Yayına Hazırlayanlar

A. Semih İŞEVİ
Dr. Hakan SESİGÜR

ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

Yayına ait Katalog Bilgileri

Sınıflama / Yer : UDC 666.1 (56) "2003" (063)= 943.5 CAM 2003
Eser Adı : 18. Cam Problemleri Sempozyumu Bildiri Metinleri
Yazar(lar) Adları : A. Semih İşevi / Dr. Hakan Sesigür
Emeği Geçenler : Dr. Hakan Sesigür (Kapak Fotoğrafı) / Parizondan Şişeye
Yayın Tarihi : 2003
Yayın Yeri : İstanbul
Yayınlayan : T. Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Cilt / Sayfa : 180
Dizi : Cam Araştırma Merkezi
Kütüphane - Dokümantasyon Bölümü Yayınları
Sempozyumlar Dizisi; 18
Konu : 1. Glass Problems 2. Glass Technology
3. Congresses I. İşevi, Semih II. Sesigür, Hakan
II. Seri

Baskı Bilgisi

: Aralık 2003
ISBN : 975 - 92480 - 2 - 6
Yayın Koordinasyon
Başak Kitap / Tekin Ergun
Küçük Bebek Cd. Villa Bebek 30/5
Tel : 0.212 287 33 82
Faks: : 0.212 287 33 84

Baskı - Cilt : ACAR® MATBAACILIK A.Ş.
Tel: : 0.212 422 18 34
Faks: : 0.212 422 17 86
e-posta : acar@acarmatbaa.net
web : www.acarmatbaa.net

ŞİŞECAM
Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Cam Araştırma Merkezi
İş Kuleleri, Kule 3
80620 4. Levent / İSTANBUL
Tel : 0.212 459 55 00
Faks : 0.212 459 55 10
http:www.sisecam.com.tr
intranet:http://cam.sisecam.com.tr
http://kutuphane.sisecam.com.tr
e-posta: sisevi@sisecam.com.tr

İÇNDEKİLER

SAYFA

İÇNDEKİLER SAYFA

ÖNSÖZ

18. Cam Problemleri Sempozyumu yaklaşık 360 kişinin katılımıyla
17 Aralık 2003 Çarşamba günü İş Sanat Kültür Merkezi
İstanbul Salonu'nda gerçekleştirilecek.
Sempozyumda 1 tanesi davetli olmak üzere toplam 51 yazarlı 19 bildiri sunulacaktır.
Çok yazarlılık gruplararası işbirliğinin ve sempozyum ruhunun da bir göstergesidir.

Topluluğumuzun en önemli bilimsel-teknolojik paylaşım
ortamlarından biri olan Sempozyumumuza verdikleri destek için başta
Genel Müdürümüz Sn. Doğan Arıkan
ve Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcımız
Sn.Dr.Yıldırım Teoman olmak üzere,
tüm katılımcılara
ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

A.Semih İşevi
sisevi@sisecam.com.tr

Hakan Sesigür
hsesigür@sisecam.com.tr

ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİ UYGULAMASININ ŞİŞECAM TOPLULUĞU'NA ENTEGRASYONU İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

Dilek BOLCAN - Ferda ULUTAŞ
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

Çevre konularındaki yasal, sosyal ve ticari baskıların kuruluşlar üzerindeki etkisi tüm dünyada giderek artmaktadır. Geleceği öngören kuruluşlar, yaptıkları işin çevre boyutunu iş stratejilerine ve uzun vadeli planlarına dahil etme konusunda etkin bir yol izleme ihtiyacını duymaktadırlar. Çevre konularına ilişkin çok yönlü faaliyetlerin etkin yönetimi ise Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) yaklaşımının uygulamaya geçirilmesi ile mümkün olmaktadır.

Kuruluşun çevre performansının sistematik olarak izlenerek kontrol edilmesinin ve sürekli iyileştirilmesinin ana hedef olduğu ÇYS uygulaması, mevcut yasal yükümlülüklere uyumun sağlanması, potansiyel yasal yükümlülüklere hazırlıklı olunması, müşteriler ve finans kurumlarının çevre konusundaki taleplerinin karşılanması, rekabet avantajı ve kamuoyu karşısındaki imajın geliştirilmesi gibi yararlar da sağlamaktadır.

Söz konusu gelişmeler ve faydalar dikkate alındığında, ÇYS yaklaşımının Şişecam Topluluğunca benimsenmesi ve uygulanmasına yönelik bir entegrasyon çalışmasının yapılması gereği doğmuştur. Bu amaçla oluşturulan Proje'nin koordinatörlüğünü Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı (ATGMY) yapmaktadır. Ekim 2002 itibariyle başlatılan Proje kapsamında;

- Çevre konularının ve ÇYS anlayışının Şişecam merkez birimlerinin ve Üretim Gruplarının uygulama ve stratejilerine dahil edilmesi ve Şişecam Topluluğu için çerçeve niteliğinde bir "çevre politikası"nın benimsenmesi,
- Üretim tesislerinde, ÇYS gereklerinin yerine getirilmesi ve sistemin iyileştirilerek sürdürülmesi

olmak üzere iki temel hedef öngörülmüştür. Şişecam'ın merkez birimleri ve üretim gruplarından temsilciler ile üretim tesisleri çevre sorumlularından oluşan proje ekibinin sürdürdüğü çalışmalar sonucunda:

- Şişecam Çevre Politikası yayınlanmış ve Topluluk içinde duyurulmuştur.
- ÇYS uygulamalarının üretim grupları stratejilerine dahil edilmesine ilişkin yöntemler belirlenmiştir.
- Şişecam merkez birimlerinin iş süreçlerindeki çevre unsurlarına ilişkin bir prosedür hazırlanmıştır.
- Şişecam merkezinden gelen bu yaklaşım ve destek ile, üretim tesislerimizdeki ÇYS kurulmasına yönelik çalışmalar ise, üretim gruplarının ÇYS Yöneticilerinin koordinasyonunda üretim tesislerinin proje liderlerince sürdürülmektedir. Hedef; söz konusu çalışmaların Ekim 2004 tarihine kadar tamamlanması ve üretim tesislerimizin ISO 14000 ÇYS belgesi için başvuruda bulunabilecek duruma gelmesidir.

Anahtar Sözcükler: *Çevre Yönetim Sistemi, ISO 14000, Çevre Politikası, Çevre stratejisi*

1. Çevre Yönetim Sistemi

Bilindiği üzere, endüstriyel faaliyetlerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerinin kontrol edilmesi gerekliliğine ilişkin görüş 1970'li yıllardan bu yana artan bir ivme ile önem kazanmaktadır.

Tüm bu gelişmelere karşı başlangıçta endüstrinin tavrı tepkisel olmakla birlikte, 90'lı yılların başından bu yana pro-aktif bir tavır ön plana çıkmaktadır. Bu noktaya gelinmesinde payı olan çeşitli etkenler arasında yasal yükümlülükler ilk sırayı almaktadır. Ancak kamuoyunun bilinçlenmesiyle birlikte artan baskı unsurlarını da göz ardı etmemek gerekmektedir.

Endüstri kuruluşlarını çevre performanslarını arttırmaya yönelten baskı unsurları arasında; Avrupa Birliği, Birleşmiş Milletler ve Dünya Ticaret Örgütü gibi uluslararası birliklerin çevre politikaları, müşteri talepleri, yerel halkın tepkisi, şirket ortakları ve çalışanlarının yaklaşımları, çevre organizasyonlarının çalışmaları ve finans kurumları ve sigorta şirketlerinin koşulları ilk sıraları almaktadır.

Söz konusu baskı unsurlarının dışında, kuruluşlar üzerindeki etkilerini giderek arttırmakta olan diğer bazı etkenler ise,

- Sosyal görünüm ve imaj açısından zenginleşmek,
- Şirketin değerini arttırmak,
- Yetkili tarafların güvenini kazanmak,
- Rakiplerine karşı avantajlarına bir yenisini eklemek,
- Çeşitli idari ve para cezası uygulamalarına maruz kalmamak,

olarak sıralanabilir.

Özetlenen bu baskı unsurları ve diğer etkenler Şirketlerin çevre performanslarını kontrol edebilmeleri, iyileştirebilmeleri, çevre ile ilgili amaç ve hedeflerine ulaşabilmeleri için konuyu sistematik olarak ele almaları gereğini ortaya çıkarmıştır.

Bir başka ifade ile çevre, Toplam Kalite Yönetimi unsurlarından biri haline gelmiştir. Bu aşamada "Çevre Yönetim Sistemi" (ÇYS) bir uygulama aracı olarak ortaya çıkmıştır.

Çevre Yönetim Sistemi uygulamasına yönelik temel gereksinimleri belirlemek üzere yapılan standart çalışmalarının ilki olan BS 7750, 1992 yılında İngiltere'de yayınlanmıştır. Diğer önemli bir standart 1993 yılında yayınlanan EMAS (Avrupa Birliği)'dır. Geliştirilmiş standartlardan en yaygın olanı ise 1996 yılında ilki yayınlanan ISO 14000 serisidir. Bu Standartlar, ÇYS için uygulama prensiplerini ortaya koyan kılavuzlardır ve uygulama kesinlikle gönüllülük esasına dayanmaktadır.

ÇYS standartları herhangi bir uygunluk belgesi (sertifika) almadan da uygulanabilir. Ancak belge sahibi olmanın gerekli olabileceği bazı durumlar vardır. Sertifikanın müşteri veya finans kurumunun bir koşulu olması, sertifikalı kuruluşlara devletin sağladığı bazı olanakların değerlendirilmesi, sertifikanın

ihracatta ön koşul ya da bir rekabet avantajı olarak ortaya çıkması durumlarında, ya da paydaşların baskısı sonucunda sertifika gerekli hale gelebilmektedir.

Kuruluş, kurduğu ÇYS'nin Standart'a uygunluğunu kanıtlaması durumunda akredite bir kurumdan uygunluk belgesi alabilir.

2. Topluluğumuzda ÇYS Çalışmaları

Topluluğumuz şirketlerindeki ÇYS uygulamalarına bakıldığında, üç tesiste çevre konularının ÇYS anlayışı ile ele alındığı görülmektedir. Bunlardan, Camiş Ambalaj Sanayii A.Ş. Tuzla (1997) ve Eskişehir Fabrikaları (2003) ile Trakya Otocam Fabrikası (1999)'nda uyguladıkları ÇYS'nin ISO 14000 standardına uygun olduğuna dair belgelerini almışlardır.

Diğer üretim şirketlerimizde de çevre korumaya yönelik pek çok çalışma yapılmakta, önemli yatırımlar gerçekleştirilmekte, izin ve beyan yükümlülükleri yerine getirilmektedir. Ancak çevre konusu genel bir politika ve sistem anlayışı ile planlı olarak ele alınmamaktadır.

3. Örtüşen Amaçlar

Eksikliği duyulan planlı ve sistematik bir yaklaşımı sağlamak üzere tüm Şişecam Şirketlerinde ÇYS uygulanması durumunda sağlanacak yararlar şöyle özetlenebilir:

Öncelikle, üretim tesislerinin çevresel etkilerini bilmeleri, izlemeleri, kontrol altına almaları ve çevre performanslarını arttırmaları için gerekli sistematiğin kurulması ve sürekliliğinin güvence altına alınması sağlanacaktır.

Çevre Mevzuatı kapsamındaki yükümlülüklerin sistematik olarak takip edilmesi, gereklerinin yerine getirilmesi için eksikliklerin bir plan dahilinde giderilmesi sağlanacaktır. ÇYS uygulaması, mevcut yasal yükümlülüklerin yanı sıra, potansiyel yükümlülükler için de son derece yararlı bir araç olacaktır. Bu kapsamda, özellikle AB mevzuatına uyum çerçevesinde gündeme gelecek olan yeni yönetmelikler ve yönetmelik revizyonlarına karşı hazırlıklı olunması mümkün olacaktır.

Diğer taraftan ÇYS uygulaması,

- Son yıllarda baskı unsuru olmaya başlayan çevre korumaya ilişkin müşteri taleplerini karşılamak,
- Çeşitli nedenlerle gündeme gelebilen kamuoyu baskısı ve şikayetlerine karşı güçlenmek,
- Finans kuruluşlarının beklentilerine cevap vermek,
- ÇYS Uygunluk Belgesinin, Kalite Uygunluk Belgesine benzer şekilde rekabet unsuru olarak gündeme gelmesinin beklendiği yakın geleceğe hazırlanmak,

için uygun bir araç olacaktır.

4. Çevre Yönetim Sistemi Uygulamasının Şişecam Topluluğu'na Entegrasyonu Projesi

ÇYS Uygulaması'nın faydalarından bütün Şişecam Üretim Şirketlerinin yararlanmasını sağlamak üzere, "Çevre Yönetim Sistemi Uygulamasının Şişecam Üretim Şirketlerine Entegrasyonu" konulu bir Proje geliştirilmiştir.

Proje, Araştırma ve Teknoloji Genel Müdürlüğü (ATGMY) koordinasyonunda yürütülmekte olup,

- Planlama
- Uygulama
- İzleme ve Geliştirme

aşamalarını içermektedir. Planlama aşaması Ana Şirket'te, Uygulama aşaması ise Üretim Şirketleri'nde gerçekleştirilecek şekilde öngörülmüş olup, İzleme ve Geliştirme süreçleri hem Ana Şirket hem Üretim Şirketleri için geçerli olacaktır.

Proje'nin Ekim 2002 ile Ekim 2004 arasındaki iki yıllık dönemde tamamlanması planlanmıştır.

4.1. Planlama Aşaması

4.1.1. Hedefler ve Proje Ekibi

Planlama Aşaması'nın hedefleri;

- "Ana Şirket Çevre Politikası"nın oluşturulması, benimsenmesi ve duyurulması
- Topluluğun yönetim stratejilerine ÇYS anlayışının entegrasyonu ve ÇYS anlayışının Şişecam merkez birimlerinin uygulamalarına dahil edilmesi

olarak belirlenmiştir. Bu aşamanın Ekim 2002'te başlayarak Temmuz 2003'te tamamlanması öngörülmüştür. Proje ekibinde, Grup ÇYS Yöneticileri, Şişecam Genel Müdür Yardımcılıkları Temsilcileri ve Çevre Grubu (ATGMY/ARM) yer almaktadır.

Grup ÇYS Yöneticileri, ÇYS hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmaların gruplar içinde koordine edilmesi amacıyla görevlendirilmişlerdir. Düzcam Grubu'nda Derya Erel (TM Geliştirme Müdürü); Cam Ev Eşyası Grubu'nda Ergül Cebecioğlu (PB Paz. ve Sat. Böl. Kalite Yöneticisi); Cam Ambalaj Grubu'nda Mustafa Özcan (Cam Tedarik ve Toplama Şefi) ve Kimyasallar Grubu'nda Yasemin Başar (Grup Başkanı Raportörü) Grup ÇYS Yöneticileri olarak belirlenmişlerdir.

Diğer taraftan, Proje'de Genel Müdürlük Birimleri'nin temsil edilmesi ve bu birimlerin iş süreçlerinin ÇYS uygulamalarına uyumlu hale getirilmesi amacıyla da, Finansman Müdürlüğü, Satın Alma Müdürlüğü, Planlama Müdürlüğü, İdari İşler Müdürlüğü, İnşaat Müdürlüğü, Eğitim Müdürlüğü, Endüstri İlişkileri Müdürlüğü, Hukuk Müşavirliği, Halkla İlişkiler Şefliği gibi birimlerden birer ÇYS Temsilcisi görevlendirilmiştir.

4.1.2. Yapılan Çalışmalar

Planlama Aşaması için öngörülen hedefler doğrultusunda proje ekibi tarafından yürütülen çalışmalarla elde edilen en önemli çıktı, Topluluk Şirketleri'nin çevre politikaları için bir çerçeve ve ÇYS uygulamaları için bir başlangıç noktası olacak nitelikte bir "Şişecam Çevre Politikası" oluşturulması ve Topluluk içinde duyurulması olmuştur.

Şişecam Çevre Politikası

Şişecam çevresel değerlere karşı sorumluluğunun bilincinde bir kurum olarak gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmanın gereğine inanmaktadır.

Stratejik Yönetimin temel unsurlarından biri olarak algıladığı bu yaklaşımı faaliyetlerinin her aşamasında dikkate almaktadır.

Amacımız; Topluluğumuzda sürdürülen çevre koruma çalışmalarının, Çevre Yönetim Sistemi anlayışıyla yürütülmesi ve tüm çalışanların desteği alınarak sürekli iyileşmenin sağlanmasıdır.

A. Doğan Arıkan
Genel Müdür

Bu aşamanın diğer iki önemli çıktısı da Üretim Grupları Çevre Stratejileri ile Şişecam Genel Müdürlük birimlerinin iş süreçlerine çevre konuları ve ÇYS anlayışının entegre edilmesidir. Bu kapsamda;

- Üretim Grupları stratejileri gözden geçirilmiş, ÇYS uygulamasının stratejilere entegre edilmesine ilişkin olarak Planlama Toplantıları ve Tek Sayfalık Stratejilerin uygun araçlar olduğuna karar verilmiştir. Grup çevre stratejilerinin bu araçlarda yer alması yönünde grup kararları oluşmuştur.

- Şişecam Genel Müdürlük birimlerinde, mevcut iş süreçleri gözden geçirilmiş ve "çevre" konularının hangi aşamada, nasıl ele alınması gerektiği belirlenmiştir. Belirlenen konular, "Çevre Unsurlarının İş Süreçlerine Entegrasyonuna ilişkin Prosedür" adlı doküman altında derlenmiştir.

4.2. Uygulama Aşaması

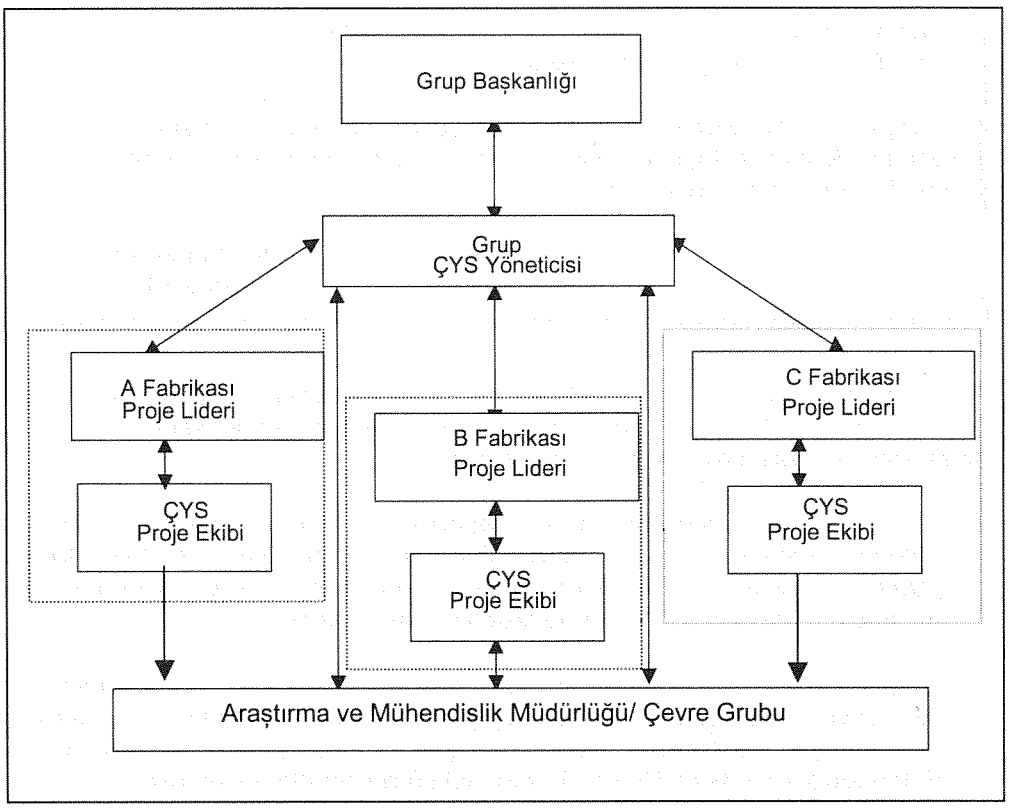
4.2.1. Hedefler ve Proje Ekibi

Planlama Aşaması'nın tamamlanmasını takiben Temmuz 2003'te Proje'nin "Uygulama Aşaması"na geçilmiştir. Bu aşama için 16 aylık süre öngörülmüş olup Ekim 2004'te tamamlanması planlanmıştır. Uygulama Aşaması'nın hedefi, bütün üretim tesislerimizde;

- ÇYS kurulması

- Kurulan ÇYS sistematiğinin Grup içerisindeki her üretim tesisi için aynı olması (özellikle üretim konuları aynı tesisler için),
- Çevre performansının merkezi olarak izlenmesi ve geliştirilmesi amacıyla, (Grup ÇYS Yöneticileri ve ATGMY tarafından) sistematik veri akışı ve düzenli raporlamanın gerçekleştirilmesi

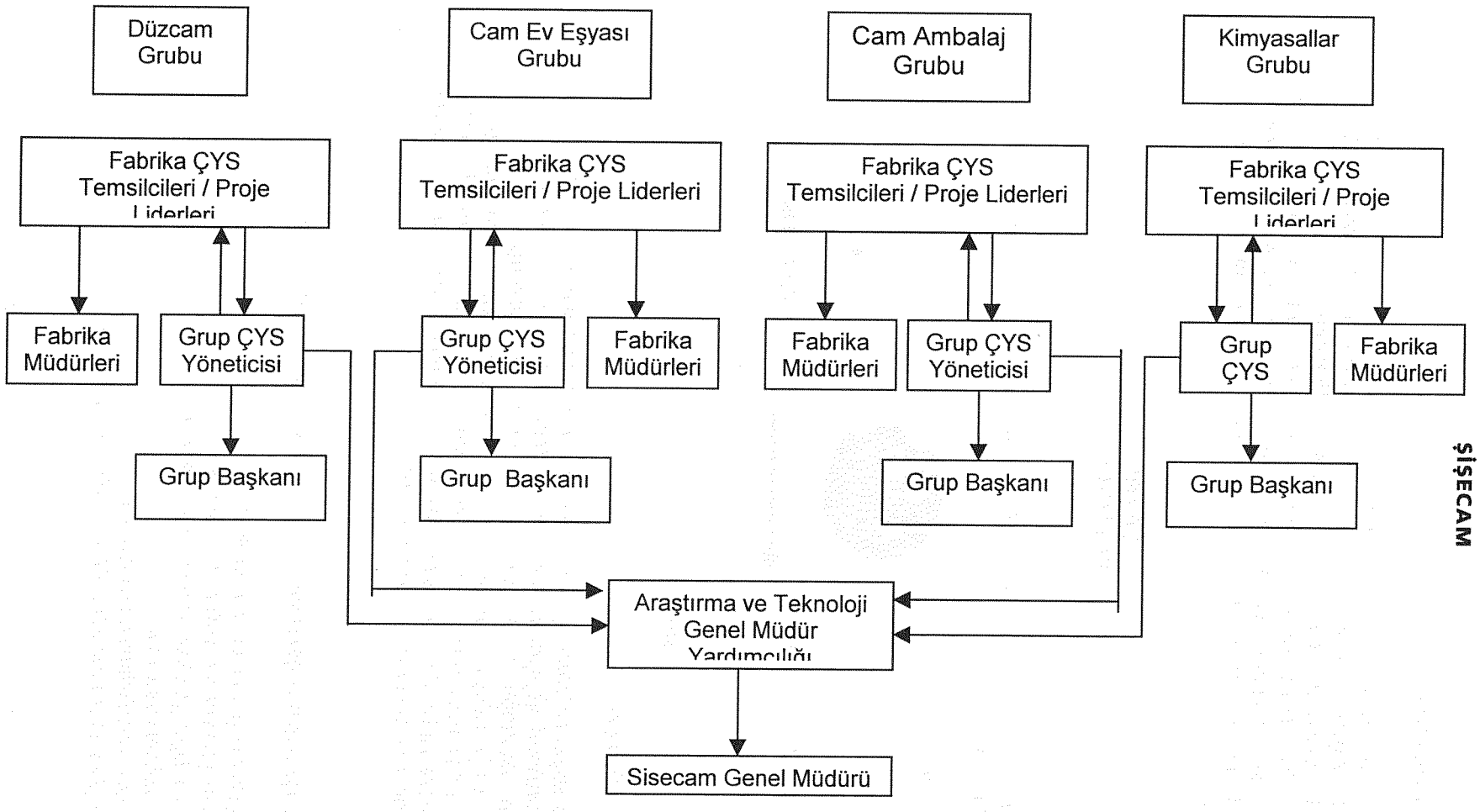
olarak benimsenmiştir. Uygulama Aşaması için belirlenen Proje Ekibi, her üretim grubu için Grup ÇYS Yöneticileri ve o gruba bağlı her fabrika için birer proje lideri ve ekibinden oluşmaktadır. Şekil 1'de bir üretim grubu için örnek proje ekibi şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1. Uygulama Aşaması Proje Ekibi

Şekil'den görüldüğü gibi Proje Ekibi'ne ARM Çevre Grubu da dahil olup, tüm ekiple iletişim içindedir.

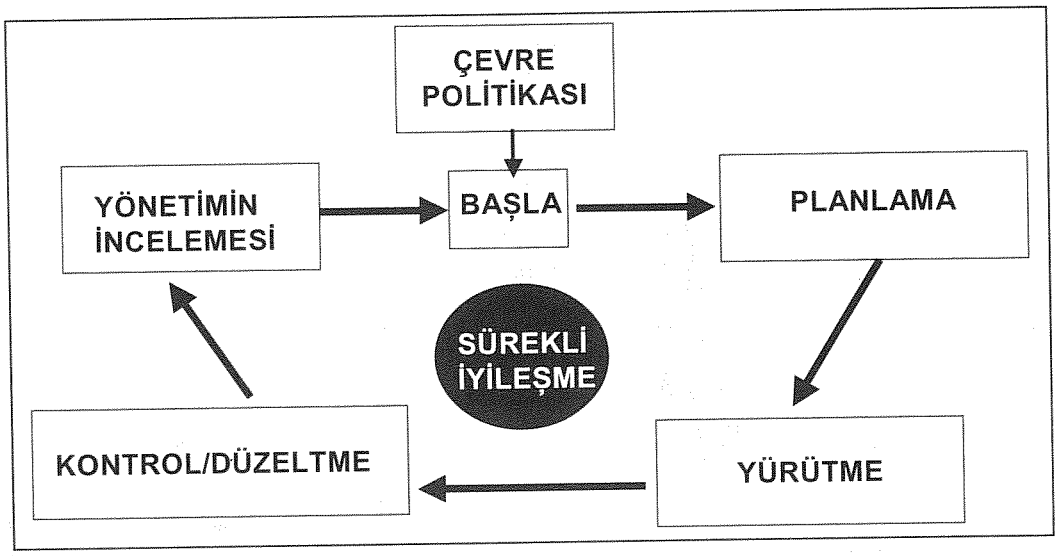
Diğer taraftan, gerek uygulama aşaması gerekse sürekli olacak izleme ve geliştirme aşamaları için bir iletişim organizasyonu oluşturulmuştur. "ÇYS İç İletişim Organizasyonu" olarak tanımlanan bu yapı Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Şişecam ÇYS İç İletişim Organizasyonu

4.2.2. Uygulama Esasları

Uygulama Aşaması'nda tüm fabrikalarda, ÇYS anlayışı ve ilgili kılavuz standartlarda öngörülen uygulama esasları takip edilecektir. ÇYS anlayışı, Çevre Politikası ile başlayan, daha sonra sırasıyla Planlama, Yürütme, Kontrol/ Düzeltme ve Yönetimin Gözden Geçirmesi ile devam eden bir döngüyü esas almaktadır. Bu döngünün sürekliliğinin sağlanması ve "sürekli iyileşmenin" gerçekleştirilmesi bu sistemin temelidir. Şekil 3'te ÇYS temel elemanları şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. ÇYS Temel Elemanları

Başlangıç ve Politika

ÇYS uygulamasının başlangıcı üst yönetimin kararı ve kararlılığı ile başlar. Etkin bir ÇYS kurulması ve sürdürülebilmesi için Yönetimin inancını ve kararlılığını tüm çalışanlara aktarması gerekmektedir. Bu kararlılığın göstergesi olan "Çevre Politikası" bir kuruluşun çevresel etki ve boyutlarını nasıl değerlendirdiği ve yönettiği ile ilgili misyonunu (niyet ve prensiplerini) ifade eden yazılı bir taahhüt" olarak tanımlanabilir. ÇYS'nin temel taşı olan "politika"nın, şirket içinde ve dışında etkin yöntemlerle duyurulması gerekmektedir.

Planlama

Planlama aşamasında gerçekleştirilmesi gereken temel işler arasında,

- ÇYS çalışma grubunun oluşturulması
- Çevresel yönlerin ve etkilerin belirlenmesi
- Yasal ve diğer gereksinimlerin değerlendirilmesi
- Risk analizinin yapılması
- Eylemlerin önceliklerinin belirlenmesi
- Eylem planı oluşturulması (bütçe ve ekipler) gelmektedir.

Yürütme

Yürütme aşaması, bir önceki aşamada planlanmış olan işlerin gerçekleştirilmesine yönelik bir süreç olup,

- Organizasyon ve sorumlulukların tanımlanması (ÇYS Temsilcisi, vb.)
- Personelin eğitilmesi, duyarlılık ve yeterliliğin sağlanması
- İç ve dış iletişime yönelik yöntemlerin belirlenmesi
- ÇYS dokümantasyonunun tamamlanması ve dağıtılması (El Kitabı, Prosedürler, Talimatlar, Kayıt Formları)
- İşletme kontrolüne yönelik önlemlerin alınması

gibi çalışmaları içermektedir.

Kontrol ve Düzeltme

Kontrol ve düzeltme, sistemde "sürekli iyileşme"nin sağlanması açısından çok önemli bir aşamadır. Amaç, sistemin ve uygulamanın politika ve hedeflere uygunluğunun kontrol edilmesidir. Bu kapsamda,

- Politika ve hedeflere yönelik ölçüm parametrelerinin belirlenmesi
- Çevre performans göstergeleri belirleyerek uygulamaların düzenli olarak değerlendirilmesi
- Sistemin geliştirilmesi gereken noktaların belirlenmesi
- Uygunsuzluklar için düzeltici ve önleyici faaliyetlerin geliştirilmesi
- Yeni eylem planlarının oluşturulması

çalışmaları yürütülmektedir. "Yönetimin gözden geçirmesi" de bu aşamada gerçekleştirilen ve sonuçlarına göre ÇYS döngüsünün yönlendirildiği bir süreç olmaktadır.

4.2.3. Proje Yol Haritası

ÇYS yaklaşımının Topluluğumuza entegrasyonu için üretim şirketlerinde yapılması öngörülen işler, 4.2.2 bölümünde özetlenen uygulama esasları dikkate alınarak planlanmış ve bir Proje Yol Haritası oluşturulmuştur. Yol haritası, bu aşamada gerçekleştirilmesi gereken iş kalemlerini, bu işlerin kimler tarafından yapılacağını ve işler için belirlenmiş terminleri belirlemektedir. Bu iş kalemleri arasında, tesislerde yürütülen çalışmaların yanı sıra, "ÇYS İç İletişim Organizasyonu"nu esas alan iletişim mekanizmasına yönelik kalemler de bulunmaktadır. Örnek olarak, Grup ÇYS Yöneticileri toplantıları ve Gelişmelerin ATGMY'na raporlanması gibi iş kalemleri verilebilir.

Proje yol haritası uyarınca, Ekim 2004 sonunda tüm fabrikalarımızın ÇYS Sertifikası için başvuru yapacak duruma gelmelerini hedeflemektedir.

4.3. İzleme ve Geliştirme

Üretim tesislerimizde kurulmuş ve yürütülmekte olacak ÇYS programının performansının ve başarısının değerlendirilmesi için "çevresel performans göstergeleri" belirlenecektir. Bir izleme sistemi kurularak, belirlenen

göstergeler ölçülecek; amaç ve hedeflerin gerçekleştirilme düzeyi tespit edilecektir.

İç ve dış ÇYS tetkikleri gerçekleştirilerek, sistemin geliştirilmesi gereken noktaları belirlenecektir. Sistemdeki uygunsuzluklar için düzeltici ve önleyici faaliyetler ve yeni aksiyon planları geliştirilerek, ÇYS düzenli olarak gözden geçirilecek ve sürekli gelişme sağlanacaktır.

Bu süreç, Proje ile başlayıp Proje sonrasında "sürekli" olacak bir süreçtir; ve üretim tesislerimizde olduğu kadar Ana Şirket'teki Üretim Grupları ve Genel Müdürlük birimlerinde oluşturulan yapı için de geçerli olacaktır.

5. Sonuç

Kurulan ÇYS'nin sürekliliği ve başarısındaki en önemli unsurlar arasında,

- Sabırlı bir yaklaşımın benimsenmesi
- Politika ve hedeflerin gerçekçi olması
- Sistemin dinamikliği
- Şirketin yönetim stratejilerine entegre bir sistem olması

gelmektedir. Bu bağlamda, son derece dinamik olan yerel, ulusal ve uluslararası çevre gündeminden hızla etki alan; ve bu etkiye "şirket stratejisine entegre olabilmiş bir "çevre stratejisi" ile cevap verebilen bir sistem öngörülmelidir.

ÇYS'nin başarısı için,

- Grup Şirketleri arasında ve Şirket içinde etkin bir iletişim olmalı,
- Eğitim programları sistemin ayrılmaz bir parçası olarak sürdürülmeli,
- Uzun dönemli yatırım programları ile sistem güvence altına alınmalı,
- Üst Yönetimin desteği sürekli olmalı; karar alırken, kaynak ayırırken (zaman, işgücü, eğitim, yatırımlar), öncelik belirlerken, ÇYS gerekleri dikkate alınmalı,
- Tüm çalışanların sisteme dahil olması sağlanmalı ve ÇYS'nin ortak bir sorumluluk olduğu bütün çalışanlara hissettirilmeli,
- ÇYS yaklaşımı ile Şirket kültüründe, önceliklerinde ve organizasyon yapısında meydana gelen değişim desteklenmelidir.

Çevre Yönetim Sistemi Uygulamasının Şişecam Topluluğu'na Entegrasyonu Projesi ile, ÇYS'nin başarısını garantileyen tüm bu gerekleri sağlayan ve "Şişecam Çevre Politikasının öngördüğü hedefler doğrultusunda çevre performansını sürekli arttıran" bir Şişecam Topluluğu hedeflenmektedir.

205 TON/GÜN KAPASİTELİ BİR CAM EŞYASI FIRINI

Selahattin ÇINAR
Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.

Hüseyin UZUN –Zeynep ELTUTAR – Lale ÖNSEL
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

(Gizliliği nedeni ile özet olarak verilmiştir)

Cam Ev Eşyası Grubu, giderek büyüyen pazar gereksinimlerini karşılamak amacı ile Eskişehir fabrikasında 205 t/g kapasiteli bir cam ev eşyası fırını kurma kararı almıştır.

Bu kapasitedeki bir fırının işletme zorlukları yaşamaması, kampanya ömrünü sorunsuz tamamlaması ve yüksek kalitede cam elde edilmesi hedeflenerek Teknik Grup ile Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş ve Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin fabrikasındaki ilgili birimlerin katılımı ile PE B fırını yeni yatırımı ve PM B fırını soğuk tamiri için kapsamlı bir çalışma yapılmıştır.

Fırın tasarım kriterlerinin belirlenmesi amacı ile yapılan matematiksel model çalışmalarında,

- fırın atmosferinin eni, boyu,
- üst yapı yüksekliği,
- bek sayısı, port eni, port yüksekliği, portlar arası ve port yan duvarı ile üst yapı arası mesafeler,
- cam banyosu eni, boyu,
- cam derinliği,
- throat ve riser boyutları

incelenerek, bu değişikliklerin cam kalitesi, fırın koşulları ve throat cam sıcaklığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir .

Tam kapasitede throattan çalışma havuzuna geçen cam sıcaklığının 1390°C nin altında kalması hedeflenerek, fırının eni genişletilmiş, boyu uzatılmış ve üç bekten dört beke geçilmiştir. Alevin fırın eninde kapladığı alan, 4 beke geçilmesi ile artmakta, eritme bölgesinde harmana daha iyi enerji transfer olabilmektedir. Böylece erime daha çabuk tamamlanmakta, afinasyona daha fazla yer kalmaktadır. Ayrıca alev boyunun kısalması ve fırın eninin genişlemesi sonucunda sıcak noktanın gerilemesi ile afinasyon bölgesi sıcaklıklarında düşme görülmektedir. Bek sayısının artmasına paralel olarak port eni de arttırılmıştır.

Port yan duvarı ile üst yapı arasındaki mesafe alev şekli ve üst yapı aşınması dikkate alınarak belirlenmiştir.

Üst yapı yüksekliğinin artması ile, kemerin altındaki üst döngünün kuvvetlendiği, porttan giren havayı ve alevi bastırdığı ve alevin yukarı kalkmasını geciktirdiği

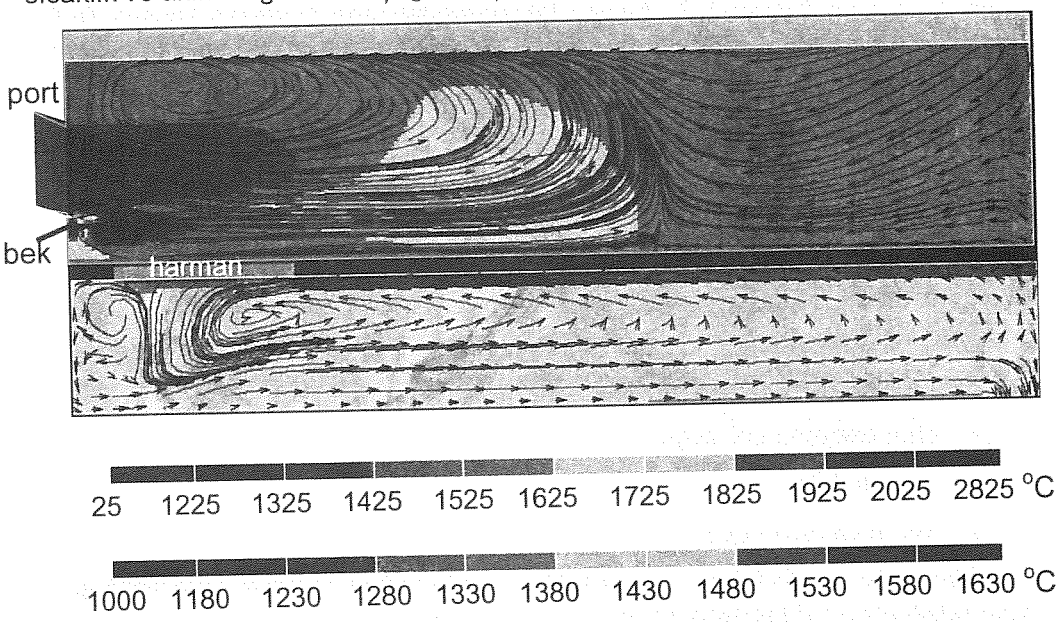
belirlenmiştir. Böylece alevin cama daha yakın ve paralel gitmesi ile cama olan ısı transferi daha etkin hale gelmektedir.

Cam derinliği ile ilgili incelemeler sonucunda cam derinliğinin arttırılmasının, afinasyon bölgesindeki ortalama cam sıcaklığında artış ve konveksiyon döngülerindeki gelişme ile cam kalitesinde bir avantaj sağlayacağı görülmüştür.

Throat ve riser uzunluklarının arttırılması, hem soğutma imkanlarını arttırmış, hem de bu bölgeyi daha rahat müdahale edilebilir hale getirmiştir.

Yapılan bu gelişmelerle, cam kalitesinde artış ve enerji tüketiminde azalma sağlanmaktadır. Ayrıca, throat çıkışındaki cam sıcaklığı da istenilen seviyeye düşürülmüş olmaktadır.

Çalışma sonucunda elde edilen tasarımda cam banyosu ve fırın atmosferindeki sıcaklık ve akım dağılımları aşağıdaki şekilde görülmektedir.



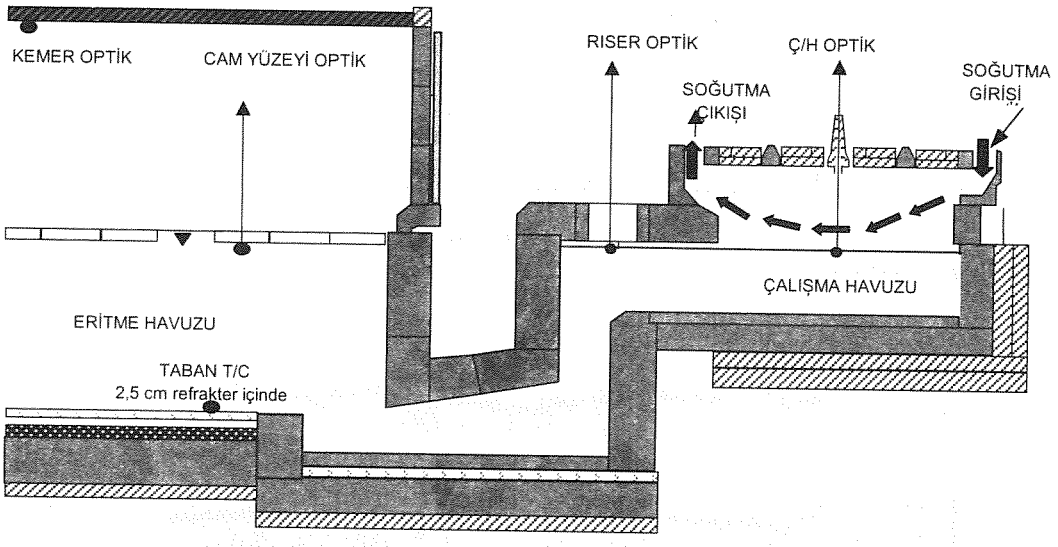
Şekil 1. Belirlenen fırın boyutlarında cam banyosu ve fırın atmosferindeki sıcaklık ile akım dağılımları

Fırın ömrü ve işletmesi açısından kritik olan doghouse tasarımı geliştirilmiştir. Ayrıca fırın tabanında bir kat izolasyon çıkartılmış, yerine izolasyon etkisi olmayan, cam korozyonuna dayanıklı bir tabaka uygulanmıştır. Çalışma havuzu tasarımı ve refrakter yapısı, korozyonun ve cam sızmalarının engellenmesi amacı ile iyileştirilmiştir.

Teknik Grup, Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. ve Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin fabrikalarının işbirliği ile yürütülen çalışma

sonucunda, 205 ton/gün çekişli bir cam ev eşyası fırını geliştirilmiştir. PE B fırını Şubat 2003'de üretime başlamış, fırın için öngörülen birim yakıt tüketimi ile hedeflenen throat cam sıcaklıklarına ulaşılmış ve üründeki habbe 0 seviyesinde gerçekleşerek, hedeflenenin üstünde bir kalite sağlanmıştır. PM B fırını ise mevcut çalışma havuzu aynı tutularak, yeni tasarımla yapılmıştır. Ağustos 2003'de devreye alınan fırın da benzer performans ve koşullarda çalışmaktadır.

Üretime başladıktan kısa bir süre sonra yüksek verime ulaşan PE B fırınının ilk altı aylık dönemine ait işletme bilgileri incelenerek, hedeflenen şartlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Grafiklerde kullanılan sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü noktalar aşağıdaki şekilde verilmektedir.



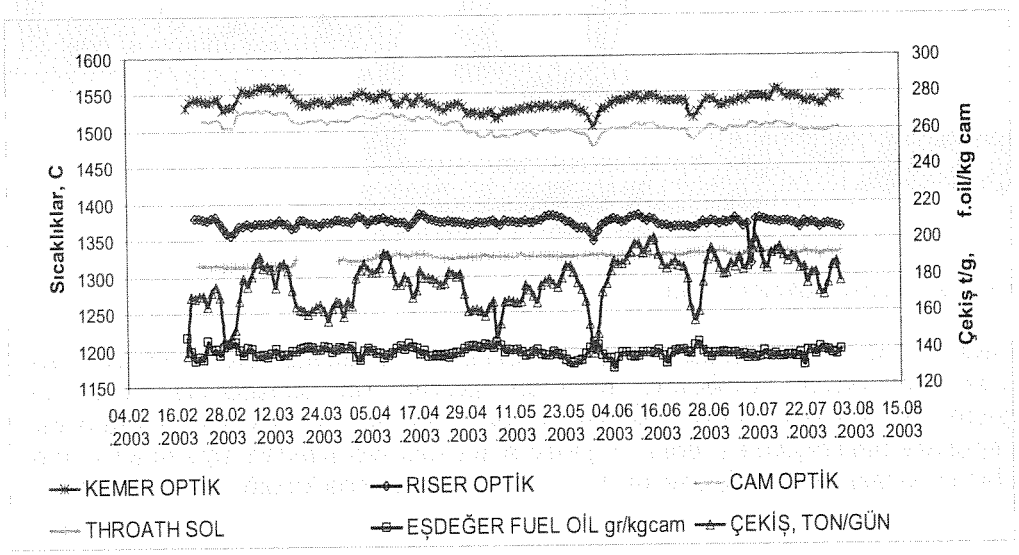
Şekil 2. Sıcaklık ölçüm noktaları

Tasarım sırasında, throatu geçerek çalışma havuzuna çıkan camın riser üzerinden ölçülen sıcaklığının fırın tam kapasite ile çalıştığında 1390 °C'yi geçmemesi hedef alınmıştır. Belirtilen ölçüm noktalarında, farklı çekişlerde alınan değerlere bakıldığında (Tablo 1) çalışma havuzu refrakterleri açısından önemli olan bu sıcaklığın 200 t/g çekişte 1375 -1380 °C arasında kaldığı görülmektedir.

Tablo 1. Farklı çekişlerde alınan fırın sıcaklık değerleri

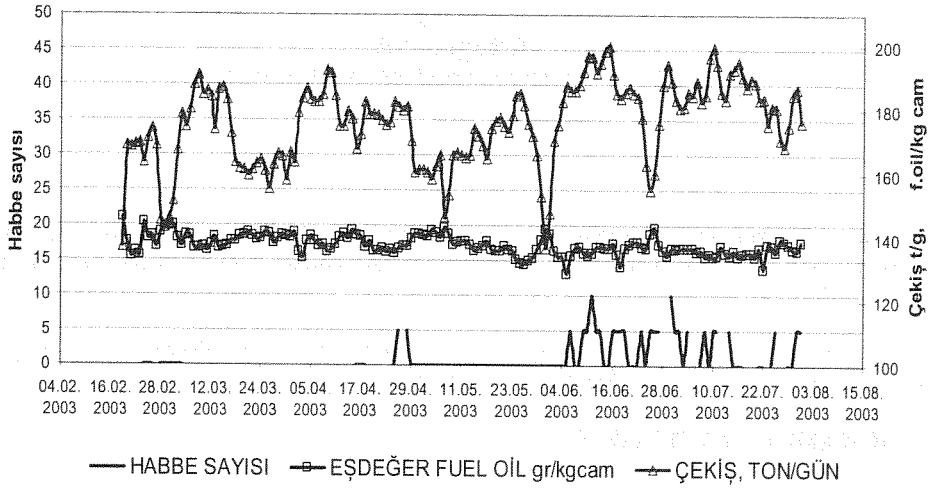
FIRIN ÇEKİŞİ TON/GÜN	BİRİM ÇEKİŞ TON/M²GÜN	KEMER OPTİK	CAM YÜZEY OPTİK	RİSER OPTİK	C/H OPTİK	TABAN T/C
150	1,39	1520	1490	1354	1280	1314
160	1,48	1524	1492	1362	1290	1315
170	1,57	1534	1496	1368	1300	1328
180	1,67	1537	1498	1369	1302	1329
185	1,71	1543	1501	1371	1305	1329
190	1,76	1550	1503	1374	1307	1330
195	1,81	1552	1506	1375	1313	1330
200	1,85	1557	1507	1377	1318	1331

PE B fırını Şubat – Temmuz 2003 dönemine ait işletme değerleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 3. PE B fırını Şubat –Temmuz 2003 dönemi işletme değerleri

Fırında kemerden alınan optik sıcaklık değeri 1550 °C, throat tarafı alın duvarından bir metre önce afinasyon bölgesi cam yüzeyinden ölçülen optik sıcaklık değeri 1500-1510 °C civarındadır. Cam kalitesi, ürün alımına başlandığından itibaren, hem habbe hem renk açısından çok iyi seviyelerdedir. Tasarım ve işletme ile hedeflenen kalite artışının ve rahat fırın şartlarının sağlandığı, üründeki habbe sayısının 0 olması (Şekil 4) ve cam sıcaklığının düşük tutulabilmesi ile kendini göstermektedir. 0 olan habbe seviyesini kalite limitlerinin içinde kalacak şekilde biraz arttırmak, bu şekilde enerji tüketiminde tasarruf yapmak amacı ile sıcaklıklar düşürülmüştür.



Şekil 4. PE B fırını Şubat – Temmuz 2003 dönemi habbe seviyesi

Yine incelenen aynı döneme ait çekiş ve birim yakıt tüketimi ile birlikte bakıldığında habbe seviyesinin 0 ile 5 adet/30 gr cam değeri arasında seyrettiği görülmektedir. Birim yakıt tüketimi 200 ton/gün çekişte fuel oil eşdeğeri cinsinden, 134 gr/kg cam olmuştur.

Şubat ayında devreye alınan PE B fırınının altı aylık üretim dönemi incelendiğinde, geliştirilen 205 ton/gün çekişli cam ev eşyası fırın tasarımı ile, hedeflenen cam kalitesi, enerji tüketimi ve çalışma havuzuna giren cam sıcaklığının sağlandığı ve fırın performansının kararlı olarak sürdürülebildiği görülmektedir.

Anahtar Sözcükler : *Cam, fırın, tasarım, matematiksel model, cam ev eşyası*

TR2 SOĞUK ONARIMI

Haşim EKİCİ - Erkan HEPŞEN - Ali YÖNDEN
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

Ertuğrul YAY
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

12 yıl 2 ay 9 gün süren kampanya ömrünü tamamlayan Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası TR2 hattı 3 milyon ton brüt cam üretiminden sonra 14.09.2002'de soğuk onarıma alınmıştır.

Camdan cama 143 gün süren soğuk onarımda kalite ve ürün çeşitliliğini artırmak için ana hat üzerinde önemli tasarım değişiklikleri yapılmıştır.

1.İLK KAMPANYA BİLGİLERİ

- Cam çekiş tarihi: 05.07.1990
- Soğuk onarım başlangıç tarihi: 14.09.2002 (12 yıl 2 ay 9 gün)
- Ürün yelpazesi: 2-10 mm kalınlıklarında renksiz cam.
- Kampanya toplam brüt çekiş: 3.020.700 ton (Ortalama: 678 ton/gün)

Soğuk onarım kararının verilmesinin temel nedenleri:

- Refrakter yapı sorunları. (Kalay banyosu taban bloklarındaki yoğun flaking nedeniyle 3-6 mm dışında üretim yapılamaması).
- Soğutma bölümünde zemin çökmesinden dolayı tahrik sisteminde yaşanan mekanik sorunlar.
- Değişen pazar şartlarına uygun ürün üretebilmek için gerekli tasarım değişikliklerinin yapılması. (%1.6 Fe_2O_3 içeren yeşil camın ergitilebilmesi, 1.6 mm kalınlıkta camın şekillendirilebilmesi, v.b)

2.SOĞUK ONARIM ÇALIŞMALARI

2.1.Tasarım

Ana üretim hattında yapılan önemli tasarım değişiklikleri ve nedenleri aşağıda sıralanmıştır:

2.1.1.Fırın

- Kademeli Taban ve Derin Ergitme Uygulaması: Renksiz camda kalite artışı,sorunsuz renkli cam üretimi ve daha kısa renk dönüş süreleri sağlanması. %1.6 Fe_2O_3 içeren yeşil renkli cam üretilebilmesi.
- Elektrik Takviyesi: Renkli camda taban sıcaklıklarının artırılması, renksiz camda brüt çekiş artışı.
- Bubbler Uygulaması: Renkli camlarda geçiş süresinin azaltılması.

2.1.2.Banyo

- Taban: Daha derin kalay tasarımı ile optik kalitenin artırılması.
- Çatı Trafoları: 1.6mm üretimine yönelik olarak ısıtıcı eleman ilavesi ve dağılımın değiştirilmesi.

2.1.3.Soğutma

- Galeri yapımı: Tahrik sitemini etkileyen zemin çökmelerinin önlenmesi.
- Rulo tipi değişiklikleri: Rulo kaynaklı kalite sorunlarının ortadan kaldırılması.
- Fanların Dışarı Alınması: Kapalı bölge fanlarının bina dışına alınarak fan arızalarının azaltılması ve bina içi gürültü seviyesinin azaltılması.

2.1.4.Kesme hattı

- Jumbo toplama kapasitesinin artırılması. Bu iş için konvansiyonel staker yerine robot kullanılmıştır.
- Kesme hattı otomasyon sisteminin yenilenmesi.

2.2.Mühendislik ve Projelendirme

Soğuk onarım öncesinde kritk işletme parametreleri (brüt çekiş, renk, renk geçiş süreleri, kaplama, kalınlık dağılımı, hata yoğunluğu, K5 tonajı, habbecik sayısı, optik kalite gibi) için ilk kampanya performansı ve ikinci kampanya beklentileri belirlenmiştir. Bu beklentileri karşılamak için yapılacak tasarım değişiklikleri ile ilgili olarak H.F. Teichmann (ABD) firması ile çalışılmıştır. Firma ile yapılan anlaşmaya göre Şişecam tarafından yapılan modelleme çalışmaları ile tasarım kriterleri belirlenmesinde destek sağlanmıştır. Firmadan kriter mühendislik resimleri alınmış, detay çelik ve refrakter uygulama projeleri Şişecam Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır.

2.3.Montaj Çalışmaları

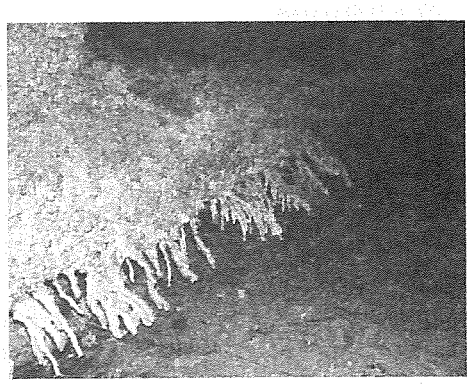
2.3.1.Fırının soğutulması

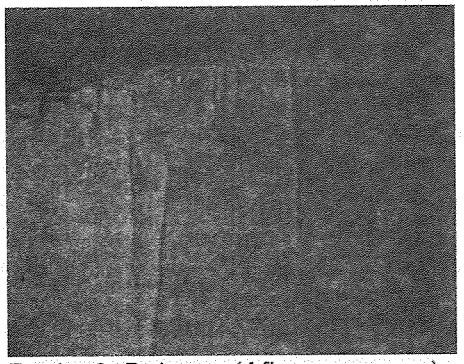
Soğuk tamire başlama kararı aldıktan sonra fırın kademeli olarak söndürüldü. Banyo ve soğutma da kademeli olarak soğutulmaya başlandı.
Fırının soğumasını hızlandırmak için rejenaratörlerin tamir kapıları, afinasyon bölgesi sonundaki cepler, boyun düz kemerleri, B duvarı v.b yerlerdeki refrakterler sökülerek fırın içine hava girişi artırıldı.
21.9.2002'de yani duruştan 7 gün sonra fırının içine girilerek inceleme yapılmaya başlandı.

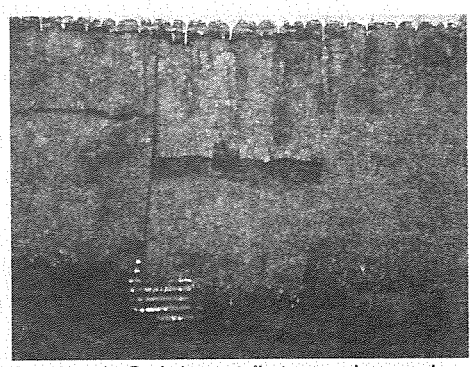
Refrakter yapıda fırın yıkılmadan yapılan ilk incelemelerde ön plana çıkan gözlemler:

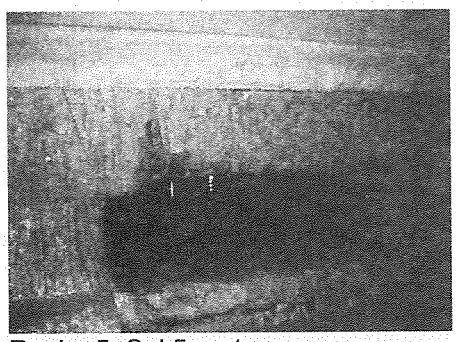
- Afinasyon bölgesi üst yapısı, kemeri ve B duvarı silika refrakterlerde yoğun frost.
- Ergitme bölgesinde üst yapı ve portlarda kabuklanma ve eksüdasyon.
- Kalay banyosu şamot taban bloklarında 5. ve 6. baylarda yoğun olarak kabuklanma (flaking).
- Yan bloklarda cam seviyesindeki aşınmalar. (Ergitme tarafı sıcak noktada daha fazla, dinlendirme sonuna doğru daha az şekilde).


Resim 1. Sol afinasyon üst yapı.

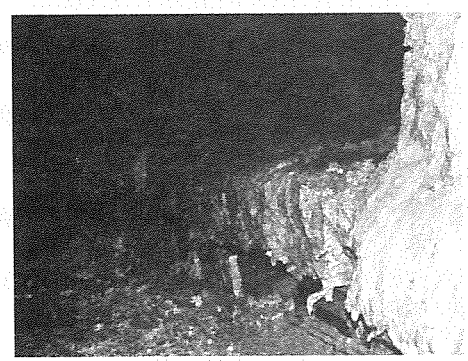

Resim 2. Sağ 4.port.

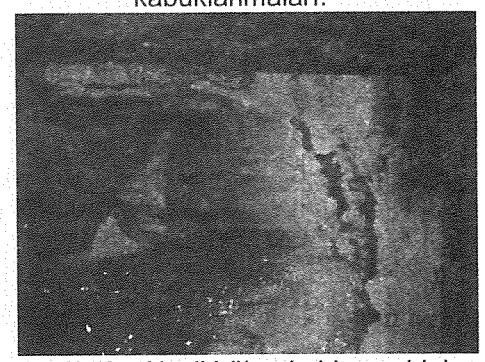

Resim 3. B duvarı.(Afinasyon sonu)


Resim 4. Sol 4.port üst yapı kemeri.


Resim 5. Sol 5.port.


Resim 6. Banyo taban blok kabuklanmaları.


Resim 7. Sağ 2.port.


Resim 8. Alevli bölgede bir yan blok.

2.3.2.Fırından camın sökümü

Soğuk Onarım acil duruş ile birlikte başladığı için fırında üretim sırasındaki cam seviyesi ile durulmuş oldu. Planlı duruş olmuş olsaydı fırındaki camın yaklaşık 20cm'sini (yaklaşık 300 ton) üretimle çekmek mümkün olacaktı. Fırından cam akıtılmasına alt yapı uygun olmadığı için kalan camın iş makinaları ile kırılarak sökümüne karar verilmiştir. Camı kırma ve toplama işine besleme ağızından büyük boy paletli kırıcı ve büyük boy paletli kepçe ile başlandı. Ancak yeni fırında tekrar kullanılması düşünülen taban bloklarında çatlamalara sebebiyet verdikleri için küçük boy kırıcı ve lastikli kepçe kullanımına geçildi. İş 7 günde tamamlandı. Gerek iş makinalarının kapasitelerinin küçüklüğü gerekse sık lastik patlama sorunu yüzünden fırında kalan camın sökülmesi işi yavaşlamış oldu. Fırından sökülen yaklaşık 1850 ton cam tekrar kullanılmak üzere stoklandı.

Söküm işlemi dinlendirme sonunda tamamlandı. Dinlendirme sonu köşelerinde yoğun wollastonit kristallerinin biriktiği görüldü. Ancak üretimin son zamanlarında dahi wollastonit hatasının çekilmemiş olması, bu wollastonit oluşumunun fırının soğutulması sırasında meydana gelmiş olması ihtimalini güçlendirmektedir.

Resim 9. Fırında camın sökülmesi.

Resim 10. Dinlendirme sonu wollastonit birikintileri.

2.3.3 Fırın-banyo-soğutma refrakter ve çelik demontajı

Fırında refrakter sökümüne rejenaratör tamir kapıları ve kemerlerinden başlandı. Fırın ve dinlendirme ana kemerleri ve üst yapısıyla devam edildi. Ana kemerlerin sökümü cam üzerine çıkan iş makinaları ile yapıldı. Camın üzerindeki kemer tuğlaları ve fırının içinde kalan camın sökülmesinden sonra da yan blok, paving ve taban blokların sökümü ile devam etti. Rejeneratör dolgularının tümünün, çevre duvarlarının dolgu üst kotundan yaklaşık 5.25 m ve bölme duvarlarının ise dolgu üst kotundan yaklaşık 7.65 m üstüne kadar olan kısımlarının sökülmesiyle tamamlandı.

Rejeneratör çevre ve bölme duvarlarında dolgu üst kotundan 1.85 m aşağıya kadar refrakter değişimi ön görülerek buna uygun miktarlarda şipariş yapıldı. Ancak söküm sırasında buralarda beklenenden daha fazla tahribat olduğu görüldü ve çevre duvarlarda ilaveten 3.4 m, bölme duvarlarda ise 5.8. m sökülmesi gerektiği tespit edildi. Buna yönelik olarak yurt içinden acil refrakter teminine gidildi.

Cruciform rejeneratör dolgularında üstten 10 sıranın şiddetli korozyona uğradığı, bunun altındaki sıralarda 4. portlar hariç pek sorun olmadığı gözlemlendi.

Rider archlarda beklenenden çok daha fazla tahribat olduğu gözlemlendi ve bu nedenle bu bölüm için de yurt içinden acil ilave refrakter malzeme temin edildi.

Ergitme havuzunda paving-taban blokları arasına 50 mm kalınlığa kadar cam sızması ve bu nedenle taban bloklarının hemen hemen tamamının üst yüzeylerinde tekrar kullanılmalarını engelleyecek derecede aşınmalar olduğu görüldü. Daha önceki soğuk onarımlardaki tecrübeye göre taban bloklarının yaklaşık 1/3'ünün tekrar kullanılacağı düşünülerek, 2/3 miktarında yeni blok siparişi verildi. Ancak blokların tekrar kullanımının mümkün olmadığı anlaşılınca acil olarak yurt dışından temin yoluna gidildi.

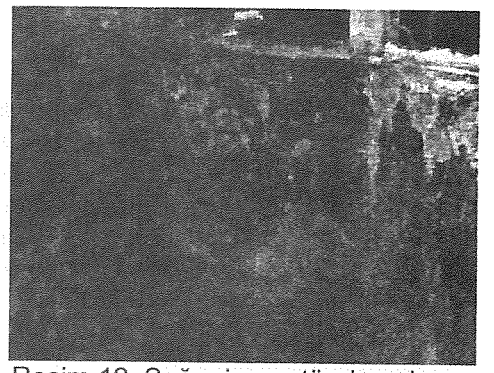
Refrakter ve cam söküm işi çıkan hurda refrakterin satışı karşılığında bedelsiz yaptırılmış olup satıştan yaklaşık 350 Milyar TL'de gelir elde edilmiştir.

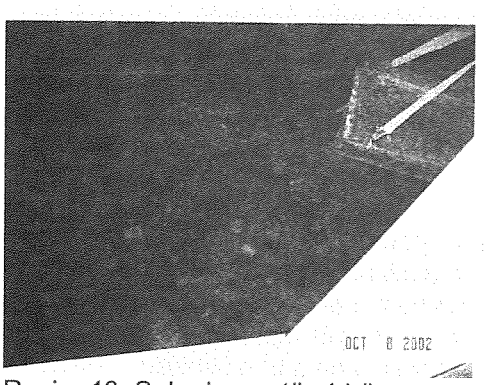
Fırında yapılan yukarda belirtilen önemli tasarım değişiklikleri nedeniyle, rejeneratör çelikleri hariç tüm çelikler sökülerek bina dışına alınmıştır.Fırın çelik sökümüne rejenaratör kemer yataklarından ve hava kanallarından başlandı. Ergitme ve dinlendirme kemer yatakları, üst yapı ve port çekilkeri, yan blok baskıları, tiranlar ve çelik kolonların sökümü ile devam edildi. Taban çelikleri demontajıyla fırın çelik söküm işleri tamanlanmış ve betonerme fırın taşıyıcı kolonlarında tadilata başlanmıştır. Fırın tarafında yaklaşık 600 ton çelik konstrüksiyon sökümü yapıldı. Daha sonra sökülen bu çeliklerin yaklaşık 160 tonu tadilatlı, 310 tonu da tadilatsız olarak (aynen) kullanıldı.

Banyo taban blok refrakter söküm işi için, ilk defa işi hızlandırmak için son yıllarda yurt dışında da uygulanan, kimyasal ve mekanik parçalama yöntemi denendi. Bunun için bu konuda tecrübeli bir firma ile çalışıldı. Tecrübesi kayalarla ilgili olan firma bu yöndeki tecrübeleriyle, banyo taban bloklarını kırmaya yönelik teçhizatlar hazırladı. Ancak bloklar arasına girmiş kalay taban blokların elastik şekilde genleşmesine sebep olduğu için bu yöntemle söküm yapılamadı. Bu iş için daha önceki yöntem olan kesme, delme ve pnömatik kırıcılarla parçalama yöntemi uygulandı.

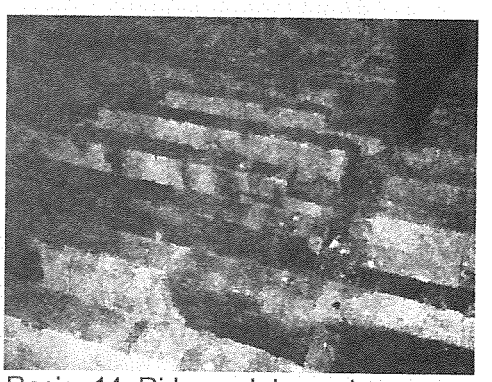
Soğutma tüneli altına galeri inşaası nedeniyle komple sökülerek bina dışına alınmıştır. Bu iş için tüm tahrik sistemi, rulo ve seksiyonların sökümü, tekrar kullanım için temizlik ve bakımları TF personeli tarafından yapılmıştır. Mekanik sistemlerin söküm işi tamamlandıktan sonra müteahhit firma soğutma tünel kazı çalışmalarına başlamıştır.

Resim 11. Sol rejenaratör dolgular.

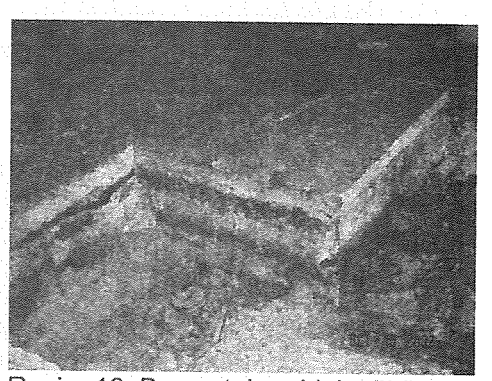

Resim 12. Sağ rejenaratör duvarları.



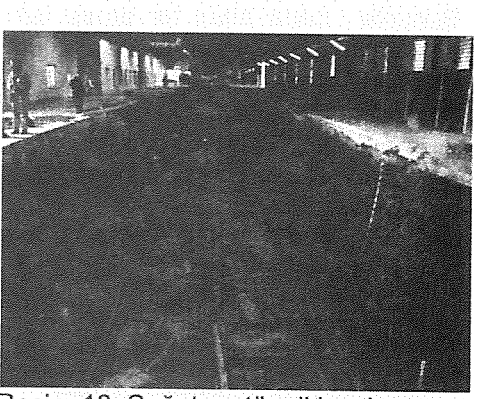
Resim 13. Sol rejenaratör 4.hücre.


Resim 14. Rider arch kemeri.


Resim 15. Bir fırın taban bloğu.


Resim 16. Banyo taban blok sökümü.


Resim 17. Banyo taban blok bağlantı sökümü.


Resim 18. Soğutma tüneli kazılması.

2.3.4.Çelik ve Refrakter Montajı

Refrakter söküm işi tamamlandıktan sonra çelik tadilatı olmadığı için öncelikli olarak rejeneratörlerden refrakter montajına başlanmıştır. Fırının diğer bölümlerindeki refrakter montajına çelik montajından sonra başlanmıştır. Fırın ve dinlendirme taban blokları, yan bloklar, üst yapı ve kemerler sırası ile refrakter montajına devam edilmiş, paving altı harçların (Ersol, Ergal, Zircon 717 Ram, v.b) uygulanması, pavinglerin konması ve gerekli yerlere izolasyon uygulamaları ile tamamlanmıştır. Fırın üst yapı blokları montajı için küçük forkliftten yararlanılmıştır.

Yaşanan önemli sorunlar:

- Soğuk hava koşulları montaj ekiplerinin performansını olumsuz yönde etkiledi. Ayrıca bir-iki gün 1-2 derecelere kadar düşen bina içi ortam sıcaklığı, donmaması gereken bazı refrakter tuğla ve harçlar için tedirginlik yarattı. Ancak malzemelerde donma gibi bir sorun yaşanmadı. Atrampaj hattından doğal gaz ve seyyar doğal gaz sobaları ile bina içi ısıtılmaya çalışıldı.

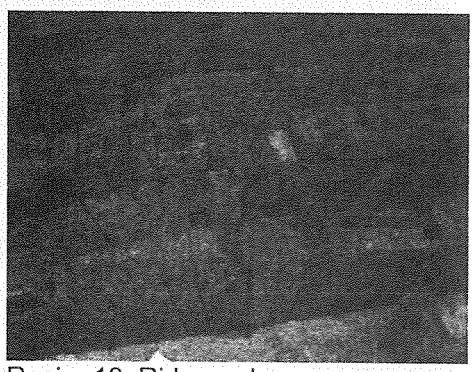
- Çelik imalat ve montaj işlerini yapan yüklenici firmanın günde 24 saat ve bayramlarda çalışmaması, ayrıca imalatların bir kısmının soğuk ve yağışlı hava koşullarında açık havada yapması çelik, hava kanalları ve boru devreleri montaj terminlerinde sıkışmalara yol açmıştır. Bu gecikmelerin cam çekiş tarihini etkilememesi için büyük çaba sarf edilmiştir.

- Öngörülmeyen refrakter siparişlerinin beklenmesi, örüm işlerinin yapılış sırasını biraz değiştirmesine rağmen, sonuçta toplam süreyi değiştirmemiştir.

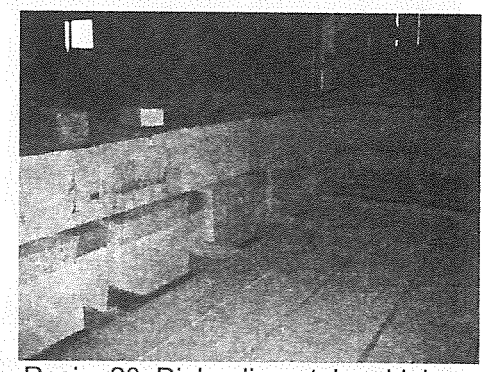
Banyo çeliklerinde yapılan en önemli iş taban tasarım değişikliğine yönelik olarak taban kasasının 22mm aşağı indirilerek kasanın 22mm ilave saç ile derinleştirilmesi olmuştur. Bunun dışında exit lip plakası ve de-drossing sisteminde tasarım değişikliğine gidilmiştir. Uzayan kampanya ömürlerine uygun olarak azot soğutmalı kalsik exit lip plakası yerine daha uzun ömürlü su soğutmalı exit lip plakasına geçilmiştir. Banyo çıkışındaki dross cepleri tasarımı değiştirilerek standart linear motorların kullanılmasına olanak sağlanmıştır.

Bununla daha etkin bir dross temizleme ile alt yüzey hatalarının önlenmesi amaçlanmıştır. Bunun dışında soğuk onarım kapsamında taban blokları montajı ve roof tadilatları yapılmıştır. Banyo montajında önemli bir sorun yaşanmamıştır. Diğer önemli bir değişiklik ilave ısıtıcı elemanlar ile banyoda ısıtma kurulu gücü artırılmıştır. Bu iş iki amaçla yapılmıştır; 2mm altındaki camların üretimine olanak sağlamak, planlı/plansız duruşlarda bek kullanmadan yeterli ıstıma sağlamak.

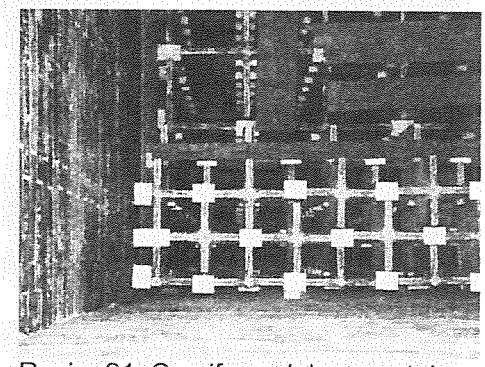
Soğutma tünelinde galeri inşaatı yapılırken sökülen mekanik parçaların tamir ve bakımları tamamlanmıştır. İlk kampanyada camın alt yüzeyinde cam batması şeklinde kalite sorunu yaratan ve 90'lı yılların başında asbest rulolara alternetif olarak piysaya sunulan, 91 adet yumuşak kaplama rulo (FireFly), farklı tip (HTC, Metal Donut, DuraBloc) rulolara tadil edilmiştir. FireFly rulolar 90'lı yılların başında asbest rulolara alternetif olarak piysaya sunulan ilk jenerasyon asbest içermeyen rulolardır. Galeri açma işini takiben taşıyıcı çelik aksam, seksiyonlar, tahrik sistemi ve rulola montajları yapıldı.



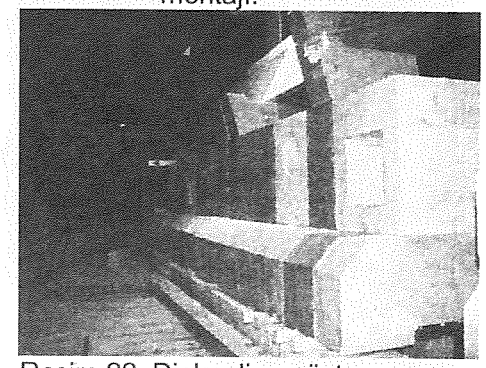
Resim 19. Rider arch onarımı.



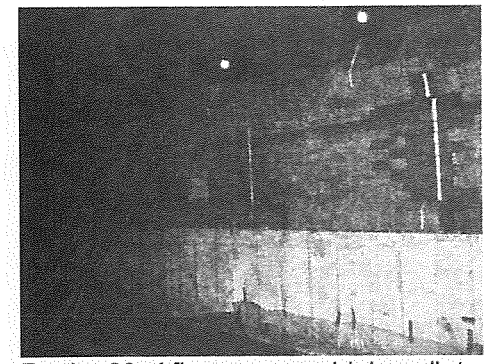
Resim 20. Dinlendirme taban blok montajı.



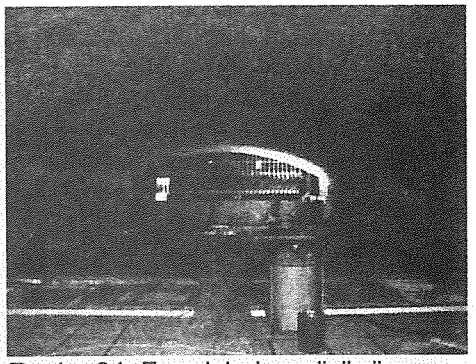
Resim 21. Cruciform dolgu montajı.



Resim 22. Dinlendirme üst yapı.

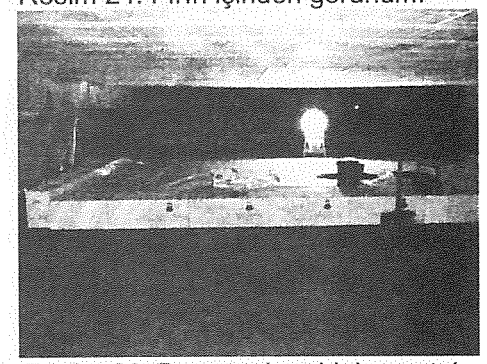


Resim 23. Afinasyon yan blok ve üst yapı.

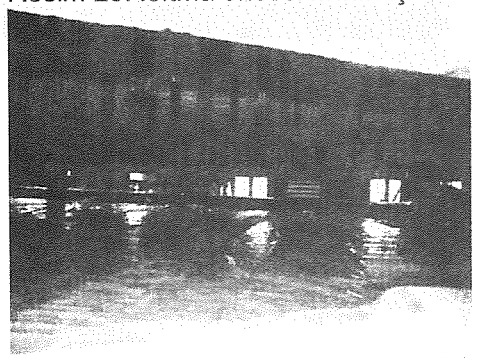


Resim 24. Fırın içinden görünüm.

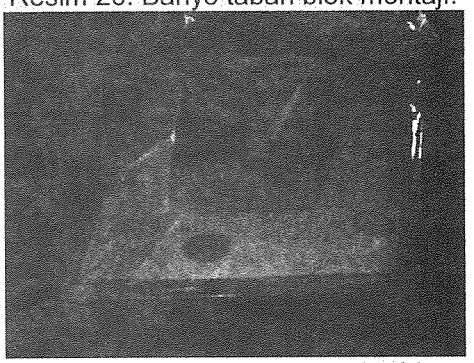
Resim 25. Isıtma öncesi fırının içi.



Resim 26. Banyo taban blok montajı.



Resim 27. Isıtma öncesi banyonun içi.



Resim 28. Banyo çıkışı dross cebi

2.3.5.Fırının ısıtılması ve cam çekiş

10.01.2003-03.02.2003 tarihleri arasında fırın (24gün), banyo (14gün) ve soğutma tüneli (3gün) ısıtmaları tamamlanıp 03.02.2003'te cam çekilmiştir. Fırın ısıtma eğrisi daha önceki ısıtma tecrübelerimize ve ısıtma firması önerilerine göre hazırlanmış ve cam kırığı şarjı dahil 24 gün sürmüştür.

Yaşanan Önemli Sorunlar:

115-250^{0}C arası ısıtma hızı saatte 1.5^{0}C olarak devam ederken, 150^{0}C civarında taban sızdırmazlık pavinglerinin bulunduğu yerlerden yoğun buhar çıkışı gözlemlendi. Isıtmanın devam etmesi durumunda sıkışan buharın pavinglere zarar verebileceği düşünülerek, buhar çıkışı bitene dek bu sıcaklıkta beklemeye karar verildi. 3 gün sonra buhar çıkışı oldukça azaldığı için sıcaklık artırılmaya devam edildi. 260°C'ye kadar buhar çıkışı azalarak devam etti.

Bu durum ısıtmanın yaklaşık 2 gün uzamasına neden olmuştur. Bunun dışında ısıtmada önemli bir sorun yaşanmamıştır.

2.3.6. Üretim

Hedeflenen kalite seviyesine ulaşmak için tasarım aşamasında brüt çekiş renksizde elektrik takviyesiz 650t/g olarak belirlenmiştir. Bugüne kadar elektrik takviyesiz 700t/g'e kadar çıkılan renksiz üretimde istenilen kalite seviyelerine ulaşılmıştır.

2.3.7.Bazı büyüklükler:

- Hafriyat (makina+el):13 000m3
- Beton kırılması (demirli+demirsiz):2 250m3
- Beton dökülmesi: 5 650m3
- İnşaat demiri montajı: 340ton
- Çelik konstrüksiyon sökümü: 555ton
- Çelik konstrüksiyon imalatı: 580ton
- Çelik konstrüksiyon montajı: 790ton
- Hava kanalı sökümü:80m
- Hava kanalı imalat ve montajı: 330m
- Boru sökümü:2500m
- Boru imalat ve montajı: 4800m
- Refrakter söküm: 5600ton
- Refrakter montaj: 5650ton
- Cam söküm: 1850ton
- Cam yükleme: 1800ton
- Kalay boşaltma: 191ton
- Kalay yükleme: 216ton
- İş gücü (pik sayı): 222kişi (yüklenici firmalar hariç)
- Soğuk onarım bütçesi:32milyon USD
- Beklenen harcama: 27milyon USD
- Soğuk onarım süresi (camdan cama):143gün

2.3.7.Çalışılan Firmalar

Yerli Firmalar

- PASİNER : İnşaat, çelik, hava kanalları, boru devreleri söküm, imalat ve montaj
- ANADOLU REFRAKTER: Cam ve fırın refrakter söküm
- C.E.S. : Banyo taban refrakter söküm
- ENDEM: Baca bakımı
- ISFA: Hava kanalları izolasyonu
- SIEMENS: Sıcak kısım otomasyonu
- ELMAK: Kesme hattı otomasyonu
- SÖRMAŞ: Refrakter malzeme tedariki
- KÜMAŞ: Refrakter malzeme tedariki
- İZOCAM: İzolasyon malzeme tedariki
- EAE: Fırın elektrik boosting baraları tedarik ve montajı

- YOL YAPI: Sğutma kulesi bakımları
- MATİM: Kesme hattı mekanik imalatlar
- BURSES: Kesme hattı mekanik imalatlar

Yabancı Firmalar

- HFT : Fırın ve banyo tasarım ve mühendislik
- VRD: Refrakter malzeme tedariki
- SEPR: Refrakter malzeme tedariki
- VES-DYKO: Refrakter malzeme tedariki
- VESUVIUS: Refrakter malzeme tedariki
- DSF: Refrakter malzeme tedariki
- THERMAL CERAMICS: İzolasyon malzeme tedariki
- BNZ: İzolasyon malzeme tedariki
- MICROTHERM: İzolasyon malzeme tedariki
- MERKLE: Fırın A,B,C duvarları, boyun ve kanal düz kemerleri, harman besleyici yedekleri tedariki
- FIC: Fırın elektrik boosting tedarik ve montajı
- Z&J: Fırın yakma sistemi tedariki
- EFCO: Banyo roof malzemeleri tedariki
- ORWELL: Banyo exit-lip plakası, dross box, toproll makinaları tedariki
- CROMP-ARC: Banyo taban blokları bağlantı elemanları tedariki
- BGE: Banyo bak soğutucu profilleri tedariki
- UCAR: Banyo karbon malzeme tedariki
- PIEPER :Fırın ve banyo gözetleme kameraları tedariki
- CNUD: Soğutma tüneli yedekleri tedariki
- NEW HUDSON: Soğutma rulo malzemeleri tedariki
- ISCAN: Cam toplama robot tedariki
- ISRA: Hata dedekörü, kalınlık ölçüm, kenar gözlem sistemi, hata işaretleyici tedariki
- HOTWORK EUROPE:Fırın ısıtma

Teşekkür

Soğuk Onarımda görev alan;
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı,
İnşaat Müdürlüğü,
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası
elemanlarına değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

UV IŞININI ABSORBLAYAN YEŞİL ŞİŞE ÜRETİMİDE CAM KIRIĞI MİKTARININ ARTTIRILMASI

Çetin EĞRİ - Kadir BALLI
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası

Arca İYİEL
TŞCFAŞ Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası'nda yeşil renkli şişe üretimine başlandıktan kısa bir süre sonra bira üreticilerinin talepleri üzerine UV ışınını absorblayan, 320 nm-400 nm dalgaboyu arasında, 10 nm'lik artışla, ışık geçirgenliğinin ortalama olarak % 8'i geçmemesinin istendiği yeşil renkli şişe üretimine başlanmıştır.

UV absorblayıcı yeşil cam üretiminde ışık geçirgenliğinin söz konusu dalgaboyu aralığında sınırlandırılması, IR özellikli yeşil şişeye göre harman maliyeti ile enerji tüketimini arttırmakta ve özellikle cam kırığı kullanım oranını kısıtlamakta, 2002 yılının 2.yarısına kadar cam kırığı kullanım oranı UV özellikli cam için % 42'ler düzeyini geçmemekteydi. Bunun üzerine UV absorblayıcı cam üretiminde cam kırığı kullanım oranının arttırılması amacıyla, harman reçetesinde sodyum sülfat ve kromit arttırılarak, fırına giren dış kaynaklı cam kırığı (yabancı kaynaklı ve Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.-Kırklareli Fabrikası cam kırığı) ile hazırlanan karışımın içeriği sıkı kontrol edilerek, cam kırığı oranı % 42'ler seviyesinden kademeli olarak % 57 'ye kadar çıkarılmış, bunun sonucunda harman ve enerji tüketiminden tasarruf elde edilmiştir.

Aynı dönemde dış kaynaklı cam kırığı stoğunun büyük miktarlara ulaşması nedeniyle, IR özellikli şişe üretimi kampanyasında da daha önceleri cam kırığı oranı en fazla % 60 olurken, 2002 yılı sonundan itibaren bu oranda % 73 seviyelerine ulaşılmıştır. Bu sayede atıl durumda bulunan cam kırığı stokları azaltılmış, enerji tüketimi ve harman maliyetinde tasarruf yapılması sağlanmıştır.

1. Giriş

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası'nda, IR ve UV ışınını absorblayıcı olmak üzere iki farklı ışık geçirgenliğinde yeşil şişe üretilmektedir. Üretim prosesi nedeniyle, biranın güneş ışığına, özellikle UV ışınına, maruz kalması durumunda bozulduğu saptanmış; bunun üzerine Türkiye'deki bira üreticileri tarafından güneş ışığının zararlı etkilerini absorbe etmek için 320 nm – 400 nm arasındaki dalga boylarında, 10'ar nm aralıkla, ortalama olarak % 8 ışık geçirgenliğini geçmeyecek şekilde UV absorblayıcı yeşil şişe üretimi istenmiştir.

UV absorblayıcı yeşil şişenin, zümrüt yeşili olarak bilinen, IR absorpsiyon özelliği olan şişeden farklı reçete ve fırın şartlarında üretiminin gerekmesi, enerji ihtiyacının fazla ve fırına hazır cam kırığı (FHCK) kullanımının daha az olması nedeniyle üretimi görece olarak daha zor olmakta ve sıkı kontrol gerektirmektedir. Mevcut durumda UV absorblayıcı şişe üretimindeki harman, fırın ve enerji şartlarında değişiklikler yapılarak UV ile IR ışınını absorplayıcı özellikte yeşil şişe üretimi arasındaki harman reçetesi, ergitme koşulları ve enerji tüketimi farkları açısından önemli iyileşmeler elde edilmesine rağmen, geçmiş yıllarda cam kırığı

kullanımı yönünden UV absorblayıcı cam üretiminde yüksek oranlara çıkılamamıştır.

Bu çalışma, UV absorblayıcı yeşil şişe üretiminde cam kırığı miktarının arttırılmasını ve IR özellikli yeşil şişe üretiminde şimdiye kadar kullanılan en yüksek cam kırığı oranına erişerek sağlanan maliyet tasarrufunu açıklamaktadır.

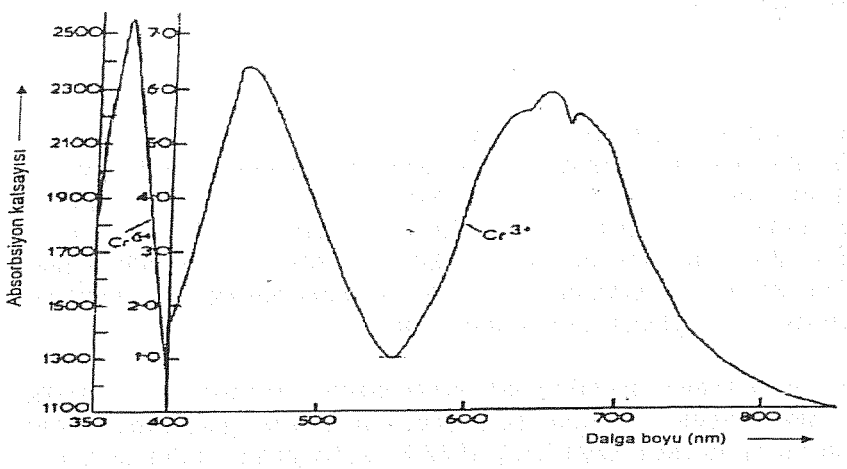
2. YEŞİL RENKLİ CAMLARIN ÖZELLİKLERİ

2.1 Teorik Bilgiler

Zengin yeşil renk oluşturması nedeniyle krom, cam kompozisyonlarında renk verici katkı maddesi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Günümüzde meşrubat şişeleri üretiminde de krom kullanımı devam etmektedir.

Krom, soda-kireç-silis camlarında Cr^{+3} ve Cr^{+6} olmak üzere iki oksidasyon seviyesinde bulunur. Üç değerlikli krom iyonu, cam içerisinde görünür bölgede iki absorbsiyon bandına sahiptir. Birincisi, 450nm dalga boyu civarında mor ve mavi bölge arasında, ikincisi ise, 650 nm dalga boyunda spektrumun kırmızı bölgesindedir. Bu dalga boyundaki kuvvetli absorbsiyonlar yeşil rengi karakterize eder.

Altı değerlikli krom iyonu ise görünür bölgede açık bir şekilde ışık absorbsiyonu göstermemekte, ancak görünür bölgenin düşük dalga boyu ucunda ve yakın ultraviole (UV) bölgede yaklaşık olarak 370 nm dalga boyu civarında çok kuvvetli absorbsiyon göstermektedir. Cr^{+6}'nın cama verdiği renk sarıdır. Yeşil camlarda Cr^{+3} yanında az miktarda Cr^{+6} varlığı, cama sarımsı yeşil renk verir ve ultraviole ışınlarına karşı kuvvetli absorbsiyon özelliği kazandırır. Şekil 1'de krom okside ait absorbsiyon grafiği görülmektedir.



Şekil1: Krom oksite ait absorpsiyon grafiği

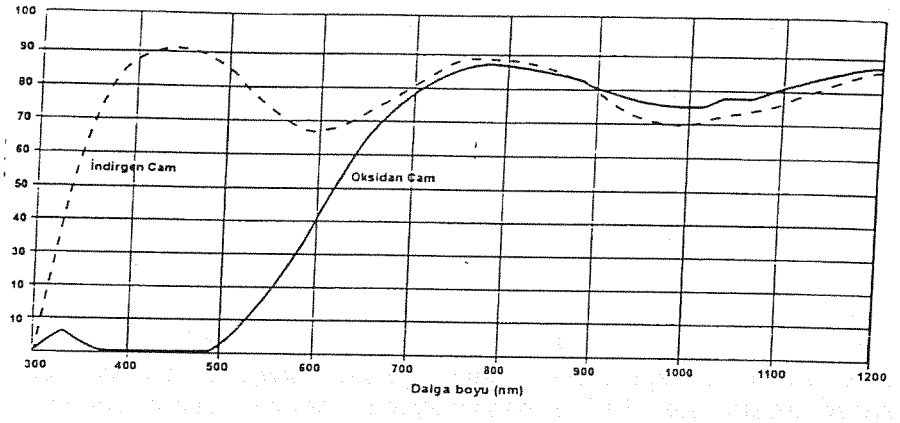
Bu nedenle, krom oksit içeren camların rengi, camda Cr^{+3}/Cr^{+6} dengesine bağlı olarak sarımsı yeşil ile yeşil arasında değişim gösterir.

Özetlenecek olursa, camdaki Cr^{+3}/Cr^{+6} dengesi,

- camdaki toplam krom miktarına,
- harmana eklenen demir oksit miktarına,
- Fe^{+2}/Fe^{+3} dengesine,
- sıcaklık ve camın fırında kalış süresine,
- reçetede bulunan indirgen ve oksidan madde miktarlarına ve
- fırın atmosferine

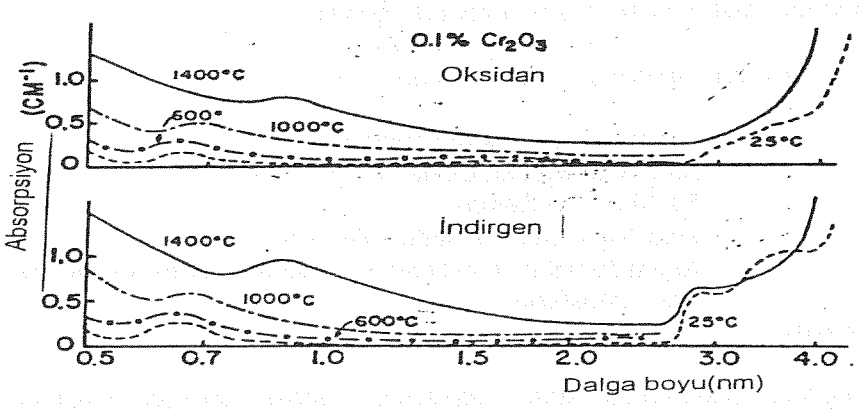
bağlı olmaktadır.

Soda-kireç-silis camlarında krom iyonlarının redoks dengesi yukarıda da anlatıldığı gibi, oluşacak cam rengini çok etkilemektedir. Şekil 2 kromun indirgen ve oksidan ortamlarında oluşan farklı % geçirgenlik grafiklerini göstermektedir.



Şekil 2: Krom oksitin farklı redoks seviyelerinde % geçirgenlik eğrisi

Krom oksitin sıcaklığa bağlı olarak absorbsiyon değişim grafiği Şekil 3'de verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, kromun her iki formunun da yüksek sıcaklıkta infrared (IR) bölgede absorbsiyon katsayısı artmaktadır. Bu durumda fazla miktarda krom içeren camların üretiminde işletme koşullarına bazı zorluklar getirmesine sebep olmaktadır. Kromun ısı absorbsiyonunun yüksek olması, fırında camın alt tabakalarına ısı geçişini daha çok engellemesi, cam yüzeyi ile derinlikleri arasında sıcaklık farkının artmasına neden olmaktadır. Artan fark nedeniyle, fırının çeşitli bölgelerinde camın tabanı soğumakta, bu nedenle cam kalitesi etkilenerek fırının çekişi azalmaktadır.



Şekil 3: Kromun sıcaklığa bağlı olarak değişen absorbsiyon grafiği

Zümrüt yeşili (IR absorblayıcı yeşil) camlar, ortamda Cr^{+6} iyonunun oluşumunun engellenebilmesi amacıyla indirgen koşullarda üretilir. Diğer taraftan kromla renklendirilmiş yeşil camlarda, demir oksit eklenmesi durumunda oksidasyon potansiyeli açısından demirin kromu indirgeyici özelliği nedeniyle camda Cr^{+6} miktarı azalmaktadır.

Demir camda Fe^{+2}(ferrous) ve Fe^{+3} (ferric) olarak iki farklı formda bulunur. Demirin cama verdiği renk, demir iyonlarının oksidasyon durumuna bağlı olarak değişir. Fe^{+2} cama mavi yeşil, Fe^{+3} ise sarı yeşil renk verir. Aynı konsantrasyonda olmak koşulu ile Fe^{+2}, Fe^{+3}' göre 10 kat daha etkindir. Fe^{+2} iyonunun kızıl ötesi bölgede (infrared) 1050 nm dalga boyunda merkezlenen kuvvetli bir absorbsiyonu vardır. Bu absorbsiyon bandı görünür bölgede 500 nm dalga boyuna kadar devam eder. Fe^{+2} konsantrasyonu, camdaki toplam demiroksit miktarı yanı sıra camdaki Fe^{+2}/Fe^{+3} oranından etkilenir. Bu oran ise, fırın atmosferi, ergime süresi, ergime sıcaklığı ve harmana eklenen indirgen ve yükseltgen maddelere bağlı olarak değişir. Fe^{+2}-Fe^{+3} dengesinde, ergime sıcaklığının artması ve oksijen kısmi basıncının azalması aşağıda da görüldüğü gibi Fe^{+2} yönünde artışa neden olur.

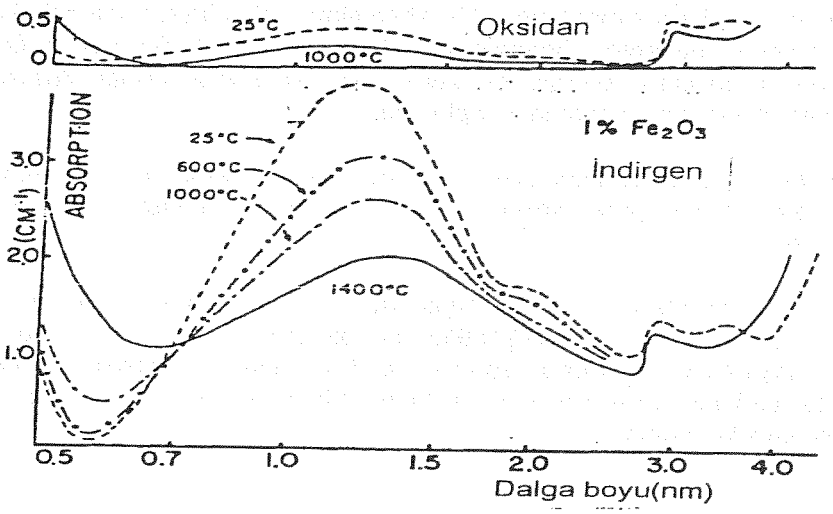
$$2\,O^{-2} + 4\,Fe^{+3} \rightarrow 4\,Fe^{+2} + O^{-2}$$

reaksiyonunda, aşağıdaki verilen denge sabiti eşitliğinde görüldüğü gibi, oksijenin kısmi basıncının (Po_2), Fe^{+2}/ Fe^{+3} dengesine etkisi net olarak görülmektedir.

$$K = \frac{(Fe^{+2})^4}{(Fe^{+3})^4} \times Po_2 \qquad Po_2 : \text{Oksijenin kısmi basıncı}$$

Camda Fe^{+2} formunu elde etmek için genellikle otomotiv camlarında kullanılan yeşil camların indirgen koşullarda ergitilmesi gerekir. Karbon içeren indirgen maddeler, ergimiş camda bulunan oksijen ile reaksiyona girerek, oksijenin kısmi basıncını azaltırlar. Bu nedenle, indirgen katkı malzemesi (karbon kaynağı olarak) kömür çok sık kullanılmaktadır. Fe^{+3} ise, görünür bölgede 440-430 ve 380

nm dalga boylarında merkezlenen ve mor ötesi bölgede devam eden absorbsiyon bandına sahiptir. Demirin sıcaklığa bağlı olarak değişen absorbsiyon grafiği Şekil 4'de verilmektedir.



Şekil 4: Demirin sıcaklığa bağlı olarak değişen absorbsiyon grafiği

Şekil 4'den de görüldüğü gibi demirin indirgen formunun kızıl ötesi bölgede absorbsiyonunun olması, işletme şartlarına kromun vermiş olduğu zorlukların benzerini getirmektedir. Ancak krom oksitin ısıl bölgedeki absorbsiyonu demirin absorbsiyonuna göre çok daha etkindir. Bu nedenle, işletme şartlarının değiştirilmesi ile önlenemeyen bu sorunlar, bu tip cam üretiminde özel tasarımlı fırınların yapımını zorunlu hale getirmektedir (elektrik takviye, bubbler, izolasyon vb.).

2.2 UV Absorbsiyon Özellikli Yeşil Cam Üretimi

Teorik bölümde de bahsedildiği üzere UV absorblayıcı yeşil cam harmanı Tablo 1'de görüldüğü gibi yükseltgen özelliktedir. Kromun oksidan formu (Cr^{6+}) UV bölgede (370 nm) absorpsiyona sahip olduğu ve bu absorpsiyonun etkisinin 400 nm'ye kadar devam etmesi nedeniyle, mavi bölge ışınını absorpladığından renk daha sarımsı tonda olmaktadır. Bu nedenle UV absorblayıcı cam üretiminde cam renginin sarımsılığının biraz maskelenmesi için camda 20-25 ppm olacak kadar CoO eklenmektedir.

UV ışınını absorblayan yeşil renkli cam spesifikasyonları ve mevcut durum aşağıda verilmektedir. (standart kalınlık: 10 mm)

	UV absorbsiyon spesifikasyonu	Mevcut durum (UV Yeşil)
BDB (nm)	550-560	557
Parlaklık (%)	14-30	18
Saflık (%)	70-90	84

Ayrıca, 320-400 nm ışık geçirgenliğinin, 10 nm aralıklarla, ortalama olarak en fazla % 8 olması istenmektedir.

UV absorblayıcı yeşil cam üretiminde, camın oksidan koşullarda üretimini sağlamak amacıyla sodyum sülfat miktarında yapılan artış, fırın işletmesini, özellikle köpük kontrolü açısından, IR absorblayıcı yeşil cam üretimine göre, zorlaştırmaktadır. Fırın atmosferinin, UV absorblayıcı şişe üretiminde çok kritik bir parametre olması nedeniyle, üretimin başladığı ilk yıllarda % 5-6 oksijen fazlalığı ile çalışılırken, bu oran kontrollü bir şekilde, % 3-4 olacak şekilde düşürülerek fırının enerji yönünden rahatlaması sağlanmıştır.

Teorik kısımda da açıklandığı üzere, UV absorblayıcı yeşil şişe üretiminde IR özellikli yeşil cama göre yaklaşık %25-30 elektrik boosting daha fazla gerekmektedir.

Ayrıca, özellikle fırında yakıt olarak doğal gaz kullanıldığı dönemde, ergimiş cam üzerinde köpük tabakası fazlalaşmakta, bu da yakıtın cama olan radyasyon etkisini zorlaştırmaktadır. Bunun sonucunda, fırın taban sıcaklıklarının istenilen değerlerde tutulması amacıyla doğal gazdan verilemeyen enerji elektrik boosting yardımıyla karşılanmaktadır.

2.3 IR Absorbsiyon Özellikli Yeşil Cam Üretimi

Krom oksit içeren yeşil renkli cam harmanına indirgen hammadde olarak kömür eklenmesiyle +6 değerlikli krom, +3 değerliğe indirgenir ve yeşil renkli cam elde edilir. Ancak, cama IR ışınını absorblayıcı özelliği veren +2 değerlikli demirdir.

Tablo 1'de IR özellikli yeşil cam için harman reçetesi verilmektedir.

Kömürün ilavesi fırın şartları ve ergitme koşullarına olumlu yönde etki etmektedir. IR absorblayıcı yeşil renkli cam üretiminde, UV absorblayıcı yeşil renkli camda olduğu gibi, harmana kobalt ilavesi gerekmemektedir. Dış kaynaklı, fırına hazır cam kırığı (FHCK) kullanımda yüksek oranlara çıkılabilmesi, üretimde ergime kolaylığı ve maliyet azaltımı açısından avantaj sağlamaktadır. Cam kırığı oranı % 73'lere kadar çıkabilmekte ve daha fazla cam kırığı temini ile bu oranın daha da yükseltilebileceği düşünülmektedir.

IR ışınını absorplayan yeşil renkli cam spesifikasyonları ve mevcut durum aşağıda verilmektedir. (standart kalınlık: 10 mm)

	IR absorpsiyon spesifikasyonu	Mevcut durum (IR Yeşil)
BDB (nm)	550-560	553
Parlaklık (%)	14-30	21
Saflık (%)	70-90	75

Tablo 1: Cam kırığı kullanımı ve harman özellikleri karşılaştırması (ortalama değerler)

		UV-absorblayıcı	IR-absorblayıcı
		100 Kg cam	100 Kg cam
HARMAN	Kum	65,788	66,280
	Feldspat	7,689	7,664
	Dolomit	13,034	12,593
	Kalker	11,431	11,723
	Soda	20,477	20,381
	S.Sülfat	0,995	0,597
	Kromit	0,613	0,708
	Kobalt Oksit	0,004	0,000
	Kömür	0,000	0,055
	FİAT, TL/Kg cam	87.002	84.890
HARMAN REDOKSU		+1,49	-18,54
CAM KIRIĞI KULLANIMI, %		42	55

IR absorbsiyon özellikli yeşil camın indirgen karakterde olması sebebiyle harmanın ergimesi daha rahat olmakta, fırın şartları zorlanmamakta ve enerji sarfiyatı daha düşük olmaktadır. Fırın içerisinde çok az miktarda, harman kümeleri arasında köpük oluşmakta ve harman kümeleri boosting elektrodlarının seviyesini geçmemektedir. IR-absorblayıcı yeşil şişe üretiminde, Inex'in (yüzey hatalarını ayıran cihaz) belirlediği, ergimeden kaynaklanan taş düğme, kromit gibi hataların oranı, UV absorblayıcı yeşil şişe üretimi sırasında belirlenen hata oranına göre çok daha düşüktür.

UV- ve IR-absorblayıcı yeşil şişe üretimine ait karşılaştırmalı bilgiler Tablo 2'de verilmektedir

Tablo 2: UV- ve IR-absorblayıcı cam üretiminde fırın işletmesi ve ürün hata karşılaştırması

	UV-absorblayıcı Yeşil Cam	IR-absorblayıcı Yeşil Cam
FIRIN İŞLETMESİ	Kemer-optik ve taban sıcaklıkları ergime ve habbe analiz sonucuna göre değişim göstermekle beraber ortalama 1560-1565 ^{0}C optik sıcaklıkları ve 1175-1180 ^{0}C civarında taban sıcaklıkları ile çalışılmaktadır	1555-1560 ^{0}C optik sıcaklıkları ve 1160-1165 ^{0}C taban sıcaklıkları ile çalışılmaktadır
ERGİME KOŞULLARI	Ergime, baraj bölgesinde olmasına rağmen fırında gözlemlenen aynalaşma alın duvarı ile 5-10 cm mesafede bir bölgedir. Köpük, alın duvarına kadar mevcut ve harman kümeleri arasında kalın bir tabaka şeklindedir	Ergime, baraj bölgesinden yaklaşık 1 metre geride gerçekleşmekte ve aynalaşma throat'a kadar gelmektedir. Köpük problemi yoktur.Harman kümeleri arasında ince bir tabaka köpük mevcuttur.
BRÜT ÇEKİŞ, ton	199,460	200,915
ENERJİ TÜKETİMİ, kcal/kg cam	1162	1062
BOOSTING ELEKTRİK TÜKETİMİ, Kwh/kg cam	106	78
HATA ORANI, % (72-INEX)	1,4	0,4

MAKİNA	HABBE SAYISI	HABBE SAYISI
71	44	27
72	31	23
73	66	44

3. CAM KIRIĞI MİKTARININ ARTTIRILMASI

3.1 UV-Absorblayıcı Yeşil Cam Üretimi

Işık geçirgenliğinin, 10 nm artışla, 320 nm – 400 nm dalga boyu arasında ortalama olarak en fazla % 8 olmasının istenmesi, UV absorblayıcı yeşil renkli üretimde cam kırığı miktarının arttırılmasında büyük bir sıkıntı olmaktadır. Buna neden olarak, FHCK içerisindeki cam özellikleri dağılımının geniş bir spektrumda olması gösterilebilir.

AY fabrikamızda kullanılan FHCK içeriğinin cam türüne göre dağılımı genel olarak aşağıda verilmektedir:

- IR absorblayıcı yeşil (%40),
- UV absorblayıcı yeşil (%40),
- Bal (%5-10) ve
- Renksiz (%10-15) dir.

Bu camların yarıdan fazlasının UV absorblayıcı cam olmamasından dolayı cam kırığı oranının arttırılması durumunda 400 nm'de ışık geçirgenliği yükselmektedir. Cam kırığı içinden özellikle IR absorpsiyonu olan yeşil camları ayırmak imkansız olduğundan, cam kırığı kullanım miktarını arttırmak için Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. – Kırklareli Fabrikası (PK) cam kırığı ve Denizli Cam Sanayi ve Tic.A.Ş. (DC) cam kırığı, FHCK içine katılarak daha oksidan karakterli cam kırığı (paçal) oluşturulmuştur. Fakat, PK cam kırığı yeterli miktarda edinilemediği için toplam cam kırığı oranı %40'lar civarında kalmıştır. Cam kırığı kullanımını % 40'lardan daha yüksek oranlara arttırmak için harman redoksu kademeli olarak yükseltilmeye başlanmıştır. Cam kırığı yükseltme kademeleri uygulanırken cam içeriğindeki % Cr_2O_3 oranın düştüğü belirlenmiş, bu düşüşü karşılamak için harmana verilen kromit miktarı arttırılmıştır. Ayrıca, camı oluşturan diğer oksitlerin de (CaO, MgO, Na_2O, Al_2O_3) cam analizinde sabit kalması için harman reçetesinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Cam kırığı oranını arttırmadan önce cam kırığı stok sahasında düzenlemeler yapılarak cam kırığı tedarikçilerinden gelen FHCK'ları sınıflandırılarak stoklanmış, gelen her kamyon, FHCK spesifikasyonlarına göre kontrol edilerek cam kırığından gelebilecek seramik, taş, inorganik malzemeler, metal vb. gibi kirlilikler sıkı bir şekilde kontrol edilmiş ve kirliliğe sebep olan bu malzemeler kontrol limitlerinin de altına çekilmiştir. Tedarikçilerden gelen cam kırıkları kontrollü bir şekilde PK cam kırığı (yeşil, mavi ve işlemeli) ve DC cam kırığı ile kepçeler yardımıyla, partiler halinde karıştırılarak homojen bir karışım (paçal) haline getirilmiştir. FHCK'larının, kullanımdan önce XRF analizi yapılarak kimyasal içerikleri belirlenmiş ve fırına girmeden önce, gerektiği zaman harmandan müdahale etmede kolaylık sağlanmıştır. Toplam cam kırığının harmanla birleşmeden ve fırına girmeden önce iç kaynaklı ve paçal cam kırığı oranlarının daha sağlıklı ayarlanması için aparat yapılarak iç-dış kaynaklı cam kırığı oranlarından gelebilecek farklılıklar en aza indirilmiştir. Fırın silosundan önce, cam kırığı ile harman buluşması her vardiyada kontrol edilerek buluşmada bir problem olması durumunda sorun en kısa sürede giderilmiştir.

FHCK, PK, DC cam kırıklarının, harmandan gelen cam, UV absorblayıcı yeşil ve IR absorplayıcı özellikli yeşil cam analizleri Tablo-3'de verilmektedir.

Tablo 3: AY'de kullanılan cam kırığı kompozisyonları (%)

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	Cr_2O_3	CoO
Fırına Hazır Cam Kırığı	71,70	1,64	0,215	0,095	9,75	3,01	13,08	0,32	0,19	0,16	32 ppm
DC Cam Kırığı	70,86	0,29	0,007	0,019	8,95	0,02	8,75	8,88	0,30		
PK Yeşil Cam Kırığı	72,88	1,78	0,023	0,057	10,87	0,34	13,81	0,05	0,18	0,01	
PK Kobalt Mavi Cam Kırığı	71,81	1,52	0,039	0,101	8,53	3,29	14,43	0,05	0,19		0,037
PK Pembe Cam Kırığı	71,69	1,49	0,032	0,057	8,48	3,36	14,51	0,13	0,20		
PK Desenli Cam Kırığı	72,51	1,61	0,024	0,053	9,50	1,95	14,04	0,10	0,19	0,012	
Paçal Cam K.(%15-20 CEE)	71,52	1,73	0,165	0,105	9,90	2,78	13,18	0,26	0,20	0,11	23 ppm
Harmandan Gelen Cam	70,55	1,77	0,192	0,176	10,50	2,97	13,25	0,07	0,22	0,30	37 ppm
UV Absorblayıcı Yeşil	70,81	1,69	0,190	0,177	10,23	2,82	13,30	0,29	0,24	0,24	22 ppm
IR Özellikli Yeşil	70,97	1,71	0,225	0,149	10,21	2,88	13,26	0,20	0,13	0,25	

PK cam kırıklarında %Fe_2O_3 oranının 0,029 olması ve dış kaynaklardan sağlanan FHCK'nın %Fe_2O_3 oranının 0,210'lara ulaşması nedeniyle her iki cam kırığının değişken yüzdelerde karışımıyla, %Fe_2O_3 oranı 0,170 hedeflenerek hazırlanan paçal cam kırığı fırına verilmektedir. Fırına verilen toplam %Fe_2O_3 oranının azalması oksidan ortamda Cr^{+6}'nın Cr^{+3}'e indirgenmesini aynı oranda azaltmakta ve camdaki toplam Cr^{+6} / Cr^{+3} oranı Cr^{+6} lehine çevirmektedir. Bu da, camın ışık geçirgenliğinin 400 nm öncesinde, UV bölgede geçirgenliğinin yükselmesine engel olmaktadır.

Harman redoksunun arttırılmasının öncelikle $NaNO_3$ yardımıyla yapılması düşünülmüş, fakat $NaNO_3$'ın cam maliyetini yükselteceği düşüncesiyle $NaNO_3$ kullanımından vazgeçilmiştir. Bunun üzerine, Cam Araştırma Merkezi'yle işbirliği yapılarak, harmana verilen sodyum sülfat miktarının kademeli olarak arttırılması kararlaştırılmış, fakat bu arttırma süresince sodyum sülfattan kaynaklanabilecek hataların oluşması (sülfat habbesi, fırında köpük oluşumunun artması) durumunda sodyum sülfat arttırımına son verilmesi kararlaştırılmıştır.

Sodyum sülfat arttırımına, cam kırığı oranı % 41, sodyum sülfat miktarı 12,300 kg/harman, harman redoksu +1.82 olduğu zaman başlanmış ve cam kırığı oranı % 57 olana kadar sodyum sülfat miktarı 17,500 kg/harman olacak şekilde, harman redoksu +7,84 olana kadar kademeli olarak devam edilmiştir.

Cam kırığı arttırımı sırasında istenilen spesifikasyonda %ışık geçirgenliği, BDB, % Parlaklık, % Saflık değerleri daha sık kontrol edilmiştir.

Yine, cam kırığının arttırımı sırasında fırın içi köpük yapısı, fırın sıcaklıkları, harman kümelerinin konumu ve yapısı, ergitme havuzu yakıt ve elektrik boost değerleri daha sık kontrol edilerek farklı bir durum olup olmadığı gözlenmiştir.

Cam kırığının kademeli olarak % 41'den % 57'ye kadar arttırımı sırasındaki cam analizleri, renk parametreleri ve enerji değerleri tablolar ve grafik olarak gösterilmektedir.

Tablo 4: Cam kırığı artırım kademeleri

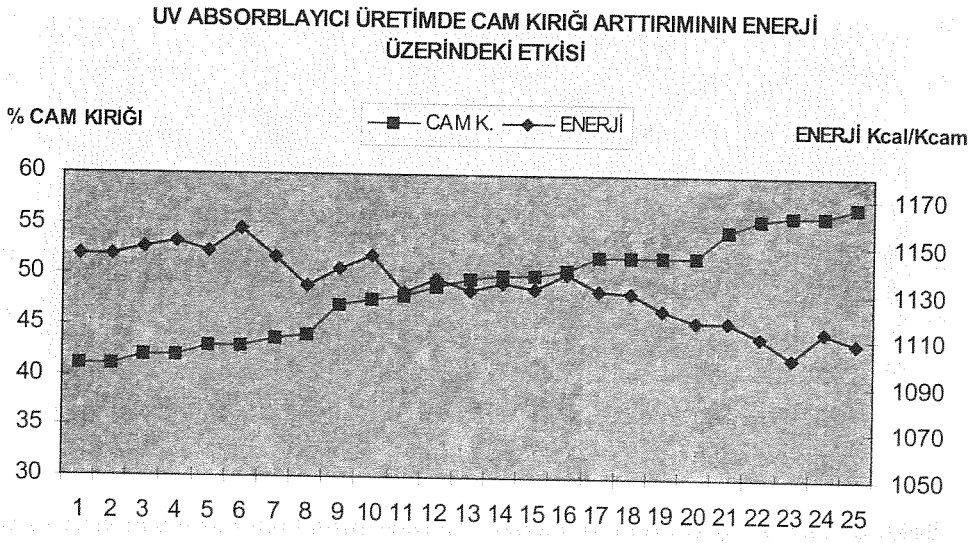
TARİH	S.SÜLFAT	KROMİT	TOPLAM C.K.	İÇ C.K.	FHCK	TOP. CEE C.K.	HARMAN REDOKSU
	GR	GR	%	%	%	%	
20.09.2002	12.300	7.450	41,0	17,0	20,0	4,0	1,82
23.09.2002	12.500	7.450	42,0	18,0	20,0	4,0	2,16
25.09.2002	12.800	7.450	43,0	18,3	20,5	4,2	2,66
30.09.2002	13.000	7.450	44,0	18,9	20,9	4,2	2,99
02.10.2002	13.500	7.450	46,0	19,6	21,9	4,5	3,82
04.10.2002	14.000	7.450	47,0	20,1	22,4	4,5	4,65
07.10.2002	14.250	7.450	48,0	20,5	22,9	4,6	5,07
09.10.2002	14.500	7.450	49,0	20,5	23,7	4,8	5,48
11.10.2002	15.000	7.600	50,0	21,0	24,2	4,8	5,94
14.10.2002	15.250	7.700	51,0	21,4	24,7	4,9	6,10
18.10.2002	16.000	8.000	52,0	19,5	27,1	5,4	6,60
25.10.2002	16.250	8.200	53,0	18,5	28,8	5,7	6,52
30.10.2002	17.000	8.450	53,8	18,8	29,3	5,7	7,14
31.10.2002	17.250	8.500	55,0	19,2	29,8	6,0	7,43
01.11.2002	17.250	8.500	56,0	19,2	30,8	6,0	7,43
04.11.2002	17.500	8.500	57,0	19,5	31,2	6,3	7,84

Tablo 5: UV absorblayıcı yeşil cam analizleri

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	Cr_2O_3	CoO
20.09.2003	70,98	1,69	0,191	0,188	10,20	2,83	13,18	0,24	0,25	0,25	27
23.09.2003	70,71	1,71	0,201	0,207	10,23	2,84	13,37	0,25	0,23	0,25	23
25.09.2003	70,69	1,72	0,199	0,208	10,23	2,85	13,38	0,24	0,23	0,25	22
30.09.2003	70,79	1,70	0,192	0,182	10,21	2,85	13,33	0,26	0,23	0,25	28
02.10.2003	70,76	1,69	0,193	0,181	10,19	2,85	13,39	0,26	0,23	0,25	24
04.10.2003	70,79	1,69	0,191	0,180	10,18	2,83	13,40	0,28	0,22	0,24	24
07.10.2003	70,79	1,70	0,189	0,172	10,24	2,82	13,33	0,28	0,24	0,24	23
09.10.2003	70,76	1,71	0,189	0,170	10,26	2,84	13,34	0,26	0,23	0,24	22
11.10.2003	70,87	1,70	0,188	0,171	10,22	2,82	13,28	0,28	0,24	0,23	20
14.10.2003	70,82	1,69	0,190	0,177	10,23	2,82	13,30	0,29	0,24	0,24	22
18.10.2003	70,89	1,70	0,191	0,174	10,22	2,83	13,31	0,22	0,23	0,23	23
25.10.2003	70,80	1,72	0,196	0,175	10,23	2,85	13,40	0,16	0,23	0,24	22
30.10.2003	70,88	1,71	0,200	0,176	10,24	2,83	13,33	0,17	0,22	0,24	24
31.10.2003	70,86	1,70	0,200	0,174	10,24	2,84	13,34	0,18	0,22	0,24	23
01.11.2003	70,86	1,70	0,197	0,173	10,24	2,84	13,34	0,18	0,23	0,24	24
04.11.2003	70,99	1,70	0,202	0,173	10,18	2,88	13,24	0,17	0,22	0,24	22

Tablo 6: Cam kırığı kullanımının arttırıldığı üretim döneminde renk parametreleri.

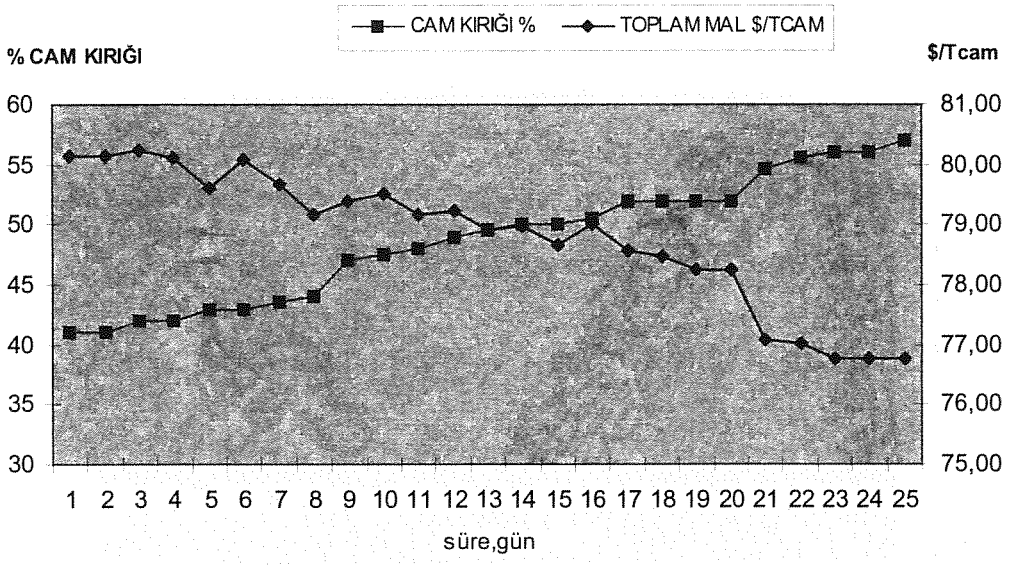
SPESİFİKASYONLAR	550-560	14-30	70-90
TARİH	BAŞAT DALGA BOYU	PARLAKLIK	SAFLIK
	(nm) (std.kal.10 mm)	(%)	(%)
26.08.2002	556	16,2	85,1
02.09.2002	556	16,5	84,5
09.09.2002	556	16,1	85,4
16.09.2002	556	16,4	85,0
23.09.2002	556	15,6	85,4
30.09.2002	556	15,8	85,1
03.10.2002	556	16,2	85,2
07.10.2002	556	17,1	84,9
14.10.2002	556	17,6	84,8
21.10.2002	556	18,0	84,5
28.10.2002	556	17,4	85,0
04.11.2002	556	17,5	85,4



Şekil 5: UV absorblayıcı cam üretiminde cam kırığı artırımının enerji tüketimine etkisi

Tablo 7: Cam kırığı artırımının harman ve cam kırığı maliyeti ile enerji tüketimine etkisi

TARİH	Toplam c.k.	Harman Maliyeti	Cam Kırığı Maliyeti	Harman +C.k. Maliyeti	Enerji Tüketimi	TOPLAM MALİYET
	%	$/tonCam	$/tonCam	$/tonCam	$/tonCam	**$/tonCam**
20.09.2002	41,0	31,15	18,84	49,99	30,15	**80,14**
04.11.2002	57,0	22,48	25,60	48,08	28,69	**76,76**



Şekil 6: Cam kırığı artırımının toplam maliyete etkisi (harman+cam kırığı+enerji)

3.2 IR-Absorblayıcı Yeşil Cam Üretimi

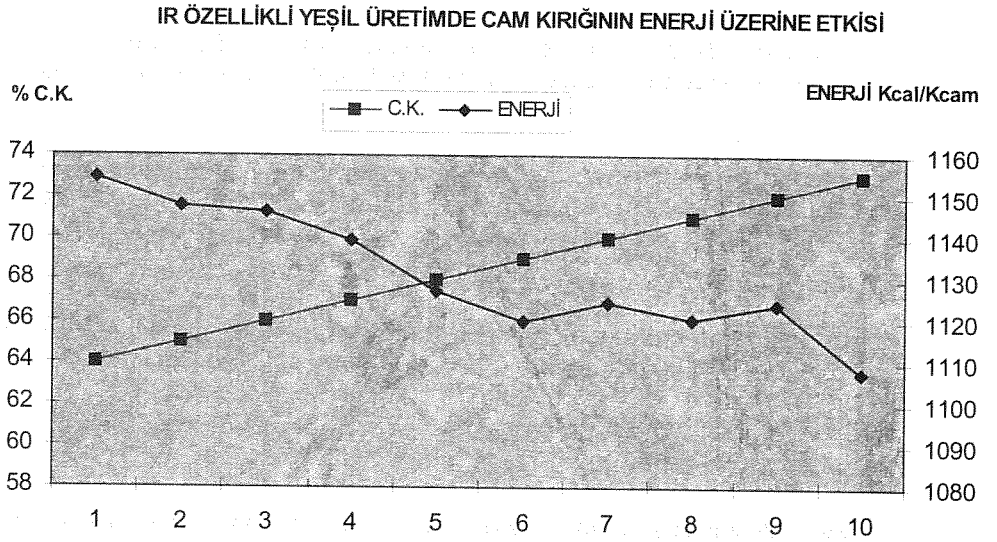
% 57 cam kırığı ile UV absorblayıcı yeşil şişe üretiminden hemen sonra IR özellikli şişe üretimine başlanmıştır. Bu amaçla, cam kırığı stoklarının da fazla olmasından dolayı, IR özellikli yeşil şişe kampanyası boyunca kademeli olarak cam kırığı % 73'e kadar yükseltilerek stokların azaltılması ve enerji tasarrufu hedeflenmiştir.

Cam kırığı arttırımı süresince ana cam kompozisyonunun sabit, ve renk parametrelerinin istenen özelliklerde kalması için harmandan gerekli müdahaleler yapılmıştır. Özellikle FHCK oranının artması ile camdaki % Cr_2O_3 oranını sabit tutmak için harmana verilen kromit miktarı 8,500 kg.'dan 10,300 kg.'a kadar çıkartılmıştır.

IR özellikli şişe üretiminde cam kırığı kullanım oranının % 73'e kadar arttırımı ile ilgili tablo ve enerji grafikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 8: IR absorpsiyonlu cam üretiminde cam kırığı artışının toplam enerji tüketimine etkisi (Brüt çekiş:175 ton/gün)

C.K.	Enerji	Toplam Enerji Tüketimi
(%)	KCal/Kcam	$/tonCam
64	1155	27,85
65	1148	27,96
66	1146	27,76
67	1140	27,43
68	1127	27,11
69	1120	27,18
70	1125	26,87
71	1120	26,93
72	1124	27,00
73	1108	26,78



Şekil 7: IR absorblayıcı cam üretiminde cam kırığı artırımının enerji tüketime etkisi

4. SONUÇ

UV absorblayıcı yeşil şişe üretiminde cam kırığı oranının % 40'lardan % 57'ye kadar yükseltilmesi ile;

- Harman birim fiyatında 86.711 TL/Kcam'dan 85.848 TL/Kcam'a düşülerek yıllık bazda **44 MilyarTL** maliyet tasarrufu sağlanabilmekte,
- Cam kırığı birim fiyatının 67.467 TL/Kcam olması nedeniyle harman birim fiyatına göre fiyat avantajının olması, maliyet tasarrufu sağlamakta, bu sayede yıllık bazda **175 MilyarTL** maliyet tasarrufu yapılabilmekte,
- Enerji tüketimi 49.500 TL/Kcam'dan 47.100 TL/Kcam'a düşerek yıllık bazda **168,5 MilyarTL** maliyet tasarrufu yapılabilmekte,
- PK ve DC fabrikalarından sağlanan CEE camları kullanılarak bunların değerlendirme olanağı sağlanmaktadır.

IR absorblayıcı özellikli yeşil şişe üretiminde ise, cam kırığı oranının % 73'e kadar çıkılması ile;

- Cam kırığı birim fiyatının harman birim fiyatından daha ucuz olması nedeniyle, IR özellikli şişe kampanyasının devam ettiği *45 gün* boyunca yaklaşık **21 MilyarTL,**
- Enerji tüketimi 44.700 TL/Kcam'dan 43.000 TL/Kcam'a düşülerek *45 günlük* kampanya süresince **15,5 MilyarTL** maliyet tasarrufu sağlanmıştır.

Sonuç olarak, cam kırığının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kontrol altında tutulması ile üretimi daha problemsiz ve renk, fiziksel ve kimyasal özellikler açısından kararlı cam üretimi yapılabileceği görülmüştür.

Cam kırığının, fabrikalarda yüksek miktarlarda cam kırığı kullanılacak şekilde devamlı olarak sağlanması, cam kırığı kabul limitlerinin daraltılması durumunda fabrikalar her zaman yüksek oranlarda cam kırığı kullanabilecektir.

Kaynak

1. Cam Araştırma Merkezi, "Ksani-Mina 1 no.lu fırında Antik Yeşil (Olive) Renk Çalışması" Mavi rapor, Nisan 2003, rapor no:653.

CAM ERGİTME FIRINLARINDA ODUN KÖMÜRÜNDEN ANTRASİTE GEÇİŞ

Hüseyin AKARSU - Tuncer ACAR
Camiş Madencilik A.Ş.

Gökhan ATİKKAN - Ercan ÇEBİ
Ahmet BAY
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası

Bülent ARMAN
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

Hande SENGEL
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet
Camın ergitilmesi ve afinasyon prosesinde önemli etkenlerden biri indirgen katkı maddeleri kullanımıdır. Float fırınlarında indirgen katkı olarak odun kömürü kullanılmış, ancak odun kömürü üretim prosesi ve kullanımı neticesinde kontaminasyonların karışması, sonuçta kirlenmenin yüksek risk olarak karşımıza çıkması bizi alternatif hammadde arayışlarına itmiştir.

Türkiye'nin krom cevheri bakımından zengin olması nedeni ile odun kömürü üretiminde bünyesine kromit karışma ihtimali yüksektir. Çeşitli firmalardan alınan numunelerde temiz odun kömürü temininin devamlılığı mümkün olmamıştır. Geçmiş yıllarda alternatif olarak kok, odun talaşı alternatifleri üzerine gerek fabrikalarda gerekse ADHM desteği ile çalışmalar yapılmıştır. Odun kömürü, antrasit ve maden kömürü araştırmaları bir kaç defa tekrarlanmış olumlu sonuç alınamadığından vazgeçilmiştir. Trakya ve Mersin Fabrikaları'nda 2002 yılında odun kömürü yerine % 50 odun talaşı denemesi yapılmıştır. Ancak ağaçların yapısı ve biçilmesi esnasında tedarikçilerde kontaminasyon yolu ile cama zarar verecek şekilde kromit bulaşmış bu nedenle kullanımdan vazgeçilmiştir. 2002 yılında Soda Sanayi A.Ş.'den antrasit numunesi alınmış ve inceleme yapılmıştır. İnceleme neticesinde 3-10 cm arası antrasitin temizleme yıkama ve öğütme aşamalarından geçirilerek cam fırınlarında kullanıma uygun şekilde, kromit ihtiva etmeyen üretimin yapılabileceği anlaşılmış ve 2003 yılında üretime başlanmıştır.

Odun kömüründen antrasite geçerken ilk denemelerde % 100 antrasit kullanılmış ancak ream ve silika hatalarında artış olmuştur. Bilindiği gibi odun kömürü veya antrasit eritme ve afinasyon prosesinde karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Karbon sodyum sülfat ile reaksiyona girerek dekompozisyonu hızlandırmaktadır. Yüksek karbon kullanımı halinde sodyum sülfat ile reaksiyonu sonucunda köpük tabakasında azalma olacak 1480 ^{0}C üzerinde SiO_2 ile zenginleşmiş cam tabakası oluşacaktır. Düşük miktarda karbon kullanımı halinde fırında sodyum sülfat zenginleşmesi oluşacak yüksek fırın sıcaklıklarında özellikle sıcak nokta civarında kaynama ve köpürmenin artması ile afinasyon bölgesinde istenmeyen köpük oluşumu meydana gelecektir. Teknik literatür araştırılarak sodyum sülfat ile reaksiyona giren miktarın antrasitte % 65 odun kömüründe ise % 35 olduğu ortaya çıkmış, bunun üzerine antrasit miktarı % 32'ye kadar azaltılmıştır.

Antrasitin hammadde olarak takibi Camiş Madencilik A.Ş. tarafından yapılmakta, Trakya Cam Trakya-Mersin Fabrikaları, Anadolu Cam Sanayi Mersin Fabrikası'na tedarik edilmektedir.

Tüm bu çalışmalar neticesinde ergitme ve afinasyon verimliliği arttırılarak 320.000 $ yıllık tasarruf sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Antrasit, İndirgen Malzeme*

1- Giriş

Float fırınlarında geçmişten günümüze indirgen katkı maddesi olarak genellikle odun kömürü tercih edilmiştir. Ancak odun kömürünün float fırınlarında kullanılması ile birtakım sorunlar yaşanmaya başlanmıştır.Bu sorunları ana başlıkları ile sıralarsak,

- Kromit kontaminasyonu,
- Sabit karbon değerinin stabil olmaması,
- Rutubet değerinin yüksekliği;odun kömürünün tartım hassasiyetine engel olması,
- Tedarikçi bağımlılığıdır.

Özellikle ülkemizin krom cevheri bakımından zengin olması nedeniyle üretim koşullarına bağlı olarak, temin edilen odun kömüründe çok sık kromit kontaminasyonu ile karşılaşılmıştır.Tane boyutu 0,2 mm.'den büyük kromit taneleri fırın içerisinde erimediğinden camda hata olarak ortaya çıkmakta ve üretim kaybına neden olmaktadır.Çeşitli firmalardan alınan numunelerde temiz odun kömürü temin sürekliliği mümkün olmamıştır . Yaşanan bu sorunlar üzerine alternatif karbon kaynağı arayışına gidilmiştir.

2. Alternatif Karbon Kaynakları

Camiş Madencilik , ADHM ve Trakya Cam tarafından ortak yürütülen çalışmalar ile odun kömürüne alternatif karbon kaynağı olarak kok kömürü , odun talaşı ve antrasit araştırılmıştır.

2.1. Kok Kömürü

Kok kömürü numunelerinden yapılan analizlerde kromit tespit edilmiştir. Kok kömürünün gözenekli yapısından dolayı temizlenmesi mümkün olmadığından kullanılması uygun görülmemiştir.

2.2. Odun Talaşı

Odun kömürü yerine odun talaşı uygulaması 2002 yılında Trakya ve Mersin fabrikalarında denenmiştir. Ancak değişik ağaç türlerinden elde edilen odun talaşının stabil bir yapıda olmaması ,odun talaşına kontaminasyon yolu ile cama zarar verecek ölçüde kromit karışması ve odun talaşı tedariğinin sürekli olmaması gibi olumsuzluklar yüzünden bu uygulamadan vazgeçilmiştir.

2.3. Antrasit

Odun kömürüne alternatif olmak üzere denenen kok kömürü ve odun talaşından sonra Camiş Madencilik A.Ş. tarafından antrasit değerlendirmeye alınmıştır. %90-96 sabit karbon içeriği ile alternatif kaynak olabilecek işlenmemiş antrasitin Soda Sanayi A.Ş. fabrikasından temin edilebilme avantajı nedeniyle kullanılabilirliğinin tespiti yönünde çalışmalara başlanmıştır.İlk aşamada Soda Fabrikası antrasit stoklarından farklı boyutlarda numuneler alınmıştır. Bu stoklardan alınan numunelerin kimyasal analiz sonuçları, odun kömürü ortalama kimyasal analizi ile birlikte aşağıda karşılaştırılmıştır .

Tablo 1 : Odun kömürü ve antrasit kimyasal analizleri

	% Uçucu Kısım	% Kül Miktarı	% Sabit Karbon	% Rutubet
Antrasit	1,1	4,1	95,5	4,5
Odun Kömürü	6,4	9,3	84,2	11,0

Tabloda görüldüğü gibi antrasit hammaddesinin sabit karbonu yüksek, uçucu kısım,kül miktarı ve rutubet içeriği düşüktür.Bu da yüksek ölçüde kullanım avantajı sağlamaktadır.

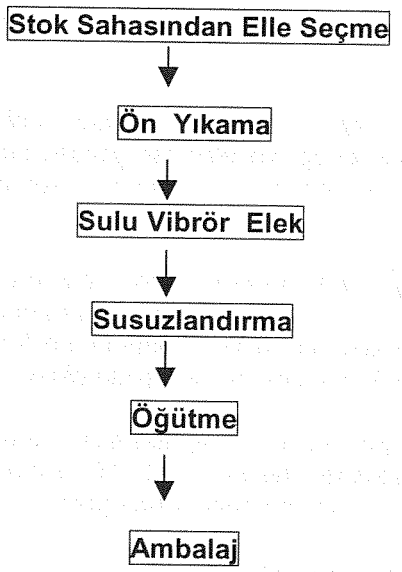
Daha sonra mevcut işlenmemiş stoklarda kromit kontaminasyonu riskine yönelik durum tespiti yapılmıştır. İthal kökenli bu stokların gemi ile nakliye ve stoklama koşulları nedeniyle kromit riski taşıdığı belirlenmiştir.

Laboratuvar koşullarında yapılan çalışmalarda bu riskin , yıkama ve sulu eleme ile ortadan kaldırılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Bu sonuca göre yıkama ve temizlenme kolaylığı sağlayan iri boyutlu antrasit kullanımına karar verilerek seçme-yıkama-sulu eleme-kurutma-öğütme aşamalarından oluşan bir tesis projelendirilerek devreye alınmıştır.

2.3.1. Antrasitin Hazırlanması

Tablo 2 : Antrasit hazırlama akım şeması



Tesisin kurulmasından sonra yapılan deneme üretimlerinde sulu eleme ve öğütme aşamaları esnasında ortaya çıkan olumsuzluklar, tadilat ve iyileştirmelerle giderilmiştir.

Fabrikalar açısından maliyet avantajı , kimyasal stabilite ve rutubet yönünden sağladığı yararlarla antrasitin kullanım sürekliliği zorunlu görünmektedir.

Ancak hazırlanması , özellikle seçme ve yıkamanın insan gücüne bağlı olması kontaminasyon riskini sürekli kılmaktadır. Bu risk alınan önlemlerin etkin bir şekilde uygulanması ve sürekli kontrol ile ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

2.3.2. Odun Kömürü Yerine Antrasit Uygulamasına Geçiş

Bilindiği gibi odun kömürü veya antrasit, ergitme prosesinde karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır .

Harmanın ergimesi sırasında sülfat , düşük ve yüksek sıcaklıkta farklı reaksiyonlara girmektedir . Düşük sıcaklıkta ;

$Na_2SO_4+Fe_2O_3+C \rightarrow Na_2O+Fe_xO_y+SO_2+CO/CO_2$

reaksiyonu oluşmaktadır. Erkenden açığa çıkan bu Na_2O (sodanın çözünmesinden önce) önemlidir ve silikanın çözünmesini sağlayarak ergimeyi başlatmaktadır.

Yüksek sıcaklıkta (1400-1440 °C) dekompozisyon ile ;
$Na_2SO_4 \rightarrow Na_2O+SO_2+1/2O_2$

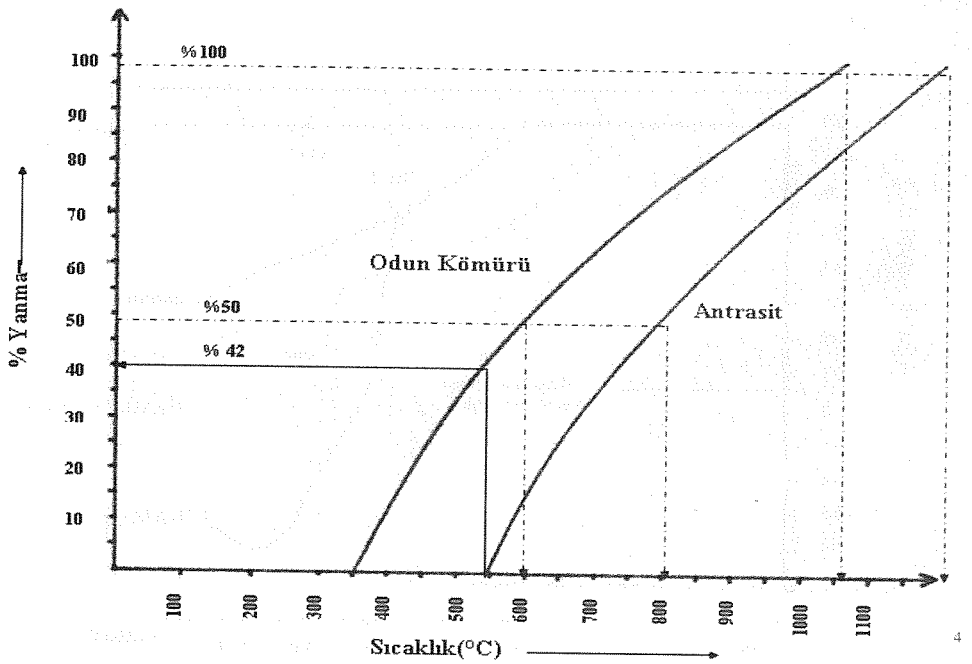
reaksiyonu oluşmaktadır. Bu reaksiyon ile oluşan Na_2O harman örtüsünün sonunda oluşan silikaca zengin ince cam tabakasının çözünmesine yardım eder. Oluşan gazlar da çok önemlidir ve fiziksel karıştırıcı etkisi ile afinasyona yardımcı olurlar.

Fırında gereğinden fazla karbon olması sodyum sülfatın ergimenin erken dönemlerinde bozunmasına sebep olacağından yüksek sıcaklıkta gerek duyulan Na_2O yetersiz olacağı için harman örtüsünün sonunda köpük oluşumu gerçekleşemez.

Yetersiz sodyum sülfat veya fazla karbon içeriği , camda, ream , silika hataları, düşük SO_3 konsantrasyonu ve yüksek demir oluşumuna neden olmaktadır. Yetersiz karbon veya fazla sodyum sülfat kullanımı ise fırının sıcak noktasından sonra gereğinden fazla köpük oluşumuna sebep olmaktadır.

Yapılan araştırmalarda odun kömürü ve antrasitin oda sıcaklığında normal atmosferde başlayacak şekilde dakikada 10 °C sıcaklık arttırılarak yanma (CO_2'ye dönüşmesi) özellikleri incelenmiştir. Buna göre;

- Odun kömürünün 360 derecede,
- Antrasitin ise 560 derecede yanmaya başladığı, odun kömürünün antrasitin yanma sıcaklığında (560°C) %43'ünün yanarak azaldığını şekil1'de görmekteyiz.

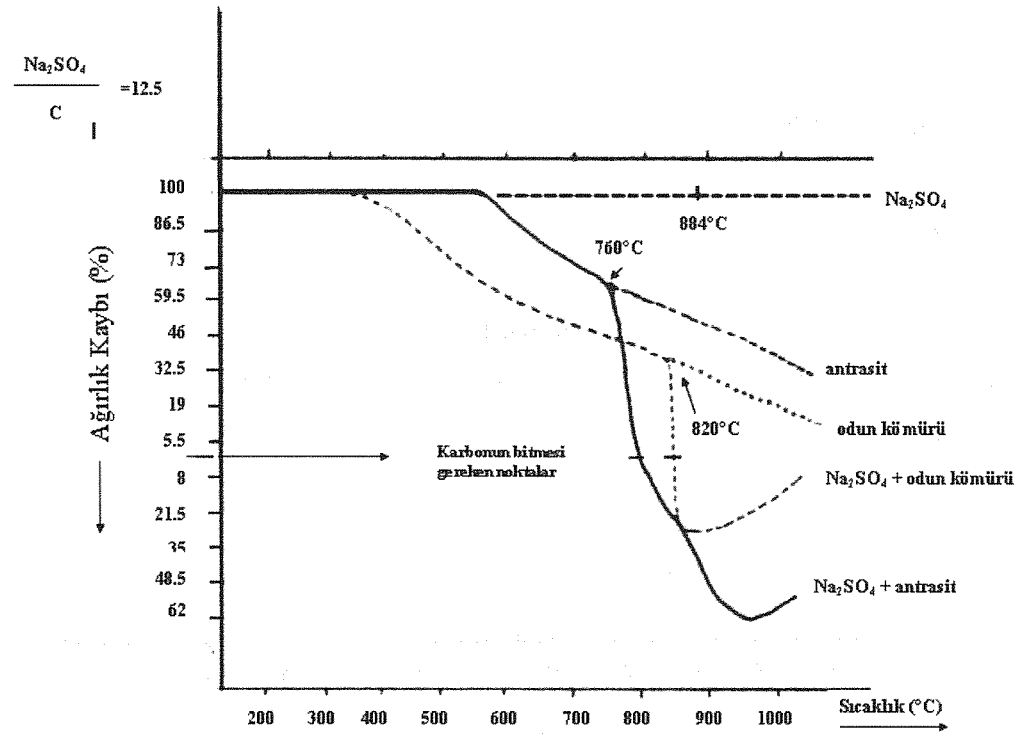


Şekil-1: Odun Kömürü ve Antrasitin Yanma Davranışları

İncelemeler Na_2SO_4/C=12,5 oranı üzerinden hazırlanan sodyum sülfat+odun kömürü ve sodyum sülfat+antrasit karışımlarının TGA (termogravimetrik analiz) incelemelerinin yorumlanması şeklinde yapılmıştır.

- Na_2SO_4 , 884 °C'de ergime dışında yaklaşık 1250 °C'ye kadar herhangi bir değişim ve ağırlık kaybına uğramamaktadır.
- 100 birim Na_2SO_4+8 birim antrasit karışımı= 100 birim malzeme 1250 °C'ye kadar dakikada 10 °C hızla ısıtıldığında , karışımdaki antrasit 760 °C'ye kadar sadece yanarak (%35 C yanmakta) kalan % 65 karbon Na_2SO_4 ile reaksiyona girmektedir.
- 100 birim Na_2SO_4 +8 birim odun kömürü =100 birim malzeme aynı şekilde ısıtıldığında , odun kömürü 820 °C'ye kadar hızlı bir şekilde yanarak (%65karbon yanmakta) kalan %35 karbon Na_2SO_4 ile reaksiyona girmekte , karbon oranı azaldığından Na_2SO_4 ile reaksiyonu 850 °C'de bitmektedir

Sonuç olarak odun kömürünün antrasite göre daha düşük sıcaklıkta yanmaya başladığı ve daha düşük sıcaklıkta tükendiği görülmektedir. Bu durumda odun kömürü kullanıldığında karbonun %65'i çabuk yanarak sadece harmanı ısıtmakta, %35'i sodyum sülfatla reaksiyona girmektedir. Antrasit kullanıldığında ise karbonun %35'i yanarak harmanı ısıtmakta, %65'i ise sodyum sülfatla reaksiyona girmektedir. Şekil 2'de odun kömürü-antrasit ve sodyum sülfat TGA incelemeleri görülmektedir.



Şekil-2: Odun Kömürü – Antrasit ve Sodyum Sülfat TGA İncelemeleri

Böylelikle odun kömürü yerine beslenecek antrasit miktarının teorik hesap değerinin yaklaşık ½ si kadar olması ancak yine de gerçek miktarın antrasit beslenmesine başlandığı andan itibaren fırın şartları ve parametrelerinin takibi sonucunda belirlenmesi kararlaştırılmıştır.

Antrasit beslemesi öncesi harmanda kullanılan kömür miktarı 0,065kg. karbon/ 100kg. cam idi. İlk adım olarak odun kömüründen gelen karbon ¼ oranında azaltılmış ve azaltılan karbonun ½ sinin karşılığı kadar antrasit harmana ilave edilerek uygulamaya geçilmiştir.

Antrasit beslemesi öncesi fırın içindeki harmanın pozisyonu ; ortada merkezde 4. port başı ile ortası arasında , köpük ise 5. port ortalarına kadar gelmekteydi. Antrasitli harmanın fırına girdiği andan itibaren fırın parametreleri ile birlikte harmanın pozisyonu da takip edilmiştir.Fırın parametreleri, cam kalitesi, harmanın pozisyonu sürekli kontrol altında tutularak harmana ilave edilen kömür miktarı azaltılıp, yerine yarısı kadar antrasit ilavesine devam edilmiştir.

Odun kömüründen antrasite geçiş aşamaları ve uygulanan adımlar aşağıdaki tabloda ayrıntılı şekilde gösterilmektedir .

Tablo 3 : Odun kömüründen antrasite geçiş aşamaları

Uygulama	Kömür Tartımı kg/100kg.cam	Kömür Tartımı %	Antrasit Tartımı kg/100kg.cam	Antrasit Tartımı %
Önce	0,065	100	0,00	0,0
1. Adım	0,04875	75,0	0,008125	12,5
2. Adım	0,04062	62,5	0,012187	18,75
3. Adım	0,0325	50,0	0,01625	25,0
4. Adım	0,024375	37,5	0,02031	31,25
5. Adım	0,01625	25,0	0,024375	37,5
6. Adım	0	0,0	0,0325	50,0

Tablodaki altı adımlık bu geçiş uygulaması yaklaşık 12 günlük bir zaman dilimini kapsamaktadır.

Odun kömüründen tamamen %100 antrasite geçildikten sonra fırın şartları da gözetilerek antrasit kullanım miktarı %50'den kademeli olarak % 32'ye kadar düşürülmüştür. (0,0208kg. antrasit/100kg.cam) Antrasitin son kullanım miktarı sabit karbon miktarı (%95) düzeltmesi yapıldıktan sonra 0,0219 kg./100kg.cam olarak saptanmıştır .

2.3.3. Antrasit beslemesinin etkileri

Antrasit beslemesine geçildikten sonra gerek fırın parametreleri gerekse camın ream değerleri incelenmiş ve sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4 : Antrasit beslemesi öncesi ve sonrası fırın parametreleri

FIRIN PARAMETRELERİ	ANTRASİT ÖNCESİ	ANTRASİT SONRASI
Tonaj (ton/gün)	700	700
Toplam Yakıt (lt/saat)	5000	5000
% Cam Kırığı	17	17
Boyun Soğutucu Batıklığı (cm.)	52	52
Ergitme Cam Sıcaklığı	1391	1390
Dinlendirme Cam Sıcaklığı	1107	1107
Sıcak Bölge Optik Sıcaklığı (4.Port)	1560-1565	1560-1565
Ergitme Sonu Taban Sıcaklığı	1228	1227
Sıcak bölge Kemer Sıc. (Kemer7)	1320	1321

Tablo 5 : Antrasit beslemesi öncesi ve sonrası ream değerleri

3 MM. REAM ORTALAMALARI	SOL	SOLİÇ	SAĞİÇ	SAĞ
2002 Yıllık Ortalama	2,2	1,9	1,9	2,0
2003 Yıllık Antrasit Sonrası Ortalama	2,2	1,9	1,9	2,0

2.3.4. Antrasit maliyeti

Aşağıdaki tabloda Trakya Cam Sanayii A.Ş. 4 fırını için odun kömürü ve antrasit maliyet analizi görünmektedir.Hesaplamalarda fırın tonajı 700 ton/gün, cam kırığı kullanımı %16 olarak kabul edilmiştir. Ayrıca kullanım miktarlarında odun kömürü nem miktarı %15 sabit karbon miktarı %85, antrasit nem miktarı %4 sabit karbon miktarı % 95 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6 : Trakya Cam Sanayi A.Ş. Mersin ve Trakya Fabrikaları odun kömürü ve antrasit maliyet analizi

	Yıllık Kullanım (ton)	Birim Fiyat TL/kg.	Yıllık Maliyet Milyar TL.
Odun Kömürü	770	700000	540
Antrasit	215	350000	75

3. Sonuç

- Odun kömürüne kıyasla antrasitin nem ve sabit karbon miktarı daha kararlıdır.
- Şirket içi tedariği sayesinde şirket dışı tedarikçi bağımlılığı engellenmiştir.
- Camiş Madencilik AŞ. kontrolünde üretimin gerçekleştirilmesi, kromit riskini ortadan kaldırmıştır.
- Odun kömüründen antrasit kullanımına geçilmesi ile Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin ve Trakya Fabrikaları ve ACS Mersin Fabrikası'nda toplamda yıllık **510 milyar TL.** tasarruf sağlanmıştır .

4. Kaynaklar

1. ARMAN Bülent , Float cam üretiminde , odun kömürü yerine antrasit kullanımında ortaya çıkan silika hatalarının nedeni ,10/04/2003

2. SENGEL Hande – ALBAYRAK Gülçin , İndirgen eritme / afinasyon sistemleri Ocak 1992 , Rapor 391

KİL YAPISINDAKİ SAFSIZLIKLARIN E-CAMI ÜRETİMİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hale HAYBAT
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

Melek ORHON
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Dr. Osman KILAVUZ
Camiş Madencilik A.Ş

Özet

E-Camı üretiminde, SiO_2 ve Al_2O_3 kaynağı olarak, yaygın bir kullanıma sahip olan kil, önemli hammadde kaynaklarından biridir. Ana oksitlerin yanında içerdiği safsızlıklar ve bunların miktarları kil yataklarına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Çalışma kapsamında E-Camı üretiminde kullanılabilecek farklı kil kaynaklarının Fe_2O_3, Cr_2O_3 ve SO_3 içeriklerindeki değişimlerin, camın erime özelliklerine ve fırın koşullarına etkileri incelenmiştir.

Bu kapsamda;

Farklı SO_3 seviyelerinin camın köpükten ve habbeden arınma davranışları üzerindeki etkisi deneysel koşullarda halen kullanılmakta olan kille karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve SO_3 değeri için bir dönüm noktası olduğu tespit edilmiştir.

Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 artışının camın infrared ışık geçirgenliği ve dolayısıyla fırın taban sıcaklığı üzerindeki etkileri model çalışmalarıyla incelenmiştir.

Çalışma sonucunda camın erime özellikleri ve kalitesinden taviz verilmeksizin kilde bulunabilecek safsızlıkların üst limit değerleri belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: *E-Camı, Kil*

1. Giriş

E- Camı üretiminde yaygın olarak kullanılan kil / kaolen cama SiO_2 ve Al_2O_3'ü bi rarada sağlayan önemli bir hammadde kaynağıdır. Yapısında, bu ana oksitlerin yanı sıra yatağına bağlı olarak değişen miktarlarda Fe_2O_3, Cr_2O_3 ve SO_3 bulunmaktadır. Safsızlık olarak nitelendirilen söz konusu oksitlerin miktarı ise, kilin kullanılabilirliğinde belirleyici faktör olmakta ve kısıt yaratmaktadır. Dolayısıyla, E- camı üretiminde herhangi bir problem yaratmadan kullanılabilecek kalitede kil / kaolenin içerdiği safsızlıkların, üst limit değerlerini belirleyebilmek üzere deneysel koşullarda bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bilindiği gibi, cam harmanının erimesi sırasında karbonat ihtiva eden hammaddelerin 1100 – 1400 °C sıcaklıklar arasında dekompozisyonu nedeniyle yüksek miktarda gaz oluşmaktadır. Bu gazlar eriyik cam içinde primer köpürme olarak adlandırılan köpüğü meydana getirirler. Daha yüksek sıcaklıklarda ise,

afinasyon için kullanılan sülfatların dekompozisyonu ile cam eriyiğinin yüzeyinde ikincil köpürme olarak adlandırılan köpük meydana gelir. Bu köpük tabakasının yapısı ve kalınlığı cam kompozisyonuna, fırın sıcaklığına, harman redoksuna, afinasyon hammaddesinin miktarı ve cinsine, fırın atmosfer şartlarına bağlıdır. Bu parametrelerin kontrolü ile cam kalitesinin yanı sıra, köpük tabakası da istenilen seviyede tutulabilmektedir.

Bünyesinde yüksek miktarda çözünmüş sülfat ihtiva eden cam eriyiği fırının sıcak noktasına doğru ilerledikçe SO_2 ve O_2 gazlarının kısmi basıncı artmakta ve bir gram camdaki özgül gaz hacmi 0,02 ml. değerine ulaşmaktadır. Bu değerde eriyik cam içinde gaz habbeleri oluşmakta ve bu habbelerin yüzeye doğru yükselmesi ise eriyik camın afinasyonunu sağlamaktadır. Özgül gaz hacmi 0,1 ml/gr cam değerine ulaştığı zaman ise, cam eriyiğinin yüzeyinde bu habbeler birikmeye başlayarak köpük tabakası oluştururlar. Bu proses ikincil köpürme olarak tanımlanmaktadır. Habbelerin oluşmaya başladığı sıcaklık ile köpük tabakasının oluşmaya başladığı sıcaklık birbirlerinden 10 ila 20°C farklılık gösterir. Sülfat ile afine edilen cam eriyiklerinde, sıcaklık arttıkça sülfat dekompozisyonu ile daha fazla gaz açığa çıkmakta ve böylece köpük hacmi artmaktadır. Camdaki sülfat çözünürlüğü sıcaklığa bağlı olduğu kadar harmandaki sülfat miktarına, camın kompozisyonuna ve eriyiğin bazisitesine de bağlıdır.

E- camında sülfat çözünürlüğü, yüksek Al_2O_3, B_2O_3 ve düşük alkali oksit içeriği nedeniyle asidik olmasından dolayı, soda-kireç-silika camlarına kıyasla düşüktür. Bu nedenle E - camı harmanında gerekli olan sülfat miktarı diğer cam harmanlarına kıyasla daha azdır. Gerekli olan sülfat miktarı; ilk erime sırasında kaybolan sülfat miktarı, afinasyon için gerekli olan sülfat miktarı ve E– camındaki sülfat çözünürlüğü toplanarak bulunur. Bu miktar soda kireç camlarından çok daha az olduğu için hammaddelerde safsızlık olarak bulunan SO_3 miktarı önem kazanmaktadır.

Camdaki Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 fırın sıcaklıklarında camın ışıma ile ısı transferi katsayısını düşürmekte, bu nedenle de fırın atmosferinden cam yüzeyine ve cam derinliği boyunca tabana doğru olan ısı transferi azalmakta ve fırın taban sıcaklıkları düşmektedir. Işıma ile camın ısı transfer katsayısının belli bir seviyenin altına düşmesi, eritme ve afinasyon bölgesi taban sıcaklığını ve ortalama cam sıcaklığını önemli derecede azaltacak ve bunun sonuncunda fırında erime ve afinasyon problemi yaşanacaktır.

Diğer taraftan, camda demir artışı Fe^{+2} oranını artıracak, benzer şekilde krom artışı Cr^{+3} miktarını artıracaktır. +3 değerlikli kromun sıcaktaki etkisinin +2 değerlikli demirden daha fazla olması nedeniyle fırın taban sıcaklıklarını düşürme yönündeki etkisi de fazladır. Kromun, demir ile birlikte artması durumunda ise, taban sıcaklıklarını düşürme yönündeki etkisinin daha fazla olması kaçınılmazdır. Bu nedenle camda demir ve kromun, fırın tasarımı ve işletme koşullarının müsaade ettiği seviyeye kadar artırılabilmesi mümkündür.

Yapılan bu çalışma sonucunda, camın erime özellikleri ve kalitesinden taviz vermeksizin kil / kaolende bulunabilecek söz konusu safsızlıkların üst limit değerleri belirlenmiştir.

2. Yapılan Çalışmalar

Kil yapısında bulunan SO_3, Fe_2O_3 ve Cr_2O_3' ünün üst limit değerinin tespiti amacıyla;
farklı SO_3 seviyesine sahip kil kullanımının camın;

- Erime, köpük oluşumu ve köpükten arınma,
- Habbeden arınma

davranışına etkileri ile,

yüksek oranda Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 içerikli kil kullanımının;

- Camın 1050nm. dalga boyundaki IR geçirgenliğine (oksidasyon seviyesine),
- Yapılan model çalışmalarıyla fırın içi şartlarına

etkisi belirlenmiştir.

2.1. Kil SO_3 Seviyesini Belirleme Çalışmaları

Çalışmalarda dört farklı SO_3 seviyesinde kil kullanılmıştır (Tablo 1). Kil tane boyut farklılaşmasından gelebilecek etkileri ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan kil örnekleri aynı tane boyutunda olacak şekilde öğütülmüştür.

Harmandaki toplam SO_3'ün kil ve Na_2SO_4 kaynaklı olması dolayısıyla, her iki hammaddeden gelen SO_3'ün etkisini net olarak ortaya koyabilmek amacıyla, harmana kilden gelen SO_3 sabit olacak şekilde farklı oranlarda Na_2SO_4 ilavesi yapılmıştır.

Tablo 1 : Kil numunelerinin kimyasal analizleri

Oksit	Kil			
	K-1	K-2	K-3	K-4
SO_3	**0,34**	**0,40**	**0,47**	**0,72**
SiO_2	77,83	79,32	75,37	80,92
Al_2O_3	14,94	14,60	16,84	12,69
Fe_2O_3	0,35	0,27	0,25	0,08
TiO_2	0,42	0,27	0,55	0,22
CaO	0,12	0,11	0,17	0,06
MgO	-	-	-	-
Na_2O	-	-	-	-
K_2O	0,12	0,07	0,07	0,20
Cr_2O_3	0,020	0,028	0,032	0,019
BaO	-	-	-	-
K.K.	5,86	4,93	6,25	5,09

Laboratuvar koşullarında yapılan köpükten arınma deneylerinde, 50 gr. cam verecek şekilde hazırlanan harmanlar Pt/Au potada, 1500°C sıcaklıkta 10 – 50 dakika aralığında eritilmiş ve yüzeylerinde kalan köpük miktarı Abak metoduyla tespit edilmiştir. Her bir hammadde kullanımı için süreye bağlı % köpük miktarını belirten grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca camların yüzeyinde kalan köpüğün niteliği mikroskop altında incelenerek belirlenmiştir.

Habbeden arınma deneylerinde, kullanılan hammaddelerle 80gr. cam verecek şekilde hazırlanan harmanlar porselen potada 1500°C sıcaklığa ısıtılmış elektrikli fırında, farklı sürelerde eritilmiş ve fırından çıkartılmalarını takiben tavlanmak suretiyle soğutulmuşlardır. Bu şekilde elde edilen cam numunelerinin içerdiği habbe miktarı mikroskop altında sayılmış ve süreye bağlı habbeden arınma grafikleri oluşturulmuştur.

Camların köpükten ve habbeden arınma davranışlarına ilişkin yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, Tablo 2'de özetle verilmektedir.

Tablo 2 : Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar.

% SO_3 Kil		**0,34 (K – 1)**				**0,40 (K-2)**	**0,47 (K – 3)**			**0,72 (K - 4)**	
Cam No :		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Harmanda toplam %SO_3		0,230	0,282	0,355	0,512	0,312	0,320	0,372	0,425	0,460	0,512
Na_2SO_4'den gelen % SO_3		-	0,052	0,105	0,282	0,052	-	0,052	0,105	-	0,052
Kilden gelen %SO_3		0,23	0,23	023	0,23	0,26	0,32	0,32	0,32	0,46	0,46
% Köpük	10 dak.	23	25	33	40	40	30	35	45	70	80
	20 dak.	18	20	15	30	20	15	12	15	5	5
	30 dak.	10	15	7	20	15	10	8	10	3	2
	40 dak.	5	10	5	10	8	7	5	7		
	50 dak.	2	5	3		4	1	2	4		
Habbe Miktarı, 100gr. camda	50 dak.	409	316	345	447		266	212	220	304	355
	90 dak.	177	158	170	226		188	174	186	249	174

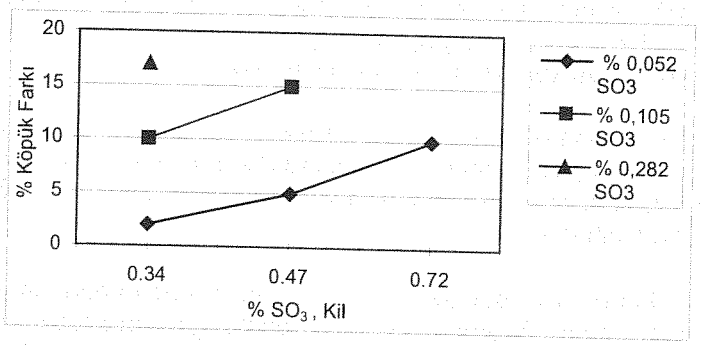
2.1.1 Köpükten Arınma Davranışı

Harmana Na_2SO_4 İlavesinin Etkisi

Çalışmada kullanılan dört farklı SO_3 seviyesindeki killi harmanların her birine Na_2SO_4 ilavesinin köpükten arınma davranışına etkisi incelenmiştir.
Tablo 2'den de görüleceği üzere, aynı kil SO_3 seviyesindeki harmanda Na_2SO_4 miktarı arttıkça köpük artmaktadır.

K-1 kodlu kil kullanımında harmana %0,052 ve % ,105 SO_3'ün Na_2SO_4'tan gelmesi koşulunda erimenin ilk 10 dakikasında yüzeyde oluşan köpük, Na_2SO_4'ın kullanılmadığı harmana göre sırasıyla %2 ve %10 artmaktadır (cam 1,2,3). Benzer şekilde K-3 kodlu kil kullanımında %5 ve %15 (cam 6,7,8), K-4 kodlu kil kullanımında ise %0,052 SO_3'ün Na_2SO_4'tan gelmesiyle köpük %10 artmaktadır (cam 9,10).

Tüm bu verilerden hareketle Şekil 1'de verilen grafikten de görüleceği üzere, aynı kil SO_3 seviyesi için harmana Na_2SO_4 ilavesi köpük oluşturma eğilimini artırmaktadır. Diğer taraftan tüm cam yüzeylerinde 50 dakikalık erime süresinin sonunda aynı miktarda köpük kalmaktadır (≈ %3). Dolayısıyla, Na_2SO_4 erimenin başlangıcında köpük oluşumunu artırmakta, ancak farklı SO_3 oranlarında kil ve farklı miktarda Na_2SO_4'ın kullanıldığı nihai camlar aynı seviyede köpük içermektedir.

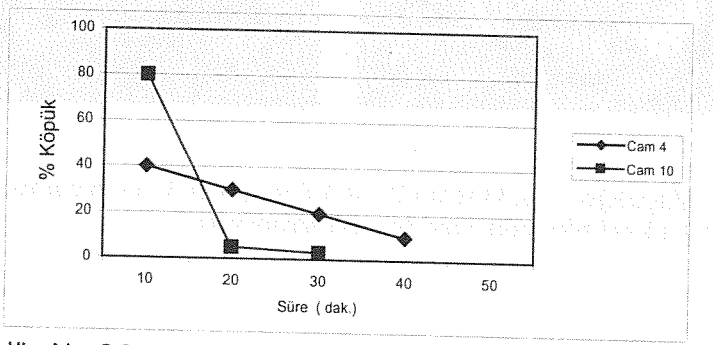


Şekil 1 : Kil SO_3 değerine bağlı Na_2SO_4 ilavesinin köpüğe etkisi

Sabit Harman SO_3 Seviyesinde

Harmanda toplam SO_3 miktarı sabit olacak şekilde düşük (%0,34) ve yüksek (%0,72) SO_3 seviyesinde killi harmana Na_2SO_4 ilavesinin etkisi incelenmiştir.

Yüksek oranda SO_3 içeren kil kullanımında Na_2SO_4 miktarı arttıkça köpük oluşumunun da arttığı bilinmektedir. Bu çerçevede, düşük SO_3 seviyesindeki kil ile yüksek oranda Na_2SO_4 kullanımının etkisi belirlenmiştir. Tablo 2'den harman SO_3'ünün sabit tutulduğu (%0,512) cam 4 ile 10 karşılaştırıldığında, cam 4'de harmandaki %0,23' lük SO_3 fazlası Na_2SO_4'tan, cam 10'da ise kilden gelmektedir. Şekil 2'den de görüleceği gibi, SO_3 fazlasının Na_2SO_4'tan gelmesi koşulunda, kilden gelmesine göre köpük %40 azalmaktadır. Yani harman SO_3'ü sabit iken SO_3'ün kilden gelmesiyle köpük artmaktadır.



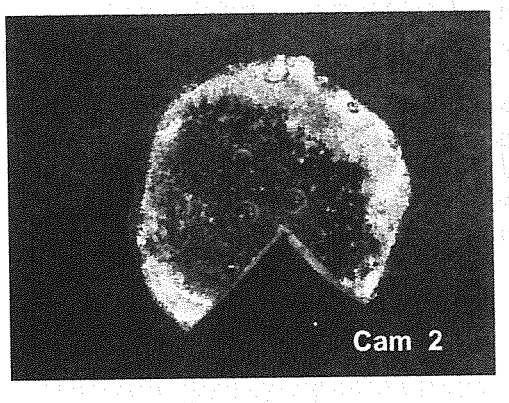
Şekil 2 : SO_3'ün Na_2SO_4 veya kil kaynaklı olmasının köpüğe etkisi

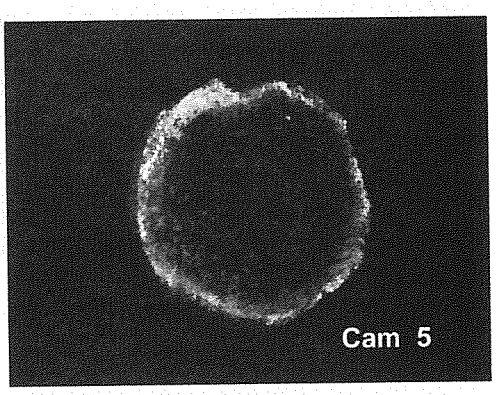
Kil SO_3 Seviyesinin Etkisi

Farklı SO_3 seviyesindeki killi harmanlara, %0,052 SO_3 gelecek şekilde Na_2SO_4 ilavesinde (cam 2,5,7,10) kil SO_3 oranı arttıkça köpük miktarsal olarak artmaktadır (Şekil 1). Ancak SO_3 artarken oluşan köpüğün yapısı da değişmektedir. Tablo 2 ve Şekil 3'den de görüleceği üzere, kil SO_3'ünün % 0,34'den %0,40'a arttığı cam 2 ve 5 karşılaştırıldığında, erimenin ilk 10 dakikasında oluşan köpük sırasıyla %25 ve %40 oranında ve erimemiş harman içermektedir. SO_3'ü %0,47 olan kil kullanımında ise köpük %35 seviyesinde olup (cam 7) %0,40 SO_3 içeren killi harmana göre düşüktür. Ayrıca, bu camın köpüğü erimemiş harman içermeyen minik habbeciklerden oluşmaktadır. Cam 5'de ise her iki yapı bir arada görülmektedir. SO_3 seviyesi %0,72 olan kil kullanımıyla elde edilen cam (cam 10), %80 oranında köpük içermekle birlikte, bu köpük sadece minik habbeciklerden oluşmaktadır. Ayrıca, bu camın köpükten arınması diğer camlara göre oldukça hızlıdır. Diğer camların 50 dakikalık erime süresinin sonunda içerdiği köpük seviyesine bu cam 30 dakikalık erime süresinde ulaşmaktadır (Tablo 2). Dolayısıyla, kil SO_3'ünün artmasıyla (% 0,72'ye kadar) erime kolaylaşmakta ve köpükten arınma hızlanmaktadır.

Diğer taraftan, harmandaki toplam SO_3 sabitken (cam 4 ve 10 karşılaştırması) SO_3'ün ağırlıklı olarak kilden gelmesi koşulunda, köpük miktarsal olarak artmakla birlikte, camın erime süresi kısalmakta, aynı şekilde köpük yapısı değişmekte ve köpükten arınma hızlanmaktadır.

Sonuç olarak, düşük SO_3 seviyeli (< %0,47) kil kullanımında cam yüzeyinde erimemiş harman içeren köpük oluşmakta, erime gecikmektedir. Yüksek SO_3 seviyeli (> % 0,47) kil kullanımında ise cam çok daha çabuk erimekte ve yüzeyde erimemiş harman içermeyen minik habbecikli bir köpük oluşmaktadır. Bu minik habbecikler çok çabuk camdan atılmaktadır. Bu sonuçlardan hareketle kil SO_3'ü için köpük yapısının değiştiği % 0,47'yi dönüm noktası olarak tarif etmek mümkündür.





Şekil 3 : Kil SO_3 değeri %0,34 (cam 2) ve %0,40 (cam 5) olan camların 10 dak. eritiş süresi sonunda yüzeylerinde kalan köpük

2.1.2 Habbeden Arınma Davranışı

Harmana Na_2SO_4 İlavesinin Etkisi

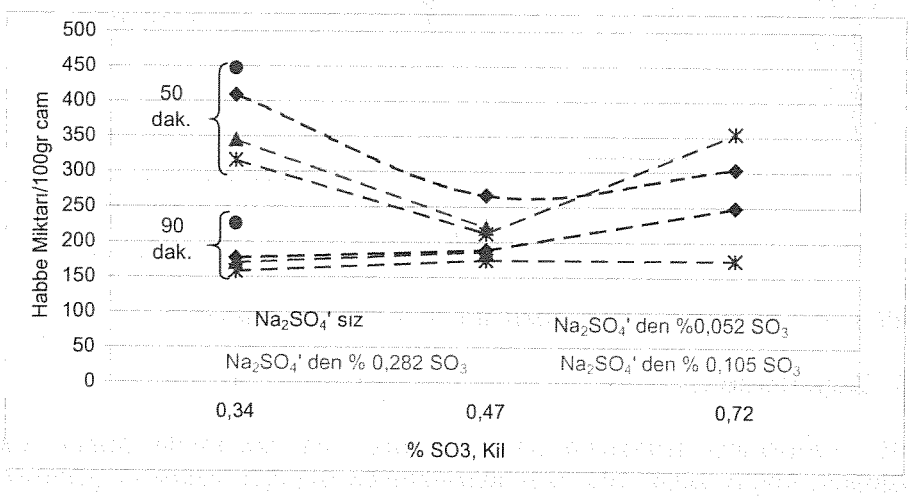
Kil SO_3'ünün %0,34 (K-1), % 0,47 (K-3) ve % 0,72 (K- 4) olduğu değerler için harmana farklı oranlarda Na_2SO_4 ilavesinin, afinasyon üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Şekil 4 ve Tablo 2'den de görüleceği üzere, K – 1 kodlu killi (% 0,34 SO_3) harmana, % 0,052 ve % 0,105 SO_3'ün Na_2SO_4'tan katılması durumunda, 50 dakikalık eritiş süresinin sonunda habbe miktarı Na_2SO_4 içermeyen cama göre sırasıyla %23 ve %16 düşmektedir. Nihai cam olarak tariflenen 90 dakikalık erime süresinin sonunda ise, habbe miktarında %11 ve %4' lük düşüş olmaktadır.

Aynı oranlardaki SO_3'ün Na_2SO_4'tan geldiği ve K-3 (% 0,47 SO_3) kilinin kullanıldığı koşulda, camın habbesi Na_2SO_4'sız cama göre 50 dakikanın sonunda %20 ve %17 düşmektedir. Erime süresinin artmasıyla (90 dak) habbe %7 ve % 1 oranında azalmaktadır.

K-4 kilinin kullanıldığı harmanda %0,052 SO_3'ün Na_2SO_4'tan gelmesiyle yapılan çalışmada ise, diğer kil kullanımlarının tersine 50 dak. sonunda habbe, Na_2SO_4' ün kullanılmadığı cama göre %17 artmakta, ancak nihai camda (90 dak) % 30' luk bir düşüş olmaktadır. Bu camın habbeden arınması diğerlerine göre oldukça hızlıdır.

Şekil 4'den de görüleceği üzere, kil SO_3 değerinden bağımsız olarak, afinan malzeme olarak Na_2SO_4'ın kullanılmadığı camların habbe seviyeleri, Na_2SO_4'ın kullanıldığı camlara göre yüksektir. Yapılan bu çalışmada, en iyi afinasyonun, harmana %0,052 SO_3'ün Na_2SO_4'tan geldiği koşulda gerçekleştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4 : Kil SO_3 değerine bağlı Na_2SO_4 ilavesinin habbeden arınma davranışına etkisi

Sabit Harman SO_3 Seviyesinde

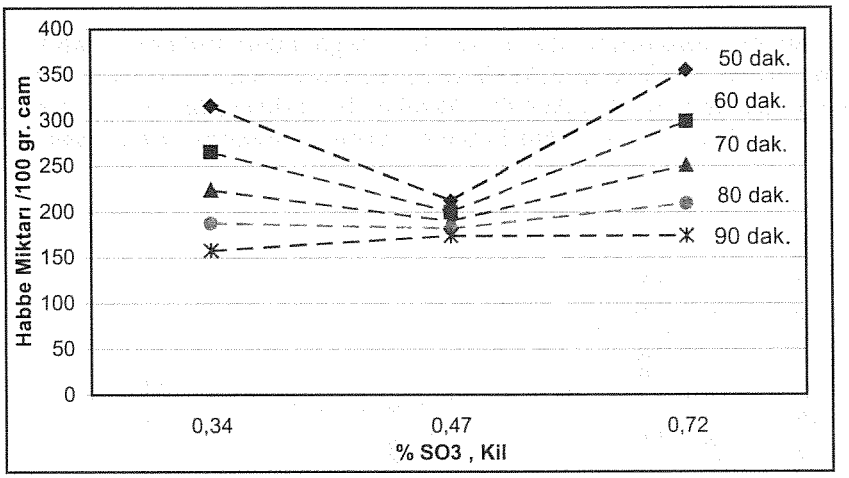
Harmandaki SO_3'ün Na_2SO_4 veya kil kaynaklı olmasının habbeden arınma davranışına etkisi belirlenmiştir.

Tablo 2 ve Şekil 4'den de görüleceği gibi, sabit harman SO_3 değerinde (%0,512), SO_3'ün ağırlıklı olarak Na_2SO_4'tan gelmesi (cam 4), kilden gelmesine göre (cam10) habbe miktarını ≈ % 22 oranında artırmaktadır. Harmanda gereğinden fazla miktarda Na_2SO_4 kullanımı cam afinasyonunu olumsuz etkilemektedir.

Kil SO_3 Seviyesinin Etkisi

Şekil 5'deki grafikten de görüleceği üzere, harmanda %0,052 SO_3'ün Na_2SO_4'tan gelmesi koşulunda, kil SO_3 oranındaki artışın camın habbeden arınma davranışına etkisi belirlenmiştir.

Kil SO_3 değerinin %0,34'den (K-1) %0,47' ye (K-3) artmasıyla, afinasyonun ilk aşamalarında (50- 70 dak) habbe miktarsal olarak azalmakla birlikte, afinasyon hızı düşmektedir. K-4 kilinin (%0,72 SO_3) kullanıldığı harmanda ise, afinasyonun başlangıcında habbe artmakta ancak afinasyon hızlanmaktadır. K-3 (%0,47 SO_3) kilinin kullanıldığı camın başlangıç noktasındaki afinasyonu diğer kil kullanımlarına göre ileri safhadadır. Yani, afinasyonun başlangıcında (50 dak.) K-3 kilinin kullanımıyla elde edilen camın habbe miktarı (cam 7), aynı sürenin sonunda K-1 ve K-4 killerinin kullanımıyla elde edilen camlardan (cam 2,10) %33-40 daha azdır. Ancak farklı SO_3 oranlarında kilin kullanıldığı nihai camlar (90 dak.) eşit miktarda habbe içermektedir.



Şekil 5 : Kil SO_3 oranının habbeden arınma davranışına etkisi

2.1.3 Değerlendirme

Kil SO_3 seviyesinin artmasına paralel olarak, cam yüzeyinde oluşan köpük artmaktadır. Ancak %0,47 SO_3'lü kil kullanımında köpüğün yapısı değişmektedir. Bu noktanın öncesinde köpük erimemiş harman içerirken bu noktadan sonra oluşan köpük tabakası tamamen minik habbeciklerden oluşmaktadır. %0,72 SO_3'lü kil kullanımında ise, erime süresi kısalmakta, köpükten arınma hızlanmaktadır.

Kil yapısındaki SO_3 miktarının artması, afinasyon üzerinde yeteri kadar etkin olmamaktadır. Nihai camlar habbe miktarları ve afinasyon hızları itibariyle düşük SO_3 seviyeli killi camın seviyesine ulaşmamaktadır. Bu durumda, yüksek SO_3

içeren kil kullanımında camın iyi afine olabilmesi için harmana Na_2SO_4 ilavesi gerekmektedir. Dolayısıyla, SO_3 değeri yüksek olan kil kullanımında Na_2SO_4'ın afinasyona etkisi, düşük SO_3'lü kil kullanımına göre çok daha fazladır. Bu çalışma kapsamında, kil SO_3 değerinden bağımsız olarak camın afinasyonu için gerekli olan optimum Na_2SO_4 seviyesi, % 0,052 SO_3'ün Na_2SO_4' den sağlandığı koşuldur. Bu değer üzerindeki kullanımı habbe miktarını artırmaktadır. Na_2SO_4'ün afinasyona olan katkısı nedeniyle çalışılan üç kil SO_3 seviyesinde de, nihai camların habbe seviyeleri aynı bulunmuştur. Ancak %0,47 SO_3 içeren kil kullanımı afinasyon açısından en iyi sonucu vermektedir.

Sonuç olarak, erimenin daha çabuk gerçekleşmesi, yüzeyde olan köpüğün kısa sürede camdan atılabilmesi ve afinasyonun hızlandığı bulgularından hareketle cam kalitesinden çok fazla taviz vermeden mevcut spekt değeri olan % 0,40'ın üzerinde ve % 0,70 mertebesine kadar SO_3 içeren kil kullanımı mümkündür.

2.2 Kil Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 Seviyelerinin Belirlenmesi

2.2.1 İnfrared Işık Geçirgenliği

Bu kapsamda, kil Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 üst limit değerlerinin tespiti için mevcut spesifikasyon (Fe_2O_3: % 0,40 maks.; Cr_2O_3: 200 ppm maks) değerlerinin üzerindeki numunelerle çalışılmıştır.

Fe_2O_3 seviyesini belirleme çalışmasında;

- % 0,58 Fe_2O_3 ve
- %0,89 Fe_2O_3

Cr_2O_3 seviyesini belirleme çalışmalarında;

- 300 ppm Cr_2O_3 ve
- 370 ppm Cr_2O_3

içeren kil numuneleri kullanılmıştır.

Ayrıca camda Cr_2O_3 ile Fe_2O_3'in birlikte arttığı, mevcut Fe_2O_3 (%0,35) ve yüksek Fe_2O_3 (% 0,89) seviyelerindeki kilin, 400 ve 600 ppm Cr_2O_3 içermesi koşulları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Yukarıda belirtilen içerikteki killerin kullanımıyla hazırlanan harmanlar 1500 °C sıcaklıktaki laboratuvar fırınında eritilmiş ve elde edilen camların 1050 nm. dalga boyundaki % geçirgenlik (% T) değerleri ile renk parametreleri ölçümlenmiştir. Bu camlara ait Fe^{+2}, Fe^{+2}/ Fe_2O_3 değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar Tablo 3' de verilmektedir.

Camda Fe_2O_3 Artışının İncelenmesi

Tablo 3'teki spektrofotometrik ölçüm sonuçlarından görüleceği üzere, cam demirinin % 0,333 den % 0,503 ve 0,715 değerine çıkmasıyla (cam mevcut,1,2) camın 1050 nm. dalga boyundaki geçirgenliği sırasıyla %50'den %32 ve %23'e düşmektedir. Bu camların Fe^{+2} / Fe_2O_3 oranları değişmezken, camdaki demirin Fe^{+2}, ye dönüşen miktarı artmaktadır. Mevcut camda % 0,087 oranında

bulunan Fe^{+2}, toplam demirin artmasıyla % 0,15 ve % 0,197 değerlerine çıkmaktadır. Bu da, mevcut camdaki Fe^{+2} miktarının ~ 1,7 ve 2,3 katına çıkmasına karşılık gelmektedir.

Camda Fe_2O_3 artışının cam rengine etkisi bu camların renk parametrelerinin ölçümlenmesiyle belirlenmiştir. Fe_2O_3 artışına paralel olarak;

- Camın % parlaklık değeri düşmekte, safsızlık oranı artmaktadır.
- Cam rengi dalga boyu olarak daha sarı tona kaymaktadır (563 nm'den 567 nm'ye)

Tablo 3 : Camda Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 artışının %T , Fe^{+2} ve Fe^{+2} / Fe_2O_3 üzerindeki etkileri

Cam no	Fe_2O_3(%)		Cr_2O_3 (ppm)		% T	Fe^{+2}	Fe^{+2} / Fe_2O_3
	KİL	CAM	KİL	CAM			
Mevcut Cam	0,35	0,333	200	130	50	0,087	26,07
No : 1	0,58	0,503	210	150	32	0,15	29,9
No : 2	0,89	0,715	300	210	23	0,197	27,61
No : 3	0,89	0,715	400*	250	24	0,191	26,76
No : 4	0,89	0,715	600*	400	24	0,191	26,76
No : 5	0,35**	0,333	370	250	52	0,081	24,4
No : 6	0,35**	0,333	600*	400	53	0,079	23,58

* Kromit ilaveli Cr_2O_3 miktarıdır.
** Hematit ilaveli Fe_2O_3 miktarıdır.

Camda Cr_2O_3 Artışının İncelenmesi

Mevcut ve yüksek demirli camlarda krom artışına ilişkin yapılan çalışma sonuçlarına Tablo 3'den bakıldığında, soğuk camda kromun ısı absorpsiyonu olmadığı için spektrofotometrik ölçümlerde bir fark görülmemektedir. Aynı demir seviyesinde farklı krom içerikli camların geçirgenlikleri ve Fe^{+2} oranları aynıdır. Kromun ısıl bölgedeki etkisini tam olarak görebilmek için geçirgenlik ölçümlerinin yüksek sıcaklıkta yapılması gerekmektedir. Bu ölçümün mevcut imkanlarla yapılabilmesi mümkün olmadığı için, camdaki krom artışı camın sadece görünür bölgedeki özelliklerine olan etkisi açısından incelenmiştir.

Camda Cr_2O_3 seviyesinin artmasına bağlı olarak parlaklık seviyesi düşmekte, safsızlık artmaktadır. Bu da cam rengini daha koyu tona kaydırmaktadır. 250 ve 400 ppm Cr_2O_3 içeren camların rengi dalga boyu olarak değişmemekte, ancak Cr_2O_3 artışıyla cam daha koyu tonda olmaktadır. Mevcut cam demirinin değişmediği ancak kromun arttığı koşulda cam rengi yeşile ve daha koyu tona kaymaktadır. Demirin arttığı durumda ise, cam rengi bir miktar sarıya ve yine daha koyu tona kaymaktadır.

2.2.2 Model Çalışmaları

Kildeki demir ve krom artışına bağlı olarak fırında gözlenecek sıcaklık düşüşlerinin boyutlarını belirleyebilmek amacıyla CE- 3 no'lu fırın için model incelemesi yapılmıştır.

Etkin bubblerlara sahip 3 no'lu fırında konveksiyon akımlarının çok güçlü olması, artan demir ve krom oranları sonucunda ortaya çıkacak taban sıcaklık düşmelerine karşı, bu fırını bubblersız bir fırına göre daha avantajlı kılmaktadır. Ancak bu avantaja rağmen, camın ışıma ile ısı transferi katsayısının belli bir seviyenin altına düşmesi, eritme ve afinasyon bölgesi taban sıcaklığını ve ortalama cam sıcaklığını önemli derecede azaltarak, fırında erime ve afinasyon probleminin yaşanmasına neden olacaktır.

Cam fırınları modelleri kullanılarak fırın taban sıcaklıklarına ilişkin incelemeleri yapabilmek için fırında eritilecek olan camın, ışınımla ısı transferi katsayısını da içeren etkin ısıl iletim katsayısının (K_{eff}) bilinmesi gerekmektedir. Literatürden, cam rengi ile ilgili tecrübelerden, farklı camları üreten fırınların işletme değerlerinden ve daha önce renkli üretimler sırasında yapılan çalışmalarda doğrulanmış model çalışmalarından faydalanılarak, çalışılan demir ve krom seviyelerindeki cam kompozisyonları için K_{eff} değerleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak 3 no'lu fırın modelinde ve tablo 3'te verilen oksit oranlarında çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, camda demir ve/veya kromun artması durumunda, cam kalitesi açısından kritik olan throat önü taban sıcaklıklarında, beklenen düşmeler belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Farklı miktarda Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 içeren camların 1050 nm dalga Boyunda %T değerleri , Fe^{+2} / Fe_2O_3 oranları ve bu camlar için mevcut cama göre fırın modelinde elde edilen throat önü taban sıcaklık düşmeleri

No:	Fe_2O_3, % (cam)	Cr_2O_3, ppm (cam)	% T	Fe^{+2} , %	Fe^{+2} / Fe_2O_3	Taban T' de düşme , °C
1	0,503	150	32	0,150	29,9	1 – 2
2	0,715	210	23	0,197	27,61	20 – 25
3	0,715	250	24	0,191	26,76	35 – 40
4	0,715	400	24	0,191	26,76	75 – 80
5	0,333	250	52	0,081	24,4	5 – 10
6	0,333	400	53	0,079	23,58	25 – 30
Üretim Camı	0,3	140	49	0,082	27,22	

2.2.3 Değerlendirme

Yapılan infrared geçirgenlik ölçüm değerleri ve model çalışmaları bulgularından hareketle kildeki demir ve kromu birbirinden bağımsız olarak değerlendirmek mümkün değildir.

Düşük kil demir seviyesinde (cam 5, 6) camın Fe^{+2} oranı değişmezken (~% 0,080), throat önü taban sıcaklıkları krom artışına paralel olarak düşmektedir. Benzer şekilde yüksek demirli (% 0,89) kil kullanımında da Fe^{+2} miktarı % 0,190 mertebesinde kalırken, artan kroma bağlı taban sıcaklıkları düşmektedir (cam 2, 3, 4).

Tablo 4'teki sonuçlara bakıldığında Fe_2O_3 ve/veya Cr_2O_3'in artırıldığı cam 2, 3, 4 ve 6'da taban sıcaklıkları çok fazla düşmektedir. Cam 6'nın demiri ve Fe^{+2} oranı üretim camının seviyesinde olmakla birlikte (% 0,080), kromunun yüksek olması (400 ppm) taban sıcaklığını 25-30 °C düşürmektedir.

Bu değerlendirmeler ışığında,

- % 0,503 Fe_2O_3 ve 150 ppm Cr_2O_3 içeren 1 nolu camın ve
- % 0,333 Fe_2O_3 ve 250 ppm Cr_2O_3 içeren 5 nolu camın

üretilmesinde problem olmayacağı sonucuna varılmıştır. Throat önü taban sıcaklıklarında beklenen 5 – 10 °C düşme fırın işletmesinde alınacak önlemlerle giderilebilecek düzeydedir.

3. SONUÇ

E- Camı üretiminde kullanılabilecek kalitede kil / kaolenin içerdiği Fe_2O_3, Cr_2O_3 ve SO_3 için üst limit değerleri belirlenmiştir.
Yapılan çalışmalar sonucunda erimenin daha çabuk gerçekleşmesi, yüzeyde oluşan köpüğün daha çabuk camdan atılabilmesi ve afinasyonun hızlandığı bulgularından hareketle, cam kalitesinden çok fazla taviz vermeden % 0,40' ın üzerinde ve %0,70 mertebesine kadar SO_3 içeren kil kullanımının mümkün olabileceği belirlenmiştir. Ancak, en iyi afinasyon % 0,47 SO_3 içeren kil kullanımıyla elde edilmiştir.

Camda Fe_2O_3 ve Cr_2O_3 artışının üretim koşullarında problem yaratmayacağı tespit edilen seviyeleri için bu oksitlerin kildeki üst limit değerleri 2 olasılıklı belirlenmiştir.

1. Cam Fe_2O_3'inin % 0,50 değerine yükselmesi ve Cr_2O_3'in mevcut seviyesinde (150 ppm) kalması koşulunda ;

- Kil Fe_2O_3'inin % 0,60 mertebesine yükseltilebileceği, ancak bu durumda Cr_2O_3'in maksimum 200 ppm ile sınırlı tutulacağı

veya,

2. Cam Fe_2O_3'inin mevcut seviyesinde (~% 0,30) korunması ve Cr_2O_3'in 250 ppm' e yükselmesi koşulu için ;

- Kil Fe_2O_3'i mevcut seviyesi olan % 0,40 maksimum değerinde korunarak, Cr_2O_3'in maksimum 370 ppm değerine yükseltilebileceği

belirlenmiştir.

IS ÜRETİM HATLARINDA UYGULANAN PLANLI BAKIM SİSTEMATİĞİ, JC VE RIT, SÜRELERİN KISALTILMASI

Semih ÖZBAY - Murat ÜNALDI
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası

Özet

Bakım, üretim sisteminin, plan ve programlara uygun olarak çalısmasını sağlayan ve istenen çalışma standartları düzeyinde kalmasını kontrol altında tutan bir yürütme ve kontrol fonksiyonu olup, önemi hedef ve maliyet açısından, mühendislik teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak her oranda artmıştır[1]. Sonuçta bakım son yıllarda bir bilim haline gelmiştir. Bugünün çağdaş koruyucu bakımı; **" Olacağı Önceden Gören Bakım "** olarak tanımlanmaktadır. Arıza Duruşları ve Planlı Bakımlar, JC, RIT birbirlerini sürekli olarak takip eden ve etkileyen süreçler olup süreleri fabrika randımanları açısından çok önemli hale gelmiştir. Bu amaçla **IGC** ile yapılan Teknik İşbirliği Antlaşması çerçevesinde yapılan çalışmalar ile, belirlenen hedefler doğrultusunda oluşturulan sistem yaklaşımları sonucunda AC-Topkapı Fabrikası'nda Arıza Duruşları, JC ve RIT sürelerinde çok olumlu gelişmeler sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler :*AC : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.,AT : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.- Topkapı Fabrikası,IGC : Ishizuka Glass Company- Japonya, JC : Job Change – Üretim Değişimi, RIT : Run-İn–Time , Verime Ulaşma Süresi.*

1 – AT ' de Arıza Duruşları ve Planlı Bakım Sistematiği

Amaç: Kaynakları en iyi şekilde kullanarak istenen üretim miktarı ve kaliteyi elde etmek, firmanın verimliliğini arttırmak, makina arızalarını en aza indirmek ve makina hassasiyetini sürekli olarak kontrol etmektir. JC ve RIT süresini ve kalitesini olumlu yönde etkileyerek katkı sağlamaktır.

Üretim için gerekli olan Malzeme-Makina-Metod-İnsan (3M + İ) faktörlerinden makina kısmına ait açılım şöyledir.

Hardware
* Makina * Malzeme
* Kalıp * Yağ
* Donanım * Teknik Bilgi Paketi

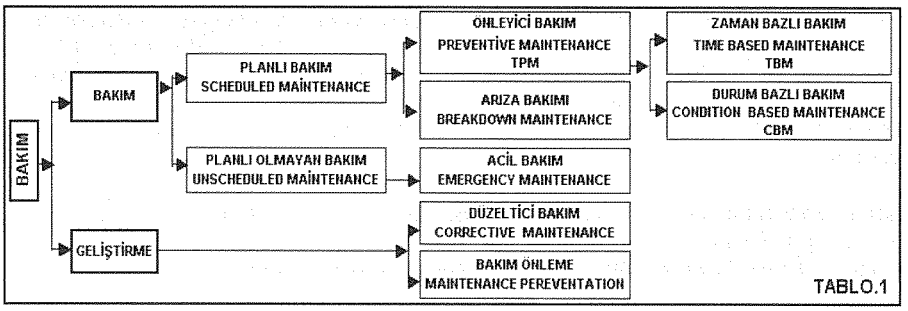
Software
* **Sistem** * Sistem için gerekli **Standartlar**
* Standartları uygulamak için gerekli **tecrübe** ve **beceri**

Sotware kısmına baktığımızda en önemli olanı **SİSTEM** ' i oluşturmak ve uygulamaktır.Yeterli sayıda tecrübeli veya becerili elemanınız olsa bile eğer oluşturduğunuz kendi **STANDARTLAR**'ınız ve **SİSTEM**'iniz yoksa başarı sağlamak mümkün değildir.

Bu konuda IGC ile yapılan çalışmalarda IGC Sisteminin temel alınmasına, AT şartlarına göre revize edilerek ve AT standartlarını da yansıtarak AT sisteminin oluşturulmasına karar verilmiştir.

IGC BAKIM SİSTEMATİĞİ [4] :

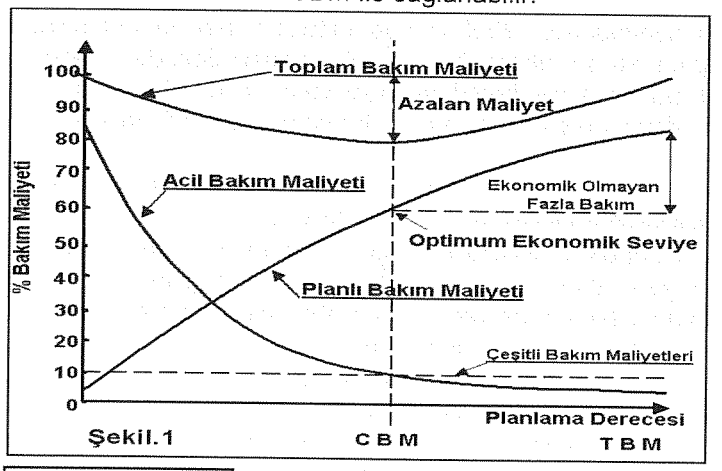
Tablo.1'deki Bakım faaliyetinin Önleyici Bakım kısmında IGC yakın bir zamana kadar TBM benimsemişti. **TBM; Zaman Bazlı Bakım** olup, üretim



TABLO.1

miktarı ve çalışma süresi göz önüne alınarak bakım periyodlarının belirlenmesi ve bu süre sonunda bakıma alınması ve önceden belirlenmiş parçaları durumları ne olursa olsun değiştirme yöntemidir. Bu yöntemde bakımcıların işyükü azdır ama gereksiz parçaların da değiştirilmesi sonucunda toplam maliyetleri fazladır.Planlı ve Koruyucu Bakım ; Üretim maliyetlerini düşüren makinaları koruyan , ve üretimin kalite ve miktarını arttıran bir sistem olmalıdır.Bu nedene ek olarak dünyada her alandaki olumsuz ekonomik değişimlerin sonucu göz önüne alındığında, IGC bu yöntemi terketmiş ve **CBM–Durum Bazlı Bakım**'a geçmiştir.Bu yöntemde makina periyodik ve sürekli olarak kontrol edilmekte parça ömürleri takip edilmekte ve kötüye gitme durumları sürekli olarak kontrol altına alınmaktadır. Bu yöntemde bakım süresi daha az olmakta, fakat bakımcıların işyükü artmaktadır. Ama en önemlisi gerektiği zamanda parça değişim sayısı azalmakta, bunun sonucu toplam maliyetler de azalmaktadır. **CBM** genel anlamda en az bakım ile en iyi sonucu elde etme yöntemidir. Bu nedenle sürekli kontrole önem verilmektedir. Bu nedenle IGC'de uygulanan Çalışırken ve Duruyorken Kontrol Listeleri AT' de de oluşturulmuştur.

Şekil.1 incelediğinde, CBM uygulanmasının gerekliliği daha iyi anlaşılır [2,3,4]. Bakım seviyesi maliyetler açısından çok önemlidir ve optimum ekonomik bakım ancak CBM ile sağlanabilir.



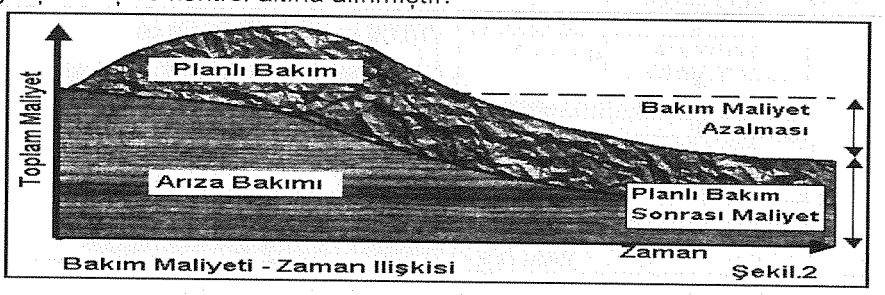
Şekil.1

TBM
Ekonomik Olmayan Bakım % 5 Acil Bakım % 85 Planlı Bakım % 10 Çeşitli Bakım

CBM
Ekonomik Bakım % 10 Acil Bakım % 60 Planlı Bakım % 10 Çeşitli Bakım

Planlı Bakım Öncesi
% 85 Acil Bakım % 5 Planlı Bakım % 10 Çeşitli Bakım

Şekil.2'e göre Planlı Bakım uygulamasına ilk başlandığında toplam bakım maliyeti başlangıçta bir miktar artar çünkü,durum tespiti gereği ilk kontroller için fazla iş yapılır, duruşlar fazla olur, başlangıçta fazla parça değişir. Sistem tam olarak oturduğunda ve makinalar kontrol altına alındığında Arıza Bakım masrafları ve süreleri düşmeye başlar.Makinalar kabul edilebilir bir seviyede geliştirilmiş ve kontrol altına alınmıştır.



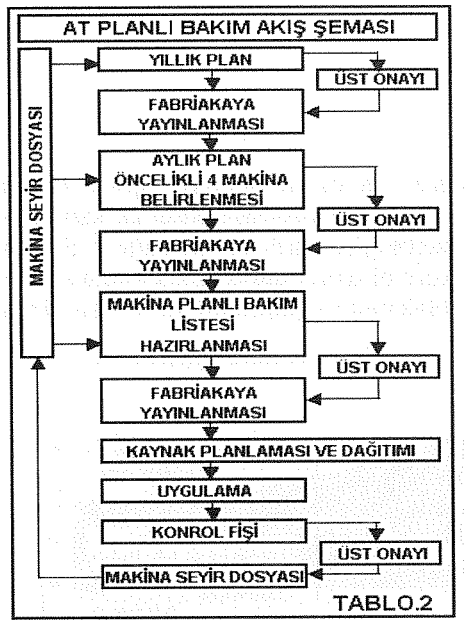
Bakım Maliyeti - Zaman Ilişkisi

Şekil.2

AT'de 15 IS hattı bulunmaktadır. 2003 yılında haftada 1 makina 4 saat olarak Planlı Bakım yapma kararı alınmıştır ve bütçelemiştir.Buradan hareketle AT'nin 2003 Planlı Bakım duruş hedefi section başına ayda 80 dakika, 2002 yılında 157 dakika olarak gerçekleşen Arıza Duruşunda ise 100 dakika olarak hedeflenmiştir.
AT yapacağı Planlı Bakımlardaki ,Bakım verimliliğini arttırmak amacıyla yerine getirilmesi gereken faktörleri şöyle belirlemiştir.[3].

- Gelişmiş , ileri onarım teknolojisi.Kalitesi geliştirilmiş yedek parçalar
- Mevcut ve yeni ekipmanlar üzerindeki dizayn değişiklikleri ve bu dizaynlara veri teşkil etmek üzere, geçmişteki bilgilerin toplanması.
- Kritik ekipman ve parçaların iyileştirilmesi.
- Ekipman dizayn ve seçiminde,mühendislik, işletme ve bakım personeli arasındaki ilişkilerin geliştirilmesi.
- Yeni atölye düzeni, parça yıkama odası, tüm aksesuarların periyodik kontrolü ve bunun için bir mekanizma takip tekniği oluşturulması
- İşbaşı eğitimleri

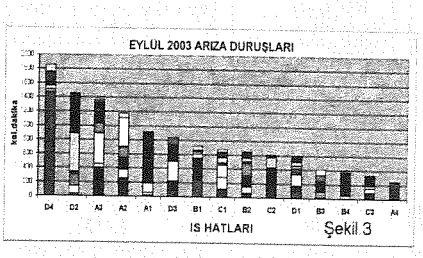
Bu yaklaşım ile AT fabrikasının hazırladığı ve 2003 yılı başı itibari ile uygulamaya başladığı Planlı Bakım Akış Şeması Tablo.2' dedir.Yıllık Bakım Planı hazırlanır ve üst onay sonrası yayınlanır, sonrasında " **Makina Seyir Dosyası** "'nda(Tablo.2) toplanan bilgilerden hareketle her ay başında o ay bakım yapılacak makinalar belirlenir ve yayınlanır. Her makina Planlı Bakım öncesinde her ay en az bir' er defa olmak üzere Çalışırken ve Duruyorken kontrol edilir ve her türlü olumsuzluk kayıt altına alınır.



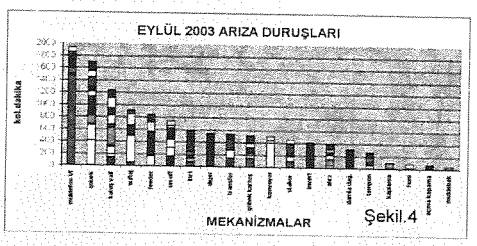
TABLO.2

MAKİNA SEYİR DOSYASI
YIILIK PLANLI BAKIM PROGRAMI
AYLIK ÜRETİM PROGRAMI
GEÇMİŞ ARIZA RAPORLARI-AYLIK,YILLIK
GÜNDE 3 VARDİYA YAP. GÜN. KONTROLLER
DURUŞTA YAP. KONT. - EN AZ AYDA 1 KERE
ÇALIŞIRKEN YAP. KONT. - EN AZ AYDA 1 KERE
TPM OLUMSUZLUK ETİKETLERİ
ÜRETİM VE SOĞ.SONU TALEPLERİ
JC EKİBİNDEN GELEN İSTEKLER-UYARILAR
İSİG UYARILARI - UCUZ ATLATMALAR
DÜZELTİCİ VE ÖNLEYİCİ FAALİYETLER
GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI
ÖNCEDEN YAP. PLN. BAK.KONT. FİŞLERİ

Aylık ve birikimli olarak makina ve mekanizma arızaları Pareto analizleri ile incelenir (Şekil.3,4).Her ay üst yönetime raporlanır, bir kopyası da Makina Seyir Dosyasına konulur.Her Planlı Bakım içeriği hazırlanırken sürekli olarak Makina Seyir Dosyasına başvurulur.



Şekil.3



Şekil.4

Bu sistem kendi içinde sürekli ve açık bir sistemdir ve PUKO çevrimi (**P**lanla-**U**ygula-**K**ontrol et–**Ö**nlem al) sürekli olarak yapılmaktadır.Bu şekilde her bakımda bir öncekine göre makinaların sürekli olarak geliştirilmesi hedeflenmektedir.Bu çalışmalar doğrultusunda aşağıdaki Tablo.3'te AT' nin 2003-2002 ve 2001 yıllarına ait karşılaştırmalı Arıza Duruşları ve Planlı Bakım Duruşları gösterilmiştir. Yapılan Planlı Bakımlarla Arıza Duruşlarında

MEK.BAK.ONR.ŞEF.2003 YILI KARŞILAŞTIRMALI DURUŞ DEĞERLENDİRMESİ							
AYLIK	KOL SAYISI	plansız arıza		planlı bakım		toplam bakım	
		toplam kol dakika	section kol dakika	toplam kol dakika	section kol dakika	toplam kol dakika	section kol dakika
2001 AYLIK ORT	109	21.451	197	5.042	46	26.493	243
2002 AYLIK ORT	124	19.474	167	2.325	19	21.799	176
2003 HEDEF			100		80		180
2003 9 AY ORT.	127	11.122	88	6.528	50	17.649	138
2002 ' YE GÖRE AZALMA dk.			69				38
2002 ' YE GÖRE AZALMA %.			44,16%				21,72%

Tablo.3

2002 yılına göre yaklaşık % 44 iyileşme sağlanmış ve 2003 yılı hedefi olan 100 dakikanın da altına inilerek 9 aylık ortalamada 88 dakika olarak gerçekleşmiştir. Planlı Bakımlarla birlikte toplamda ise 2002 yılına göre %22 iyileşme gerçekleşmiştir. Aylık Planlı Bakım süresinin 80 dakika hedeflenmesine rağmen 50 dakika olarak gerçekleşmiş görünmesinin sebebi; Renk Değişimi, Fırın Soğuk Tamiri gibi Fırsat duruşlarından yararlanılmış olmasıdır. **Sonuç olarak AT Arıza Duruşları ve Planlı Bakımlarda 2003 yılı hedeflerini başarı ile tutturmuştur.**

Tablo.4'te Arıza sayısı ve kayıp tonajlar olarak geçmiş senelere göre farkları incelediğimizde; Aydaki ortalama arıza sayısı 2002 yılına göre %40 azalmıştır.Ayda section başına olan ortalama arıza sayısı ise 2003 yılına göre %45 azalmıştır.Kayıp cam tonajında ise %43 bir azalma sağlanarak 2003 yılında 41 ton/ay olarak gerçekleşmiştir.IGC'de ayda ortalama 10 adet arıza ve toplam 9 ton cam kaybı hedeflenmektedir. Bu yaklaşık 35 dakika/section.ay arıza duruşu demektir.Bunun dışında IGC'nin ifadesine göre burada belirtilen küçük arızalar olmamaktadır.

IGC		109 section			2001 ort / ay		1 section başına ayda arıza sayısı
10	büyük	19	büyük	367 küçük	386	arıza	3,54
35	dk	42	dk	155 dk	197	dk	gün başına arıza sayısı
9	ton	17	ton	63 ton	80	ton	13
100	%	21	%	79 %	100	%	
		124 section			**2002 ort / ay**		**1 section başına ayda arıza sayısı**
		16	büyük	334 küçük	350	arıza	2,82
		30	dk	127 dk	157	dk	gün başına arıza sayısı
		14	ton	58 ton	72	ton	12
		19	%	81 %	100	%	
		136 section			**2003 ort / ay**		**1 section başına ayda arıza sayısı**
		7	büyük	203 küçük	210	arıza	1,54
		18	dk	70 dk	88	dk	gün başına arıza sayısı
		9	ton	32 ton	41	ton	7
		22	%	78 %	100	%	

IGC'de yok

Tablo.4

AT Arıza Duruşlarında IGC ortalaması olan 30-40 dakikaya (ort.35 dakika) ulaşmak ve küçük arızaları da ortadan kaldırmak için 2004 ve sonrası hedeflerini de belirlemiştir. Amaca ulaşmak için daha fazla Planlı Bakım yapılması gerekmektedir. IGC' de her makina her ay yaklaşık 120-140 dakika kadar durdurulup Planlı Bakım yapılmaktadır. 15 IS hattı bulunan AT' de her makinanın her ay Planlı Bakım yapılması demek hemen her iş gününde bir adet Planlı Bakım demektir. Bu performansı başarabilecek beceri ve düzeye gelindiğinde ki hedef budur, AT'de de Arıza Duruşları IGC seviyesi olan 40 dakikalara gerileyebilecektir.

AT' nin 2003 yılı hedefi haftada 1 makina 240 dakika Planlı bakım olarak belirlenmiştir.Buna göre ;

Arıza duruşları hedefi section başına ayda 100 dk ----- **2003 fiili 88 dk.**
Planlı Bakım hedefi section başına ayda 80 dk------ **2003 fiili 50 dk.**
Toplam 180 dk. dır.

AT' nin 2004 yılı hedefi haftada 2 makina 180'er dakika Planlı bakım olarak düşünülmektedir.Bu yeni duruma göre ;

Arıza duruşları hedefi section başına ayda 70 dk
Planlı Bakım hedefi section başına ayda 110 dk
Toplam 180 dk. olacaktır.

AT' nin 2004 yılı sonrasında kademeli olarak öncelikle ulaşması gereken nokta ise, haftada 3 makina 150'er dakika Planlı bakım ile yaklaşık olarak bugunkü IGC fiili değerleridir.

Arıza duruşları hedefi section başına ayda 40 dk
Planlı Bakım hedefi section başına ayda 140 dk
Toplam 180 dk. olmalıdır.

2 – AT ' de JC (Job Change- Üretim Değişimi) ;

JC (Üretim Değiştirme); makinada üretilmekte olan ürünün son damlası ile, makinada yeni üretime başlanacak olan ürünün ilk damlası arasında makina üzerinde yapılan tüm kalıp ve aksesuar değişimleri ile değişen bu parçaların makina üzerindeki ayarlarını içeren işlemlerin bütünüdür. Bu işlemlerin yapıldığı toplam süreye de JC süresi olarak tanımlanmaktadır.

TABLO.5	TOPLAM DEĞİŞİM ADEDİ	FİİLİ ORTALAMA JC SÜRESİ dk.	ORTALAMA HEDEF JC SÜRESİ dk.
2000	483	93	53
2001	637	78	53
2002	697	63	50
2003 9 AYLIK	507	54	54

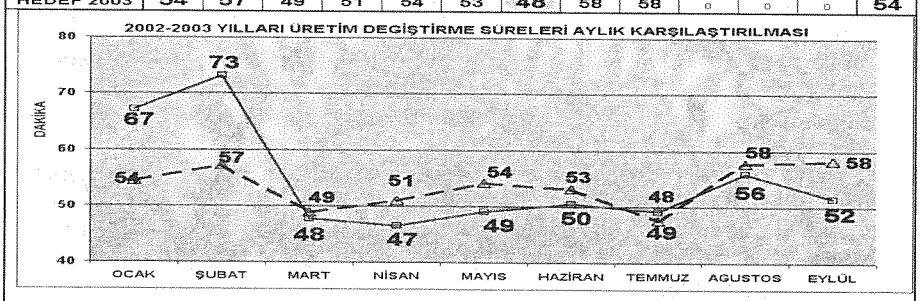
TİP	TİP TANIMI	HEDEF SÜRE
TİP.1	kafa kalıbı değişimi (müldebak)	15 dk.
TİP.2	Finisör kalıplarının değişimi	15 dk.
TİP.3	Finisör ve kafa kalıplarının değişimi(TIP1&TIP2)	25 dk.
TİP.4	küçük değişim(ebüşör kalıbı & TIP.3)	30 dk.
TİP.5	orta değişim(TIP.4+mül.kolu,huni kolu, portlar, invert ayar, sap.vs)	35 dk.
TİP.6A	büyük değişim (TIP.5 + tek taraflı kalıp kolu değ + damla yolları)	45 dk.
TİP.6B	büyük değişim (TIP.6A + çift taraflı kalıp kolu değişimi)	55 dk.
TİP.7	proses değişimi (TIP 6B + PB-BB veya BB-PB)	65 dk.
TİP.VF	vertiflow takılması veya sökülmesi	65 dk.
TİP.8	makine değişimi (TD-ÇD veya ÇD-TD)	105 dk.
TİP.9	NNPB değişimi (NNPB-BB,NNPB-PB veya PB-NNPB,BB-NNPB)	190 dk.

Tablo.6

Tablo.5'te son 4 yılın gerçekleşen değişim adetleri ve ağırlıklı ortalama süreleri, Tablo.6 'da ise 11 değişik tip JC'in tanımları ve hedef değişim süreleri gösterilmektedir. 2000 yılında ortalama JC süresi 93 dakika iken 2003 yılı ilk 9 aylık ortalamada 2002 yılına göre % 14 daha azalarak 54 dakikaya kadar düşmüş ve 2003 ağırlıklı ortalamada IGC hedef değeri olan **54** dakikayı yakalamıştır. 2000 yılına göre JC sürelerinde % 42 iyileşme sağlanmıştır.Artan sayıda JC adedine ve yüküne rağmen **JC süresi hedefi 2003 yılında tutturulmuştur.** Şekil.5'ten görüleceği üzere 2003 yılının ilk 9 ayından 6 ayında hedef sürelerden daha aşağıda ortalamalar yakalanmış yani hedeflerin de önüne geçilmiştir. Son 7 ay içinde, sadece 1 ay, hedeften 1 dakika kötü sonuç alınmış, diğer 6 ayda ise hedefin de önüne geçilmiştir.

2003 YILI ÜRETİM DEĞİŞTİRME SÜRELERİ

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YILLIK
FİİLİ 2003	67	73	48	47	49	50	49	56	52	0	0	0	54
HEDEF 2003	54	57	49	51	54	53	48	58	58	0	0	0	54



Şekil.5

2002 yılı içinde IGC ile yapılan çalışmalar sonunda JC sırasında tespit edilen tüm olumsuzluklar tek tek ele alınmış ve üzerine gidilmiştir. JC öncesi ön hazırlık bölümleri analizleri yapılmış, elemanların makina da dağılımları incelenmiştir. JC süresini aşağı çekebilecek her türlü teknik donanım araştırılmış ve temin edilmiştir. Özel aparatlar geliştirilmiş, ebüşör ve finisör taraflarına ayrı ayrı hafif alüminyum malzemeden takım arabaları yapılmıştır. Ekibe 1 adet akülü istif aracı tahsis edilmiştir.

AT'deki Arıza Duruşlarındaki azalmanın ve JC sürelerinin yukarıda belirtildiği gibi IGC hedeflerine kadar düşmesinin başlıca nedenleri şöyle sıralanabilir ;

1- JC ekibi Mekanik Bakım Onarım Şefliği'ne bağlı olup, 1 teknisyen, 1 ustabaşı ve 20 saat ücretli elemandan oluşmaktadır. 10 kollu bir IS makinası için asli olarak her iki kola 1'er kişi olmak üzere ebüşör ve finisör taraflarında asgari 5' er kişi olmasına karar verilmiştir.
2- Makinada eleman trafiğini azaltmak için, Bakım işlerinin kesinlikle JC sırasında yapılmamasına karar verilmiştir.
3- Planlı bakımlarla birlikte makina hassasiyetleri artmaya başlamıştır. QC (quick change) donanımlara büyük önem ve hız verilmiştir. QC mekanizmalar üzerinde gerekli geliştirmeler de yapılarak makinalarda uygulamalar başlamıştır.Tampon, Huni, Tong Head, Suflaj kolu, VF, Göbek mekanizmaları, İtici tırnakları gibi QC tüm ekipmanlar tüm fabrika genelinde standart olarak ve değiştirilmeye başlamıştır. Tüm fabrika donatımı 2004 yılında bitirilmesi hedeflenmiştir.
4- Kalıp Kolu ve insertlerin olması gerekli standartlara göre temizlikleri, bakımları, periyodik ölçü kontrolleri ve aparatlanmalarına başlanmıştır. Tüm çalışmalar kayıt altına alınmaktadır. Bu işlem için atölyede yeni bir bölüm ayrılmış ve bu iş için 1 teknisyen, 1 ustabaşı ve 1 saat ücretli elemandan ekip oluşturulmuştur.
5- Aynı şekilde diğer QC aksesuarların da kontrolleri, aparatlanması ve bakımı için 3 kişilik ayrı bir Aksesuvar Bakım ekibi oluşturulmuştur. Bu kişilerin asli görevleri ise aslında her sabah günlük olarak belirlenen kontrol noktalarındaki yağlama kontrollerini yapmaktır.
6- Tüm mekanizmalardaki hortum, kayış, redüktör, valf vs gibi aksesuvarlar tek tipe dönüştürülmüş, böylece daha az stokla çalışma sağlanmıştır. Bu tip standartlaşmanın parça değişimlerinde yaşanan aksaklıkları gidermeye önemli katkıları olmaktadır.
7- JC sırasında yapılması mecburi olan bazı kritik mekanizma değişimlerini JC ekibi yerine yine JC süresi içinde Bakım ekibinin yapması daha uygun bulunmuştur. Planlı Bakımlarla birlikte makina temizliklerine çok önem verilmiştir.
8- Haftalık üretim programına göre tipler ve değişim sıraları haftabaşında belirlenir ve yayınlanır. Prensip olarak JC'den 1 gün öncesi akşamına kadar, Kalıp Bölümü ile görüşmeler yapılmış, parça hazırlık ve kontrolleri tamamlanmış olarak tüm gerekli parçaların makina yanında hazır edilmiş olması sağlanmıştır.
9- Her sabah JC elemanları ile günlük program üzerinde görüşme toplantıları yapılır ve iş dağıtımları ayarlanır.Her akşam saat 16.30' da da Üretim ve Bakım bölümü elemanları arasında o günün JC ve RIT değerlendirmeleri ve bir sonraki günün program görüşmeleri için düzenli toplantılar yapılır.
10- Endüstriyel ilişkiler açısından önemli bir kararla atölye baştan aşağı yeniden düzenlenmiştir. Yeni çalışma düzeni, havalandırma, ısıtma, parça yıkama odası oluşturulmuştur. Mekanizmalar bazında hücreler oluşturulmuştur. Bakım ve JC ekipleri için yeni faaliyet, eğitim odaları

oluşturulmuştur. Yeni raf düzeni ile tüm parçalar kontrol edilmiş, kullanıma hazır olarak kolay bir şekilde ulaşıma açıktır. Bir departman store düzeni içinde tüm kalıp kolu-insert ve özellikle QC aksesuarlar düzenlenmiş ve mekanizma takip tekniği yaklaşımı ile fişlenmektedir.

11- Atölye içinde ve faaliyet odalarında iletişim panoları oluşturulmuştur. Arıza Duruşları, Planlı Bakımlar, JC, RIT çalışmaları, İSİG çalışmaları, Geliştirme faaliyetleri, Sosyal etkinlikler ve Eğitim çalışmaları tüm çalışanlarımız ile paylaşılmaktadır.

12- İşbaşı eğitimlerine çok önem verilmiştir. 2003 yılında Eğitim Şefliği'mizin vermeyi planladığı eğitimlerden başka Mekanik Bakım Onarım Şefliği yaklaşık olarak 2500 adam.saat eğitim planlamıştır. Aksesuar ve mekanizma arızaları, İSİG, Yağlama Bilgisi, Nokta Dersler, JC gibi konularada planlanan bu eğitimlerden Ağustos 2003 itibari ile yaklaşık 2000 adam.saat gerçekleştirilmiştir.Bu yaklaşık olarak her çalışanımızın her ay ortalama yaklaşık 3 saat eğitim alması demektir ve çok yoğun olan iş ortamına rağmen asla bu konudan taviz verilmemiştir.

13- Çok sayıda artan JC nedeniyle (bazen günde 4 tane) Soğuk Uçta yaşanan sıkışıklığı önlemek için Soğuk Uç JC ekibi kurulması için de ayrıca çalışmalar başlamıştır.

3- AT' de RIT (Run-İn-Time) Çalışmaları ;

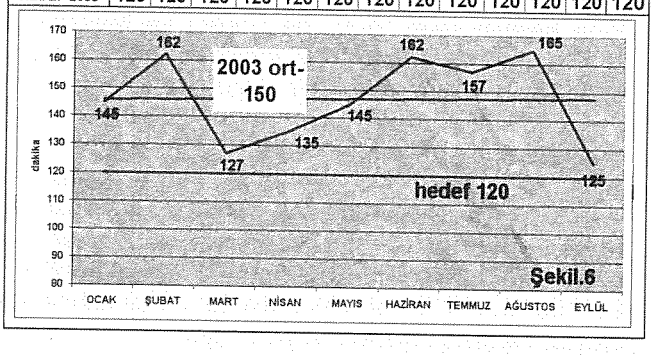
JC sonrası başlayan aktivite ise RIT (Verime Ulaştırma Süresi) dir.

RIT; 100randımana göre olması gereken 4 saatlik üretim adedinin Kalite Bölümü tarafından kabul edildiği saat ile JC bitiş saati farkından 240 dakikanın çıkarılması ile elde edilen süredir.

TABLO.7	TOPLAM DEĞİŞİM ADEDİ	FİİLİ ORTALAMA RIT SÜRESİ dk.	ORTALAMA HEDEF RIT SÜRESİ dk.
2000	483	207	120
2001	637	221	120
2002	697	195	120
2003 9 AYLIK	507	150	120

2003 YILI RIT SÜRELERİ

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YILLIK
FİİLİ 2003	145	162	127	135	145	162	157	165	125	0	0	0	150
HEDEF 2003	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120



Şekil.6

IGC'nin RIT hedef süresi 120 dakikadır. JC' ten sonra 360 dakika içinde 100 randımana göre 4 saatlik adedin üretilmesi demektir. AT'nin 2003 yılı 9 aylık fiili ortalaması ise 150 dakika olarak gerçekleşmiştir. Tablo.7 ve Şekil.6' de geçmiş yıllara gore olan gelişmeler ve 2003 yılı değerleri görülmektedir. 2002 yılına gore RIT süresi yaklaşık olarak 45 dakika azaltılmış ve % 21 bir iyileşme sağlanmıştır.

RIT sürelerindeki iyileşmenin nedenlerini şöyle sıralayabiliriz;

1- 2003 yılı başından itibaren, RIT süresi içinde yapılacak çalışmaların daha kontrollü olması ve sonraki vardiyalarda oluşabilecek problemlerin en aza indirilmesi amaçlı, Üretim Şefliği içinde sadece RIT görevi ile uğraşacak ekiplerin oluşturulması gerekliliği belirlenmiştir. Bunun sonucunda 1 teknisyen ve 2 ustabaşından oluşan iki adet ekip görevlendirilmiştir.Bu ekiplere ayrıca 2 JC elemanı ve 2 Bakım elemanı da destek vermektedir. Bu iki ekip üretim değişimlerini haftalık bir program dahilinde paylaşarak, ürünün tüm verilerini analiz etmekte ve RIT süresi içerisindeki yapılacak çalışmaları oluşturmaktadır.
2- Çok farklı gramajlı ürünler arasındaki JC sonrasında F/H sıcaklıklarının istenen seviyelere gelmesinde çok zaman kaybedildiği tespit edilmiş ve bu gibi değişimlerden belli bir zaman önce (bir evvelki imalatın çıkışına doğru) F/H derece ayarları uygun miktarlarda yavaş bir değişimle hazırlanmaya başlanmıştır.
3- JC süreleri azaldıkça, özellikle günde 4 tane JC yapıldığı düşünülürse soğuk uçta sıkışıklıklar yaşanmaya başlamıştır. Bu nedenle ayrıca Soğuk Uç RIT ekibi de Ağustos 2003 itibari ile oluşturulmuştur. Böylece Sıcak-Soğuk uç haberleşmesine hız verilmiştir. Soğuk Uç kayıpları en aza indirilmeye çalışılmış ve kayıpların nedenleri Sıcak tarafta hızla giderilmeye çalışılmıştır.
4- Sıcak kontrollerin periyodu arttırılmıştır. Hataların hemen sıcak tarafta yakalanması ve giderilmesi için daha sık kontroller yapılmaktadır.
5- 2003 yılı başından itibaren makina ayar kartları ve Fedder – F/H ayar kartları revize edilmiş, toplanan veri sayısı arttırılmış ve makina ayarları üzerinde daha etkin kullanımları sağlanmıştır.
6- Üretim ve Kalıp Değerlendirme toplantıları standart uygulama haline gelmiştir. Hergün saat 14.00 da Üretim ve Kalıp İşleri Şefliği' nin katılımlarıyla kalıp değerlendirme toplantıları yapılmaktadır. Bu toplantılarda iki yada üç gün sonrasında üretime girecek ürünler tartışılmakta, kalıplar ile ilgili yapılan veya yapılması düşünülen işlemlerin etkileri sorgulanmaktadır.
7- Yine hergün saat 16.30' da Üretim ve Mekanik Bakım Onarım Şefliği elemanlarının katılımı ile bir sonraki gün üretime girecek ürünler, aynı gün üretime girmiş ürünler, bir önceki gün üretime girmiş ürünlerin RIT değerlerinin ve üretimden çıkan ürünlere ait bilgilerin tartışıldığı değerlendirme toplantıları yapılmaktadır.
8- Oluşturulan ekiplerin yanında onlara destek verecek olan üretim makinistlerine ve üretim değişim (JC) elemanlarına, Üretim Hataları ve Giderme Yöntemleri, Şekillendirme ve Zaman Ayarları konuları başta olmak üzere 2003 yılında toplam 436 adam.saat' lik eğitim verilmiştir.
9- RIT ile ilgili TPM ekibinin ayrıca kurulmasına karar verilmiş ve ekip oluşturma çalışmalarına başlanmıştır.

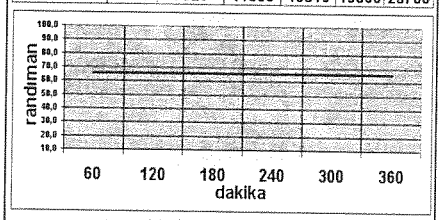
Üretim Ayar Kartında kayıtlı son güncel bilgilerden yola çıkarak en kısa süre içinde üretim randımanının sağlanmasına çalışılmaktadır. AT'deki farklı makina yapıları ve değişik mekanizmalardan dolayı aynı mamulun farklı makinalardaki üretim standartlarında farklılıklar vardır.Ayrıca günde ortalama 3-4 tane JC

yapıldığını düşünecek olursak 4 makinanın birden aynı zaman diliminde randımana oturtulması için eşit kalitede, tecrübede, yeterli sayıda tecrübeli elemana ihtiyaç olduğu ortadadır. Bunu aşmak için AT' de çalışmalar devam etmektedir. Şekil.7'da 120 dakikalık hedefi yakalamak için ilk 6 saat içinde üretilmesi gereken yaklaşık adetleri gösteren bir grafik bulunmaktadır. Buradan görülebileceği gibi bir ürünün STD randımanı 67 den aşağı ise teorik

RİT- 120 DK

devir	std.rand	RİT ad.	
100	66	24000	RIT 120 dk USTÜNDE OLMAK ZORUNDADIR

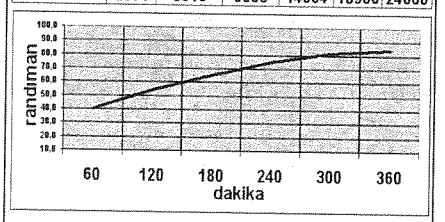
	1.saat	2.saat	3.saat	4.saat	5.saat	6.saat
	60	120	180	240	300	360
randıman	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0	66,0
üretim adedi	3960	3960	3960	3960	3960	3960
birikimli adet	3960	7920	11880	15840	19800	23760



RİT- 120 DK

devir	std.rand	RİT ad.	
100	85	24000	

	1.saat	2.saat	3.saat	4.saat	5.saat	6.saat
	60	120	180	240	300	360
randıman	39,9	54,2	65,2	75,1	81,7	83,9
üretim adedi	2394	3252	3912	4506	4902	5034
birikimli adet	2394	5646	9558	14064	18966	24000



Şekil.7

Olarak 120 dakika RIT hedefini tutturmak mümkün değildir.RIT öncesinde ve sırasında olan duruşların azaltılmasının ve JC kalitesinin tabiiki RIT süresi üzerinde etkileri vardır ama asıl önemli olan ürünün STD randımanının kendisidir.Eğer yeni girilen ürünün STD randımanı düşük ise örneğin JC tipinin ve süresinin kısalığının RIT süresi üzerine etkisi düşünüldüğü kadar değildir.Bu nedenle asıl gerçekleştirilmesi gereken ürünlerin STD randımanlarını yükseltmektir.Sadece duruşları azalatarak bunu sağlamak mümkün değildir.Bu nedenle 120 dakika olan RIT hedefini yakalayabilmek için ayrıca ,özellikle Kalıp İşleri Şefliği ve Kalıp Geliştirme ve Dizayn ile beraber sorunların üzerine teknik detayda gitmek açısından çalışmalar başlatılmıştır.Üretim Takip Sistemi henüz oluşturulmadığından ve net adetlerin Vardiya sonlarında ancak tespit edilebilmesinden dolayı sorunlara anında müdahalede zorluklar yaşanmaktadır. Üretim Takip Sisteminin bir an önce devreye girmesi RIT hedefleri açısından özellikle çok önemlidir.

4. Sonuç

AT 'de 2002 yılına göre 2003 yılı gerçekleşen değerleri açısından ;

Arıza sürelerinde	% 44 (157- 88 dk.)	,AT 2003 hedefi 100 dk
JC sürelerinde	% 14 (63 - 54 dk.)	IGC hedefi 54 dk.
RIT sürelerinde	% 23 (195 - 150 dk.)	IGC hedefi 120 dk.
Fabrika Toplam Duruşunda	% 8,5 (2,07 - 1,89)	azalma sağlanmıştır.

Tablo.8 ve 9' da AT' de elde edilen olumlu gelişmelerin sayısal ifadeleri bulunmaktadır. AT fabrikasının toplam duruşu çalışma saatine gore 2003 yılında % 1.89 olarak gerçekleşmiştir. Arıza-Planlı Bakım Duruşları ve JC duruşlarının toplamı bir fabrikanın asgari duruşları olup AT için bu değer Tablo.9'dan da görülebileceği gibi 2003 yılında 357 dakika olarak gerçekleşmiştir. Bu değer

toplam çalışma saatinin yaklaşık olarak % 0,83'ü civarındadır. Bu değerin IGC' deki karşılığı ise % 0,92 dir. Teorik olarak genel ortalamada yaklaşık % 1 altında bir duruş AT ölçeğinde ve hedeflerindeki bir işletmede, mümkün değildir.

	JC		RIT
	AYLIK ORT. Adet	ORT. SÜRE dk.	ORT. SÜRE dk.
2000	40	93	207
2001	52	78	221
2002	57	63	195
2003-HEDEF	56	54	120
2003-FİİLİ	56	54	150

TABLO.8

	section dk / ay duruş süreleri							fabrika toplam duruşu		
	ARIZA DURUŞU	PLANLI BAKIM	ARIZA PLN.BAK. TOPLAMI	JC	TOPLAM		RIT	SECTİON BAŞINA AYDA dk.	SECTİON BAŞINA GÜNDE dk.	ÇALIŞMA SAATİNE GÖRE ORT %
2001	197	46	243	311	554	1,21%	881	1092	36,40	2,53%
2002	157	19	176	249	425	0,98%	771	894	29,80	2,07%
IGC- HEDEFİ *	35	130	165	219	384	0,88%				
AT-2003-HEDEFİ	100	80	180	219	399	0,92%				
2003	88	50	138	219	357	0,83%	608	818	27,26	1,89%
2003-2002 FARKI		dk.	38	30			163			
		%	22%	12%	16%		21%	8,52%		

TABLO.9

* IGC ' DE ARIZA DURUŞU SECTION BAŞINA AYDA 30-40 DAKİKA VE PLANLI BAKIM DURUŞU İSE 120-140 DAKİKA , YANİ TOPLAM TOPLAM OLARAK BİR SECTION AYDA ORTALAMA OLARAK 150 - 180 DAKİKA ARASINDA DURMAKTADIR.BURADA ORTALAMASI ALINDI

Bir section için bir ayda ki kazanç 2002 yılına göre sırasıyla, Arıza ve Planlı Bakım duruşlarından 38 dakika, JC sürelerinden 30 dakika ve RIT sürelerinden ise 163 dakikadır. Toplam kazanç ise section başına ayda yaklaşık 231 dakikadır. AT ölçeğindeki bir fabrikada bir section'ın aydaki 100 dakikalık duruşuna karşılık gelen tonaj kaybı AT 2003 ortalaması ile ayda yaklaşık olarak 47 ton camdır. Bu durumda yıllık bazda toplam kazanç yaklaşık 1300 ton camdır. Sonuç olarak AT'nin, Arıza ve Planlı Bakım Duruşları - JC ve RIT sürelerindeki 2003 yılı olumlu performanslarından dolayı 2002 yılına göre yıllık toplam kazancı ortalama yaklaşık **260.000. USD'** dir.

Kaynaklar

1- Jardine A.K , "Operational Research in Maintenance " 1970
2- Gallimore,K , Penlesky,R, " A Framework for developing Maintenance Strategies "Production and Anventory Management Journal Vol.29.NO:1 , 1988 ,S,16
3- Kartepe,M Oğuz "Demir ve Çelik Tesislerinde Bakım Uygulamaları" Y.Lisans Tezi 1991,S.178
4- Özbay,Semih "IGC Bakım Eğitimi Notları"Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş Paşabahçe Fabrikası , 1998.

PAŞABAHÇE MERSİN FABRİKASI'NDA RENKLİ FRİT ÜRETİMİ

Bülent KUCA – Hüseyin ERDURAN
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası

Ümit ÇITMACI – Arca İYİEL
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Cam Ev Eşyası ve Cam Ambalaj fabrikalarımızda camın forehearth (F/H)'da renklendirilmesinde kullanılan renk verici malzemeler halen yurt dışından ithal edilmekte ve bu malzemeler üretim maliyetinde önemli bir yer tutmaktadır.

İthal edilen bu renk konsantrelerinin yerine birçok açıdan avantajları olan frit kullanımı gündeme gelmiş, Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası ve Cam Araştırma Merkezi'nde yürütülen ortak çalışmalar sonucu en çok kullanılan beş renkte frit üretimleri başarı ile gerçekleştirilmiştir.

Deneme üretimleri yapılan renkli frit çeşitleri :

- Maryland Mavi
- Kobalt Mavi
- Turkuaz
- Georgia Green
- Siyah

renkleridir.

Üretilen bu fritler fabrikamızın üretim hatlarında denenmiş olup gerek renk kalitesi gerekse üretim kalitesi açısından herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmamıştır.Ayrıca deneme sonucu olarak fritle renklendirmenin, ithal renkli konsantrelere nazaran daha düşük sıcaklıkta erime ve daha düşük maliyet gibi avantajları ortaya çıkmıştır.

C.E.E. Grubu'nun yukarıda belirtilen beş ana renk için, son 3 yılda, yıllık ithal renk konsantresi kullanım miktarı ortalama 65 ton olup ödenen parasal tutar ortalama 513.000 USD'dır.Fabrikamızda aynı miktarlarda frit üretimi sonucu oluşacak maliyet (hammadde, işçilik, amortisman dahil) 170.000 USD olacaktır.

Farklı renklerde frit üretimi için proje çalışmaları devam etmektedir.

Anahtar sözcükler: *frit, frit üretimi*

1. GİRİŞ

Rekabetçi koşulların acımasızca yol aldığı günümüzde, maliyet azaltma ve alternatif ürünler, pazarda yer edinebilmek veya mevcut durumu korumak için kullanılan yollar içerisinde önemli yer tutmaktadır. Özellikle renkli camlar, farklı beğeni arayan pazar için en verimli sonucu getirmektedir. Bu nedenle, ana camın renklendirilmesi için gereksinime göre, harmandan veya forehearth'tan (F/H) renklendirme yapılabilmektedir. Camın renklendirilmesi amacıyla kullanılan oksitler, fırından renklendirme olduğu zaman metal oksit, F/H renklendirme olduğu zaman ise frit ya da renk konsantresi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şişecam'da yukarıda sözedilen renklendirme yöntemlerinin her ikisi de kullanılmakta, ürün yelpazesi genişletilerek pazar koşullarında üretim yapılmaktadır.

1990'ların ilk yıllarında PK fabrikamızda tek renkle başlayan F/H'ta renklendirme, zamanın gereklerince renk paleti de genişleyerek yaygınlaştırılmıştır. CEE grubundan PM, PK ve PE fabrikaları ile Cam Ambalaj grubundan Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Mersin Fabrikası'nda (AF) F/H'tan renklendirme uygulanmaktadır. Çalışma esnekliği sağlaması açısından frit ya da renk konsantresi ile camın renklendirilmesinde kullanılan renklendiriciler camın maliyetinde önemli bir paya sahiptir. Yurt dışından alınan renk konsantresi ve fritler, gerek fiyat, gerekse stok maliyetleri açısından yıllar içerisinde önemli miktarlara ulaşmıştır. Son 3 yıl değerlendirildiğinde, yaklaşık olarak yılda ortalama 500.000 USD döviz çıktısına neden olan söz konusu malzemelerin Şişecam'ın olanaklarıyla üretilebilmesi için bir süre deneysel çalışmalar yapılmış, ancak üretim, 2003 yılı içerisinde gerçekleştirilebilmiştir.

Bu bildiride, son bir yıl içerisinde yapılan çalışmalar, varılan nokta ile ileride yapılması planlanan çalışmalardan söz edilmektedir.

2. FRİT

Özel kompozisyonlu cam harmanının içerisine yoğun miktarda renk verici metal oksitlerin karıştırılarak yüksek sıcaklıkta bir fırında ergitilmesi ve daha sonra bu eriyiğin su içerisine akıtılarak ani soğutmayla ufak parçalar haline getirilmesine frit adı verilmektedir. Kısaca frit, yoğun olarak renklendirilmiş ve bazı özellikler kazandırılmış cam kırıklarıdır.

Frit üretiminde sürekli veya kesikli fırınlarda ergitiş yapılır. Üretilecek fritin miktarı ve kompozisyonu fırın seçiminde belirleyici rol oynar. Normal bir cam üretimi prosesinin gerektirdiği her aşamayı içeren frit üretiminde, tanımda söz edildiği gibi, ergimiş fritin su banyosu içine akıtılması dışında, su soğutmalı ruloların arasından geçirilerek ince plakalar (flake) şeklinde üretimi de mümkündür.

Sanayide yaygın olarak seramik ve emaye sektörlerinde kaplama ve dekoratif amaçlı kullanılan farklı kompozisyonlu fritler cam sektöründe camın F/H'ta renklendirilmesinde kullanılmaktadır.

2.1 Frit Üretimi İçin Yapılan Çalışmalar

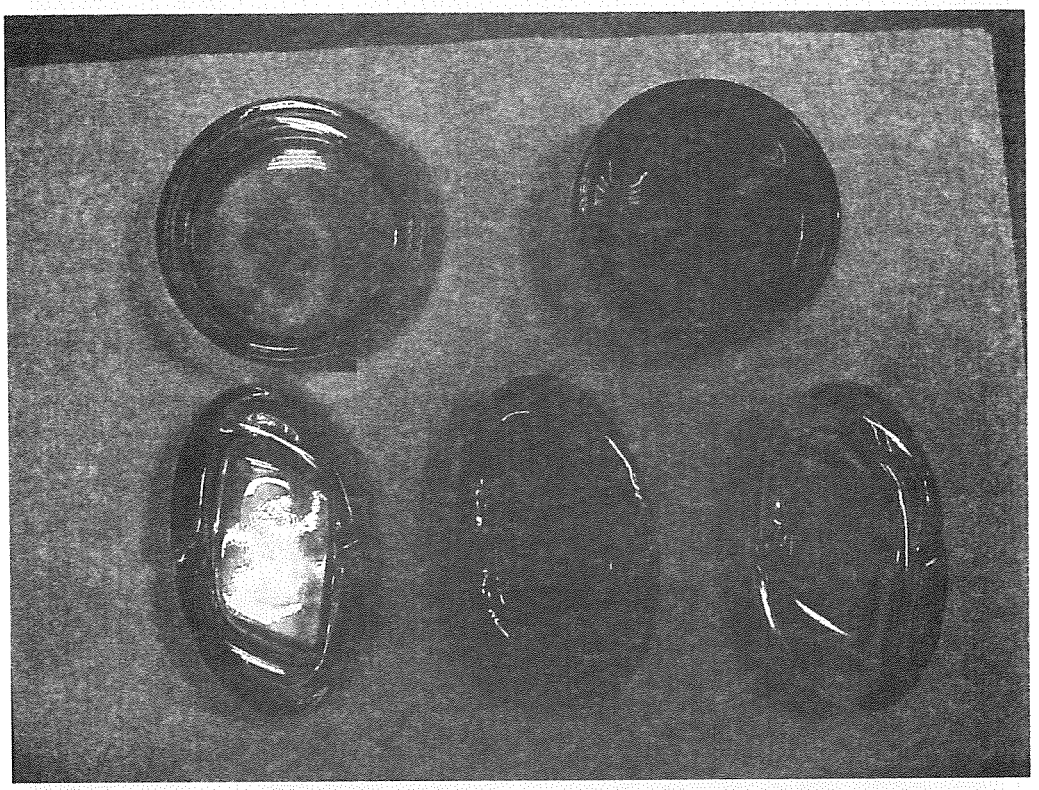
Frit üretimi için 2002 yılı 2. yarısında Araştırma Merkezi'nde laboratuar ergitişleriyle çalışmalar başlamıştır. Mevcut kullanılan maryland mavi renkli frit kompozisyonu temel alınarak, elektrik ısıtmalı laboratuar fırınında 100 gram frit üretilecek şekilde hazırlanan harman ergitişleri yapılmış ve elde edilen ürünler analiz edilmiştir. Cam Araştırma Merkezi'nde yapılan analizler sonucunda, ilk olarak Maryland Mavi renk için uygun frit kompozisyonu elde edilmiştir. Laboratuar şartlarında elde edilen başarılı sonuçlar üzerine Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin (PM) Fabrikası'nda daha büyük miktarlarda frit üretimi için çalışmalara başlanmıştır.

Yapılacak olan deneme üretimleri için hammaddeler harman dairesinde melanj mikserinde uygun oranda karıştırılmış ve bu karışım mevcut refrakter malzemelerden yapılmış 60 kg kapasiteli, spout'tan hazırlanmış fırın içinde ergitilmiştir. Ergitme süresi yaklaşık 5 saat olup, oluşan camsı malzeme, içi su dolu bir kap içerisine dökülerek soğutulmuş ve termal şok sonucu 10-15 mm çapında parçalara ayrıştırılmıştır. Elde edilen frit kurutulmuş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Şekil 1: PM Fabrikasında yapılan ilk frit deneme üretimleri

Üretilen frit 25-26 Şubat tarihlerinde F/H'dan renklendirme ile B8 hattında 80085 imalatında kullanılmış, *maryland mavi* yanı sıra, aynı frit kullanılarak (frit besleme yüzdesi arttırarak) *kobalt mavi* renkli ürün de istenilen özellikte elde edilmiştir.

Yapılan bu çalışmalardan olumlu sonuç alınması üzerine kullanımı yoğun olan diğer renklerden *georgia green,turkuaz* ve *siyah* renkli frit deneme üretimleri yapılmıştır.Üretilen fritler fabrikamız üretim hatlarında denenmiş ve bu renkler için de olumlu sonuç alınmıştır.

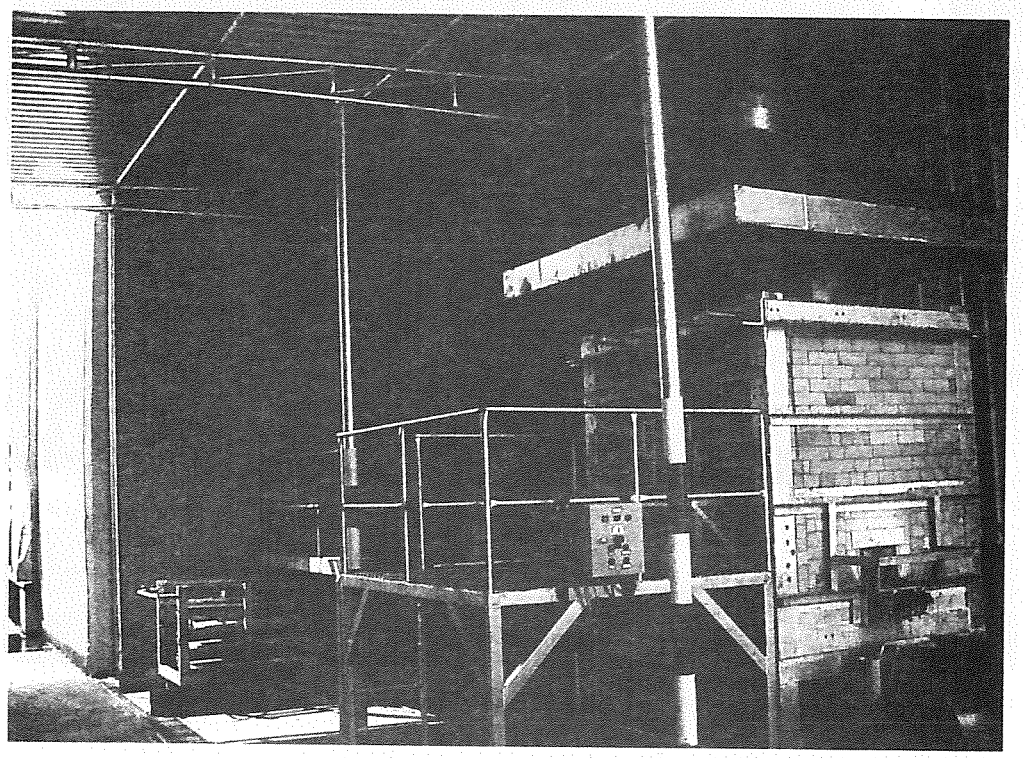


Şekil 2. PM Fabrikasında üretilen fritler ile renklendirilen ürünler.
(Maryland Mavi - Kobalt Mavi – G.Green – Siyah – Turkuaz)

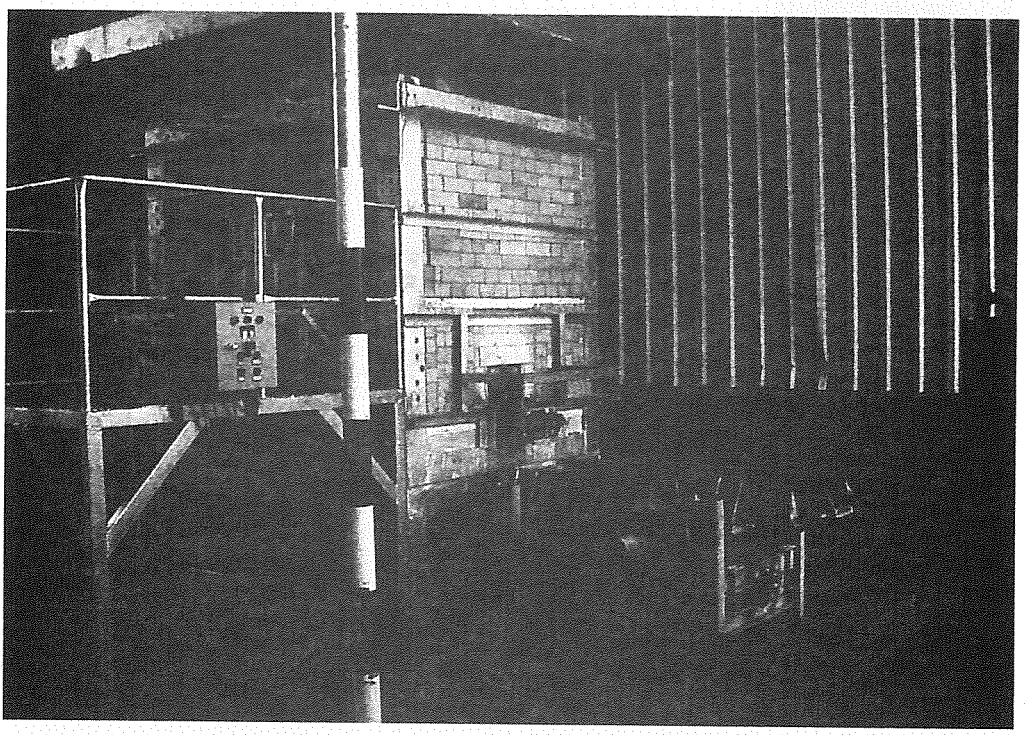
2.2. Seri Frit Üretimi

Elde edilen bu sonuçlar üzerine daha büyük kapasitelerde frit üretimine karar verilmiş, fabrika stoklarında bulunan mevcut refrakter malzemeler kullanılarak 450 kg/gün ve 1000 kg/gün frit üretim kapasitesine sahip 2 adet tank fırını imal edilmiştir.

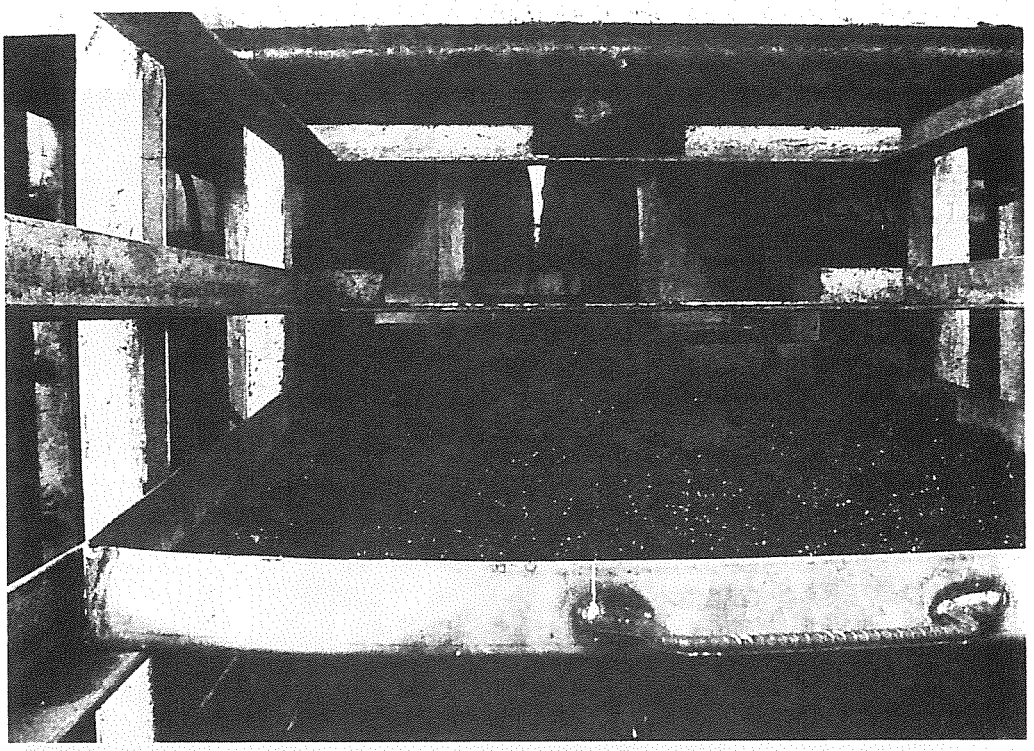
Harman dairesinde, reçete doğrultusunda hazırlanan frit harmanı, fırına beslendikten sonra 1350°C'de 5-6 saatlik süre içerisinde ergitilmekte, oluşan camsı malzeme, içi su dolu vibratöre akıtılmakta ve vibratörde ısıl şoktan dolayı parçalara ayrılan frit tavalarda toplanıp daha sonra kurutma işlemine tabi tutulmaktadır. Frit malzemeleri arasında tane boyutu farklılığı sorununun giderilmesi için malzemeler elekten geçirilmektedir.



Şekil 3. İki adet frit fırını görülmektedir. Çıkan gazlar bacaya verilmektedir.



Şekil 4. Frit üretimi yapılan bir fırın, akıtma oluğu ve sulu vibratör görülmektedir.



Şekil 5. Fırından sulu vibratöre akıtılan frit tavalarda toplanmaktadır.

3. MALİYET ANALİZİ

3.1 Üretim Maliyeti

2000, 2001 ve 2002 yıllarında C.E.E. Grubu'nda P.K. ve P.M. fabrikalarının satın aldığı renkli konsantre miktar ve tutarları yıllık ortalama değer olarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Kullanımı yoğun olan 5 ana renk için PK ve PM fabrikalarınca satın alınan yıllık ortalama renkli konsantre tutar ve miktarları

	İTHAL RENKLENDİRİCİ MALZEME TUTARLARI		
	Satın Alınan (kg)	Birim Fiyat ($ / kg)	Toplam Maliyet ($)
Siyah Kons.	27,640	8.37	231,347
G.Green	5,420	6.44	34,905
Turkuaz	700	7.30	5,110
Kobalt Mavi	24,668	8.54	210,665
Maryl. Mavi	6,420	4.75	30,495

TOPLAM 64,848 kg 512,521 $

Aynı renkler için PM Fabrikası'nda üretilen fritlerin maliyetleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2: PM Fabrikası'nda üretilen renkli fritlerin maliyetleri.

	PM FRİT ÜRETİM MALİYETLERİ		
	Hammadde ($ / kg)	İşçilik + Enerji + Amortisman ($ / kg)	Toplam Maliyet ($ / kg)
Siyah	2.450	0.75	3.2
G.Green	0.554	0.75	1.3
Turkuaz	0.669	0.75	1.4
Kobalt Mavi	1.924	0.75	2.7
Maryland Mavi	0.385	0.75	1.1

Yıllık bazda, ithal renklendiriciler ve PM üretimi arasındaki fiyat farkı ise Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3:İthal renklendiriciler ve yerli üretim arasındaki yıllık ortalama fiyat farkı.

	İTHAL RENKLENDİRİCİ MALZEME			PM FRİT ÜRETİMİ	
	Alım (kg)	Birim Fiyat ($ / kg)	Toplam Maliyet ($)	Birim Fiyat ($ / kg)	Toplam Maliyet ($)
Siyah	27,640	8.37	231,347	3.2	88,448
G.Green	5,420	6.44	34,905	1.3	7,046
Turkuaz	700	7.30	5,110	1.4	980
Kobalt Mavi	24,668	8.54	210,665	2.7	66,604
Maryland Mavi	6,420	4.75	30,495	1.1	7,062
TOPLAM	64,848		**512,521 $**		**170,139 $**

3.2 Kullanım Maliyeti

Fritin içeriğinde bulunan eritgen malzeme oranının yüksekliği nedeniyle, renk konsantresinin kullanımında gereksinim duyulan sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklarda kullanımı mümkün olmaktadır. Örneğin, ergime için kritik olan F/H 1. ve 2. zon sıcaklıkları karşılaştırıldığında :

İthal Konsantre		**PM Frit**	
1.zon	2.zon	1.zon	2.zon
1260 °C	1250 °C	1230 °C	1220 °C

Bunun sonucunda, F/H sıcaklıkları yaklaşık 30°C düşük çalışılmış ve yakıttan tasarruf sağlanmıştır.

4. SONUÇ

Cam ev eşyası ve cam ambalaj pazarında alternatif ürünlerin düşük maliyetle elde edilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla yapılan çalışma hedefine ulaşmış, PM fabrikamızda frit üretimi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın sağladığı faydalar aşağıda sıralanmıştır:

1-) C.E.E.Grubu'nda sadece iki fabrikanın, PM ve PK fabrikalarının yıllık ortalama sarf miktarları baz alındığında yaklaşık olarak 340,000 $/yıl tutarında (yaklaşık %70 oranında) tasarruf elde edilebilmektedir. PE fabrikası ile Ambalaj Grubu fabrikalarında da söz konusu frit malzemelerin kullanılması durumunda yıllık tasarruf tutarı çok daha artacaktır.

2-) Fritin F/H içerisinde ergime sıcaklığının renk konsantresine oranla daha düşük olması ve ergime süresinin kısalması sonucu yakıttan tasarruf sağlanmıştır.

3-) Stok maliyeti oldukça yüksek olan renklendirici malzemelerin temini için yabancı ülkelere bağımlı kalınmayacak ve yurt dışına önemli miktarda döviz çıkışı önlenmiş olacaktır.

Şişecam'ın bilgi birikiminin ve ekip çalışmasının en iyi şekilde kullanıldığı bu proje ile

- Maryland mavi
- Kobalt mavi
- Turkuaz
- Georgia yeşili ve
- Siyah

renkli frit üretimleri başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Üretimi hedeflenen renkler ise:

- Kırmızı
- Pembe / Somon
- Lila
- Sarı
- Zeytin yeşili

olarak sıralanmıştır.

Farklı renklerde frit üretimi için proje çalışmaları devam etmekte olup, aynı zamanda frit üretiminin çevresel etkileri de incelenmektedir.

ETKİLİ SOĞUTMA AMACIYLA SUFLAJ BAŞLIĞI TASARIMI

Dr. Adnan KARADAĞ
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Oğuz KARTEPE - Hakan YAVAŞLAR
Anadolu Cam Sanayi A.Ş. İş Geliştirme Müdürlüğü

Cüneyt CEBECI - Kayhan ERDEĞIRMENCI
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası

- GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR -

Individual section IS makinalarında yapılan ambalaj üretiminde suflaj havası ile etkili soğutma ile işlem süresinin kısaltılarak, önemli ölçüde üretim artışı sağlanabileceği öngörülmektedir. Etkili soğutma için suflaj başlığının tasarımı önemli etkenlerden biridir. Bu çalışmada, sayısal yöntemlerle halen üretimde kullanılan tipik bir suflaj başlığı, ürünün şekillendirme işlemi sırasında soğutulması göz önünde bulundurularak incelenecektir. Bu inceleme temel alınarak, daha etkili soğutma sağlayacak stratejiler geliştirilip, bunların uygulandığı tasarımlar yine sayısal yöntemlerle incelenecektir. Son aşamada, öngörülen tasarım / tasarımlar üretim hattında denenerek doğrulanacaktır.

Anahtar Sözcükler: *Suflaj Havası, Cam Ambalaj, Tasarım, IS Makinası*

GÜVENLİ GIDA ÜRETİMİ İÇİN HACCP UYGULAMALARI VE CAM AMBALAJ SEKTÖRÜNE ETKİLERİ

Necmi KÖSE
Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Mersin Fabrikası

Özet

Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP), gıda güvenliğini sağlamada gerçek anlamda güvenilir bir yöntem olarak tüm dünyada tanınan ve kullanımı giderek artan bir sistemdir. Bu sistem sadece gıda maddeleri üretimiyle sınırlı olmayıp, gıda üretimi ile ilgili olarak tüm girdileri, üretim metotlarını ve ambalaj dahil tüm gıda ile temas eden materyalleri de kapsamaktadır.

Bu sistem ilk olarak 1959 yılında NASA tarafından Amerikan uzay uçuşları programında astronotlara %100 güvenli gıda üretmek amacıyla ABD'nin büyük gıda kuruluşlarından Pillsburry Co., tarafından geliştirilmiştir. 70'li yıllarda, bebek mamalarında bulunan kırık cam parçaları ve gıda maddeleri kullanımından kaynaklanan hastalıklar nedeniyle insanların gıda güvenliğinin sağlanması gündeme gelmiş bu çerçevede uluslar arası standartlar oluşturulmuş, yasal zorunluluklar uygulamaya konulmuştur.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de HACCP Sisteminin gıda işletmelerinde uygulanması konusunda bir adım atılmış, 9 Haziran 1998 tarih, 23367 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine dair Yönetmelik" kapsamında HACCP sisteminin gereklilikleri tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre öncelikle et süt ve su ürünleri işleyen işyerleri olmak üzere tüm işyerlerine bu yönetmelik kapsamında belirtilen esas ve usullere uyulması zorunluluğu getirilmiştir. Bu yönetmelik kapsamında, ülkemizde gıda ile temas eden materyaller üreten işletmeler, işletmelerin motor gücü kapasitelerine göre en geç 2010 yılı içerisinde bu sistemi uygulamaya geçirmiş olmaları gerekmektedir.

Gerek yasal zorunluluklar gerekse müşterilerimizin bu konudaki zorlayıcı etkileri bu sistemin uygulanmasını zorunlu hale getirecektir. Gıda güvenliğinin bu derece önem kazandığı günümüzde bu sistemin bir an önce uygulanması, Cam Ambalaj Sektörü için rakip sektörlere ve firmalara karşı rekabet avantajı sağlayacak bir adım olarak görülmelidir.

Anahtar sözcükler: *Gıda Üretimi, Sektör, Cam Ambalaj, HACCP Uygulaması*

1. Gıda Güvenliği ve Tarihçesi

Tüm canlıların gelişimlerini sürdürebilmesi için sağlıklı, yeterli ve dengeli beslenme temel ihtiyaçların başında gelmektedir. Gıda güvenliği bu yönüyle insan hayatının gelişiminde temel unsurlardan biridir. Bu nedenle "gıda güvenliği" ve tüketicilere sağlıklı ürünler sunma uluslar arası platformda kendisine yer bulmuş bir strateji olup gelişmiş ülkelerde gıda güvenliği "tarladan – çatala gıda güvenliği" şeklinde sloganlaşmış ve önemle ele alınan bir konu olmuştur.

Bunun sonucu HACCP Sistemi gıda güvenliği konusunda en etkili sistem olarak karşımıza çıkmıştır. Bu kapsamda doğru olarak tasarlanmış ve yerleştirilmiş bir HACCP Sistemi, gıdalarda mikrobiyal, kimyasal, fiziksel ve allerjen tehlike oluşturma riskini azaltarak, gıda güvenliğini artırmaktadır.

Gıda güvenliğini sağlamanın temelleri 1960'lara dayanmaktadır. 1959 yılından itibaren NASA ile Pillsburry şirketi, astronotlara % 100 güvenliği gıda üretimi konusunda çalışmalara başlamış ve bu yönde bazı teknikler geliştirilmiştir.

Ancak gıda güvenliğinin tüm toplum için önemsenen bir konu olması 1970'lere dayanmaktadır. 1970'li yılların başında ABD'de meydana gelen bazı olaylar, dikkatleri gıda güvenliği üzerine yoğunlaştırmıştır. Bebek mamalarında bulunan cam kırıkları, büyük bir ulusal şirketin zehirli maddeler içeren çorbasının kullanımından dolayı batı eyaletlerinde görülen hastalıklar, bu konunun önemini daha da artırmıştır. 1970 yılında Pillsburry şirketi, gıda güvenlik sistemini pilot-fabrika düzeyine indirgeyerek güvenli gıda üretiminin temellerinin atılmasına yardımcı olmuştur. [1] (Arıkbay, 44)

1970 yılında yapılan çalışmalar, Amerikan Kimya Endüstrisi tarafından gıda güvenliği konusunda bir sistem olarak ortaya konmuştur. Bir yıl sonra sistem Amerikan Ulusal Konferansında tanıtılmıştır. 1985 yılında Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi bu sistemin, gıda güvenliğini sağlamada uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

1993 yılında Uluslar arası Gıda Kodeksleri Hazırlama Komisyonu (Codex Alimentarius Commission) ve Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO); 93/13 no.lu direktifi: "HACCP Sisteminin tanımlanması, uygulanması" kapsamında "Gıda Hijyeni/HACCP" tebliği yayınlanmıştır. Bu tebliğin ardından AB'nin 93/43 no.lu gıda direktifi ile sistem gıda hijyeninde zorunlu hale getirilmiştir. [2] (Topal, 1)

İzleyen çeşitli tebliğlerle uygulamayı yaygınlaştırma stratejisi güdülmüş, yaygınlık ve etkinlik kazandırılması çalışmaları yürütülmüştür. AB ülkelerinde, sistemin büyük, orta ve küçük ölçekli gıda işletmelerinde uygulanması zorunluluğu getirilmiş ve 1995 yılının ikinci yarısı geçiş için son tarih olarak belirlenmiştir.

Bunlara ek olarak HACCP Sisteminin uygulamaları ile ilgili uluslar arası standartlar oluşturulmuştur. Bu kapsamda TSE de Mart 2003 tarihinde HACCP Standardını TS 13001 olarak yayınlamıştır.

2. Önemli Haccp Tanımları ve Haccp Sistemindeki 7 Adım

HACCP Sistemi gıda güvenliğini en iyi sağlayan "Kalite Güvence ve Risk Yönetim Sistemi"dir denebilir. Çünkü sistem, gıda emniyeti ve tehlikelerinin tanımlanması, değerlendirilmesi ve kontrolüne sistematik bir yaklaşım sağlar. Bu nedenle müşterilere fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikelerden arındırılmış tam güvenli ürünler sunulması için en etkili araçtır. Bu sistem içerisinde yer alan bazı tanımlar şunlardır:

TEHLİKE: Zarara sebep olan potansiyeldir, kontrolü yapılmadığında tüketicide hastalık veya yaralanmaya sebebiyet verebilecek risklerdir. Bunlar, gıdanın tüketici açısından güvensiz hale gelmesine neden olan fiziksel (cam kırığı,yabancı madde), kimyasal (ağır metal) ve mikrobiyolojik (mikroorganizma) nitelikli olabilir.

TEHLİKENİN CİDDİYETİ (ŞİDDET): Tehlikenin sürekliliğinin ve büyüklüğünün ifadesidir.[2]
OLASILIK (RİSK): Tehlikenin gerçekleşme olasılığı. [3]
TEHLİKE ANALİZİ: Gıda güvenliği açısından önemli olan risk ve tehlikelerin saptanması, durumun değerlendirilmesi, önlemlerin belirlenmesi ve veri toplama aşamasıdır. [1]
KONTROL NOKTASI: Biyolojik, kimyasal ve fiziksel faktörlerin kontrol edilebileceği herhangi bir adımdır.[1]
KARAR AĞACI: Herhangi bir kontrol noktasının, kritik kontrol noktası olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan soru dizisidir.
KRİTİK KONTROL NOKTASI (KKN): Gıdanın güvenli olabilmesi için bir tehlikenin (veya olası nedenlerinin önlenebilmesi), yok edilmesi veya kabul edilebilir seviyelere indirilebilmesi için kontrol önlemlerinin uygulanmasının zorunlu olduğu proses aşaması, nokta.[3]
KRİTİK TEHLİKE: Biyolojik, kimyasal ve fiziksel açıdan insan sağlığında olumsuzluğa yol açabilecek her tür tehlikedir.
KRİTİK LİMİT: Kabul edilebilirlik ile kabul edilemezliği birbirinden ayıran bir değer/ölçüt.[4]
DÜZELTİCİ FAALİYET: KKN'lerdeki bir uygunsuzluğun nedenini ya da başka bir istenmeyen durumu ortadan kaldırmak için yapılan işlemler dizisidir.
DOĞRULAMA: HACCP Planının geçerliliğini ve sistemin plana göre işlerliğini belirlemek için izleme dışındaki faaliyetlerdir.

NASA tarafından güvenli gıda üretimi için istenen dokümanlar ve bilgiler, günümüzde güvenli gıda üretiminde bir teknik olan HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points – Tehlike Analizi ve Kritik kontrol Noktaları) sisteminin bugün tanınmış kullanım formlarının temelini oluşturmaktadır. [5] (Bingüllü, 1999) Bu temel bazı prensiplere dayanmaktadır. Sistemin uygulanmasında uluslar arası platformda 7 temel prensip bulunmaktadır. Bu prensipler;

1) Tehlikelerin Belirlenmesi: Proses içerisindeki tüm tehlikelerin tanımlanması ve olası tehlikelerin önceden tahmin edilmesi gerekmektedir. Tehlikeler fiziksel, kimyasal ve (mikro)biyolojik olarak sınıflandırılmalıdır.
2) Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi: Olası veya mevcut tehlikeleri, tamamen ortadan kaldırmak veya en aza indirebilmek için bu noktaların belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktalar tehlikelerin kontrolünde çok önemli yer tutar, bu nedenle noktaların doğru belirlenmesi önemlidir.
3) Kritik Limitlerin Belirlenmesi: Her ürüne göre KKN'lerde kontrol edilecek ölçütlerin belirlenmesi ve limit değerlerin tanımlanması gerekmektedir.
4) Kontrol ve İzleme: Her KKN için uygulanacak işlem esaslarına göre detayların belirlenmesi ve listelenmesi gerekmektedir. Sistematik Ölçümler ve kontroller düzenli olarak yapılmalı, sonuçlara göre hareket edilmelidir.
5) Düzeltici Faaliyet Planı: KKN'lerin kontrolü sırasında veya herhangi bir uygunsuzluk durumunda yapılacak düzeltici faaliyetler bir plan çerçevesinde belirlenmelidir.
6) Doğrulama: Sistemin Etkin çalışıp çalışmadığı çeşitli testlerle doğrulanmalı ve kanıtlanmalıdır.
7) Dokümantasyon: Geliştirilen tüm işlemler ve kayıtlar, uygulama ve prensipler doğrultusunda kanıtlandıktan sonra yazılı dokümanlar haline getirilmelidir.

HACCP Prensiplerinin yerine getirilmiş olması bu sistemin uygulanabilir olması için yeterli olmayıp, gerekli olan ön koşulların da yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu koşullar "İyi Üretim Uygulamaları (GMP)" olarak adlandırılan çalışmalarla sağlanabilir. Türk Gıda Mevzuatına göre, İyi Üretim Uygulamaları;[6]

a) Bina, Zemin, Çevre Tasarımı,
b) Hijyen ve Sanitasyon,
c) Zararlılarla Mücadele
d) Personel Eğitimi,

başlıkları altında toplanabilir.

3. Haccp Yasal Bir Zorunluluk mudur?

Birçok ülkede gıda sektörü, çok sayıda ve kapsamlı yasa ve yönetmeliklere konudur. Bu yasa ve yönetmeliklerin büyük bir bölümü de gerek iç, gerekse dış piyasa ihtiyaçlarına uygun kalite ve standartta ürün elde edilmesi için gerekli kuralları ortaya koyar. Özellikle gelişmiş ülkelerde gıda ürünleri için aranan kalite ve güvenlik spesifikasyonları son derece katı olup, dahilindeki tüketicinin korunmasına özel önem verilmektedir.[7]

Avrupa'da 93/43/EW 6 EG kurallarında tanımlanan "gıda maddeleri hijyeni", HACCP kavramını karşılamaktadır. Bu yönetmelik insan sağlığı açısından tehlike oluşturmayacak gıda maddesinin üretilmesini garantilemek için gereken bütün tedbir ve adımları kapsar. [5] (Bingüllü, 1999)

Ülkemizde ise, çeşitli bakanlıklar ve TSE tarafından gıda mevzuatı ile ilgili çalışmalarda yapılmıştır. Ancak, bu çalışmaların ve mevcut mevzuatların teknolojiye uyum sağlayamaması nedeniyle gıda kontrol faaliyetleri istenen seviyelere getirememiştir. Bu noktada çeşitli adımların atılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından gıda mevzuatının etkinliğini artırmak amacıyla son 10 yıl içinde giderek artan faaliyetlerde bulunulmuştur. Gerek GATT ve Uruguay Round anlaşmalarının "Sanitary ve Phytosanitary" yükümlülüklerinin yerine getirilmesi gerekse AB ve Gümrük Birliği mevzuatları kapsamında yasa çalışmaları yapılmış ve 560 sayılı "Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair" Kanun Hükmünde Kararname (K.H.K.) 28 Haziran 1995 tarih ve 22327 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Daha sonra bu kararnameye değişiklik getiren cezai müeyyidelere ilişkin 4128 sayılı kanun "7 Kasım 1995 tarih ve 22456 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. [1] (Arıkbay, 82-83)

Bu gelişmelerle birlikte, 16 Kasım 1997 tarih, 23172 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan yönetmelikle "Türk Gıda Kodeksi" yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin amacı; üretici ve tüketici menfaatleri ile halk sağlığını korumak, gıda maddelerinin tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretim, hazırlama, işleme, muhafaza, depolama, taşıma ve pazarlanmasını sağlamak üzere gıda maddelerinin özelliklerini belirlemek olarak tanımlanmıştır. [8] Bu kapsamda gıda güvenliği ve halk sağlığı kavramları yönetmelik kapsamına girmiştir.

Türk Gıda Kodeksinin Yönetmelik olarak yayınlanmasının ardından 560 sayılı K.H.K yasal dayanak alınarak, "Gıdaların Üretimi Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Yönetmelik" 09 Haziran 1998 tarih, 23367 sayılı Resmi Gazetede yönetmelik olarak yayınlanmıştır. Yaşanan güçlükler ve sorunlar ilgili bakanlıkça değerlendirilmiş başta et, süt ve su ürünleri üreten işletmeler olmak üzere, sektörler bazında ve ekipman motor gücüne göre uygulamaya geçiş süreleri belirlenmiştir. Bu süreler bazı sektörler için Haziran 2001 yılında dolmasına rağmen mevcut zorluklar nedeniyle 15 Kasım 2002 tarih, 24937 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan yönetmelik değişikliği ile yeniden belirlenmiştir.[9]

Yönetmelikler ile HACCP Sisteminin ilişkisi şu şekilde açıklanabilir. Yönetmeliklerde, gıda güvenliğini sağlama konusunda "HACCP" tanımı hiç geçmemekle birlikte belirlenen kurallar HACCP Sisteminin kurulmasına yöneliktir. [10]. 1998 yılında yayınlanan yönetmeliğin 9. maddesi (İşyeri Sorumluları) birinci fıkrası (b) bendinde KKN'lerin belirlenmesi dışında tüm HACCP gereklilikleri tanımlanmıştır. 19 Mart 2002 tarih, 24700 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan değişiklikle bu madde de yönetmelik içeriğine girmiş ve HACCP gereklilikleri (ön şartlar dahil) yasal olarak yerine getirilecek bir zorunluluk halini almıştır.

Özellikle Cam Ambalaj Sektörünü ilgilendiren bu yönetmeliğin 9. maddesi birinci fıkrası (b) bendinde belirtilen esas ve usullere geçiş ile ilgili sürelerdir. EK Madde 1; Geçici maddesi (d) bendinde "(c) bendi – Et, süt ve su ürünleri işleyen- dışında kalan işyerleri ve gıda ile temas eden materyalleri üreten;" işyerleri için geçiş süreleri tanımlanmıştır. Bu süreler; 251 beygir gücü üzerinde motor gücü bulunan işyerleri için yönetmeliğin yayımından itibaren 4 yıl (09 Haziran 2002'ye kadar) ve giderek artan sürelerle, 60 beygir gücü altında motor gücü bulunan işyerleri için yönetmeliğin yayımından itibaren 12 yıl içinde (09 Haziran 2010'a kadar) olarak belirtilmiştir.

Bu kapsamda cam ambalaj üretimi yapan fabrikalar, yönetmelikte yer alan geçiş süreleri içerisinde HACCP Sistemi gerekliliklerini yerine getirmek zorunluluğundadır.

4. Haccp Sistemini Uygulamanın Faydaları

HACCP yasal bir zorunluluk olmanın ötesinde, uygulanması işletmelere, topluma ve hükümetlere birçok olumlu katkıyı da beraberinde getirecek bir sistemdir.

Öncelikle hepimiz bir tüketici olarak, tüketeceğimiz gıdalardan zarar görmek istemeyiz. Bu kapsamda HACCP Sisteminin uygulanması;

- Tüketiciye güven verir,
- Gıda kaynaklı hastalık riskini azaltır,
- Hijyen ve temizlik konularına önem vermeyi özendirir,
- Toplum sağlığına olumlu etki yaparak yaşam kalitesini artırır,
- Gıda tüketimini artırır.

HACCP Sisteminin işletmelere sağlayacağı katkılardan bazıları ise;

- Rekabet avantajı sağlayarak pazar payında artış,
- Müşteri nezdinde güven oluşması,

- Üretim maliyetlerinde azalma (ürün iadeleri ve ürün kayıplarının azalması),
- Ürün kalitesinde sürekli bir iyileşme sağlanması,
- Çalışanların da birer tüketici olmaları nedeniyle, katılımın daha kolay sağlanması,
- Personel eğitimi ve hijyen konularında yapılacak çalışmalarla şirket kültüründe olumlu gelişmeler sağlanması,
- Daha yüksek oranda müşteri memnuniyeti sağlanması,
- Müşteri şikayetlerinde azalma,
- Uluslar arası pazarlarda kolaylık, saygınlık ve tanınma.,
- Pazarlama ve reklam amacıyla kullanılabilme.

HACCP Sisteminin uygulanmasının tüketicilere ve işletmelere sağlayacağı katkıların yanında hükümetlere de katkısı olacaktır.

- Halk sağlığında iyileşme, halk sağlığı ile ilişkili maliyetlerin azalması,
- Sistem olması nedeniyle daha kolay ve daha etkin gıda kontrolü sağlanması,
- Ticaret avantajları sağlanması,
- İthalat-ihracat dengesini ülke menfaatleri yönünde değerlendirecek yasal sınırlamalar getirilebilmesi.

HACCP Sistemi temel olarak gıda güvenliğini ele almakla birlikte, kalite ve çevre konularını da kapsar. Bu nedenle sistemi bağımsız düşünmek yerine, kalite ve çevre sistemleri ile birlikte ele almak daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Kalite Güvence ve Çevre Yönetim Sistemlerinin üzerine kurulacak HACCP Sistemi, üretilen ürün ve ürün güvenliğine ilişkin sorumluğunun da işletmeler tarafından alınmasını sağlayacak, ürün güvenliği ile birlikte kalite ve toplum sağlığı olgularını da beraberinde getirecektir.

Gıda Güvenliği Sisteminin (HACCP), kalite ve çevre yönetim sistemleri üzerine kurulması sonucunda Amerika'da yapılmış olan çalışmaların sonuçlarından dikkat çeken bir kaçı şunlardır; [11]

- Çalışanlarda bilincin artması - %95
- Çalışan motivasyonunun artması - %50
- Hatalı Ürün Oranının %3'ten %0.5'e inmesi
- Müşteri denetimlerinde azalma - %50
- Müşteri şikayetlerinde azalma - %30
- Müşteri talebinde artış - %30
- Pazarda rekabet gücünün artması - %30

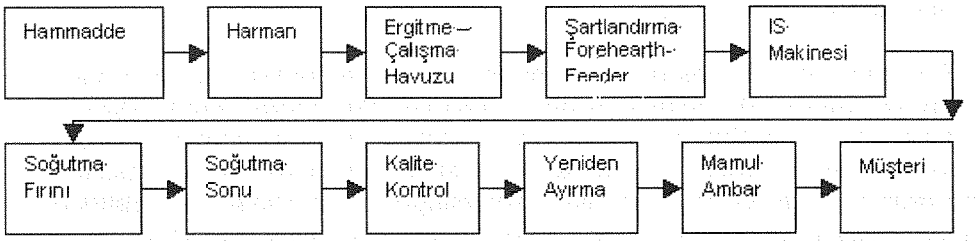
Ülkemizde bu tür istatistiksel çalışmalar henüz yapılmamıştır. Ancak sistemin sağlıklı şekilde kurulmasının benzer olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.

5. Anadolu Cam Sanayii A.Ş Mersin Fabrikası'ndaki Haccp Çalışmaları

Cam ambalajın gıda ile temas eden materyaller kapsamında değerlendirilecek olması doğrultusunda HACCP konusunun Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Mersin

Fabrikası'nın (AF) gündemine gelmesi 2000 yılının Aralık ayına rastlamaktadır. O tarihten itibaren yapılan çalışmalar şöyle sıralanabilir;

- HACCP Sistemi eğitimi alınmıştır. (19-20 Aralık)
- Tüm birimlerden eğitim alan çalışanların katılımının sağlandığı bir Proje Ekibi oluşturulmuştur.
- HACCP uygulayan firmalara, sistemin uygulanış biçimi konusunda bilgi almak üzere ziyaretlerde bulunulmuştur. Yine bu firmalardan destek eğitimleri alınmıştır. (Ekip olarak). (Çalışmalara başlamadan önce C.Cola Mersin Fabrikası – çalışmalara başladıktan sonra Efes Pilsen Adana Fabrikası)
- Destek dokümanlar temin edilmiştir. (Unilever – C.Cola- Efes Pilsen vb.)
- Çalışmalara tüm fabrika genelinde başlamak yerine, önce pilot hat belirlenmesi sonra yaygınlaştırılması kararı alınmış ve 31 no.lu hat pilot hat olarak seçilmiştir. (2003 Mayıs'ta, 33 ve 34 no.lu hatlar da pilot hat)
- Akış şemaları oluşturulmuştur. Şekil 1'de genel üretim akış şeması yer almaktadır.



Şeki·1:·AF·Akış·Şeması

- Fabrikadaki tehlike ve tehlike kaynakları her süreç için beyin fırtınası yöntemi kullanılarak saptanmıştır. Tüm tehlike ve tehlike kaynakları yerinde görülerek doğrulanmıştır.
- Doğrulanan tüm tehlikeler ve tehlike kaynakları ayrılarak, fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlike olarak sınıflandırıldı. (Bkz.Şekil2)

TEHLİKE TABLOSU

Sıra No	TEHLİKELER	TOPLANTI KARARLARI	TEHLİKE TÜRÜ	Proje Ekibinin Önerisi
1	Ağır metal mevcudiyeti	Tehlike olduğu kararlaştırıldı.	Kimyasal	
2	İnhomojenite	Ortaya çıkabilecek bir tehlikenin kaynağı olduğuna karar verildi. Harman Şefi, Fırın Şefi. ve Lab. Şefi. hedefleri kapsamında izlenmektedir.	Tehlike Kaynağı	
3	Yanlış tartım,kompozisyon bozuklukları	Ortaya çıkabilecek tehlikelerin kaynağı olduğuna karar verildi.	Tehlike Kaynağı	
4	Harman tozuması (taşıma bantları ve harman sahası)	Ortaya çıkabilecek tehlikelerin kaynağı olduğuna karar verildi.	Tehlike Kaynağı	10 ve 20 No'lu harman taşıma bantlarının kapatılması ve tüm sıyırıcıların temizlenmesi
...	.....	.....	.....	.....
....	.....	.....	.....	.....

Şekil 2: Tehlike Analiz Tablosu Örneği

- Belirlenen tüm tehlikeler için, tehlikenin ciddiyeti ve oluşma olasılığı ile ilişkili Tehlike Öncelik Katsayıları oluşturulmuştur. Tehlikenin ciddiyeti 4, ortaya çıkma olasılığı 3 gruba ayrılmıştır. (Bkz. Şekil:3)

TEHLİKE RİSK TABLOSU

TEHLİKENİN CİDDİYETİ

1 Gıda güvenliği ve insan sağlığına etkisi yoktur. (Görünüş olarak kötü)

2 Gıda güvenliği ve insan sağlığına az etkisi vardır.

3 Gıda güvenliği ve insan sağlığına orta derecede etkisi vardır. (Hastalığa ve yaralanmaya sebebiyet verebilir.

4 Gıda güvenliği ve insan sağlığına çok fazla etkisi vardır. (Ölüme sebebiyet verebilir)

OLASILIK

1 Olağanüstü durumlarda karşılaşılabilir. (İstisnai durumlar)

2 Anormal durumlarda karşılaşılabilir. (Üretim prosesinde her zaman karşılaşılmayan durumlar)

3 Normal durumlarda karşılaşılabilir. (Üretim prosesinde her zaman karşılaşılabilir)

Sıra No	TEHLİKELER	TOPLANTI KARARLARI	TEHLİKE TÜRÜ	TEHLİKENİN CİDDİYETİ	OLASILIK	TEHLİKE ÖNCELİK KATSAYISI (CİDDİYET*OLASILIK)
1	Ağır metal mevcudiyeti	.....	Kimyasal Tehlike	Tehlikenin ciddiyetine yol açacağı tehlikeler araştırılacak.		
2	Şişe içinde kül	.....	Fiziksel Tehlike	2	2	4
3	Şişe içinde cam kırığı	.....	Fiziksel Tehlike	4	3	12
4	Şişe içinde kurum	.....	Fiziksel Tehlike	2	2	4
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Şekil 3: Tehlike Risk Tablosu Örneği

- Tehlike Risk Tablosuna göre 6 ve üzeri önceliği olanlar kritik tehlike olarak adlandırılmıştır.
- Kritik tehlikelere ilişkin Kritik Kontrol Noktaları, karar ağacı kullanarak bulunmuştur. İşletme içerisindeki Kritik Kontrol Noktalarına Kritik Kontrol Noktası olduğunu gösteren "KKN" levhaları asılmıştır.
- Her Kritik Kontrol Noktası için limitler belirlenerek yayınlanmıştır.

KRİTİK KONTROL NOKTALARINA (KKN'LERE) AİT KRİTİK LİMİTLER

Sıra No	TEHLİKELER	TEHLİKE TÜRÜ	KONTROL TİPİ	KONTROL NOKTASI	KRİTİK LİMİTLER
1	Şişe içinde cam kırığı	Fiziksel Tehlike	KKN	Omega Sistemi	Hiç olmaması gerekiyor
2	Şişe içinde yağ	Fiziksel Tehlike	KKN	IS Makinesi	Hiç olmaması gerekiyor
3	Ağız içi kırığı	Fiziksel Tehlike	KKN	Row-Sort	Ürün kullanım ve dolum şartlarına bağlı olarak müşteri şartnamelerinde yer alan limitler dahilinde
4	Salıncak	Fiziksel Tehlike	KKN	INEX Super Inspector 512 - Superocak	Hiç olmaması gerekiyor
5	Plastik ve mandren çapağı	Fiziksel Tehlike	KKN	Row-Sort	Ürün kullanım ve dolum şartlarına bağlı olarak müşteri şartnamelerinde yer alan limitler dahilinde
6	Ağız üstünde damar	Fiziksel Tehlike	KKN	Row-Sort	Gazlı ve vakumlu dolum yapılan ürünlerde kata sızdırmaya neden olmaması gerekiyor. Kapağın plastik kapama kalınlığını aşmaması gerekir.
7	Ağız üstü çapağı	Fiziksel Tehlike	KKN	Stop Rotate	Hiç olmaması gerekiyor
8	Şişe içinde ve ağızda yapışık cam	Fiziksel Tehlike	KKN	IS Makinesi	Hiç olmaması gerekiyor
9	Basınçlı hava nakliyatı	Fiziksel Tehlike	KKN	Row-Sort	Ürün kullanım ve dolum şartlarına bağlı olarak müşteri şartnamelerinde yer alan limitler dahilinde
10	Ürün içinde yılan, tarı, hayvan ve yapıştığı	Biyolojik	KKN	Mamul Ambar	Hiç olmaması gerekiyor
11	Dolmamış Ağız	Kimyasal Tehlike	KKN	Leak Tester	Ürün kullanım ve dolum şartlarına bağlı olarak müşteri şartnamelerinde yer alan limitler dahilinde
12	Tanıtıyon	Fiziksel Tehlike	KKN	Taublma Firnı	Max. 4 dk

Şekil 4: Kritik Kontrol Noktaları ve Kritik Limitler

- Düzeltici Faaliyet Sisteminin temelleri oluşturularak yayınlanmıştır.
- İzleme ve Doğrulama Faaliyetlerinin planları oluşturulmuştur.
- Dokümantasyon çalışmaları devam etmektedir.

HACCP Sisteminin 7 prensibinin tanımlanması ve belirlenmesi çalışmalarının son aşamasına gelinmiştir. Ancak, önkoşul programları olan ve yukarıda bahsedilmiş olan "İyi Üretim Uygulamaları" konusunda yeterli adım atılamaması nedeniyle fabrikamızda "HACCP Sistemi Uygulanmaktadır" diyebilmek mümkün değildir. Bu doğrultuda hem "İyi Üretim Uygulamaları" hem de tehlike analizleri sonucu ortaya çıkan tehlike ve tehlike kaynaklarının çözümü konusunda çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bunları 4 ana başlık altında toplayabiliriz;

- Tehlikelerin önlenmesine yönelik çalışmalar,
- Sanitasyon ve temizlik konularında yapılan çalışmalar,
- Pest Kontrol konusunda yapılan çalışmalar,
- Personel eğitimi, bilinçlendirilmesi konularında yapılan çalışmalar.

Tehlikelerin önlenmesine yönelik çalışmalardan bazıları;

a) Sıcak uçta ürün içerisine yabancı madde girmesinin önlenmesine yönelik hatların üzeri kapatılmıştır.
b) 30 no.lu fırın hatlarının tümüne Omega elevatör yerleştirilmiştir. Bu elevatörlerin tepsi boyu uzatılarak kırılan ürün veya kırık cam parçalarının ürün içerisine girmesi önlendi.
c) 34 no.lu hattın üzerinin tamamen kapatılması için proje çizilmiş ve bu hattın üzeri kapatıldı. Bu projenin önce 33 no.lu hat olmak üzere yaygınlaştırılması planlanmaktadır.
d) Hata Ayırma Makinelerinin hava ile temizlenme uygulaması kaldırıldı.
e) Ürün karışıklığının önlenmesi için, ürün tanıtım ve takip etiketlerinde farklı renk kullanılmış ve yazılar büyütülmüştür.
f) Tehlikelerin önlenmesine yönelik olmayan bazı talimatlar oluşturulmuştur. Örn.; Cam parçacıklarının önlenmesi, camda yabancı madde önlenmesi .

Sanitasyon ve temizlik uygulamalarına yönelik çalışmalardan bazıları;

a) Fabrika içi temizlik sayısında artış sağlandı,
b) Tuvaletlerin temizliği düzenli hale getirilmiş, kontrol çizelgeleri hazırlanmış, uygunsuzluk durumunda başvurulacak sorumlu personel belirlenmiştir,
c) Mikrobiyolojik testler yaptırılarak, mikrobiyolojik yük kaynağı olan noktalar ve ekipmanlar saptanmıştır,
d) Mikrobiyolojik yük kaynağı olan noktaların dezenfaktasyonu için çalışmalar başlatılmıştır,
e) Soğuk Uç personeli için anti-bakteriyel jel kullanımına geçilmiştir,
f) Hatlarda ve ürün içine yabancı madde girme olasılığı olan yerlerde sigara içilmesinin önlenmesi amacıyla özel sigara içme alanları oluşturulmuştur.
g) Temizlik ve Sanitasyon konuları içeren talimatlar oluşturulmuştur. Örn.; Genel temizlik ve düzen, kritik noktalarda çalışan personel hijyen, sağlık kontrolü, ziyaretçiler için işletme alanına giriş kuralları talimatı.

Pest Kontrol konusundaki çalışmalardan bazıları;

a) Sinek-haşere öldürücülerinin sayısı artırılmış, dönemsel ilaçlama konusunda sistem geliştirilmiş ve 2003 Haziran ayından itibaren ilaçlama konusunda, tedarikçi bir firma ile anlaşma yapılmıştır.
b) Pest Kontrol Talimatı oluşturulmuştur,
c) İşletme içerisine çeşitli noktalara uçucu böcek öldürücüleri yerleştirildi.

Personel eğitimi, bilinçlendirilmesi konularına yönelik çalışmalardan bazıları;

a) HACCP Pilot Hatları (Mk: 31, 33 ve 34), "HACCP Pilot Hattıdır" yazılı levhalarla hat boyunca çevrilmiştir,
b) HACCP İletişim Panoları oluşturularak işletme içerisinde çalışanların HACCP ve gelişmeler hakkında bilgilendirmelerine yönelik adımlar atılmıştır,
c) Karikatürize edilmiş HACCP yansıları hazırlanarak dönemsel olarak değiştirilir şekilde, fabrika çalışanlarının görebileceği noktalarda – yemekhane, giriş çıkış noktaları- yansı panoları oluşturulmuştur,
d) Mühendis, şef ve müdür kademesindeki personele HACCP bilgilendirme sunuşu yapılmıştır. HACCP eğitimlerinin tüm çalışanlara verilmesi planlanmaktadır,
e) Tüm fabrika genelinde, temizlik, sağlık, hijyen konularını içeren bilgilendirme notları ve uyarıları asılmıştır.

HACCP çalışmaları kapsamında KKN'lerin yayınlanarak, bilinçlendirme çalışmalarının başladığı 2002 yılı ikinci yarısından itibaren yapılan çalışmalar konusunda, müşterilerimiz (C.Cola, Pepsi, Nestle, Magro Brothers ve İsrail Carmel) ziyaret veya denetimler sırasında bilgilendirilmişlerdir. HACCP uygulamaları konusunda yapılan çalışmalar ve gelinen aşama müşterilerimiz üzerinde olumlu etki bırakmıştır.

Yapılan çalışmaların ve çalışanların bilinçlendirilmesinin sonuçları görmek amacıyla istatistiksel bir analiz yapılmıştır. Çalışmada pilot hat olan Mak. 31'de 01/09/2001-01/09/2002 arası tarihler ile 01/09/2002-01/09/2003 arası tarihler karşılaştırılmış, bu dönemde kritik tehlikelerin %17'si ile hiç karşılaşılmadığı, %60'ında azalma olduğu, %15'inde ise artış olduğu görülmüştür. %8 oranındaki kritik tehlikede ise önceki sene ile karşılaştırmaya esas veri bulunamamıştır.

6. Sonuç

Yukarıda belirtildiği gibi; HACCP Sisteminin yasal olarak uygulanma zorunluluğu, sisteme geçiş için çalışmaların yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bununla birlikte; Avrupa Birliği bünyesinde üretim yapan bir çok firmanın uygulamaya geçmiş olması, kendi tedarikçilerinden de bu çalışmaların istenmesini gündeme getirmektedir. Dolayısıyla birçok yurtdışı firması için hijyen, sanitasyon ve HACCP konuları tedarikçilerden talep edilen uygulamalardır. İhracat yapan bir firma olarak, yurtdışı müşterilerimizden bu doğrultuda talepler alınmaktadır. Müşterilerimiz bu taleplerini anket formları ile tarafımıza aktarmanın yanında mevcut durumumuzu görmek amacıyla yapılan denetimler sırasında yerinde de görmektedirler.

AF'de 2001 yılı başında başlayan çalışmalar 2002 yılı ortalarında Kritik Kontrol Noktalarının 31 no.lu hat için yayınlanması noktasına gelmiştir. Bu tarihten sonra faaliyetler gerek proje ekibinin çeşitli yaptırımları gerekse müşterileri talepleri ile yürütülmüştür. Bugün, 2 yıl öncesi ile karşılaştırıldığında yapılan çalışmaların hem bilinçlenme hem de sonuç alma yönüyle olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Bununla birlikte çalışmaların gerçek anlamda sonuçlarını alabilmek ve "HACCP Sistemi uygulanıyor" diyebilmek için daha çok erkendir. Bunun için sadece Proje Ekibinin çalışması yeterli olmayıp, gerek kaynak aktarımı gerekse önceliklerin uygulanması ile sonuçlandırılabilecek bir süreçtir.

HACCP Sisteminin, Cam Ambalaj Sektörünün, mevcut yapısında çok fazla alışık olmadığı hijyen, sanitasyon konularını da kapsamı içerisine alması nedeniyle başlangıçta maliyetli bir sistem olarak karşımıza çıkması muhtemeldir. Özellikle cam üretimi yapan bir sanayi işletmesinin, bir yemek firması veya bir restoran gibi hijyen, sağlık, temizlik koşullarını yerine getirmesi çok kolay değildir. Bu adımların atılması çalışanların şirkete olan güven ve bağlılığının artacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, HACCP Sisteminin Cam Ambalaj Sektörü'nde uygulanması başlangıçta maliyetleri artırıcı bir unsur olarak görülebilir. Ancak, sistemin sağlıklı olarak işlemesi ve tüm gerekliliklerinin yerine getirilmesi durumunda gerek müşteri tatminini sağlaması gerekse rekabet avantajı yönleriyle uzun vadeli kalıcı avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

7. Kaynaklar

1) Arıkbay, Canan. Gıda Sektöründe Kalite Yönetim Sistemleri ve HACCP. Ankara: Mert Matbaası, 2003.
2) Topal, Şeminur, R. Gıda Endüstrisinde Risk Yönetim Sistemi: HACCP ve uygulamaları. İstanbul: Taç Ofset Matbaası, 2001.
3) Dalgıç, Coşkun Ali. "HACCP" http//gul1.bim.gantep.edu.tr/~dalgic/ Haccp.htm
4) TS 13001, Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktalarına (HACCP) göre Gıda Güvenliği Yönetimi – Gıda Üreten Kuruluşlar ile Tedarikçileri için Yönetim Sistemine ilişkin kurallar, Türk Standardı, İlk Yayın, Mart 2003.
5) Bingüllü, Feyza. v.d,"Güney Biracılıkta Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları Çalışmaları", TÜSİAD – KALDER, 8. Ulusal Kalite Kongresi, İstanbul, 1999, s.457 – 468.
6) Özdemir, Murat. "Türk Gıda Mevzuatına göre İyi Üretim Teknikleri" (http//www.okyanusbilgiambari.com).
7) Arıkbay, Canan. "Gıda Güvenliği'nde Sstem Yaklaşımı –HACCP" MPM Seminerleri, Mersin, 2003, 1-32.
8) Anonymus, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 23 Eylül 2002 tarih ve 24885 sayılı Resmi Gazete.
9) Anonymus, Gıdaların Üretimi Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Yönetmelik, 15 Kasım 2002 tarih ve 24937 sayılı Resmi Gazete.
10) Tezgelen, Metin. Gıda İşletmelerinde HACCP Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminin Kurulması. İzmir: Okyanus Yayınları, 2003.
11) Özdemir, Murat. "Entegre ISO 9001:2000, HACCP, ISO 14000 Yönetim Sistemi Kurulmasının Faydaları" (http//www.okyanusbilgiambari.com).

CO_2 GAZI İLE SODA FABRİKASI SIVI ATIKLARININ pH'SININ DÜŞÜRÜLMESİ

Hidayet ÖZDEMİR - Halil AKIN - Mehmet TEMİZ
Kimyasallar Grubu, Üretim Başkan Yardımcılığı

Dr.Vedat SEDİROĞLU
Kimyasallar Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı

Özet

Solvay yöntemiyle sentetik soda üretiminde bir ton soda üretimi için pH'sı yaklaşık 11 olan 7-10 m^3 sıvı atık ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemle çalışan Mersin Soda Fabrikası'ndan çıkan sıvı atık koyulaştırıcıdan geçirildikten sonra üst akımı denize deşarj edilmekte, katı oranı artmış alt akım ise atık havuzlarına gönderilmektedir.

Çevre mevzuatına göre sıvı atık pH değerinin deşarj noktasında 5 - 9 arasında olması gerekmektedir. Soda Fabrikası sıvı atığının çevre mevzuatına göre uygun hale getirilmesi için atığın pilot ölçekli gaz yıkama kolonunda kireç fırınlarından elde edilen yaklaşık %41 oranındaki CO_2 gazı ile nötrleştirme çalışmaları yapılmıştır.

Laboratuvar ve pilot çalışmalara dayanılarak endüstriyel tesis tasarımı yapılmış ve tesis kurularak devreye alınmıştır. Böylece Soda Fabrikası sıvı atığı çevre limitlerine uygun hale getirilmiştir. Bu uygulamada kireç fırınlarından çıkan fazla CO_2 gazı kullanılmış, yeni bir kimyasal madde sarfı yapılmamıştır. Böylece sera etkisi sebebiyle dünya gündeminde yer alan CO_2 emisyonunun azaltılması yönünde de katkı sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *CO_2 asidifikasyon, kireçsütü, nötralizasyon, çevre mevzuatları*

1.Giriş

Solvay yöntemiyle soda üretimi sonucu bir ton soda üretimi için 7-10 m^3 süspansiyon halinde ve pH'sı yaklaşık 11 civarında olan atık ortaya çıkmaktadır[1]. Bu atık ağırlıklı olarak yüksek konsantrasyonda çözünmemiş katı madde ve çözünmüş tuzlardan oluşmaktadır. Atık kaynak noktaları başlıca destilasyon, tuzlusu arıtma ve kireç fırınlarındaki gaz yıkama ünitelerinden gelmekle beraber, atık kompozisyonu kullanılan hammadde saflığına bağlı olarak değişmektedir.

Atıksu arıtımı ve deşarjı üretim yerinin coğrafi durumuna ve yerel yönetim mevzuatlarına bağlı olarak farklı şekillerde olabilir. Bunlar aşağıda verilmiştir;

- Atıktaki katının birkısmını alarak veya almayarak , pH ayarı yapılarak veya yapılmayarak doğrudan deşarj
- Atıktaki katının bir kısmını alarak, pH ayarı yapılarak veya yapılmayarak dolaylı deşarj

- Atıktan yan ürün olarak $CaCl_2$ üretimi yapıldıktan sonra deşarj

Atık suyun pH değeri proses gereği kullanılan fazla kireçsütü nedeniyle 11 ile 11.5 arasındadır. Teorik olarak atık su pH'sı, geniş havuzlarda içinde çözünmüş bikarbonat içeren su kaynağı ile karıştırılarak, veya atık suyun CO_2 gazı ile yıkanması sağlanarak veya atık suya asit çözeltisi ilave edilerek düşürülebilir.

Mersin Soda Fabrikası'nda üretim sonucu çıkan bu atık koyulaştırıcıya gönderilmekte, koyulaştırıcı üst sıvısı denize deşarj edilmekte, alt sıvısı ise atık havuzlarına gönderilmektedir. Atık havuzlarında tekrar koyulaştırılan bu süspansiyonun sıvısı denize deşarj edilmekte, katı oranı artmış koyulaştırılan süspansiyon ise havuzlar dolduğunda kurumaya terk edilmekte nihai olarak da Fabrika dışına taşınmaktadır.

Türkiye'de çevre mevzuatına göre sıvı atık pH değerinin deşarj noktasında 5 ile 9 arasında olması gerekmektedir [2-3]. Bu çalışmada Soda Fabrikası sıvı atığının çevre mevzuatına göre uygun hale getirilmesi için atığın pilot ölçekli gaz yıkama kolununda kireç fırınlarından elde edilen yaklaşık % 41 oranındaki CO_2 gazı ile nötrleştirme çalışmaları yapılmıştır.

Laboratuvar ve pilot çalışmalara dayanılarak endüstriyel tesis tasarımı yapılmış ve tesis kurularak devreye alınmıştır. Böylece Soda Fabrikası sıvı atığı çevre limitlerine uygun hale getirilmiştir. Bu uygulamada kireç fırınlarından çıkan fazla CO_2 gazı kullanılmış, yeni bir kimyasal madde sarfı yapılmamıştır. Böylece sera etkisi sebebiyle dünya gündeminde yer alan CO_2 emisyonunun azaltılması yönünde de katkı sağlanmıştır.

2.Materyal ve Metod

2.1. Laboratuvar çalışmaları

Pilot çalışmalardan önce koyulaştırıcı üst sıvısının analizleri yapılmış mevcut kireç miktarları hesaplanmıştır. Pilot çalışmalar sonucunda elde edilen süspansiyonun pH'sı, yoğunluğu ve AKM'sinin bulunmasının yanısıra, aşağıda muhtemel olabilecek reaksiyonlar sonucu oluşan maddelerin analizlerine yönelik toplam Ca, CaO, CO_3, katı ve sıvıda CO_3 analizleri yapılmıştır.

Nötrleştirme prosesinde olması muhtemel reaksiyonlar şunlardır;

Absorpsiyon $CO_2(gaz) + H_2O(sıvı) \rightarrow H_2CO_3(sıvı)$ (1)

Nötrleşme $CaO + H_2CO_3\ (sıvı) \rightarrow CaCO_3(katı) + H_2O$ (2)

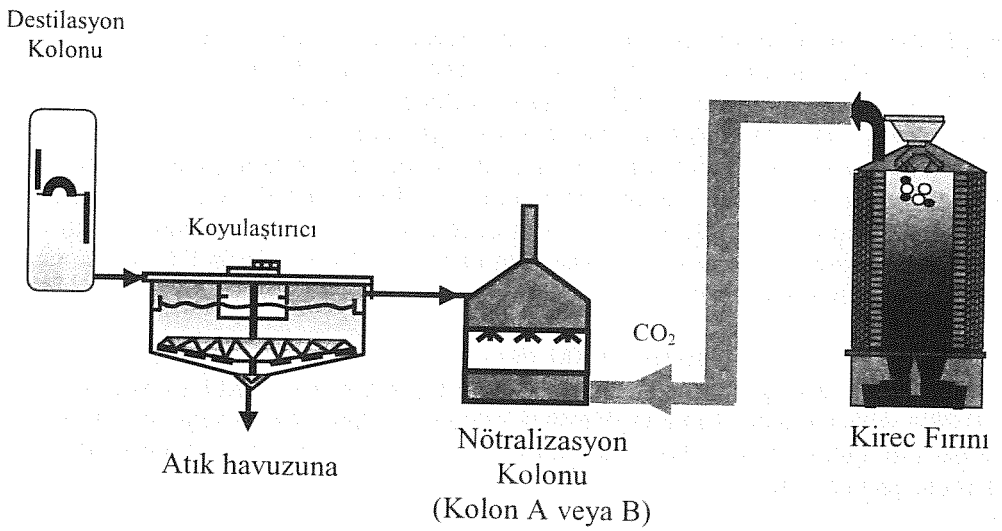
2.2. Pilot Ünitenin Kurulması

Bu çalışmada, Soda Fabrikası sıvı atığının çevre mevzuatına göre uygun hale getirilmesi için pilot çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla sıvı atığın CO_2 gazı ile nötralizasyonu için iki farklı nötralizasyon kolonu kullanılmıştır. Birinci kolon (A kolonu) özel olarak tasarlanmış bir kolon olup çapı 1000 mm, yüksekliği 12459 mm'dir. Bu kolonda 4 adet nozul tablası ve her nozul tablasında da 4 adet nozul vardır. Gaz, kolonun en alt kısmında olan nozul tablasının yaklaşık 300 mm altından kolona girmektedir. Çözelti ise yaklaşık 4 eşit parçada her nozul tablasında basınç 2 bar olacak şekilde püskürtülerek kolona verilmektedir. İkinci kolon (B kolonu) ise 2250 mm çapında ve 6290 mm yüksekliğindedir. Gaz,

tankın üst kısmından bir boru ile girip, tankın alt kısmından 1300 mm yükseklikteki gaz dağıtım tablası vasıtasıyla tanka verilmekte, çözelti ise tankın üst yan tarafından girmektedir.

Her iki kolonda farklı çözelti ve gaz debilerinde çalışmalar yapılmış, minimum gaz ve maksimum çözelti debileri tespit edilmiştir.

Şekil 1'de proses akış şeması verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi % 40-41 oranındaki CO_2 gazı kireç fırınlarından temin edilmiş ve maksimum 3000 Nm_3/sa debi kullanılmıştır. Çözelti ise maksimum 200 m^3/sa lik debiyle koyulaştırıcı üst akımından temin edilmiş ve nötralizasyon çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 1.Proses Akış Şeması

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

3.1. A Kolonunda Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde pH'sı 11.2 olan ve içinde 1.2 g/lt CaO ihtiva eden 160 m^3/sa (kullanılan pompa ile sağlanan en yüksek kapasite) akış debisindeki koyulaştırıcı üst akımı nötralize edilmiştir. Nötralizasyona 2600 Nm^3/sa gaz debisi ile başlanmış ve kademeli olarak 500 Nm^3/s değerine (mümkün olan en düşük debi) inilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. 160 m^3/sa akış debisindeki koyulaştırıcı üst sıvısıyla yapılan denemelerde, farklı gaz debileri kullanılarak elde edilen süspansiyonun pH ve Askıda Katı Madde(AKM) değerleri

Deney No	Çözelti Debisi(m^3/sa)	Gaz Debisi(Nm^3/sa)	pH(25 °C)	AKM(g/lt)
0	0	0	11,2	0,9
1	160	2600	6,12	3,49
2	160	1450	6,17	3,34
3	160	1040	6,22	3,11
4	160	740	6,92	3,25
5	160	500	7,92	3,10

Ulaşılabilen maksimum çözelti debisinde kullanılan minimum gaz debisi 500 Nm^3/sa'dir. Bu şartlarda çözelti pH'sı 11,2'den 7,92'ye düşmüştür. 160 m^3/s çözelti için kullanılan 500 Nm^3/s gazda yaklaşık olarak 151 kg/s CO_2 gazı kullanılmıştır. Bu da yaklaşık beslenmesi gereken % 41 CO_2 içeren gaz miktarının teorik olarak 180 Nm^3/s civarında olması gerektiğini gösterir. Sonuçta minimum gaz debisi ile yapılan denemede, giren gazdaki CO_2'nin yaklaşık % 36,6'sı kullanılmıştır. Çözelti debisinin artırılması veya gaz debisinin daha da azaltılması mevcut şartlarda mümkün olmadığından, bu şartlarda CO_2 açısından kolon verimi ifade edilememiştir.

Nötralizasyon sonucu çözeltinin AKM değeri 0.9 gr/lt'den, yaklaşık 3.1 ile 3.49 gr/lt arasında artış göstermiştir. Bu da süspansiyondaki katı miktarını % 0.08'den % 0.28'e yükseltmiştir. Sonuçta nötralize edilen çözeltinin AKM değerini de çevre normlarına getirmek için koyulaştırıcıda belli miktarda katının alınarak deşarj edilmesi gerekmektedir.

3.2. B Kolonunda Yapılan Çalışmalar

A kolonunda yapılan çalışmaya ilave olarak nötürleştirme reaksiyonunun hızlı olduğunun anlaşılması üzerine reaksiyonun normal bir tanktaki gerçekleşme durumunun incelenmesi için denemeler yapılmıştır. Bu kısımda pH'sı 11.5 (T=25 °C'de) olan ve içinde yaklaşık 1.18 gr/lt CaO ihtiva eden koyulaştırıcı üst sıvısının CO_2 gazıyla nötürleştirme çalışmaları yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı çözelti ve gaz debilerinde elde edilen süspansiyonun pH ve AKM değerleri

Deney No	Çözelti Debisi(m^3/sa)	Gaz Debisi(Nm^3/sa)	pH(25 °C)	AKM(g/lt)
0	**0**	**0**	**11,5**	**0,84**
1	**65**	**500**	**6,34**	**3,52**
2	**75**	**300**	**6,46**	**3,38**
3	**120**	**400**	**6,43**	**3,70**

Tablo 2'de farklı çözelti ve gaz debilerinde elde edilen süspansiyonun pH ve AKM değerleri verilmiştir. Bu çalışmada maksimum çözelti debisi 120 m^3/s, minimum gaz debisi ise 400 Nm^3/sa olarak ayarlanabilmiştir. Yine ulaşılabilen maksimum çözelti debisinde (120 m^3/sa) kullanılan 400 Nm^3/s gazda yaklaşık olarak 113

kg/sa CO_2 gazı kullanılmıştır. Bu da teorik olarak 140 Nm^3/s % 41 CO_2 içeren gaza denk gelmektedir. Sonuçta bu denemede, giren gazdaki CO_2'nin yaklaşık % 34'ü kullanılmıştır. Bu kolonda elde edilen AKM değerlerinin A kolonunda yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla paralellik sağladığı görülmüştür.

3.3. Endüstriyel Kolon Tasarımı

Pilot çalışmalar sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda nötrleştirme prosesinde reaksiyonların hızlı bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Tasarıma esas teşkil eden bilgiler açısından özel olarak tasarlanmış kolon ve normal kolondaki sonuçların birbirine yakın olması nötralizasyonun minimum yatırım maliyeti ile gerçekleştirilebilmesinin mümkün olabileceğini göstermiştir. Tablo 3'de her iki kolonda yapılan çalışma sonuçlarına göre tasarıma esas teşkil eden parametreler verilmiştir.

Tablo 3. Tasarıma esas teşkil eden parametreler

	A KOLONU	B KOLONU
Çap (mm)	1000	2250
Kolon iç kesit alanı (m^2)	0.7853	3.976
Yükseklik (mm)	7100	4990
Kolonda kullanılan hacim (m^3)	5.57	20
Gaz debisi (m^3/sa)	500	400
Gaz debisi (m^3/sn)	0.18	0.14
Gas hızı (m/sn)	0.228	0.036
Gazın kolonda kalış süresi (sn)	31	139
Çözelti debisi (m^3/sa)	160	120
Çözelti sipesifik debisi (m^3/m^2*sa)	204	30
CaO giriş (kg/sa)	192	144
CO_2 giriş (kg/sa)	412	330
CO_2 tutulan (kg/sa)	151	113
CO_2 tüketilen (%)	36.6	34.3

Sonuçta endüstriyel kolon tasarımında şu parametreler göz önüne alınmıştır;

CO_2 tüketilen(%) : 36,6-34,3
Gaz hızı(m/sn) : 0,228-0,036

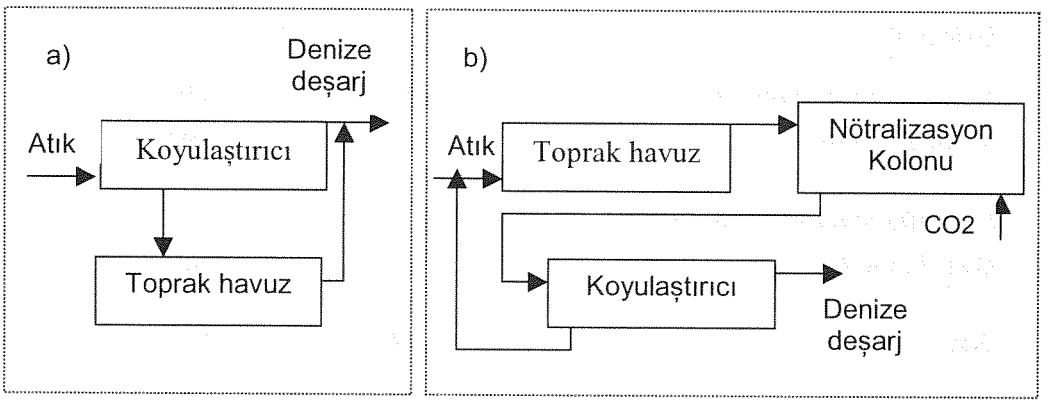
Gazın kolonda kalış süresi(sn) : 31-139
Çözelti sipesifik debisi (m^3/m^2*sa) :204-30

Endüstriyel kolon tasarımı çözelti debisine ve içindeki CaO miktarına bağlı olarak yukarıdaki parametreler doğrultusunda yapılmış ve şu şekilde bulunmuştur.

Çap(mm)	:2800
Yükseklik(mm)	:15300
Çözelti debisi(m3/sa)	:1500-2000
Gaz hızı(m/sn)	:0,21
Gazın kolonda kalış süresi(sn)	: 58
Çözelti sipesifik debisi (m^3/m^2*sa)	:200

Bu hesaplarda CO_2 kullanımı açısından kolon verimi %36,6 olarak alınmıştır. Ancak fiili uygulama neticesinde bu verim % 70 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuca gore gaz hızı ve gazın kolonda kalış süresi yukarıda verilen aralıklar arasında kalmıştır.

Nötralizasyon kolonunun devreye alınmasından sonra proses akış şeması değiştirilmiştir. Bunu aşağıdaki şekilde görmek mümkündür.



Şekil 2. Atıksu arıtımına yönelik proses akış şeması a)Nötralizasyon kolonu öncesi b)Nötralizasyon kolonu sonrası

Yeni çalışma şeklinde sıvı atık pH'sı nötralizasyon kolonu vasıtasıyla 9'un altına düşürülmektedir. Kolon çıkışında çözeltinin içindeki çözünmeyen katı madde miktarı arttığı için, çözelti koyulaştırıcıya gönderilerek berrak sıvısında 200 mg/lt katı olacak şekilde deşarj edilmektedir. Nihai olarak Mersin Soda Fabrikası sıvı atığı gerek pH, gerekse AKM açısından çevre normlarına göre deşarj edilmektedir.

4. Sonuçlar

Laboratuvar ve pilot çalışmalara dayanılarak düşük yatırım maliyetiyle endüstriyel tesis tasarımı yapılmış ve tesis kurularak devreye alınmıştır. Böylece Soda Fabrikası sıvı atığı çevre limitlerine uygun hale getirilmiştir. Bu uygulamada kireç fırınlarından çıkan fazla CO_2 gazı kullanılmış ve sera etkisi sebebiyle dünya

gündeminde yer alan CO_2 emisyonunun yaklaşık 15.000 ton/yıl olarak azaltılması yönünde de katkı sağlanmıştır.

5.Kaynaklar

1. Rant, Zoran. Dıe Erzeugung Von Soda. Stutgart,1968.
2. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı,Su Ürünleri Yönetmeliği, 10 Mart 1995 gün,22223 sayılı Resmi Gazete
3. Devlet Bakanlığı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 4 Eylül 1988 gün, 19919 sayılı Resmi Gazete

ÇAYIROVA CAM SANAYİİ A.Ş. ÇAYIROVA FABRİKASI 4 NO'LU BUZLUCAM FIRININDA RENK GEÇİŞ SÜRELERİNİN KASILTALMASI

Ali OLGUN - Hayati GÖKER
Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası

Hande SENGEL - Fehiman AKMAZ
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası 4 no'lu (CF-4) buzlucam fırınında renksiz bronz, mavi ve bal renkli buzlucam üretimleri yapılmaktadır. Önceki yıllarda, renk geçişlerindeki harman kompozisyonları ve uygulamaları sonucunda edilinen bilgi birikimi göz önünde bulundurularak, 2002 yılından itibaren, renk geçişleri esnasında ;

- Harman reçetesi,
- Kemer sıcaklıkları,
- Bubbler hızı,
- Cam kırığı oranı,
- Sağ ve sol harman şarj bunkerlerinden verilen harman miktarları ve
- renk parametreleri ve kimyasal analizlerin takip sıklığı arttırılması

konularında geçiş koşullarına bağlı olarak optimizasyon çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmalar neticesinde;

- En az üretim kaybı ile renk geçiş sürelerinin kısaltılmış,
- Üretim randımanları arttırılmış,
- Renkli cam sinai maliyetleri azaltılarak rekabet gücümüzün arttırılması

sağlanmıştır.

1.Giriş

Çayırova Cam Sanayi A.Ş.' ye ait 4 no'lu buzlucam fırınında renksiz cama ilave olarak, bronz, mavi ve bal renkli buzlu cam üretimi yapılmaktadır. Yıl içersinde iki kez renkli üretim kampanyası gerçekleştirilmektedir.

Bu bildiride;

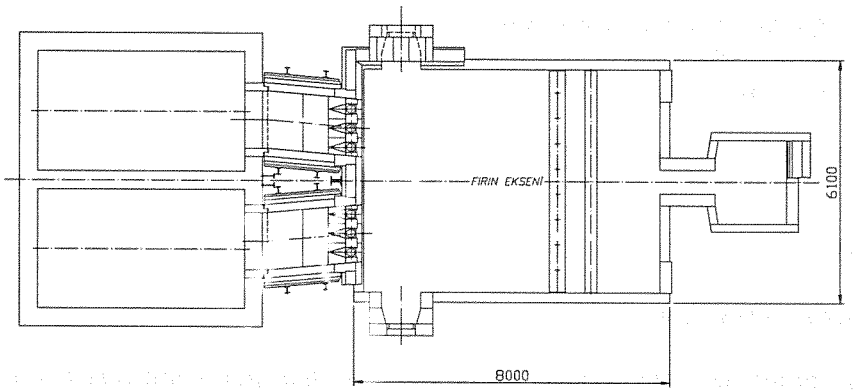
- renksiz camdan bronz renkli cama,
- bronz renkli camdan mavi renkli cama,
- mavi renkli camdan bal renkli cama,
- bronz renkli camdan bal renkli cama,
- bal renkli camdan renksiz cama

eski ve yeni uygulamalara ait renk geçiş süreleri karşılaştırmalı olarak verilmiş ve geçişlerde yapılan fırın operasyonları anlatılmıştır.

2. Fırın ve Üretim Bilgileri

2.1 Fırının tanıtımı

Arkadan ateşlemeli, yanlardan şarjlı, eritme bölgesi 42 m^2 ve brüt çekiş 72 ton/gün olan CF-4 no'lu fırının şematik görüntüsü Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1: CF-4 no'lu fırın

2.2. Üretim bilgiler;

CF-4 fırına ait üretimin renkli renksiz buzlu camlara göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

Toplam Net Üretim Miktarı : 22.000 Ton/Yıl

Renksiz Net Üretim Miktarı : % 45 (10.000 Ton/Yıl)
Renkli Net Üretim Miktarı : % 55 (12.000 Ton/Yıl)

- Bronz Renkli Net -Üretim Miktarı :% 30 (6.900 Ton/Yıl)
- Mavi Renkli Net Üretim Miktarı : %15 (3.000 Ton/Yıl)
- Bal Renkli Net Üretim Miktarı : %10 (2.100 Ton/Yıl)

Üretilen renkli buzlu camların yaklaşık % 58'si (5.250 ton) yurt dışına ihraç edilmekte, % 42'i (4.750 ton) ise yurt içine satılmaktadır. Yurt dışına ihraç

edilen ülkeler, İspanya, Yunanistan, İtalya, İsrail, Ukrayna, Bulgaristan, Gürcistan, Kıbrıs, Mısır, Fas ve Cezayir'dir.

Ayrıca CF-4 no'lu bir yılda fırında üretilen renkli camların kampanya sıralaması aşağıda verilmiştir.

Yılın ilk renkli üretim kampanyasında renk geçiş sıralaması;

- Renksiz camdan bronz renkli cama
- Bronz renkli camdan mavi renkli cama
- Mavi renkli camdan bal renkli cama
- Bal renkli camdan renksiz cama

Yılın ikinci renkli üretim kampanyasında renk geçiş sıralaması;

- Renksiz camdan bronz renkli cama
- Bronz renkli camdan bal renkli cama
- Bal renkli camdan renksiz cama,

olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.TEORİ

3.1.Bronz renkli cam

Camda bronz renk demir oksit, kobalt oksit ve selenyum kombinasyonu ile elde edilmektedir. Buzlu camda hedef alınan bronz camın renk katkı madde miktarları, renk parametre değerleri ve optik özellikleri aşağıda verildiği gibidir.

Tablo 1 : Bronz renkli camın renk ve optik özellikleri (std.kalıklık:3mm)

	Bronz cam
Renk katkıları	
% Fe_2O_3 (camda)	0,300
% CoO (camda)	0,0040
% Se (camda)	0,0090
NaNO3 kg/100kg cam	0,873
Renk Parametreleri	
Başat dalga boyu(nm)	585
% parlaklık	62
% saflık	7,5
L	83,05
a	3,5586
b	6,0631
% ışık geçirgenliği	62,1
% direkt güneş ışını geçirgenliği	66,9
% Fe^{+2}/Fe_2O_3	15,4

Bu katkı maddelerinden demir camda Fe^{+2} ve Fe^{+3} formunda bulunur. Demirin cama verdiği renk demir iyonlarının oksidasyon durumuna bağlı olarak değişir. Fe^{+2} cama mavi yeşil, Fe^{+3} ise sarı yeşil renk verir. Fe^{+2}'nin kızıl ötesi bölgede 1050 nm dalga boyunda merkezlenen kuvvetli bir absorpsiyonu vardır. Güneş kontrol camlarına demir ilave edilmesinin temel nedeni Fe^{+2}'nin yakın IR bölgede verdiği bu absorpsiyonu ile ısı kontrolü sağlamasıdır. Bu absorpsiyon bandı görünür bölgede 500nm dalga boyuna kadar devam eder. Fe^{+3} ise, görünür bölgede 380,430-440 nm dalga boylarında merkezlenen ve mor ötesi bölgede devam eden absorpsiyon bandı gösterir.

Nötr veya hafif oksidan şartlarda cama pembe renk veren selenyumun %70-90'nı fırında eritme sırasında uçmaktadır.

Selenyum harmana,

- elementer selenyum
- Na_2SeO_3 veya
- $ZnSeO_3$ formunda katılabilir.

Elementer Se, kaynama noktasının(685°C) çok daha altındaki sıcaklıklardan itibaren (220°C) uçucudur. Na_2SeO_3'ın hidroskopik olması, daha az buharlaşmasına rağmen, kullanım açısından bir dezavantaj teşkil etmektedir. $ZnSeO_3$ ise % 41 Se^o ihtiva etmekte olup, hidroskopik değildir ve bağlı formda selenyumu daha iyi bünyesinde tutmaktadır. Bu nedenle $ZnSeO_3$ gerek renksizleştirmede gerekse renkli cam üretimlerinde uygun selenyum kaynağı olarak tercih edilmektedir. Selenyum 490nm dalga boyunda merkezlenen kuvvetli bir absorpsiyona sahiptir.

Kobalt oksit cama mavi renk verir ve 530,590ve 650 nm dalga boylarında merkezlenen absorpsiyona sahiptir. Bronz rengin oluşumunda kritik olan katkı maddesi selenyumdur. Çünkü selenyumun camda kalan miktarı ve renk verme özelliliği, fırın atmosferi, sıcaklık, çekiş, harmandaki oksidan ve indirgen katkı madde miktarları ve şekillendirme sonrası ısıl işlemler gibi üretim parametrelerindeki değişimlerden etkilenmektedir.

3.2.Mavi Renkli Cam

Camda mavi renk kobalt ve bakır oksitlerin harmana ilavesi ile sağlanır. Bütün iyonik renklendiriciler içinde kobalt en etkin olanıdır. Bütün cam sistemlerinde +2 değerlikte bulunan kobaltın absorpsiyonu 530,590 ve 650 nm dalga boylarında merkezlenir.

Soda kireç silis camlarında, renklendirici özelliğinin çok yüksek olmasından dolayı cam harmanlarına ilave edilen % 0.01'den düşük CoO seviyeleri ile dahi camda zengin bir renk elde etmek mümkündür. CoO'in sıcaklığa bağlı olarak absorpsiyonu incelendiğinde yüksek sıcaklıkta IR bölgede absorpsiyonu azalmaktadır. Bu nedenle CoO camın erimesi açısından bir sorun yaratmaz

Bakır oksit de kobalt oksit gibi mavi rengin elde edilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Camda +1 ve +2 olmak üzere iki absorpsiyon kademesinde bulunan bakır iyonlarından sadece +2 değerlikli olanı cama turkuaz rengi verir, +1 değerlikli bakır iyonu renksizdir.

Bu nedenle, camda bakır mavisi renginin koyuluğu;

- bakır oksit miktarına
- Cu^{+1}/Cu^{+2} dengesine
- diğer redoks çiftlerine
- cam kompozisyonuna
- fırın şartlarına

bağlı olarak değişim gösterir.

Bakır oksidin renk verici formu(+2) 780 nm dalga boyunda maksimum absorpsiyona sahiptir. Bakırla renklendirilmiş mavi cam üretimi, CuO'e bağlı olarak işletme şartlarına demir gibi bazı zorluklar getirmektedir. Bakırın demir gibi ısı absorpsiyonunun yüksek olması, fırındaki ergimiş camın alt tabakalarına ısı geçişini daha çok engellemesi cam yüzeyi ile derinlikleri arasında sıcaklık farkının artmasına sebep olmaktadır. Artan fark nedeniyle, fırının çeşitli bölgelerinde camın tabanı aşırı derecede soğumakta, bundan dolayı ortaya çıkan kristallenme ve soğuk cam oluşumu, işletme şartlarını zorlaştırarak cam kalitesini etkilemektedir.

Buzlu camda üretilmekte olan mavi renkli camın özellikleri Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2 : Mavi renkli camın renk ve optik özellikleri (std.kalıklık:3mm)

	Mavi cam
Renk katkıları	
% Fe_2O_3 (camda)	0,125
% CoO (camda)	0,0180
% CuO (camda)	0,225
Renk Parametreleri	
Başat dalga boyu(nm)	474
% parlaklık	32
% saflık	43
L	63,50
a	8,1061
b	-41,5034
% ışık geçirgenliği	32
% direkt güneş ışını geçirgenliği	54
% Fe^{+2}/Fe_2O_3	27

3.3.Bal rengi cam

Soda kireç camlarında bal rengi, kuvvetli indirgen koşullarda demir ve kükürdün birleşmesinden meydana gelen kromofora bağlı olarak oluşmaktadır. Bu kromoforun aşağıda verildiği şeklinde meydana geldiği görüşü yaygındır.

$$\begin{array}{c} | \\ -\ Fe^{+3} - S^{2-} \\ | \end{array}$$

Bal rengi cam üretiminde, fırının oksidasyon koşulları oldukça önemli rol oynamaktadır. Bal rengi cam terkibine ilave edilen kükürdün % 70'inden fazlası fırında oksidasyona uğrayarak uçmakta, ancak geri kalan kısmı renklenme mekanizmasında etkin olabilmektedir. Bu itibarla, ortamda mevcut kükürdün bal rengi kromoforunda yer alabilmesi için, camda indirgen koşulların sağlanması gereklidir. Ancak, söz konusu indirgenliğin mertebesi, yine kromoforda yer alan Fe^{+3}'ün mevcudiyetini engellemeyecek ölçüde tutulmalıdır.

Bal rengi cam terkiplerinde indirgen madde olarak kullanılan karbon, kendisi renk vermemekle birlikte, ortamda bulunan kükürdün indirgenmesini ve bal rengi kromoforunun oluşmasını sağlar. Bal renginin koyuluğu, oluşan bal rengi kromoforunun miktarına ve dolayısıyla indirgen koşulların şiddetine bağlı olarak artar veya azalır.

Fırında mevcut indirgen koşullarda bir değişiklik yapılmadığı takdirde, yeterli S^{2-} mevcudiyetinde demir miktarının; belirli ve sabit bir demir seviyesinde ise kükürt miktarının artması ile bal renginde koyulma meydana gelir. Fırında indirgen ortam ve S^{2-} mevcudiyetinin yetersiz olduğu durumlarda, demir ilavesinin bal rengi oluşumuna katkısı olmaz; hatta daha indirgen bir ortam sağlanamadığı takdirde, açık tondaki bal rengi, demir ilavesi ile daha da açılabilir, hatta mavi tona kayabilir.

Bal rengi cam terkiplerinde demir oksit miktarı % 0.05-0.30 gibi oldukça geniş sınırlar içinde bulunmaktadır. Camda demir miktarının artışına bağlı olarak renk tonu, kızıl kahve renginden koyu kahve ve yeşilimsi kahve tonlara doğru değişim göstermektedir. Züccaciye camlarında genellikle kızıl kahve rengi, dolayısı ile de düşük demir içerikli terkipler tercih edilmektedir.

Sülfür-sülfat redoks çifti, genelde Fe^{+2}-Fe^{+3} çiftine kıyasla, kullanılan karbon miktarındaki değişimlere karşı daha fazla hassasiyet gösterir. Bu itibarla, bal rengi cam üretiminde renk kararlılığı ve kontrolünün sağlanabilmesi açısından, bal rengi kromoforunun oluşumu ve miktarı çoğunlukla karbon miktarında yapılan ayarlamalarla takip edilmektedir.

Yükseltgen ve indirgen camlar, kükürt içeren gazların çözünürlüğü açısından önemli farklılıklar göstermektedir. Bal rengi camın afinasyonu genelde oksidan camlara kıyasla daha kolaydır. Buna karşın, kükürt çözünürlüğünün daha az olması nedeniyle, cam içinde çözünmüş gazların tekrar açığa çıkması şeklinde tanımlanabilecek ikincil habbe oluşumuna daha fazla eğilim göstermektedir.

Camda oksidan şartlarda SO_3 formunda bulunan kükürt, yarı indirgen şartlarda önemli miktarda SO_2, indirgen şartlarda ise S^{2-} haline dönüşmektedir. Söz konusu kükürt formlarının camdaki çözünürlüklerinin farklı olması nedeniyle, camda kükürt çözünürlüğü yükseltgen camlardan indirgen camlara doğru azalmakta; indirgen koşullarda ise fazla miktarda S^{2-} oluşumu ile hızla

artmaktadır. Camda kükürt çözünürlüğünün minimuma ulaştığı bölgede bal rengi kromoforu başlamaktadır. Kükürt çözünürlüğünün azalması, füzyonda mevcut kükürtlü gazların daha çabuk atılmasını sağlaması açısından afinasyona olumlu yönde etki etmektedir. Ancak, çözünürlüğün tekrar arttığı indirgen bölgede ise küçük oksidasyon farklarının büyük çözünürlük değişimlerine neden olması, camın ikincil habbelere (reboil habbelerine) olan eğilimini arttırmaktadır.

İkincil habbe ya da reboil, camda çözünmüş gazların ergime sonunda, dinlenme ve çalışma bölgelerinde, hatta feeder kanallarında tekrar ortaya çıkarak habbe oluşturması olarak tanımlanmaktadır. Bu tür habbeler, genellikle sülfat kristalleri içermeleri ile diğer habbelerden ayrılırlar.

Yaygın olan görüş, reboilin, camın tekrar ısıtılması sonucu oluştuğudur. Ancak, sıcaklık ile bağıntılı olmayan bazı faktörler de camda reboil habbelerine zemin teşkil edebilmektedir. Bal rengi cam oluşumu sırasında, ortamda fazla miktarda kükürt veya kükürt içerikli hammaddelerin mevcudiyeti bu faktörlerden biridir.

Fırın atmosferindeki değişimler veya fırın içinde yükseltgen ve indirgen camların birbiri ile karışması gibi çeşitli etkenler sonucunda da çoğunlukla reboil tipi habbelerin oluşumu gözlenir. Örneğin, sülfür içeren indirgenmiş cam, sülfat içerikli oksidan bir cam akımı ile karşılaştığında, aşağıdaki şekilde oluşan SO_2 gazı reboil habbelerini meydana getirir.

$$S^{2-} + 3\,SO^{-2}_{4} = 4\,SO_3^{2-} \qquad (1)$$

$$SO_3^{2-} + SiO_2 = SiO_3^{-} + SO_2 \qquad (2)$$

Camda kükürt çözünürlüğü konusunun, bal rengi cam kapsamında, renk değişimi ve üretim dönemi olmak üzere iki bölümde değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Renk değişimi sırasında, kükürt çözünürlüğü farklı olan camların birbiri ile karışması söz konusudur. Bu nedenle, oksidan bölgeden minimum kükürt çözünürlüğü olan bölgeye geçiş kademesi, cam kütlesi içinde çözünmüş gazların ani olarak açığa çıkması nedeniyle olabilecek köpürme ve aşırı habbe oluşumunu önleyecek şekilde ayarlanmalıdır. Aksi takdirde, bu durum önemli ölçüde üretim kaybına sebebiyet verir. Düşük demir içerikli terkipler ile elde edilen kızılımsı bal rengi tonu, özellikle züccaciye üretiminde tercih edilmektedir. Ancak, yüksek demir içerikli terkiplere kıyasla daha indirgen koşullarda oluşan ve dolayısı ile küçük oksidasyon farklılıklarına karşı kükürt çözünürlüğü kararlılık gösteremeyen söz konusu düşük demirli karbon-kükürt camlarında reboil habbelerine olan eğilim daha fazladır. Bu nedenle, düşük demirli bal rengi üretiminde, aşırı indirgen koşullarda oluşan terkiplerden kaçınılması ve üretim parametrelerinin mümkün olduğunca sabit tutulması gerekmektedir.

Söz konusu bal rengi camın özellikleri Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3 : Bal rengi camın renk ve optik özellikleri (std.kalıklık:3mm)

	Bal rengi cam
Renk katkıları % Fe_2O_3 (camda) Prit (kg/100kg cam) Kömür (kg/100kg cam) Na_2SO_4 (kg/100kg cam)	 0,180 0,153 0,158 0,270
Renk Parametreleri Başat dalga boyu(nm) % parlaklık % saflık	 581 32 97
L a b	63,62 10,7606 76,1861
% ışık geçirgenliği % direkt güneş ışını geçirgenliği	32 38
% Fe^{+2}/Fe_2O_3	75,69

4. Renk Geçişleri

4.1. Redoks Farkı Az Olan (Yükseltgen) Camlar

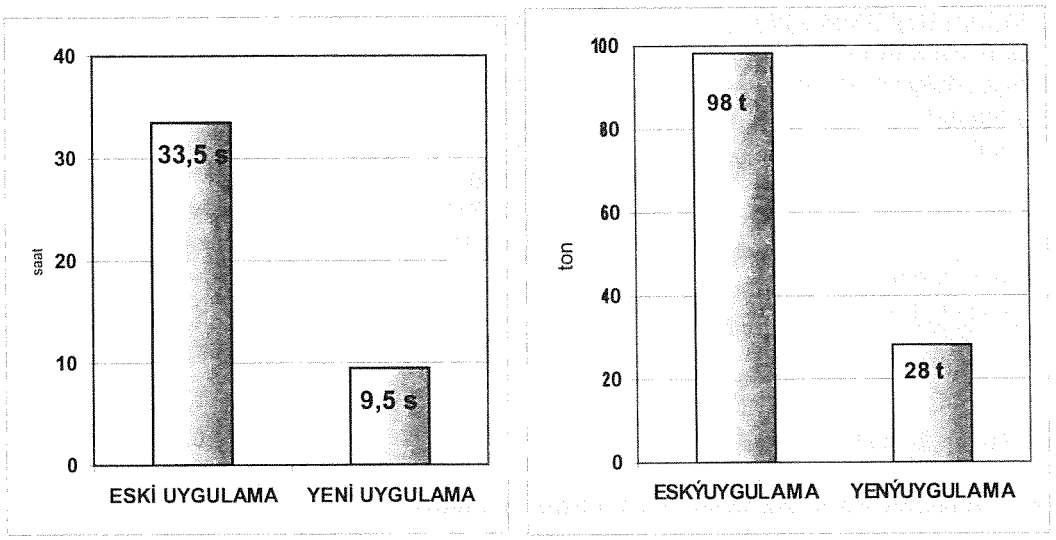
Bu bölümde redoks farkı az olan renksiz camdan bronz renkli cama geçiş ve bronz renkli camdan mavi renkli cama geçişle ilgili yapılan fiili uygulamalar anlatılmaktadır.

Yapılan çalışmalar

- Orjinal cam içindeki renk katkılarının renge olan etkisi ürün speklerinin içinde kalacak şekilde geçiş programı hazırlanarak ön kademe sayısı arttırılmıştır.
- Redoks farklılığından oluşabilecek olumsuzluklara ön kademe öncesi engel olabilmek için fırın kemer sıcaklığı yükseltilmiştir.
- Fırın bubbler patlama sayısının kontrollü olarak arttırılması ve daha etkin kullanımıyla, bubbler patlamalarının fırın içerisinde blok oluşturması ve bubbler blok gerisinde geri dönüş akımlarının arttırılması sağlanmış ve böylece füzyonun daha iyi ve daha kısa sürede karışımı sağlanmıştır.
- Redoks farklılığından oluşabilecek geçişlerde kaçınılmaz olarak görülen habbe gibi olumsuzluklar geçiş sırasında özellikle ara kademe uygulanırken cam kırığı oranı yükseltilerek önlenmiştir.
- Redoks farkı olmayan camlarda fırının daha çabuk ara renkten temizlenmesi amacıyla brüt çekiş 75 ton/gün' e yükseltilmiştir.
- Harman şarjı, camda renk dalgasının geldiği tarafın ters tarafından yapılarak renk dalgalarının daha çabuk giderilmesi sağlanmış, böylelikle daha erken ticari ürün alınmaya başlanmıştır.
- Geçiş sırasında kullanılan cam kırığı olarak, geçiş cam kırığı yerine, geçilen rengin üretim dönemindeki cam kırığı kullanılarak hem cam kırığının oranı yükseltilebilmiş, hem de cam kırığındaki renk verici oksitlerin kararlılığı sağlanmıştır.

4.1.1 Renksiz camdan bronz renkli cama geçiş

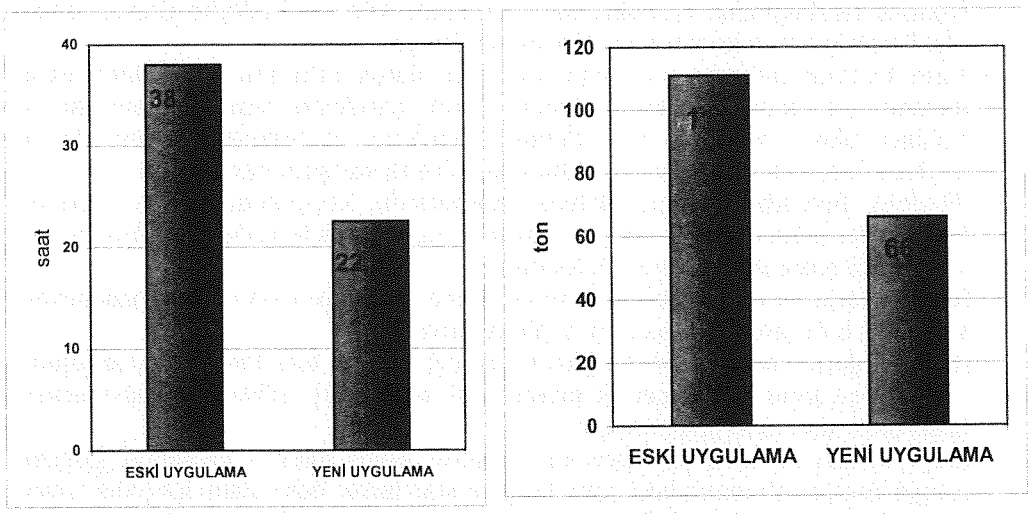
Renksiz camdan bronz renkli cama geçiş sırasında fırında yapılan operasyonlarla camdan cama geçiş süresinde 24 saat kısalma olmuştur. Şekil 2'de bu geçişlerin eski ve yeni uygulamaya ait süreleri ve açığa çıkan cam miktarları ton bazında verilmektedir.



Şekil 2: Renksiz camdan bronz renkli cama geçiş süresi ve cam kaybı

4.1.2 Bronz renkli camdan mavi renkli cama geçiş

Bu geçişte yeni uygulamayla renk geçiş süresinde 15.5 saat avantaj sağlanmıştır. Şekil 3'de geçişin eski ve yeni uygulamaya ait süreleri ve açığa çıkan cam miktarları ton bazında verilmektedir.



Şekil 3: Bronz renkli camdan mavi renkli cama geçiş süresi ve cam kaybı

4.2.REDOKS FARKI OLAN (İNDİRGEN) CAMLAR

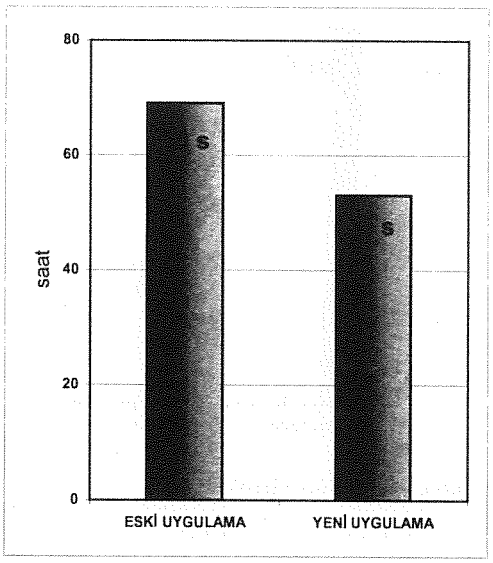
Bu bölümde redoks farkı çok olan camların geçişi yani, mavi renkli camdan bal renkli cama geçiş, bronz renkli camdan bal renkli cama ve bal renkli camdan renksiz cama geçişle ilgili olarak yapılan fiili uygulamalar anlatılacaktır.

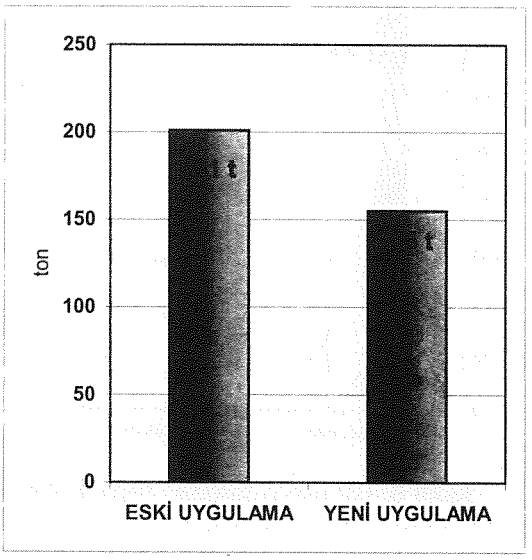
Yapılan çalışmalar

- Redoks farklılığından oluşabilecek olumsuzluklar göz önünde bulundurularak soda miktarı ön kademe öncesi % 2 oranında artırılmıştır.
- Orjinal cam içindeki renk katkılarının renge olan etkisi ürün speklerinin içinde kalacak şekilde geçiş programı hazırlanmıştır.
- Teoride öngörülen Rx katsayısı artırılarak yapılan fırın şartlandırılması ile 3 olan ara kademe sayısı 2' ye indirilerek renk geçiş süresinin kısaltılması sağlanmıştır.
- Fırın bubbler patlama sayısının kontrollü olarak arttırılması ve daha etkin kullanımıyla, bubbler patlamalarının fırın içersinde blok oluşturması ve bubbler blok gerisinde geri dönüş akımlarının arttırılması sağlanmış ve böylece füzyonun daha iyi ve daha kısa sürede karışımı sağlanmıştır.
- Redoks farkı olan ve geçiş sırasında afinasyon habbesinin yoğun olarak yaşandığı camlarda brüt çekiş 65 ton/gün'e kadar düşürülerek, camda habbe hatasının meydana gelmesi önlenmiştir.
- Harman şarjı renk dalgasının geldiği tarafın karşı tarafından yapılarak hafif renk dalgalarının giderilmesi sağlanmıştır.
- Geçiş sırasında kullanılan cam kırığı olarak, geçiş cam kırığı yerine, geçilen rengin üretim dönemindeki cam kırığı kullanılarak hem cam kırığının oranı yükseltilebilmiş, hem de cam kırığındaki renk verici oksitlerin kararlılığı sağlanmıştır.

4.2.1.Mavi renkli camdan bal rengi cama geçiş

Bu geçişde yeni uygulamayla renk geçiş süresinde 16 saat avantaj sağlanmıştır. Şekil 4'de geçişin eski ve yeni uygulamaya ait süreleri ve açığa çıkan cam miktarları ton bazında verilmektedir.

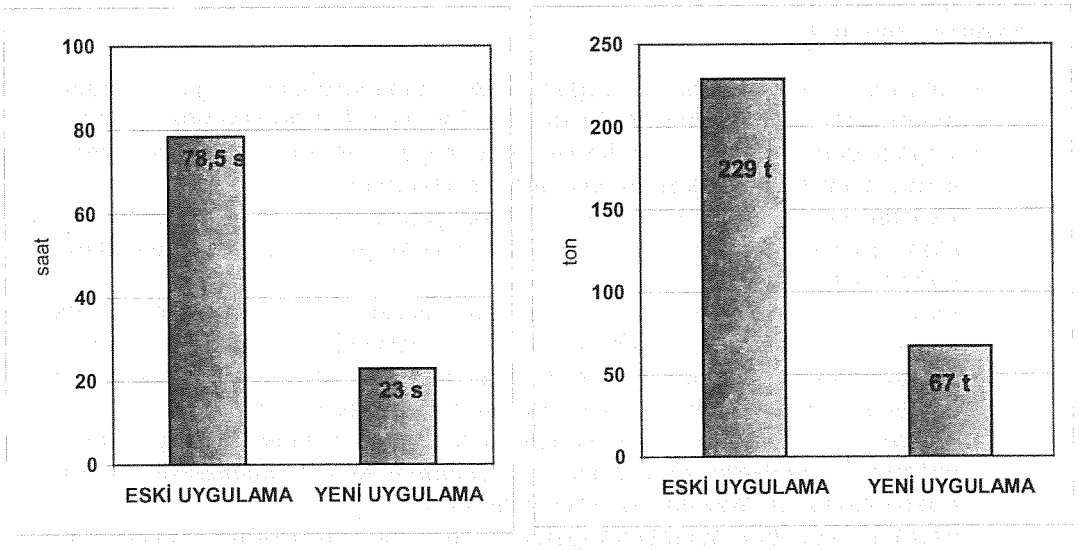




Şekil 4: Mavi renkli camdan bal rengi cama geçiş süresi ve cam kaybı

4.2.2.Bronz renkli camdan bal rengi cama geçiş

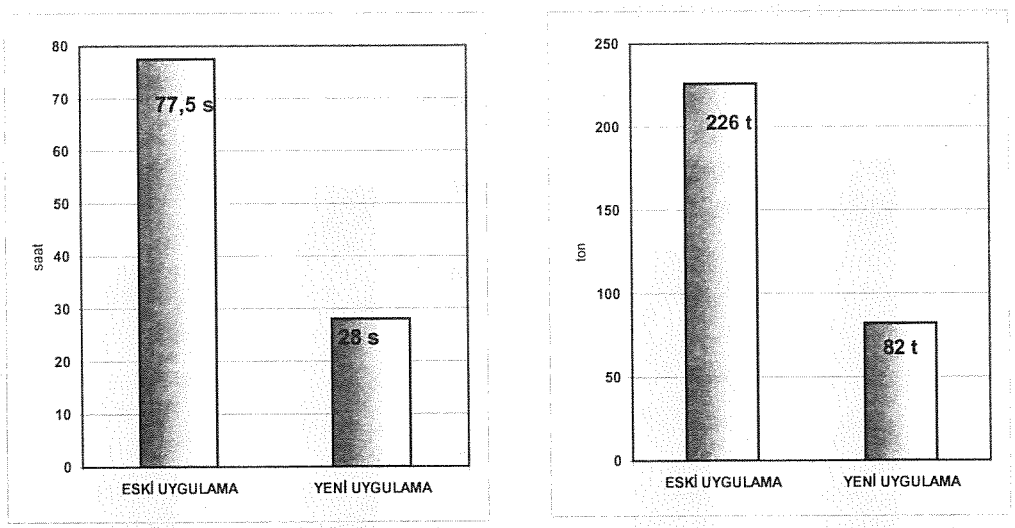
Söz konusu renk geçişinin yeni uygulamayla renk geçiş süresinde 55.5 saat avantaj sağlanmıştır. Şekil 5'de geçişin eski ve yeni uygulamaya ait süreleri ve açığa çıkan cam miktarları ton bazında verilmektedir.



Şekil 5: Bronz renkli camdan bal rengi cama geçiş süresi ve cam kaybı

4.2.3.Bal rengi camdan renksiz cama geçiş

Söz konusu renk geçişinin yeni uygulamayla renk geçiş süresinde 49.5 saat avantaj sağlanmıştır. Şekil 6'da geçişin eski ve yeni uygulamaya ait süreleri ve açığa çıkan cam miktarları ton bazında verilmektedir.



Şekil 6: Bal rengi camdan renksiz cama geçiş süresi ve cam kaybı

5.Sonuç

Çayırova 4'no'lu buzlu cam fırınında üretilen renkli camlara yönelik olarak aşağıda açıklanan operasyonlarla renk geçiş süreleri kısaltılmıştır.

- Geçiş süresince, harman dairesi ve üretim şefliği çalışanlarının yakın takibi ve geçiş değerlerinin birlikte değerlendirilerek kararların alınması,
- Geçiş süresince cam rengi ve analizlerin sıkı takibi ve analiz sonuçlarına göre zamanında müdahale edilmesi,
- Fırın bubbler'larının daha etkin kullanılması,
- Oksidan ve indirgen cama geçerken kademelerin teorik olarak uygun görülen Rx farklılıkları bu geçişlerde çok olmasına rağmen, bu farktan dolayı oluşabilecek olumsuzlukların, fırın şartlarında yapılan değişiklik ve müdahalelerle önlenmesi.

Yeni uygulama ile eski uygulamaları içeren iki yılı tüm renk geçişleri ile karşılaştırıldığında; 681 ton renkli buzlucam, parasal değer olarak ise 245.700 $ tasarruf sağlanmıştır.

OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN YENİ KALİTE STANDARDI: ISO/TS 16949:2002

Figen ALGÜN - Dr. Reha AKÇAKAYA
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

Özet

2002 yılı başından itibaren dünyanın hemen tüm otomotiv parça imalatçıları zorlu bir kalite şartnamesine hazırlık sürecine girmiştir. ISO/TS16949:2002 adındaki bu yeni şartname müşteri memnuniyeti, yönetim sorumluluğu, süreç yaklaşımı ve sürekli gelişme felsefesi üzerine kurulmuş olup, ISO 9000:2000 temeli üzerine otomotiv özel şartlarını inşa etmektedir. Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası (TO), şartnamenin yayımlandığı 14 Mart 2002'den itibaren içine girdiği yoğun bir hazırlık süreci sonunda 25 Mart 2003'de 16949 bayrağını göndere çekmeyi başardı. Bu bildiride, TO'nun ISO/TS 16949:2002'ye uyum süreci içinde kullandığı kaynak ve yöntemler, karşılaştığı sorunlar ve elde ettiği kazanımlar anlatılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: *Kalite, Otomotiv, Standartlaşma*

1. Giriş

Otomotiv sektöründe üretim ölçeklerinin eski sınırları zorlaması, ana sanayii müşterilerinin sürekli yenilik, fiyat indirimi ve kalite beklentileri, yan sanayici için artan performans ve katma değer zorunlulukları, kısalan araç model ömürleri otomotiv sektörüne önemli bir girdi olan emniyet camlarını sağlayan Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası'nı (TO) da etkisi altına almaktadır.

Değişken şartlara uyum sağlama ve müşteri odaklı çalışabilme, verimli ve kaliteli ve dinamik sistemler gerektirmektedir. TO'nun yeni kalite yönetim sistemi de, sektörün tüm gerekliliklerini daha etkin şekilde karşılamak üzere, ISO/TS 16949:2002 şartnamesine uygun olarak tasarlanmış ve 25 Mart 2003 tarihinde belgelenmiştir.

ISO/TS 16949:2002, 15 Aralık 2003 tarihinden itibaren Renault, Ford, Daimler Chrysler, Volkswagen gibi kendi kalite standatları olan otomotiv üreticileri tarafından tedarikçilerine zorunlu bir standart olarak getirilecektir. ISO 9000:2000 kalite yönetim sistemi üzerine kurulu olan ve dolayısıyla geleneksel kalite anlayışına önemli değişiklikler getiren bu standart, temelindeki kalite yönetim prensipleri ve toplam kalite anlayışı ile tüm işletmelerde uygulanabilecek niteliktedir.

2. ISO/TS 16949:2002'ye Hazırlık Aşaması

Müşterilerin beklentilerine cevap vermek ve QS 9000 otomotiv yan sanayii şartnamesine uygun olan mevcut toplam kalite yönetim sistemimizin etkinliğini sınamak için ISO/TS 16949:2002 belgesinin alınmasına karar verilmiştir.

Bu kararla birlikte mevcut kalite yönetim sisteminin yeni şartnameye adaptasyonunda çalışacak kişiler belirlenip bir ekip oluşturulmuştur. Standardın kapsamının tam olarak anlaşılabilmesi için bir danışmanlık firmasıyla görüşülüp bilgilendirme eğitimi alınması sağlanmış, bu arada ekip çeşitli tanıtım ve eğitimlere katılmış, çeşitli yayınları incelemiştir.

3. Uyarlama Süreci

ISO/TS 16949:2002 alışılagelmiş ISO 9000:1994 şartnamesine göre bazı alanlarda önemli yeni yükümlülükler getirmektedir. Bunların başlıcaları şunlardır:

- Müşterilerin mevcut ve gelecekteki ihtiyaç ve beklentilerinin anlaşılması
- Müşteri memnuniyetinin ölçülmesi
- Çalışanların yönlendirilmesi, yardımcı olunması ve yetkelendirilmesi.
- Kuruluş amaç ve hedeflerine kişisel sahiplenme sağlanması
- Süreçlerin açık iç ve dış müşteri veya tedarikçilerinin belirlenmesi. Süreç faaliyetlerinde çalışanların , ekipmanın, yöntemlerin ve malzemelerin etkin kullanımını sağlayacak kaynaklara odaklanılması.
- Süreçlerin kuruluş amaç ve hedefleri ile donatılması.
- Süreçlerin sürekli iyileştirilmesi için gerçekçi ve iddialı amaç ve hedeflerin oluşturulması,
- Kaynakların sağlanması,
- Çalışanlara gerekli araçların, imkanların ve cesaretin verilmesi.
- Ürün, süreç ve sistem geliştirme ve iyileştirmeleri için stratejik işbirlikleri ve ortaklıklar kurulması
- Karşılıklı güven ve saygı ile müşteri memnuniyeti ve sürekli iyileşmeye katılımın geliştirilmesi.

Bu yapısıyla yeni şartname, eskiden birbirinden bağımsız olan QS 9000, VDA 6.1, EAQF ve AVSQ gibi ulusal otomotiv şartnamelerini biraraya getirerek hemen tüm otomotiv ana sanayiinin kendi altyapımcılarından talep ettikleri ortak bir kalite yönetim sistemi olarak kabul görmüştür.

ISO/TS 16949:2002, üzerine kurulu olduğu ISO 9000:2000 gibi sekiz kalite yönetim prensibi getirmektedir.

1. Müşteri odaklılık
2. Liderlik
3. Çalışanların katılımı
4. Süreç yaklaşımı
5. Sistem yaklaşımı
6. Sürekli iyileştirme
7. Karar vermede gerçekçi yaklaşım
8. Tedarikçilerle sıkı işbirliği

TO'nun yeni kalite yönetim sistemi yukarıdaki prensipler esas alınarak aşağıda incelenecektir.

3.1 Müşteri Odaklılık

Müşteri kavramını dış ve iç müşteri olarak ikiye ayırabiliriz. Dış müşterilerimizi nihai ürünlerimizin alıcıları, iç müşterileri ise fabrika içinde süreçlerde faaliyet gösterirken kendisine ürün veya hizmet sunulan birimler olarak tanımlıyabiliriz.

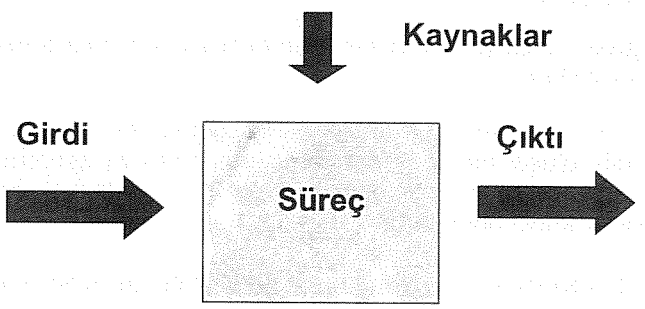
TO'da süreçler ve karşılıklı olarak gerçekleştirilen faaliyetler gözönüne alınarak bir iç müşteri matrisi oluşturuldu, dış ve iç müşteri memnuniyetini belirleyebilmek için öncelikle memnuniyet anketleri düzenlendi. Üretim ve hizmet kalitemizi ve iletişim hızımızı arttırmak, hizmet geliştirme yollarını modernleştirmek amacıyla başlatılan TO Değişim Projesi ise sürdürülmektedir.

3.2 Süreç Yaklaşımı

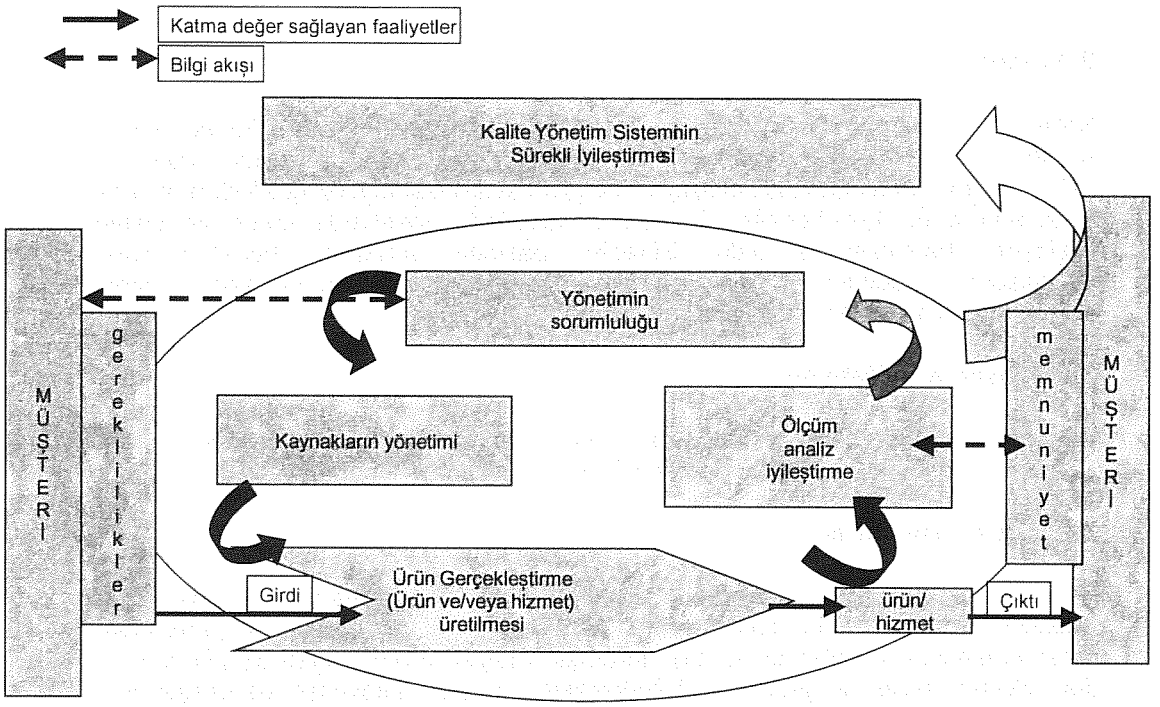
Süreç sadece üretim süreci değil, genel anlamda amaçlanan çıktıyı elde etmek için kullanılan çeşitli girdiler üzerinde katma değer yaratan tüm faaliyetler olarak Şekil 1'deki gibi tanımlanmıştır.

TO süreçleri müşteri beklentilerini istenen kalitede ve terminde sağlayabilmek için tüm faaliyetlerin etkileşimi, süreçlerin iç ve dış müşterileri düşünülerek tasarlanmıştır.

Ekibimiz, belirlenen süreç yaklaşım modelini ve geleneksel PUKÖ (Planla–Uygula Kontrol–Önlem Al) çevrimini dikkate alarak müşteri isteklerinin anlaşılmasından başlayıp, müşteri memnuniyetiyle sonuçlanan faaliyetler zincirinde yer alan tüm TO süreçlerini şartnamenin önerdiği gibi yeniden tanımlamıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Süreç tanımının şematik gösterimi.



Şekil 2. TO süreçlerinin tanımlanmasına temel oluşturan PUJÖ döngüsü.

TO süreçleri 4 ana grupta toplanmıştır:

1. Yönetsel
2. Müşteri odaklı
3. Destek
4. Denetleme ve İyileştirme

Şekil 3, altı ana TO sürecini göstermektedir.

Yönetim etkinlikleri	**Sipariş değerlen-dirme**	**Ürün ve proses tasarımı**	**Satınalma**	**Üretim**	**Ölçme, gözlem, analiz, iyileştirme**

Şekil 3. Altı ana TO süreci

Tanımlanan tüm bu süreçler dokümante edilirken dokümantasyonda görsellik ön plana alınmıştır. Süreçler; oluşturan faaliyetler, ilişkileri, faaliyet sorumluları ve faaliyetleri gerçekleştirirken uyulması gereken prosedürler, düzenlenmesi gereken raporlar, karar noktalarını belirtecek şekilde hazırlanmış ve süreç içinde görevleri bulunan tüm birimlerin katılımıyla son şekil verilmiştir.

3.3 Liderlik

Kalite politikamız tüm yöneticilerimizin katılımıyla, yeniden değerlendirilerek etkin bir şekilde tüm TO çalışanlarına duyuruldu. Yeni kalite politikası uyarınca, müşterilerimizin halihazırdaki ihtiyaçları ve gelecekteki beklentileri gözönüne alınarak süreçlerin tümü için hedefler belirlendi. Hedeflerle yönetimde süreç ve sistem yaklaşımı benimsenmiş oldu. Süreçler bazında belirlenen hedefler süreç çalışanlarının hedeflerine kadar indirgenerek Performans Değerlendirme Sistemi kapsamında çalışanlarla paylaşıldı.

3.4 Çalışanların Katılımı

Süreç bazlı hedef tespiti ve geniş tabanlı eğitimlerin tamamlanması ile TO çalışanlarının tüm süreçler için gereken katkıları sağlamaları hedeflendi.

3.5 Sürekli İyileştirme

İyileştirmenin sürekliliği için Ölçme - Gözlem - Analiz - İyileştirme prosesi oluşturuldu. İyileştirme faaliyetlerinin başlatılacağı hareket noktaları, süreçlerin performans parametrelerinin hedeflerden saptığı durumlar, müşteri memnuniyeti ölçümleri, iç ve dış tetkikler, kalite seviyesindeki değişkenlikler, müşteri şikayetleri ve iyileştirmeye açık proses koşulları olarak belirlendi. Sürekli iyileştirme faaliyetlerini gerçekleştirmek ve kalıcılığını sağlamak amacıyla gerekli olan eğitimler alındı. Bunlar;

- Design ve Process FMEA (Hata türleri ve etkileri analizi)
- İleri Ürün Kalite Planlama
- 8D Problem Çözme Disiplini
- MSA (Ölçme sistemlerinin analizi)
- İstatistiksel Proses Kontrol
- Süreç yaklaşımı ve Kritik süreçlerin belirlenmesi
- Poka-Yoke (Hatasızlaştırma)

eğitimleridir. Kaizen çalışmaları ise küçük adımlı iyileştirmeler şeklinde devam etmekte ve yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır.

3.6 Sistem Yaklaşımı

TO süreçleri, tüm faaliyetler sistemi gözönüne alınarak belirlenmiştir.

- FIFO uygulamaları
- TPM uygulamaları
- Bakım sistem methodu uygulanması
- Kalite kontrol sistematiğinin oluşturulması
- Girdi kontrol sistematiğinin oluşturulması
- Kritik Yedek Parça sistematiğinin oluşturulması
- Kalibrasyon çalışmaları
- Barkodlu ürün takip sisteminin oluşturulması

Süreçler sisteminin uygulamaları olarak hayata geçirilmektedir.

3.7 Karar vermede gerçeklere dayalı yaklaşım

Kalite sisteminin kurulmasındaki temel amaç etkin yönetim araçlarının, insan kaynağının ve uygun teknolojilerin kullanılması ile maliyetlerin azaltılması, performansın ve pazar payının arttırılmasıdır.

Bu temel amaca ulaşmada, olgu ve verilerden hareketle konuşmak, doğru verilerle, doğrulanmış raporlar oluşturmak, fikir geliştirmek ve tedbir almak çok önemlidir. Bu kapsamda TO'da üretim proseslerinin kalite, hız ve çalışma verimleri ile müşteri reklamasyonlarının takip edildiği veri tabanları kullanılmakta ve istenen periyodda raporlar oluşturulmaktadır.

3.8 Tedarikçilerle sıkı işbirliği

TO'da ön plandaki müşteri ihtiyaçlarının karşılanması, tedarik zincirinde kesintilerin oluşmaması ve tedarikçilerin de değişen şartlara ayak uydurabilmesinde destek olabilmek için yeni kavramlar geliştirilmiş ve tedarikçilerimizle paylaşılmıştır.

Bu kapsamda tedarikçilerimizin yeni bir ürün üretimi veya kapasite arttırma gereksinimi durumunda, yeni sürece hazır olduğunu belirlemek ve tedarikçilerin etkilerinin derecelendirmesi için kriterler oluşturulmuş ve bu kriterlere dayalı değerlendirmeler yapılarak tedarikçilerimizle paylaşılması planlanmıştır. TO'nun tedarikçileri içinde özellikle son müşteri memnuniyetsizliği yaratabilecek ürün ve hizmet sunanlar düzenli olarak denetlenmekte, kalite yönetim sistemi, ürün ve sevkiyat kalitesi bağlamındaki beklentilerimiz paylaşılmaktadır.

4. Belgelenme sürecinde alınan dersler

TO kendi kalite yönetim sistemini, kalite bakımından en zorlu sektörlerden biri olduğu bilinen otomotiv sektöründeki büyük ana sanayiinin uzlaşı ile ortaya koyduğu ISO/TS 16949:2002 şartnamesine uyarlarken çeşitli öğrenme süreçlerinden geçmiş ve geçmektedir. Elde edilen sonuçlar ve yapılan gözlemler şu şekilde özetlenebilir:

- Yeni kalite kavramı tam anlamıyla üst yönetimlerin sorumluluğu altına girmiştir. Bunu bir yandan şartname bu şekilde tanımlarken, müşterilerle olan bütün ilişkiler de buna işaret etmektedir.
- Otomotiv ana sanayii, kaliteli ürün ve hizmetlerin kaliteli sistemlerden gelebileceği konusunda kararlıdır. Kendi tasarım ve üretim süreçlerindeki doğruluk ve tutarlılığı, ürettikleri aracın yaklaşık %80'ini satınaldıkları parça imalatçılarından da beklemektedirler.
- Müşteri memnuniyeti kalite konusunun temelini teşkil etmektedir. İç müşterilerin bu kapsamın dışında tutulması ise ciddi bir hatadır. Yönetimin iç müşteri olmadığı, süreçlerin doğru işlemesini sağlama sorumluluğundan dolayı bir hizmet tedarikçisi olarak tanımlanması düşünülmelidir.

- Toplam kalite sistemlerinin bir kuruma maledilebilmesi için tüm birimlerin katkısının sağlanması zorunludur. Bu nedenle tüm birimlerin gerekli yetkinlikte ve miktarda işgücü katkısı ile çalışmalara başlaması başarı için zorunludur.
- Burada tarif edilen ve otomotiv özelinde örneklenen sistem ve süreçler her türlü mal ve hizmet üreten işletme için geçerli olmalıdır. Kalite yönetimi bakımından işletmeler arasındaki tek fark, iş süreçlerinin tarifinde aranabilir.

5. Sonuç

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası (TO), otomotiv ana sanayii müşterilerinin ortak kalite yönetim sistemi şartlarını içeren ISO/TS 16949:2002 şartnamesine göre kendi kalite yönetim sistemini kurmuştur. Yeni şartname, üzerine kurulu olduğu ISO 9000:2000'de olduğu gibi, müşteri odaklılık, sürekli iyileşme ve yönetim sorumluluğu konularında bazı önemli yenilikler getirmektedir. Yeni sistem, kaliteyi işletmenin bütün iş süreçlerine yaymakta, çalışanların katılımını ve yönetim kararlılığını esas almaktadır.

Bu bildiride TO'nun yeni kalite yönetim sisteminin ana unsurları ele alınmış, süreç içinde elde edilen kazançlar anlatılmıştır.

Teşekkür

Yazarlar, belgelendirme sürecinde özveri ile çalışan 16949 ekibine, emeği geçen tüm TO çalışanlarına, desteğini sürekli hissettiren üst yönetime, danışman ve denetçilerine teşekkürü borç bilir.

6. Kaynakça

1. Technical Specification ISO/TS 16949 Second Edition 2002.03.01
2. TS EN ISO 9004 Nisan 2001
3. Serdar Uzel, Eğitim Notları: ISO/TS 16949:2002
4. Gürsel Kahraman, Otomotiv Sektöründe Yeni Arayışlar ve ISO/TS 16949:2002, Bureau Veritas Türkiye, 2003.

KROMSAN YENİ ENDÜSTRİYEL ATIK SU ARITMA TESİSİ

Faruk Tamer AKKÖSEOĞLU
Kimyasallar Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı

Dr. Hülya ÖZKAN - Pelin KARAK
Kimyasallar Grubu, Üretim Başkan Yardımcılığı

Özet

"Soda Sanayi A.Ş. tüm faaliyetlerini, çevreyi ve çalışanlarının, müşterilerinin ve yakın çevresinin sağlık ve güvenliğini gözetecek şekilde yönetmeyi taahhüt eder. Bu taahhüdünü Üçlü Sorumluluk ve sistem standartları doğrultusunda sürekli geliştirmeye açık bir yönetim sistemi ile güvence altına alır."

Kromsan Fabrikası' nın 1988 yılında kurulan mevcut atık su arıtma tesisinin 2003 yılında yenilenen deşarj izni ile halen görevini yerine getiriyor olmasına rağmen; atık çamurun susuzlaştırılması, çalışma hatalarının minimize edilmesi, mevzuatımızda zorunlu olmasa da aynı zamanda yağmur sularının (storm water) da belirli kıstaslar çerçevesinde toplanması, depolanması ve arıtılmasına olanak sağlayacak çevre yönetim sistemi ile entegre, yürürlükteki çevre limitlerinin de altında değerleri hedefleyen, gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan yeni ürün yada üretim artışına cevap verebilecek yüksek kapasiteli ve teknolojik olarak uzun yıllar hizmet edebilecek yeni bir endüstriyel atık su arıtım tesisinin kurulmasına karar verilmiştir.

İlgili tüm birimlerin katılımıyla tasarım kriterleri belirlenen yeni endüstriyel atık su arıtım tesisinin ihale sonrası kurulumu neticesi, yönetmeliklerin ötesinde arıtımı ile deşarj limitleri her anlamda garanti altına alınmış ve arıtma çıkışı değerleri on-line olarak izlenebilir kılınmıştır.

Bu bildiri, Kromsan Fabrikasının gelecekte de var olma savaşındaki kararlılığının ve taahhütlerinin bir göstergesi olan yeni atık su arıtım tesisinin laboratuardan sahaya kurulum aşamalarını anlatmaktadır.

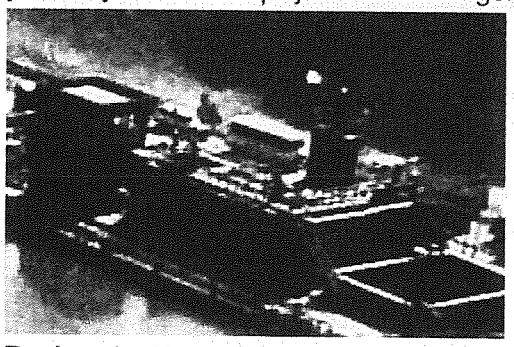
Anahtar Sözcükler: *arıtma, atık su, endüstriyel, yağmur, çevre*

1. GİRİŞ

"Soda Sanayi A.Ş. Kromsan Krom Bileşikleri Fabrikası tüm faaliyetlerini, çevreyi ve çalışanlarının, müşterilerinin ve yakın çevresinin sağlık ve güvenliğini gözetecek şekilde yönetmeyi taahhüt eder. Bu taahhüdünü Üçlü Sorumluluk ve sistem standartları doğrultusunda sürekli geliştirmeye açık bir yönetim sistemi ile güvence altına alır."

2. Atık Su Yönetim Sistemi

Kromsan Fabrikası' nın 1988 yılında kurulan mevcut atık su arıtma tesisinin 2003 yılında yenilenen deşarj izni ile halen görevini yerine getiriyor olmasına rağmen; atık çamurun susuzlaştırılması, çalışma hatalarının minimize edilmesi, mevzuatımızda zorunlu olmasa da aynı zamanda yağmur sularının (storm water) da belirli kıstaslar çerçevesinde toplanması, depolanması ve arıtılmasına olanak sağlayacak çevre yönetim sistemi ile entegre, yürürlükteki çevre limitlerinin de altında değerleri hedefleyen, gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan yeni ürün yada üretim artışına cevap verebilecek yüksek kapasiteli ve teknolojik olarak uzun yıllar hizmet edebilecek yeni bir endüstriyel atık su arıtım tesisinin kurulmasına karar verilmiştir.



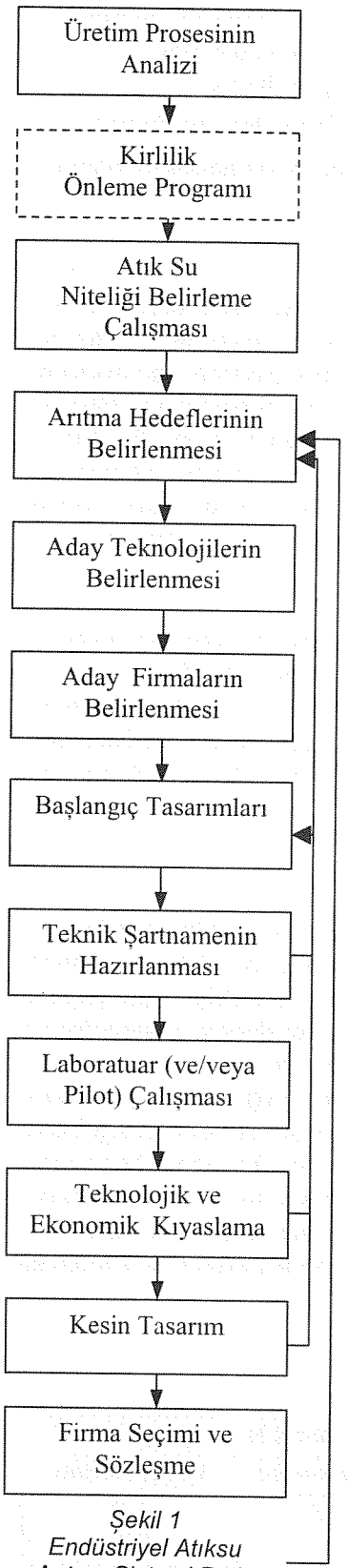
Resim 1: Kromsan Eski Atık Su Arıtma Tesisi

Bu bildiri, Kromsan Fabrikasının gelecekte de var olma savaşındaki kararlılığının ve taahhütlerinin bir göstergesi olan yeni atık su arıtım tesisinin laboratuardan sahaya kurulum aşamalarını anlatmaktadır. Bu sürecin her iş aşaması katılımcı yönetim anlayışıyla, ilgili tüm birimlerin ortak kararlarıyla yürütülmüştür.

Şekil 1 Atık Su Yönetim Sistemi anlayışı çerçevesinde bu projenin gerçekleştirilmesinde takip edilen yaklaşımı özetlemektedir.

2.1. Üretim Prosesinin Analizi

Fabrika içerisinde üniteler bazında oluşturulan çalışma grupları, eş zamanlı yürüttükleri proses analizleriyle her bir üretim aşamasının endüstriyel atık su oluşumuna katkısını miktar ve tip olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma neticesinde fabrikanın temiz su kullanım nokta ve miktarları ile oluşan atık su miktarı bir blok diyagramla ifade edilmiş ve güncel endüstriyel atık su durum tespiti yapılmıştır.



Şekil 1
Endüstriyel Atıksu Arıtma Sistemi Proje Yürütme Yaklaşımı

2.2. Kirlilik Önleme Programı

Kirlilik önleme yada başka bir deyişle atık azaltma, atık yönetim sistemlerinin başlıca amacı olmuştur. Pek çok akademik çalışmanın yanı sıra dünyaca tanınan EPA gibi kuruluşlar ve Soda Sanayi A.Ş' nin de dahil olduğu Üçlü Sorumluluk programlarının ana hedefi atıkların mutlak en küçük miktara doğru azaltılması hatta bunun da ötesinde "sıfır atık" noktasına getirilmesidir. Bu anlayışla atık yönetiminde "Azalt-Geri Kullan-Bertaraf Et" temel felsefe olarak kabul görmüştür. Arıtma tesislerinin her ne kadar bu programların tamamlanmasından sonra kurulması genel kabul olarak görülse de, Kromsan Krom Bileşikleri Fabrikası bu programı kendi atıklarının aktif olarak azaltılması için zaten yıllardır kuruluş felsefesi olarak kabul etmiştir. Bu nedenle yeni endüstriyel atık su arıtım tesisi bu programın bir sonucu olarak görülmelidir.

Yeni atık su arıtma tesisinin aynı zamanda yağmur sularının da arıtılmasına hizmet etmesi planlanmıştır. Bu doğrultuda yüzey sularının kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü için programa ilave aktiviteler yüklenerek endüstriyel atık su arıtma tesisiyle entegre edilmesi ve aşağıda sıralanan çalışmalarla kontrolü öngörülmüştür:

- Yağmur sularının çatı, park alanı, depo alanları, yollar ve açık havada bulunan ekipmanlar gibi temas edebileceği yüzey kirliliklerinin yayılmasını önleyici oluk, kanal ve eğimle kanala yönlendirme, toplama ve depolama

- Fabrika' da kullanılan kimyasalların; yükleme, boşaltma ve aktarma sırasında karşılaşılan dökülme, saçılma, sızma, damlama kirlilikleri oluşumunu önleyecek faaliyetlerin sürekli yenilenmesi ve gözden geçirilmesi
- Kazaların önlenmesi için eğitim, tabela, uygulama prosedürleri hazırlanması
- Kimyasal malzeme taşıyan taşıtların kontrolü ve duşlama sistemiyle yıkanması

2.3. Atık Su Niteliği Belirleme Çalışması

Yeni tesisin tasarım kriterlerine karar verebilmek amacıyla atık suyun miktar, madde akışı ve konsantrasyonların yanı sıra kimyasal, biyolojik ve fiziksel niteliklerinin belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma çerçevesinde eski atık su arıtma tesisinin kayıtlı 2000 yılı Cr^{+6} ve pH değerleri ile 2002 yılı içinde çeşitli zamanlarda toplanan günlük birikimli numunelerin de Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo:19 da verilen alıcı ortama deşarj standardını sağlayacak parametreler için analizleri yapılmış ve istatistiksel veriler oluşturulmuştur. Avrupa Birliği ve Alman Yönetmelikleri ile uyumlu olabilmesi için bu mevzuatlar da karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Yeni tesisin endüstriyel atık suyun yanı sıra aynı zamanda yağmur sularının toplanmasına, depolanmasına ve arıtılmasına hizmet etmesi de öngörülmüştür. Bu amaçla çeşitli zamanlarda ve yağmur yağma süresince önceden belirlenen akış kanalları, toplama kanalları ve yağmurun şiddetine göre oluşan birikintilerden zamana karşı alınan numunelerde analizler yapılmış ve yağmur sularının bu kontrol noktalarına göre niteliği belirlenmiştir.

2.4. Arıtma Hedeflerinin Belirlenmesi

Uzun yıllar hizmet etmesi planlanan bu tesis için kapasite artışları ve yönetmeliklerde oluşabilecek olası değişiklikler nedeniyle son derece emniyetli hedefler seçilmiştir. Hedeflerin seçiminde endüstriyel atık su niteliği kadar yağmur suyu yükü de belirleyici olmuş, laboratuar çalışması, başlangıç tasarımlarının ekonomik kıyaslaması ve teknik analizi neticesi aday firmalarla beraber birkaç kez revize edilerek fabrika ve ideal tasarım gereklerine uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. Arıtma sonrası deşarj suyunda Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Tablo 19 gereğince istenen değerlerin altında son derece iddialı bir hedef belirlenmiş ve bundan vazgeçilmemiştir. Sıfır hataya yönelik kurulması hedeflenen bu tesisin hem akış ve konsantrasyon dengelemesini (1) sağlayabilmesi (flow equalization) hem de güvenli bir çalışma için yüksek hacimli depolama tanklarının kurulması öngörülmüştür.

Tablo 1: Endüstriyel Atık Su Limitleri

	Anlık Numune (2 saat)		Kompozit Numune (24 saat)	
	Yönetmelik	Proje Hedefi	Yönetmelik	Proje Hedefi
Cr^{+6} mg/lt	0,5	0,0	0,5	0,0
T. Cr mg/lt	2	1	1	0,5

tankla 60 saat, daha uzun süreli yağışlarda proses suları toplama tankı hacmi ile beraber 104 saatlik bir hacim elde edilmiştir (bu süreler tesisin arıtma kapasitesi de dikkate alınarak hesaplanmıştır). Çok kısa süreli ve yüksek yağış durumu halinde ise sistem, toplama noktalarındaki pompaların kapasitelerin arttırılmasıyla sorunsuz çalışabilecek esnekliğe sahip olmak üzere tasarlanmıştır.

2.5. Aday Teknolojilerin Belirlenmesi

1984 yılında faaliyete geçen Kromsan Fabrikası ve ilgili birimlerinin yüksek bir rekabetin yaşandığı bu sektörde krom kimyasalları teknolojileri konusunda önemli birikimi olduğu yadsınamaz. Her ne kadar kirliliğin tipine ve deneyimlere dayanarak arıtma teknolojisinin seçimine karar verilebilirse de konusunda uzmanlaşmış firmaların kaydettikleri gelişmeleri de göz ardı etmemek gerekir. Bu çalışmada her iki durum da dikkate alınmıştır.

Deneyimler ve literatür araştırmaları göstermiştir ki ağır metal içeren atık suların arıtılmasında çoğunlukla kimyasal çöktürme işlemi kullanılmaktadır. Artı 6 değerlikli kromun (Cr^{+6}) arıtılmasında izlenen yol çöktürme öncesi artı 3 değerlikli kroma (Cr^{+3}) indirgenmesidir. İndirgen olarak demir sülfat, sodyum metabisülfit veya sülfür dioksit kullanılabilmekte, indirgeme genel olarak sülfürik asit yardımıyla sağlanan asidik ortamda gerçekleşmektedir. Kromun daha sonra hidroksit formunda çöktürülebilmesi için ise pH 8,2 – 9,0 aralığında nötralizasyonu gerekmektedir. Ancak çok küçük partiküllerin (pin flock) özel bir çöktürme tankında kimyasal çöktürme sonrası sistemden uzaklaştırılmasında problemler yaşanabilmekte ve her zaman istenen seviyede bir arıtma elde etmek mümkün olmamaktadır. Bu amaçla genelde çöktürme sonrası savaklanan temiz suyun içerdiği bu çok ince partiküllerden arındırılabilmesi için kum içeren bir filtreden (1,3) geçirilmesi gerekebilmektedir. Bunun ötesinde halen istenen düzeyde bir temizlik sağlanamamışsa adsorpsiyon ortamı olarak aktif karbon filtresi (4) eklemenin iyi bir çözüm olabileceği sonucuna varılmıştır.

İyon değiştirme (ion exchange) etkili bir arıtma metodu olsa da daha çok düşük konsantrasyonlu atık suların arıtılmasında kullanılmaktadır ve maliyeti kimyasal çöktürmeye oranla oldukça yüksektir.

2.6. Aday Firmaların Belirlenmesi

Aday teknolojilerin belirlenmesinden sonra aday firmaların belirlenmesi aşamasına gelinmiştir. Firmaların belirlenmesinde göz önüne alınan kıstaslar kısaca aşağıda sıralanmıştır :

- Firmanın benzer nitelikte kromlu atık su içeren ve en az 10 m^3/saat kapasitede; otomobil, metal veya kimya sektörlerinde iş bitirmiş olması
- ISO 9001 belgesi
- Yurt dışı bağlantılı olması
- Tanınmış ve güvenilir olması
- Tamamlanmış bir tesisinin incelenmesi

2.7. Teknik Şartnamenin Hazırlanması

Niteliği ve arıtma hedefleri belirlenen atık su arıtma sisteminin tasarım, üretim, temin, inşaat, montaj, test ve garanti şartlarının ana hatlarını kapsayan teknik şartnamesi hazırlanıp yukarıda ki kıstaslara göre belirlenen 4 firmaya gönderilmiştir. Teknik şartname amaç, tedarik öncelikleri, proses verileri, test gerekleri, garantiler, normlar, doküman ve veri istekleri konularını içerecek şekilde, arıtma hedeflerinin yanı sıra fabrika mevcut sistem ve kurulu düzenine cevap verebilmesi için elektrik, enstruman, mekanik, inşaat, yerleşim gereklerini de bildiren bir formatta hazırlanmıştır.

2.8. Başlangıç Tasarımları

Firmaları ilk tekliflerini göndermeleri sonrası incelenen başlangıç tasarımlarında önerilen kurgu ve kullanılacak kimyasallar hazırlanan mukayese tablosunda özetlenerek teklifleriyle beraber ilgili birimlerin görüşlerine sunulmuştur.

2.9. Laboratuvar Çalışması

Laboratuvar ölçekli çalışmalar bir prosesin ekonomik ve teknolojik olabilirliğinin belirlenebileceği çabuk ve etkili yollarından biridir, ancak laboratuvar çalışması sonrası genellikle pilot çalışma ile kesin bir yargıya varmak mümkündür. Bu projede ise eski atık su arıtma tesisinde kullanılan kimyasalların benzerliği nedeniyle pilot çalışma yapılması öngörülmemiştir.

Bu amaçla işletmeden alınan ve laboratuarda hazırlanan atık su örnekleri üzerinde önerilen aday teknolojilere göre deney düzeneği ve kullanılacak kimyasallar olarak; indirgeme için H_2SO_4 (%98), $FeSO_4.7H2O$ (%56), $Na_2S_2O_5$ (% 30), nötralizasyon için $Ca(OH)_2$ (%30), NaOH (%30), MgO (katı), tane boyu büyütmek amacıyla polielektrolit (yaklaşık % 0,024) hazırlanmıştır. İlk olarak 1 lt atık su örnekleriyle gerçekleştirilen denemeler daha sonra sonuçlara göre daha büyük ölçekli (10 lt) hale getirilmiştir. Denemelerin ana hedefi Cr^{+6} nın Cr^{+3} e indirgenmesindeki başarı, çökme ve filtrasyon kolaylığı, atık çamur karakteri, deşarj suyunda ise berraklık, Cr^{+6} , toplam krom olarak belirlenmiştir. Ekipman boyutları, çöktürme süreleri ve ileri filtrasyon denemeleri bu çalışmanın amacı değildir. Değişik kimyasallarla yapılan deneme sonuçlarına göre indirgeme başarısında kesin bir ayrım tespit edilememişse de, çöktürme kimyasallarına göre arıtma maliyeti ve atık çamur miktarı olarak bir kanaate varılabilmiştir.

İndirgen olarak sodyum metabisülfit, nötralizan olarak hızlı çökme, hızlı filtrasyon ve deşarj suyunda en düşük toplam Cr içeriği ve berraklığı ile $Mg(OH)_2$ uygun sonuçlar vermiştir. Ancak $Mg(OH)_2$ kullanımında reaksiyon süresinin uzunluğu nedeniyle ihtiyaç duyulan daha uzun kalma hacmi Soda Fabrikasının ham maddeleri arasında yer alan, eldesi ve kullanımı daha kolay $Ca(OH)_2$ kimyasalını ön plana çıkarmıştır. NaOH ise nispeten daha yüksek arıtma maliyeti nedeniyle ilk etapta tercih edilmemiş, ancak $Ca(OH)_2$ ile arıtmada problem yaşanması halinde atık çamurunda kalan kromun yüksekliği ve bu çamurun prosese

(fırınlara) hammadde olarak döndürebilme imkanı ile kurguda önemli bir değişiklik yaratmayacak ikinci bir alternatif olarak kullanımını cazip bir hale getirmiştir.

Teknolojik ve Ekonomik Kıyaslama

Yapılan laboratuar çalışmaları ile prosesleri simüle edilmiş firmaların tasarımları değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlar ve tekliflerin detaylı incelenmesi ile aralarındaki ekipman ve proses farklılıklarını tartışıp aynı baza getirme gereğini doğurmuştur. Firmalarla beraber gerçekleştirilen toplantılarda karşılıklı mutabakatla yapılan değişiklikler için tekliflerin yenilenmesi istenmiş, birkaç kez tekrar eden bu toplantılar neticesi teklifler mümkün mertebe aynı baza getirilmiştir.

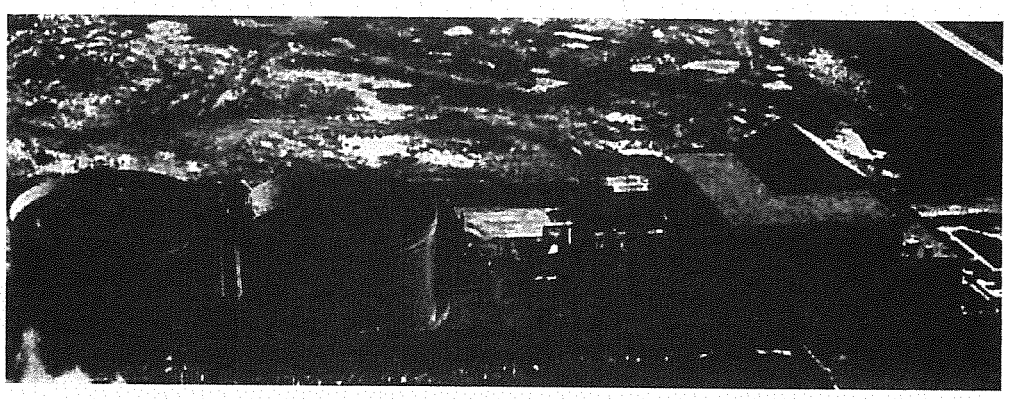
2.10. Kesin Tasarım

Kesin tasarım aslında planlar ve spekler gibi standardize edilmiş dokümanlar ile kurulacak tesisin güç algılanan ince detaylarının tekrar gözden geçirildiği veya daha önceki safhalarda düşünülmemiş yada öngörülmemiş kısımların aktarıldığı bir aşama olarak yürütülmüştür. Son halini alan kesin tasarım kriterleri inşa edilmesi düşünülen tesisin ifadesi olarak sözleşmeye esas bir doküman haline getirilmiştir.

2.11. Firma Seçimi ve Sözleşme

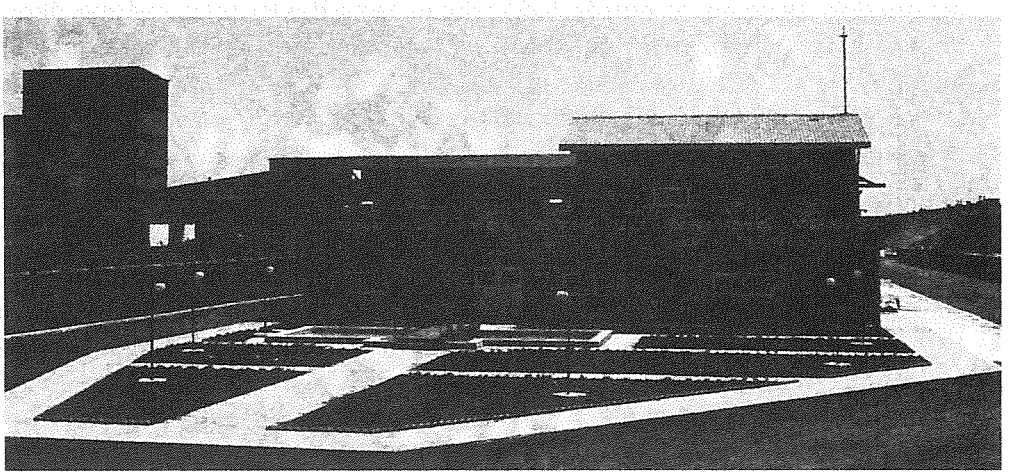
Teklifler aşağıda önemine göre sıralanan kriterlere göre değerlendirilmiştir:

- Spesifikasyonlara Uygunluk: Teknik şartnamenin ve süreç boyunca yapılan değişikliklerin anlaşılmış ve taahhüt edilmiş olması
- Proses Kurgusu: Proses ve kontrol mekanizmalarının uygunluğu, prosesin laboratuarda doğrulanması
- Teknik Yeterlilik: Toplantılarda edinilen izlenimler, konuya yaklaşımları, işbirliği eğilimleri, güven, literatür bilgileri, laboratuar deneylerinin yapılmış olması vs.
- Ekipman detayları: yüksek tank hacimleri (özellikle dekanter), uygun malzeme, speklere uygun marka kullanımı, vs.
- Fiyat



Resim 3: Yeni Atık Su Arıtma Tesisi (Üstten görünüm)

İlgili tüm birimlerin katılımıyla tasarım kriterleri belirlenen yeni endüstriyel atık su arıtım tesisi, bu kriterlere göre yapılan seçimle uygun bulunan firmaya ihale edilmiş sözleşme gereği 6 ay içinde inşaası tamamlanmış ve devreye alınmıştır. Yönetmeliklerin ötesinde arıtımı ile deşarj limitleri her anlamda garanti altına alınan tesisin arıtma çıkışı Cr^{+6} ve Cr^{+3} değerleri laboratuar analizi kesinliğinde kendi kendini kalibre edebilen bir cihazla on-line izlenebilir kılınmıştır.



Resim 4: Yeni Atık Su Arıtma Tesisi (Giriş)

3. Kaynaklar

1. Woodard, Frank. Industrial Waste Treatment Handbook, 2001
2. Water Pollution Control Federation and American Society of Civil Engineers. Waste Water Treatment Plant Design, 1977
3. Article: Chemical Engineering/September 2. Waste Water Treatment, 1985
4. Schweitzer, Philip A. Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, 3th ed,McGraw-Hill, 1997

DÖRT DAMLA OTOMATİK PRES ÜRETİMİ

Mesut IRMAK – M.Haluk TUĞRUL
Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası

Özet

Grubumuzda ilk defa Mersin Fabrikasında tasarım ve üretim çalışmaları yapılan Çift spout-çift feeder prosesinden sonra 4 damla pres üretim prosesine yönelik çalışmalara başlanmıştır.

İlk aşamada mevcut Foreheart çekiş kapasiteleri (35-40 t/gün) dikkate alınarak ağırlığı 100 ile 200 gram arasında değişen çay tabağı ürünlerimizin imalatı hedeflenmiştir. Bu ürünler 54201, 54251 ve 54411 olarak tespit edilmiştir.

Kasım 2001 de prosesin simülasyonu atölye şartlarında hazırlanmış; bu simülasyon sayesinde feeder, damla yolları, presleme silindirleri, ring tablaları, tek merkezli çift kalıplı portlar, makine tablası gibi üretim ekipmanları tecrübe ve bilgilerimizin ışığı altında tasarlanmıştır. Bu çalışmalardan sonra ilk deneme üretimi Temmuz 2002 tarihinde başarıyla gerçekleşmiştir.

Elde edilen sonuçlar üzerinde yapılan değerlendirmelere göre gerekli düzeltici-önleyici çalışmalar tamamlanmış, Nisan 2003 tarihinde çay tabakları, Mayıs 2003 de kase ve Ağustos 2003 de 52435 bardak üretimi gerçekleştirilerek grubumuza 4 damla pres üretim prosesi kazandırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: *Üretim, Dört Damla Pres*

1. Giriş

Paşabahçe Grubu Pres makinası ve prosesinin tarihsel gelişimi :

- İlk pres makinası, pnomatik tahrikli (Genevasız) tek damla, 12 istasyonlu LYNCH marka olup, Paşabahçe Beykoz fabrikası Pres 1 hattında çalışmıştır. (1958 yılı)
- Tek damla, geneva tahrikli yüksek devirli (50 d/dak), 16 istasyonlu LYNCH pres makinası üretime başlamıştır. (1960 yılı)
- Geneva tahrikli tek damla, düşük devirli (40 d/dak),12 istasyonlu, büyük tabla LYNCH Pres makinası PB Pres 2 hattında devreye alınmıştır. (1974 yılı)
- MDP 24-30 çift damla FUSO marka pres makinası Beykoz ve Kırklareli fabrikalarında çalışmaya başlamıştır. (1984 yılı)
- PV24 ve PV36 Çift damla-Üç damla yüksek devirli ANTAS marka pres makinaları grubumuzda çalışmaktadır. (1992 yılı)
- Bu gelişmelerden sonra Mersin fabrikamızda PV24 ANTAS pres makinası üzerinde yapılan tasarım çalışmaları sonucunda 4 damla pres prosesi başarıyla gerçekleştirilmiştir. (2002-2003 yılı)

2. Amaç

Amacımız; dört damla pres üretim prosesi sayesinde mevcut makine üzerinde aynı sayıda personel ile makinanın aynı devrinde üretim adetlerini iki kat arttırarak ve aynı zamanda iki farklı ürün çalışarak kalıp maliyeti ve sınai maliyetlerinin düşürülmesi sonucu rekabet gücümüzün arttırılmasıdır.

3. Yapılan Çalışmalar

3.1. Mekanizmaların tasarımı ve projelendirilmesi

3.1.1. Feeder de yapılan çalışmalar

- Aynı spoutta çift damla olacak şekilde tampon ve makas kollarının dizayn edilmesi

3.1.2. Damla yolları grubu

- Her bir silindirin çift damlayı presleyebilmesi için kepçe-oluk-saptırıcı ve braketlerinin tasarımı

3.1.3. Kalıp-port grubu

- Mevcut pres tablasına tek merkezli çift kalıp yerleşimi uygun olacak şekilde port-diplik tasarımı,
- Kalıp dizaynında herhangi bir değişiklik olmamıştır.

3.1.4. Presleme-silindir grubu

- Her bir silindir miline çift mastör-çift ring tablası bağlanacak şekilde mekanizmanın dizayn edilmesi ve montajı

3.1.5. T/O grubu

- Her bir T/O grubuna iki mamul alacak şekilde alıcı mekanizması tasarımı ve montajı

3.1.6. Kaldırıcı mekanizması

- Aynı anda iki mamulü kalıp içerisinden çıkartacak kaldırıcı mekanizmasının tasarımı

3.1.7. Ağız yakma ve transfer grubu

- makinadan çıkan ürünlerin iki ayrı ağız yakma makinasına rotary yükleyici mekanizmaları ve konveyörleri ile transfer edilmesi,

- İki ayrı boşaltıcı mekanizmalar ile tek soğutma fırınına yüklenmesi ve tavlanması.
  (Soğutma genişliği 3000 mm)

3.2. Hat seçimi

3.3. Makina şartları

3.3.1. Tabla ana tahrik momenti

- Yapılan çalışmalar sonucu; 4 damla pres üretiminde tablaya gelen yük mevcut çift damla
  pres makinası yük değerlerinin altında olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Tabla hassasiyeti

- Tek merkezli çift kalıplı portların tabla üzerine yerleşiminde gerekli hassasiyeti yakalamak
  amacıyla tabla yüzeyi taşlanmış ve müldefon delikleri açılmıştır.

3.4. Üretim aşamaları

3.4.1. Deneme üretimleri

- Çay tabakları (54201-54411 ve 54251) ile başlanmıştır.
- 53803 kase ve 52435-52436-52052-52422 bardak üretimleri.

3.4.2. Gerçekleşen üretimler

- Çay tabakları 54201-54411-54251
- Kaseler 53803
- Bardaklar 52435 ve türevleri

3.4.3. Hedeflenen üretimler

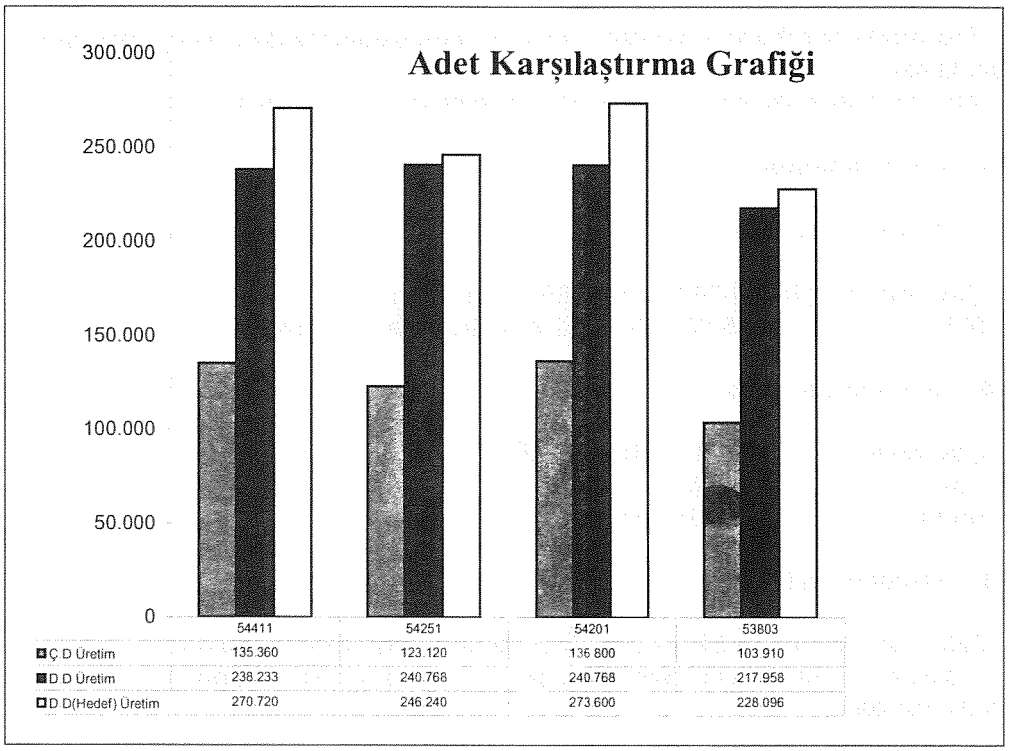
- 52052 ve türevleri ile 52422 bardak üretiminin gerçekleştirilebilmesi
- Çalışan ürünlerde çift damlaya göre 2 kat devir artışı sağlanarak, üretim adetlerinin daha
  da artırılması.

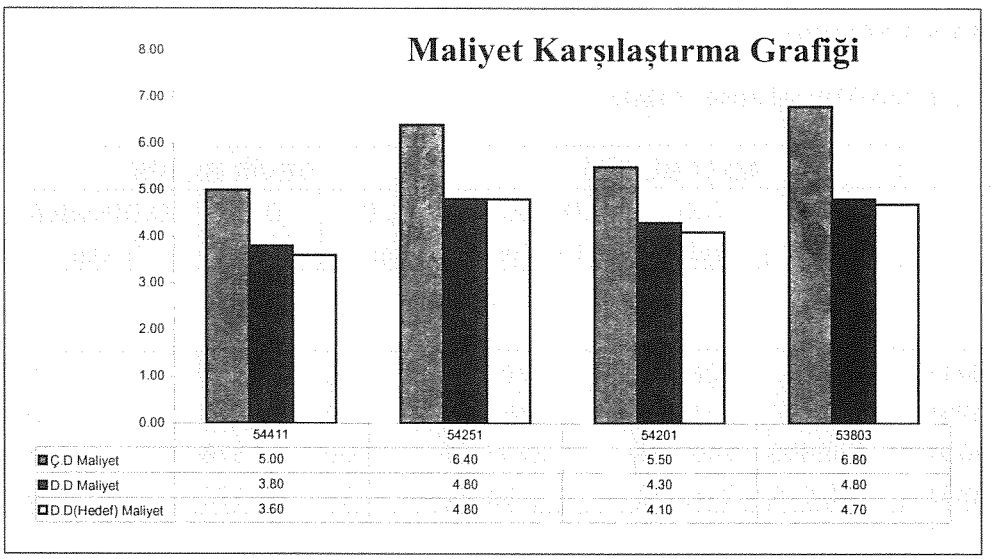
4. Karşılaştırmalar

4.1. Çay tabakları ve kase imalatı

	ADET BİLGİSİ			DEVİR BİLGİSİ		
	Ç.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim	Ç.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim
54411	135.360	238.233	270.720	100	176	200
54251	123.120	240.768	246.240	90	176	180
54201	136.800	240.768	273.600	100	176	200
53803	103.910	217.958	228.096	82	172	180

	RANDIMAN BİLGİSİ %			SİNAİ MALİYET (CENT / ADET)		
Kalıplar	Ç.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim	Ç.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim
54411	94	94	94	5,00	3,80	3,60
54251	95	95	95	6,40	4,80	4,80
54201	95	95	95	5,50	4,30	4,10
53803	88	88	88	6,80	4,80	4,70

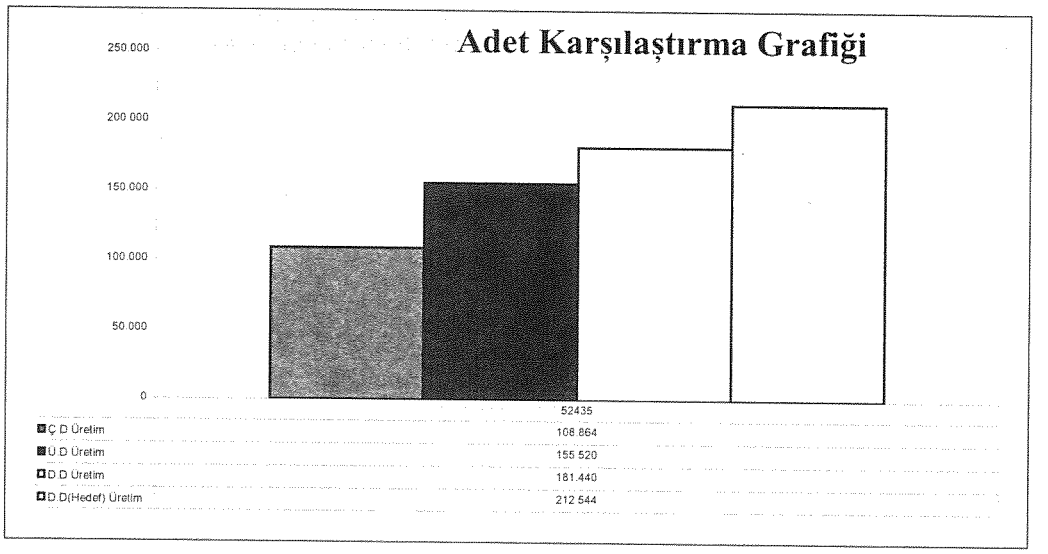


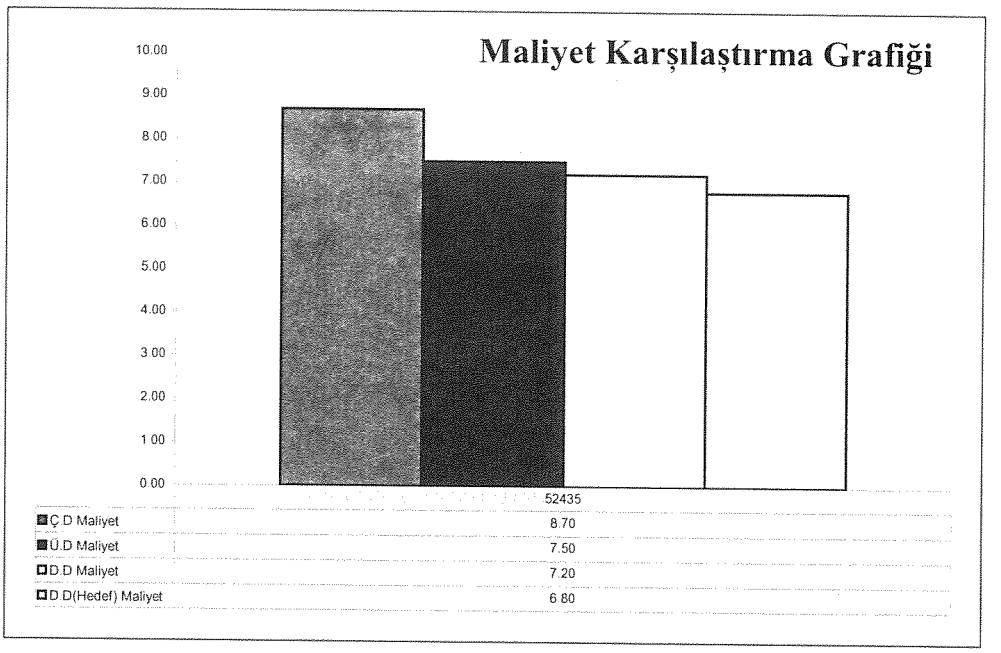


4.2. Bardak imalatı

	ADET BİLGİSİ				DEVİR BİLGİSİ			
	Ç.D Üretim	Ü.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim	Ç.D Üretim	Ü.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim
52435	108.864	155.520	181.440	212.544	82	120	140	164

	RANDIMAN BİLGİSİ %				SİNAİ MALİYET (CENT / ADET)			
Kalıp	Ç.D Üretim	Ü.D Üretim	D.D Üretim	D.D(Hedef) Üretim	Ç.D Maliyet	Ü.D Maliyet	D.D Maliyet	D.D(Hedef) Maliyet
52435	92	90	90	90	8,70	7,50	7,20	6,80





5. Sonuç

Çay tabağı ve kase imalatlarıyla ilgili mevcut çalıştığımız devirlerle yaptığımız üretimlerde ortalama %25 sınai maliyette düşüş olmuştur. Hedeflediğimiz devirlerle çalıştığımızda ise sınai maliyet %30'lara kadar düşecektir. Bardak imalatlarında ise; mevcut çalıştığımız devirlerle çift damlaya göre %17, üç damlaya göre %4, hedef devirlere ulaştığımızda ise; çift damlaya göre %22, üç damlaya göre %10 sınai maliyette düşüş sağlanacaktır.

Teşekkür

4 damla pres üretim prosesinin fikir babalığını yapan tasarım ve deneme esnasındaki güç anlarımızda bizi cesaretlendirerek ivmelendiren başta fabrika müdürümüz Sn. Muhammed YALÇINKAYA olmak üzere değerli yöneticilerimiz Sn. Ahmet OKAN ve Sn. Sinan ULUFER'e ve bu projenin başarıyla hayata geçirilmesinde üstün gayretlerinden dolayı Sn. Fuat GÖDEK ile beraber tüm ustabaşı, ressam ve işçi arkadaşlarımıza sizlerin huzurunda teşekkür ederiz.

CAM HATALARININ TESPİTİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

Prof.Dr. Fikret HACIZADE – Prof.Dr. İzmir MAMEDBEYLİ
Fahrettin ÇAKIROĞLU
TÜBİTAK / UEAKAE

Şevket ASİLKAZANCI - Mehmet Ali TİRYAKİ
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

Özet

Trakya Fabrikamızdan camlar, tek tek kontrol edildikten sonra Otocam Fabrikası'na gönderilmektedir. Gözle yapılan bu kontrol işlemi yavaş ve insanın fiziksel durumuna bağlı doğrulukta sonuç vermektedir.

Tübitak ile birlikte yıkanmış cam plakalarda hataların tespitine yönelik bir hata dedektörü geliştirilmiş ve cam kontrolu için çalıştırılan elemanların yerine ikame edilmiştir. Sonuç oldukça başarılıdır;

- 0,2 mm – 0,3 mm arası büyüklükte hatalarda %95
- 0,3 mm – 0,5 mm arası büyüklükte hatalarda %99
- 0,5 mm üstü büyüklükteki hatalarda ~ %100

hata tespiti yapılabilmektedir.

Geliştirilen sistem mevcutlarından kullanılan teknik yüzünden farklıdır.

Sistem; 2 ms' de bir tarama yapan laser kaynağı, uygulamamızdaki boyu 2 m olan yarı iletken şerit ve hızlı sinyal işlemeye imkan tanıyan bir yazılımdan oluşmaktadır.

Hataların büyüklükleri, cam üzerindeki yerleri, plaka üzerindeki hataların sayısı ile vardiya ve gün bazında istatistiki bilgiler izlenebilmektedir.

Sistemin algılayıcı olarak sürekli bir yarı iletken şerit kullanılması tek veya iki adet fotomultiplier tüp kullanan laser dedektörlere göre üstünlük sağlamaktadır. Gene lineer CCD kamera kullanan tekniklere karşı ise hızlı olması dolayısıyla üstündür.

Anahtar Sözcükler: *Hata, Kontrol, Maliyet Düşürme*

1. Giriş

Düzcam üretim sırasında camda oluşabilen habbe, leke, çizik, kalay, taş ve cam batmalarının boyutları ve sıklığı üretilen camın kalitesini ve kullanıcıları etkileyen unsurlardır. Özelllikle otocam üretiminde kullanılan düz camlarda 0.2 mm boyutlarından başlayan noktasal hatalar kısmen veya kesinlikle standartlarla kabul edilmez olduğu bilinmektedir. Günümüzedek Trakya Fabrikası'nda bu tür cam kontrolü çalışanlarca özel aydınlatılmış standlarda tek tek yapılmaktaydı. Gözle yapılan bu kontrol işlemi çok yavaştır ve insanın fiziksel durumuna bağlı olarak sonuc vermektedir. İnsan gözünün yüksek duyarlılık ve çözünürlülük fizyolojisini gözönünde bulundururak bu tür kontrolün çok yorucu ve hata kaçırma oranının, kontrol hızı ve çalışma süresi ile orantılı olduğu tespit edilmiştir. Bu tür kontrol sadece hataların tespit edilmesinin yanısıra hataların boyutlarının ve cam üzerinde yerinin ölçülmesi istenilen durumlarda üç vardiya çalışan kalite kontrol hattı üzerinde bir gün içerinde 300-600 adet otocam kontroluyla sınırlıdır.

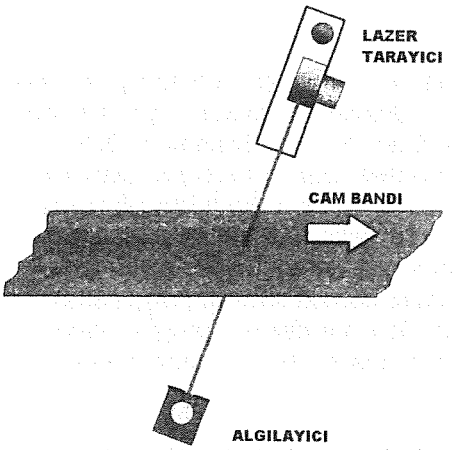
Trakya Fabrikası ve TÜBİTAK UEKAE işbirliği çerçevesinde düzcam plakalarında bulunan hataların kontrolünü yapan Lazerli Otomatik Cam Kontrol Sistemi (LOCKS-1) geliştirilmiştir. Dünya piyasalarında mevcut sistemlerden farklı olarak LOCKS-1'de çağdaş lazerli tarayıcı ve taranan camın ebatlarına ulaşan boyutlarda son yarıiletken teknolojisi ürünü olan hızlı şerit algılayıcısı kullanılmıştır. Trakya Cam personelinin katkılarıyla fabrikada mevcut olan gözle cam kontrol sistemi modifiye edilmiş ve lazerli tarayıcı sistem ile uyumlu çalışır hale getirilmiştir. Geliştirilmiş sistem 0.2 mm çapındaki ve daha büyük habbe, taş ve diğer yabancı maddeleri otomatik tespit etmektedir.

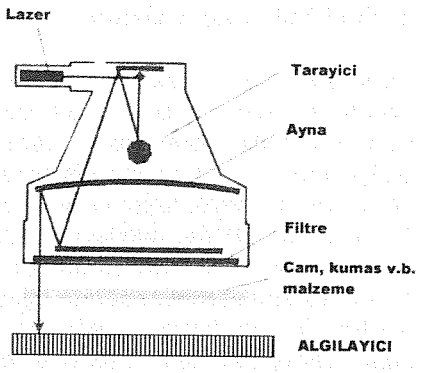
2. Dünya piyasasında mevcut sistemler

Düz ve homojen malzemelerde insan gözü kullanmayan kalite kontrol sistemlerinden biri olan optoelektronik hata tespiti sistemleri son zamanlarda sürekli gelişmektedir. Mevcut sistemleri genelde görüntü alma aygıtları (kameralı) ve lazerli sistemler olarak farklı yöntemle çalışan iki türü kullanılmaktadır.

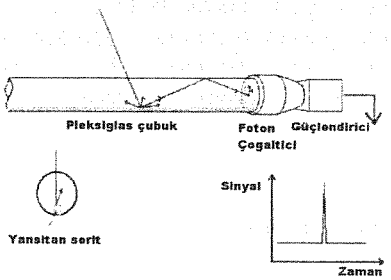
Kameralı sistemler alan (iki boyutlu görüntü alma özelliğine sahip olan) veya doğrusal (bir çizgi üzerinden görüntü kontrolünü yapan) CCD veya CMOS kameralarından oluşur. Çagdaş üretim ve kalite kontrol hatlarının hızıyla uygun çalışması gereken gözsüz kontrol sisteminin hızlı çalışması gerekir. Aynı zamanda hata tespiti yapmak için alınan cam görüntülerinde yeterince küçük boyutlu hataların tesbiti istenirse, sistemin çözünürlük özelliği ve kamera sayısı artmalıdır. Bu kameralardan alınan görüntüler sayısallaştırılarak (dijitize edilerek) bilgisayar işlemçileri tarafından yoğun işlem görürler. Mevcut sayısal işlemçilerle yüksek hızda çalışan çağdaş "akıllı" kameralı sistemlerin fiyatları kamera başına 10,000 - 50,000 USD arasında değişmektedir. İstenilen hızlarda çalışan kameraların görme alanı genişliği yaklaşik 50 cm aşmamalıdır. Bu tür sistemlerin çözünürlüğü 300 mikrometreden küçük hataların tespitinde yetersiz kaldığından, çizikler ve ince lifler gibi hataları bu sistemler yakalamakta zorluk çekerler. Bu türden hataları yakalamak için onların çozünürlüğü 50 mikrometre altına inmelidir. Camda bulunan hataları yüksek çözünürlükle yakalamak için kameralı sistem aynı anda camın hem üst, hem

de alt yüzey görüntüsü üzerinde tüm gerekli işlemleri yapmalıdır. Buda alınan görüntü sayısının en az iki kat artmasına, sistemin hız ve algılama kapasitesinin de aynı oranda artmasına sebep olur. İstenilen çözünürlüğü yakalamak için sistem içerisinde kullanılan kamera sayısı orantılı olarak artırılmaktadır. Bu kameraların çok hızlı görüntü alması ve işlemesi gerekmektedir. Bundan dolayı hızlı mikroişlemci kontrolü ile çalışmakta olan yüksek çözünürlüklü çokkameralı sistemler şu an oldukça pahalıdırlar.

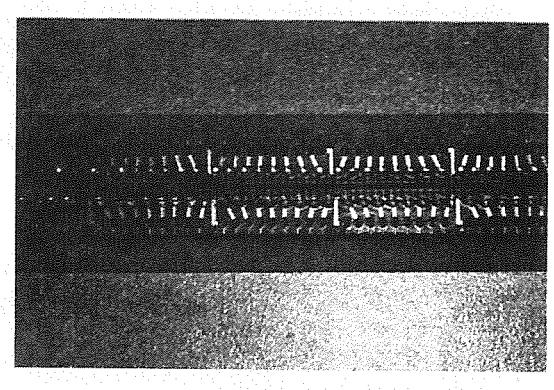




Şekil 2: Çokelemanlı fotoalgılayıcılı lazer kontrol sistemi



Şekil 1: Tek fotoalgılayıcılı lazer kontrol sistemi



Şekil 3: Çokelemanlı fotoalgılayıcının bir parçasının görüntüsü

Mevcut otomatik sistemlerin çalıştığı ikinci yöntem laser tarayıcı yöntemidir. Bu tip sistemlerin kameralı sistemler karşısında fiyat avantajı mevcuttur. Laser tarayıcı yöntemi şekil 1'de LASOR şirketinin otomatik cam kontrol sistemi örneğinde aşagıda gösterilmiştir. Lazer tarayıcısı (10 yuzeyli poligonal ayna) odaklanmış lazer demetini saniyede 1600 defa camın üzerinden geçirir. Camı dikey yönden geçen lazer demeti dalga kılavuzu olan pleksiglass çubuğu yardımıyla hassas tek fotoalgılayıcı girişine yönelir. Cam üzerinde bulunan hata üzerinden yansıyan laser demeti fotoalgılayıcı üzerinde elektrik sinyala dönüşür. Burada alınan sinyal (Şekil 1 sağ aşağı bölüm)

güçlendirildikden sonra sayısallaştırılır ve bilgisayarda gerekli işlem görür. Sözkonusu sistemin hata tespiti çözünürlüğü yüksek üretim hızlarında 0.5 mm'den başlıyor. Bu kontrol sistemlerinin çözünürlük yetersizliği dalga kılavuzu ve tek fotoalgılıyıcı kullanımından kaynaklanır. Pleksiglass çubuğun bir ucundan karşı ucuna ışığın kayıpsız yayılması mümkün değildir ve bu tür ışık algılama sistemlerinin yüksek seviyeli optik gürültü kaynağı olması gerekir. Sonuçta fotoalgılayıcıyla uzak bölgeden sinyal yakalamak çok daha zordur ve sistemin ince hataların tespitinde duyarlılık azalır.

3. Yeni hata tespit sistemi

TÜBİTAK Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) ve Trakya Fabrikası işbirliği çalışmaları çerçevesinde Otocam Fabrikası için hazırlanan camlarda kullanılmak üzere Lazerli Otomatik Cam Kontrol Sistemi (LOCKS – 1) geliştirilmiştir. Sözkonusu sistemde yabancı menşeli, pahalı kameralı sistemlerden ve düşük duyarlıklı lazer tarayıcı sistemlerden farklı olarak orijinal lazer tarayıcısı ve ilk defa olarak da, algılayıcı dizinesi kullanılmaktadır. Geliştirilmiş lazer tarayıcı kontrol sisteminde çokelemanlı fotoalgılayıcıları kullanmak daha verimlidir. Şekil 2'de bu tür sistemin prensip şeması gösterilmiştir. Lazer demeti tarayıcı poligonal aynanın yardımı ile cam bandın uzerinden hareket eder. Özel mercek düzeneğinin yardımı ile lazer demetinin cam üzerinde ebatları sabit tutularak bütün taranan satır aynı hassaslık ile denetler.

LOCKS-1 Fabrikada mevcut olan cam yıkama hattına uygulanmıştır. Hatta yıkanan dikdörtgen camların ebatları 1100 x 1600 mm altındadır ve camlar 10 - 13 m/dak hızla hareket etmektedir. Fabrikanın taleplerine uygun olarak hataları 0.2 mm çapından büyük olan ve belirli sayıyla belirli bölgede yerleşen camlar geçersiz kabul edilir. Sözkonusu sistem camda habbe, taş, kalay, cam batması, derin çizikler, lekeler gibi hataları tespit edebilir. Cam üzerinde ölçülen parametreler şunlardır :

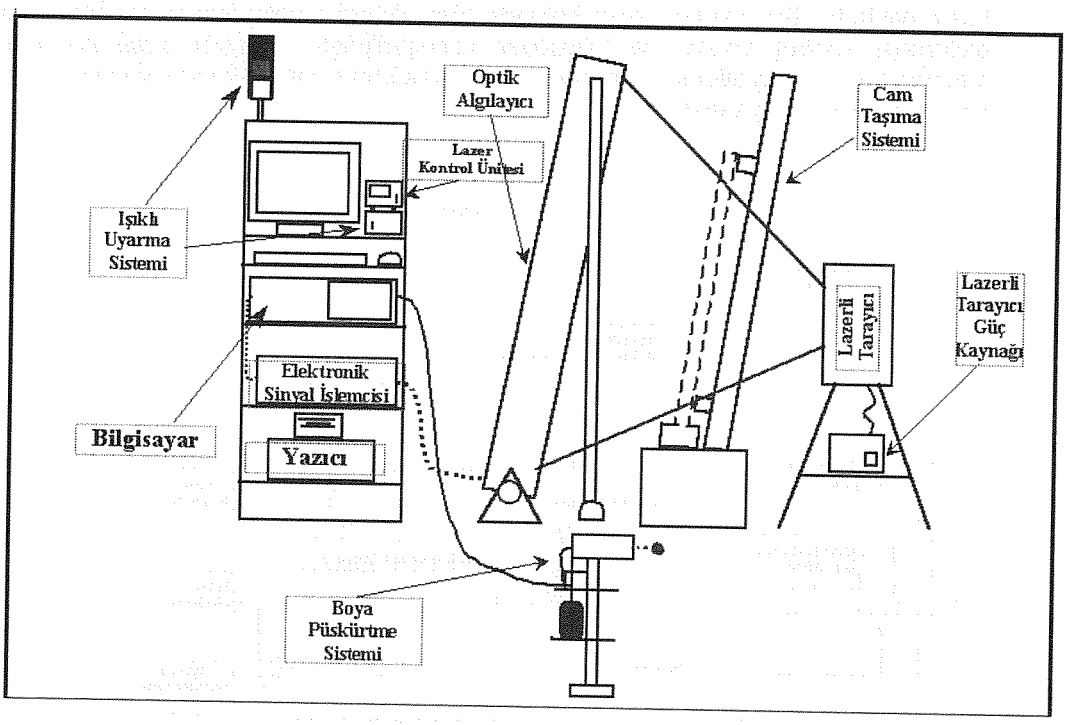
- Hataların cam üzerindeki yeri;
- Hataların alan ve boyutları;
- Bir cam üzerinde hataların toplamı ve geçerlilik durumu;
- Vardiya ve gün bazında istatistik bilgiler.

Trakya Cam fabrikasında yapılan test sonuçlarından LOCKS-1'in hata tespiti oranları aşağıdaki gibidir:

0.2-0.3 mm'lerde %95
0.3-0.5 mm'lerde %99
0.5 mm'nin üzerinde ihmal edilebilir kadar az sayıdadır.

Şekil 4-de LOCKS – 1 genel şematik görünümü verilmiştir. Sistem lazerli tarayıcı ve güç kaynağı, lazer kontrol ünitesi, optik algılayıcı, elektronik sinyal işlemçisi, bilgisayar, yazıcı, boya püskürtme sistemi ve ışıklı uyarma sisteminden oluşmaktadır. Lazer tarayıcısı, lazer demetinin ölçülen cam üzerinde noktasal izinin hareketini sağlar. Bunun için çok yüksek kalitede sekiz yüzeyli poligonal ayna kullanılır. Bu ayna çok istikrarlı 60 dev/san hızla çalışan motorun üzerine

yerleştirilmiştir. Özel elektronik devreler bu hızı ± 0.01% istikrarlılıkla sabit tutarlar. Bu hıza uygun olarak kontrol edilen cam saniye'de yaklaşık 500 defa sartırlarla taranır. Bir satır 1 metre eni olan camda 2 ms zaman içinde oluşur. İki satır arasında işlem zamanı ise 0.8 ms. Bu nedenle çözünürlüğün 0.2 mm'ye ulaşması için bir piksel (bir ölçüm süresi) yaklasik 400 nanosaniye zaman almaktadır. Bu derece kısa zamanda ışık algılamak için 180 cm uzunluğunda özel yapılmış şerit, ışık dedektörleri (Şekil 3), hızlı önyükselticileri, dışarıdan gelebilecek yansıyan veya saçılan ışıktan ve tozdan korunma amaçlı özel optik filtre ile önleyici giriş diyaframından oluşturulmuştur.



Şekil 4: LOCKS – 1 genel şematik görünümü

Bir fotodiyot kısa zamanda ışık ile aydınlatıldığında elde edilen fotoakımın değişimi aşağıdaki gibidir:

$$I(t) = I_0 (1 - e^{-t/t_r}) \quad ;$$

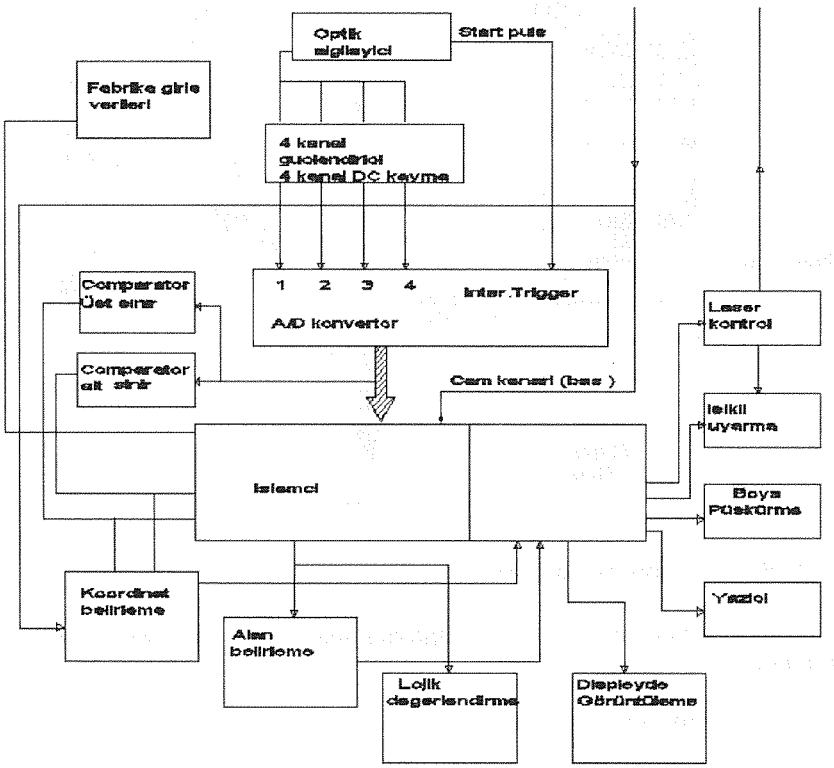
burada $t_r = t_0 + CR + (\omega C)^{-1}$ – gevşeme zamanı, **C** – iç kapasitans ve **R** dış yük direncidir.

Genelde $t_0 >> CR + (\omega C)^{-1}$ dır, fakat birbirine parallel bağlı olan fotodiyotların sayısı arttıkça $CR + (\omega C)^{-1}$ büyür ve etkin olur. Sonuçta, fotoakım maksimum değeri I_0'a ulaşamadığından dolayı sinyal/gürültü oranı hızla azalır. Bu problemi çözmek için yaptığımız optik algılayıcının fotodiyotlar şeridi dört eşit parçaya bölünerek, her parçaya kendine ait hızlı bir öngüclendirici eklenip, dört çıkış sinyalı bilgisayarın

dörtgirişli A/D konvertörünün girişine verildi. Sonuçta optik algılayıcının zaman sabiti yaklaşık 100 nanosaniye olarak elde edilebilmiştir ve bu, yukarıda belirtilen 200 mikrometrelik hataların tespiti için yeterince uygundur.

4. LOCKS-1 Ölçüm ve Analiz Algoritması

Geliştirilmiş cam hata tespit sistemi üç ana bölüm ve işaretleyici içerir (Şekil 4). Yıkama makinasının cam taşıma bandının arka kısmında lazerli tarayıcı yerleştirilmiştir. Optik algılama ünitesi yıkama makinası bandının önünde bulunmaktadır. Bu üniteye yakın bölgede tüm sistemin çalışmasını koordine eden elektronik kontrol ünitesi ve bilgisayar yerleştirilmiştir. Kontrol sırasında hatalı bulunan camları işaretlemek amacıyla boya püskürtme ünitesi kontrol yapılan şeridin hemen sonrasında yerleştirilmiştir.



Şekil 5: LOCKS-1 sistemin ölçüm ve analiz algoritması şeması

Optik algılayıcı ölçüm sırasında iki tür sinyal üretir: birisi ölçülen satırın başlangıç noktasını belirliyen TTL tipli darbeli start sinyalı, diğeri camın geçirgenliği ile orantılı olan dört kanaldan paralel analog sinyal. Bu sinyallar güçlendirildikten ve başka elektronik işlemlere tabi tutultuktan sonra (frekans filtrelerinden geçirme, sabit elektrik akımının seviye tespiti ve ayarlanması gibi) bilgisayarın A/D çevirici kartının

girişlerine bağlanır. Çeviricinin sayısal çıkış sinyallarıyla bilgisayarda hata tespit işlemleri yapılır. Bu işlemleri yapmadan önce cihazın duyarlılık kalibrasyonu yapılmaktadır. Laboratuvar şartlarında önceden ölçülen ve ebatları bilinen hatalı örnek camlar sistemden geçirilir ve her tür hatalar için kalibrasyon sinyalları belirlenir. Bu tür kalibrasyon işlemleri sırasında gerçek hatalara karşılık gelen sinyallar arasında orantı belirlenir. Gerçek ölçmeler sırasında bu kalibrasyon değerlerini kullanarak hatanın türü ve boyutları tespit olunur.

Sistemin yazılımını çalıştırmak için ilk aşama olarak fabrikanın giriş verilerini (Kontrol yapılan gün, vardiya, kontrol edilen camın kodu vs.) girmek gerekiyor.

Bir sonraki aşamada bulunan olaya uygun olan satır **n** ve sütun **m** sayıları tespit edilir ve özel fonksiyonlar kullanılarak hatanın **Y=f(n)** ve **X=f(m)** koordinatları belirlenir (bu fonksiyonlar deneme metodu ile belirgin koordinatları olan yapay hatalar yardımı ile tespit edilir). Bir sonraki işlem hatanın alanını $S_i = X_i Y_i$ hesaplamaktır ve varsa, bundan sonraki satırlarda tespit edilen hata alanlarını hatanın gerçek boyutu bulmaktır $S=\Sigma S_i$.
Bu şekilde ölçülen camın bütün hata haritası çıkarılır ve bilgisayarın hafızasında kaydı yapılır. Bir sonraki süreç lojik degerlendirmedir:

1. Tespit edilen hataların gerçek veya sanal (elektronik gürültüden dolayı) olması, camda gerilimden ve elektronik gürültüden dolayı oluşan sinyalların kaldırılması;
2. Hataların boyutlarına ve sinyal türüne göre türlerine ayrılması;
3. Bulunan hataların belirli sayıyla belirli bölgede yerleşmelere göre camların durumunun değerlendirilmesi;
4. Ölçüm sırasında yıkama hattı operatörlerin hatalarını tespit edip ölçümü iptal etmek, istatistik hesaplar yapmak;
5. Son kararı vermek.

Kontrol edilen camda hatalar bulunuyorsa boya püskütrme ünitesine çalışma emri verilir ve ayni zamanda üç renkli ışıklı uyarma sistemine kırmızı ışık yakma emri verilir. Cam sağlam ise yeşil ışık yakılır ve ölçüm sistemi 'Cam bekleme' rejimine geçer. Görme alanına cam girer girmez sistem 'Cam okunuyor' rejimine giriyor (bu durumda beyaz uyarma ışıgı yanar).

Bilgisayarın ekranında hem görsel, hem de rakamsal olarak çeşitli bilgiler aktarılır. Bu bilgilerin bir kısmı kesintisiz ölçu anında (on-line), bir kısmı ise ölçüm bittiğinde oluşur. Operatör bilgisayar ekranında ayrıntılı bilgilere baktığında yazılım sistemi durmadan ölçümü, analizi ve sonuçları kaydetmeyi otomatikman devam ettirir. Tabii ki, bütün elde edilen bilgilerin çıktıları yazıcıdan alınabilir.

Yazılımın önemli bölümü sistemin lazer kontrolunu izlemesidir. Otomatik Cam kontrol Sistemi kesintisiz olarak günde 24 saat çalışmaktadır. Farklı sebeplerden dolayı (örneğin, toz ve duman, sıcaklık ve nem değişimi) gün içinde sistemin hassasiyeti değişim gösterebilir. Bu degişim ani degil, ama yine de çok etkili olabilir. Bunu önlemek için algoritmanın **Lojik değerleme** bölümünde gerçek olmayan hata sayısı izleme yolu ile yapılmıştır.

Hassasiyetin artışı veya azalması gerçek olmayan hataların sayısını belirli bir sınırlar içinde ya artırır yada azaltır. Bu durumda ışıklı uyarma sistemi üç renkli lambaların ayni anda yanma emrini alır ve lazer gücünü ayarlayarak sistemin normal çalışma haline getirilir.

5. Sonuç

TÜBİTAK UEKAE ve TRAKYA CAM SANAYİ TRAKYA FABRİKASI'nın ortak geliştirdiği Laserli Otomatik Cam Kontrol Sistemi devreye alındı. Kullanılan yeni teknoloji dünya piyasalarında kullanılan sistemlerden farklı olup, daha duyarlı ve daha ekonomiktir.

Şu anda fabrika şartlarında kesintisiz 24 saat çalışan sistem günde 2000 adet civarında otomobil hamcamını kontrol ediyor. Sistem çapı 0.2 mm ve üstü her türlü hataları tespit ediyor. Yıkama hattının otomatik besleme ünitesinin ve çıkışta paketleme/geri dönüşüm hattının eklenmesi durumunda ve çok iyi yıkama şartlarında bu performansla 24 saat kesintisiz çalışan LOCKS-1'in günlük 5000-8000 adet 1100x1600 mm ebatlarında cam kontrolü yapabilme kapasitesi vardır. Yapılan çalışmalar sonucunda orijinal teknolojiyi içeren LOCKS-1 sürekli olarak fabrika ortamında kullanılmaktadır. Bu sistemin kullanımı ile cam kontrol hattının verimliliği en az 10 kat artmıştır ve kaçırılan hataların sayısı azalmıştır.

TR2 KESME HATTI OTOMASYONU ve YENİ CAM TOPLAMA DÜZENİ

Mehmet Ali TİRYAKİ – Alper CAN – Raif BAĞLARTEPE
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

Özet

Düzcam Trakya Fabrikamızda TR2 soğuk tamir çalışmaları sırasında olağan uygulamaların dışına çıkılarak edinilen tecrübeleri yerli altyapımcıların uzmanlığı ile birleştirerek maddi kazançlar sağlanıldığı gibi teknolojik olarak da dış firmalara bağımlılıktan kurtulunmuştur.

Kesme hattı otomasyonu ardışıl işlerin karmaşıklığı, PLC tarama zamanından bile önce sonuçlanması gereken işlerin yanında CNC mantığında çalışan ekipmanlar ve enformasyon teknolojisini ilgilendiren konuların birbirinin içine girmesi yüzünden zorluk arzetmektedir. Float cam üreticileri tüm dünyada bu konuda riske girmeyip uzman altyapımcılarla çalışmaktadırlar. Alternatif firmalarla çalışmak için çok iyi olarak hattın çalışmasını tanımlamak gerekmektedir.

TR2 kesme hattı soğuk onarım sırasında yerli altyapımcılara mekanik imalatlar yaptırıp ,mevcut düzenin idamesi sağlanarak ve hattan istediklerimiz tanımlanarak yerli bir otomasyon firmasına imalat ve montaj yaptırıp ciddi maddi kazanç sağlanmıştır.

Hatta ilave edilmesi istenen büyük plaka toplama stakeri yerine birbiri ile senkron çalışan iki robot kullanılmış ve hemen hemen bir staker fiyatına temin edilen bu sistem ile hem büyük ebat ve hem de makine ebadı plakaların aynı anda toplanması sağlanmıştır. Bu uygulama tüm aşamaları ile yabancı altyapımcı firma ile birlikte geliştirilmiş olup ilk uygulamadır. Yeni kesme hattı tasarımlarında bu yaklaşımımızın anahtar rol oynamasını beklemekteyiz.

Anahtar Sözcükler: *Otomasyon, Kesme Hattı, TR2*

1. GİRİŞ :

Trakya Fabrikamızda TR2 Soğuk Onarım çalışmaları sırasında olağan uygulamaların dışına çıkılarak edinilen tecrübeleri yerli altyapımcıların uzmanlığı ile birleştirerek maddi kazançlar sağlanıldığı gibi teknolojik olarak ta dış firmalara bağımlılıktan kurtulunmuştur.
Esas olarak bu bildiride önce TR2 Soğuk Onarımında yaşadığımız deneyim ve daha sonra da düşünülen yeni kesme hattı düzeni anlatılacaktır.

2. TR2 KESME HATTI SOĞUK ONARIMI :

2002 Yılında yapılan TR2 hattı birinci soğuk onarımında mekanik bakımlar, iyileştirmeler; kontrol sisteminin yenilenmesi ve jumbo cam plaka toplama kapasitesinin arttırılması gerçekleştirilmiştir.

2.1. Mekanik İşler :

2.1.1. Tüm konveyörlerin tahrik milleri ve dişlileri yenilendi. Bu iş için önceden imalat resimleri hazırlanarak imalatlar yerli kaynaklardan tamamlandı. Duruş öncesinde montaja hazır duruma getirildi ve duruş ile birlikte montajları yapıldı.

2.1.2. Yabancı firma teklifi kapsamında değiştirilmesi tavsiye edilen motor ve redüktörlerin idamesine yönelik olarak ; kesintisiz çalışan , çok dur-kalk yapan motorlar ve redüktörler incelendi. Mevcut motor ve redüktörler ile hattın devamına karar verildi. Yedek parçaları temin edildi. Duruş ile birlikte program dahilinde tamamının bakımları yapılarak yerlerine monte edildi.

2.1.3. Tüm konveyörlerin rulo bakımları, paralellik ve seviye ayarları yapıldı.

2.1.4. Yıkama ünitesi modernizasyonu yapıldı. Hazırlanan proje kapsamında yıkama makinasının giriş-çıkış su sıcaklığı ile hava bıçağının kullandığı havanın sıcaklığı ana kumanda odasından kumanda edilebilir hale getirildi. Sisteme ait arıza kaynakları da ortadan kaldırıldı.

2.1.5. Staker ve şaryolar komple dağıtılıp bakımları sonrasında tekrar devreye alındı. Duruş süresince tüm staker ve şaryolar hayali programlara uygun olarak 24 saat çalıştırılarak test edildi ve cam çekişinde tümü hazır duruma getirildi.

2.1.6. Cam transfer sistemlerinin bakım ve revizyonları yapıldı.

2.1.7. Hatüstü split koparma ünitesinde modernizasyon yapıldı. Bu modernizasyon ile şaft tahrik motorunun sürekli çalışması önlenerek enerji tasarrufu sağlandı.

2.1.8. Split hatlara, sorunlu çalışan merkezleme üniteleri yerine geliştirilen yeni merkezlemeler imal edilerek monte edildi. Bu yeni sistem ile paket düzgünlüğünde gelişme sağlandı.

2.1.9. Kağıtlama ve tozlama makinalarının bakım ve revizyonları yapıldı.

2.1.10. Tüm bunker ve kırıcıların bakımları yapıldı.

2.1.11. Koparma sonrasına yeni numune alma masası ilave edildi.

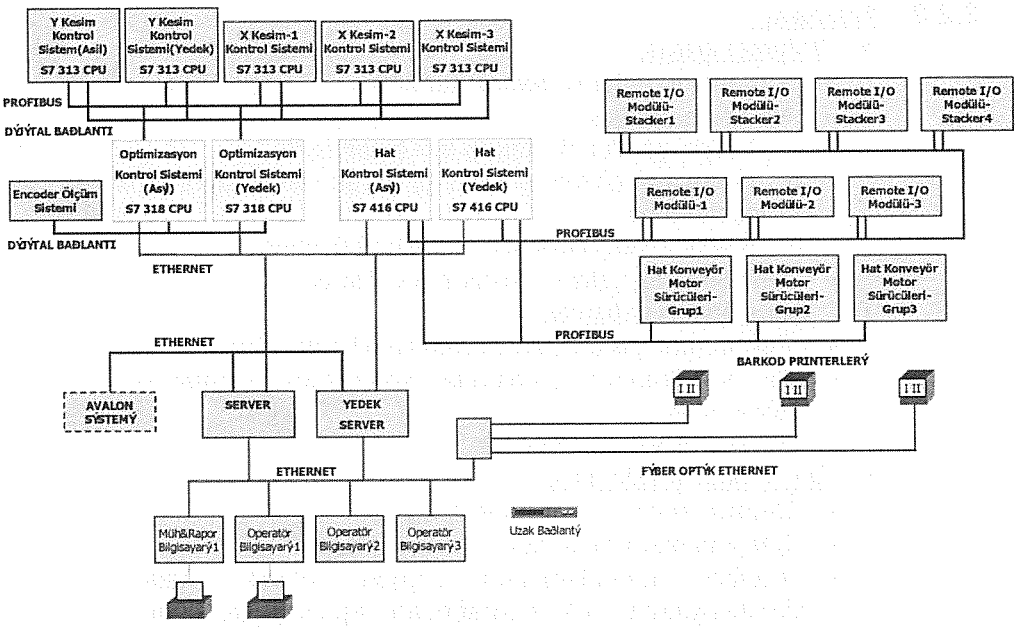
2.2. Otomasyon :

2.2.1. TR2 Hattının otomasyonu esas olarak

- teknolojisi artık terkedildiği için (yedek parça bulunamıyor)
- yedekli bir yapıda olmadığından arıza giderilene kadar cam kaybına neden olduğu için
- geliştirmeye açık olmadığı için değiştirilmiştir.

2.2.2. Aşamalar :

- Yapımcı arayışı
  - Yabancı firmalar ile temas kurulması
  - Yerli firma arayışı
    - Yetkin görülen firmalara işin aktarılması
    - Firmaların çözüm önerilerini içeren teknik raporların incelenmesi
    - Rapor veren firmalarla detaylı görüşmeler
  - Yerli firma ile çalışma kararının verilmesi
- Sipariş öncesi çalışmalar
  - Performans parametreleri listesinin hazırlanması
  - TF ve Yapımcı arasında sorumluluk sınırlarının belirlenmesi
  - Sözleşmenin hazırlanması
- Duruş öncesi çalışmalar
  - Detaylı tanımlamaların yapılması
  - Çalışma mantığının dokümante edilmesi
  - Yapılan tanımlamalara uygun olarak hattın simülasyonunun firma tarafından yapılması ve bunun TF tarafından kontrolü sonrasında yanlış anlamaların giderilmesi
  - Yapılan kesme sistemi prototipinin çalışan sistemle paralel denenmesi
  - Optimizasyon sistemi sonuçlarının çalışan sistem sonuçları ile karşılaştırılarak %100 uyumun sağlanması
  - Simülatör üzerinde hat takip programının geliştirilmesi
  - Pano imalatlarının yapılması
- Duruşta ve üretim öncesinde yapılanlar
  - Eski sistemin sökümü ve yeni sistemin montajı
  - Straforlar ile ve daha sonra cam plakalar ile hattın takip programının denenmesi, görülen hataların düzeltilmesi
  - Kesme sisteminin test edilmesi
  - Toplama sistemlerinin denenmesi
- Üretim başladıktan sonra yapılanlar
  - Cam çekişini takiben istasyonların sırası ile devreye alınması
  - Değişik çalışma senaryolarının denenmesi
  - Performans optimizasyonlarının yapılması
  - İlave sistemlerin entegrasyonu
  - Raporlamanın devreye alınması
  - Geliştirme çalışmalarının sürdürülmesi



2.2.3. Sistemin Yapısı

Sistem esas olarak dört bölüme ayrılır.

- Cam takip sistemi
- Optimizasyon sistemi
- Kesme sistemi
- Bilgi sistemi

Cam Takip sistemi ; hat üzerinde plakaların uygun adreslere taşınmasını sağlar. Yedekli iki adet S7 400 PLC tarafından kontrol edilir. Saha bilgi giriş ve çıkışları dağıtılmış terminaller üzerinden gerçekleştirilir. Optimizasyon ve bilgi sistemi ile ethernet bilgi yolu üzerinden gerçek zamanlı olarak haberleşir. Konveyör motor sürücüleri ile bilgi alış-verişi PROFIBUS-DP veri yolu üzerinden sağlanır. Hat üzerindeki diğer sistemler ile (robot, kamera, vs gibi) haberleşme ise hem digital hem de seri haberleşme (RS422 / RS485) yolu ile yapılır.

Optimizasyon Sistemi ; cam şerit kalitesi ve sipariş bilgilerini alıp üretilecek plakaya karar vererek kesme ve cam takip sistemlerini sürer. Bilgi sistemi ve cam takip sistemi ile ethernet üzerinde gerçek zamanlı olarak haberleşir. Optimizasyon sistemi yedekli iki PLC ile kontrol edilir. (S7 300, CPU 318)

Optimizasyon algoritması tamamen PLC içinde çalıştırılmaktadır. Bu sayede sistemin çökmesi riski en aza indirilmiştir.

Kesme Sistemi ; optimizasyon sisteminden gelen bilgilere göre X, Y kesmeleri ve koparma işlemlerini gerçekleştirir. Her bir X ve Y kesme köprüsü bağımsız sistemler ile sürülür. X kesme köprülerinde hem PLC ve hemde nümerik kontrol kartları birlikte kullanılır. X ve Y kesme köprüleri , optimizasyon sisteminden bağımsız olarak lokal kesim de yapabilirler. Köprülerarası eşgüdümü sağlamak için özel senkronizasyon algoritması kullanılmıştır. Bu işlemde optimizasyon sistemi denetleyicidir. Atlamalı Y kesimlerin düzgünlüğü bu sistem ile sağlanmaktadır.

Bilgi Sistemi ; operatör arayüzünü oluşturmak, raporları oluşturmak ve üretim bilgilerini TF bilgi sistemine aktarmak görevleridir. Yedekli bir server ile dört adet mühendislik ve operatör istasyonu bilgisayarlarından oluşmaktadır. Server'larda WINDOWS2000® server işletim sistemi, SIEMENS Win CC Server SCADA yazılımı ve SyBASE veri tabanı ile çalışan raporlama yazılımı vardır. Operatör istasyonlarında WINDOWS2000® Pro İşletim sistemi ve Win CC Client SCADA yazılımı vardır. Operatör istasyonlarında izleme ve denetim değişik yetki seviyelerine göre yapılmaktadır. Plakaların doğuşu ve anahat üzerinde görsel takibi mimik diyagram üzerinden izlenmektedir. Üretilecek siparişlerin girişleri de buradan yapılmaktadır. Üretim/kayıp , üretilen paketlerin bilgileri, numune plakalar ve hata haritaları, arıza ve paket hata yoğunluğu raporları da üretilmektedir. Geriye dönük araştırma için de arşivleme yapılmaktadır.

2.2.4. Otomasyonda karşılaşılan güçlükler :

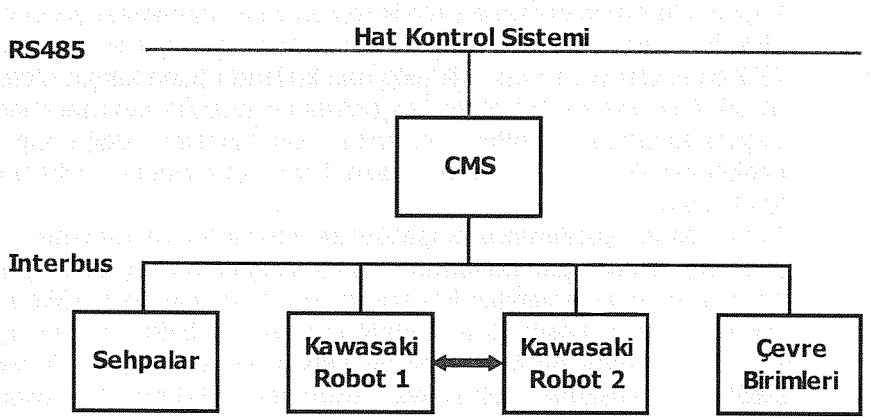
- Yapımcı firmanın prosese yönelik tecrübesinin olmaması yüzünden dikkatli ve ayrıntılı tanımlama ve yönlendirme gereği hissedilmiştir.
- TR2 esas olarak az mekanik ekipman kullanan buna karşın otomasyon algoritması karışık bir hattır. Algoritmanın düzgün tanımlanmaması veya uygulanamaması hattın toplama kapasitesini doğrudan olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple simülatör üzerindeki çalışmalar uzun tutulmuştur.
- Optimizasyon yazılımında oluşabilecek hatalar hat randımanını düşüreceğinden uzun denemeler ve karşılaştırma çalışmaları yapılmıştır.
- Kesme sisteminde yapılan kesimlerde +,- 2mm töleransla (33cm/sn cam hızında) camın kesilebilmesi kritik konulardan biridir. Bunun için kesme köprülerinin birbirine tam senkron olması gerekir. Ayrıca X ve Y kesim çizgilerinin kesişme noktasında uygulanan 3-4mm 'lik atlamanın da sağlanması için senkronizasyon ve kontrol sisteminin hızı (<10ms) önemlidir.
- Stakerler ve yan kollara transfer gibi duruş hassasiyeti gerektiren yerlerde en fazla 20ms'de tamamlanması gereken, çok hızlı PLC döngüleri gerekmektedir. Hat üzerinde aynı anda 50~60 plakanın takip edilmesi PLC hızını düşüren bir etkendir. Bazı durumlarda da yazılıma ek olarak elektriksel çözümler ile bu hassasiyetler sağlanmıştır.
-
- Split plakaların boylarının çok küçük olması ve aralarındaki mesafenin de 4cm'ye kadar düşebilmesi split kollarda yapılan plaka takibinde güçlükler çıkarmaktadır. Bunun çözümü için de donanımsal çözümler uygulanmıştır.

- Hattın hızı yüksek olduğundan buradaki konveyör motor sürücülerin performanslarının hattın dinamiğini karşılayacak şekilde ayarlanması önemlidir.

2.3. Robotlu Cam Toplama Sistemi :

Pazardaki gelişmelere uygun olarak TR2 hattına ilave bir Jumbo istasyon alımına karar verildi. Yapılan araştırmalarda mevcut tek taraflı cam toplama özellikli Jumbo stakerlerin yerine birbiri ile senkron çalışabilen iki robottan oluşan , istenildiğinde hattın her iki tarafından Jumbo ; istenildiğinde ise hattın sağından Jumbo solundan Makina Ebadı plaka toplayabilen bir sistemin kurulmasına karar verildi.

Sistemin yapısı :
Sistem iki adet Kawasaki S300 Robot, iki adet ME çift taraflı sehpalara sahip istasyon ve A ve L tipi sehpalarla çalışabilen bir Jumbo istasyonundan oluşmaktadır. Kullanıcı arabirimi (CMS) vasıtasıyla tüm istasyonların kontrolü yapılmaktadır. CMS ayrıca toplama istasyonunun anahat kontrol sistemiyle seri haberleşmesini sağlamaktadır. Önceden yapılan tanımlara gore aynı anda Jumbo ve iki ME toplama programları çalışabilmektedir. Jumbo plaka toplama esnasında robotlar master-slave modunda ve mirroring yaparak eş zamanlı hareket ederler ve camı yüksek hassasiyetle A veya L tipi sehpaya bırakırlar. Yeni tip sehpaların uzayda kolayca tanımlanabiliyor olması istasyonun esnekliğini ortaya koymaktadır. Gelen plakalara göre iki robot bağımsız çalışarak ME camları da dönerli ve şaryolu sehpalara toplamaktadır.



2.4. Kazanımlar :

2.4.1. Maddi kazanç :

- Önce mevcut motor redüktörlerin idamesinin sağlanması ve mekanik sorunların yerli altyapımcılara imalat yaptırıp daha sonra hatta montajları yapılarak ciddi tasarruf sağlanmıştır. Böylelikle yaklaşık 200.000$ harcanmıştır. Mekanik kapsamnı çıkarılması ile yabancı firma teklifi süpervizyon hariç 4.925.000$'dan 2.850.000$'a düşürülmüştür. Böylelikle yaklaşık **2.000.000 $** tutarında harcama önlenmiştir.

- Mekanik kapsamın çıkarılması sonrasında yabancı firmadan alınan teklif tutarı süpervizyon ödemeleri ile birlikte 3.250.000 $ olmuştur. Bu kez de otomasyon işi yerli firma ile çözülmüş ve Jumbo staker yerine robot sistem uygulamasına geçilmiştir. Bunların maliyeti 736.000 $ + 430.000 $ = 1.166.000 $ olmuştur. Otomasyon adımındaki maddi kazancımız da 3.250.000 $ - 1.166.000 $ = **2.084.000$**'dır.

2.4.2. Diğer kazanımlar :

- İlave sistemler bedelsiz olarak sisteme entegre edilmektedir.
- Gelişmeye yönelik ekstra taleplerimiz yerli firma tarafından bedelsiz gerçekleştirilmektedir.
- Sorun halinde müdahale yerli firma ile çabuk sağlanmaktadır.
- Alternatif bir yurtiçi tedarikçi yaratılmıştır.
- Kesme hattının Jumbo ve ME toplama kapasitesi artırılmıştır.
- Enerji tasarrufuna yönelik gelişmeler sağlanmıştır.
- Split hatların toplama kabiliyeti geliştirilmiştir.
- Toplanan tüm paketlerde kenar düzgünlüğü geliştirilmiştir.
- Yıkama makinasının kontrol sistemlerindeki gelişmeye bağlı olarak performansı artırılmıştır.
- Panolar yeni düzenleme ile tozdan arındırılmış koşullandırılmış odalara alındığından arıza kaynakları azaltılmıştır.
- Anahat kontrol odasınındaki revizyonlar ile hattın genel kontrolü daha basitleştirilmiştir.
- ME kolların sonuna eklenen hatüstü kırıcılar ile ortam tozu ve gürültü önlenmiştir.

3. Yeni Hat Yaklaşımı :

3.1. Son olarak gerçekleştirilen TR2 Soğuk Onarımı ile birlikte

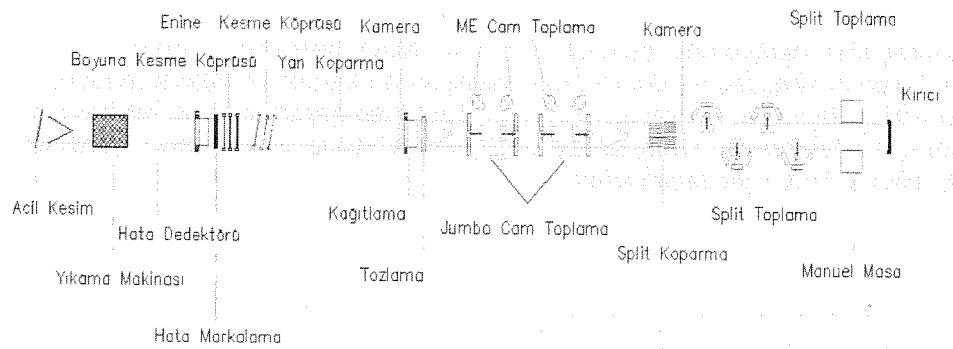
- Kesme hatlarının yerli firmalarla da yapılabileceği görülmüştür.
- Mevcut hatlardaki ME ve Split cam toplama kollarına ihtiyacın robotik uygulamalar ile gerek kalmadığı anlaşılmıştır.
- İkili robot uygulaması ile Jumbo–ME toplama kombinasyonlarının mümkün olduğu yaşanarak görülmüştür.

3.2. Yukarıda bahsedilen uygulamaların sonucu olarakta ;

- Hatların ilk yatırım maliyetlerinin düşürülebileceği
- Hattın takip sisteminin ME ve Split cam toplama kollarının olmamasından dolayı çok basitleşmesi
- Bu basitleştirilmiş yapının arıza kaynaklarını azaltması ve enerji tasarrufu sağlanması açısından avantajlar yaratması
- Daha az personele ihtiyaç duyulması
- Kesme hattı için daha az alan gerektirmesi avantajları olacaktır.

3.3. Yaratacağı olumsuzluk ise split plakaların kağıtlı olarak toplanamamasıdır.

3.4. Aşağıda da düşünülen hedef kesme hattı görünümü verilmiştir.



KALKER VE DOLOMİT HAMMADDELERİNİN DEKRAPİTASYON ÖZELLİKLERİ HAMMADDE SEÇİMİNDE YENİ BİR KRİTER

Atilla Çebi – Dr. Eşref Aydın
Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

Özet
Cam üretiminde kullanılan kalker ve dolomit hammaddelerinin 900^{0}C civarındaki ısıl davranışları, CO_2 miktarını atarken öngörülmeyen olumsuzluklar gösterebilir. Gaz (CO_2) bünyeden çıkarken patlamayı takiben sıçrama söz konusu olabilir. Bu olaya **dekrapitasyon** adı verilir. Bunun net sonucu harman besleme bölgesi, üst yapı ve yakın rejeneratörlerin tozuma olarak etkilenmeleridir. **Sıçrama miktarının % 10** üzerinde olduğu durumlarda fırınların bahsedilen bölgelerindeki refrakter yapıda aşırı yıpranmaların meydana gelmesi söz konusudur. Böylece fırın ömrü ve cam kalitesi doğrudan etkilenir. Özellikle düğme ve damar gibi camsı hatalar ve bunlara bağlı sürekli nitelikteki olumsuzluklar hammaddelerin bu olumsuz özelliği ile ilişkili olabilir.

Yapılan bu çalışma ile Şişecam topluluğunda kullanılan tüm kalker ve dolomitlerin **dekropitasyon** özellikleri ortaya konmuştur. Şu noktalar ortaya çıkmaktadır:

- Niğde ve Kapaklı kalkerleri çok yüksek düzeyde dekrapitasyon özelliğine sahiptir.

  Buna karşılık bu özellik itibariyle Erçel kalkeri hiçbir olumsuzluk göstermemiştir.

- Yavca ve Alanya dolomitleri için bazı önlemler alınarak bu risk azaltılabilir; Marmara ve Kapaklı dolomitlerinde herhangi bir sorun görülmemektedir.

Bundan böyle hammadde aramalarında (kalker ve dolomit) sadece kimyasal ve fiziksel özelliklerin tümüyle belirleyici olamayacağı; bir okadar önemli bir parametre olan **dekrapitasyonun** da dikkate alınması gerekir. Burada cevherin mineralojisi ve kristal yapısı önemlidir.

Bu çalışmayı test etmek ve yeni çözümlere doğru gitmek için iki deneme önemli olabilir:

- Niğde kalkerinin PM yeni fırınında kullanılmaması
- Erçel kalkerinin Trakya Cam San. A.Ş. (Lüleburgaz) fırınlarında en az bir ay süre ile denenmesi

Anahtar Sözcükler: *Dekrapitasyon, Hammadde*

1. Giriş

Soda-kireç-silis camlarında bulunan CaO ve MgO bileşenleri doğada yaygın olarak bulunan kireçtaşı ve dolomit gibi kayaçlardan karşılanır. Klasik madencilik yöntemleri kullanılarak kimyasal ve fiziksel özellikleri kararlı olacak şekilde cam üretimi için hazırlanırlar. Cam türüne bağlı olarak kalker ve dolomitin içerdikleri Fe_2O_3 miktarı önemli bir seçim kriteridir.

Mineralojik olarak stokiyometrik anlamda bu iki hammaddenin kompozisyonu şu şekildedir:

	% CaO	% MgO	% CO_2
Kireçtaşı ($CaCO_3$)	56.0	-	44.0
Dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$)	30.4	21.9	47.7

Cam kompozisyonunda kullanılan MgO'nun işlevi camın kristallenmesini (devitrifikasyon) önlemek ve dolayısıyla likidus sıcaklığının düşük olması yönünde etkisi vardır. Float cam üretiminde ise ergimiş haldeki camın banyodaki ergimiş kalay ile reaksiyona girmesini geciktirmektir. CaO ve MgO birlikte bir yandan şekillendirme için önemli bir parametre olan viskozitenin kontrolu için kullanılırken diğer yandan camın kimyasal dayanıklılığı yönünde olumlu katkıları var.

2. Kireçtaşı ve Dolomit Minerallerinin Kalsinasyon ve Dekrapitasyonu

Kalsinasyon (calcination) karbonat ve hidroksit minerallerinin ısıtılmasıyla CO_2 ve kristal suyunun atılması işlemidir. Kalsinasyonun gerçekleştiği sıcaklıkta karbonat mineralleri yoğun patlama eşliğinde küçük partiküllerin meydana gelmesi ile sonuçlanır. Mineralin ya da hammaddenin bu şekildeki davranışına **dekrapitasyon** (decrepitation) denir. Kalker (kalsit) ve dolomitin kalsinasyon ürünleri katı faz olarak CaO ve MgO iken, CO_2 gaz fazını oluşturur. Kalsit ve dolomit minerallerinin endotermik dekompozisyona uğradıkları sıcaklıklar farklıdır. Dolomit iki aşamada (800^0C ve 900^0C) kalsinasyon işlemini tamamlarken; kalsit tek aşamada (890^0C) bu süreci tamamlar.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi kalker ile dolomitin dekrapitasyonu denilince kalsinasyon sıcaklığında patlama sonucu sıçrayan miktarın ölçüsü akla gelmelidir.

2.1. Dekrapitasyonun Ölçümü

Kalker ve dolomit numuneleri öncelikle kurutularak çeşitli fraksiyonlara [+1.180mm,
-1.180 mm / +0.500 mm, -0.500 mm (toplamlı) ve -0.106 mm (toplamlı)] bölünür. Platin kapak içine 1 gr civarında malzeme konulur ve düzenli şekilde tüm alanı kaplayacak şekilde yayılır. Numunenin tartımı alındıktan sonra 1100^0C sıcaklıkta olan laboratuvar fırınına konur ve 15 dk bekletilir. Çıkarılan numune soğuduktan sonra tartılır. Deneyin önemi nedeniyle incelemeye alınan her fraksiyon için normal kızdırma kaybı (KK) tayini yapılır. Dekrapitasyon miktarı ağırlıkça % olarak aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\% \text{ Dekrapitasyon} = \left(1 - \left(\frac{m_1}{m} * \frac{100}{100\text{-}KK} \right) \right) x\ 100$$

Eşitlikte;

m_1 = Isıtma sonrası kalan numune miktarı (g)
m = İncelemeye alınan numune miktarı (g)

Deney sonucunda fraksiyonların farklı davranış gösterdikleri görülür. Kurulan mevcut deney düzeninde dekrapitasyon değerlerinin kalker için %0 - %36 aralığında seyrettiği buna karşın dolomit değerlerinin % 21 düzeyine ulaştığı görülmüştür. Fraksiyonel olarak yüksek dekrapitasyon özelliğinin var olduğu durumlarda numunenin brüt halde de nisbeten yüksek dekrapitasyon gösterdiği görülmektedir.

(Not: Ölçümler ile ilgili tüm detaylar raporun ikinci kısmında verilmiştir.)

2.2. Dekrapitasyon Davranışının Tane İriliği ve Mineralojik Özelliklerle İlişkisi

İncelenen kalker ve dolomit örnekleri oldukça geniş bir tane aralığını temsil edecek şekilde ayrı ayrı ısıl işleme tabi tutulmuştur. Dekrapitasyon davranışının malzemenin primer tane iriliği ile bire bir ilişkili olduğu gibi net bir sonuca varılmamıştır. Ancak kalker numunelerinin genel olarak dekrapitasyona daha duyarlı oldukları görülmüştür.

Kalker ve dolomit numuneleri mineralojik olarak incelendiğinde, özellikle kalker numuneleri için mikrokristalin yapı söz konusu ise, Erçel kalkerinde olduğu gibi, dekrapitasyon davranışı ihmal edilecek düzeydedir. Buna karşılık Niğde ve Kapaklı kalkerleri iri yapılı kristallerden (kalsit) oluştuğu için aşırı düzeyde dekrapitasyona maruz kalmaktadır.

(Not: İncelemeye alınan numunelerin mineralojik görüntüleri raporun ikinci kısmında verilmiştir.)

Dolomit örneklerinde mozaik görünümlü bir doku mevcuttur. Bu doku kendi içinde ne kadar küçük ise dekrapitasyon duyarlılığı o derece azdır. Buna karşılık rekristalize olmuş dolomitler, örneğin Alanya ve Yavca, yüksek düzeyde dekrepitasyon özelliği gösterebilir.

Cam türüne göre elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.

DÜZCAM ÜRETİMİNDE KULLANILAN KALKER VE DOLOMİT

	% Dekrapitasyon				
	Brüt	+ 1.18 mm	-1.18 mm/ + 0.5 mm	- 0.5 mm (Toplamlı)	- 0.106 mm
TRM - Erçel kalk.	2.2	1.3	1.8	1.9	0.9
TRL - Kapaklı kalk.	24.2	2.2	36.1	1.9	0.9
TRM -Yavca dol.	6.5	-	-	16.6	-
TRL- Kapaklı dol.	-	-	-	-	-

(Çayırova Buzlu Cam Fabrikası Kapaklı kalker ve Kapaklı dolomit kullanmaktadır)

CAM EV EŞYASI ÜRETİMİNDE KULLANILAN KALKER VE DOLOMİT

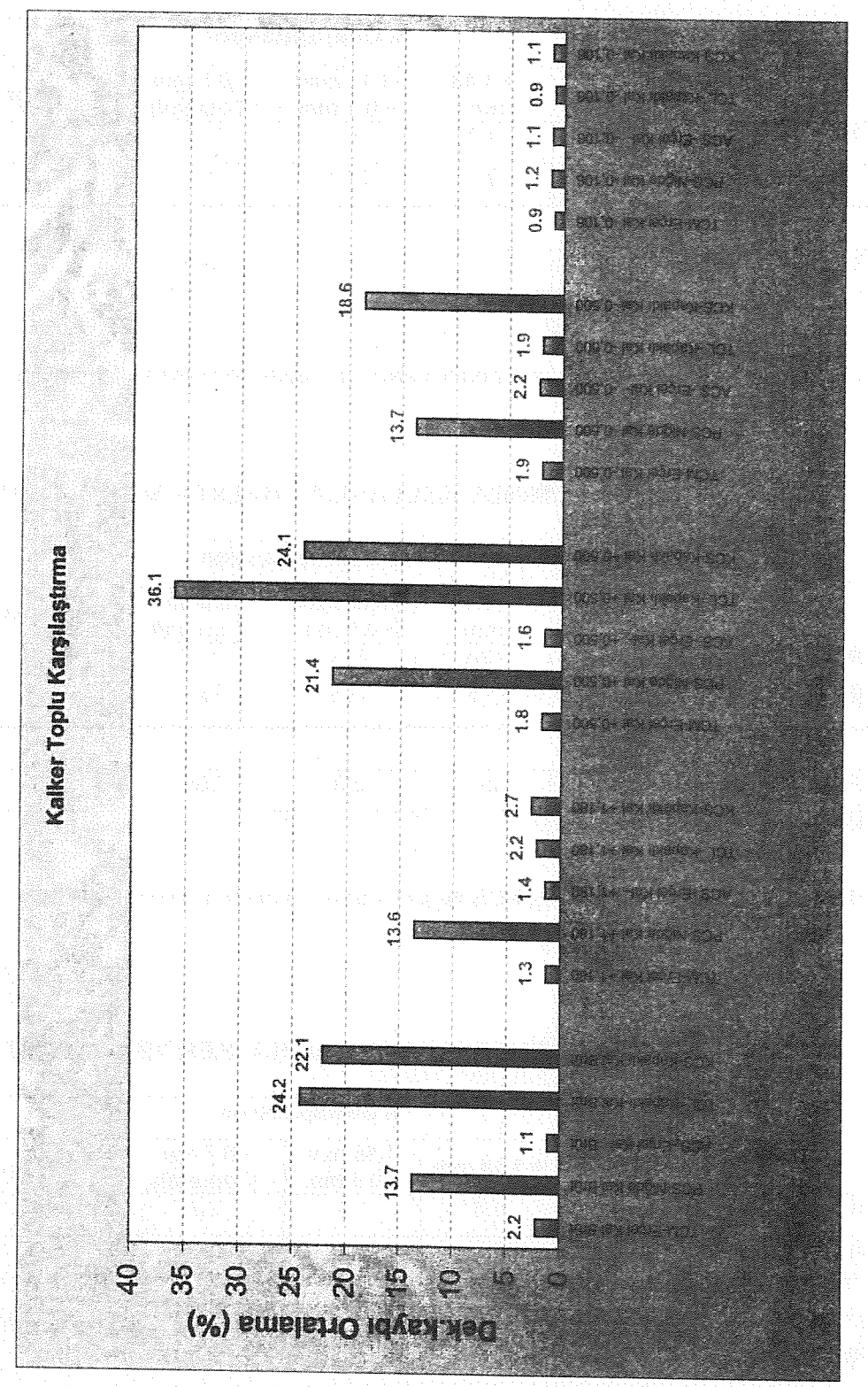
	% Dekrapitasyon				
	Brüt	+ 1.18 mm	-1.18 mm/ + 0.5 mm	- 0.5 mm (Toplamlı)	- 0.106 mm
PCM - Niğde kalk.	13.7	13.6	21.4	13.7	1.2
KCS - Kapaklı kalk.	22.1	2.7	24.1	18.6	1.1
PCM - Alanya dol.	11.4	0.4	3.8	20.9	1.7
KCS - Marmara dol.	-	-	-	-	-

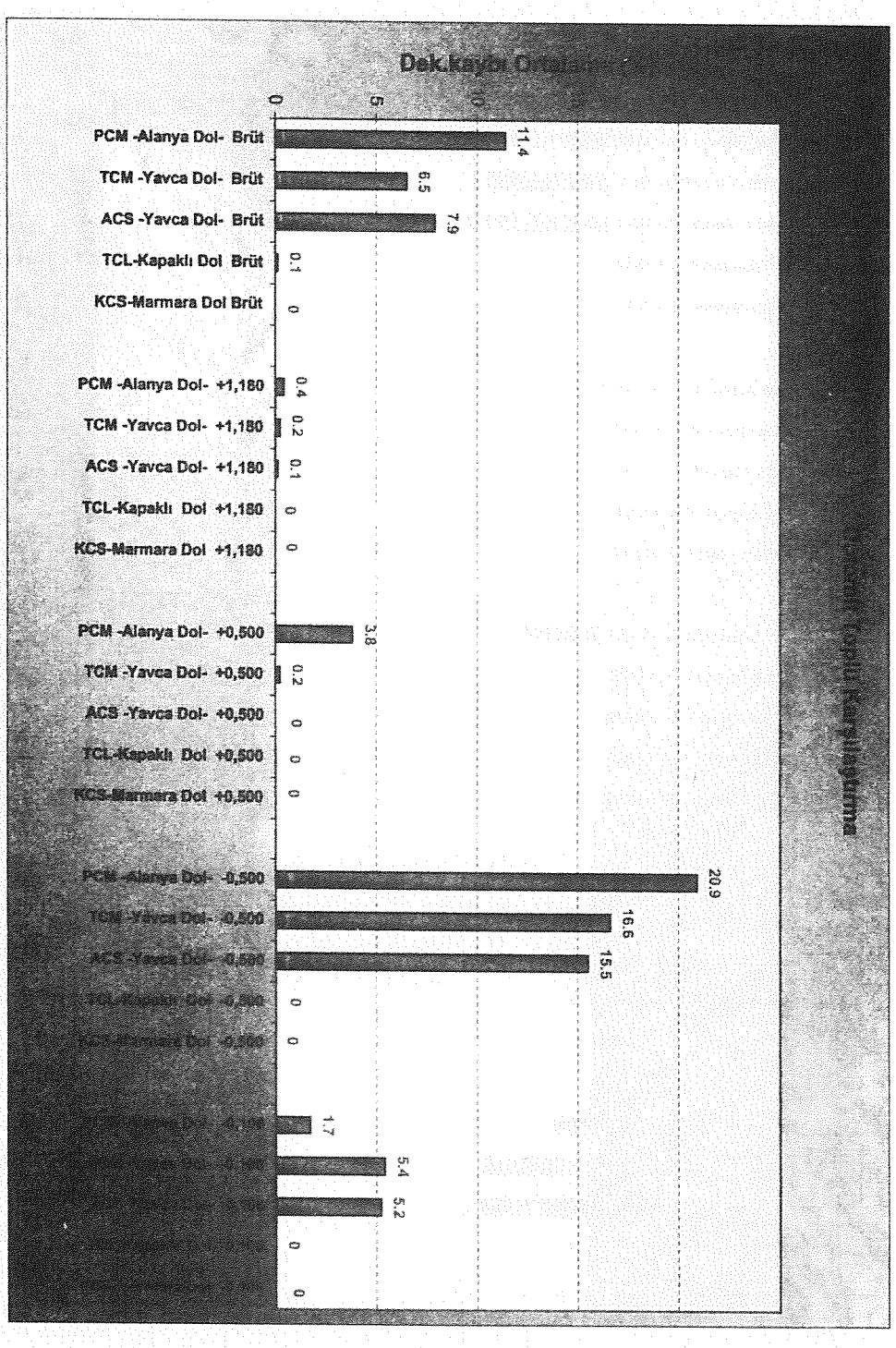
(Paşabahçe Eskişehir Fabrikas KCS ile aynı kalker ve dolomiti kullanmaktadır)

CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE KULLANILAN KALKER VE DOLOMİT

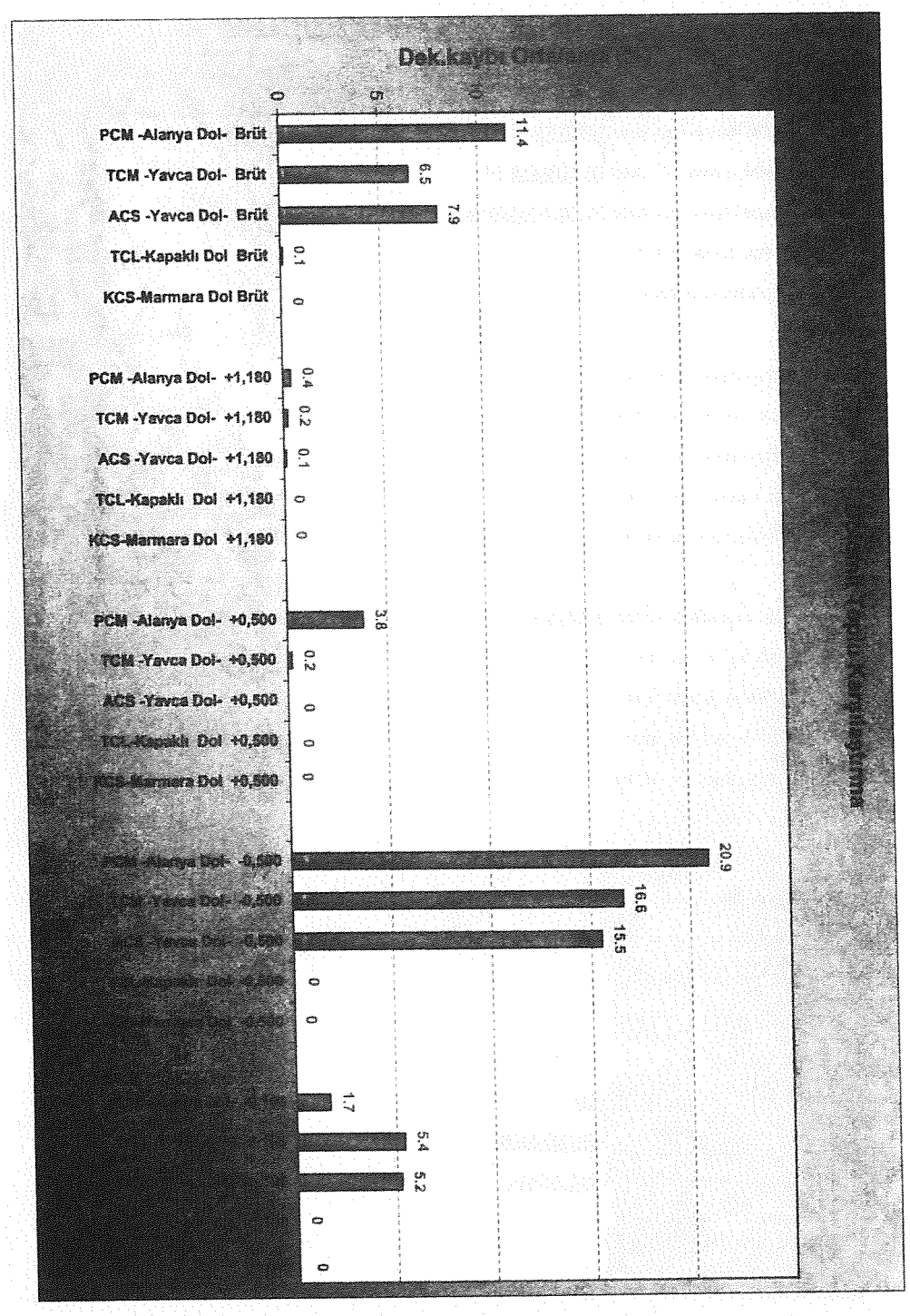
	% Dekrapitasyon				
	Brüt	+ 1.18 mm	-1.18 mm/ + 0.5 mm	- 0.5 mm (Toplamlı)	- 0.106 mm
ACS - Erçel kalk.	1.1	1.4	1.6	2.2	1.1
ACS - Yavca dol.	4.1	0.1	-	15.5	5.2

(Topkapı ve Çayırova Şişe Fabrikaları Kapaklı kalkeri ve Kapaklı dolomiti kullanmaktadır)


Kalker Toplu Karşılaştırma
Dek.kayıbı Ortalama (%)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
2.2
13.7
1.1
24.2
22.1
13.6
1.3
1.4
2.2
2.7
1.8
21.4
1.6
36.1
24.1
1.9
13.7
2.2
1.9
18.6
0.9
1.2
1.1
0.9
1.1


Dek.kayb Ortalar
0
5
10
PCM -Alanya Dol- Brüt
TCM -Yavca Dol- Brüt
ACS -Yavca Dol- Brüt
TCL-Kapaklı Dol Brüt
KCS-Marmara Dol Brüt
PCM -Alanya Dol- +1,180
TCM -Yavca Dol- +1,180
ACS -Yavca Dol- +1,180
TCL-Kapaklı Dol +1,180
KCS-Marmara Dol +1,180
PCM -Alanya Dol- +0,500
TCM -Yavca Dol- +0,500
ACS -Yavca Dol- +0,500
TCL-Kapaklı Dol +0,500
KCS-Marmara Dol +0,500
PCM -Alanya Dol- -0,500
TCM -Yavca Dol- -0,500
ACS -Yavca Dol- -0,500
TCL-Kapaklı Dol -0,500
KCS-Marmara Dol -0,500
11.4
6.5
7.9
0.1
0
0.4
0.2
0.1
0
0
3.8
0.2
0
0
0
0
20.9
16.6
15.5
0
0
1.7
5.4
5.2
0
0

6


Dek.kayb. Ortalaı
0
5
10
PCM -Alanya Dol- Brüt
TCM -Yavca Dol- Brüt
ACS -Yavca Dol- Brüt
TCL-Kapaklı Dol Brüt
KCS-Marmara Dol Brüt
PCM -Alanya Dol- +1,180
TCM -Yavca Dol- +1,180
ACS -Yavca Dol- +1,180
TCL-Kapaklı Dol +1,180
KCS-Marmara Dol +1,180
PCM -Alanya Dol- +0,500
TCM -Yavca Dol- +0,500
ACS -Yavca Dol- +0,500
TCL-Kapaklı Dol +0,500
KCS-Marmara Dol +0,500
PCM -Alanya Dol- -0,500
TCM -Yavca Dol- -0,500
ACS -Yavca Dol- -0,500
TCL-Kapaklı Dol -0,500
KCS-Marmara Dol -0,500
11.4
6.5
7.9
0.1
0
0.4
0.2
0.1
0
0
3.8
0.2
0
0
0
0
20.9
16.6
15.5
0
0
1.7
5.4
5.2
0
0

6

2.3. Dekrapitasyon'un Neden Olabileceği Olumsuzluklar

Kalker ve dolomit dekrapitasyona uğradıkları zaman mikronize boyutlarda partiküllerin ortaya sıçraması söz konusudur. Bu olgunun en baskın olduğu fırın kesimi kuşkusuz harman besleme noktasıdır. Burada olan bu türden sıçramalar fırın atmosferi ve alevlerin etkisi ile fırın üst yapısına ve ilk bölümdeki rejeneratörlere taşınması kolaylıkla gerçekleşebilir. Bu tipik bir partikül taşınması (carry-over) olayıdır. En fazla fırının harman besleme kısmı, ilk seksiyon kemeri, yan duvarlar ve D/H kemerleri etkilenebilir.

Üst yapı AZS rekrakterlerine sıçrayan her tane, uygun ortam nedeniyle, korozyon odağı oluşturur ve refrakterin camsı fazının akmasına neden olabilir. Bu gelişmenin sonucu olarak üründe refrakter kökenli hatalar görülebilir. Özellikle düğme ve damar kampanya boyunca sorun yaratabilir. Tüm bu gelişmeler fırın ömrünü olumsuz yönde etkiler.

3. Genel Değerlendirme

Şişecam cam üretim kuruluşlarında 2003 yılı itibariyle kullanılan tüm kalker ve dolomit örnekleri bu çalışmaya dahil edilmiştir. % 10 üzerindeki dekrapitasyon miktarlarının cam kalitesinde ve fırın ömürlerinde bazı olumsuz katkıları olacağı noktasından hareketle söz konusu hammaddelerimizin bu çerçevede bir değerlendirmesinin yapılması faydalı olacaktır.

Dekrapitasyon özelliği kalker ve dolomit için risk taşıyan bir nitelik ise bunun minimumda tutulabileceğinin önlemleri alınmalıdır. Bunun için, Maden Grubumuzun saha araştırmalarından başlayarak bu hammaddelerin özelinde özel duyarlılık göstermesi gerekmektedir. Bundan böyle alışılmış parametrelere (kimyasal kompozisyon, granülormetrik vs) ilaveten dekrapitasyonun da baştan bir parametre olarak takibinde yarar olacaktır. Bunun belirlenmesi için ayrıntılı mineralojik inceleme ile bazı ısıl işlem deneylerinin yapılması yeterli olacaktır.

Bu çalışmanın çıktıları aşağıdaki şekilde özetlenmiş olarak şu hususlara özel önem verilmektedir:

% Dekrapitasyon	KALKER	DOLOMİT
Kullanma riski var	Niğde Kapaklı	
.....%10...	.....	.....
Önlem alınabilir		Yavca Alanya
.....%5.....	.....	.....
Risk yok	Erçel	Marmara Kapaklı

- Mersin float üretiminde kullanılan Erçel kalkeri tüm boyut aralıklarında dekrapitasyon açısından hiçbir olumsuzluk göstermemektedir.

  Şayet dekrapitasyon önemli bir kriter ise, (Pilkington hammadde seçiminde bu konuya çok önem vermektedir) Kapaklı ve Niğde kalkerleri, iflah olmaz düzeyde riskler taşımaktadır.

- Kapaklı ve Marmara dolomitleri için bu açıdan bir olumsuzluk belirlenmemiştir.

  Ancak, Alanya ve Yavca dolomitleri için bazı özel tedbirler alınarak (örneğin,
  –0.5mm fraksiyonunun azaltılması) kullanım riski azaltılabilir.

- Genel olarak kalker ve dolomit hammaddeleri için –0.1 mm fraksiyonu, mineralojik özellikten bağımsız olarak, dekrapitasyon riski göstermemektedir.

4. Fırın Gözlemleri

Kalker ve dolomit hammaddelerinin dekrapitasyonunun yaratmış olabileceği olumsuzlukları izlemek için bazı fırınlarımızda gözlemler yapılmıştır.

Niğde kalkeri dekrapitasyon açısından oldukça olumsuz bir karaktere sahiptir. Diğer taraftan Yavca ve Alanya dolomitleri de özellikle –0.5 mm kısımlarda sıçrama göstermektedir.

Niğde kalkeri ve Alanya dolomitinin kullanıldığı PM A ve PM B fırınlarında (6-7 yıllık kampanya) özellikle harman besleme, rejenerator port tabanları ve cam seviyesine kadar olan AZS refrakterler, fırının yarısına kadar olan üst yapı AZS refrakterleri aşırı korozyona uğranmıştır. Fırınların alın duvarları ve cam seviyesinin hemen üstü yoğun kabuklanma ve dökülme şeklinde sonuçlanan korozyon göstermektedir. Fırınların kemer kısımları buna rağmen iyi durumda görülmektedir.

Bütün bu gelişmelerde kalker ve dolomit dekrapitasyonundan kaynaklanan tozumanın olumsuz katkıları olması kaçınılmazdır.

Bu noktadan sonra bu hammaddelerin değiştirilmesi önemli bir katkı getirmeyebilir, zira olan olmuş; ancak yeni kampanyalarda hammadde seçimine özel önem gösterilmelidir.

Belkide bu iki fırında görülen gelişmelerin esas nedeni aşırı korozyona uğrayan refrakterlerin yapısal problemler oluşturacak boyutlara kadar (düşük mukavemet) bozulmasıdır .

Şu noktaya değinmekte yarar var. Bu kadar olumsuz durumda olan A ve B fırınlarından bu kalitede cam elde etmek çok büyük bir başarıdır.

4.1. Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fırınları

AC fırınlarında Erçel kalkeri ve Yavca dolomiti kullanılmaktadır. 20 No'lu fırın 3-4 aylık, 10 ve 30 No'lu fırınlar 6-7 yıllıktır. Laboratuvar çalışmalarında Erçel kalkeri için dekrapitasyon açısından hiçbir olumsuzluk görülmemiştir; ancak Yavca dolomiti için -0.5 mm'lik kısmın belirgin olumsuzlukları vardır.

10 ve 30 No'lu fırınlarda kampanya yaşları ile orantılı hiçbir aşınma görülmemiştir. Büyük olasılıkla dolomitten kaynaklanan olumsuzluk birinci derecede ağırlıklı olmayabilir.

4.2. Trakya Cam San. A.Ş. Mersin Fırınları

Bu fırınlarda halen Erçel kalkeri ve Yavca dolomiti kullanılmaktadır. TR-3 ve TR-4 fırınlarında başlangıçtan 2001 ortasına kadar Niğde kalkeri kullanılmıştır. Böylece TR-3'te 6 yıl TR-4'te ise 2 yıl bu kalker kullanılmış oldu.

Dekrapitasyon açısından büyük olumsuzlukları olan Niğde kalkerinin bu yöndeki etkileri TR 3'te görülebilir. Fırının doghouse civarı, 5. porta kadar AZS üst yapı ve özellikle sakal taşı seviyelerindeki refrakter aşınmalarında harman tozumasının, özelikle dekrapitasyonun, etkileri çok olmuştur. Buna karşılık TR-4 daha iyi durumdadır.

Yavca dolomiti için alınabilecek tedbirler ile (biraz daha iri dolomit kullanmak vs.) oluşum kontrol altına alınabilir.

4.3. Trakya Cam San. A.Ş. Lüleburgaz Fırınları

1997 yılında devreye alınan TR 1 fırınında yapılan gözlemlerde sıcak noktaya kadar olan üst yapıda önemli sayılabilecek aşınmalar görülmektedir. Harman besleme civarında 1. porta kadar olan kısımda üst yapı korozyonu daha belirgindir. Bu aşınmalarda harman taşınmasının (carry-over) önemli katkıları vardır. Trakya harmanında tozuma açısından, dekrapitasyon nedeniyle, en riskli hammadde Kapaklı kalkeridir. Dolomitte ise böyle bir olumsuzluk belirlenmemiştir.

5. Öneriler

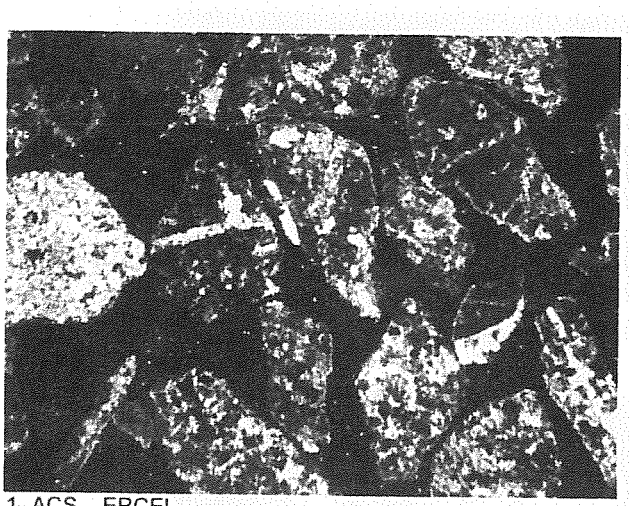
Gerçekleştirilen bu çalışmaya dayanarak birkaç denemenin yapılması yararlı olabilir.

- Paşabahçe Mersin fırınlarında Niğde kalkeri kullanımına son verilmesi; mümkünse bu ihtiyacın Erçel kalkeri ile karşılanması çeşitli yönleri ile yararlı olabilir.
- Yavca dolomitinin –0.5 mm'deki baskın görünen dekrapitasyonun azaltılması için tane iriliğinin mevcutun üzerine çıkarılması yararlı olabilir. Bu yapılırken iri boyutlu serbest kuvars olmamasına özen gösterilmelidir.

- Trakya float fırınlarında kullanılan Kapaklı kalkeri için alternatif kaynak aramanın yararlı olacağı düşünülebilir.
  Bunun test edilmesi amacıyla bir süre için (en az bir ay) Mersin'den Erçel kalkeri kullanımı yararlı olabilir. Bu dönemde üst yapı kaynaklı sürekli hataların azalabileceği beklenebilir.

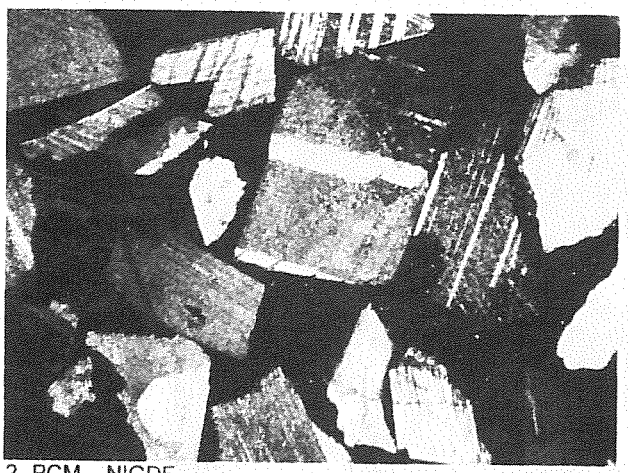
İNCELEME YÖNTEMLERİ VE BULGULAR

KALKER



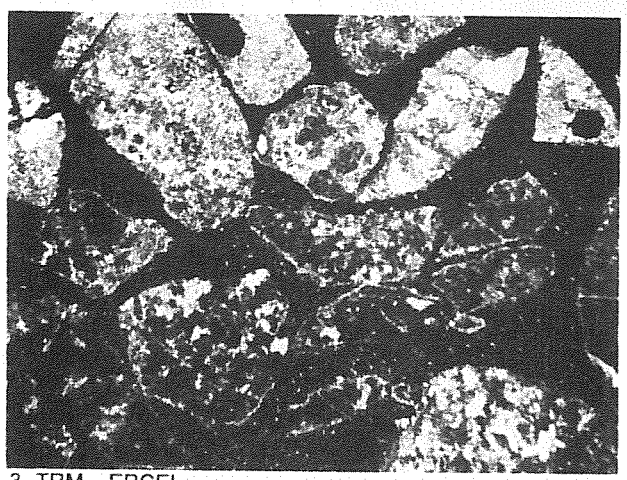
Mikrokristalin, dekrapitasyon dusuk

1- ACS – ERCEL



Tek kristal, dekrapitasyon yuksek

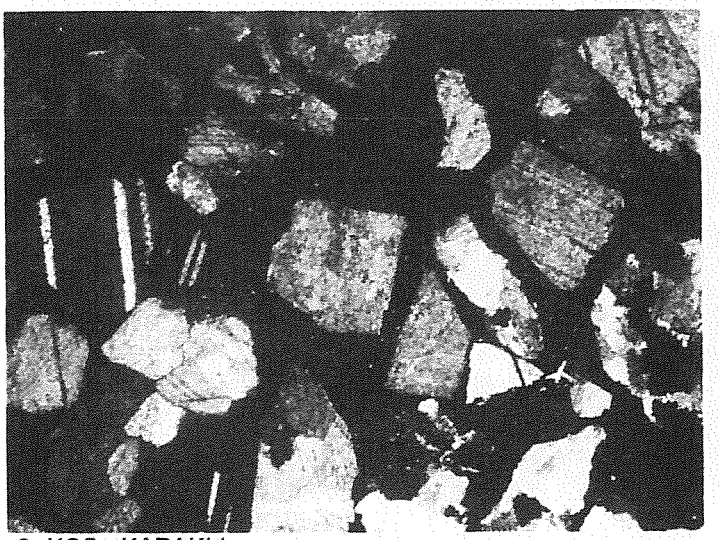
2- PCM – NIGDE



Mikrokristalin, dekrapitasyon dusuk

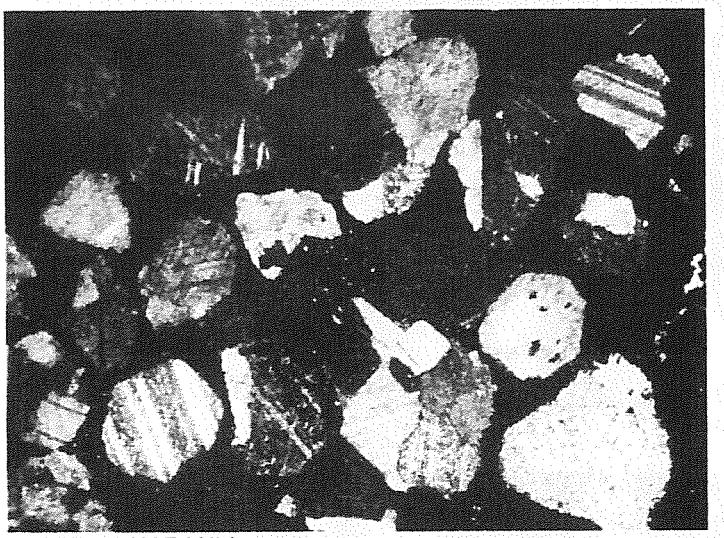
3- TRM – ERCEL

KALKER



Tek kristal,
dekrapitasyon yuksek

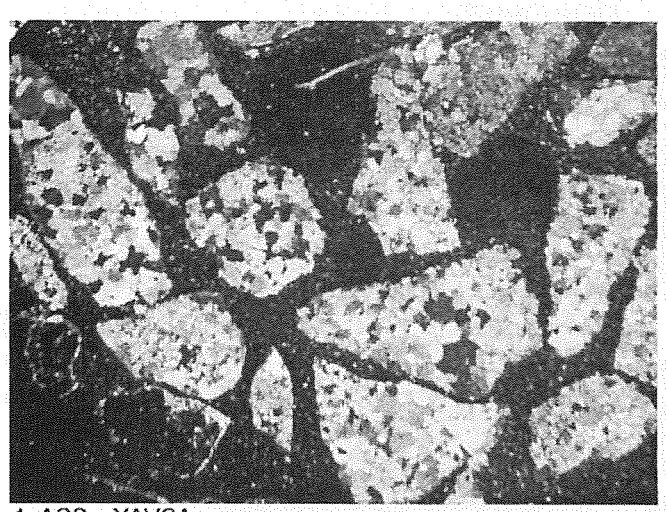
9- KCS - KAPAKLI



Tek kristal,
dekrapitasyon yuksek

10- TRL – KAPAKLI

DOLOMIT

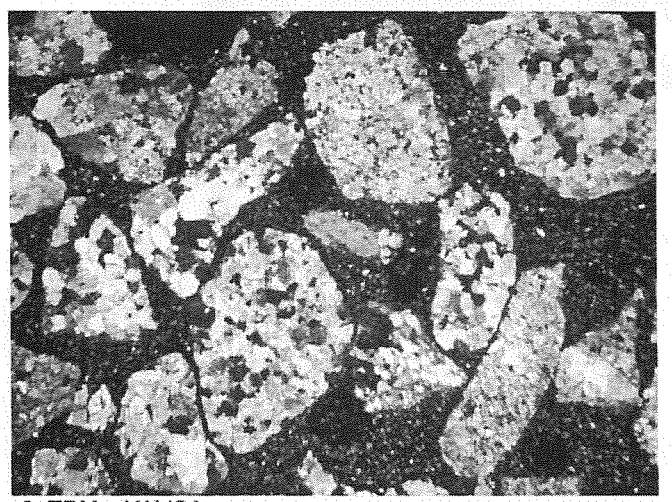


Mozaik doku,
dekrapitasyon orta

4- ACS – YAVCA

Tek kristal ve
rekristalize yapi,
dekrapitasyon yuksek

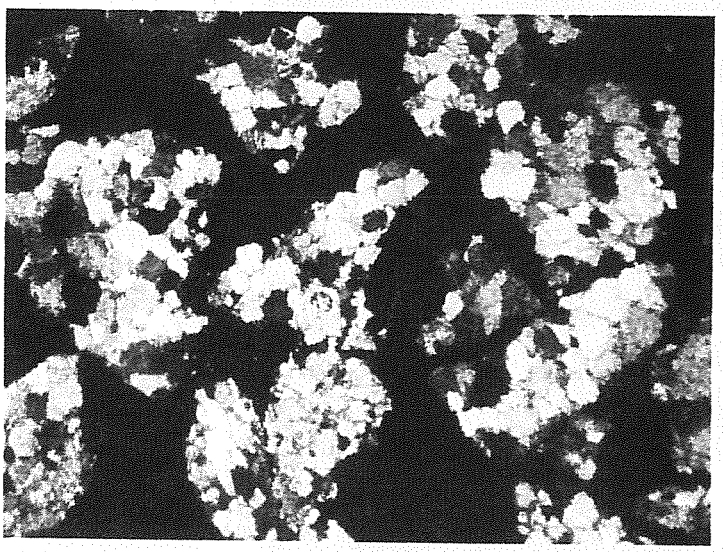
5- PCM - ALANYA



Mozaik doku,
dekrapitasyon orta

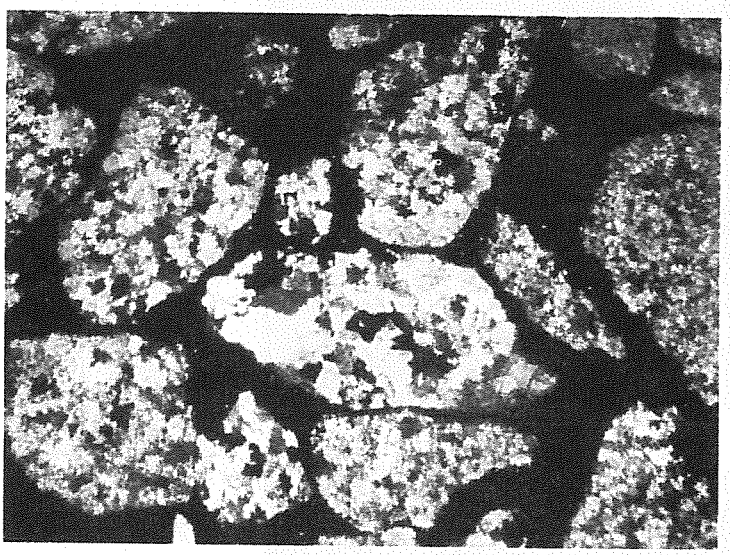
6- TRM – YAVCA

DOLOMIT



Mozaik yapi,
dekrapitasyon dusuk

7- KCS - MARMARA



Mozaik yapi,
dekrapitasyon dusuk

8- TRL - KAPAKLI

YAZAR DİZİNİ

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
A			
Acar	Sedat	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Acar	Tuncer	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Acar	Tuncer	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ak	Bülent	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Akarsu	Hüseyin	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Akarsu	Hüseyin	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Akay	Mustafa	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Akay	Mustafa	Üretim Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Akça	Nurettin	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Akçakaya	Dr.Reha	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Akgün	Kemal	Bilgisayar Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akın	Selçuk	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Akın	Fahir	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akın	Ümit	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Akın	Halil	Üretim Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akıncı	Hilmi	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Akıncı	Alparslan	Yönetim Kurulu	Davetli
Akıncı	Ahmet	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Akköseoğlu	Tamer	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akman	Asuman	Bütçe ve Mali İşler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akmaz	Fehiman	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akmoran	Huban	Eski Yöneticilerimiz	Davetli
Akmoran	Esra	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akray	Malik	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Aksan	Nurfer	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akşanlı	Selahattin	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Aktürk	Çetin	Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcılığı	Düzcam
Akviran	Muammer	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Akyüz	Işıl	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Albayrak	Gülçin	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Algün	Figen	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Alimoğlu	Zeki	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Altınay	Oktay	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Altunbaşak	Ahmet	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Arda	Reyhan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıburnu	Dadal	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıkan	Uğur	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıkan	Doğan	Genel Müdür	Genel Müdürlük
Arman	Bülent	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arpat	Erdem	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Artunç	Serhat	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Arzan	Neşet Naci	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Asal	Hüseyin	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Asar	Metin	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Asilkazancı	Şevket	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Ataktürk	Nilay	Projeler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ateş	Mehmet Ziya	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ateşçelik	Mehmet	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Atikkan	Gökhan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Atukalp	Mehmet	Pazarlama Satış Başkan Yardımcısı	Kimyasallar
Aydemir	Mehmet	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Aydın	Yaşar	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Aydın	Seda	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Aydın	Dr. Eşref	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Aydın	Oktay	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Aygen	İlker	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Ayhan	Oğuz	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
Azeri	Gülsüm	Cam Ev Eşyası Grubu Başkanı	Cam Ev Eşyası
B			
Bağlartepe	Raif	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Bakıcı	Fahri	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ballı	Kadir	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası	Cam Ambalaj
Bardakçıoğlu	Taner	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Barhana	Selçuk	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Barlas	Ekrem	Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Başmutaf	İrem Töre	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Bay	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Bay	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Baycan	Murat	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Baydemir	Namık K.	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
Bayhan	Nilgün	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Bayraktar	Ömer	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Bayram	Jülide	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Baytın	Kemal	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Belen	Nevin	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Berber	Celil	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Berkkan	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
A			
Acar	Sedat	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Acar	Tuncer	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Acar	Tuncer	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ak	Bülent	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Akarsu	Hüseyin	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Akarsu	Hüseyin	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Akay	Mustafa	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Akay	Mustafa	Üretim Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Akça	Nurettin	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Akçakaya	Dr.Reha	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Akgün	Kemal	Bilgisayar Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akın	Selçuk	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Akın	Fahir	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akın	Ümit	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Akın	Halil	Üretim Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akıncı	Hilmi	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Akıncı	Alparslan	Yönetim Kurulu	Davetli
Akıncı	Ahmet	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Akköseoğlu	Tamer	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akman	Asuman	Bütçe ve Mali İşler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akmaz	Fehiman	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akmoran	Huban	Eski Yöneticilerimiz	Davetli
Akmoran	Esra	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Akray	Malik	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Aksan	Nurfer	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Akşanlı	Selahattin	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Aktürk	Çetin	Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcılığı	Düzcam
Akviran	Muammer	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Akyüz	Işıl	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Albayrak	Gülçin	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Algün	Figen	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Alimoğlu	Zeki	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Altınay	Oktay	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Altunbaşak	Ahmet	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Arda	Reyhan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıburnu	Dadal	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıkan	Uğur	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arıkan	Doğan	Genel Müdür	Genel Müdürlük
Arman	Bülent	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Arpat	Erdem	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Artunç	Serhat	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Arzan	Neşet Naci	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Asal	Hüseyin	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Asar	Metin	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Asilkazancı	Şevket	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Ataktürk	Nilay	Projeler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ateş	Mehmet Ziya	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ateşçelik	Mehmet	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Atikkan	Gökhan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Atukalp	Mehmet	Pazarlama Satış Başkan Yardımcısı	Kimyasallar
Aydemir	Mehmet	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Aydın	Yaşar	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Aydın	Seda	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Aydın	Dr. Eşref	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Aydın	Oktay	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Aygen	İlker	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Ayhan	Oğuz	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
Azeri	Gülsüm	Cam Ev Eşyası Grubu Başkanı	Cam Ev Eşyası
B			
Bağlartepe	Raif	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Bakıcı	Fahri	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Balli	Kadir	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası	Cam Ambalaj
Bardakçıoğlu	Taner	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Barhana	Selçuk	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Barlas	Ekrem	Pazarlama ve Satış Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Başmutaf	İrem Töre	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Bay	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Bay	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Baycan	Murat	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Baydemir	Namık K.	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
Bayhan	Nilgün	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Bayraktar	Ömer	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Bayram	Jülide	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Baytın	Kemal	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Belen	Nevin	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Berber	Celil	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Berkkan	Ahmet	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
Berköz	Mustafa	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Beşkurt	Selda	Halkla İlişkiler	Genel Müdürlük
Bıkmaz	İrfan	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Bilaloğlu	Osman	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Bilgin	Zeynel	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Bilsen	Engin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Bilsen	Süreyya	Üretim Planlama Lojistik Başkan Yardımcılığı	Cam Ev Eşyası
Biran	Canan	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Bolcan	Dilek	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Boyacıoğlu	Ömer	Otomotiv ve İşlenmiş Camlar Başkan Yardımcısı	Düzcam
Boynukalın	Derya	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Bozkurt	Dr.Rüştü	Genel Sekreterlik	Genel Müdürlük
Bucak	Ali	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Budak	Zeki	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Budakoğlu	Refika	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Büke	Savaş	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
C,Ç			
Can	Alper	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Cebeci	Cüneyt	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Cebecioğlu	Ergül	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Cengiz	Ali	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Ceylan	İsmail	Soda Sanayii A.Ş. Soda Fabrikası	Kimyasallar
Coşkun	Yusuf	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Coşkuner	Dr.Şakir	Eski Yöneticilerimiz	Davetli
Cumhur	Mercan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Çakıroğlu	Fahrettin	UEAKAE	Tübitak
Çamlıbel	Onur	İnşaat Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Çandır	Işıl	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Çavuşoğlu	Mustafa Mahmut	Ferro Döküm Sanayii ve Tic. A.Ş.	Cam Ambalaj
Çayan	Latif	Oxyvit Kimya Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Kimyasallar
Çebi	Atilla	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Çelebi	Çelik	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Çelik	Eylem	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Çınar	Selahattin	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Çıtmacı	Ümit	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Çizmeci	Argun	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş	Kimyasallar
Çobanlı	Melih	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Çoğal	Uğur	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Çolak	Yakup	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Çolak	Murat	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş	Kimyasallar
Çopuroğlu	Banu	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Çorumluoğlu	Orhan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
D,E			
Dalgıç	Bahtiyar	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Demir	Hüseyin	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Demirboğa	Banu	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Demircan	Bayram	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Demircioğlu	Nesrin	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Demirkıran	Selçuk	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Dere	Remzi	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Derelioğlu	Özenç	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Dermen	Özgür	Eğitim Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Didin	Atilla	Üretim Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Doğanlarlı	Suat	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Duman	Esra	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Düzcan	Halit	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Eğri	Çetin	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası	Cam Ambalaj
Ekici	Haşim	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Ekmen	Ufuk	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Elibol	Mustafa	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Eltutar	Zeynep	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Emecan	Can	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Enderoğlu	Hasan	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Erdağ	Erhan	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Erdal	Tarık	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Erdem	Haluk	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Erdemli	Sebahat	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Erdil	Hakan	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Erdoğan	İpek	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Erdoğan	Sevinç	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Erdöl	Celal	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Erduran	H.Hüseyin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Erel	Derya	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Eren	Ahmet	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Eren	Bülent	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Ergun	Dr.Türkay	Finansman Genel Müdür Yardımcılığı	Genel Müdürlük
Ergün	Erol	Eski Yöneticilerimiz	Davetli
Erinç	Nedim	Projeler Müdürlüğü	Genel Müdürlük

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
Erkan	Serdar	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Eroğlu	Ramazan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Eroğlu	Mehmet	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ersoy	Ayşe	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ertekin	Cem Hilmi	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Ertürk	Dr. Eyüp	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Esen	Erkut	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Evrenol	Gülfem	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Eyigüngör	Tunç	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
G			
Gavas	Sevgi	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Geredeli	Hilal	Projeler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Gervan	Meltem	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Göçer	Orhan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Göker	Hayati	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Göker	Hayati	Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası	Düzcam
Gökmenoğlu	Selçuk	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Gökoğlu	Belgin	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Gökşin	Ayşe	Satınalma Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Göktan	Kaya	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Göncü	Ufuk	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Görk	Ergin	Planlama ve Ekonomik Araştırma Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Gözüm	Güner	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Gözüm	Güner	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Güldal	Ünay	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Gülener	Rıfat	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Gülsoy	Tuncel	Omco İstanbul Kalıp Sanayii ve Tic. A.Ş	Cam Ambalaj
Gülşan	Cemal	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Gülyenli	Engin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Gümrükçü	Atilla	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Günalan	Engin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Günceler	Sabahattin	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
Güneri	Coşkun	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Günertürkün	Esat	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Güney	Yalçın	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Günsur	Murat	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Günsür	Ekrem	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Gürkan	Pervin	Finansman Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Güven	Sumru	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Güven	Mehmet Emin	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
H			
Hacıalioğlu	İsmail Hakkı	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Hacızade	Prof.Dr.Fikret	UEAKAE	Tübitak
Hadımlı	Hüseyin	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Haksal	Asuman	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Haldenbilen	Tamer	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Haybat	Hale	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Hepşen	Erkan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Hürpek	Yasemin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
I,İ			
İlter	Erhan	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
İnce	Serkan	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
İnce	Mediha	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
İnce	Suat	Yönetim Kurulu	Davetli
Irmak	Mesut	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
İşevi	A.Semih	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Işın	Serhat	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
İyiel	Arca	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
İyigün	Ulukan	Üretim ve Geliştirme Başkan Yardımcısı	Düzcam
İzmirlioğlu	Burak	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
J,K,L			
Javaherian	Aref	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Kabacaoğlu	Ahmet	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Kahraman	Ercan	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Kaplan	Can	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Kara	Mehmet Ali	Plamlama Genel Müdür Yardımcılığı	Genel Müdürlük
Karaağaç	Berna	Halkla İlişkiler	Genel Müdürlük
Karadağ	Dr. Adnan	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Karahan	Mevlüt	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Karahan	Nevin	Mali Müşavirlik	Genel Müdürlük
Karakaya	Çiğdem	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Karakoç	Ayşe	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Karaman	Aslı	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Kartepe	Oğuz	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Kartepe	M. Oğuz	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Kaya	Hüseyin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
Özdemir	Hidayet	Üretim Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Özdil	Mehmet	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Özdurmuş	Semih	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi	Düzcam
Özen	İlker	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Özgün	Ahmet	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Özgür	Ayhan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Özharar	Kemal	İnsan Kaynakları Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Özince	Ersin	Yönetim Kurulu	Davetli
Özkan	Dr.Hülya	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Özkaya	Deniz	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Özoğlu	Ebru	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Özpolat	Çiğdem	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Özpolat	Yüksel	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Öztürk	Osman	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
P,R			
Parlar	Ateş	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Pehlivan	Aytaç	Bilgisayar Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Pınar	Aktan	İnsan ve Finans Kaynakları Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Pişirici	Özgür	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Polatkan	Ahmet Faruk	Mali İşler Genel Müdür Yardımcılığı	Genel Müdürlük
Poyraz	Süreyya	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş	Kimyasallar
Pulurluoğlu	Soner	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Rabuş	Mehmet	Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Reisoğlu	Prof.Safa	Baş Hukuk Danışmanı	Genel Müdürlük
S,Ş			
Saadetlioğlu	Mete	Teftiş Kurulu Başkanlığı	Genel Müdürlük
Saçar	Oya	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Sağlam	Zafer	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Salim	Zaimoğlu	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş	Kimyasallar
Saltat	Güniz	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Samsa	Gökhan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Saraç	Ahmet	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Saraç	Dr.Yusuf	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Saraçoğlu	Toygar	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Sarıca	Erhan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Savaştürk	Güral	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Say	Kaan	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Sediroğlu	Dr. Vedat	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Sengel	Hande	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Sesigür	Dr. Hakan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Sezer	Hayrettin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Sezgen	Pınar	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Sezgince	Şengül	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Sırmatel	Cihan	Mali İşler Müdürlüğü	Kimyasallar
Sonal	Metin	İdari İşler Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Soykut	Yüksel	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Sökmen	İlkay	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Sönmez	Mehtap	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Sözen	Akif	İnsan ve Finans Kaynakları Başkan Yardımcılığı	Düzcam
Suner	Çağatay	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Şahin	Beytullah	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Şahin	Hasan	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Şam	Ebru Devrim	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Şardağ	Haluk	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası	Cam Ambalaj
Şekerli	Ali	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Şen	Mustafa	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Şentürk	Serdar	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Şimşek	Mükremin	Muhasebe Müdürlüğü	Genel Müdürlük
T			
Tabaköz	Semih	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Tan	Ufuk	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Tan	Selda	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Tanes	Turgay	Yönetim Kurulu	Davetli
Tanyeli	Ertan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Tanyeli	Ertan	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Düzcam
Taşkapılı	Murat	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Taşlıca	İsmail	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Tekin	Ahmet	Belge-Bilgi Merkezi	Genel Müdürlük
Temiz	Mehmet	Üretim Başkan Yardımcılığı	Kimyasallar
Teoman	Dr.Yıldırım	Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı	Genel Müdürlük
Tezcan	Osman	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Paşabahçe Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Tezer	Sertaç	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Tiryaki	Mehmet Ali	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Tokat	Mustafa	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Topatan	Hüseyin	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Paşabahçe Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Topçuoğlu	Ferhan	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük

SOYADI	ADI	ŞİRKET/MÜDÜRLÜK	GRUP
Trak	Nayim	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Tuğrul	Haluk	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Tuğrul	Muzaffer	Yönetim Kurulu	Davetli
Tunalı	İlhan	Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Tuncay	Tunç	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Paşabahçe Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Tural	Gökçen	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Tümerkan	Işıl	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Türkay	Murat	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Türker	Mustafa	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Türksoy	Erdil	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Türküz	Seniz	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Tüzer	Bora	Camiş Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.	Kimyasallar
U,Ü			
Uçaroğlu	Akif	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Uğurlu	Günay	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Yönetim ve Satış Merkezi	Düzcam
Uluçay	Gülay	Düzcam Grup Merkezi	Düzcam
Ulufer	Sinan	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Ulutaş	Ferda	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ustaoğlu	Cavit	Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Uyanık	Müge	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Uz	Taner	Üretim ve Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ev Eşyası
Uzun	Hüseyin	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Üçpınar	Nuray	Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Ünaldı	Murat	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Topkapı Fabrikası	Cam Ambalaj
Ünlüer	Levent	Paçabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.	Cam Ev Eşyası
Ünsal	Atilla	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Üstün	Mehmet	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
V,Y,Z			
Vardar	Saadettin	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Vatan	Faruk	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.	Kimyasallar
Vurgun	Tahsin	Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ambalaj
Yağcı	Tuncay	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Yalçınduran	Türker	Hukuk Müşavirliği	Genel Müdürlük
Yalçınkaya	Muhammed	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Mersin Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Yamaç	Nilay	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yanık	Kemal	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Yaraman	Alev	Düzcam Grubu Başkanı	Düzcam
Yavaşlar	Hakan	Geliştirme Başkan Yardımcılığı	Cam Ambalaj
Yay	Ertuğrul	Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yenigün	Teoman	Cam Ambalaj Grubu Başkanı	Cam Ambalaj
Yiğit	Hasan Murat	Paşabahçe Cam San. ve Tic.A.Ş. Kırklareli Fabrikası	Cam Ev Eşyası
Yıldırım	Tarık	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yıldırımoğlu	Hakan	Endüstri İlişkileri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yılmaz	Şener	Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yılmaz	Ayhan	Soda Sanayii A.Ş. Kromsan Fabrikası	Kimyasallar
Yöndem	Ali	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Yönden	Ali	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası	Düzcam
Yumlu	Can	Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası	Düzcam
Yücel	Sinan	Camiş Madencilik A.Ş.	Kimyasallar
Yücesoy	Deniz	Eğitim Müdürlüğü	Genel Müdürlük
Yüksel	Atilla	Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası	Düzcam
Zaimoğlu	Bala	Finans Kaynakları Müdürlüğü	Kimyasallar

NOT