Yani 4 mikrondan sonrası radyasyon sadece camdan gelebilir, 8 mikrondan sonra camın yansıtma özelliği artar ve 9.5 mikronda maksimum olur. Cam yüzey sıcaklık ölçümleri için 4.5 ve 8 mikron arası kullanılır. Emissivite ise siyah cisme göre 0.96 alınır, çünkü bu bölgede % 4'lük bir yansıtma vardır.

Radyasyon pirometreleri ile sıcaklık ölçerken ortamdaki bozuculara dikkat etmek gerekir. Özellikle infrared radyasyonu absorbe eden, su

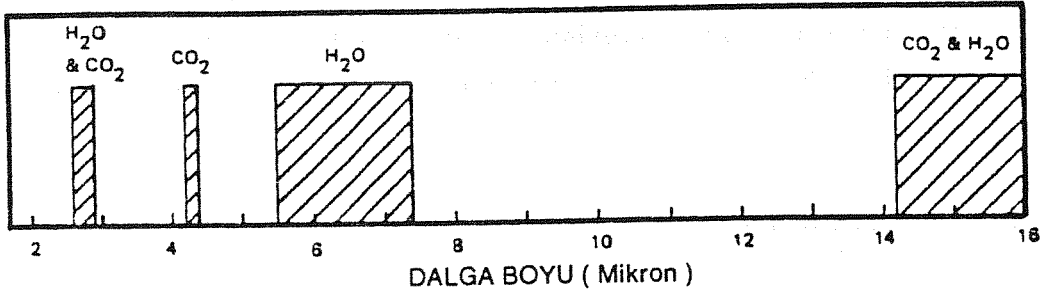
3 no'lu şekilden görüleceği gibi radyasyon yoğunluğu sıcaklık ve dalga boyunun bir fonksiyonudur. Her bir dalgaboyunda artan sıcaklıkla radyasyon yoğunluğu da artar. Bu radyasyonun ölçülmesiyle cismin sıcaklığı da belirlenmiş olur. 4 no'lu şekilde camın geçirgenlik ve yansıtma karakteristikleri görülmektedir. Görünür radyasyon bölgesinde cam geçirgen olduğundan optik pirometre ile cam sıcaklığı ölçülürken camın arkasında kalan



ŞEKİL-4

ŞEKİL : 4

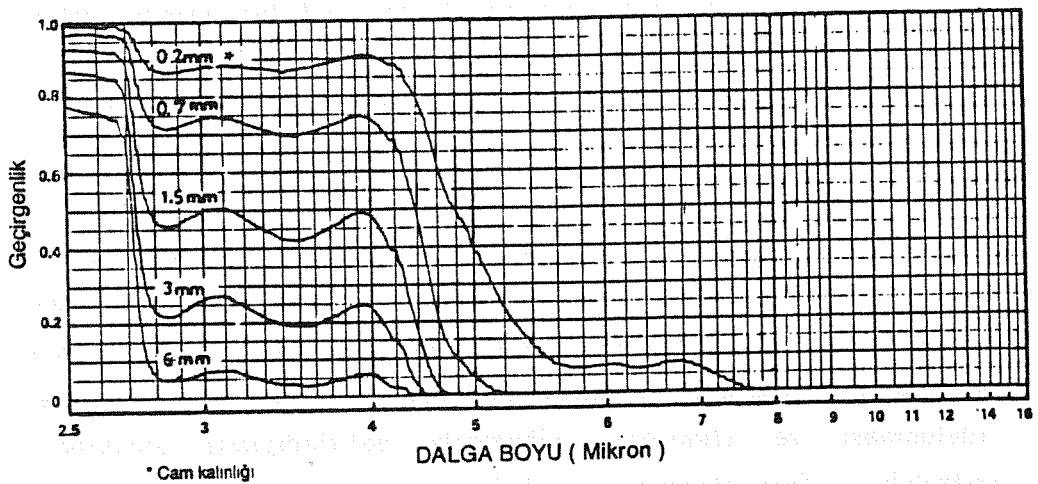
buharı ve karbondioksit gazlarından kaçınmak gerekir. Şekil 5'den görüldüğü gibi, radyasyon pirometresi bu bozucuların olmadığı bölgelerde çalışırsa sorun ortadan kalkar.



Şekil : 5

Diğer bir problem ise soğuk bir ortamdaki sıcak bir yüzeye bakıldığında emişyonun % 80-90 gibi bir kısmının gerçekleşebilmesidir. Bu durum fırında söz konusu değildir. Çünkü bakılan yerin etrafı yeterince uzaklığa kadar üniform sıcaklıktadır.

Cam kalınlığı arttıkça camın geçirgenliği azalmaktadır. Geçirgenlik eğrisinin düz cam için değişik kalınlıklarda nasıl değiştiği de Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil : 6

Camda stress olayını anlayabilmek için camın iç kısımlarındaki sıcaklığın bilinmesi yararlı olur. Bunun için camın kısmen geçirgen olduğu bölgelerden ölçüm yapılır. Bu bölgelerde yüzey radyasyonu kadar içinden gelen radyasyon da pirometreye ulaşacağından uygun pirometrelerle cam yüzeyinin altında kalan kesitlerin sıcaklığı okunabilir. Bu işlem için şerit halindeki camın çok ince olmaması gerekir.

İŞLETME ÖLÇÜMLERİ

A. REJENERATÖR HAVA/GAZ SICAKLIKLARININ ÖLÇÜLMESİ

Rejeneratörlerin işletmeler esas alındığında malzeme, işçilik ve dolayısıyla parasal bazda ilk sırayı aldığını biliyoruz. Rejeneratörlerden seçilen malzeme ve uygulanan tasarım doğrultusunda büyük meblağlara karşılık beklenen, uzun ve zahmetsiz bir işletme ömrünün yanı sıra yüksek bir verimlilikle çalışmasıdır. Söz konusu verimin önde gelen belirleyicisi rejeneratörlerde havaya ve gaza çalışırken ulaşılan sıcaklıklardır. Bu ölçümlerin gerçeğe yakınlık derecelerinin seçilen malzemelerin maruz kaldıkları sıcaklıklarda davranış biçimlerinin anlaşılmasında, uygulanan tasarımla öngörülen verime ulaşıp ulaşılamadığının belirlenmesinde, işletme sırasında ilgili parametrelerdeki muhtemel değişimlerin farkına varılıp önlem alınabilmesindeki önemi açıktır.

TR'da söz konusu sıcaklıklar rejeneratör alın duvarlarında ve gaz kanallarında bulunan 24 adet termokupl vasıtasıyla ölçülmektedir. Uygulanan bir diğer yöntem de optik pirometre ile enversiyonların ortasında ölçülen dolgu üstü orta nokta sıcaklıklardır. Bir önceki paragrafta rejeneratör sıcaklıklarının önemini belirleyen gerekçelerin irdelenmesi ve elimizdeki cihazlarla belirlediğimiz sıcaklıkların doğruluk derecelerinin belirlenmesi amacıyla Araştırma Merkezimizden emiş pirometresi ile gaz ve havanın giriş çıkış sıcaklıklarının ölçülmesi talep edildi (Bulgular Tablo 1'de görülmektedir).

Bulgular incelendiğinde gaza çalışırken; dolgu üstünde

- . Pirometre değerleri emiş pirometresi değerlerinden ortalama 10°C eksik çıkmakta, ortamda CO_2 ve H_2O gibi radyasyon absorbe ediciler de mevcut olduğu için gaz refrakter ısı transferinin etkili olduğu bu bölgede refrakter sıcaklığı gaz sıcaklığına kadar yükselebiliyor.
- . Alın duvarındaki termokuplların duvara yakınlığı ve duvarların gaz sıcaklığından daha düşük olması nedeniyle okunan sıcaklıklar gaz sıcaklığından ortalama 100°C kadar az olmaktadır.
- . Hava çalışırken ısı transfer yönü refrakterden havaya olduğu için optik pirometre değerleri emiş pirometresine göre 35°C daha yüksek okunmaktadır. Havaya göre sıcak olan duvara yakınlığı nedeniyle termokupl değerlerinde ise 95 derecelik fark oluşmaktadır. Aynı nedenlerden gaz kanallarında havaya gaza çalışmaya göre emiş pirometresi ve termokupl değerleri arasındaki farkları izah etmek mümkündür (Şekil 7).

B. BANYO TABAN SICAKLIKLARININ ÖLÇÜLMESİ

Banyo taban bloklarının arasından sızabilecek kalayın bloklar altındaki çelik kasaya kadar ulaşması halinde 230°C gibi bir sıcaklıkta çelik kasanın delinmesi tehlikesi vardır. Önlem olarak tüm banyo tabanı hava ile soğutulmaktadır. Soğutma işleminin etkisinin izlenmesi amacıyla 19 bölümden oluşmuş banyonun tabanında sağ, sol, orta olmak üzere üçerden 57 adet termokuplla sürekli sıcaklık ölçümü yapılmaktadır. İşletmemizde kış aylarında yaşadığımız sürekli hata olarak ortaya çıkan wollastonit hatasına karşı alınabilecek tedbirler tartışılırken, kanal cam sıcaklığının artırılması yerine banyo tabanına uygulanan soğutmanın belli oranlarda azaltılarak kalay sıcaklıklarının artırılması, dolayısıyla bu bölgenin ısıtılarak muhtemelen şekillendirme sırasında oluşan bu

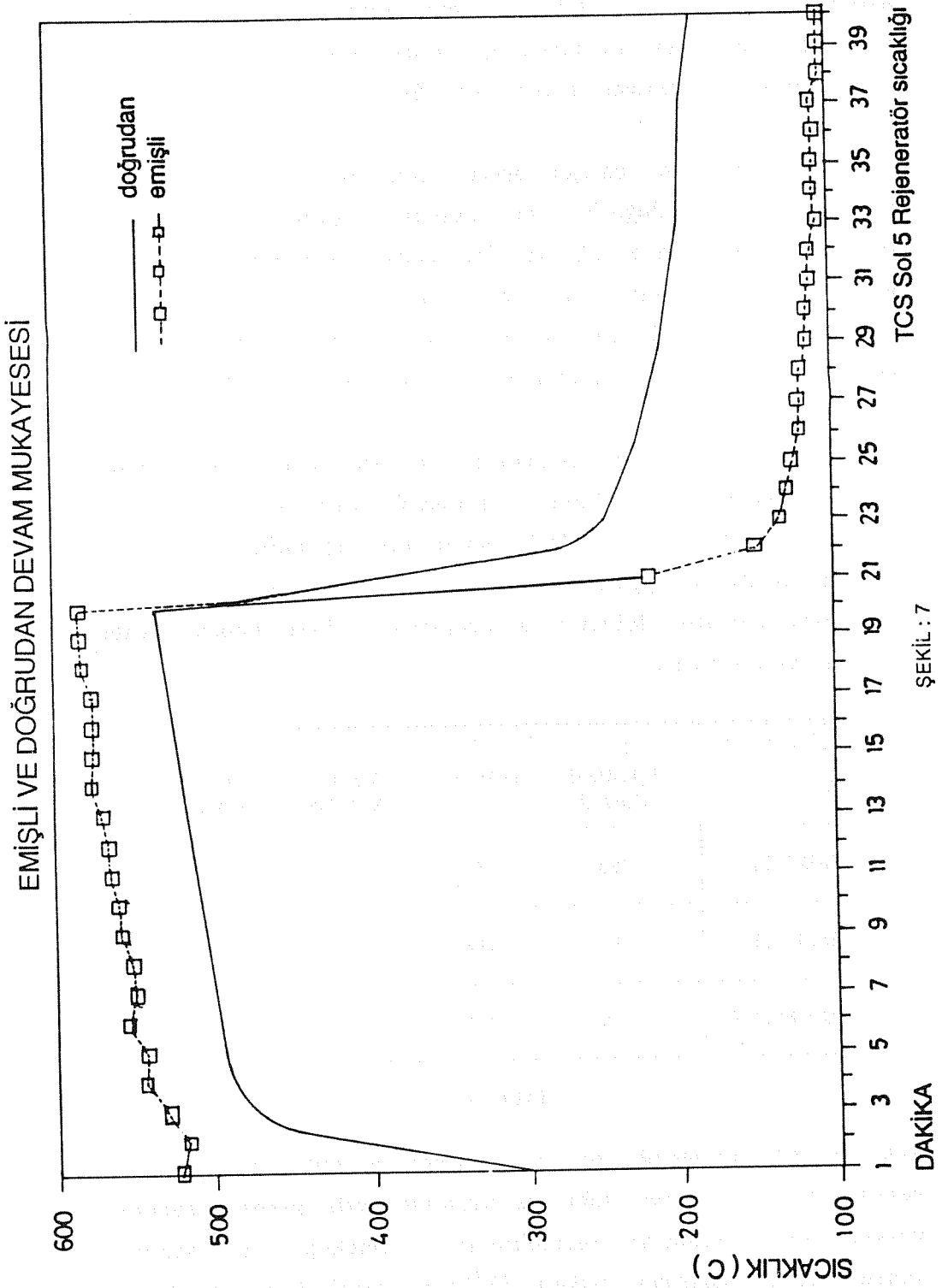
TRAKYA CAM SANAYİİ A. Ş.
REJENERATÖR SICAKLIK ÖLÇÜMLERİ

GAZA		HAVAYA						GAZ—HAVA					
1	2	3	4	5	6								
NO	EMİS PYRO	TERMO ELEMEN	OPTİK PYRO	FARK (1-2)	FARK (1-3)	EMİS PYRO	TERMO ELEMEN	OPTİK PYRO	FARK (4-5)	FARK (4-6)	FARK (1-4)	FARK (2-5)	FARK (3-6)
1	1501	1400	1495	101	6	1355	1380	1441	-25	-86	146	20	54
2	1537	1455	1522	82	15	1378	1440	1490	-62	-112	159	15	32
3	1515	1450	1510	65	5	1399	1430	1471	-31	-72	116	20	39
4	1559	1460	1553	99	6	1431	1445	1518	-14	-87	128	15	35
5	1535	1450	1520	85	15	1378	1435	1471	-57	-93	157	15	49
6	1222	1150	1215	72	7	1130	1140	1195	-10	-65	92	10	20
1	615	458		157		114	180		-66		501	278	
2	537	427		110		105	160		-55		432	267	
3	625	471		154		110	190		-80		515	281	
4	610	508		102		140	210		-70		470	298	
5	600	495		105		106	200		-94		494	295	
6	296	195		101		142	165		-23		154	30	

TABLO — 1

DOLGU ÜSTÜ

GAZ KANALI



hatanın önlenebileceği fikri ileri sürüldü. Taban termokuplları vasıtasıyla ölçülen sıcaklıkların uygun olmasına rağmen, tabana inildiğinde hissedilen sıcaklıkların ölçülen değerlerden çok daha fazla olabileceği kuşkusuna ortaya çıktı (Şekil 8).

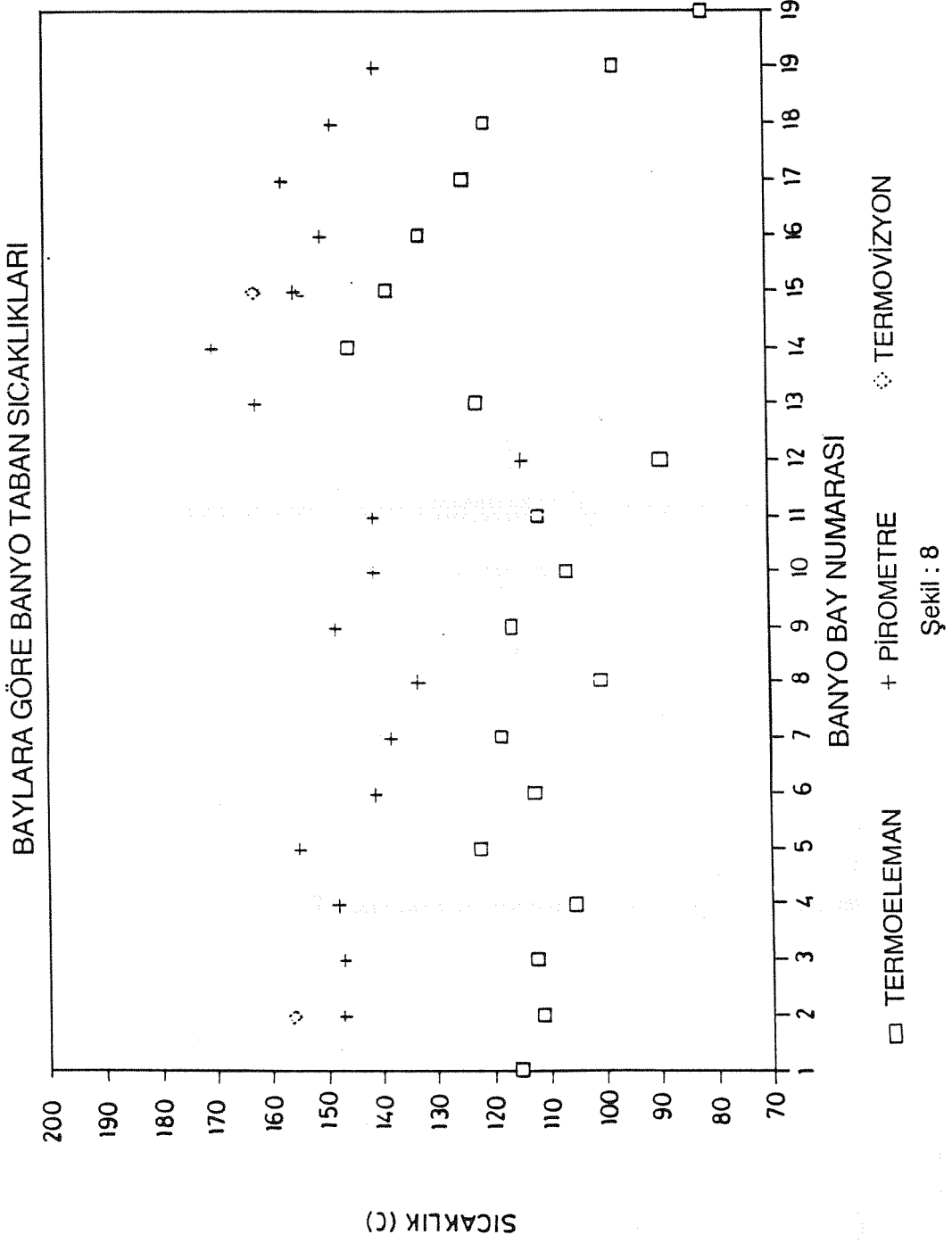
-32/1200°C aralığında çalışan optik pirometre ile alınan ölçümler sonunda bulunan değerler bu kuşkuyla doğrular nitelikteydi. Araştırma Merkezince 1,2 ve 15. banyo bölümlerinde yapılan termovizyon çalışmaları da aynı doğrultuda sonuçlar verince merkezde termokuplların neden düşük sıcaklıkları okuduğunun tespiti için laboratuvar çapında testler yapılmıştır.

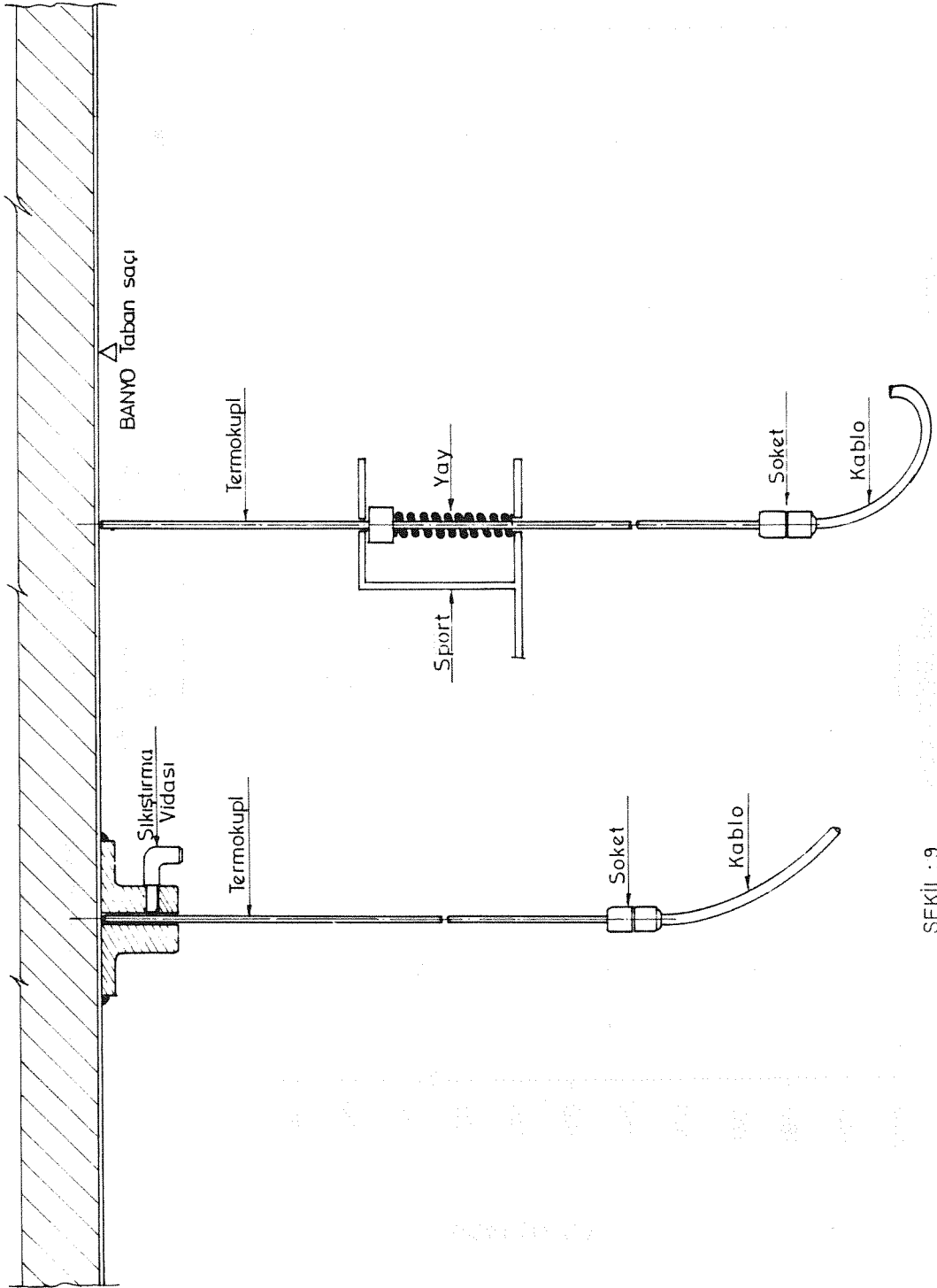
Termokupl kalibrasyon cihazında yapılan deneylerde cihazın ısıtılan tablasında sıcaklıklar termokupl, termovizyon ve optik pirometre ile ölçülmüştür. Daha sonra bir saç kurutma makinası ile hava soğutması uygulanmış, sıcaklığın kararlı hale gelmesinden sonra aynı aletlerle ölçümler tekrarlanmıştır (Test sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır).

	KALİBRE CİHAZI	IR PYRO	TERMO VİZYON	TERMO ELEMAN
SABİT ISI	258	257	259	239
SABİT ISI	197	198	194	174
HAVA ÜFLEME	170	170	170	116

TABLO - 2

Tablodan da görüleceği gibi termovizyon ve optik pirometre ile yapılan ölçümler gerek soğutma uygulamasında gerekse soğutma yokken doğru sonuçlar vermektedir. Termokupl ise soğutma yokken 20°C, soğutma varken 54°C'ye varan düşük sıcaklıklar ölçebilmektedir. Bu duruma termokuplun sıcaklığı ölçülecek





ŞEKİL : 9

yüzeyle temas yetersizliği ve soğutma havasından etkilenmesinin yol açtığı anlaşılmıştır.

Bu belirlemeler ışığında banyo taban termokupl uçları Şekil 9'dan da görülebileceği gibi demir bir blok içine gömölüp soğutma havasından termokupla etkisi azaltılarak okunan sıcaklıklarla optik pirometre sıcaklıkları arasındaki fark iyice azaltılmıştır.

SONUÇ

İşletme sırasında ölçme elemanlarının gösterdiği değerlerin zaman içerisindeki değişimleri işletmeler için yeterli olmasına rağmen işletmelerimizin çok pahalı birer laboratuvar olduğu göz önüne alınarak tasarım hesapları ve malzeme seçimi bakımından gerçek değerlerin bilinmesi tercih edilmelidir.

Sıcaklığın önemi genelde hepimizce bilinmektedir. Ancak amacımız işletme pratiği içerisinde saptadığımız bulgulardan hareketle sıcaklık gibi önemli bir parametrenin ölçme sistemi ile birlikte değerlendirilmesinin önemini bir kez daha vurgulayarak ilgilenenlere bu yönüyle katkıda bulunmaktır.

Özetle sıcaklık ölçümlerinin seçilen sistemlerin karakteristiklerinin çalışacakları ortamlarla uyuşmasına dikkat edilmeli, ölçülecek sıcaklıkların değerlendirilmesinde mutlak uyum sağlanamayacağı gibi ortamın sistem üzerine etkileri göz önüne alınmalıdır.

III. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

22 Aralık 1987

Dedeman Oteli, Balo Salonu

PROGRAM

10.00-10.10 SUNUŞ

GENEL MÜDÜR TALAT ORHON'UN AÇIŞ KONUŞMASI

I. OTURUM (10.10-11.10)

Başkanlık: Hatay ARKAYIN - Kâmil BAŞKAŞ

Yıldırım CANBERK

10.10-10.30 1981-1987 Dönemi Enerji Tasarrufu Çalışmalarına Genel Bakış

Sabahattin GÜNCELER-Ersin KINLI*

T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.

Araştırma Müdürlüğü

10.30-10.50 Borosilikat Cam Fırınında Rejeneratör Tıkanmasında

Uygulanan Değişik Süreli Enversiyon Tekniği

M.Şeref KIRAN-Zekâi KUTLU*- M.Bülent ARMAN

Teknik Cam Sanayii A.Ş.

T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.

Araştırma Müdürlüğü

10.50-11.10 Büyük Fırınlarda İç Basınç Kontrolü İçin En Uygun Yer

Seçimi

Mehmet Ali TIRYAKI-Haşim EKİCİ*

Trakya Cam Sanayii A.Ş.

11.10-11.30 Çay Arası

II. OTURUM (11.30-12.50)

Başkanlık: Yücel CANDEMİR - Atilla DİDİN

- 11.30-11.50 Züccaciye Camlarında Renksizlik Seviyesinin Kontrolü
Taner ÇAVDAR* Candan KARAN
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü
- 11.50-12.10 Pres Mamulü Üretiminde "Kalıp Kılavuz Pimleri" ve "Yüzey
Mastör Sistemi" Yardımıyla, Mastör, Ring ve Kalıpların
Merkezlenmesi
Serdar ERKAN
Teknik Cam Sanayii A.Ş.
- 12.10-12.30 Cam Kırığı Tartma ve Harman Üzerine Serme İşi İçin
Komple Sistem Arayışı ve Trakya Cam Sanayii A.Ş.
Uygulaması
Haşim EKİCi*-Ertan TANYELİ
Trakya Cam Sanayii A.Ş.
- 12.30-12.50 Güneş ve Isı Kontrol Camları
Dr. Yusuf SARAÇ
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü
- 13.00-14.30 Yemek (Camhan Yemek Salonu)

III. Oturum (14.30-15.50)

Başkanlık: Erol ERGÜN - Yekta ETİ

- 14.30-14.50 Malzeme ve İşçilik Tasarrufu ile Ambalajlamada Üretkenlik
Artışı
Çetin AKTÜRK-Hayrullah GÜL*
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

- 14.50-15.10 Otomatik İmalat Makinalarının Mikro-İşlemci ile Moderni-
zasyonu Neticesi Arızalarda Duruşların Minimuma İndirilmesi
Makina Hasarlarının Önlenmesi
Ali ÖZABACI
Teknik Cam Sanayii A.Ş.
- 15.10-15.30 Levha Cam Üretiminde Kromit Hatasının Meydana Getirdiği
Üretim Kayıpları ve Ahnabilecek Önlemler
Ahmet DENİZ*-Tuncer AKMAN Dr. Eşref AYDIN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü
- 15.30-15.50 Yoğunluk Ölçümlerinin Cam Kompozisyonunun Kontrolünde
Kullanılma Teknikleri
Tahir CEBECİOĞLU
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
- 15.50-16.10 Çay Arası

IV. OTURUM (16.10-17.30)

Başkanlık: M. Uran ÖZSOY - Metin ÜNLÜER

- 16.10-16.30 Cam Hatalarının Sistemik Takibi
Dr. Eşref AYDIN
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü
- 16.30-16.50 Paşabahçe Cam Sanayiinde Çevre Kirliliği Problemi ve
Çözümleri
Ergül CEBECİOĞLU
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

- 16.50-17.10 Züccaciye Mamullerinin, Açık Alev Tipli Soğutma Fırınlarında Enerji Tasarrufu Sağlanarak Tavlanma Sorunlarının Çözülmesi
O. Savaş BÜKE*-Dr. Ali ALTINER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
- 17.10-17.30 Sıcaklık Ölçüm Elemanlarının Değişik Koşullardaki Davranışları, Trakya Cam Sanayii A.Ş. Bulguları
Derya EREL
Trakya Cam Sanayii A.Ş.
- 18.00 Kokteyl (Dedeman Oteli, Balo Salonu)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(Soyadına Göre Alfabetik Olarak Sıralanmıştır)

(A)

AKAN,Hande (SC-ARŞ)
 AKAY,Mustafa (AC)
 AKATAY,Nurcan (SC-PM)
 AKIN,Fahir (SC-ARŞ)
 AKINCI,Ahmet (CE)
 AKINCI,Alpaslan (SC)
 AKKAYA,Serap (TC)
 AKMAN,Tuncer (CY)
 AKOZAN,Mehmet (SC-PTHM)
 AKSU,Tufan (SC-PTHM)
 AKTÜRK,Çetin (TR)
 ALACA,Hatice (SC-ARŞ)
 ALBAYRAK,Gülçin (SC-ARŞ)
 ALPSAR,Dilek (SC-PTHM)
 ALTIN,Selim (CY)
 ALTINAY,Oktay (PB)
 ALTINER,Ali (KC)
 APAK,Can (IP)
 APAK,Günay (CA)
 ARIĞ,Halûk (SC)
 ARIKAN,Yener (AC)
 ARKAYIN,Hatay (CE)
 ARMAN,Bülent (SC-ARŞ)
 ASAR,Metin (KC)
 AVŞARCAN,Gülser (SC-ARŞ)
 AYDIN,Eşref (SC-ARŞ)
 AYDIN,Ferit (TK)
 AYDIN,Yaşar (PB)
 AYKUL,Kâzım (CY)

(B)

BAŞAKAR,Abdülkadir (SC-PTHM)
 BAŞKAŞ,Kâmil (TK)
 BATUR,Sevil (CI)
 BAYAR,Semih (SC)
 BAYRAM,Jülide (SC-PTHM)
 BİLGE,Tülin (SC-ARŞ)
 BİLSEN,Engin (PB)
 BOYACIOĞLU,Ömer (SC-PTHM)
 BOZKURT,Rüştü (SC-PEAM)
 BÜGET,Beken (RA)
 BÜKE,O.Savaş (KC)
 BÜYÜKBİÇER,Esen (SC-ARŞ)

(C)

CANBERK,Yıldırım (AC)
 CANDEMİR,Yücel (KC)
 CANSEVER,Ahmet (CY)
 CEBECİOĞLU,Ergül (PB)
 CEBECİOĞLU,Tahir (PB)

(Ç)

ÇAKMAKLI,Deniz (PB)
 ÇAVDAR,Taner (PB)
 ÇELİK,Eray (PB)
 ÇİFTÇİ,Vahit (CY)
 ÇİFTÇİOĞLU,Belgin (SC-ARŞ)
 ÇİZMECİ,Emin (TK)
 ÇOKAY,Kazım (IP)
 ÇORUMLUOĞLU,Orhan (SC-ARŞ)

(D)

DEMİRKIRAN, Selçuk (CY)
 DEMİRKOL, Gürol (TC)
 DEMİRLİ, Şükran (SC-ARŞ)
 DENİZ, Ahmet (CY)
 DİDİN, Atilla (TC)
 DÖNMEZ, Nevin (TR)

(E)

EKE, Mesut (IP)
 EKİCİ, Haşim (TR)
 ELÇİ, Nurettin (TK)
 ELTUTAR, Zeynep (SC-ARŞ)
 ENGİN, Sevin (SC-EM)
 ERDEM, Ceyda (SC-PEAM)
 ERDİNÇ, Gürcan (SC-PM)
 ERDOĞAN, Ömer (CY)
 EREL, Derya (TR)
 ERENTÜRK, Alpaslan (SC-ARŞ)
 ERGİNAY, Cihat (CY)
 ERGÜL, Hasan (SC-MM)
 ERGÜN, Erol (TR)
 ERGÜN, Handan (TK)
 ERİNÇ, Nedim (SC-ARŞ)
 ERKAL, Cahit (TC)
 ERKAN, Serdar (TC)
 ERKİN, Asuman (TK)
 EROĞLU, Turgut (SP)
 ERSOY, Ertuğrul (CY)
 ESEN, Erkut (SC-ARŞ)
 ETİ, Yekta (CI)

(F)

FEKE, Hadi (MK)

(G)

GHAEMİ, Duygu (SC-ARŞ)
 GÖKMENOĞLU, Selçuk (KC)
 GÖKTAN, Kaya (PB)
 GÖNENÇ, Bora (SC-PM)
 GÖRK, Ergin (SC-PEAM)
 GÖRKEY, Mehmet (TR)
 GÜL, Hayrullah (TR)
 GÜLDAL, Ünay (SC-ARŞ)
 GÜNCELER, Sabahattin (SC-ARŞ)
 GÜNERTÜRKÜN, Esat (SC-ARŞ)
 GÜNEŞ, Mehasin (SC-ARŞ)
 GÜRASLAN, Gülsen (SC-BBM)

(H)

HACIALİOĞLU, İsmail H. (SC-PTHM)
 HAKSÖZ, Orhan (TK)
 HALICI, Tamer (CI)
 HAYBAT, Hale (SC-ARŞ)
 HÜRPEK, Yasemin (KC)

(İ)

İLİSU, Cemal (PB)

(K)

KAFESCİOĞLU, Ayşegül (SC-ARŞ)
 KALIPÇI, Ali (PB)
 KARABIYIK, Celil (TR)
 KARABULUT, Ömer (SC-ARŞ)
 KARAN, Candan (SC-ARŞ)
 KAYA, Levent (SC-ARŞ)
 KAYA, Yeşim (KC)
 KINLI, Ersin (SC-ARŞ)
 KIRAN, M. Şeref (TC)
 KOÇ, Süleyman (KC)

KOYDEMİR, Fehmi (PB)

KUBAN, Ali (TC)

KUŞÇULUOĞLU, Sema (SC-EM)

KUT, Ateş (SC-PTHM)

KUTLU, Zekai (TC)

KUTSOY, Sadun (AC)

KUZUDİŞLİ, Yılmaz (PB)

KÜNTAY, Cankaya (TK)

(M)

MAHMUTLUOĞLU, Muhteşem (TC)

MASMANACI, Ayşegül (CY)

MERİÇ, Emre (PB)

METİN, Lokman (PB)

(O)

OĞUZ, Metin (SC-PTHM)

OKAN, Ahmet (KC)

ONUR, Ufuk (SP)

ORHON, Melek (SC-ARŞ)

ORHON, Talât (SC)

ORMANCI, Remzi (SC)

(Ö)

ÖKTEN, Bahattin (SC-PTHM)

ÖNER, Ahmet Turan (TR)

ÖNSEL, Lale (SC-ARŞ)

ÖZABACI, Ali (TC)

ÖZASLAN, Bülent (KC)

ÖZCAN, O. Akif (SC-ARŞ)

ÖZDEMİR, Yavuz (SC-DS)

ÖZDURMUŞ, Semih (TR)

ÖZER, Ümit (CY)

ÖZGEN, Serdar (SC-ARŞ)

ÖZHAN, Canan (TK)

ÖZİN, Nadire (AC)

ÖZSOY, M. Uran (PB)

ÖZTÜRK, Murat (MK)

(P)

PAPUTÇU, Mahmut (CE)

PARLAR, Hüseyin (SC-MM)

PEKER, İlhan (TR)

PINARLI, Mehmet (CY)

(R)

RABUŞ, Mehmet (PB)

(S)

SAĞLAM, Celal (TC)

SAĞLAM, Zafer (CY)

SANDER, Faruk (SC-ARŞ)

SARAÇ, Yusuf (SC-ARŞ)

SARAN, Lemis (SC-IGP)

SAYGI, Mustafa (KC)

SERT, Esat (CY)

ŞEVİ, Yılmaz (TK)

SEZER, Basri (CE)

SİZGEK, Ali Erden (SC-ARŞ)

SOYMAN, Figen (PB)

SUNGUN, Kemal D. (SC)

SÜTLÜPİNAR, Hüsnü (CY)

(Ş)

ŞAHİN, Hasan (SC-PTHM)

ŞARDAĞ, Halûk (SC-PTHM)

ŞEN, Bayram Ali (AC)

ŞENER, Ulus (TR)

VIII

(T)

TALA, Melek (TC)
TALA, Tarık (TC)
TANYELİ, Ertan (TR)
TELATAR, Semih (CY)
TEOMAN, Yıldırım (SC-PTHM)
TEZCANLI, İhan (PB)
TİRYAKİ, Mehmet Ali (TR)
TORUN, Osman Nuri (SC)
TUĞRAN, Fikret (PB)
TUNALI, Yıldız (TR)
TUNCAY, Tülay (PB)
TÜMERKAN, Işıl (SC-PTHM)

(U)

UĞURLU, Günay (SC-PTHM)
ULUÇAY, Gülay (SC-PTHM)
USER, İsmail (SC-ARŞ)
USLAN, Mehmet (CY)
UZ, A. Taner (PB)
UZUN, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

ÜNLÜER, Metin (CY)

(V)

VATANSEVER, Salih (CY)

(Y)

YALÇINKAYA, Muhammet (KC)
YARAMAN, Alev (SC)
YAY, Ertuğrul (SC-PTHM)
YAZICIOĞLU, Tuğrul (SC-ARŞ)
YENİGÜN, Teoman (PB)

YILDIRIM, Gülser (CA)

YİĞİT, Vural (SC)

YÜKSEL, Ebubekir (RA)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

GENEL MÜDÜRLÜK

- SC : Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
 SC-ARŞ : Araştırma Müdürlüğü
 SC-BBM : Belge ve Bilgi Merkezi Müdürlüğü
 SC-DS : Dış Satınalma Müdürlüğü
 SC-EM : Eğitim Müdürlüğü
 SC-IGP : İnsangücü Planlama Müdürlüğü
 SC-MM : Malzeme Müdürlüğü
 SC-PEAM: Planlama ve Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü
 SC-PM : Pazarlama Müdürlüğü
 SC-PTHM: Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
 SC-SM : Sanayi Mühendisliği Müdürlüğü

ŞİRKETLER

- AC : Anadolu Cam San. A.Ş.
 CA : Camiș Ambalaj San. A.Ş.
 CE : Cam Elyaf San. A.Ş.
 CI : Cam İşleme Tesisi
 CY : Çayırova Cam San. A.Ş.
 IP : İstanbul Porselen San. A.Ş.
 KC : Kırklareli Cam San. A.Ş.
 MK : Makina ve Kalıp Fabrikası
 PB : Paşabahçe Cam San. A.Ş.
 RA : Rastaş Reform Ambalaj San. ve Tic. A.Ş.
 SP : Sinop Cam San. A.Ş.
 TC : Teknik Cam San. A.Ş.
 TK : Topkapı Şişe San. A.Ş.
 TR : Trakya Cam San. A.Ş.

YAZAR DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
AKMAN,Tuncer	Çayırova Cam San. A.Ş.	112
AKTÜRK,Çetin	Trakya Cam San. A.Ş.	89
ALTINER,Ali	Kırklareli Cam San. A.Ş.	165
ARMAN,M.Bülent	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	14
AYDIN,Eşref	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	112,136
BÜKE,O.Savaş	Kırklareli Cam San. A.Ş.	165
CEBECİOĞLU,Ergül	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	147
CEBECİOĞLU,Tahir	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	128
ÇAVDAR,Taner	Paşabahçe Cam San. A.Ş.	41
DENİZ,Ahmet	Çayırova Cam San. A.Ş.	112
EKİCİ,Haşim	Trakya Cam San. A.Ş.	25,65
EREL,Derya	Trakya Cam San. A.Ş.	175
ERKAN,Serdar	Teknik Cam San. A.Ş.	57
GÜL,Hayrullah	Trakya Cam San. A.Ş.	89
GÜNCELER,Sabahattin	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	1
KARAN,Candan	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	41
KINLI,Ersin	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	1
KIRAN,M.Şeref	Teknik Cam San. A.Ş.	14
KUTLU,Zekai	Teknik Cam San. A.Ş.	14
ÖZABACI,Ali	Teknik Cam San. A.Ş.	103
SARAÇ,Yusuf	TŞCFAS, Araştırma Müdürlüğü	74
TANYELİ,Ertan	Trakya Cam San. A.Ş.	65
TİRYAKİ,Mehmet Ali	Trakya Cam San. A.Ş.	25

