



ŞİŞECAM

TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.

16.

**CAM PROBLEMLERİ
SEMPOZYUMU**

BİLDİRİLER

07 KASIM 2001

**LÜTFİ KIRDAR
ULUSLARARASI
KONGRE VE SERGİ SARAYI**

Yayına Hazırlayanlar

**A. Semih İŞEVI
Dr. Hakan SESİGÜR**



ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

Copyright©2002

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
(Hizmete Özeldir) (Teknik Bülten Özel Sayısı)

Yayına ait Katalog Bilgileri

Sınıflama/ Yer	: UDC 666.1 (56) "2002" (063)=943.5 CAM 2002
Eser Adı	: 16. Cam Problemleri Sempozyumu (07 Kasım 2001) Bildiri Metinleri
Yazar (lar) Adı	: A. Semih İşevi / Dr. Hakan Sesigür
Emeği Geçenler	: Mehmet Ali Demirkaya (Kapak Fotoğrafı) / Camda Tiridimit Kristalleri
Yayın Tarihi	: 2002
Yayın Yeri	: İstanbul
Yayınlayan	: T.Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Cilt / Sayfa	: 193 s., 27 sm
Dizi	: Cam Araştırma Merkezi Kütüphane-Dokümantasyon Bölümü Yayınları Sempozyumlar Dizisi; 16
Konu	: 1.Glass Problems 2.Glass Technology 3. Congresses I. İşevi, Semih II. Sesigür, Hakan III. Seri

Baskı Bilgisi

1. Baskı : Haziran 2002

Ajans Repa

Grafik Tasarım : Selma Çakır
Tel : (0212) 219 03 17 - 219 07 33
Faks : (0212) 219 89 37
e-posta : ayhani@superonline.com

Lebib Yalkın Matbaası

4. Levent / İSTANBUL Tel: (0212) 269 64 48



Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Cam Araştırma Merkezi

İş Kuleleri, Kule 3

80620 4. Levent/İSTANBUL

Tel : (0212) 482 08 12

Faks: (0212) 482 08 19

<http://www.sisecam.com.tr>

intranet:<http://cam.sisecam.com.tr>



ÖNSÖZ

07 Kasım 2001 tarihinde,
Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı salonlarında yapılan
"16. Cam Problemleri Sempozyumu"nda
sunulan bildirileri daha öncekiler gibi kitap kapsamında derleyerek,
değerli bir belge ve yazılı kültürümüzün bir parçası olarak
Topluluğumuzun hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız.

Üretim şirketlerimizin ve
Teknik Grubun katılım ve katkıları ile
gerçekleştirilen Sempozyuma destek veren başta
Genel Müdürümüz Sn. Doğan Arıkan olmak üzere,
tüm ilgililere ve emeği geçenlere
şükranlarımızı sunuyoruz.

Editörler

A. Semih İşevi (sisevi@sisecam.com.tr)
Dr. Hakan Sesigür (hsesigur@sisecam.com.tr)

Ersin Özince'nin Mesajı	7
Açış Konuşması Doğan Arıkan	8
Cam Fırınları Emisyonlarının Hava Kalitesine Etkilerinin Modelleme Tekniği ile Değerlendirilmesi Ferda Ulutaş	10
Enerjinin Verimli Kullanımı Uygulamaları Semih Büyükkapu - Fethi Çiftçi	19
E-camı Harmanında Alternatif SiO₂-Al₂O₃ Hammaddeleri Hale Haybat - Melek Orhon - Dr. Osman Kılavuz	25
Çalışma Havuzlarında Afinasyonun Rolü Levent Kaya - Dr. Mustafa Oran - Ali Ötken	35
Problem Çözümünde Etkin Bir Sistem: Toplam Verimli Yönetim (TPM) Muhteşem Mahmutoğlu - Derya Aktan	40
Camda Ağır Metal İyonları ile İlgili Gelişmeler Orhan Çorumluoğlu - Nurettin Kılıçalp - Ayşe Kerestecioğlu Fügen Kürkcüoğlu - Şükran Demirli - Bülent Arman	55
Yardımcı Tesisler Otomasyonu Ömer Ali Yılmaz - Emin Kızılkaya	68
Cam Ambalaj Ürünlerinde Korozyon Akif Özcan - Adnan Sarı - İlke Tuzcu	80
B6 F/H Tasarım Değişikliği Bülent Kuca	104
Cam Homojenitesinin Tayini ve Sayısal İfadesi Dadal Arıburnu	111
Stabil Vitamin K Ürünlerinin Geliştirilmesi Tarık Erdal - Latif Çayhan - Tuğrul Yazıcıoğlu	119



ŞİŞECAM

Müşteri Şikayetlerinin İnternet Ortamında Değerlendirilmesi	124
Ercan Kahraman	
Artık Isıdan Elde Edilen Buhar ile Soğutma	137
Aziz Mercan - Süreyya Poyraz	
Rejeneratör Refrakterleri İçin Testler	148
Dr. Eşref Aydın - E. Burak İzmirlioğlu Prof. Dr. Serdar Özgen - Doç. Dr. Onuralp Yücel	
Pres Üfleme Ürünlerinde Yüzey Kalitesinin İyileştirilmesi	155
Osman Öztürk - Sinan Karakaya	
Cam Ambalajda Hammadde Alternatifleri	158
Cüneyt Kumru	
Temperlemenin Sayısal Modellenmesi	170
Dr. Adnan Karadağ	
Bir Rekabet Hikayesi	177
Asuman Haksal	
Program	188
Yazar Dizini	193

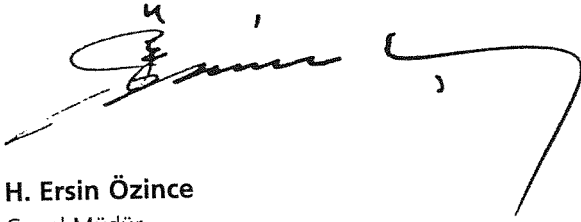
ERSİN ÖZİNCE'NİN MESAJI

Sayın Arıkan;

7 Kasım 2001 tarihinde Şişecam'ın düzenleyeceği 16. Cam Problemleri Sempozyumu'nda, çok arzu etmeme rağmen, önceden programlanmış yurtdışı toplantılar nedeniyle aranızda bulunamayacağım için üzgünüm.

Global pazarı hedefleyen gelişme stratejisi ile cam sektörünün bütün ürün gruplarında etkinliğini sürekli artırma başarısını gösteren Şişecam, gerek dünya cam sanayiindeki saygın konumunu gerekse Cumhuriyet kuşaklarının haklı gururu olmayı yoğun ve sürekli teknoloji geliştirme çalışmaları ile pekiştirmektedir.

Hayatımızdaki yeri vazgeçilmez olan camın ülkemizdeki simgesi Şişecam'ın yeni ufuklar geliştirme anlayışının bir yansıması olan 16. Cam Problemleri Sempozyumu'nun verimli geçmesini ve Şişecam ürünlerine yeni gelişme ve başarılar getirmesini diler, en iyi dileklerle sevgi ve saygılarımı sunarım.



H. Ersin Özince
Genel Müdür
Türkiye İş Bankası A.Ş.

AÇIŞ KONUŞMASI

Kurumumuzun bugünlere ulaşmasında büyük emekleri geçen ve bizlerin burada çalışmasına imkan sağlamak için ömürlerinin en verimli, en güzel yıllarını sakınmadan harcayan saygıdeğer büyüklerimiz hoş geldiniz. Aramızda bulunmanız bizim için büyük motivasyon olmuştur.

Kurumu, devralarak aynı şevk ve heyecanla yarınlara taşıma arzusunu içinde taşıyan değerli çalışma arkadaşlarım, sizlere de hoş geldiniz diyorum. Değerli misafirler hoş geldiniz.

Şişecam; Arge'nin, uzun dönemli kurumsal varoluşun önemli unsurlarından biri olduğuna ve yetersizliğinin gelişme gücünü azaltacağına inanmaktadır. Bu nedenle Şişecam kurumsal Arge'ye kaynak, emek ve zaman ayırmaktadır.

Arge'ye inancımızı ve sürekli ısrarımızı vurgulayan önemli kanıtlardan biri, bugün 16.sını gerçekleştirdiğimiz "Cam Problemleri Sempozyumu"dur. Şişecam'ın 50. yılını idrak ettiği 1985 yılında, Sayın Genel Müdürümüz Talat Orhon, ilk Sempozyumu açış konuşmasında, Sempozyumun gelenek olmasını dilemişti, sanırım bugün mutludur. Sempozyum gelenek halini almıştır.

Bugün, Şişecam ailesinin en yeni çalışanlarından, grubun ise en eski çalışanlarından biri olarak sizlere, önemi daha önce müteaddit kez vurgulanan Sempozyum ile ilgili veya günün ekonomik konularıyla ilgili olarak konuşmayacağım. Ama, bu vesile ile yakaladığım konuşma fırsatını da değerlendirmek istiyorum. Konuşmamın içeriği Şişecam çalışanları ile ilgili gözlemlerimdir.

İlk gözlemim, Şişecam çalışanının;

1. Kurum aidiyet duygusu yüksektir.
2. Kurum kimliğini benimseme düzeyinin yüksekliği, insanlarımızın işlerinin teknik içeriklerini bilme konusundaki gayretlerini artırmakta ve bu gayretler geleceğe daha güvenli bakmamızı sağlamaktadır.
3. İçtendir.
4. Bu aidiyet duygusu her kademedede iyi ve verimli ekip çalışması yapılabilmesini sağlamakta.
5. Bu duygu, bireyleri aşan kurumsal hafıza ve kurum kültürü oluşturarak sinerji yaratmaktadır.
6. Oluşan kültür ve refleks, yeniliklere, gelişmelere, değişime yüksek düzeyde ve çok hızlı uyum sağlanmasına olanak vermektedir.

Bu hususların gelişmekte olan bizim gibi ülkelerin çok ender kuruluşların başarabildiği bir iş olduğunu düşünüyor ve bunun temellerini atan siz ağabeylerimize ve siz kardeşlerime hem teşekkür ediyor hem de bir Şişecam'lı olarak sizlerle iftihar ediyorum.

İkinci gözlemim; dünyanın bir çok kurumunda bulunan ancak bizim gibi ülke kurumlarında daha çok olan "değer üretmeden değerlendirme yapma", "keramet sahibi olma nedeniyle her konuyu en iyi bilme", "tek pencereden bakıp global görüş sihrine sahip olma alışkanlığı."

Bu alışkanlık her yerde olduğu gibi bizim kurumumuzda da düşük düzeyde olsa da var. Buradaki ricam şu. İnsanlarımızın objektif eleştiri ve görüşleri -altını çiziyorum, objektif- kerametle karıştırmadan, kurumun bütününde akıl paydasına getirebilmesi.



ŞİŞECAM

Kuşkusuz negatif unsurlar her zaman olacak. Biz keramet sahibi olanları tatmin için değil, birlikte "ekip olarak sonuç almak" için bir aradayız. Objektif ve saygılı tartışmalar hepimiz için pozitif sonuç verecektir.

Bu negatif unsurlar dışarıda da olabilir. Sübjektif değerlendirmeler yaparak veya incindiğini varsayarak olumsuz geri beslemelerle, sözcüklerini etrafa serpiştiren ve verimliliğimizi frenlemeye çalışanlar da olacaktır. Ama biz takım ruhu içerisinde bunları da aşmalıyız.

Ortak aklımızın kalite ve kantitesini sürekli olarak güçlendirmek hepimizin ortak görevidir. O nedenle ki kendi aramızda yapılan değerlendirmelerin saygın ve objektif bir biçimde açık platformlara getirilmesi, çok sesli zengin düşüncelerin üretilmesi, kurumun geleceğini etkileyecek bütün parametrelerin göz önünde tutulmasının sağlanması doğru yol olacaktır. Bu husus, 2002 stratejilerimizden biri olarak görülmelidir.

Üçüncü gözlemim, kurumda gözlediğim, yani şahıslarımızın bileşkesi olan hususlar.

Bunlar;

- Yüksek kurumsal refleks,
- Uluslararası pazar birikimi,
- Pazarlama ve satış kabiliyetinin yüksekliği,
- Her konuda esnekliğimiz,
- Teknolojik yeterliliğimiz,
- Teoriye pratiğe indirgeme becerimiz vb.

Yani vafımız çok. Bütün bunları bir araya getirdiğimizde kurumumuz birçok kuruluşun çok hırpalandığı, bugünkü fevkalade zor koşulları aşabilmiştir.

Eğer insanlarımızın biraz evvel bahsettiğimiz bu özellikleri olmasaydı, eminim ki çok zor günler yaşardık. Arkadaşlarımla taşıdığı bu müstesna unsurlar, Şişecam'ın gerçek varlığıdır.

Bu varlık bizi yarınlara güvenle taşıyacaktır. Bu unsurları bize aşıl原因an, bize böyle davranmayı öğreten siz değerli büyüklerimize tekrar teşekkür ediyorum. Arkadaşlarımla da gerçekten iftihar ediyorum.

Geçmiş Cam Problemleri Sempozyumlarında olduğu gibi bu Sempozyumunda ortak aklımıza çok önemli katkılar yapacağına inanıyor, başarılar diliyorum.

A. Doğan Arıkan

Genel Müdür

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

CAM FIRINLARI EMİSYONLARININ HAVA KALİTESİNE ETKİLERİNİN MODELLEME TEKNİĞİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ferda Ulutaş

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

1. Giriş

Cam üretimi, enerji yoğun ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen bir prosestir. Bu sebeple bu üretim alanına ait en önemli çevre konusu yanma ürünlerinin emisyonudur. Bu bağlamda, cam fırınları "önemli" emisyon kaynakları olarak kabul edilmekte ve hava kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi yasal olduğu kadar hava kalitesi koruma programları açısından da önemli olmaktadır.

Hava kalitesinin modellenmesi, emisyon kaynaklarının çevre atmosferindeki kirlenici konsantrasyonlarına olan katkılarının tahmin edilmesine yönelik bir araç olarak kabul edilmektedir.

Bu teknik, potansiyel kaynaklar için çevresel etki değerlendirme çalışmalarında ve hava kirliliği etkisinin azaltılmasına yönelik bir çevre yönetim aracı olarak kullanılmaktadır. Burada, baca yerinin belirlenmesi, uygun baca yüksekliğinin seçilmesi gibi imkanlar söz konusudur. Mevcut kaynaklar için ise, hava kalitesi modellemesi belli bir bölgedeki başlıca hava kirliliği kaynaklarının belirlenmesi ve emisyon azaltma programlarının buna göre planlanması için kullanılabilir. ⁽¹⁾

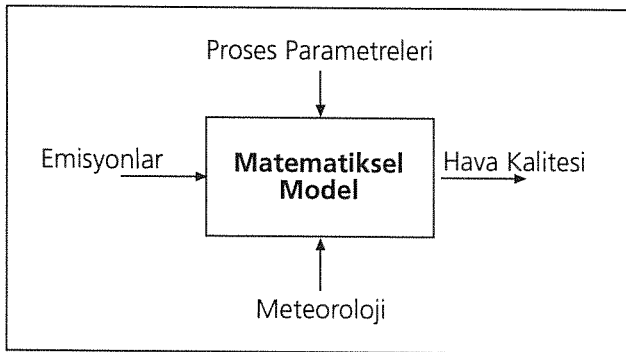
Bu kapsamda, bu çalışmanın amacı cam fırını emisyonlarının hava kalitesine olan etkilerinin modelleme aracılığıyla belirlenebilmesine yönelik bir yöntemin geliştirilmesi ve benimsenmesidir. Bu bağlamda, Amerika Çevre Koruma Kurumu'nun (USEPA), geliştirmiş olduğu ve yaygın olarak kullanılan ISC3 ("Integrated Source Complex" modelinin son versiyonu) yazılımından yararlanılmıştır.

Yapılan çalışmanın iki boyutu vardır. Biri model uygulamasının doğrulanması ve geçerliliğinin belirlenmesi, diğeri ise model parametrelerinin ortaya çıkan yer seviyesi kirlilik konsantrasyonlarına olan katkılarından değerlendirilmesidir.

2. Teori

2.1. Hava Kalitesi Modelleme

Hava kalitesi modelleme, atmosfere verilen kirlenicilerin davranışlarının matematiksel olarak ifade edilmesidir. Amaç, emisyon kaynaklarının çevre atmosferindeki kirlenici konsantrasyonlarına katkılarının tahmin edilmesidir. Konsantrasyonlar, bağımsız değişkenler ile dağılım ve yayılım proseslerine bağlı olarak hesaplanır. ⁽²⁾ Model şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Hava Kalitesi Modellemesi ⁽²⁾

Hava Kalitesi modelleri, model yapısı ve model denkleminin çözümüne göre sınıflandırılabilir. Buna göre, dört ana sınıf söz konusudur: Gauss, Nümerik, İstatistiksel ve Fiziksel Modeller. Modellerin çoğu difüzyon denkleminin çözümüne dayanmaktadır ⁽²⁾.

2.2. ISC3 Modeli (Integrated Source Complex)

Bu çalışmada kullanılmış olan ISC3 modeli bir Gauss modelidir. Diğer bir ifade ile, bu model difüzyon denkleminin basitleştirici varsayımlar yardımıyla analitik olarak çözülmesidir. Buna göre, standart model denklemi aşağıda verilmektedir ⁽²⁾:

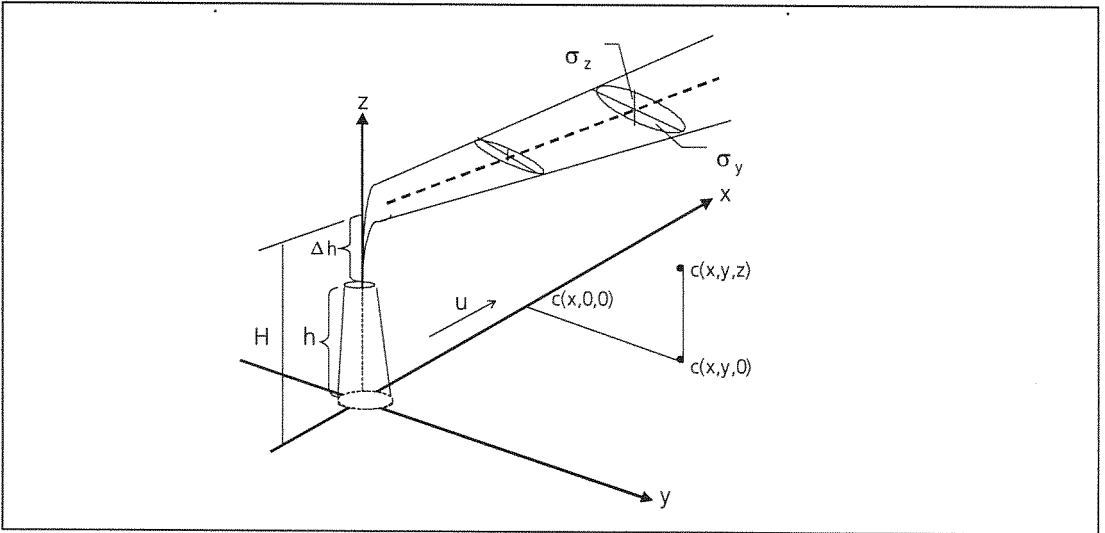
Burada,

$$C_{(x,y,z)} = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-1/2 \left[\left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 + \left(\frac{z}{\sigma_z} \right)^2 \right]}$$

- C = kirletici konsantrasyonu (birim/m³)
 Q = baca gazı debisi (birim/san)
 z = reseptörün yüksekliği (m)
 x, y = reseptör ile kaynak arasındaki mesafe (m)
 (sırasıyla rüzgar yönü ve rüzgara dik yön)
 u = ortalama rüzgar hızı (m/san)
 σ_y, σ_z = yatay ve dikey yayılma katsayıları (m)

Model parametreleri şematik olarak Şekil 2’de gösterilmektedir. Burada h baca yüksekliği, H ise etkin baca yüksekliği olmaktadır. Bu farkı yaratan Δh , gazın bacadan çıktıktan sonra sıcaklık etkisiyle yükselmesidir.

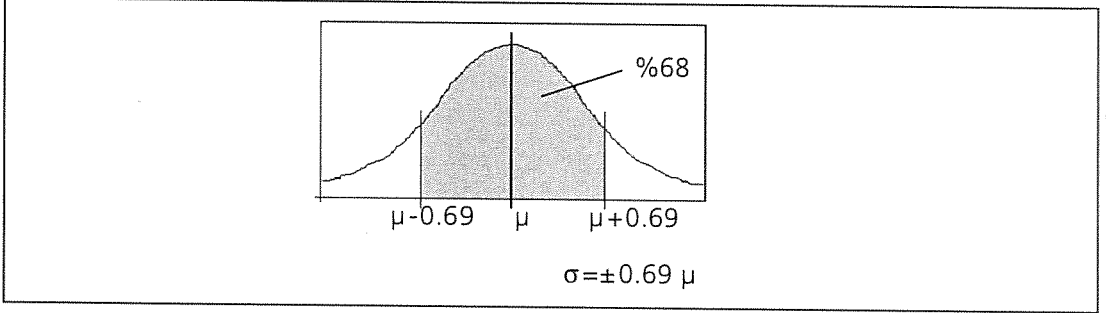
USEPA tarafından geliştirilmiş olan ISC3 modeli bir Gauss modeli olup, endüstriyel kaynakların (özellikle sürekli emisyonu olan sabit kaynaklar) hava kalitesine etkilerinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır ⁽¹⁾.



Şekil 2. Gauss Modeli ⁽²⁾

Modelin uzun süredir kullanılması, tanınmış ve rahat ulaşılabilir olması özellikle yasal alanlarda tavsiye ve tercih edilen bir model olmasını sağlamıştır ⁽³⁾.

Literatür çalışması kapsamında, ISC3 modeli için yapılmış olan doğrulama çalışmaları da incelenmiştir. Hava kalitesi ölçümleri ile model sonuçlarının karşılaştırıldığı istatistiksel analizlere göre, bu iki değer genellikle ± 2 faktörü dahilinde uyum göstermektedir ^(4, 5). Bilindiği gibi, ± 2 faktörü standart sapma σ 'nın $\pm(\ln 2)\mu$ olması demektir ve $\ln 2$ değeri 0.69'dur. Bir başka deyişle, modelin doğruluğu, ortalaması μ olan bir normal dağılım eğrisi ile ifade edilirken, gerçek konsantrasyon değeri %68'lik güvenlik sınırı ile $\mu \pm 0.69\mu$ aralığı içinde olacaktır. Bu şekilde ifade edilen doğruluk derecesi USEPA ve AMS'nin (Amerikan Meteoroloji Birliği) doğruluk kriteri ile uyum içindedir ^(5, 6). Bu yaklaşım Şekil 3'te de gösterilmektedir.



Şekil 3. ISC3 Modelinin Doğruluğunun Normal Dağılım Eğrisi ile İfadesi

3. Yöntem ve Veriler

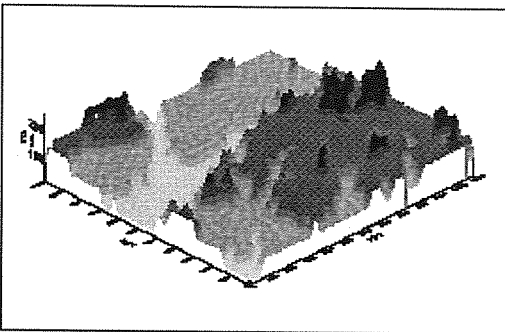
ISC3 modelinin benimsenmesi, en yararlı ve uygun kullanım şeklinin belirlenebilmesi için iki temel çalışma gerçekleştirilmiştir:

- Modelin doğrulanması ve geçerliliğinin kontrolü
- Model parametrelerinin (yer ve kaynak parametreleri) etkilerinin değerlendirilmesi

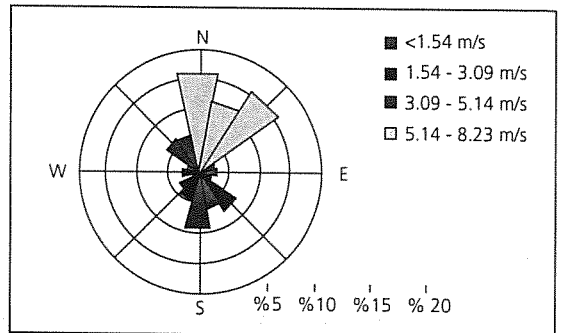
3.1. Çalışma için Seçilen İnceleme Bölgeleri

Adı geçen iki çalışma için iki farklı bölge seçilmiştir. Bölgelerin alanları 12X12 km olarak seçilmiş, bunun için Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nin (HKKY) ilgili kriterleri de dikkate alınmıştır.

1. Bölge'de iki cam fabrikası bulunmaktadır. Bölge oldukça düz sayılabilecek bir topografiye sahiptir ve yükseklikler genellikle 200m civarında değişmektedir (Şekil 4). Yıllık bazda bakıldığında, 1. bölge deki baskın rüzgar yönleri kuzey (N) ve kuzey-kuzey-doğu (NNE) olup, rüzgar hızları 10m/s seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Şekil 5'te bölgenin rüzgar gülü verilmektedir.



Şekil 4. 1. Bölgenin Topografisi

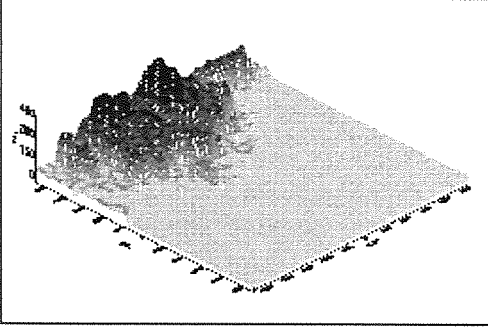


Şekil 5. 1. Bölgenin Rüzgar Gülü

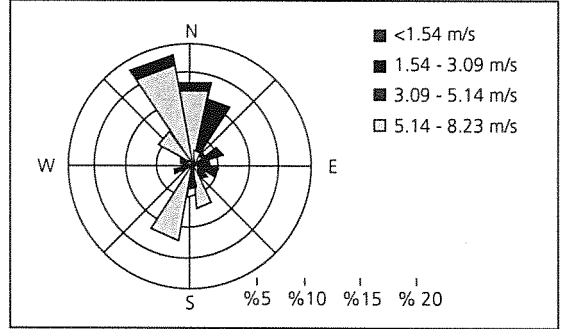


ŞİŞECAM

II. Bölge'de ise bir cam fabrikası bulunmaktadır. Bölgenin topografisine bakıldığında, kuzey ve güney arasında dikkat çekici bir fark söz konusudur. Bölgenin güneyi hemen hemen deniz seviyesindeyken kuzeyi 450m. seviyelerine kadar çıkmakta ve yükseklikler oldukça belirgin bir değişiklik göstermektedir. Bölgede, NNW, N and SSW yönleri baskın olmakta ve rüzgar hızı 5 m/s seviyelerine çıkabilmektedir. Bölgeye ait topografik grafik ve rüzgar gülü sırasıyla Şekil 6 ve 7'de verilmektedir.



Şekil 6. II. Bölgenin Topografisi

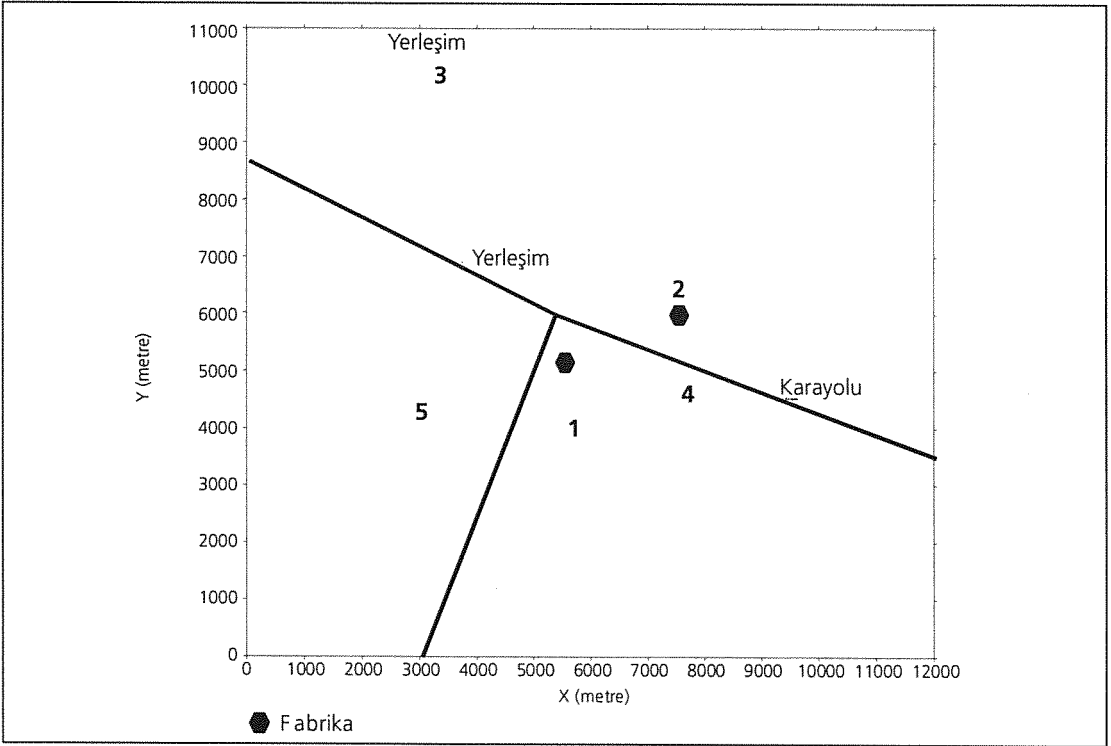


Şekil 7. II. Bölgenin Rüzgar Gülü

3.2. Modelin Doğrulanması

Bu çalışma için 1. bölge seçilmiş, bölgede hava kalitesi ölçümleri ve hava kalitesi modelleme çalışması yapılmıştır. Takip edilecek kirletici olarak, cam üretiminin karakteristik emisyonlarından biri olan inorganik klor (Cl) seçilmiştir. Bölgedeki inorganik klor emisyonunun söz konusu olduğu başka bir tesis bulunmadığından, bölge atmosferinde ölçülen inorganik klorun bu fabrikalardan kaynaklandığı varsayılabilir.

3.2.1. Hava Kalitesi Ölçümleri



Şekil 8. Hava Kalitesi (inorganik klor) Ölçümlerinin Yapıldığı Noktalar

Hava kalitesi ölçüm çalışması için üç aylık bir süre ve beş farklı ölçüm noktası belirlenmiştir. Söz konusu ölçüm noktaları, emisyon kaynaklarıyla birlikte Şekil 8’de gösterilmektedir. Hava kalitesi inorganik klor ölçümleri, 5 noktada ve absorplama yöntemi ile yapılmıştır. Absorplama süresi 2 saat civarında olmuş, havanın absorplama sırasındaki emiş hızı USEPA’nın ilgili kriterine göre gerçekleştirilmiştir. Çekilen hava miktarı kaydedilmiştir. Seçilen noktalarda saf suya absorplanan inorganik klor miktarı, spektrofotometrik olarak tayin edilmiş, havadaki inorganik klor konsantrasyonuna buna göre hesaplanmıştır.

3.2.2. Hava Kalitesi Modelleme Çalışması

İnceleme bölgesinde inorganik klor konsantrasyonlarının modellenmesi için gerekli veriler derlenmiştir:

Kaynak Verileri:

Baca gazı emisyon ölçümleri ile kaynakların baca gazı hızları, sıcaklıkları ve inorganik klor emisyonları belirlenmiştir. Kaynak olarak 6 baca bulunmaktadır ve bunlara ait veriler Tablo 1’de aralık olarak verilmektedir.

Tablo 1. Baca ve Baca Gazı Verileri

Baca yüksekliği (m)	Baca iç çapı (mm)	Gaz çıkış hızı (m/s)	Gaz çıkış sıcaklığı (°C)	Toplam Cl ⁻ emisyonu (g/sn)
80 -130	800 - 2500	9.8 - 16.9	200 - 257	4.52

Meteorolojik Veriler:

İnceleme bölgesine kurulan portatif meteoroloji istasyonu ile, hava kalitesi ölçümlerinin yapıldığı döneme ait meteoroloji verileri toplanmıştır. Bu kapsamda, rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, global radyasyon ve net radyasyon bilgilerinin saatlik ortalamaları kaydedilmiş; bu veriler ön işlemci programlar yardımıyla ISC3 modeli için gerekli parametrelere ve formata uygun hale getirilmiştir. Gerekli olan verilen, rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, kararlılık sınıfı ve bulut tavan yüksekliğidir.

Topografik Veriler:

I. Bölge’nin topografisi (Şekil 4), xyz tablosu halinde temin edilerek modele girilmiştir.

Model sonuçları ile ölçüm sonuçlarının gösterdiği uyum istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen değerler, daha önce belirtilen literatürdeki doğruluk kriteri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma aynı yer ve aynı zamanda elde edilen konsantrasyon değerleri için olduğu kadar, belli bir mesafe esnekliği dikkate alınarak da yapılmıştır.

3.3. Model Parametrelerinin Etkilerinin Değerlendirilmesi

Model parametrelerinin, çevre atmosferde oluşan kirlilik konsantrasyonlarına olan etkilerinin belirlenebilmesi için 3.1’de anlatılan iki bölge üzerinde çalışılmıştır. Model parametreleri kapsamında, bölgesel özellikler ve kaynak özellikleri ayrı ayrı incelenmiştir.

3.3.1. Bölgesel Özelliklerin Değerlendirilmesi

Bölgesel parametrelerden, topografi and meteorolojinin değerlendirilmesi için, her iki bölgenin merkezinde aynı kapasite ve özelliklerde bir kaynağın olduğu varsayılmıştır. Buna göre, model her iki bölgenin verileriyle de ayrı ayrı çalıştırılmıştır.

3.3.2. Kaynak Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Kaynak özellikleri kapsamında, emisyon miktarı, baca gazı sıcaklığı, baca gazı hızı ve baca yüksekliği parametreleri ele alınmış, atmosferdeki kirlilik konsantrasyonunun emisyon miktarı ile doğrudan orantılı olması nedeniyle diğer üç parametre üzerinde çalışılmıştır. Bunun için, ŞİŞECAM'daki farklı kapasite, tür ve özellikteki cam fırınları dikkate alınarak adı geçen parametreler için belli aralıklar seçilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Baca ve Baca Gazı Parametreleri Değer Aralıkları

Parametre	Değer aralığı
Baca gazı çıkış sıcaklığı (°C)	180 – 300
Baca gazı çıkış hızı (m/san)	8 – 25
Baca yüksekliği (m)	40 – 115

Model, bu aralıklar dahilindeki çeşitli değerlerle, hem I. Bölge hem de II. Bölge için çalıştırılmıştır. Her iki bölgenin de çalışmaya dahil edilmesinin amacı, bölgesel özelliklerin kaynak parametrelerinin etkilerini değiştirebilmesidir. Bu etkinin görülmesinin önemli olduğu düşünülmüştür.

Modelde kullanılan değerler ile atmosferde ortaya çıkan konsantrasyonlar arasındaki korelasyon değerleri hesaplanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

4. Sonuçların Değerlendirilmesi

4.1. Modelin Doğrulanması

I. Bölge'de yapılan hava kalitesi ölçümlerinin sonuçları Tablo 3'te verilmektedir:

Model sonuçları ile karşılaştırma için bazı örnek sonuçlar Tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4'te model sonuçlarının bu şekilde verilmesinin amacı, model doğruluğunun belli bir mesafe dikkate alındığında daha belirgin olarak görünmektedir. Diğer bir ifade ile, literatürde kabul gören doğruluğun 3.5 km'lik bir mesafe dahilinde sağlanması da model açısından olumlu olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, literatürde de aynı şekilde yorumlanmaktadır. ⁽⁴⁾

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde,

- Sonuçların %70'inde ölçüm değeri %68'lik bir güvenlik sınırı ile $C_M \pm 0.69C_M$ aralığına girmektedir.
- Diğer sonuçlarda ise, aynı uyum 2 – 3.5 km'lik bir mesafede sağlanmaktadır.

Tablo 3. İnorganik klor ölçüm sonuçları

Ölçüm noktası	Ölçüm tarihi	Konsantrasyon (mg/m ³) (*)
1	25.4.01	6.3
	11.5.01	2.4
	8.6.01	12.4
	13.6.01	0.4
2	25.4.01	16.1
	4.5.01	10.0
	13.6.01	0.0
3	13.6.01	0.0
	18.5.01	5.2
	25.5.01	8.9
	1.6.01	3.1
4	8.6.01	27.2
	4.5.01	6.1
	11.5.01	5.9
	25.5.01	20.1
	1.6.01	3.4
5	25.5.01	0.0
	1.6.01	0.0
	8.6.01	0.0
	13.6.01	0.3

(*) İnorganik Klor için HKKY'da verilen hava kalitesi sınırdeğeri uzun vadede 100, kısa vadede 300 mg/m³tür.

Tablo 4. Ölçüm Sonuçları (C_ö) ile Model Sonuçlarının Karşılaştırılması (C_M)

Ölçüm Noktası	C _ö (µg/m ³)	Model Sonuçları (µg/m ³)		
		C _M (ölçüm noktası)	C _M (1 km mesafede)	C _M (2-3.5 km mesafede)
1	6.3	3.8	8.8	9.2
	2.4	3.7	2.9	5.1
2	16.1	1.6	7.9	9.2
	10.0	4.1	7.4	8.7
3	6.1	4.8	8.4	8.7
	5.9	2.1	3.2	5.1

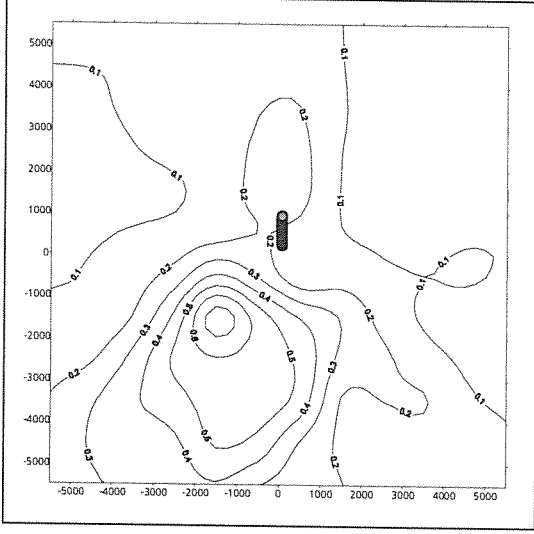
4. 2. Model Parametrelerinin Değerlendirilmesi

4.2.1. Bölgesel Özellikler

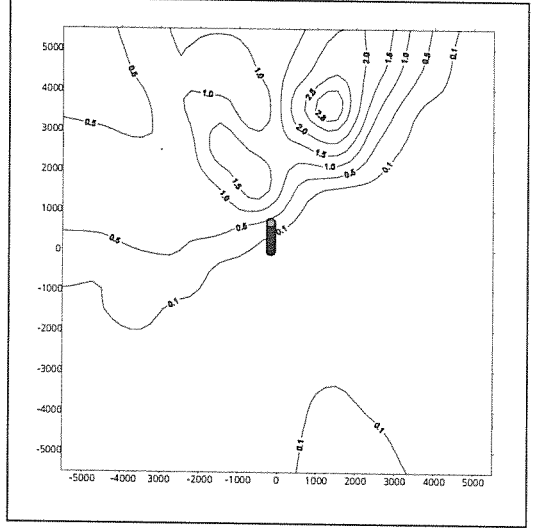
I. Bölge ve II. Bölge'de elde edilen model sonuçları karşılaştırıldığında,

- II. Bölge'de ki ortalama konsantrasyon değerinin I. Bölge'dekinin 2.0 katı olduğu görülmektedir. Bu oran maksimum konsantrasyonlarda 3.8 olmaktadır. Buna, II. Bölge'deki nispeten karmaşık topografi neden olmaktadır.

- Bundan daha önemli olan konsantrasyonların dağılımıdır. Şekil 9 ve Şekil 10'daki eş konsantrasyon eğrilerinden de görüleceği gibi, I. Bölge'de hakim olan kuzey rüzgarları etkisini göstermiş, konsantrasyonları güneyde yoğunlaştırmıştır. II. Bölge'de ise topografinin etkisi rüzgar yönü etkisini bastırmış; deniz seviyesindeki güney bölgesinde konsantrasyon yoğunlaşması söz konusu olmamıştır.



Şekil 9. I. Bölgedeki konsantrasyon dağılımı



Şekil 10. II. Bölgedeki konsantrasyon dağılımı

Sonuç olarak, topografinin daha düz olduğu I. Bölge'de meteoroloji etkisi daha baskınken, II. Bölge'de topografi etkisi (yüksekliklerin değişkenliği) meteoroloji etkisini bastırmaktadır.

4.2.2. Kaynak Özellikleri

Tablo 5'te, I. Bölge için elde edilen korelasyon değerlerinin ortalamaları verilmektedir. Bu korelasyonlar maksimum ve ortalama konsantrasyonlar için ayrı ayrı ele alınmıştır.

Tablo 5. Kaynak Parametreleri ile Kirlilik Konsantrasyonları Korelasyon Değerleri (I. Bölge)

Parametre	Korelasyon, r		Katkı Oranı, %	
	C max.	C ort.	C max.	C ort.
Gaz sıcaklığı, T	- 0.976	- 0.984	33.1	33.5
Baca yüksekliği, H	- 0.982	- 0.985	33.6	33.6
Gaz hızı, v	- 0.979	- 0.973	33.3	32.8

Tablodan görüleceği gibi korelasyon değerleri 1'e oldukça yakındır. Bu durum, gaz sıcaklığı, baca yüksekliği ve gaz hızı ile konsantrasyonlar arasında oldukça kuvvetli ve doğrudan denebilecek bir ilişki olduğunu gösterir. Korelasyonların negatif olması da söz konusu parameterlerin değeri yükseldikçe konsantrasyonların azalacağını ifade etmektedir. Katkı oranları da bu üç parameterin etkilerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Bu, topografinin karmaşık olmadığı I. Bölge'de beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Öte yandan, II. Bölge için aynı sonuca varılmamaktadır. Özellikle baca yüksekliğinin maksimum konsantrasyona olan etkisinin baca hızı ile değişmekte olduğu ortaya çıkmıştır. Tablo 6'da farklı baca hızlarında baca yüksekliğinin etkisinin ne şekilde değişebildiği görülmektedir. Hız 8 ile 13 m/san arasında değişirken, korelasyon da - 0.846'dan +0.999 arasında değişmekte, herhangi bir korelasyonun olmaması durumu dahi söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla katkı oranlarının dağılımı da değişkenlik gösterebilmektedir. Bu sonuç da, karmaşık topografinin bir etkisi olmaktadır.

Tablo 6. Kaynak Parametreleri ile Kirlilik Konsantrasyonları Korelasyon Değerleri (II. Bölge)

v (m/s)	Korelasyon C _{max} - H	Katkı Oranı, %		
		T	H	V
8	- 0.846	36.1	27.5	36.4
9	0	49.5	0.0	50.5
13	0.999	32.5	34.7	32.8

5. Sonuç

- Oldukça düz bir topografisi olan ve meteoroloji verilerinin yerinde toplandığı bu çalışmada, ISC3 modeli ile sağlanan doğruluk derecesi, önceki çalışmalarda elde edilen değerler ile uyum içindedir.
- Düz topografilerde meteoroloji ve kaynak parametrelerinin yer seviyesindeki kirlilik konsantrasyonlarına olan etkisi baskınken, karmaşık bir topografi bu etkiyi değiştirebilmekte ya da gölgeleyebilmektedir.
- Bu çalışmada geliştirilen yöntemden yasal uygulamalarda halen yararlanılmakta olup, yöntemin yer seçimi sürecinde ve baca parametrelerinin tasarlanmasında da başvurulabilecek bir araç olduğu düşünülmektedir.
- Her bölge ve kaynağın bağımsız olarak ele alınarak modelleme çalışmasının yapılması gerektiği, parametrelerin birbirleri arasındaki ilişkilerin her çalışmada farklı sonuç verebileceği ortaya çıkmaktadır.

6. Kaynaklar

1. Seigneur, C. *Chem. Eng. Progress*, March 1992, p. 68.
2. Environmental Protection Agency *Guideline on Air Quality Models* (7/1/1998 Edition), Environmental Protection Agency Research Triangle Park, NC, 1998, p. 367
3. Jameson A., Alp E., Arpacioğlu B., Özsoy B., Palaogullarından G., Pervan T. and Tuncel G., In: *Dispersion and Deposition Modelling Studies of The Aliaga Thermal Power Plant*, METU, Ankara, 1992, p. 5-7.
4. Paine R., Lee R., Brode R., Wilson R., Cimorelli A., Perry S., Weil J., Venkatram A., Peters W. *Abstracts of Air and Waste Management Association's 92nd Annual Meeting*, St. Louise, Missouri USA, 20-24 June 1999, p.99.
5. Hanna S. R. *Atmospheric Environment*, 1981, 16, p.1435-1440.
6. Hanna S. R. *Atmospheric Environment*, 1988, 23, p.1385-1398.

ENERJİNİN VERİMLİ KULLANIMI UYGULAMALARI

Semih Büyükkapu - Fethi Çiftçi
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. - Topkapı Fabrikası

1. Giriş

Dünyamız küresel ısınma tehdidi altındadır. Atmosferi delerek dünya yüzeyine ulaşan kuvvetli güneş ışınları, dünya yüzeyinden yansıyarak tekrar atmosferi delip uzay boşluğuna geçmelidir. Oysa, şiddeti zayıflayan ışınların bir kısmı kirlenmiş olan atmosferi delip, uzay boşluğuna geçemiyor, atmosferden tekrar dünya yüzeyine ısı vererek sera etkisine neden oluyor.

Artan kirlenme ve sera etkisi nedeniyle dünya sıcaklığı son yüzyılda 0,5°C artmış, deniz seviyeleri 20-30 cm. yükselmiştir. Atmosfer kirliliğine karşı gerekli önlemler alınmazsa, 21. yüzyıl sonunda dünya sıcaklığında 1 ila 2,5°C, su seviyelerinde ise 50 ila 70 cm. yükselme beklenmektedir.

Sera etkisini oluşturan sera gazları sektörel bazda en fazla endüstri sektörü tarafından, enerji üretimi ve kullanımı sırasında üretilmektedir. Günümüzde endüstri faaliyetlerinde kısıntıya gitmek, bizim gibi gelişmekte olan ülkeler için imkansızdır.

O halde; küresel ısınma tehdidini frenlemek için iki temel çözüm değerlendirilmelidir.

1. Çevre dostu alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması.
2. Enerjinin verimli kullanılması.

Enerjiyi yoğun olarak kullanan işletmeler olarak; bildiri, enerjinin verimli kullanımına yönelik yapmış olduğumuz faaliyetler çerçevesinde hazırlanmıştır.

2. Enerjinin Verimli Kullanım Uygulamaları

2.1. Enerji Yönetim Sisteminin Kurulması

11 Kasım 1995 tarih ve 22460 sayılı resmi gazetede yayınlanan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın, "Sanayii Kuruluşlarının, Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alınacak Önlemler Hakkında Yönetmelik" şirketimize de bazı sorumluluklar yüklemiştir.

Bu kapsamda, toplam 43.000 TEP/yıl enerji tüketen şirketimizde "Enerji Kontrol Birimi" kurularak çalışmalarına başlamıştır. Mühendislik Hizmetleri Müdürü Başkanlığındaki kurul, başkan yardımcısı, projeler sorumlusu ve altı üye den oluşmaktadır. Kurulu oluşturan toplam dokuz kişi, görevleri gereği enerjiyi sağlayan, kullanan ve kontrol eden servis yetkilileridir.

Kurul başkanı ve yardımcısı, Enerji Bakanlığı-Tübitak-I.T.Ü tarafından ortaklaşa düzenlenen Enerji Yöneticisi Sertifika Eğitimi'ne katılarak sertifika almıştır.

Düzenlenen rutin toplantılar sonrasında alınan kararlar hızla uygulamaya konulmuş ve enerji etütleri öncesinde alt yapı oluşturulmuştur.

2.2 Altyapı Faaliyetleri

a. Günlük Enerji Tüketimleri Raporu

Bu rapor; fabrikada doğalgaz ve elektrik tüketen her noktaya ait bütçe-hedef-fiili olarak günlük tüketim değerlerinin yanısıra; cam kırığı oranları, proses sıcaklıkları, hammadde rutubeti, kapasite kullanımı, duruş süreleri gibi enerji tüketimlerini etkileyen üretim parametrelerini ve üretim miktarlarını içermektedir. Bilgiler ilgili servisler tarafından elektronik ortamda girilmekte ve yine elektronik ortamda tek bir merkezde derlenerek rapor haline dönüştürülmektedir. Raporlar günlük olarak üretim toplantılarında incelenerek iyi ve kötü durumların değerlendirilmesi yapılarak, önlem gerektiren noktalar belirlenmektedir. Enerjinin verimli kullanımına yönelik alınan önlemlerin, yapılan iyileştirme ve geliştirme çalışmalarının sonuçları bu rapor sayesinde kolaylıkla izlenebilmekte, ayrıca tasarruf potansiyeli olan noktalar saptanabilmektedir.

b. Scada Elektrik Enerjisi Takip Sistemi

2000 yılı Şubat ayında devreye alınan sistem ile, günlük enerji tüketim raporuna bilgi akışı sağlanmaktadır. Kompresörlerin, kalıp soğutma ve fırın fanları için toplamda 64 lokal noktaya konulan enerji analizörleri üzerinden bir PC'ye aktarımı yapılan, geçmişe dönük ve anlık elektriksel bilgiler nümerik ve grafik olarak incelenebilmektedir. Fabrika toplam tüketiminin %75'ini oluşturan bu lokal yüklerin seçiminde, motor güçlerinin büyüklükleri ve üretime etkileri rol oynamıştır. Her nokta için normal çalışma akımları set edilmekte ve akım set değerinin geçilmesi durumunda alınan alarmlar, arıza habercisi olarak değerlendirilerek, alınan bilgiler önleyici bakım yapılmasına baz teşkil etmektedir. Ayrıca sistem bütçe çalışmalarına da bilgi sağlamaktadır.

c. Enerjinin Verimli Kullanımı Eğitimleri

Tüm çalışanlarda var olan enerji tasarrufu bilincini aksiyona çevirebilme hedefi ile 2000 yılı Nisan-Mayıs ve Haziran aylarında 554 persolene 1,5 saat süreli toplam 831 adamxsaat Enerjinin Verimli Kullanılması konulu eğitim verilmiştir.

d. Enerji Tasarrufu Proje Yarışması

Eğitimlerin hemen sonrasında enerji tasarrufu çalışmalarının fabrika geneline yaygınlaştırılması ve özendirilmesi amacıyla "Enerji Tasarrufu Proje Yarışması" düzenlenmiştir. Yarışmaya 26 proje sunulmuş, dereceye giren ilk üç proje ödüllendirilerek uygulamaya alınmıştır.

e. Ölçüm Cihazları

Enerji etütleri için gerekli olan ölçme cihazları listesi yapılarak, fabrikamızda olmayanların temini sağlandı. Bu cihazlar;

1. El tipi elektrik enerji analizörü (mevcut)
2. El tipi oksijen analizörü (mevcut)
3. Ultrasonik kaçak dedektörü (yeni)
4. Dijital manometre pitot tübü (yeni)
5. Lazer sıcaklık dedektörü (mevcut)
6. El tipi doğalgaz kaçak dedektörü (mevcut)



ŞİŞECAM

f. Enerji tasarruf hedefinin belirlenmesi

Her yıl için enerji bütçesinden %3 tasarruf hedefi belirlenerek, hedefe ulaşmak için öncelikle enerji etütlerinin yapılması sonra uygulamaya geçilmesi kararı alındı.

3. Enerji Etütlerinin Yapılması

Fabrikamızda ağırlıklı olarak doğalgaz ve elektrik enerjisi kullanılmaktadır.

Doğalgazın % 85'i eritme fırınlarında tüketilmekte olup, konu ile ilgili etüt Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü tarafından yapılmıştır.

Elektrik enerjisinin % 80'i kompresör ve fanlarda tüketilmekte olup, Enerji komitemiz tarafından etütleri yapılmıştır.

3.1. Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü tarafından yapılan etüt ve sonuçları

Etüt sırasında daha ziyade fırınların hava sızdırmazlığı konusu üzerinde durulmuş ve çalışmalara bu yönde ağırlık verilmiştir.

a. Rejeneratör duvarlarından sızan hava;

Her üç fırının rejeneratörlerinde; rejeneratör üstü ve rejeneratör altı arasında sağ ve sol rejeneratörlerin ortalaması olarak oksijen yüzdeleri ölçülmüştür. Teorik olarak % 1 fazla kuru oksijene karşılık gelen soğuk hava girişi, yakma havası ön ısıtma sıcaklığını 15°C düşürmekte ve bunun sonucunda fırın yakıt tüketimini % 1 oranında arttırmaktadır.

Ölçümler sonrasında; rejeneratör duvarlarından içeriye sızan hava miktarlarının çok fazla olmadığı, ancak yine de rejeneratör duvarlarının soğuk hava girişini tamamen önleyecek şekilde yalıtılması halinde, 259.000 Sm³ /yıl (yaklaşık 45.600 \$/yıl) tasarruf sağlanmasının mümkün olduğu saptanmıştır.

b. Fırın yakma haznesi içine sızan hava;

Fırınlarda, yan bloklar cam seviyesi hizası ve yatak taşı kirişine üflenen soğutma havaları, yüzeye çarpma noktasında, 50-80 mmss arasında değişen bir dinamik basınca sahiptir. Fırın yakma haznesi 0,5 mmss pozitif basınçta tutulsa bile, sakal taşı-yan blok arası açıklıklar ve iyi yalıtılmamış kemer kapama taşları arasından, iki ortam arasındaki büyük basınç farkı nedeniyle önemli miktarda soğuk hava, kolaylıkla fırın içine girebilmektedir.

Fırınlarda, rejeneratör üstünde ölçülen % oksijen değerini belli bir seviyede tutabilmek için, fırın içine giren kontrolsüz soğuk hava kadar ön ısıtılmış yakma havası, fan devri düşürülerek kısılmaktadır. Dolayısıyla, yakıtın yakılması için gerekli oksijenin bir bölümü, dışarıdan içeriye giren soğuk hava ile karşılanmaktadır.

Her üç fırında da bu şekilde içeriye giren hava miktarlarının tespitine yönelik olarak, rejeneratör üstlerinde, blok soğutma fanları çalışırken ve durdurulduktan sonraki durumlar için % oksijen değeri ölçülmüştür. Fark değerler karşılığındaki hava miktarı, eritme havuzu blok soğutma havası



ŞİŞECAM

fanlarından sağlanarak, yakma havası olarak kullanılmaktadır. Ön ısıtılma yapılmaksızın yakma havası olarak kullanılan bu hava, yakıt değerlerinin 1.332.000 Sm³/yıl (234.400 \$/yıl) artmasına karşılık gelmektedir. Bu da sağlanabilecek tasarruf potansiyelidir.

Sonuç olarak, öncelikle fırınların yakma haznesi yalıtımlarının ele alınması gerekmektedir. Yan blok-sakal taşı aralarının, şamot harcına (blakite) bulanmış seramik elyaf fitille izole edilmesi önerilmektedir. Kemer kapama taşlarının ise, zirkon harcı ile sıvanarak, yalıtılmasının, sızdırmazlık açısından iyi sonuç vereceği düşünülmektedir.

3.2. Enerji Komitemiz tarafından yapılan etüt ve sonuçları

a. Doğalgaz tüketimlerine yönelik etütler

- Çalışma havuzlarında ve F/H'larda, yapılan gözlem sonuçlarında izolasyon çalışması yapılarak kapatılabilecek noktalar belirlenmiş ve kroki üzerine işaretlenmiştir.
- Soğutma fırınlarının üst ve yan yüzeyleri lazer sıcaklık dedektörü ile taranarak, yüksek ısı kaybı olan noktalar izolasyonların arttırılması çalışmalarında kullanılmak üzere kroki üzerine işaretlenmiştir.
- Doğalgaz kaçak dedektörü ile doğalgaz boru ve kontrol devreleri taranmış, kaçak tespit edilen noktalar proje üzerine işaretlenmiştir.

b. Elektrik tüketimlerine yönelik etütler

- Yüksek kapasiteli kompresörlerin digital monometre-pitot tübü ve el tipi elektrik enerji analizörü kullanılarak yapılan ölçümler sonrasında kapasiteleri, verimleri ve birim hava üretimi için spesifik enerji tüketimleri tespit edildi. Sonuçlarına göre verimi en düşük olan kompresörün genellikle yedekte bekletilmesi kararı alındı.
- Ultrasonik kaçak dedektörü ile basınçlı hava devrelerinde ve tüketim noktalarında periyodik ölçümler yapıldı. Tespit edilen kaçaklar giderildi veya imalat değişimlerinde giderilmek üzere raporlandı.
- Klape kontrollü 13 adet kalıp soğutma fanı ve 6 adet fırın fanıda debi-güç ölçümleri yapıldı. Proses gereği genelde düşük debi talebi ile çalışan bu fanların, ürün büyüklüğü ve fırın yıpranmalarına bağlı olarak zaman zaman daha yüksek kapasitelerde çalışabileceği de düşünülerek en uygun kontrolün frekans inverterli kontrol olacağı tespit edildi. Böylelikle 2.500.000 kWh/yıl (175.000 \$/yıl) tasarruf potansiyeli yakalandı. Orta vadede kazanç potansiyeli en yüksek olan 15 adet fanda 80.000 \$ yatırım ile uygulamaya geçilmesi kararı alındı. Uygulama sonrasında toplam 81.504 \$ yatırım ile 27.09.2001 tarihine kadar yaklaşık 7 ayda 1.428.288 kWh karşılığı 99.980 \$ tasarruf sağlanmıştır.
- Kontrolsüz olarak sürekli çalışan 26 adet konveyör bant için çalışma fonksiyonları incelenerek zamanlı çalıştırma projeleri hazırlandı ve uygulamaya geçildi. Konu ile ilgili 780 \$ yatırım ile 131.300 kWh/yıl (9.200 \$/yıl) tasarruf sağlandı.



ŞİŞECAM

c. Doğalgaz maliyetini düşürmeye yönelik çalışmalar

- Fabrika da kullanılan doğalgazı yedekleyen motorin ve LPG devrelerine gerekli bakımlar yapıldıktan sonra Iğdaş'la olan kesintisiz tarifeli doğalgaz satınalma sözleşmesi, Şubat 2001 döneminden geçerli olarak kesintili tarifeye dönüştürüldü. Bu durumda doğalgaz maliyetinden yaklaşık %9 kazanç sağlandı. Uygulamaya geçildikten sonra doğalgaz da bir kesilme olmamıştır. Ülkemizin yaptığı yeni anlaşmalarla önümüzdeki yıllarda da kesinti yaşanacağını sanmıyoruz. Aksine durumlarda, motorine dönüşte kaybedilecek zamanın dezavantajı için fakirleştirilmiş LPG kullanım sistemi yatırıma gerekmektedir.

d. Elektrik maliyetini düşürmeye yönelik çalışmalar

- Çift terimli puant tarife olan elektrik satınalma sözleşmesi tek terimli tarife ile mukayese edilerek zaten avantajlı olduğu görülmüştür. İki tarife arasında yaklaşık %10 maliyet farkı vardır.
- Puant zaman aralığındaki tüketim bedeli gündüz dönemi tüketim bedeline göre yaklaşık %100 gece dönemi tüketim bedeline göre ise yaklaşık %300 daha pahalıdır. Puant dilimdeki elektrik kullanımını enaza düşürmeye yönelik tüm servislerin yardımı ile bir çalışma yapılmıştır.

Servislerin bildirdiği, 17:00-22:00 saatleri arısından 22:00-06:00 veya 06:00-17:00 saatleri arasına kaydırabilecek çalışmalar için, zaman saati kontrollü kumanda revizyonları yapıldı. Çalışma sonrasında fatura üzerinden %0,0023 maliyet kazancı sağlandı. Bu çalışma özellikle harman dairesi ve buraya basınçlı hava sağlayan kompresörlerde maliyetin yanısıra, 420.000 kWh/yıl karşılığı 29.400 \$/yıl elektrik enerjisi tasarrufu da sağlamıştır.

4. Uygulanan Proje Çalışmalarının Sonuçları

1. Etütler sonrası A ve B fırınlarında bek, kalas ve L taşları etrafındaki izolasyonlar takviye edildi. Etüt sırasında yapılan ölçümler periyodik olarak ayda bir kez yapılarak izolasyon ihtiyaçları sürekli takip edilmektedir.
338.259 Sm³/yıl karşılığı 57.504 \$/yıl tasarruf sağlandı.
2. Çalışma havuzları, F/H'lar ve soğutma fırınlarında ısı kaçak noktalarının giderilmesi ile;
138.988 Sm³/yıl karşılığı 23.628 \$/yıl tasarruf sağlandı.
3. Kesintisiz tarifeden kesintili tarifeye geçilmesi sonucunda;
484.056 \$/yıl maliyet kazancı sağlanmıştır.
4. Verimli olan kompresörlerin çalıştırılıp, daha verimsizin yedek olarak bekletilmesi ile,
139.560 k Wh/yıl karşılığı 9.970 \$/yıl tasarruf sağlandı.
5. Basınçlı hava devrelerinde 2 ile 8 mm² arasında değişen kesitlerde toplam 107 kaçak noktasının giderilmesi ile,
350.870 k Wh karşılığı 24.560 \$/yıl tasarruf sağlandı.
6. 15 adet fanda uygulanan frekans inverterleri ile,
2.402.420 kWh karşılığı 168.170 \$/yıl tasarruf sağlandı.



ŞİŞECAM

7. Sürekli çalışan konveyör bantlarının, zaman kontrollü çalıştırılması ile, 131.300 k Wh/yıl karşılığı 9.200 \$/yıl tasarruf sağlandı.
8. Puant dilimde kurulan güç kontrolü ile, 5.800 \$/yıl maliyet kazancı sağlandı.
9. Puant dilimde kurulan güç kontrolü ile harman dairesine basınçlı hava sağlayan kompresörlerde, 420.000 kWh/yıl karşılığı 29.400 \$/yıl tasarruf sağlandı.

Projeler Toplamında

Doğalgazda;

477.247 Sm ³ /yıl karşılığı	81.132	\$/yıl tasarruf kazancı
	484.056	\$/yıl maliyet kazancı
TOPLAM	565.188	\$/yıl kazanç

Elektrikte;

3.444.150 k Wh/yıl karşılığı	241.299	\$/yıl tasarruf kazancı
	5.800	\$/yıl maliyet kazancı
TOPLAM	247.099	\$/yıl kazanç

87.855 \$'lık harcama ile, 812.287 \$/yıl ENERJİ TASARRUFU sağlanmıştır.

E-CAMI HARMANINDA ALTERNATİF SiO₂ - Al₂O₃ HAMMADDELERİ

Hale Haybat

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

Melek Orhon

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Dr. Osman Kılavuz

Camiş Madencilik A.Ş.

Özet

E- camı harmanında halen kullanılmakta olan spesifik kompozisyondaki kil (Düvertepe) yerine kullanılabilir hammaddeyi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. İkame hammadde, yeni bir kil yatağından temin edilebileceği gibi kil yerine veya birlikte kullanılabilir başka bir hammadde de olabilecektir. Bu çalışmada, camda mevcut koşullarda kullanılan SiO₂ ve Al₂O₃ kaynakları yerine alternatif olabilecek hammaddelerin kullanılabilirliği deneysel koşullarda incelenmiştir.

Harmanda,

- Kum ile alümina,
- Kum ile kil ve alümina,
- Pirofillit ile alümina

kullanımının, camın,

- köpükten ve
- habbeden

arınma davranışlarına etkileri, mevcut koşullarla karşılaştırılmıştır. Camın mevcut kabul kriterleri çerçevesinde yapılan değerlendirmeler sonucunda, kullanımı öngörülen hammaddelerin özellikleri belirlenmiştir.

Bu çalışma ile, spesifik kompozisyondaki Düvertepe kilini ikame edebilecek alternatif hammaddeler tespit edilmiştir.

1. Giriş

Bilindiği gibi, elyaf camı üretiminde silis kaynağı olarak Düvertepe kili, Al₂O₃ kaynağı olarak Düvertepe kili ile alümina kullanılmaktadır. Spesifik özelliklere sahip Düvertepe kil rezervinin kısıtlı olabileceği gözönüne alındığında, camdaki SiO₂ ve Al₂O₃' ün başka bir hammaddeden temin edilmesi gereği ortaya çıkacaktır. Kullanılacak bu hammadde, yeni bir kil yatağından sağlanabileceği gibi başka bir alternatif hammadde de olabilecektir. Bu nedenle, mevcut Düvertepe kili yerine kullanılabilir hammadde kombinasyonlarının belirlenmesine yönelik deneysel koşullarda bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

2. Yapılan Çalışmalar

Deneysel koşullarda harmanda,

- Kum + Alümina
- Kum + Kil (Düvertepe) + Alümina
- Pirofillit + Alümina

kullanımının, camın,

- köpükten
- habbeden

arınma karakteristikleri üzerindeki etkisi mevcut koşullarla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Kum kaynağı olarak, yurt dışından temin edilen Sibelco kumu ve yurt içinden Kuruçişile kumu kullanılarak incelemeler sürdürülmüştür. Çalışmalarda, kum tane boyut farkının yaratacağı etkileri görebilmek amacıyla iki farklı tane boyutundaki Kuruçişile kumu kullanılmıştır.

Pirofillit kullanımı konusunda öncelikle Kore kaynaklı pirofillit numunesi ile çalışılmıştır. Ayrıca, bu konuda da yerli kaynakların kullanımına gidilmiş ve Malatya yöresinden temin edilen 5 adet ayrı pirofillit numunesinden uygun olan bir numune ile çalışılmıştır.

Deneysel eritişler Tablo 1’de verilen cam kompozisyonu baz alınarak yapılmıştır.

Tablo 1 : Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cam Kompozisyonu

	%
SiO ₂	- 52,6
Al ₂ O ₃	14,0
Fe ₂ O ₃	0,30
CaO	21,5
B ₂ O ₃	10,0
Na ₂ O+ K ₂ O	0,60

2.1. Kum + Alümina Kullanımı

Kilin harmandan tamamen çıkartılarak camdaki SiO₂’in kumdan, Al₂O₃’in ise alüminadan sağlandığı kombinasyonun kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu koşulda alümina kullanımı, mevcudun 3,3 katına çıkmaktadır. Deneyleerde,

- Kuruçişile kumu (2 farklı tane boyutunda) ve
- Sibelco kumu

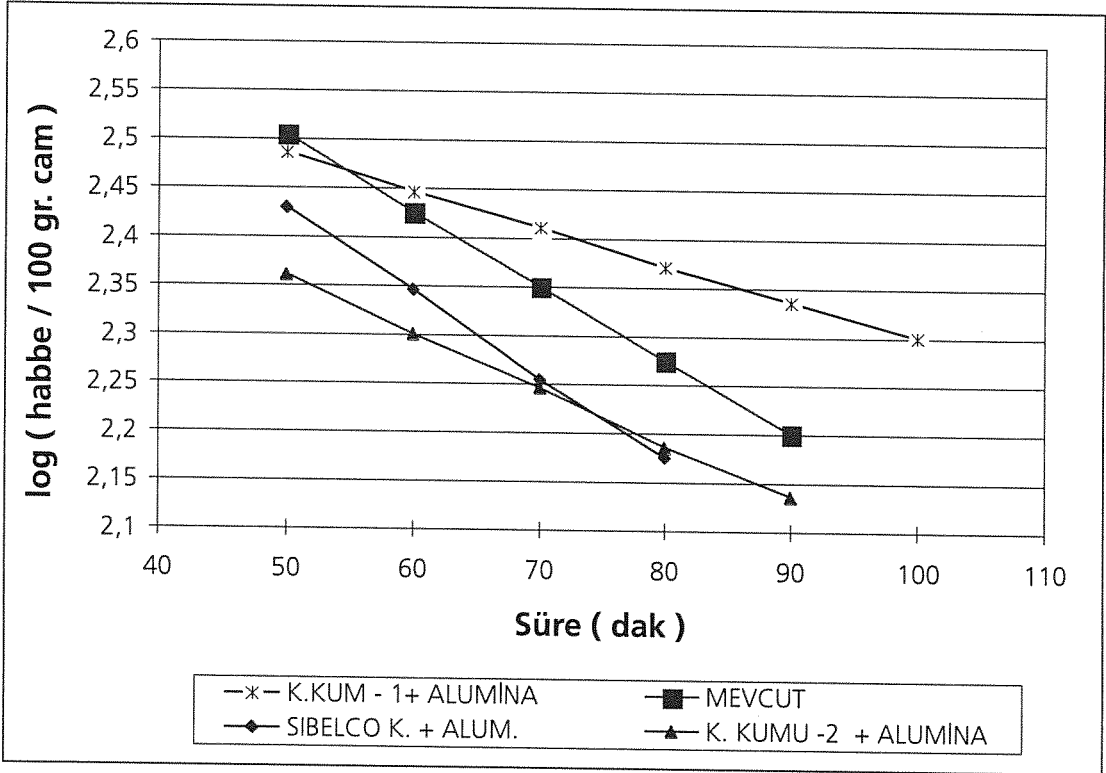
olmak üzere 2 farklı kum kaynağı kullanılmıştır.

Deneysel çalışmalarda kullanılan kil ve kumların tane boyut dağılımları Tablo 2’de verilmektedir. Tablo 2’den de görüleceği üzere, kullanılan Kurucaşile kumu - 1’ in 74 mikron üzerindeki malzeme miktarı % 11 - 14 iken, Kurucaşile - 2’de ve Sibelco kumunda % 0, kilde % 4- 5 dir. Yine aynı şekilde, Kurucaşile kumu - 1’ in d_{50} değeri 31 - 36 μm iken bu değer, Kurucaşile kumu - 2’de 9 μm , Sibelco kumunda 14 μm , kilde 7 - 10 μm dur.

Tablo 2 : Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Hammaddelerin Tane Boyut Dağılımları

	Düvertepe Kili (μm)	Kurucaşile Kumu - 1’ (μm)	Kurucaşile Kumu - 2’ (μm)	Sibelco Kumunda (μm)
d_{10}	0,45	2 - 5	1,0	1,5
d_{50}	7 - 10	31 - 36	9,0	14
d_{90}	51 - 56	79 - 85	31	40
+ 74 (μm)	% 4 - 5	% 11 - 14	% 0	% 0

Şekil 1’de Kurucaşile kumu - 1, Kurucaşile kumu - 2 ve Sibelco kumu kullanımının camın habbeden arınma davranışı üzerindeki etkisi mevcut durumla karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 1: Kum + Alümina Kullanımının Habbeden Arınma Davranışına Etkisinin Mevcut Durumla Karşılaştırması

Şekil 1’den de görüleceği üzere,

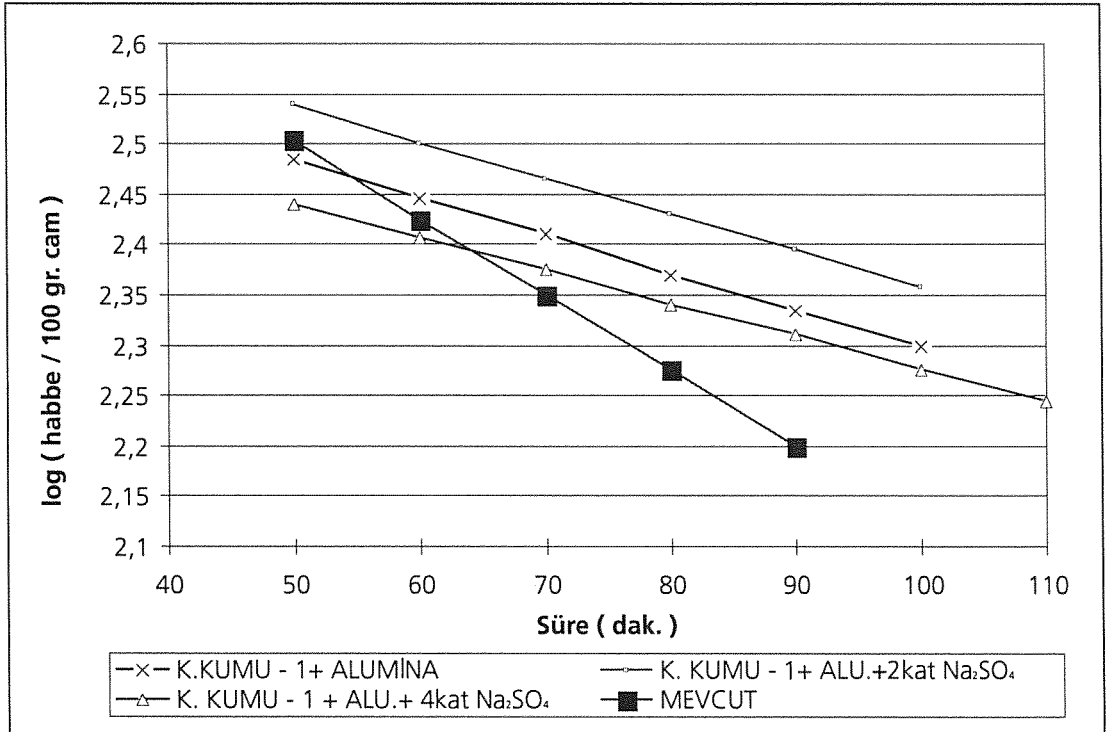
- Kurucaşile kumu - 1’in kullanıldığı camın başlangıçtaki (50 dak.) habbe miktarı mevcut camla aynı olmakla birlikte, habbeden arınma hızı oldukça yavaştır.

- Kurucaşile kumu - 2 ile elde edilen camın, mevcut cama göre habbe miktarı düşük, habbeden arınma hızı yavaştır.
- Sibelco kumlu camın ise, hem habbe miktarı mevcuttan az, hem de habbeden arınma hızı yüksektir.

Sonuç olarak, Kurucaşile kumu - 2 ve Sibelco kumunun kullanılmasıyla, camın habbe miktarı mevcut cama göre daha azdır. Ancak, d_{50} değeri 31 - 36 mikron olan kum (Kurucaşile kumu - 1) kullanımı, camın habbeden arınma davranışını değiştirmektedir. Bu kumun kullanılması, mevcut cama ve diğer kum alternatiflerine göre camın habbe miktarını artırmakta, habbeden arınma hızını yavaşlatmaktadır.

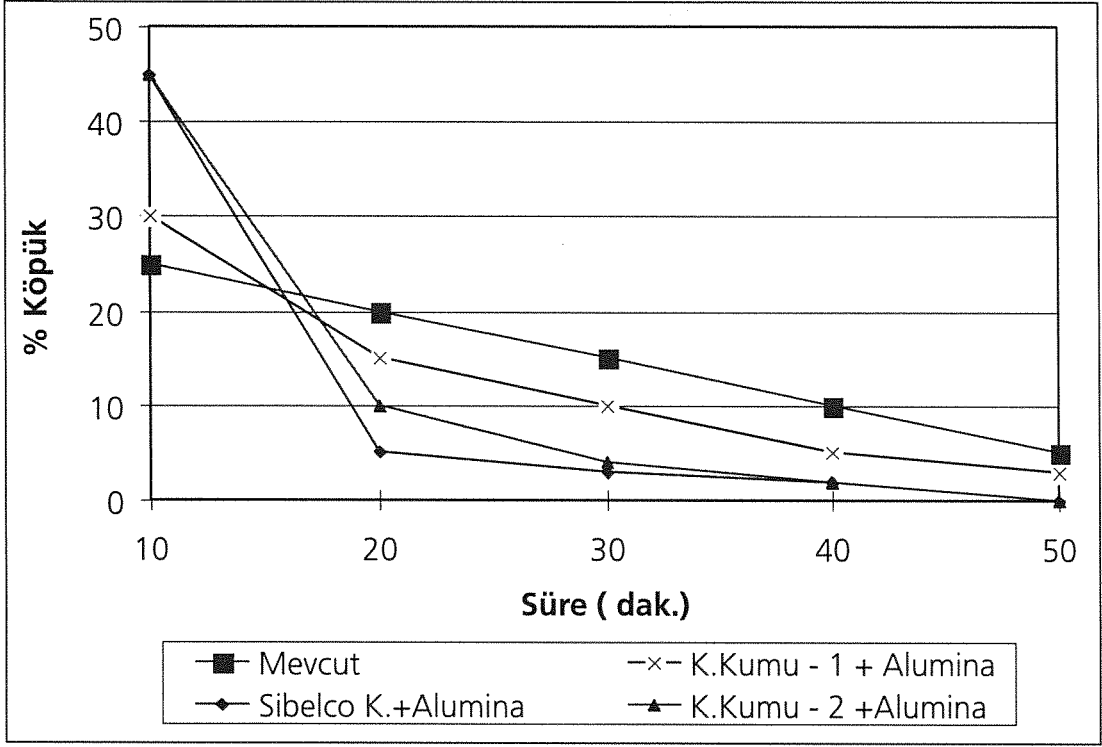
Kurucaşile kumu - 1 ile alüminanın kullanıldığı kombinasyonda, afinyasyonun iyi gerçekleşemediği düşüncesinden hareketle camda afinan malzeme olarak kullanılan Na_2SO_4 miktarı mevcut seviyesinin 2 ve 4 katına çıkartılarak çalışmalar tekrarlanmıştır.

Şekil 2'de verilen grafiklerden de görüleceği gibi, her iki Na_2SO_4 seviyesinde camın habbeden arınma hızı değişmemiş, ancak mevcudun 2 katı Na_2SO_4 kullanımında habbe miktarı mevcut Na_2SO_4 seviyesindeki cama göre çalışılan tüm sürelerde artmış, 4 kat Na_2SO_4 kullanımında ise, habbe sayısında bir miktar azalma olmuştur. Dolayısıyla, harmanda Na_2SO_4 miktarını artırmanın habbeden arınma hızına etkisinin olmadığı görülmüştür.



Şekil 2 : Kurucaşile Kumu - 1 ile Farklı Oranlarda Na_2SO_4 Kullanımının Habbeden Arınma Davranışına Etkisinin Mevcut Camla Karşılaştırması

Sonuç olarak, kum + alüminanın kombinasyonunda camın habbeden arınma davranışı, kumun tane boyutu ile yakından ilgilidir. Tane boyutu 74 mikron altı, d_{50} değeri 9 - 14 mikron olan kum kullanımı camın habbe miktarını mevcuda göre düşürmektedir.



Şekil 3 : Kum + Alümina Kullanımının Köpükten Arınma Davranışının Mevcut Durumla Karşılaştırması

Şekil 3’de, kullanılan kum alternatiflerinin, camın köpükten arınma davranışı üzerindeki etkisi mevcut camla karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Buna göre :

- Kuruçişile kumu -1’in köpükten arınması mevcuda göre daha hızlıdır.
- Kuruçişile kumu -2’nin kullanıldığı cam, erimenin başlangıcında mevcut cama göre oldukça yüksek seviyede köpük içermesine rağmen çok çabuk köpüğünden arınmakta ve 50 dakikanın sonunda ise köpük içermediği görülmektedir.
- Sibelco kumu kullanımında ise, Kuruçişile kumu - 2 ile benzer davranış göstermekte, hatta daha çabuk köpükten arınmaktadır.

Diğer taraftan, camların yüzeyinde oluşan ve % olarak ifade edilen köpüğün niteliği, kullanılan hammaddelere göre değişmektedir. Kuruçişile kumu- 1 ve kil kullanımı ile erimenin başlangıcında gözlenen köpüğün ,erimemiş harman içeren köpük olduğu, Kuruçişile kumu - 2 ve Sibelco kumu ile erimenin başlangıcında gözlenen yüksek orandaki köpüğün ise, minik habbecikler içeren bir yüzey olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla her üç kum kullanımının köpükten arınma deney sonuçları değerlendirildiğinde, d_{50} değeri 31 - 36 mikron olan kum kullanımı, kil ile benzer nitelik göstermekte, camın erimesi gecikmekte ve yüzeyde köpük oluşmaktadır. Diğer taraftan, d_{50} değeri 9 - 14 mikron olan kum ile erime çok daha çabuk tamamlanmakta ve cam yüzeyinde köpük görünümü veren minik habbecikler oluşmaktadır. Bu habbecikler ise, kısa sürede camdan atılmaktadır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, d_{50} değeri 31 - 36 mikron olan iri taneli kum, camın köpükten arınma davranışını ve köpük niteliğini mevcuda göre fazla değiştirmemektedir. Ancak bu kumun, mevcuda göre habbeden arınmayı geciktirmesi ve habbe miktarını artırması nedeniyle, 74 mikron altı ve d_{50} değeri 9 - 14 mikron olan kumun kullanılabileceği belirlenmiştir.

2.2. Kum + Kil (Düvertepe) + Alümina Kullanımı

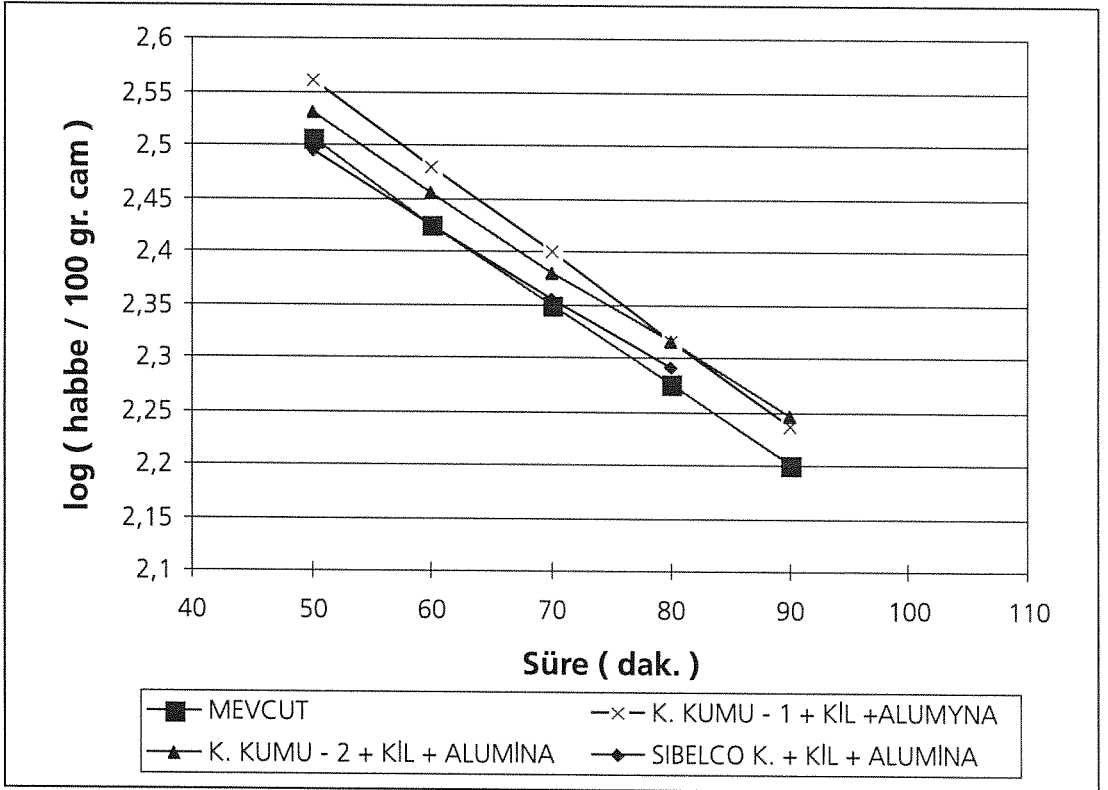
Düvertepe kil kaynağının daha uzun süre kullanılmasını sağlamak amacıyla, camda SiO_2 'in kil ve kumdan, Al_2O_3 'in ise kil ve alüminadan sağlanacağı bir kombinasyon çalışılmıştır. Mevcut harmanda -% 54,5 oranında kil kullanılırken, bu durumda - % 40 kil , % 12 kum kullanılmakta dolayısıyla, alümina kullanım oranı harmanda % 2,2 artmaktadır.

Bu kapsamda;

- Kuruçişile kumu - 1 + kil (Düvertepe)+ alümina
- Kuruçişile kumu -2 + kil (Düvertepe) + alümina
- Sibelco kumu + kil (Düvertepe)+ alümina

kullanılabilirliği mevcut koşullarla karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Yukarıdaki kombinasyonların habbeden arınma deney sonuçları Şekil 4'deki grafikte verilmektedir.



Şekil 4 : Kum + Kil (Düvertepe)+ Alümina Kullanımının Habbeden Arınma Davranışları

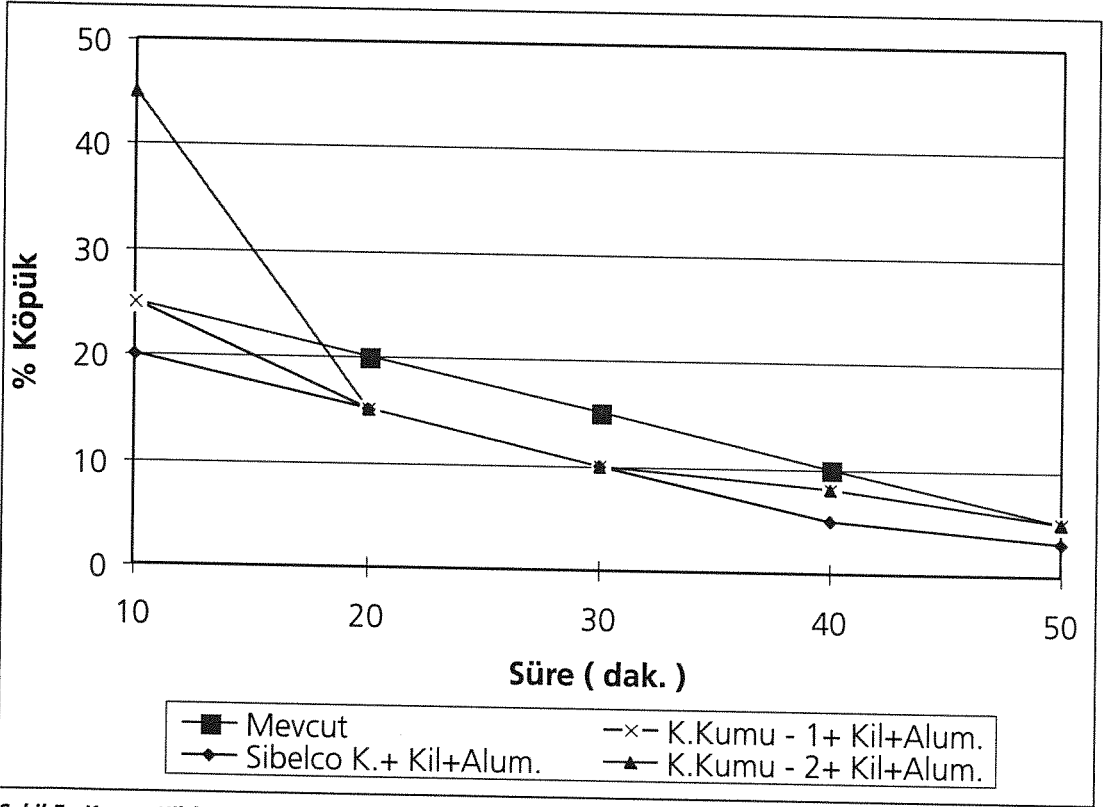
Grafiklerden de görüleceği gibi :

- Her iki tane boyutundaki Kuruçişile kumunun kullanımıyla camın habbe miktarı mevcuttan fazla görünmekle birlikte miktarsal fark ihmal edilebilecek seviyededir. Habbeden arınma hızlarında da bariz farklar gözlenmemektedir.
- Sibelco kumunun kullanıldığı durumda ,camın habbe seviyesi ve habbeden arınma hızı mevcut camla aynıdır.

Diğer kum alternatiflerine göre daha iri tane boyutuna sahip, d_{50} değeri 31 - 36 mikron olan kumun, kil ile birlikte kullanımında, camın habbeden arınma hızı artmaktadır.

Camların köpükten arınma davranışlarına ilişkin deney sonuçları Şekil 5'de verilmektedir. Buradan da görüleceği gibi;

- Kuruçişile kumu - 1'in kil ile birlikte kullanımında cam yüzeyinde oluşan köpük, mevcut camla benzer seviyededir.
- Kuruçişile kumu - 2 ve Sibelco kumunun kil ile beraber kullanımında ise, cam yüzeyinde köpük oluşmamakta, minik habbecikler oluşmaktadır. Ancak, Kuruçişile kumu - 2'nin kullanıldığı karışımda erimenin başlangıcında (10 dak.) oluşan minik habbecikler Sibelco kumlu karışımdan daha fazladır. Bu minik habbecikler ise, hızlı bir şekilde camdan atılmakta ve 50 dakikanın sonunda mevcut camın köpük miktarına eşdeğer minik habbecik cam yüzeyinde kalmaktadır.



Şekil 5 : Kum + Kil (Düvertepe) + Alümina Kullanımının Köpükten Arınma Davranışları

Yapılan deney sonuçlarına göre, mevcut koşullardan çok fazla taviz vermeden kilin, kum ve alümina ile birlikte kullanılabilmesi belirlenmiştir.

2.3. Pirofillit + Alümina Kullanımı

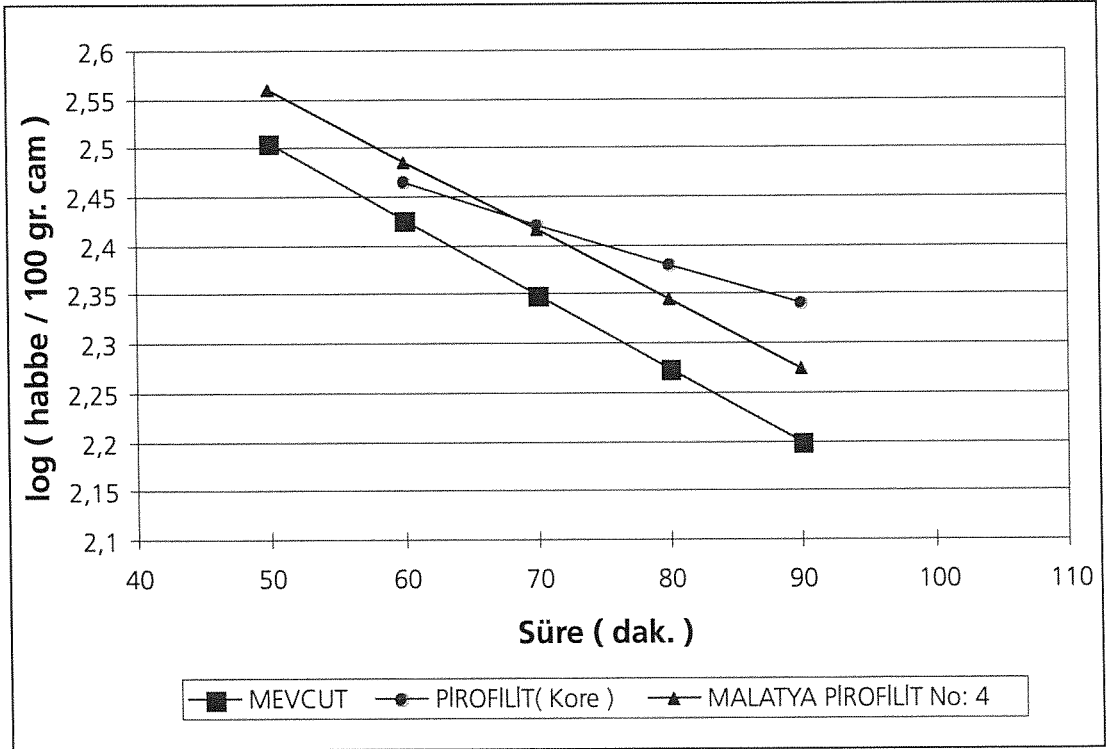
Bu kombinasyonda ;

- Kore ve
- Malatya

olmak üzere 2 farklı kaynaktan temin edilen pirofillitin kullanılabilirliği incelenmiştir.

Temin edilen 5 adet Malatya kaynaklı pirofillit numunesinin yapılan kimyasal analiz sonuçları mevcut cam kompozisyonu ve hammadde kabul kriterleri gözönüne alınarak değerlendirilmiş ve uygun bulunan bir tanesi ile çalışmalar sürdürülmüştür.

Seçilen numunenin K₂O miktarı yüksek olduğundan, harmanda soda kullanılmaksızın camda hedeflenen toplam alkali oksit seviyesine ulaşılmaktadır.



Şekil 6: Pirofillit Kullanımının Habbeden Arınma Davranışına Etkisi

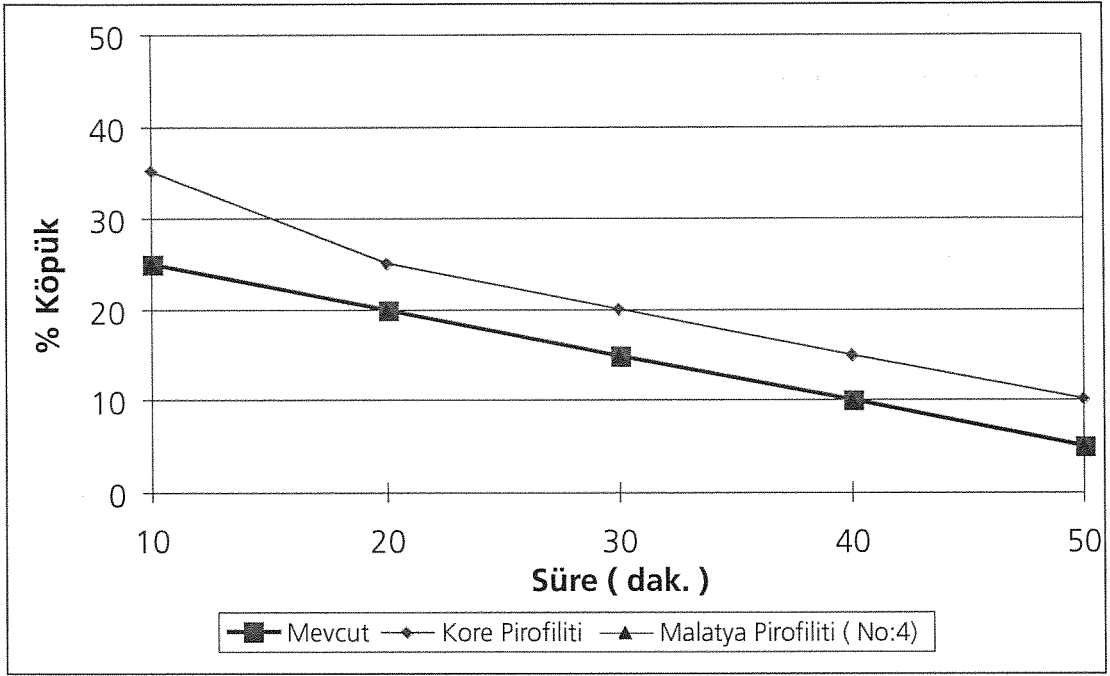
Şekil 6' da verilen habbeden arınma grafikleri incelendiğinde;

- Kore pirofilliti kullanımıyla, camın habbe miktarı mevcut camdan fazla habbeden arınma hızı ise mevcut cama göre oldukça yavaştır.
- Malatya pirofillitinin kullanıldığı camın habbeden arınma hızı mevcut camla aynı olmakla birlikte, habbe miktarı mevcut camdan fazladır.

Kore pirofillitinin, mevcuda göre daha yavaş habbeden arınması, bu pirofillitin Düvertepe kilinden farklı olarak bünyesinde bulunan kuvars kristallerinin genellikle birbirlerine kenetlenmiş halde birleşik bir yapıda ve daha iri olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 7' de verilen köpükten arınma deney sonuçlarına göre;

- Malatya pirofillitinin mevcut camla aynı davranışı gösterdiği,



Şekil 7 : Pirofillit Kullanımının Köpükten Arınma Davranışına Etkisi

- Kore pirofillitli camın ise, mevcut cama göre köpük içeriğinin daha fazla olduğu bulunmuştur.

Her iki pirofillitin oluşturduğu köpük, mevcut kil kullanımıyla aynı niteliktedir.

Camın habbeden ve köpükten arınma davranışına ilişkin yapılan değerlendirme sonucuna göre,

- Kore pirofillitin kullanılamayacağı,
- Örnek Malatya pirofillitin ise, mevcut habbe seviyesindeki bir miktar artışın kabulü koşuluyla kullanılabileceği

tespit edilmiştir.

3. Harman Maliyetine Etkisi

Bu aşamada, kum + alümina, kum + kil + alümina ve pirofillit + alümina kullanımının harman maliyetine etkisi, mevcut koşullarda kullanılmakta olan Düvertepe kili + alümina kullanımıyla karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

Yerli kum kullanımında harman maliyeti ,

- Kum + Alümina alternatifinde -% 23
- Kum + Kil (Düvertepe) + Alumina alternatifinde - % 8

artmaktadır.



lthal kum (Sibelco) kullanımında harman maliyeti ,

- Kum + Alümina alternatifinde -% 40
- Kum + Kil (Düvertepe) + Alümina alternatifinde - % 14

artmaktadır.

Kullanımı öngörülmeven Kore pirofillitli harmanın maliyeti ise -% 50 oranında artmaktadır.

4. Sonuç

Mevcut Düvertepe kili yerine kullanılabilir alternatif hammadde kombinasyonları, yapılan deneysel çalışmalar sonucunda belirlenmiştir.

Camın mevcut kabul kriterleri çerçevesinde yapılan değerlendirmeler sonucunda **Düvertepe Kili + Alümina** yerine;

* **Kum + Alümina ve Kum + Kil (Düvertepe) + Alümina** kombinasyonlarının kumun özelliklerine bağlı olarak kullanılabilirliği saptanmıştır.

Deneme numunelerle yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular doğrultusunda, kullanımı düşünülen kumun;

- tane boyutunun 74 mikron altında ve d_{50} değerinin 9 - 14 mikron aralığında olması,
- harmanda soda kullanımının ve camdaki mevcut alkali toplamının korunduğu koşulda, toplam alkali oksit (R_2O) miktarının - % 0,30 mertebesinde olması,
- kimyasal ve fiziksel stabilitesinin sağlanması

öngörülmektedir.

* **Pirofillit + Alümina** kombinasyonunda üretimde kullanılacak pirofillitin,

- harmanda soda kullanımının ve camdaki mevcut R_2O toplamının korunduğu koşulda, pirofillit R_2O oranının maksimum % 0,30 seviyesinde olması,
- tane boyutunun 74 mikron altında ve d_{50} değerinin 7 - 14 mikron arasında olması,
- minerolojik yapısı bakımından, içerdiği serbest kuvars tanelerinin mikrokristal boyutlarda olması,
- kimyasal ve fiziksel stabilitesinin sağlanması

öngörülmektedir.

ÇALIŞMA HAVUZLARININ AFİNASYON İŞLEMİNDEKİ ROLÜ

Levent Kaya - Dr. Mustafa Oran - Ali Ötken

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

Camın ergime aşamasında ortaya çıkan habbeler, afınasyon olarak isimlendirilen bir süreç içinde camdan atılırlar. Afınasyon işlemi, ergitmeden başlayarak, şartlandırma işleminin sonuna kadar olan bir sıcaklık aralığında, değişen etkinlikle cereyan eden bir olaydır. Sıcaklık seviyesinin yüksek olduğu ergitme havuzunda, habbelerin yüzeye çıkış hızı yüksek olduğundan, oluşan habbelerin önemli bir bölümü bu bölge sınırları içinde camdan atılır. Çalışma havuzu ve foreheart bölgelerinde ise, sıcaklıklar daha düşük olduğu için, habbelerin yükselme hızı yavaşlamaktadır. Bu nedenle, habbelerin camdan atılabilmeleri için daha uzun bir zamana gerek duyulmaktadır. Bu süreç içinde habbelerin camda çözünerek yok olmalarının yanı sıra, camın yüzeyinden patlayarak atılmaktadırlar. Özellikle distribütör tipi çalışma havuzlarında, camın en hızlı hareket ettiği yer olan, throat-ilk foreheart arasındaki bölgede camın geçirdiği süre, habbe açısından kritik olmaktadır.

1. Giriş

Paşabahçe Mersin Fabrikası B ve Eskişehir Fabrikası A fırınlarında, devreye alınışları itibarıyla, özellikle throata yakın F/H'larda sürekli habbe problemi yaşanmıştır. İlgili hatlardan alınan numuneler, habbelerin, yetersiz afınasyonu temsil eden bir kompozisyona sahip olduğunu göstermiştir.

Çalışma havuzu-forehearth yerleşimleri açısından benzer karaktere sahip olan bu fırınlarda, habbe neden olabilecek kaynakların tespitine yönelik olarak,

- habbe gazı analizleri,
- fırın parametreleri ile ilişkilendirme ve
- saha gözlemleri

başlıkları altında çalışmalar yürütülmüş ve edinilen bulgular, bu yazı kapsamında özetlenmiştir.

2. Habbe Karakteri

Sorunlu hatlardan toplanan numunelerin analiz sonuçlarına bakıldığında, hemen hemen tüm habbelerin ana gaz bileşenlerinin, CO₂ ve N₂ olduğu görülmektedir. Habbelerde, genel olarak, CO₂ miktarının N₂'a oranla daha yüksek olması ve bunun yanında, iç basınçlarının ve hacimlerinin düşük değerlerde olması dikkate alındığında, bu tür habbelerin fırın kökenli afınasyon habbeleri olduğu anlaşılmaktadır. Throat'a olan mesafelerine bağlı olarak foreheartların habbe seviyeleri farklı olmakla birlikte, habbelerin tamamına yakın kısmı, afınasyon süreci sonunda cam içinde kalan habbelerden oluşmaktadır.

3. Afinyon Süreci

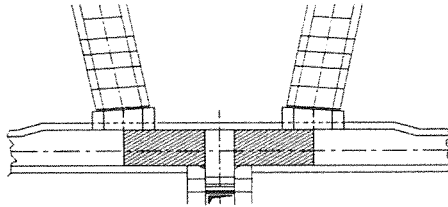
Afinyon sürecinin amacı, ergimiş camı, şartlandırma aşamasına girmeden önce habbeden ve çözünmüş gazlardan arındırmaktır. Habbelerin, diğer akışkanlara göre daha yüksek vizkositeye sahip cam eriyiği içindeki hareketi oldukça yavaştır ve eriyiğin giderek soğuyup, viskositenin çok artdığı aşamalara gelmeden, camdan atılması gerekmektedir. Cam üretim sürecinde, habbelerin cam eriyiğinden uzaklaştırılması iki tür yolla olmaktadır;

- Afinyonun ilk aşaması(fining); habbelerin, yüksek sıcaklık ortamında büyüyerek, şamandıra kuvveti ile cam yüzeyine ulaşmaları ve yüzeyde patlayarak yok olması,
- Afinyonun ikinci aşaması(refining); habbelerin, sıcaklık düştükçe, cam içinde çözünerek küçülmeleri sonucu yok olması,

Sözü edilen, habbeden arındırma mekanizmalarının her ikisi içinde, zaman ortak kriterdir. Yani, camın her iki sıcaklık seviyesinde, mümkün ölçüde daha uzun kalmasının sağlanması, toplam süreçte daha fazla habbenin camdan atılabilmesine olanak vermektedir.

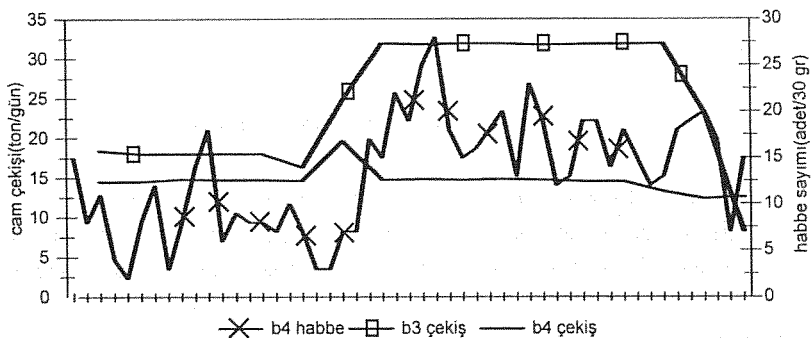
4. Fırın Parametreleri İle İlişkilendirme

Yapılan saha gözlemleri ve fırınlardan toplanan veriler, camın, throat çıkışından itibaren, ilk F/H'ın girişine kadar olan bölümde (şekil.1, taralı bölgeler)geçirdiği sürenin kritik olduğunu göstermektedir. Throattan çalışma havuzuna giren camın, ilk F/H'ın girişine kadar en hızlı hareket ettiği ve dolayısıyla, en az süre ile kaldığı yer burasıdır. Throat yanındaki F/H'ın çekişi aynı kalsa bile, diğer F/H'lardan herhangi bir tanesinin çekişi artması, camın bu bölgedeki kalış süresini daha da kısaltmakta ve habbenin bu bölge sınırları içinde kaybolma şansını azaltmaktadır.



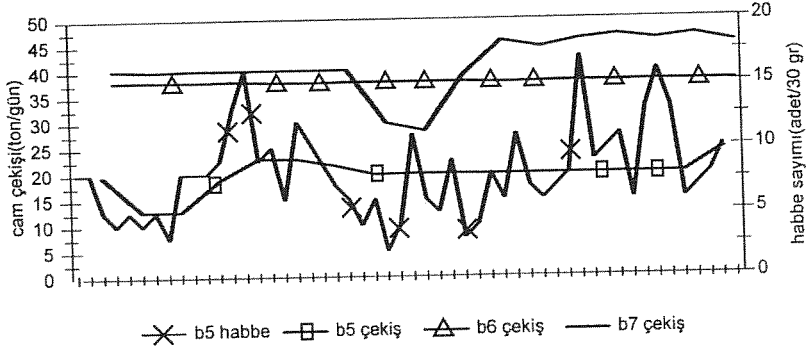
Şekil. 1

Buna bir örnek teşkil etmesi bakımından, PM-B fırınında, throat yanındaki B4 F/H'na komşu olan B3'teki çekiş değişikliğinin, B4 habbesi üzerinde yarattığı etki şekil.2'de gösterilmektedir.



Şekil. 2

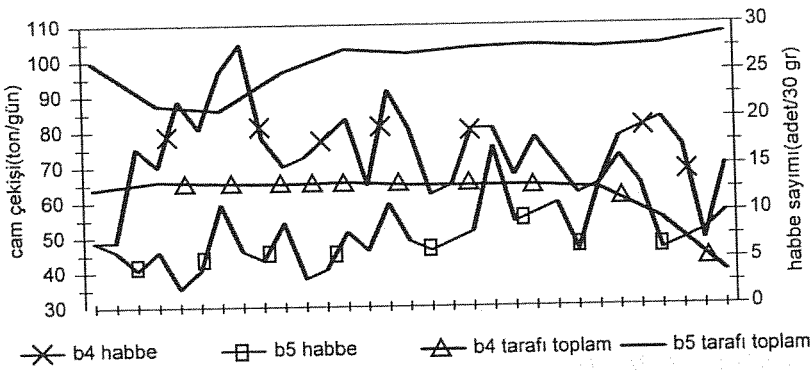
Görüldüğü gibi, incelenen dönem içinde, B4'ün çekişi hemen hemen aynı seviyede kalmasına karşın, aynı taraftaki B3 çekişinin artması sonucu, throat-B4 arası mesafede camın kalış süresi kıaldığından, B4 F/H'nin habbesi yükselme eğilimine girmiştir. Buna benzer bir etkileşim, çalışma havuzunun sağ tarafında yer alan B5'te de görülmektedir.



Şekil. 3

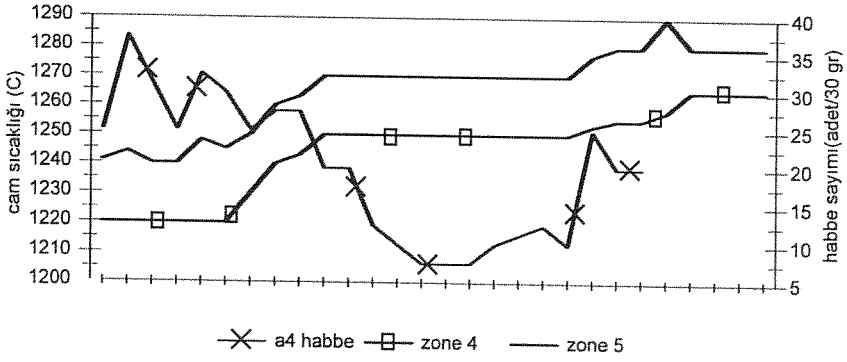
B5'in olduğu tarafta yer alan B6 ve B7'nin çekişlerinin sabit kaldığı bir dönemde, B5 çekişindeki değişim ile habbenin paralel hareket ettiği gözlenmektedir. Daha sonraki dönemde ise, B5 ve B6 çekişleri sabitken, B7 çekişinin artması, B5 habbesinin yükselmesine neden olmaktadır.(Şekil.3)

Throata yakın F/H'lardaki habbe seviyesinin, throattan olan uzaklığa bağlı olarak ne şekilde değiştiği Şekil.4'te incelenmektedir. PM-B fırınında, throata daha uzak bir mesafede olan B5 F/H'indeki genel habbe seviyesinin, yakın konumdaki B4'e göre daha düşük olduğu görülmektedir. Toplam çekiş olarak, B5 tarafı toplamı daha fazla olmasına rağmen, camın bu bölgede daha uzun bir mesafe katetmesi, daha fazla habbenin atılabilmesine olanak vermektedir. Ancak, throattan sonra ilk F/H olması itibarıyla, B5'in habbe seviyesi, yine de B6 ve B7'in üzerinde kalmaktadır. B4 tarafı çekişi çok daha düşük olmasına karşın, kat edilen mesafenin kısa olması, habbelerin atılabilmesi için yeterli zamanı tanımamaktadır.



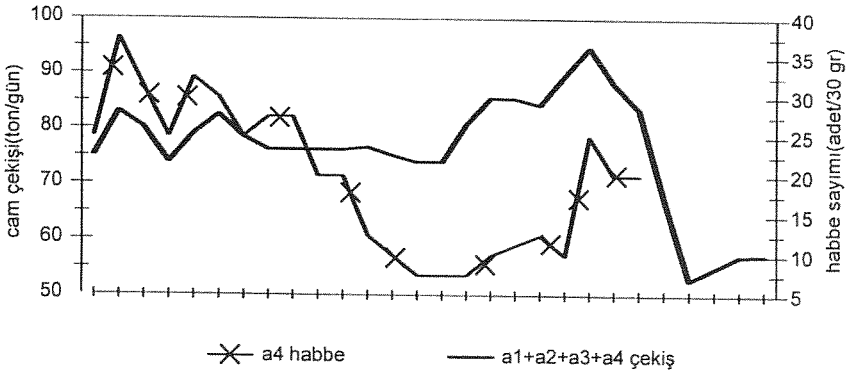
Şekil. 4

Throat çıkışından itibaren, ilk F/H'a ulaşana kadar geçen sürenin önemli olmasının yanısıra, saha çalışmalarından edinilen tecrübeler, bu bölge sınırları içindeki sıcaklık geçmişinin, habbeden arındırma işleminde dengeleyici bir rol üstlendiğini göstermiştir. PE-A fırınında, throat sonrası ilk F/H olan A4 öncesindeki çalışma havuzu zon sıcaklıklarının yükseltilmesini takiben, buna benzer bir etki yaşanmıştır. Şekil. 5 ve şekil. 6'da, A4 habbesinin; çalışma havuzu zon sıcaklıkları(zon 4 ve 5) ve sol taraf, F/H çekişleri toplamına karşılık değişimi verilmektedir.



Şekil. 5

Sol taraf toplam çekişinin fazla değişmediği bir dönemde, A4 öncesindeki 4 ve 5. zon sıcaklıklarının yükseltilmesi ile habbenin azaldığı görülmektedir. Daha sonraki dönemde ise (Şekil. 6), sol taraf toplamının artması ve dolayısıyla, throat-A4 arası kalış süresinin kısaldığı durumda, zon sıcaklıkları yüksek tutulmasına rağmen, habbe yeniden yükselme eğilimine girmektedir. Ancak, habbe seviyesindeki bu artış, sol taraf toplam çekişinin ve A4 öncesi zon sıcaklıklarının daha düşük olduğu dönemin bile altında kalmaktadır.



Şekil. 6

PE-A fırınında yaşanan bu deneyim; sıcaklık seviyesi, ergitme havuzundan daha düşük olmasına karşın, habbelerin, çalışma havuzu içinde de, yüzeye çıkışlarını sürdürdüklerini ve bu mekanizmanın, kalış süresinin kısa olduğu ilk F/H'a kadar olan bölgede, çözünerek küçülme şekliyle daha etkin olduğunu göstermiştir. Keza, A4-throat arasındaki çalışma havuzu zon sıcaklıklarının yüksek tutulması ve bu şekilde, camın soğuma hızının yavaşlatılması sonucu, habbelerin yüzeye çıkışlarını hızlandırılarak, kalış süresindeki kısalma dengelenmiştir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Habbe, ergitmeden başlayarak, şartlandırma işleminin sonuna kadar devam eden sürecin her kademesinde yüzeye çıkışını sürdürmektedir. Sıcaklıkların 1400-1500°C gibi yüksek seviyede olduğu ergitme havuzunda, hız gradyanı daha diktir. Bu yüzden, habbelerin büyük bir kısmı, ergitme havuzunda atılmaktadır. Şartlandırma işleminin başlangıcı olan throat çıkışından itibaren, sıcaklıkların düşmesine bağlı olarak, habbelerin yüzeye çıkma hızı yavaşlamaktadır. Dolayısıyla habbenin, yükselerek cam yüzeyine ulaşabilmesi için daha uzun bir zamana ihtiyacı vardır. Bu yüzden, throat çıkışından itibaren ilk F/H'ulaşana kadar geçen süre ve sıcaklık önemli olmaktadır.



ŞİŞECAM

İlk F/H'lerden sonra, cam akış hızının giderek düşmesi ve camın, kenarlarda yer alan F/H'lara gidene kadar daha uzun bir mesafe katetmesi, habbeye, gerek yüze çıkma, gerekse çözünme şeklinde kaybolması için yeterli şansı tanımaktadır. Bu nedenle, kenarlarda yer alan F/H'lar, fırın ergitme şartlarındaki kontrol dışı kararsızlıkların yaratacağı etkilere karşı daha sağır olmaktadır. Ancak, kalış süresindeki kısıtlamaya bağlı olarak, throata yakın F/H'larda bu etki, kendini hemen hissettirmektedir.

Mevcut yerleşimlerde, çalışma havuzu zon sıcaklıklarının, F/H şartlandırma kabiliyetini aşan bir seviyenin üzerine çıkarılmasının, şekillendirme açısından problem yaratma riski bulunmaktadır. Özellikle, boyu kısa olan F/H'lar için bu durum söz konusudur.

Bu bakımdan, gelecek tasarımlarda, çalışma havuzunun, ergitme havuzunda cereyan eden afinyasyon sürecine, her zaman tamamlayıcı bir etki sağlayabilmesi ve throat yanındaki F/H'ların, ergitme şartlarındaki kararsızlıklara daha duyarsız olması için, throat sonrası ilk F/H'a kadar olan bölgedeki kalış süresinin arttırılmasına olanak verecek yapısal değişikliklerin dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çerçevede; layout oluşturulurken, kalış süresinin arttırılmasına yönelik olarak;

- damlama noktalarının tespitinde yer sınırlaması yok ise; F/H'ın throattan mümkün ölçüde daha uzağa taşınması,
- yer sınırlaması var ise; throat-F/H arasındaki kanal genişliğinin arttırılması, yada,
- throat yanındaki F/H boylarının, belli bir noktasına kadar, çalışma havuzu şartlarının(daha sıcak cam) uzantısını sağlayacak şekilde büyütülmesi,

bu tip F/H'larda yaşanan habbe probleminin çözümüne yararlı katkı sağlayacaktır.

PROBLEM ÇÖZÜMÜNDE ETKİN BİR SİSTEM: TOPLAM VERİMLİ YÖNETİM (TPM)

Muhteşem Mahmutluoğlu - Derya Aktan

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası

Özet

Genellikle “ Toplam Verimli Bakım “ olarak bilinen ve son yıllarda “Toplam Verimli Yönetim “ olarak da adlandırılan,

- Toplam Ekonomik Verimlilik ve Karlılığa ulaşmayı hedefleyen,
- Toplam Planlı Bakım Sistemini kuran ve
- Toplam Katılımı gerektiren TPM; pratik yöntemler kullanarak
- Makinalardaki tüm olumsuzlukların giderilmesi,
- Temizlik ve yağlama standartlarının oluşturulması ve sürdürülmesi,
- Arıza duruşlarının sıfırlanması
- İmalat Değişikliği ve Standart Randımına Ulaşma Sürelerinin kısaltılması ,
- Hataların sıfırlanması,
- İş kazalarının önlenmesi v.b. yoluyla üretim maliyetlerinin düşürülmesini sağlayan bir yönetim sistemidir.

İlk olarak 1960'lı yıllarda Japonya'da Toyota grubu şirketlerinden Nippondenso'da ortaya çıkan, bugün ise dünyanın her yanında bir çok şirketin yanısıra yurdumuzda da çeşitli şirketlerde uygulanmakta olan TPM, fabrikamızda Mart 1998 'de başlatılmıştır.

TPM'de kullanılan yöntemler, firmadan firmaya küçük değişiklikler içermekle birlikte faaliyet alanı ve hedefleri yönünden büyük benzerlik arz etmektedir.

TPM'in başarı ile uygulandığı 200 farklı firmanın ulaştıkları sonuçlarla ilgili istatistikî bilgiler:

- Verimlilikte % 50 artış,
- Arıza Duruşlarında, Firelerde, Kazalarda ve Kirlilikte % 90,
- Müşteri şikayetlerinde % 75,
- Bakım maliyetlerinde % 30 azalma şeklindedir.

Fabrikamızdaki uygulamada, 1.Adım olarak adlandırılan pilot aşamada TPM'in ana çalışma alanlarındaki proje yürütme teknikleri pilot hat olarak seçilen bir üretim hattında yapılan detaylı çalışmalar sonucu öğrenilerek yayılma aşaması olan 2.Adımda kullanılacak proje çalışma yöntemlerini içeren detaylı “Tip Dosya” lar oluşturulmuştur.

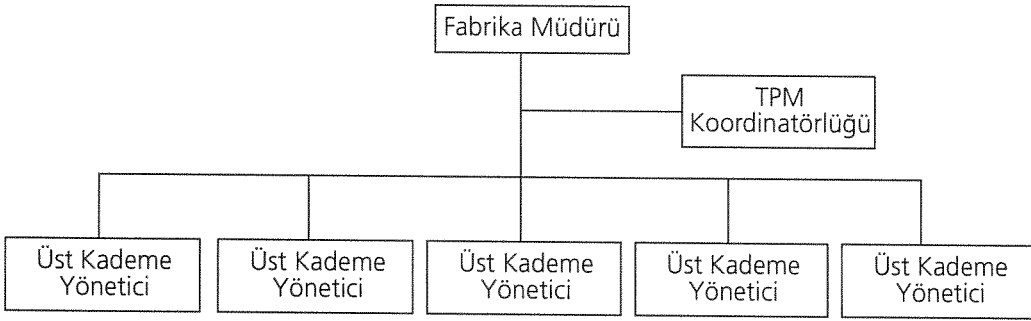
Bundan sonra gerekli hazırlıklar tamamlanarak yaygınlaştırma ve yaşam tarzına dönüştürme aşaması olarak kabul edilen 2.Adım çalışmaları başlatılmıştır.2.Adım çalışmaları kapsamında üretim hatlarımız, önceden hazırlanan plana uygun olarak sırasıyla TPM kapsamına dahil edilmektedir.

UYGULAMA

Pilot Aşama : 1. Adım

1. TPM Yürütme Kurulu ve TPM Koordinatörlüğü Oluşturulması

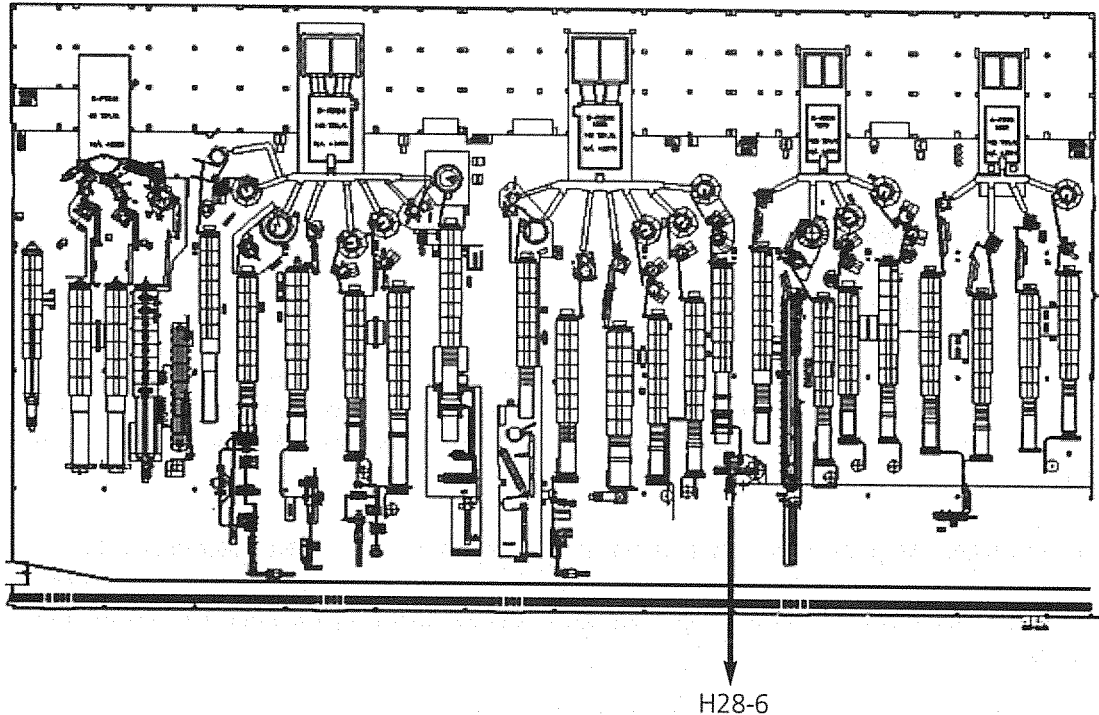
Pilot aşama çalışmaları, Mart 1998'de danışman firma Efeso ilgilerince verilen üst yönetimin katıldığı bir seminer ile başlatıldı. Tanıtım semineri sırasında pilot proje çalışmalarının başlatılabilmesi için; danışman firmanın tavsiyeleri doğrultusunda fabrika üst kademe yöneticilerinin katılımıyla TPM Yürütme Kurulu oluşturuldu. Daha sonra, danışman firma yetkililerinin görüşleri de alınarak TPM Koordinatörü tayin edildi.



2. Pilot Hat Seçimi

Hatlar bazında verimlilik , proses zenginliği , ürün özellikleri gibi kriterler gözönüne alınarak ;

- çekme ayak bardak üreten ,
- verimliliği özellikle flüt ürünlerde düşük olan ve
- konumu TPM uygulaması için uygun olan **H28-6 Hattı (C1) PILOT HAT** olarak seçildi.



TPM KAVRAMLARI

TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİ	: OEE
ZAMAN VERİMLİLİĞİ	: "A" FAKTÖRÜ
HIZ VERİMLİLİĞİ	: "B" FAKTÖRÜ
KALİTE VERİMLİLİĞİ	: "C" FAKTÖRÜ
Arızalar Arası Ortalama Çalışma Süresi	: MTBF
Ortalama Arıza Giderme Süresi	: MTTR

A FAKTÖR

Duruşlar	D1	: Çalışılmayan, Zaman (Grev, afet, pazar şartları v.b.)	
	D2	: Tüm Duruşlar	
	D3	: Arıza Duruşları	
	D4	: Planlı Bakım Duruşları	
	D5	: Set-up Duruşları	
	D6	: Legal Duruşlar (Renk değişimi, yeni ürün ilk üretimi, kalıpla deneme vs.)	
	D2	= D3+D4+D5+D6	..... (1)
Zaman Formülleri	T1	: Takvim Süresi	
	T2	: Teorik Süre	
	T3	: Net Çalışma Süresi	
	T2	= T1 - D1	..... (2)
	T3	= T2 - D2	..... (3)

TPM Kavramları İle İlgili Formüller

$$OEE = \frac{\text{Net Paketlenen Üretim}}{\text{Teorik Süre} \times \text{Ort. Standart Devir}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$A = \frac{\text{Net Çalışma Süresi}}{\text{Teorik Süre}} = \frac{T3}{T2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$B = \frac{\text{Ortalama Fiili Devir}}{\text{Ortalama Standart Devir}} \quad B \leq 1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$C = \frac{\text{Net Paketlenen Üretim}}{\text{Net Çalışma Süresi} \times \text{Ort. Fiili Devir}} \quad \dots\dots\dots (7)$$



$$OEE = A \times B \times C \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$MTBF = \frac{\text{Net Çalışma Süresi}}{\text{Arıza Frekansı}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$MTTR = \frac{\text{Toplam Arıza Duruş Süresi}}{\text{Arıza Frekansı}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

Ön temizlik sırasında, temizlenmesi zor alanlarda biriken cam kırığı ve cam dışı kirlilikler temizlenerek tartıldı ve yaklaşık 8,5 ton olduğu görüldü.

Yukarıda belirtilen ön temizlik ve etiketleme çalışmalarının arkasından otonom bakım ekiplerince

- Temizlik Standartları,
- Yağlama Standartları,
- Kirlilik Kaynakları,
- Temizliği ve Yağlanması Zor Alanlar konusunda çalışmalar yapıldı.

Daha sonraki çalışmalar yukarıda belirtilen standartlar uyarınca temizlik ve yağlama işlemlerinin yapılarak pano üzerindeki dökümanlara işlenmesi ve ilk olarak ön temizlikte asılmasına başlanan ve daha sonra devam ettirilen olumsuzluk etiketlerinin oluşturulması ve giderilmesi şeklinde devam ettirildi.

6.2. Diğer ekipler

6.2.1. Veri Toplama ve Değerlendirme

Proje ekiplerince, eğitim esnasında aktarılan bilgiler doğrultusunda öncelikle kendi çalışma alanlarını ilgilendiren veriler toplanıp değerlendirilerek TPM öncesi durum tespiti yapıldı.

6.2.2. Set-up Ekibi

Set-up ekiplerince, çalışmalar 2 ayrı grupta toplandı:

a. Set-up sürelerinin kısaltılması amacıyla yapılan çalışmalar;

- Set-up süre / frekans matrisi oluşturma,
- Set-up öncesi ve sonrası durum değerlendirme çalışmalarının başlatılması,
- Anahtar takım listesi oluşturma ve standartlaştırma,
- TPM öncesi set-up'ın videoya kaydı yapılarak set-up ana/alt işlem sürelerinin tespiti ve geçici standartların belirlenmesi,
- Harici ve dahili faaliyetlerin tespit edilmesi,
- Hedefi yakalamak için alt işlem sürelerinin belirli kriterler çerçevesinde analiz edilmesi,
- Hedef oluşturulması v.b.

b. Set-up sonrası standart randımana ulaşma sürelerinin kısaltılması çalışmaları;

- Mevcut durumun tespiti, ilk 24 saat randımanlarının değerlendirilmesi,
- Hedef konması,
- Standart randımana ulaşma sürelerini uzatan ana nedenlerin tespiti, (Beyin fırtınası, sebep-sonuç analizi)
- 5 neden analizi ve doğrulaması,
- Aksiyon planı oluşturulması,
- İlgili birimlerden alınan terminler doğrultusunda iyileştirme çalışmalarının başlatılması,
- Proje gidişatının aksiyon uygulamaları ile ilgisini gösteren periyodik grafiklerin hazırlanması,
- Ekibin gerçekleştirdiği iyileştirmelerle ilgili Tek Nokta Dersleri ve Talimatlar oluşturulması,
- İlgili birimlere sonuçlarla ilgili eğitim verilmesi.

6.2.3. Arıza Ekibi

Arıza Ekibinin çalışma metodolojisi:

- Arıza cinsine göre süre ve frekans paretolarının hazırlanması,
- Aylık ortalama arıza grafiklerinin oluşturulması,
- MTBF ve MTTR değerlerinin hasaplanması,
- Arıza cinsine göre kayıp maliyetlerinin paretosunun hazırlanması,
- Arıza ve hedef tespiti,
- Seçilen arıza için sebep-sonuç analizinin yapılması,
- 5 neden analizinin yapılarak aksiyon listesinin oluşturulması,
- Aksiyon planına uygun şekilde iyileştirme faaliyetlerinin başlatılması,
- Proje gidişatının aksiyon uygulamaları ile ilgisini gösteren periyodik grafiklerin hazırlanması,
- Ekibin gerçekleştirdiği iyileştirmelerle ilgili Tek Nokta Dersleri ve Talimatlar oluşturulması,
- İlgili birimlere sonuçlarla ilgili eğitim verilmesi .

6.2.4. Fire Ekibi

Fire Ekibinin çalışma metodolojisi:

- Hata cinslerine göre fire oran paretosunun hazırlanması,
- Ürün cinslerine göre kampanya sayısı ve toplam çalışma süresi paretolarının hazırlanması,
- Ürün cinslerine göre fire maliyetlerinin tespiti,
- İlk 5 hata için Kalite Güvence Matrisi ve matris çıkışının hazırlanması,
- Hatanın seçimi ve hedef konulması,
- Neden-sonuç analizinin yapılması,
- 5 neden analizi ve doğrulamasının yapılması,
- Aksiyon planının hazırlanması,
- Plana uygun iyileştirme çalışmalarının başlatılması,
- Proje gidişatının aksiyon uygulamaları ile ilgisini gösteren periyodik grafiklerin hazırlanması,
- Ekibin gerçekleştirdiği iyileştirmelerle ilgili Tek Nokta Dersleri ve Talimatlar oluşturulması,
- İlgili birimlere sonuçlarla ilgili eğitim verilmesi.

6.3.Faaliyet Panoları

Proje ekiplerinin faaliyetlerini başlangıçtan itibaren herkesin anlayabileceği şekilde oluşturulan dö-kümanlarla sergilemeleri amacıyla bütün ekiplerce faaliyet panoları hazırlandı.

Faaliyet panolarında , ekiplerce, öncelikle kendileri ve sorumluluk alanlarındaki mevcut durum ta-nıtıldıktan sonra, yapılan çalışmalar, başlangıçta belirlenmiş olan hedefler doğrultusunda ve bir mantık sırası içinde sergilenerek yöneticiler dahil tüm çalışanlara tanıtıldı. Bu, aynı zamanda diğer hatlarda çalışan elemanların ve daha sonra kurulacak ekiplerin TPM konusunda daha çok bilgi sa-hibi olmaları için etkili bir reklam ve eğitim aracı oldu.

6.4. Ekip Sunuşları

TPM uygulamalarında özellikle planlı çalışmanın teşviki ve diğer çalışanların TPM bilinçlerinin art-tırılması amacıyla önemli bir araç olduğu düşünülen ekip sunuşları, projenin çeşitli aşamalarında dö-kümanlar üzerinden, pano başında yapıldı.

7. Ekip Tetkikleri

Proje çalışmaları kapsamında oluşturulan dökümanlar, yapılan çalışmaların çalışma programına uyumu , çalışma ve toplantı disiplini gibi konularda TPM Koordinatörlüğü tarafından tetkikler yapılarak çalışmalar yönlendirildi.

8. Ekip Kapama ve İzlemeye Alma

Tetkikler sonucu yapılan değerlendirmede en az % 75 başarı sağlanıncaya kadar ekip çalışmaları sürdürüldü. Bu başarı seviyesine ulaşılmışından sonra ekipler kapatılarak proje sonuçları, pilot hat makina panosunda takip edilmek üzere izlemeye alındı.

9. Makina Panosunun Hazırlanması

Pilot hatta kurulan ekiplerin çalışma sonuçları ile seçilen projenin hedefe göre durumunun takip edilmesi ve gerçekleştirilen iyileştirmelerin kalıcı olması için bir makina panosu oluşturuldu. Üretim grubundan bir elemana pano sorumluluğu verildi.

10. Ekibinin Geri Çağırılması

Makina panosu üzerinde projelerin hedefe göre gidişatının izlendiği grafiklerde limit değerinin üstünde 3 defa aşılması halinde, ekibin projeyi bir kez daha gözden geçirmek üzere tekrar göreve çağırılması kararlaştırıldı, ancak bugüne kadar dönüşü gerektiren herhangi bir durum gerçekleşmedi.

11. Pilot Aşama Sonuçları

11.1. Katılım

Eğitim amaçlı olarak uygulanan pilot aşamanın uzun tutulması nedeniyle H28-6 pilot hattının yanısıra Pres-3, H28-5, Pres-2 ve H28-3 hatlarında da çeşitli aşamalarda TPM çalışmaları yapıldı. Bu doğrultuda 11 otonom bakım, 5 set-up, 5 fire, 5 arıza ve 1 planlı bakım ekibi olmak üzere toplam 27 ekipte 180 kişi görev aldı ve %14 oranında bir katılım sağlandı.

11.2. Otonom Bakım Ekiplerinin Ulaştıkları Sonuçlar

TPM 1. Adım çalışmalarının uygulandığı hatlarda kurulan otonom bakım ekiplerince yapılan çalışmalar sonucu , bu hatlarda;

- Temizliği Zor Alanlar 31'den 7'ye,
- Kirlilik Kaynakları 38'den 19'a,
- Temizlik süresi 720 dak / gün'den 520 dak / gün'e ,
- Yağ sarfiyatı 2985 lt / ay'dan 1203 lt / ay'a düşürüldü.
- Asılan 2207 adet olumsuzluk etiketinden 1203 tanesi giderildi.

11.3. Set-up Ekiplerinin Ulaştıkları Sonuçlar

TPM 1. Adım çalışmalarının başlatıldığı H28-6 hattında 3 set-up ekibinin çalışmaları sonucu;

- Ortalama İmalat Değiştirme süresi 105 dak 'dan 86 dakikaya düşürüldü.



- Ortalama İlk 24 Saat Verimi % 61'den % 72'ye yükseltildi.

11.4. Arıza Ekiplerinin Ulaştıkları Sonuçlar

TPM 1.Adım çalışmalarının yapıldığı hatlarda kurulan 3 Arıza Ekibinin çalışmaları sonucu;

- Aylık Ortalama Arıza Duruş Sayısı 29'dan 23'e,
- Aylık Ortalama Arıza Duruş Süresi 833 dak'dan 741 dak'ya düşürüldü.
- MTTR 29 dak / arıza'dan 32 dak / arıza'ya yükseldi,
- MTBF 1343 dak'dan 1880 dak'ya çıkarıldı.

11.5. Fire Ekiplerinin Ulaştıkları Sonuçlar

H28-6 hattında kurulan Fire Ekibinin yaptığı çalışmalar sonucu;

- Seçilen en etkin hata oranı % 9,6'dan % 3,9'a düşürüldü,
- " C Faktörü % 71'den % 81'e yükseltildi.

11.6.TPM'in Uygulama Hatları Dışında Etkileri

TPM çalışmaları sonucu saptanan olumsuzlukları gidermek amacıyla yapılan çalışmalar kısmen diğer hatlarda da uygulamaya kondu , ayrıca bakım atölyelerinde Temizlik / Tertip / Düzen'in ön plana çıktığı 5S çalışmaları ve planlı bakım projesi kapsamında T kartı çalışmaları başlatıldı.

11.7.Fabrika Verimliliğinde Artış

Yukarıda belirtilen çalışmaların, TPM uygulanan hatların yanı sıra diğer hatlara da uygulanması sonucu fabrika genel verimliliğinde % 5 oranında artış görüldü.

11.8. Getiri

Pilot çalışmaların tamamlandığı H28-6 ve Pres-3 hatlarında verimlilikteki artış oranlarına göre hesaplanan yıllık getiri;

- 2.720.000 adet veya
- 850.000 USD'dir.

(Burada yağ sarfiyatlarındaki tasarruf ile TPM dışı hatlardaki etkilenme sonuçları dikkate alınmamıştır.)

UYGULAMA

Yaygınlaştırma Aşaması : 2. Adım

1. ADIM olarak nitelenen pilot aşamada yapılan çalışmalar sonucu elde edilen tecrübe ve bu çalışmalar paralelinde gelişen TPM bilincinin katkısıyla 2000 yılı içinde 2. ADIM çalışmaları başlatıldı.

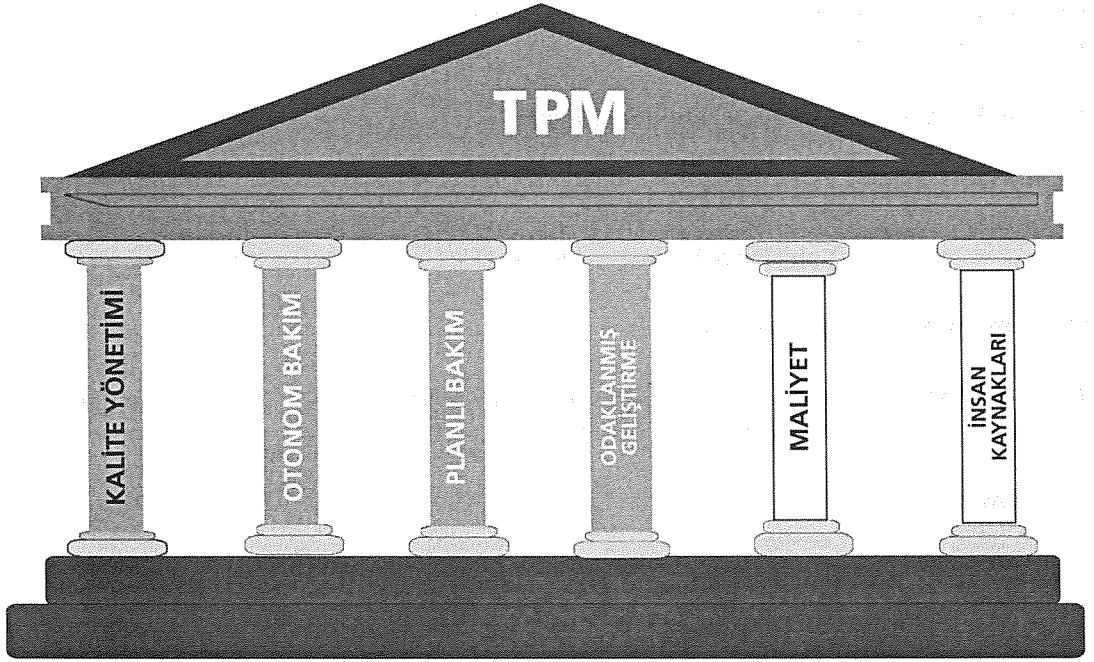
2. ADIM çalışmalarında kullanılan TPM proje yöntemleri pilot aşamadaki yöntemlerle aynı olmakla birlikte, çalışmaların tüm fabrikaya bir plan doğrultusunda sağlıklı ve verimli olarak yayılabilmesi için yeni bir TPM organizasyonuna geçildi.

2. ADIM'ın başlatılmasından itibaren yapılan çalışmalar ana başlıklar altında aşağıda özetlenmiştir.

1. PILLAR'ların Belirlenmesi

PILLAR olarak adlandırılan ana faaliyet alanlarının neler olabileceği ve hangi alanlara öncelik verileceği konusunda danışman firma tavsiyeleri de dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucu PILLAR'ların aşağıdaki tapınakta belirtildiği şekilde seçilmesine ve bunlar içinde;

- Otonom Bakım, (Otonom Bakım)
- Odaklanmış Geliştirme, (Set-up)
- Kalite Yönetimi ve (Fire)
- Planlı Bakım'ın (Arıza, Planlı Bakım) başlangıç pillarları olmasına karar verildi.



2. PILLAR Koordinatörü ve Asistan Tayini

Pillarlar bünyesinde yapılacak çalışmaların yönlendirilmesi ve saptanan hedefler doğrultusunda verimli proje çalışmaları yapılabilmesi için, TPM Yürütme Kurulunu oluşturan üst kademe yöneticilerinden 4'üne PILLAR KOORDİNATÖRLÜĞÜ görevi verildi.

Pillar Koordinatörlüğünce yapılacak çalışmaların yürütülmesinde koordinatörlere yardımcı olmak üzere şef / mühendis düzeyinde her pillar için 2-3 asistan görevlendirildi.

3. Değerlendirme ve Koordinasyon Toplantılarının Planlanması

TPM çalışmalarının genel olarak değerlendirilmesi, yürütülmesi ve koordinasyonu için;

- ayda iki kez TPM Yürütme Kurulu,
- ayda iki kez Koordinatörler ve Asistanlar,

- ayda iki kez TPM Yürütme Kurulu + Liderler + Asaistanların katılımıyla toplantılar düzenlenmesine karar verildi.

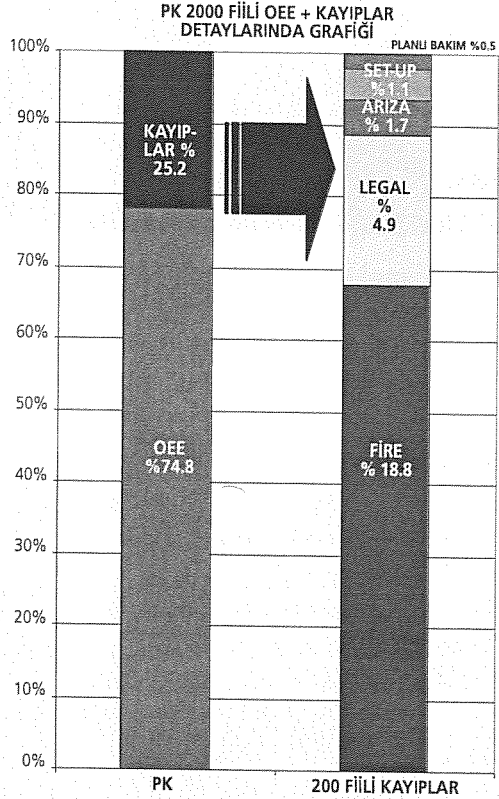
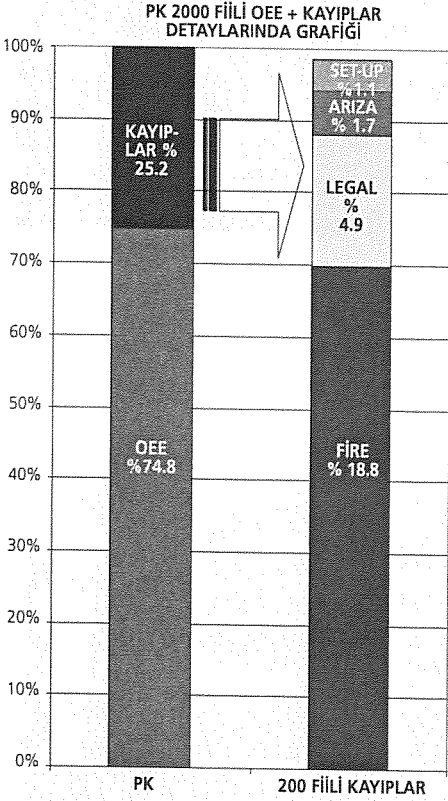
4.TPM Raporlarının Hazırlanması

TPM çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan formüllerin kullanılmasıyla hazırlanan raporların, enformasyon teknolojisi ilgililerince üretim kayıpları sistemi kullanılarak elde edilmesi sağlandı.

5. Kayıp Detaylandırılmasının Yapılması

Pillarlar bünyesinde kurulacak proje ekiplerinin konu seçiminde, pillar hedeflerinin konulmasında ve hat önceliklerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere TPM Koordinatörlüğünce verimlilik ve kayıplar için detaylandırma grafikleri hazırlandı.

Bu detaylandırmalar doğrultusunda TPM Yürütme Kurulunca şirketin çalışma alanlarına göre yıllık hedefleri tespit edildi.

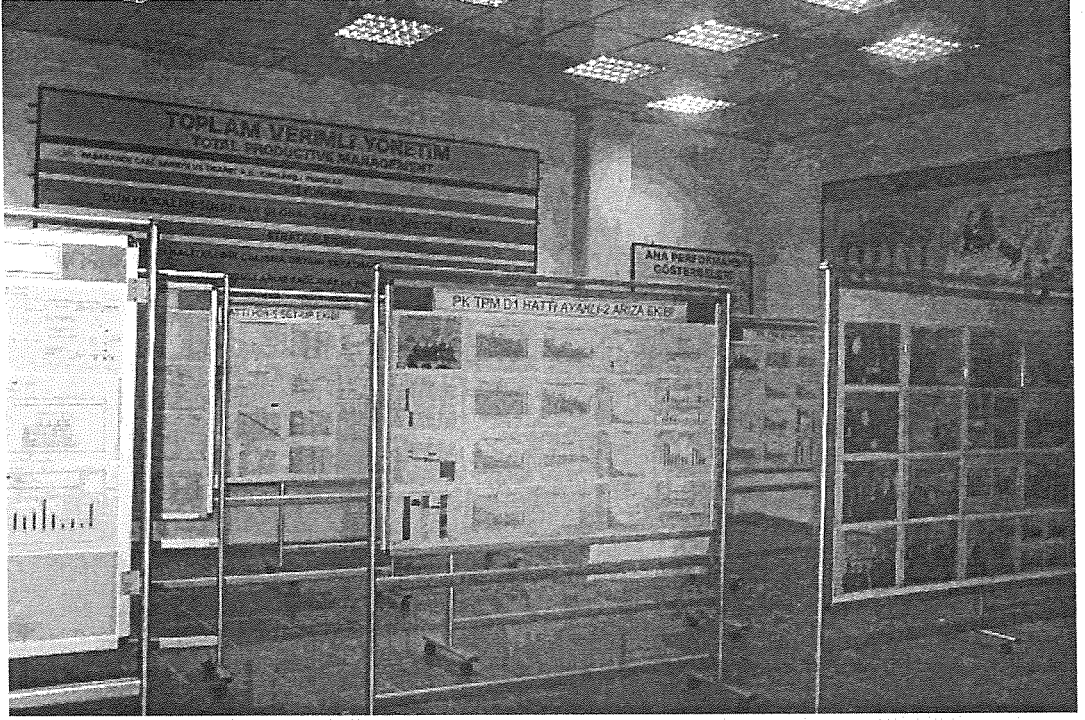


6. Vizyon, Strateji ve Hedeflerinin Saptanması

TPM Yürütme Kurulunca PK Fabrika Panosunda yer alacak vizyon ve stratejiler ile Performans Gösterge Panolarında yer alacak hedefler tespit edildi.

7. Panolarının Oluşturulması

TPM çalışmalarının sergilenmesi amacıyla bir pano holü oluşturuldu. Bu holü içerisinde fabrika panoları, pillar panoları ve ekip panoları belli bir düzen içinde yerleştirildi.



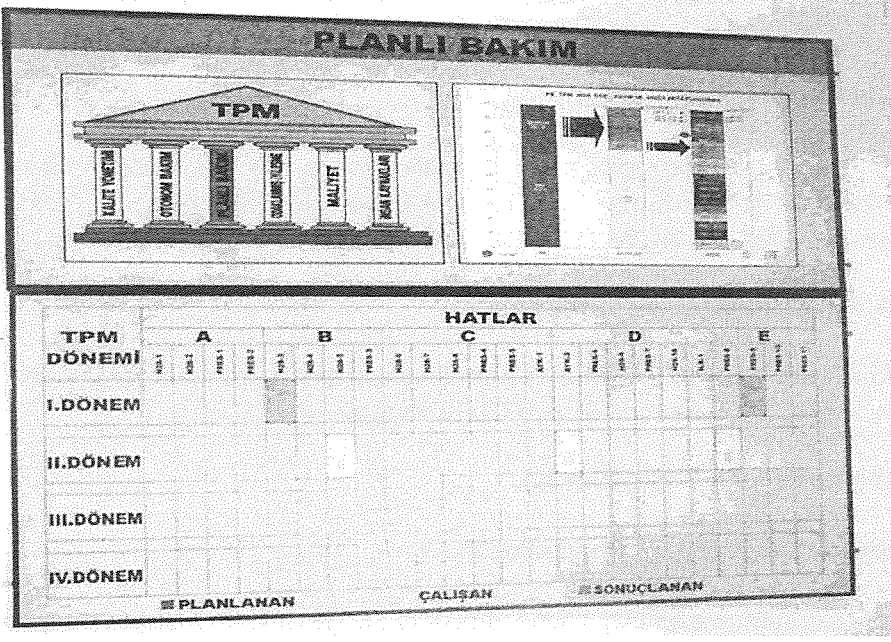
Fabrika Panoları :

Daha önce de bahsedildiği gibi fabrikanın vizyon, strateji ve pillar tapınağının yer aldığı fabrika panosu ile yıllık hedefleri içeren performans gösterge panoları oluşturularak herkesin görebileceği şekilde pano holü duvarına asıldı.



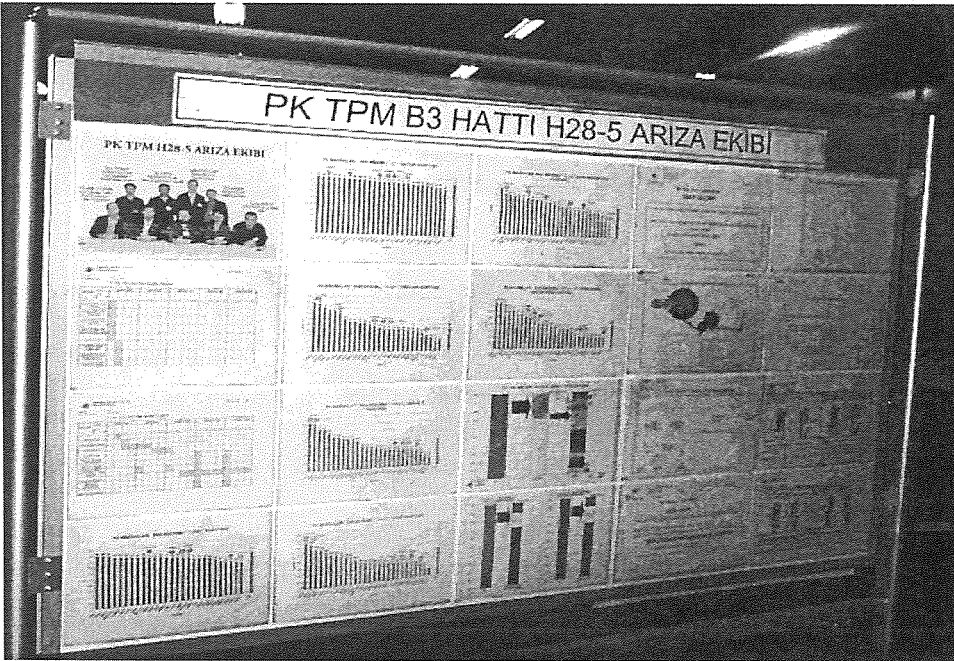
Pillar Panoları:

Renk kodu kullanılarak hazırlanan Pillar Panolarına yıllık çalışma dönemleri ve bu dönemlerde kurulan / kurulacak proje ekip kartlarını asıldı.



Ekip Panoları :

Pilot aşamada makina yanında yer alan ekip faaliyet panoları, 2. adımda Otonom Bakım Panoları hariç pano holüne alındı.



8. Çalışma Dönemleri ve Dönemsel Ekip Sayılarının Belirlenmesi / Yıllık Plan

TPM Yürütme Kurulunca, pillarlar bünyesinde kurulacak ekiplerin 3'er aylık bir sürede çalışmalarını tamamlamasına ve bu şekilde yılda 4 dönem olmak üzere çalışmalar yapılmasına karar verildi.

9. Tip Dosyalarının Hazırlanması

TPM Koordinatörlüğünce pilot aşamada yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bilgi ve deneyim (know-how) ile danışman firma dökümanları kullanılarak proje ekiplerinin başlangıçtan kapanışa kadar yapacakları çalışmaları düzenli bir akış içinde açıklayan Proje Tip Dosyaları oluşturuldu.

10. Ekiplerin Kurulması

TPM Yürütme Kurulunca daha önce saptanmış olan dönemsel ekip sayıları dikkate alınarak her pillar bünyesinde kurulacak ekiplerin LIDER ve ÜYELERİ saptandı.

11. Proje Çalışmalarının Başlatılması

11.1. TPM Koordinatörlüğünce Eğitim Verilmesi

Proje Ekibi üyeleri, çalışmaların başlatılmasından önce 1.etapta genel TPM, 2.etapta kendi alanlarında uygulanacak TPM metodları konusunda eğitime alındılar, ayrıca proje yürütme ile ilgili olarak TIP DOSYA konusunda bilgilendirildiler.

11.2. Pillar İçi Eğitim Verilmesi

Her pillar bünyesinde kurulan proje ekiplerine ilgili pillar koordinatörü ve asistanlarınca proje uygulamaları ve TPM konusunda ilave detay eğitim verildi.

11.3. Ekip Çalışmaları

Ekip eğitimlerinin tamamlanmasından sonra Tip Dosyalar kullanılarak tüm ekiplerce sorumlu oldukları hatlarda TPM öncesi veri ve grafikler değerlendirilerek konular seçildi, hedefler kondu ve iyileştirme çalışmaları başlatıldı.

Ekipler bu aşamadan itibaren pilot aşamada belirtilen çalışmaları yaparak projelerini tamamladılar ve dönemsel olarak çalışmalara devam edildi.

12.TPM 2.Adımda Yapılan Proje Çalışması Sonuçları

Fabrikamızda yürütülen TPM 2.Adımın ilk 2 döneminde yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

1.dönemde H28-3 ve Pres-9 hatlarında 2 otonom bakım, 2 set-up, 2 arıza ve 3 fire ekibi
2.dönemde ise H28-5, Pres-8 ve Ayaklı-2 hatlarında 3 otonom bakım, 3 set-up, 3 arıza ve 3 fire ekibi olmak üzere toplam 21 ekip faaliyet göstermiştir.Bu ekiplerin Mayıs 2001 'e kadar ulaştıkları sonuçlar;



ŞİŞECAM

- Toplam katılımcı sayısı : 244 kişi
- Katılımcı oranı : % 20
- Toplam eğitim saati : 976 adam-saat

- Asılan etiket sayısı : 821 adet
- Giderilen etiket sayısı : 687 adet

- Saptanan kirlilik kaynakları : 33 adet
- Giderilen kirlilik kaynakları : 21 adet
- Saptanan temizliği zor alanlar : 36 alan
- Giderilen temizliği zor alanlar : 19 alan
- St-up sürelerinde kısalma : % 15 -20
- İlk 8/16/24 saat verim artışı : % 10-15

- Oluşturulan aksiyon sayısı : 673 adet
- Uygulanan aksiyon sayısı : 254 adet
- DÖF / PGE 'ye dönüştürülen aksiyon sayısı : 55 adet

- Hazırlanan Tek Nokta Dersleri : 57 adet
- Hazırlanan Çalışma Talimatları : 12 adet

- Pres-9 Ağız Dolmamış Hatası : TPM'den önce; % 9,1
TPM'den sonra; % 7,4
% 18,7 İYİLEŞTİRME

- Pres-9 İçte Cam Kırığı Hatası : TPM'den önce; % 5,1
TPM'den sonra; % 2,7
% 47 İYİLEŞTİRME

- Pres-9 Take-out Arızası : TPM'den önce; 15,9 defa/ay
TPM'den sonra; 8,7 defa/ay
% 45,2 İYİLEŞTİRME

- H28-3 Kalıp Çizgisi+Yapışığı Hatası : TPM'den önce; % 6,4
TPM'den sonra; % 3,8
% 40,6 İYİLEŞTİRME

- H28-3 Yükleyici Arızaları : TPM'den önce; 4,3 defa/ay
TPM'den sonra; 3 defa/ay
% 30,2 İYİLEŞTİRME

13. TPM'in Geleceği

2.ADİM'da başlatılan dönemsel TPM faaliyetlerini yürüten ekipler otonom bakım ekipleri hariç dönem sonunda kapanmakta, ancak otonom bakım ekiplerince yürütülen tüm çalışmalar hiç bir değişiklik olmaksızın sürdürülmektedir.

Bu çalışma tüm hatları kapsayacak şekilde dönüştüğünde TPM, fabrikamızda yaşam tarzına dönüşmüş olacaktır.Bu aşamadan itibaren bütün hatlarda her bir TPM faaliyetinin takip edildiği makina panoları çalışacaktır.Ayrıca otonom bakım dışında başlangıçta kurulan ve gelecekte kurulacak olan pillarların bünyesinde dönemsel ekip faaliyetleri devam edecektir.

CAMDA AĞIR METAL İYONLARI İLE İLGİLİ GELİŞMELER

**Orhan Çorumluoğlu - Nurettin Kılıçalp - Ayşe Kerestecioğlu
Figen Kürkçüoğlu - Şükran Demirli - Bülent Arman**

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

Toksik ağır metallerin (kurşun, kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom) kullanımını kısıtlamak için alınan önlemler paketinde; çevre kirliliğinin en aza indirilmesi amacıyla, cam da dahil olmak üzere ambalaj ve ambalaj atıkları ile ilgili Avrupa Topluluğu Yönetmeliği 94/62 ve gıda güvenliği bağlamında ulusal ve uluslararası standartlar ve bunların paralelinde hazırlanmış olan Avrupa Normu EN 1388 önemli rol oynamaktadır. AT Yönetmeliği 94/62, camdan açığa çıkabilecek ağır metalleri hedef almamaktadır. Ancak, kompozisyon sınırlaması nedeniyle özellikle Avrupa ülkelerinde, yüksek oranlara gelmiş olan dış cam kırığı kullanım miktarını azaltma gibi arzu edilmeyen uygulamaları gündeme getirmektedir.

Cam ambalaj ürünlerimizin ağır metal içeriğinin belirlenmesi; takibi ve muhtemel kaynakların tespit edilmesine yönelik son iki yılda kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Renksiz, bal rengi ve yeşil renkli (UV absorblayıcı yeşil hariç) baskı boyası kullanılmamış ürünlerimizde kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom bulunmamaktadır. Bira sektörünün talebiyle üretimi yapılan UV absorblama özelliği olan yeşil renkli (UVAY) şişelerimizde +6 değerlikli krom 50-68 mg/kg cam (veya ppm) değerleri arasında değişmektedir. Civa ve kadmiyum ise bulunmamaktadır. Son 12 ayın ortalama değerleri dikkate alındığında baskı boyasız ürünlerimizin kurşun içerikleri 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171/EC no'lu ek yönetmelikte verilen 200 ppm sınır değerinin altında kalmaktadır. UVAY şişelerimizin ağır metal içeriği 100 ppm sınır değer seviyesinde ve bazı dönemlerde sınır değeri 20-30 ppm kadar geçmektedir. Baskı boyası uygulanmış şişelerimizin ağır metal içeriği ise sınır değeri oldukça aşmaktadır.

Cam, cam seramik ve seramik sofraya eşyalarının gıda ile temas yüzeyini ve dudak payını hedef alan ulusal ve revizyonu henüz tamamlanan uluslararası standartlar ve EN 1388, cam kompozisyonunu dikkate almadan tüm cam kapları kapsamakta ve açığa çıkabilecek kurşun ve kadmiyum için sınır değerleri oldukça alt seviyelere çekmiş bulunmaktadır. Kapsamın genişletilmesi nedeniyle de maliyet artırıcı bir unsur olan ürün sertifikasyonu gerekli olmaktadır.

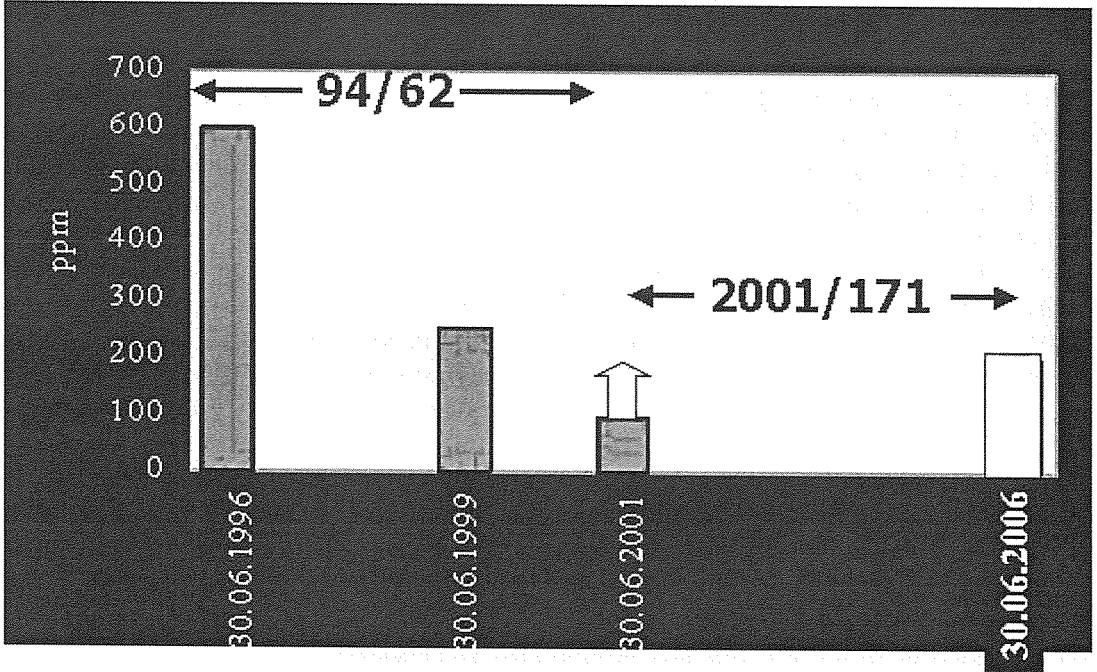
1. Giriş

Toksik ağır metallerin kullanımı; çevre üzerindeki etkileri azaltmak, çalışma ortamındaki sağlık ve güvenlik koşullarını sağlamak ve insanların aldıkları günlük ortalama dozajları azaltmak amacı ile ciddi kısıtlamalara uğramaktadır.

Bu konunun yasal düzenlemesi için alınan önlemler çerçevesinde;

- çevresel içerikli 20 Aralık 1994 tarih ve 94/62 no'lu Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi ve 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171 no'lu ek Komisyon Kararı ile
- gıda güvenirliliği konusunda yoğunlaşan ISO 7086, ISO 6486 ve EN 1388 no'lu standartlar rol oynamaktadır.

Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönergesi ile ambalaj atıklarının geri kazanımını en üst düzeye getirerek ambalaj malzemelerinin çevre üzerindeki toplam etkisinin azaltılması amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için Yönergede diğer hükümlerle beraber cam da dahil tüm ambalaj malzemelerinin ağır metal (kurşun, kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom) içeriğine sınır değerler getirilmiştir. 94/62 Yönergesi ile getirilen sınır değerler 30 Haziran 1996'dan itibaren 600 mg ağır metal/kg cam, 30 Haziran 1999'dan itibaren 250 mg ağır metal/kg cam ve 30 Haziran 2001'den itibaren 100 mg ağır metal/kg cam olarak belirlenmiştir. Ancak, geçtiğimiz dönemde atık cam kırığının (dış cam kırığı) kontrol dışı toplama kanallarında kurşun oksit içeriği yüksek cam malzemeyle kirlenmesi nedeniyle 30 Haziran 2001 tarihinden itibaren yürürlüğe giren 100 mg ağır metal/kg cam (veya 100 ppm) sınır değere uyamama durumu ortaya çıkmıştır. Bu durum, Avrupa Ülkelerinde yüksek oranlara gelmiş olan dış cam kırığı kullanım oranını azaltmak gibi çevre açısından arzu edilmeyen uygulamaları gündeme getirmiştir. Avrupa Cam Ambalaj Üreticileri Federasyonu (FEVE)'nun yoğun çalışmaları ile 19 Şubat 2001 tarih ve 2001/171 no'lu Komisyon kararı yayınlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: 94/62 Yönergesi ve 2001/171 no'lu Komisyon Kararı ile Uygulamaya Konulan Sınır Değerler

Şekil 1'den görüldüğü üzere 2001/171 no'lu Komisyon Kararı 30 Haziran 2006 tarihine kadar geçerli olup bazı maddeleri aşağıda özetlenmiştir.

Madde 3

Kararın 4. ve 5. maddeleriyle uyumlu olmak kaydıyla 30 Haziran 2001 tarihinden itibaren 100 ppm üzerine çıkılabilir.

Madde 4

Kurşun, kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom herhangi bir özellik kazandırmak amacıyla ilave edilemez ve cam ambalajın ağır metal içeriği ancak atık cam kırığı nedeniyle sınır değeri (100 ppm) geçebilir.

Madde 5

Her bir cam fırının üretiminde yapılan birbirini takip eden 12 aylık kontrollerde ortalama ağır metal seviyeleri 200 ppm sınır değerini geçerse üretici veya temsilci durumu yetkililere rapor eder.

Niçin bu elementler ve niçin bu sınır değerler?

Bu soruya yanıt bulabilmek için, Yönerge'nin kaynaklandığı U.S. CONEG/SRC düzenlemelerinin oluşturulmasına neden olan girişimlere geri dönmemiz gerekmektedir. Söz konusu dört elementin kullanılmasında kısıtlamaya gidilmesi, bu elementlerin sağlık üzerinde olumsuz etkilerini saptayan bir çok çalışmanın yapılması ile haklılık kazanmıştır. Bu bağlamda, A.B.D. Baskı Mürekkebi Üreticileri Birliği, çocuklara hitap eden boya ve dekorasyonların kurşun içeriği için, sağlık güvenirligi açısından 600 ppm sınır değeri getirmiştir.

Kurşun için getirilen bu sınırın, bugün sağlanmış olduğu kabul edilmektedir. Diğer üç elementin de bu kapsama dahil edilmesiyle sanayi genelinde yıkıcı bir etkiye neden olunmayacağı düşünülmüştür.

Bu sınır değerler cama uygulandığı zaman Yönerge'nin amacı etkin bir şekilde sağlanmış olacak mıdır?

Bu sorunun cevaplandırılması için bazı değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. İtalya Cam Araştırma Enstitüsü'nde yapılan bir çalışmada renksiz, yeşil ve ultraviyole ışınları absorplayıcı yeşil (UVAY) gibi ticari ürünler seçilmiş ve bu ürünler ağır metal içeriği açısından incelenmiştir. Ayrıca, çevre ve insan sağlığı açısından daha kritik olan özütleme (ekstraksiyon) deneyleri yapılmıştır. Tablo 1'de elde edilen bulgular gösterilmiştir ⁽¹⁾.

Tablo 1: Renksiz, UV Absorplayıcı Yeşil ve Yeşil Renkli Ticari Ürünlerin Ağır Metal İçerikleri ve Özütleme Deney Sonuçları

İncelenen Element	Renksiz A		Renksiz B		UVAY C		Yeşil D		Yeşil E		Yeşil F	
	mg/kg (veya ppm olarak)											
Pb	1900		208		105		190		93		68	
Cd	<1		<1		<1		<1		<1		<1	
Cr ⁶	<3		<3		<3		<3		<3		<3	
	İÇ YÜZEY DENEYİ* a) % 4 Asetik asit, 24 saat, 22°C b) saf su, 30 dakika, 121°C											
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Pb	7	9	3	6	3	5	3	7	2	5	4	9
Cd	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cr ⁶	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	CAM TANECİK DENEYİ* a) 0.5 M Asetik asit, 24 saat, 22°C, tane boyutu <1 cm (İtalya Katı Atık Yasası) b) % 3 HNO ₃ +H ₂ O ₂ , 24 saat, oda sıcaklığı, tane boyutu gelişi güzel (EPA/SW 864/3050A)											
	a	b	b	b	b	b						
Pb	2	7	6	13	8							
Cd	<1	<1	<1	<1	1.3							
Cr ⁶ Toplam	<1	<1	-	2	2							

* Deney sonuçları µg/l (veya ppb) olarak ifade edilmiştir.

** saptanamamıştır.

Tablo 1 incelendiğinde aşağıda açıklanan hususlar dikkati çekmektedir.

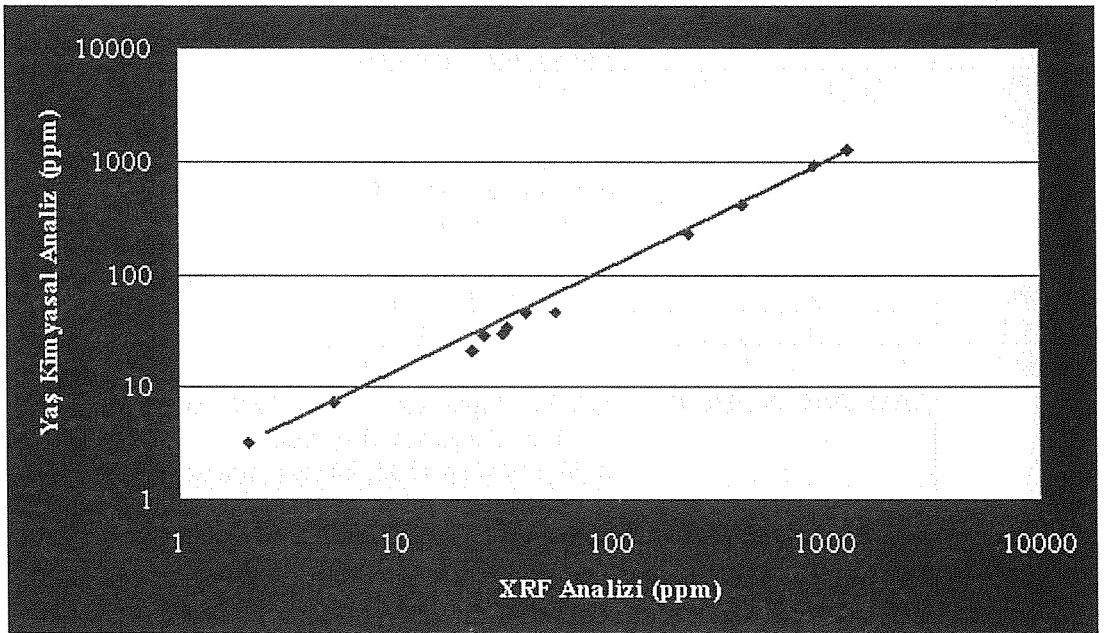
- Kurşun ölçülebilir seviyelerde olup diğer elementler algılanabilirlik sınırının altında kalmaktadır. 1900 ve 93 ppm kurşun içeren renksiz A ve yeşil E şişelerinden, % 4 asetik asit ile 24 saatlik özütleme sonrasında sırası ile 7 ve 2 ppb (veya $\mu\text{g/L}$) kurşun açığa çıkmaktadır.
- Katı atık yasası çerçevesinde yapılan çalışmalarda açığa çıkan en yüksek kurşun miktarı 13 ppb olarak görülmektedir.

Bu bulguların ışığı altında; özütleme önlemek amacı ile kimyasal kompozisyonun sınırlanması, aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı haklı bir uygulama olarak görülmemektedir.

- İnert bir malzeme olması nedeniyle camdan özütlenebilecek ağır metal tehlikesi bulunmamaktadır.
- Cam ambalajın ağır metal içeriğine getirilen sınırlama ile atık cam kullanım oranlarının artırılması doğrultusunda alınan tedbirler arasında açık bir çelişki bulunmaktadır.
- İnsan sağlığını korumak amacıyla yapılan düzenlemeler arasında dengesizlik söz konusudur.

2. Cam Ambalaj Ürünlerimizde Ağır Metal (Pb, Cd, Hg ve Cr^{+6}) İncelemesi

Cam ambalaj ürünlerimizin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve ağır metal kaynaklarının tespit edilmesine yönelik Ekim 1999'da başlayan kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. İncelemelerde, Cam Araştırma Merkezi'mizin de yoğun katkıda bulunduğu uluslararası nitelikli çalışmalarla geliştirilen analitik yöntemler kullanılmıştır ^(2,3 ve 4).



Şekil 2: Islak Kimyasal Metot ve X-Işını Floresans Spektrometresi, Kurşun (Pb) Analiz Sonuçları Karşılaştırması

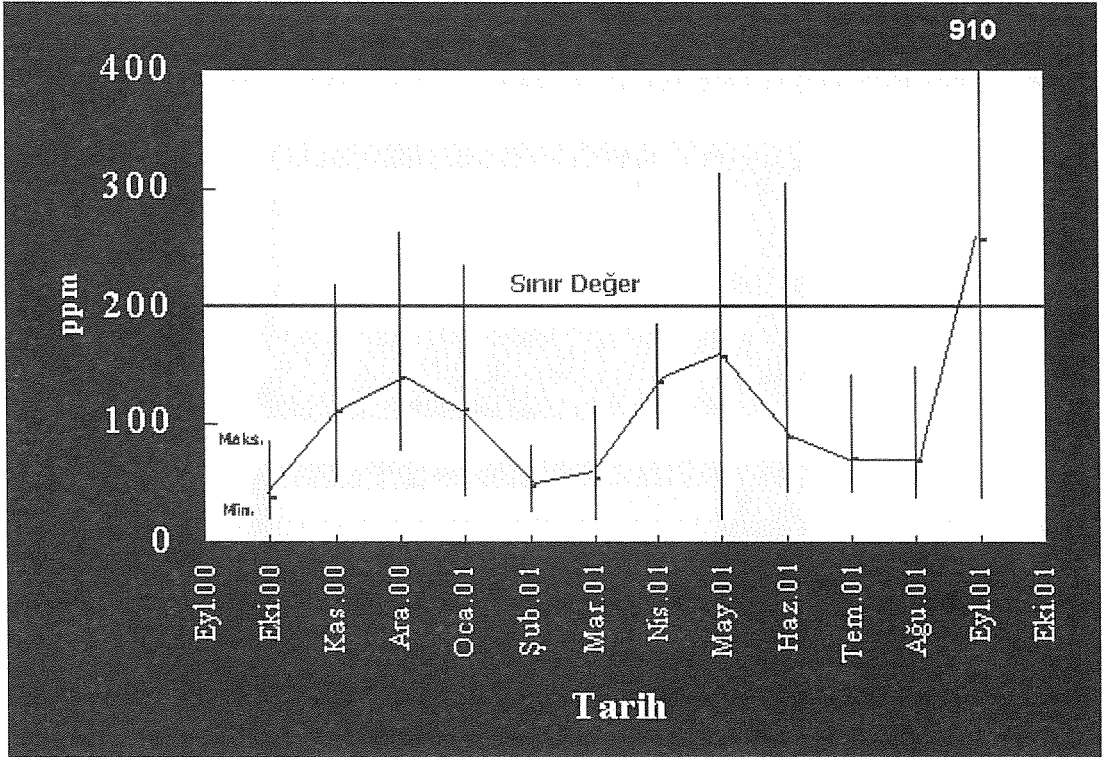
Islak kimyasal analiz metotlarının rutin incelemeler için yavaş olması nedeniyle x-ışını floresans spektrometre (XRF) cihazı üzerinde durulmuştur. Ancak; civa miktarı anılan cihazın algılama sınırı altında kalmaktadır. Kadmiyum ve +6 değerlikli krom, cihazın özellikleri nedeniyle tayin edilememektedir. Bu bilgiler çerçevesinde, kurşun miktarı tayininde XRF cihazının, diğer ağır metallerin tayininde ise ıslak kimyasal analiz metotlarının kullanılması uygun bulunmuştur. XRF cihazının kalibrasyonu amacıyla 3-1270 mg Pb/kg cam aralığını teşkil edecek şekilde cam kimyasal analiz standartları oluşturulmuştur. Şekil 2'de ıslak kimyasal metot ve XRF kurşun analiz sonuçlarının uyumu görülmektedir.

2.1. Baskı boyası uygulanmamış cam ambalaj ürünlerimizin (bal rengi, renksiz, yeşil ve UV absorplayıcı yeşil) Ekim 2000-Eylül 2001 dönemi için 2001/171 no.lu Komisyon Kararı çerçevesinde incelenmesi

Yürütülen incelemelerde;

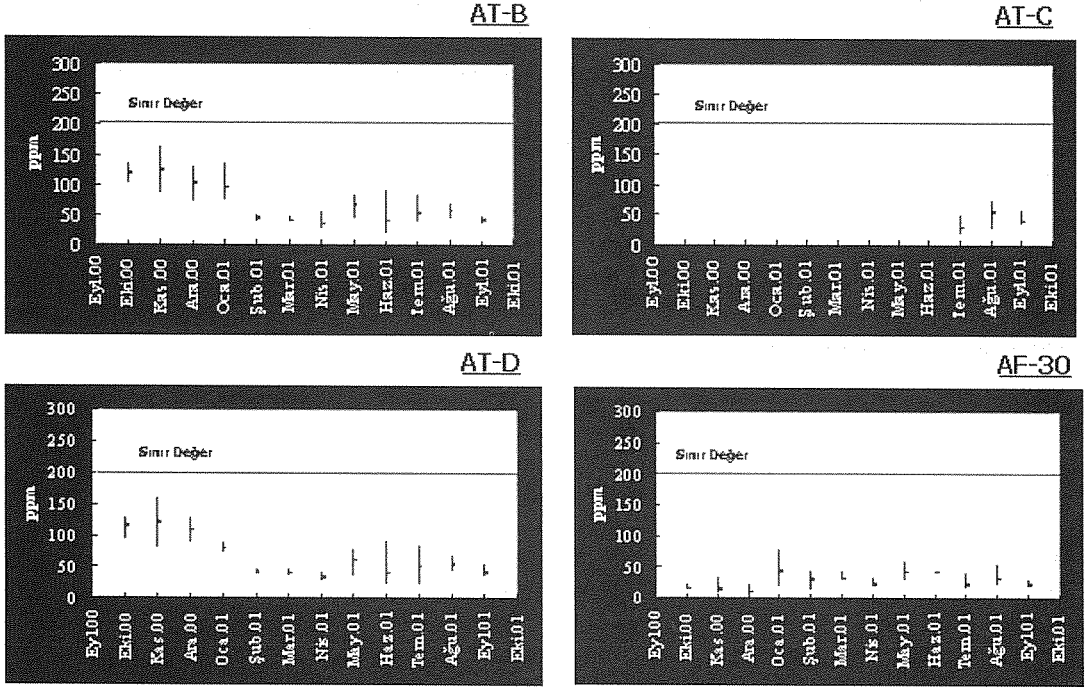
- kurşun ölçülebilir seviyelerde bulunmuştur.
- kadmiyum, civa ve +6 değerlikli krom (UV absorplayıcı yeşil hariç) miktarlarının deney metotlarının saptanabilirlik sınırlarının altında kaldığı görülmüştür.

Bal rengi cam ambalaj ürünlerimizin kurşun içeriği Eylül 2001 dönemi hariç sınır değerinin altında kalmaktadır. Dış cam kırığı ile taşınan katışıklar nedeniyle Eylül 2001 ortalaması 200 ppm sınır değeri geçmiştir (Şekil 3).



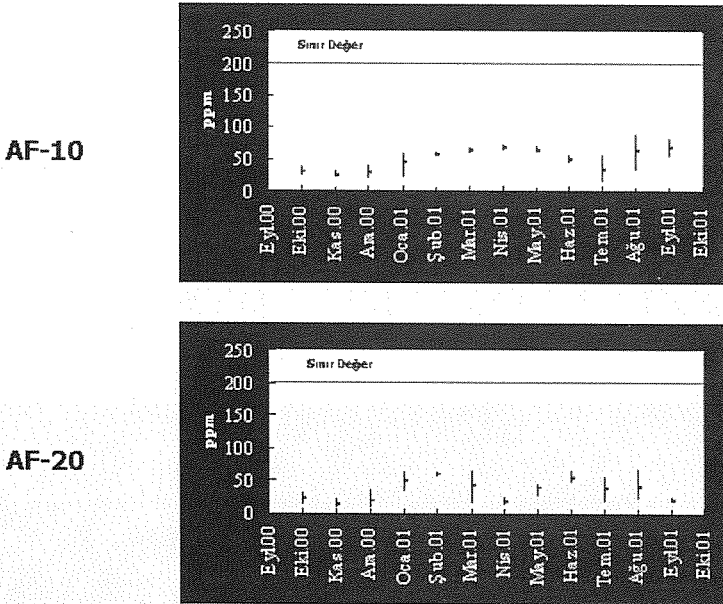
Şekil 3: Bal Rengi Cam Ambalaj Ürünlerimizin Kurşun İnceleme Sonuçları

Renksiz cam ambalaj ürünlerimizin kurşun içeriği sınır değer oldukça altında kalmaktadır (Şekil 4).



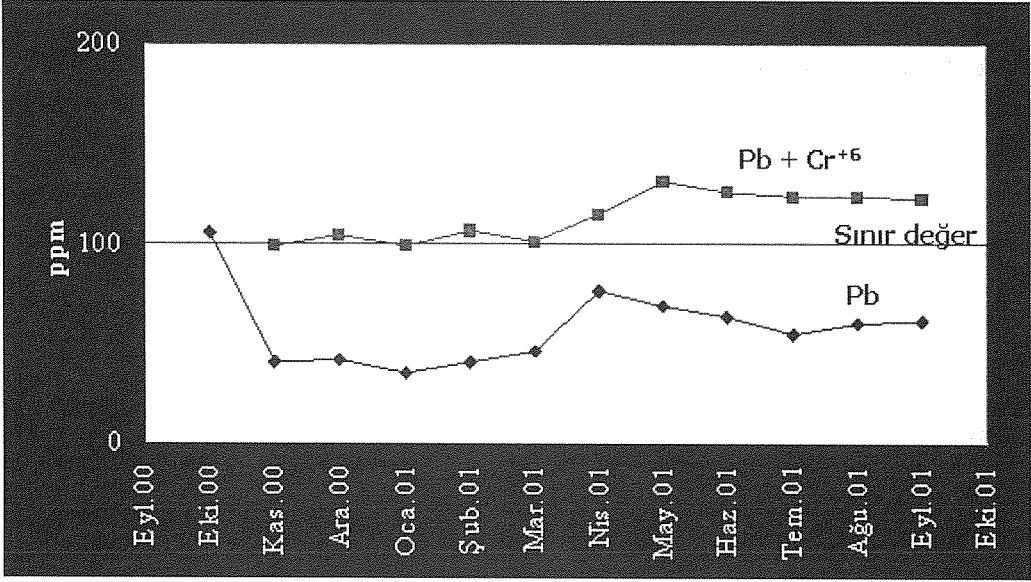
Şekil 4: Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası (B, C ve D Fırınları) ve Mersin Fabrikası (30 no.lu Fırın) Renksiz Cam Ambalaj Ürünlerimizin Kurşun İçeriği

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası 10 ve 20 no.lu fırınlarında üretilen yeşil renkli cam ambalaj ürünlerimizin kurşun içeriği güncel sınır değer oldukça altında kalmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası 10 ve 20 No'lu Fırınlarda Üretilen Yeşil Renkli Şişelerin Kurşun İnceleme Sonuçları

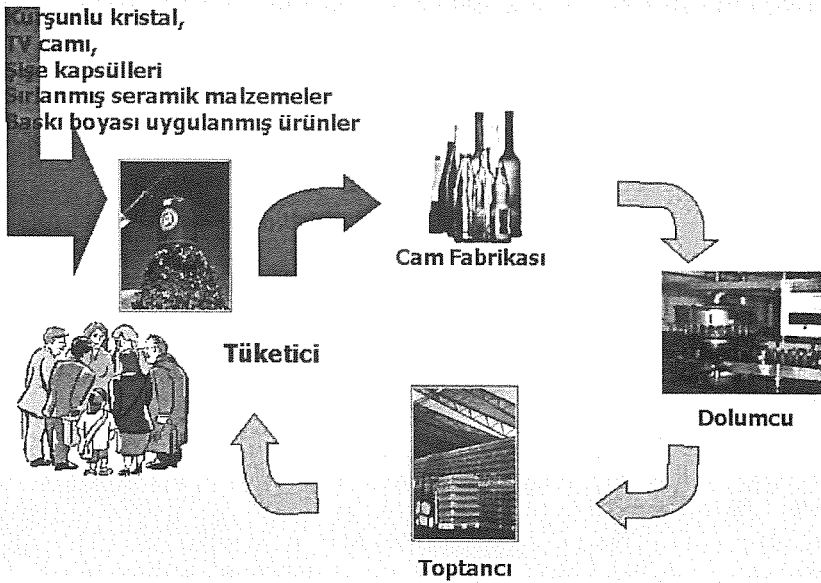
Ultra viyole bölgede absorplama özelliği olan yeşil renkli şişelerimizde +6 değerlikli krom 50-68 ppm değerleri arasında değişmektedir. Civa ve kadmiyum bulunmamaktadır. Söz konusu şişelerin +6 değerlikli krom içeriği, kurşun miktarı ile birlikte değerlendirildiğinde 100 ppm sınır değer seviyesinde kaldığı ve Nisan 2001 döneminden itibaren de bu değeri 20-30 ppm kadar aştığı görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6: Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Çayırova Fabrikası Üretimi UV Yeşil Cam Ambalaj Ürünlerimizin Kurşun ve +6 Değerlikli Krom İnceleme Sonuçları

2.1.1. Kurşun Kaynakları

Cam ambalaj üretimimizde görülen kurşunun kaynağını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda;



Şekil 7: Cam Ambalaj Ürünlerin Çevrimi

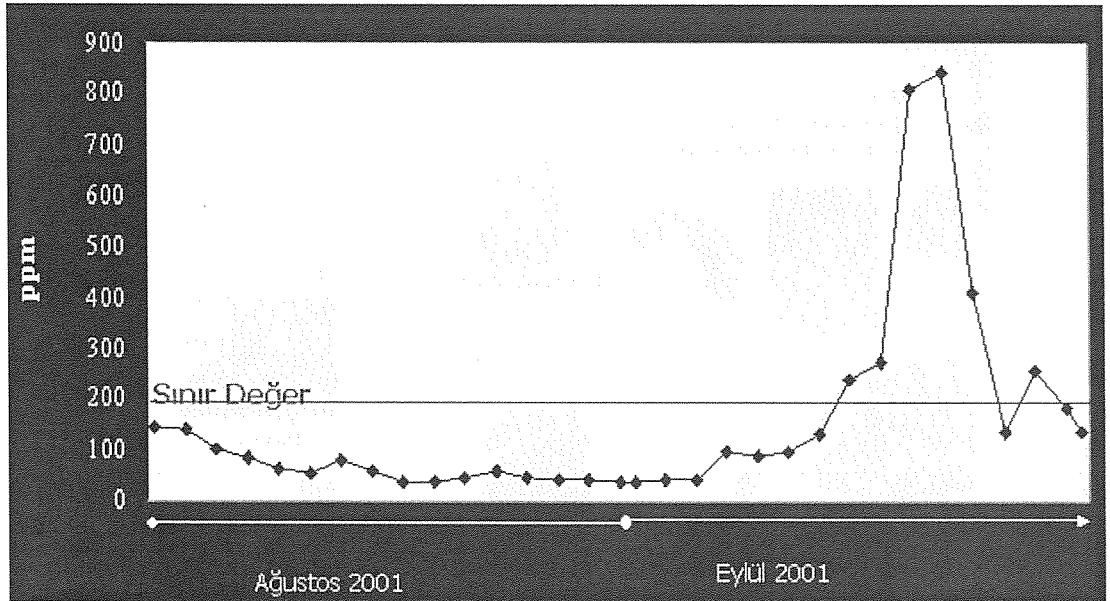
- Hammaddelerde kurşun saptanmamıştır.
- Temin edilen dış cam kırığına, kurşunlu kristal, TV ekranı, kurşun oksit ihtiva eden çeşitli camlar, baskı boyası uygulanmış ürünlerin cam kırıkları karışabilmektedir (Şekil 7).

Muhtelif tarihlerde renksiz ve renkli dış cam kırığından ayrılan kurşun oksit ihtiva eden camların kimyasal kompozisyon aralıkları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Renksiz ve Bal Renkli Dış Cam Kırığına Kurşun Oksitli Cam Kırığı İncelenmesi

Cam Tipi	SiO ₂	PbO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	ZnO	Na ₂ O	K ₂ O
Yüksek Kurşunlu Kristal	54.3-55.5	32.7-33.7					1.1-1.7	1.6-2.1	8.3-8.8
	55.8-57.1	28.7-29.7	<0.5					1.5-2.0	12.0-12.5
Kurşunlu Kristal	61.8-62.0	23.0-23.7	1.1-2.3					5.2-5.9	6.5-8.3
TV Camı	52.7-56.1	24.6-27.8	0.3-3.0	3.3-3.7	0.2-1.0	0.7-1.0		2.2-3.1	7.6-9.0
	65.8-76.9	0.9-3.2	1.1-3.3	0-1.2	0-1.2	0.4-18.4		3.1-6.2	1.0-6.7

Şekil 8'de dış cam kırığına karışan kurşun oksitli camın, cam ambalaj ürünün ağır metal içeriğine etkisi görülmektedir. Ağustos 2001'de 70 ppm seviyesinde bulunan kurşun miktarı, 900 ppm'e kadar artmakta ve geniş bir aralıkta değişmektedir.



Şekil 8: Kurşun Oksit İhtiva Eden Dış Cam Kırığının Cam Ambalaj Ürününün Ağır Metal İçeriğine Etkisi



ŞİŞECAM

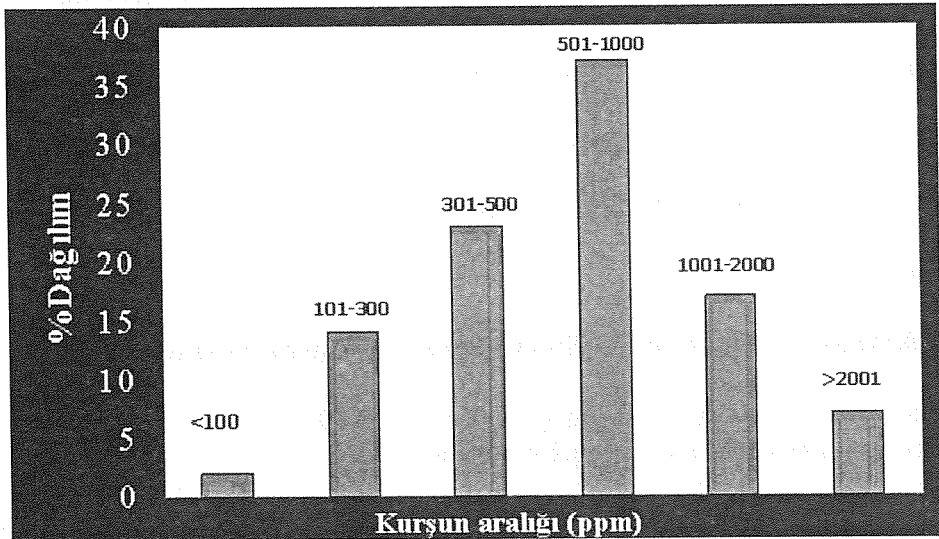
2.2. Baskı Boyası Uygulanmış Cam Ambalaj Ürünlerimizin Ağır Metal İçeriğinin İncelenmesi

Baskı boyası uygulanmış cam ambalaj ürünlerimiz 2001 yılı itibarıyla Topkapı Fabrikası üretimimizin % 17'sini, Mersin Fabrikası üretimimizin ise % 7.7'sini teşkil etmektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Baskı Boyası Uygulanmış Cam Ambalaj Ürünlerimizden Örnekler

Süt, ayran, su, meyva suyu, gazoz, Pepsi-Cola, Coca-Cola vb. içeceklerin ambalajlanmasında kullanılan şişelere, muhtelif firmalardan temin edilen kırmızı, lacivert, yeşil, mavi, beyaz ve sarı renkte termoplastik cam emaye boyalar uygulanmaktadır. Şişe hacmine bağlı olarak baskı alanı 10-200000 mm², tüketim miktarı da 0.01-2.54 g / adet arasında değişmektedir. Çok geri - dönüşlü olmaları nedeniyle yüksek kimyasal ve mekanik dayanıklılığın arandığı bu ürünlerimizde kullanılan baskı boya kurşun ve bunun yanı sıra kırmızı ve sarı renklerde kadmiyum ihtiva etmektedir. Durum tespit amacıyla, baskı boyası uygulanmış 57 adet şişede kurşun tayini yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirme sonuçları Şekil 10'da gösterilmektedir. Kurşun miktarı 20-2500 ppm arasında değişmekte ve ancak % 2'si 100 ppm sınır değerinin altında kalmaktadır. Renk ve baskı alanına göre seçilen numunelerde kadmiyum miktarı 1-68 ppm arasında değişmektedir. Civa ve +6 değerlikli krom bulunmamaktadır.



Şekil 10: Baskı Boyası Uygulanmış Cam Ambalaj Ürünlerimizde Kurşun Dağılımı

Bu konu, tüm cam ambalaj üreticilerinin ortak problemi olup 12 yıldan beri baskı boyası üreticileri ve cam dekoratörleri tarafından araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalarda;

- ağır kullanım ve stoklama şartlarında mekanik ve kimyasal dayanıklılığı sağlamak,
- parlak baskının matlaşmaması,
- kırmızı ve sarı renklerin sağlanabilmesi,
- renk karışımlarının yapılabilmesi ve
- düşük pişirme sıcaklıklarının kullanılabilmesi

gibi hususlar amaçlanmaktadır. Bugün ulaşılan noktada;

- Kurşun içermeyen termoplastik cam emaye baskı boyaları geliştirilmiştir.
- Kırmızı ve sarı renkli desen uygulamalarında kadmiyum bileşiklerinin alternatifi bulunamamıştır.
- Isı veya UV ışınları ile pişirilebilen ve ağır metal içermeyen organik boyalar geliştirilmiştir. Ancak, bu boyaların çizilme direnci ve kimyasal dayanıklılığı zayıftır. Dolayısı ile çok geri dönüşlü şişeler ve çok renkli baskı boyası uygulamaları için uygun değildir.

Bu gelişmelerin paralelinde ve 2001/171 no'lu Komisyon Kararı ile ortaya çıkan hususlar çerçevesinde cam dekorasyon endüstrisi camın kendisinin güncel 200 ppm sınır değeri sağlaması ve dekorasyonunun da 94/62 Yönergesi ile tarif edilen 100 ppm sınır değeri ayrıca karşılmasını talep etmektedir.

Topluluğumuzda ise organik baskı boyaları ile, ilk denemeler Mart 1997'de yapılmıştır. Bunu, sıra ile;

Mart 1998	Tekel bira şişesi üzerine tek renk organik baskı - ilk ticari üretim
Şubat 2001	Tecno 5 ile UV pişirme üzerine ortak geliştirme planı - olumsuz
Mart 2001	Akdeniz Üniversitesi ile ortak geliştirme çalışması - devam ediyor
Eylül 2001	Cerdec - Degussa'nın kurşunsuz boya serisi ile ilgili denemeler - olumlu

takip etmiştir.

3. Cam Ambalaj Ürünlerimize İlişkin Değerlendirme Sonuçları

Cam ambalaj ürünlerimizin ağır metal içeriğine yönelik Eylül 2000 - Ekim 2001 döneminde yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Baskı boyası uygulanmamış bal rengi, renksiz ve yeşil renkli (UV yeşil hariç) cam ambalaj ürünlerimizin ağır metal içeriği 200 ppm sınır değerinin oldukça altında kalmaktadır.

- UV yeşil şişelerimizin toplam ağır metal içeriği 100 ppm sınır seviyesinde kalmakta ve bazı dönemlerde 20-30 ppm kadar sınır değeri aşmaktadır. Müşteri talebinin gereği olarak mevcut Cr+6 miktarı muhafaza edildiği takdirde dış cam kırığının kurşun oksitli katışıqlarla kirlenmemesi gerekmektedir.
- İnorganik ve organik baskı bovaları konusunda, baskı boyası üreticileri ve cam dekoratörleri tarafından yürütölen Ar-Ge çalışmaları ve Avrupa cam ambalaj üreticilerindeki uygulamalar yakinen takip edilmeli ve gerekli tedbirler zamanında alınmalıdır.
- Kurşun oksitli camlar, şişe kapsülleri ve sırlanmış seramik malzemeler dış cam kırığına karışmalıdır. Söz konusu katışıqların toplama kanallarında karışmalarını önlemek tek çözüm olarak görölmektedir. Bu husus Katı Atıkların Azaltılması Yönetmeliği doğrultusunda hedeflenen % 50-55 cam kırığı oranı için de önemli bulunmaktadır. FEVE'nin yayınladığı raporda 2000 yılı itibari ile ölkemizde bu değer %24'tür.

4. Cam Sofra Eşyası Ürünlerimizin Gıda Güvenliđi Bağlamında Uluslararası Standartlar Çerçevesinde Değerlendirmesi

Gıda maddeleri ile temasta olan malzeme ve eşyalar konusunda Avrupa Birliği Konseyi (ECC) tarafından yayınlanmış Yönergeler arasında cam sofras eşyası özelinde Yönerge bulunmamaktadır.

Cam kaplar kurşun ve kadmiyum geçişi bakımından ulusal ve uluslararası standartlar ile kontrol edilmektedir.

Yiycek ve içeceklerle Temas Eden Cam Kaplardan Açığa Çıkabilecek Kurşun ve Kadmiyum Miktarı ile İlgili Standartlar

- ISO 7086 / Kısım 1 ve 2 (1982 yılında yayımlanmış olan bu standart 2000 yılında revize edilmiştir),
- TS 4403 (1983) (ISO 7086 - 1982 doğrultusunda hazırlanmıştır).
- ISO 6486 / Kısım 2 (1999) (Cam tabaklar bu standart kapsamında yer almaktadır)
- EN 1388 / Kısım 2 (1995)
- ASTM C 927 - 80 (1993) (Dış yüzeyi dekore edilmiş bardakların dudak payından açığa çıkabilecek kurşun ve kadmiyum için deney metodu)
- DIN 51031 ve DIN 51032
- Gıda maddeleri ve gıda maddeleri ile kullanılan kaplar ve ambalaj malzemeleri için Japonya Gıda Hijyeni Birliği'nin genel düzenlemesi
- A.B.D. Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) ve Kaliforniya Eyaleti Sofra Eşyası Güvenlik Yasası
- A.B.D. Cam ve Seramik Dekoratörleri Cemiyeti (SGCD)'nin dudak payından açığa çıkabilecek kurşun ve kadmiyum için gönüllölük esasına dayalı sınır değeri

Kurşun ve kadmiyum bileşiklerinin kullanımı konusundaki gelişmelerin paralelinde yeni hazırlanan standartlarda; daha sıkı sınır değerler öngörülmüş ve uygulama alanı ile ilgili tanımlar değiştirilmiştir.

1970 ve 1980'li yıllarda yayınlanan standartlarda gıda ile temas eden yüzeyleri sırlanmamış veya dekorlanmamış borosilikat ve soda-kireç-silis camları ile cam seramiklere uygulanmasına gerek yoktur denilmektedir.

1995 yılından sonra revize edilen ve yeni hazırlanan standartlarda ise gıda ile teması söz konusu olabilecek cam kaplardan açığa çıkabilecek kurşun ve kadmiyum miktarının tayini için kullanılan deney metodu tanımlanmaktadır.

Avrupa Topluluğu Konseyi tarafından düzenlenmiş genel bir yönergenin bulunmaması nedeniyle tüm soda-kireç-silis ve borosilikat cam sofraların bu standartlara göre zorunlu olarak test ettirilmesi gerekecektir. Bu zorunluluk, kamu sağlığının korunmasına yönelik tarafsız gereksinimlerin ötesinde kalacak ve ayrıca ürünlerin sertifikalandırılmasına ayrılan harcamanın ve zamanın artmasına neden olacaktır.

Tablo 3'de ve 4'de yukarıda belirtilen standartlarda verilen kurşun ve kadmiyum kabul edilebilirlik sınırları verilmektedir.

Tablo 3: Kurşun ve Kadmiyum Kabul Edilebilirlik Sınırları*

Kabın Tipi	Ölçüm Birimi	TS 4404 ve TS 4422 (1983)		ISO 7086 (1982)		ISO 7086-2 (2000)		ISO 6486-2 (1999)	
		Kurşun Miktarı	Kadmiyum Miktarı	Kurşun Miktarı	Kadmiyum Miktarı	Kurşun Miktarı	Kadmiyum Miktarı	Kurşun Miktarı	Kadmiyum Miktarı
Düz Kap	mg/dm ²	1.7	0.17	1.7	0.17			0.8	0.25
Küçük Çukur Kap	mg/L	(<1,1)5.0	0.50	(<1,1)5.0	0.50	(<600 ml) 1.5	0.5	(<1,1)2.0	0.5
Büyük Çukur Kap	mg/L	(≥1,1)2.5	0.25	(≥1,1)2.5	0.25	(<600 ml) ve < 3l) 0.75	0.25	(≥1,1)1.0	0.25
Saklama Kabı	mg/L					≥3l) 0.5	0.25	≥3l) 0.5	0.25
Fincan	mg/L							0.5	0.25
Pişirme Kabı	mg/L							0.5	0.05

EN 1388-1 (1995), EN 1388-2 (1995) ve ASTM C 927-80 (1996)'de kurşun ve kadmiyum kabul edilebilirlik sınırları verilmemektedir.



Tablo 4: Dış Yüzeyi Dekorlanmış Cam Bardakların Dudak Payından Açığa Çıkabilecek Kurşun ve Kadmiyum İçin Kabul Edilebilirlik Sınırları

DIN 51032

Kurşun mg/dudak payı	Kadmiyum mg/dudak payı
2.0	0.20

A.B.D. Cam ve Seramik Dekoratörleri Cemiyeti (SGCD)

Sofra Eşyası Tipi	Kurşun (ppm)	Kadmiyum (ppm)
Seramik ve Dekore Edilmiş Cam Fincan, Dekore Edilmiş Cam Bardak (20 mm dudak payı)	0.1	0.25

4.1. Cam Sofra Eşyası Ürünlerimizin Uluslararası ve Ulusal Standartlarda Verilen Sınır Değerler Çerçevesinde İnceleme Sonuçları

- Soda-kireç-silis camından üretilen renkli ve renksiz otomatik ve el imalatı cam sofraya eşyaları ve borosilikat ürünlerimiz standartlarda tarif edilen sınır değerlerle uyum içinde bulunmaktadır.
- Dış yüzeyi termoplastik cam emaye baskı boya ile dekore edilmiş ürünlerimizde desenin dudak payı için tarif edilen 20 mm'lik alana uygulanmamasına mutlaka özen gösterilmelidir.

Inorganik ve organik baskı boya konusunda, baskı boyası üreticileri ve cam dekoratörleri tarafından yürütülen çalışmalar yakinen takip edilmelidir.

- Ürünlerimizde özellikle borcam ürünlerimizde aksesuar olarak kullanılan kapak, kulp vb. plastik malzemelerde kurşun ve kadmiyum içermeyen boya kullanılması gerekmektedir.

5. Kaynaklar

1. Dr. E. Guadagnino, R. Dall'Igna, Heavy Metal Ions in Glass and Related Legislation, Glass Techn. Vol.37, No.3, p.76-79, 1996
2. Dr. E. Guadagnino, O. Çorumluoğlu, Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ve Endüktif Olarak Eşleşmiş Plazma - Atomik Emisyon Spektrometresi ile Camda Kurşun ve Kadmiyum Tayini, Glass Technology, 41, No. 4, s. 130-134, Ağustos 2000,
3. E. Guadagnino, P. Sundberg, H.J. Heinrich, Soğur Buhar - Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile Camda Civa Tayini, Glass Technology, 42, No.1, s.24-29, Şubat 2001
4. E. Guadagnino, O. Çorumluoğlu, P.Sundberg, Kolorimetrik Metotla Camda +6 Değerlikli Krom Tayini (Yayınlanacak).

YARDIMCI TESİSLER OTOMASYONU

Ömer Ali Yılmaz - Emin Kızılkaya

Trakya Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. Trakya Fabrikası

Projenin Tanıtımı

Yardımcı tesisler ana üretim birimlerinin sağlıklı çalışması için gereklidir. Yardımcı tesisler ürünlerinin kalitesizliği ana ürüne ve tesise kötü etki yapmaktadır. Yardımcı Tesisler Otomasyonu Projesi ile üniteler teker teker sorgulanıp aksayan yönleri düzeltilip, ürün maliyeti düşürülmekte, ürün kalitesi yükseltilmekte ve otomasyonla minimum personelle çalışır hale getirilmektedir.

Kurulan kontrol sistemi ile tüm birimler PLC'lerle otomatik çalıştırılmakta ve uzaktaki bir kontrol odasından SCADA yardımıyla izlenmekte ve kumanda edilmektedir.

Böylelikle birbirinden çok farklı yerlerde, uzaklıklarda ve farklı özelliklerdeki bu tesislerin personel tarafından kolayca izlenmesi, problemlerin hemen farkedilip bertaraf edilmesi sağlanmaktadır.

Bu proje tamamen fabrikamız personeli tarafından gerçekleştirilmiştir. Projelendirme, mekanik tadilatlar, PLC ve SCADA programlamaları ile pano imalatları ve devamında montaj, devreye alma işlemlerini fabrika personelimiz gerçekleştirmektedir.

Böylelikle uzmanlaşma sağlanmış olup tesislerimizin işletmeciliği ve bakımında önemli mesafe alınmıştır. Özellikle bakım personelinin çalışma verimliliği artırılarak yapılan bu işlere ilaveten personelin motivasyonu yükseltilmiştir.

Yardımcı Tesislerin Tanıtımı

- DOĞALGAZ** : 10.000 Nm³/h doğalgazı ölçer, basıncı düşürür ve ünitelere yollar.
- HİDROJEN** : 160-180 Nm³/h hidrojeni doğalgazdan üretir, stoklar ve banyolara gönderir.
- AZOT VE ENSTRUMAN HAVASI** : Kompresörler vasıtası ile sıkıştırdığı havadan 2800-2900 Nm³/h azot üreterek banyolara gönderir.Ürettiği basınçlı hava içindeki nemi alarak min.-24 °C dew - point'te enstruman havasını fabrikaya dağıtır.(2000-2500 Nm³/h)
- TEKNOLOJİK SU** : Fırınlarn, banyoların ve yardımcı tesislerin ihtiyacı olan soğutma suyunu toplam 2700 m³/h kapasiteli pompalarla sirküle ettirir. Dönen suyu kulelerde soğutarak şartlandırır.
- DİZELLER SU** : Acil elektrik beslemesi için dört adet dizel jeneratör seti bulunmaktadır. Derin kuyulardan alınan su , sarnıçlarda depolanarak servis suyu olarak fabrikaya verilir. Elde edilen sudan içme suyu üretilerek görev evleri dahil olmak üzere tüm sistemin ihtiyacı olan içme suyu sağlanır.
- KAZAN** : Görev evleri dahil olmak üzere fabrikanın mamul ambarı ve ofisleri üç kazandan elde edilen buhar ile ısıtılır. Aynı zamanda proses buharı olarakta kullanılır.
- ARITMA SİSTEMLERİ** : İki adet biyolojik arıtma ünitesi vardır.
- FUEL-OIL SİSTEMİ** : Alternatif yakıt olarak fuel-oil beslenmesi ve depolanması sistemi vardır.
- GÖREV EVLERİ** : İçme suyu, sıcak su temini, ısıtılması ,yüzme havuzu işletilmesi.

Projenin Amaçları

- Tesislerde üretilen ürün kalitesinin yükseltilmesi
- Elektrik, su, doğalgaz, buhar tasarrufunun sağlanması
- Eleman tasarrufu sağlanması
- Tesislerdeki duruş sayısının azaltılması
- Uzak noktadaki tesislerin durumundan anında haberdar olma
- Emniyetin artırılması

Projenin İşleyişi

Yardımcı Tesisler Otomasyonunda Genelde 4 Konunun Çözülmesi Gerekmemektedir.

1- Devreye Alma

- Tam Otomatik
- Adım adım

2- İşletme

- Kontrol Çevrimleri
- Alarmlar
- Trendler
- Ölçümler

3- Durdurma

- Acil
- Normal

4- Raporlama

- Vardiya raporu
- Aylık rapor

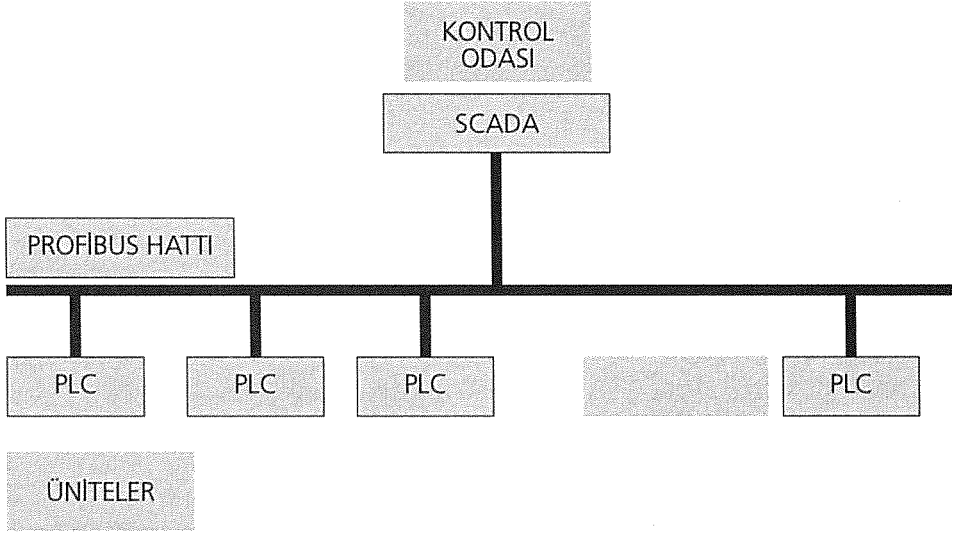
Adımlar

- Tesisi işletenler tanımlamaları yaparlar
- Tesisin otomatik çalışmasına yönelik alt yapı eksiklikleri giderilir
- Elektrik Projesi çizimleri yapılır
- Pano imalatı yapılır
- PLC programı yazılır
- SCADA programı yazılır
- Montaj ve devreye alma

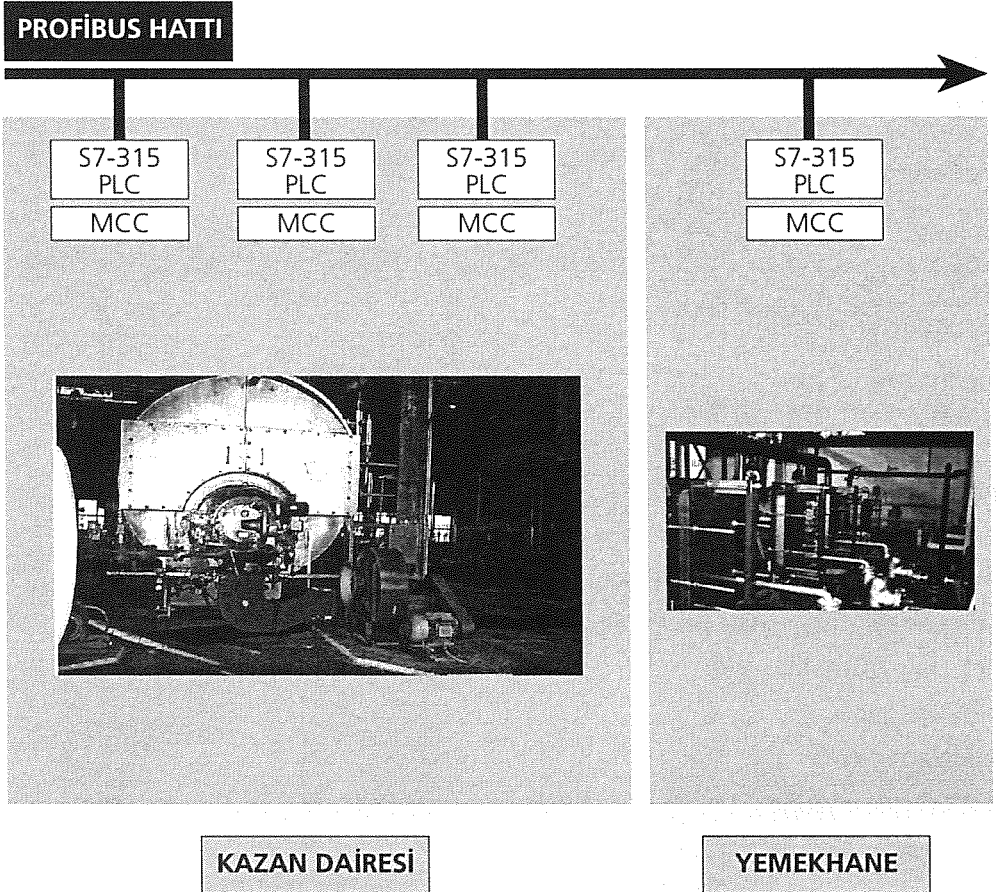


ŞİŞECAM

Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması



Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması

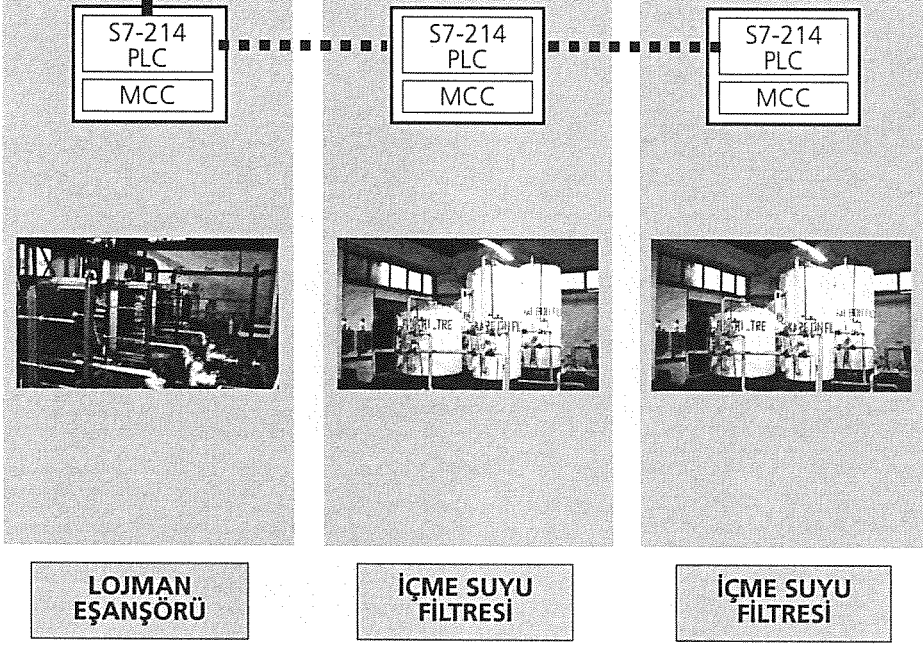




ŞİŞECAM

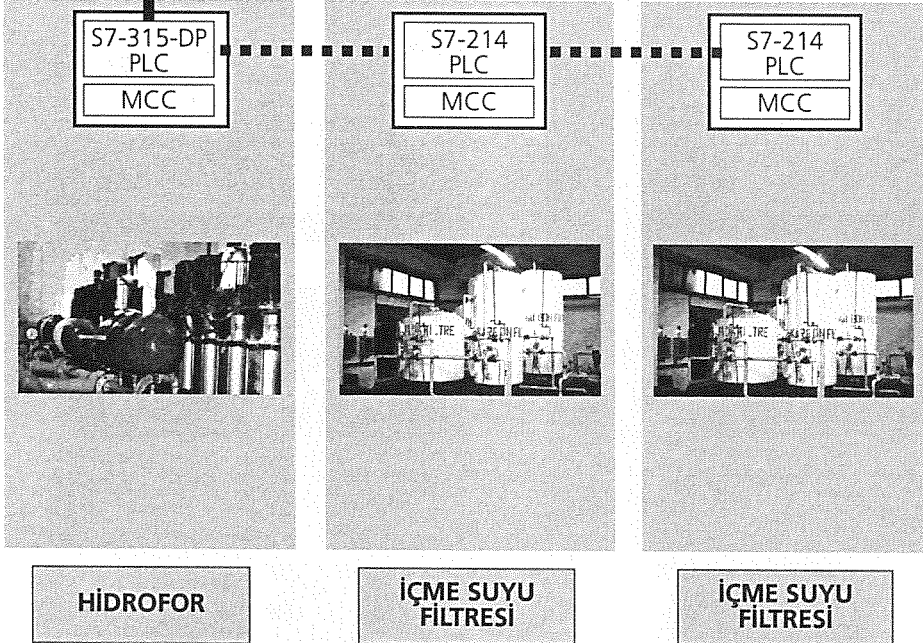
Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması

PROFİBUS HATTI



Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması

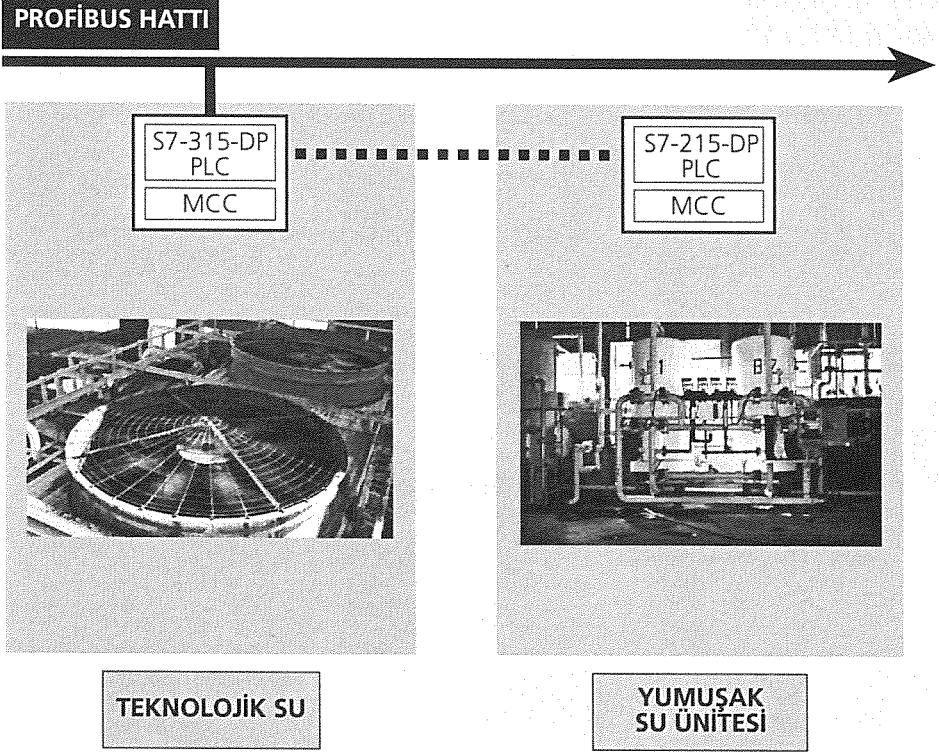
PROFİBUS HATTI



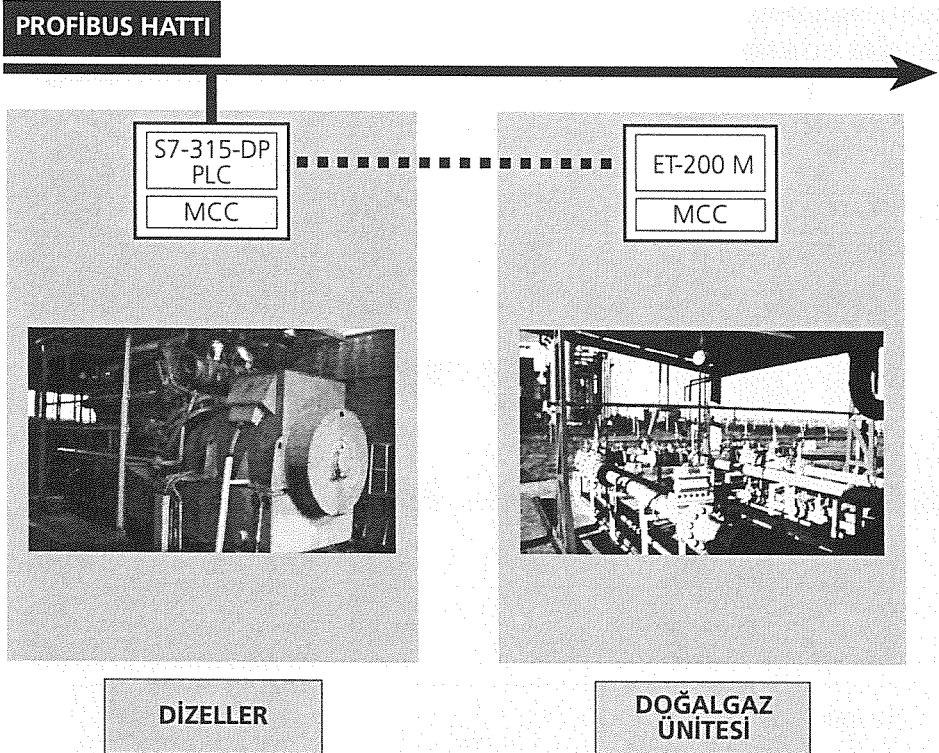


ŞİŞECAM

Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması

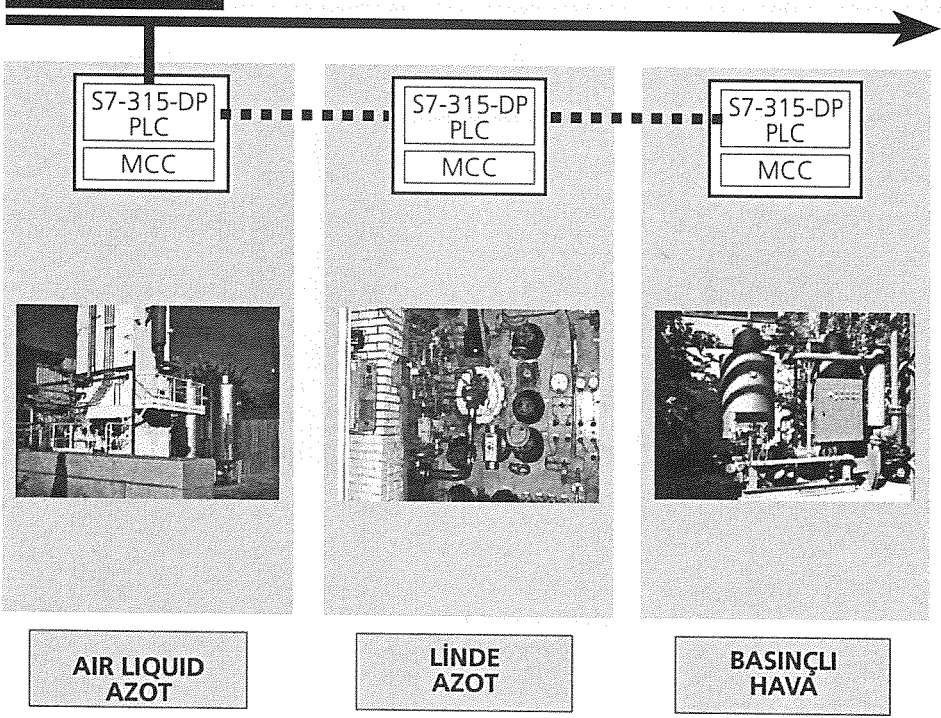


Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensiş Şeması



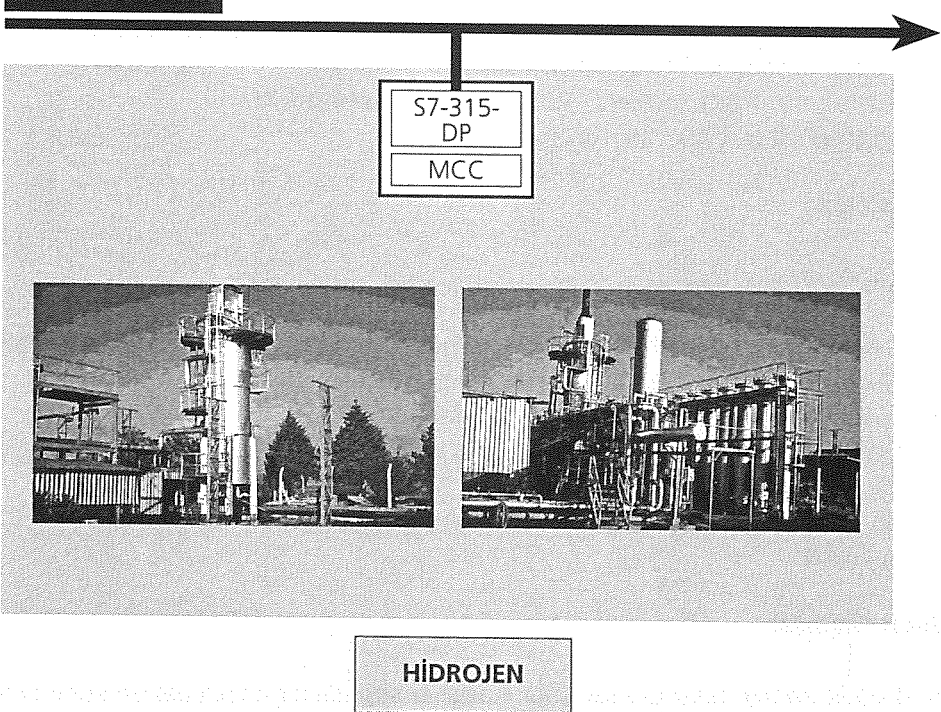
Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensip Şeması

PROFİBUS HATTI



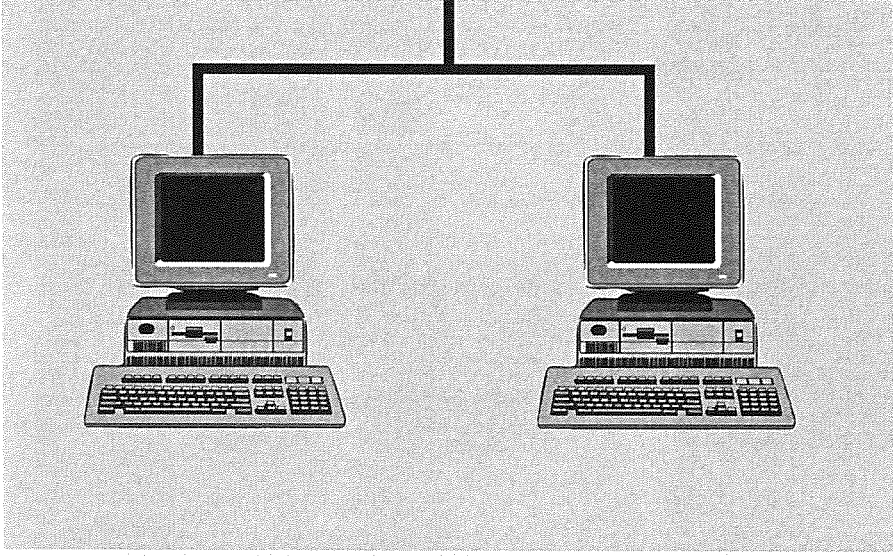
Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensip Şeması

PROFİBUS HATTI



Yardımcı Tesisler Otomasyonu Prensi Şeması

PROFIBUS HATTI



KONTROL ODASI

Teknik Bilgiler

- PLC olarak ünitelerde Siemens S7-315 DP , S7-215 DP , S7-214 kullanılmıştır.
- SCADA olarak Siemens WinCC 5.02 kullanılmıştır.
- Haberleşme protokolü olarak Profibus standart kullanılmış 187.5 kB/s da haberleşmektedirler.
- Elektrik projeleri çiziminde EPLAN kullanılmıştır.
- Panolarda Telemekani kontaktörler , Phoenix röleler kullanılmıştır.
- Aç kapa vanalarında kelebek vana kullanılmıştır.

Kazan Dairesi

Yapılan İşler

- Eski manuel kumandalı olan elektrik panoları yeniden yapılarak PLC kontrollü hale getirildi.
- Uzaktan kontrol edilebilmesi için SCADA sistemine bağlandı.
- Kazanların üzerindeki emniyet cihazları değiştirildi.
- PLC'nin proses bilgilerini algılayabilmesi için kazanların üzerine çeşitli cihazlar yerleştirildi.
- Degazör tank sayısı ikiden bire düşürüldü.
- Degazör ve kondens tankı pompaları birbirleri ile yedekli çalışabilir hale getirildi.
- Kaçaklar giderildi.

Elde Edilen Faydalar

- Toplam 4 kişilik eleman tasarrufu sağlandı. Kazanlar başında bir kişinin beklemesine gerek kal-

- madan çalışır hale getirildi.
- Kazanların daha emniyetli çalışır hale gelmesi sağlandı.
- Degazör tank sayısı ikiden bire düşürülerek gereksiz ısı kayıpları önlendi.
- Degazör suyu sıcaklığı 100°C' de sabit tutularak kazanların daha efektif çalışması sağlandı. Dolayısıyla ısıtma sistemindeki kaçaklar giderildi.
- Kazanlar 8 bar yerine 6 barda çalıştırıldı. Böylece Cam İş Elektrik Santralinin atmosfere buhar atması engellendi.

Sonuç

- Üç kazan yerine iki kazan ile çalışılır hale gelmiştir.
 - Buhar üretmek ve satın almak için aşağıdaki yılların ilk 9 aylarında toplam ödenen para
 - 1999 yılının ilk 9 ayında 840926 \$
 - 2000 yılının ilk 9 ayında 709288 \$
 - 2001 yılının ilk 9 ayında 657374 \$
 - Kazan dairesinde tüketilen elektrik için aşağıdaki yılların ilk 9 aylarında toplam ödenen para ;
 - 1999 yılının ilk 9 ayında 7246 \$
 - 2000 yılının ilk 9 ayında 6039 \$
 - 2001 yılının ilk 9 ayında 3736 \$
- (Hesaplamalarda muhasebe verileri kullanılmıştır.)

Lojman Eşanjör Dairesi

Yapılan İşler

- Burada bulunan motorlar için bir MCC panosu, otomatik kontrol için bir PLC panosu yapıldı.
- Uzaktan kontrol edilebilmesi için SCADA sistemine bağlandı
- PLC'nin proses bilgilerini algılayabilmesi için basınç ve sıcaklık transmitterleri yerleştirildi.
- İçme suyu filitreleri otomatik hale getirildi.
- Kondens tankı revize edildi.
- Kalorifer ve sıcak su da daha verimli olan plakalı eşanjörlere geçildi.

Elde Edilen Faydalar

- Lojmanlarda otomasyon sonrasında hava sıcaklığına göre ayar yapılarak daha konforlu ısınma sağlandı.
- Verimli eşanjörler kullanılmasından dolayı gereksiz ısı kayıpları önlendiği için buhar tasarrufu oldu.
- Lojmanlardaki sıcak su sıcaklığı 65°C'den, 55°C'ye düşürülerek 10 ton/gün buhar tasarrufu sağlandı.
- İçme suyu filitreleri işletmesi insansız yapılabilir hale geldi.
- Daha güvenli çalışması sağlandı.
- Önceden 3 vardiya işçi çalışırken şimdi sadece gündüz vardiyası için bir işçi çalışmaktadır. 3 işçi tasarrufu sağlandı.

Yemekhane Ejanjör Dairesi

Yapılan İşler

- Bu bölgedeki otomatik vanaları , motorları kontrol edebilmek için PLC panosu yapıldı
- Uzaktan kontrol edilebilmesi için SCADA sistemine bağlandı
- Verimli plakalı eşanjöre geçildi

Elde Edilen Faydalar

- Uzaktan kontrol edilebilir hale geldi.
- Kalorifer sıcaklığı dış ortam sıcaklığına bağlı çalışabilir hale geldi. Bürolarda konfor artırıldı.
- Isı kayıpları önlediği için buhar tassarrufu sağlandı. Bu kış döneminde getirisi görülecektir.
- Daha güvenli çalışması sağlandı.

Hidrafor Dairesi

Yapılan İşler

- Burada bulunan motorlar için bir MCC panosu, otomatik kontrol için bir PLC panosu yapıldı.
- Uzaktan kontrol edilebilmesi için SCADA sistemine bağlandı
- Dört adet kuyunun elektrik panoları yapılarak otomasyona hazır hale getirildi
- Kuyular ile hidrofor dairesi arasında radyo frekansı ile haberleşme sağlandı
- Fabrika içme suyu filitresi otomatik çalışır hale getirildi.

Elde Edilen Faydalar

- Kuyular havuz seviyesine göre çalışır hale getirildi.
- Havuz seviyesi otomatik olduğundan insan kontrolü olmadan çalışır hale geldi. Kuyuların gereksiz çalışması önlenerek enerji tasarrufu sağlandı.
- İşçilik tasarrufu sağlandı.
- Daha güvenli çalışması sağlandı.
- Hidrofor dairesinde tüketilen elektrik için aşağıdaki yılların ilk 9 aylarında toplam ödenen para :

1999 yılının ilk 9 ayında 47017 \$

2000 yılının ilk 9 ayında 45907 \$

2001 yılının ilk 9 ayında 40175 \$

(Hesaplamlarda muhasebe verileri kullanılmıştır)

Teknolojik Su

Yapılan İşler

- Burada bulunan motorlar için bir MCC panosu, otomatik kontrol için bir PLC panosu yapıldı.
- Uzaktan kontrol edilebilmesi için SCADA sistemine bağlandı.
- Tüm motorlar ve pompalar, scadadan izlenebilmesi için panolarında değişiklik yapıldı.
- Sahadaki bilgileri alabilmek için sensörler yerleştirildi.
- Teknolojik su havuzları birbirine bağlandı.
- Su pompaları enerji tasarrufu için mekanik salmastralı hale çevrildi.

Elde Edilen Faydalar

- Tüm prosesten anında haberdar olup daha güvenli çalışması sağlandı.
- Tüm bilgiler anında görüldüğü için prosese uygun daha iyi yorumlar ve ilişkilendirmeler sağlandı.
- Yangın havuz seviyesinin anında izlenmesi sayesinde operatör için zaman tasarrufu sağlandı.
- Daha kaliteli su elde edilerek müşteri memnuniyeti sağlandı.

Sonuç

- Teknolojik Su'da ilk 9 ayda tüketilen elektrik için ödenen toplam para
1999 yılının ilk 9 ayında 266211 \$
2000 yılının ilk 9 ayında 263231 \$
2001 yılının ilk 9 ayında 258576 \$
Tasarruf sonuçları 2002 ve 2003 de belirginleşecektir.
- Fırınlarda kullanılan soğutucuların ömürleri uzadı.
Örnek : Perde soğutucusu iki yıldan fazla dayanmaktadır

(Hesaplamalarda muhasebe verileri kullanılmıştır)

Soğuk Su

Yapılan İşler

- PLC ye bilgi alınabilecek şekilde MCC panosu yapıldı.
- Soğutucu grupların çalışma mantığı değiştirilerek birbirlerini yedeklemeleri sağlanmıştır.

Elde Edilen Faydalar

- Sahanın SCADA üzerinden izlenebilmesi sağlandı

Dizellerin İzlenmesi

Yapılan İşler

- PLC panosu yapılarak izlenmek istenen noktalara bağlandı

Elde Edilen Faydalar

- Sahanın SCADA üzerinden izlenebilmesi sağlandı
- Şebeke kesilmelerinde yardımcı tesisler kontrol odasındaki operatörün haberleşme ihtiyacı ortadan kaldırıldı

Doğalgaz Ana İstasyonunun İzlenmesi

Yapılan İşler

- PLC panosu yapılarak izlenmek istenen noktalara bağlandı

Elde Edilen Faydalar

- Doğal gaz basıncı, sıcaklığı ve diğer bilgiler online olarak izlendiğinden anında haberdar olma sağlandı

Enstruman Hava Kurutucusu

Yapılan İşler

- PLC panosu yapılarak otomasyonu gerçekleştirildi

Elde Edilen Faydalar

- Farklı basınçlarda enstruman havası üretme şansı yaratıldı
- Piroolitik kaplama projesi için ekstra kompresör ve kurutucu yatırımı ihtiyacı ortadan kaldırıldı

Azot Otomasyonu

Yapılacak İşler

- Linde, Air liquid ve kompresörler için ayrı ayrı PLC panosu yapılacak
- Kontrol odasından SCADA yardımı ile kontrol edilebilir ve izlenebilir hale gelecek

Elde Edilecek Faydalar

- Vardiyada 1 eleman tasarrufu olacak (toplamda 4 adam)
- Sistem daha emniyetli hale gelecek, acil durumlarda emniyetli duruş yapabilecek prosese hızlı müdahale etme şansı olacak
- Devreye almalarda operatör hatası engellenecek

Hidrojen Otomasyonu

Yapılacak İşler

- Kontrol odasından SCADA yardımı ile kontrol edilebilir ve izlenebilir hale gelecek
- Alt yapı otomasyona uygun hale getirilecek

Elde Edilecek Faydalar

- Vardiyada 1 eleman tasarruf olacak. Toplamda 4 adam tasarruf olacak
- Sistem daha emniyetli hale gelecek, acil durumlarda emniyetli duruş yapabilecek
- Prosese hızlı müdahale etme şansı olacak
- Devreye almalarda operatör hatası engellenecek

Sonuç

Yardımcı Tesisler Otomasyon Projesi ile,
Üretim birimleri sorgulanmış, derinlemesine incelenmiş ve modernize edilmiştir



ŞİŞECAM

Yardımcı tesislerde işletmelerde üretkenlik arttırılırken, elektrik ölçü kontrol servisinde de bakım elemanlarının bu projede çalışması sağlanarak hem maddi kazanç, hem de bilgi birikimi sağlanmıştır.

Standartlaştırmaya dikkat edildiğinden, modüler yapı ve sonucunda; eğitim, yedek parça konularında avantajlı bir durum elde edilmiştir.

Genelde arıza sayıları büyük oranda düştüğünden ve sistem kendi imalatımız olduğundan arıza-bakım personel sayısı ve maliyeti açısından avantajlı durum elde edilmiştir

Teşekkür

Emeği geçen yönetici ve işçi arkadaşların tamamına teşekkür ederiz.

CAM AMBALAJ ÜRÜNLERİNDE KOROZYON

Akif Özcan

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

Adnan Sarı

Anadolu Cam Sanayii A.Ş., Mersin Fabrikası

İlke Tuzcu

Cam Ambalaj ve Metal Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

Özet

Çeşitli cam ürünlerin yüzeyleri, benzer çevresel koşullarda bile farklı etkileşime uğrayabilirler. Aynı iklim bölgesinde stoklanmış düz cam veya cam ambalaj mamul yüzeyleri atmosferden farklı etkilenirken, değişik çevresel ortamlardaki yüzeyler, örneğin, bulaşık makinesindeki cam kaplar, müze-deki veya deniz altındaki tarihi camlar veya banyodaki aynalar farklı şekillerde dönüşüme uğrarlar.

Şüphesiz cam kompozisyonu önemli bir parametre olmakla beraber, salt mamul şekli ve formunun, ambalaj tekniğinin ya da prosten kaynaklanan farklı yüzey özelliklerinin de korozyon gelişiminde ciddi etkileri vardır. Bu anlamda, cam ambalaj ürünlerinde korozyon söz konusu olduğunda, kompozisyonlarından bağımsız olarak, korozyon koşullarını bu ürün gurubunun kendi özelinde değerlendirmek gereklidir.

Kapsamlı bir proje programı çerçevesinde, cam ambalaj ürünlerin korozyondan etkilenmelerini geciktirecek alternatif çözümler üretmek amacıyla yürütülen çalışmalarda elde edilen sonuçların paylaşılacağı bu bildiri de, atmosferik olaylara ve cam yüzeyi üzerindeki etkilerine de ayrıntılı bir şekilde yer verilecektir.

Giriş

1998 yılında Rusya'da ortaya çıkan ekonomik krizle başlayan ve takip eden dönemlerde, özellikle turizm sektöründeki durgunlukla azalan talep ve sipariş iptalleri ile ambarlarda stoklanan mamul sayısında ciddi bir artış meydana gelmiş ve stoktaki mamul sayısı 130.000 tonlara dayanmıştır. Mevcut ambarların yetersiz kalması sebebiyle Mersin'in değişik bölgelerinde bulunan çeşitli amaçlarla yapılmış depolar kiralanmıştır. Kira bedellerinin yüksek olması nedeniyle bu depolara azami ölçülerde paletler yerleştirilmiştir.

Temmuz 1999 yılında turizm sezonunun başlamasıyla, özellikle dış depolardan sevk edilen ürünlerden çeşitli şikayetler gelmeye başlamıştır. Yırtık, tozlu şrink; küflü, kararmış palet; kirli, buğulu şişe; dolumda köpürme, sonrasında kabarcıklanma; tat bozulması gibi muhtelif şikayetlere yağ firmalarından gelen sabunlaşma problemleri eklenmiştir.

Konu ile ilgili olarak yürütülen ön incelemelerde, yukarıda bahsedilen şikayetlerin korozyondan kaynaklandığı belirlenmiş ve bir teknik rapor hazırlanmıştır (Şubat 2000, Teknik Rapor No: 571). Bu gelişmeler üzerine Cam Ambalaj ve Metal Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığının sponsorluğunda bir proje çalışması yürütülmüştür. Mart 2000'de başlatılan projede: Akif Özcan, Şükran Demirli (ADHM), Adnan Sarı, Fazıl Doygun, Şule Kurtuluş (AF), İlke Tuzcu (AP-IGM) ve Melek Orhon (ARM) aktif olarak görev almışlardır. Projenin sponsorluğunu Mustafa Akay yürütmüştür. Ay-

rica, konusunda uzmanlaşmış olan kişilerin görüş ve önerilerine yer verilmiştir. Bu anlamda projeye destek sağlayan uzmanlar: Serdar Erkan, Selahattin Akşanlı, Yaşar Sefer, Cuma Gök, Muhammet Akçiri, Ömer Akça (AF), Orhan Çorumluoğlu, Bülent Arman, Ayşe Akşit, M. Ali Demirkaya (ADHM), Reha Akçakaya (ATGMY-IGM)'dir.

Sponsorluğunu üstlenen Cam Ambalaj ve Metal Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı projenin amacını; cam ambalaj ürünlerin stokta korozyondan etkilenmelerini geciktirecek veya önleyecek alternatif çözümleri araştırmak ve maliyeti tespit edilmiş uygulanabilir çözümler üretmek olarak belirlemiştir.

Geniş katılımlı olarak başlatılan toplantılarda, tüm katılımcıların görüşleri alınmış ve önerileri kayda geçilmiştir. Yapılan tüm öneriler ve ilginç fikirler, saha çalışmasında aktif görev alan kişilerin gözlemleri ve değerlendirmeleri de dikkate alınarak belirli bir sistematığe göre planlanmış ve uygulanabilir yöntem, deney ve istatistiksel çalışmalar şeklinde sürdürülmüştür. Bu çalışmalar esnasında binlerce mamul üzerinde istatistiksel çalışmalar, yüzlerce mamulde denemeler, testler ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Yaklaşık 1.5 yıl sürdürülen bu çalışmalarda, oldukça önemli mesafeler kat edilmiştir.

Bu çalışmalardan elde edilen deneyim ve bilgilerin ışığında, şu iki noktanın altı çizilmelidir.

- Korozyon söz konusu olduğunda, her ürün grubu için ayrı değerlendirmeler yapılmalıdır. Üretim proseslerinin gereği olarak, her ürün yüzeyi farklı özellikte olduğu gibi, şekli, ambalaj tipi, taşıma ve stoklama koşulları da değişiktir. Yüzey işlemleri ve etkileştikleri çevresel ortamlar da aynı değildir.
- Bazı koşullarda, ortamdaki nem cama düşmandır. Düşmanın ne zaman, nasıl ve nereye mevzilendiği iyi bilinmelidir. Dolayısı ile atmosferik ve çevresel olaylar iyi kavranmalıdır.

Yürütülen çalışmalar, aşağıdaki konu başlıkları altında sunulacaktır:

1. Durum Tespiti

- 1.a. Ürün ve müşteri beklentileri
- 1.b. Ambar koşulları
- 1.c. Meteorolojik veriler
- 1.d. İstatistiksel veri toplama
- 1.e. Mevcut cam kompozisyonu

2. Şişede Korozyon

- 2.a. Korozyon mekanizması
- 2.b. Kompozisyonun etkisi
- 2.c. Şekillendirmenin önemi
- 2.d. Tavlamanın rolü
- 2.e. Çevresel faktörler
- 2.f. Korozyon test çalışmaları

3. Deneme Çalışmaları

4. Sonuç ve Öneriler

1. Durum Tespiti

1.a. Ürün ve Müşteri Beklentileri

Şişe iç yüzeylerinde gelişen korozyon nedeniyle müşterilerden gelen şikayetlerin başlıcaları şunlardır:

1. Mat ve buğulu görüntü
2. Eksik dolum (dolum esnasında meydana gelen köpürme nedeniyle tam dolum gerçekleşemez)
3. Kabarcıklanma (yüzeyde korozyon sonucu oluşan iri kalsiyum karbonat kristalleri, asitli meşrubatlar doldurulduğunda, içerdeki pozitif basınç nedeniyle yavaş çözünmeye uğrar ve açığa çıkan gazlar şişe - sıvı ara yüzeyinde habbe şeklinde uzun süre kalabilir).
4. Tat bozulması
5. Sabunlaşma (şişeye doldurulan sıvı yağların içindeki yağ asitleri, korozyon ürünü alkali bileşikleri ile reaksiyona girerek esterleşirler. Bazı müşteri grupları sıvı yağlar için sabun testi isteyebilmektedir).

Bu güne kadar tespit edilen problem ve şikayetlerden hareketle aşağıdaki özet tablo hazırlanmıştır (Tablo. 1).

Tablo.1: Çeşitli ürün gruplarına göre müşteri yıkama koşulları, yaşanan problemler ve beklentiler.

ÜRÜN ÇEŞİTİ	YIKAMA	PROBLEM	MÜŞTERİ BEKLENTİSİ
Meşrubat	rinser/yıkama mk.	kabarcık/MB* testi	korozyonsuz şişe
Tekel	rinser/yıkama mk.	buğu	korozyonsuz şişe
Şarap	rinser/yıkama mk.	buğu	yıkamadan kullanmak
Bira	rinser/yıkama mk.	şikayet yok	-
Sirke	rinser	-	-
Yağ	yıkama yok	buğu/sabun testi	korozyonsuz şişe
Kavanoz	rinser	kirlenme/toz/bakteri	temiz kavanoz
Ecza (Tıp 3)	yıkama yok (penisilin hariç)	kirlenme/yüzey kalitesi/kazıntı	kaliteli yüzey (temiz, hatasız)
Su	yıkama var	buğu	müşteride açıkta stoklanıyor

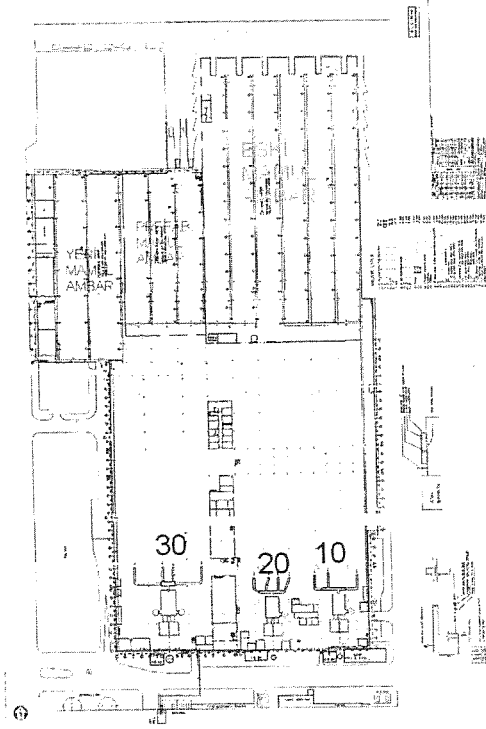
1.b. Ambar Koşulları

Mevcut ambarın ve kiralanan depoların sayısını, boyutlarını (alanlarını), kapı ve pencere pozisyonlarını, havalandırma ve zemin özelliklerini, yapı elemanları ve izolasyon durumlarını tespit etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır.

AF Ambarı:

Anadolu Cam Sanayii A.Ş., Mersin Fabrikası'nın (AF), işletmeyle güneyden irtibatlı 20.000 m²'lik, 19.400 palet (14.500 ton) kapasiteli kapalı bir ambarı vardır. Yapılan gözlemlerde güneyden işletmeyle bağlantılı ve açık kapılar olduğundan gerek havalandırma şartları, gerekse sıcaklık salınımları açısından iyi durumdadır. Fakat orta bölgelerde ve batı koridoru boyunca, yapılan sık istifler nedeniyle yeterli havalandırma olmayıp sıcaklık oynamaları da artmaktadır. Kuzey kısımda

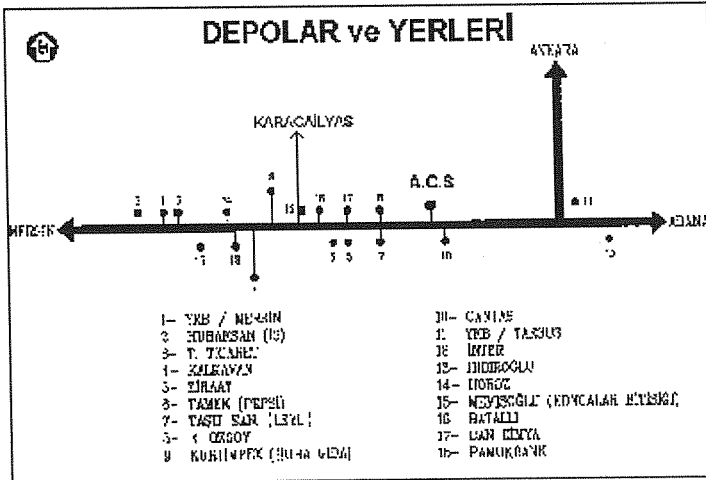
yükleme rampası ve diğer kapılar nedeniyle havalandırma iyi, ancak sıcaklık salınımları en üst düzeydedir (Şekil 1).



Şekil 1: AF Mamul Ambar yerleşim durumu (10, 20 ve 30 no'lu fırınlar güneydedir).

Kiralık Depolar:

Haziran 2000'de AF ambar kapasitesi yetmediği için kiralanan 18 ayrı antrepodaki 70 adet depo'nun toplam 56.000 m²'lik bir alana sahip olduğu ve azami ölçülerde yer tasarrufuna gitmek için tüm paletlerin hava almayacak biçimde istiflendiği gözlenmiştir (yerleşim durumları Şekil 2'de gösterilmiştir).



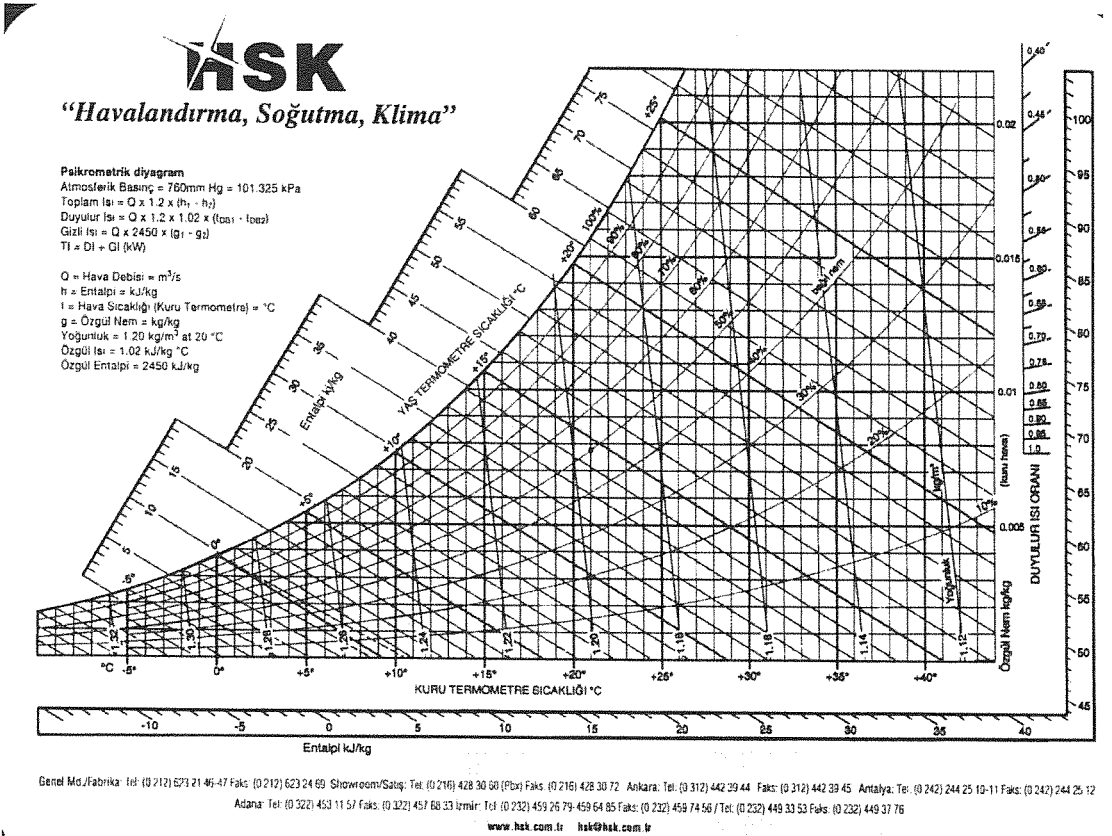
Şekil 2: Kiralanan depoların bulunduğu yerler.

Muhtelif yapı elemanları kullanılmış olan bu ambarların ortak özellikleri şöyledir.

- Ambarlar N-S veya E-W yönünde (otoyola dik veya paralel) yerleştirilmişlerdir.
- İkışer ana giriş kapısı depoların kısa kenarlarındadır.
- Havalandırma ve pencere donanımları muhtelifdir (belirli bir standart yoktur).
- İzolasyon yoktur.
- Isıtma yoktur.
- Zeminlerinin rutubete karşı ne ölçüde izole edildiği belirsizdir. Yerleşim bölgelerinde deniz seviyesine göre ciddi bir kod farkı olmayıp, bahar ve kış aylarında bol yağış aldığından yer altı su seviyesi çok yüksektir ve depo dış duvarlarında yosunlaşmalara sık rastlanmaktadır.

1.c. Meteorolojik Veriler

Cam yüzeyinde korozyon gelişebilmesi için su yoğuşması gerekir. Dolayısı ile şişe iç cidarlarına suyun hangi koşullarda yoğuşacağı, problemin çözümü için son derece önemlidir. Örneğin, %70 bağıl nem (RH) içeren ve 30°C olan bir havanın sıcaklığı ani olarak yaklaşık 6°C düşürüldüğünde havadaki bağıl nem %100 RH sınırına (çiylenme noktasına) gelir ve yüzeyde yoğuşma başlar (Şekil 3).



Şekil 3: Psikrometrik diyagram

Stokta bekleyen düz cam istifi ile paletteki şişenin yüzeyi rutubetten farklı şekilde etkilenebilir. O yüzden paletteki şişe yüzeyi söz konusu olduğunda, şişe yüzeyi ile hava sıcaklığı arasındaki fark yoğunlaşmada en önemli faktördür. Tüm çevresel şartlar ve iklim koşulları buna göre düşünülmelidir. Depoda sıcaklık farklılıkları ne kadar küçük olursa, risk o ölçüde azalmış olur. Bu yüzden yalıtım/ısıtma önemlidir. Diğer bir konu ise depo ortamına girmesi muhtemel su kaynaklarıdır. Eğer dış ortamdaki havanın rutubetine ilave olarak depo içine başka kaynaklardan su girerse, kısa sürede bu rutubet uzaklaştırılmadığı takdirde risk daha da artar. Yapılan gözlemlerden hareketle bir depoya aşağıda önem sırasına göre sıralanan kaynaklardan rutubet girebilir. Bunlar:

- o Yoğuşma nedeniyle zeminde su birikmesi,
- o Yaş ağaçtan yapılmış veya ıslanmış palet tahtası,
- o İyi izole edilmemiş zeminden yer altı su seviyesinin yükselmesi nedeniyle rutubet girmesi,
- o Isı izolasyonu yapılmamış çatıdan yoğuşma nedeniyle su damlaması,
- o Çatıdan veya kapılardan yağmur/sel sularının girmesi,
- o Soğuk sezonlarda denizden esen nemli rüzgarların soğuk palet yüzeylerine rutubeti bırakması'dır.

Yukarıda sıralanan ilave rutubet depo içinde kısmi olarak nemin artmasına ve difüzyon yoluyla tüm şişelerin içine girmesine yol açacaktır. Ağız dar şişelerde sık aralıklarla giren bu ilave rutubetin çıkması o kadar kolay olamayacaktır. Zira şişe omuz bölgelerinde soğuk yüzeyle temasında tekrar yoğuşarak içeride bir nevi hapsolacaktır. Aşağıda yoğuşma koşulları göz önüne alınarak Mersin Meteorolojik verileri değişik bir açıdan yorumlanmış ve riskli aylar belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2: Yoğuşma Açısından Riskli Aylar.

AYLAR	GÜN SAYISI $\Delta T > 9^{\circ}$	GÜN SAYISI $\Delta T > 8^{\circ}$	GÜN SAYISI $\Delta T > 6^{\circ}$	YILLIK ORTALAMA % RH	Aylık Ortalama (07/14 arası) Δ % RH	KIRAĞILI GÜN SAYISI	YAĞIŞ (mm)	Aylık (07/14 arası) $\Delta T > C^{\circ}$
OCAK	3	7	23	70	18	3,2	119,6	6,6
ŞUBAT	10	15	27	71	16	2,1	90,5	6,9
MART	4	14	24	70	12	0,6	57,8	6,6
NİSAN	4	6	21	72	6		37,1	4,9
MAYIS	4	7	11	72	3		21,5	3,5
HAZİRAN			3	73	2		9,4	2,6
TEMMUZ		1	3	74	5		6,9	2,9
AĞUSTOS			7	72	4		4,5	4,1
EYLÜL		3	15	67	4		8,9	6,3
EKİM	7	14	27	66	10		40,6	8,3
KASIM	3	10	19	67	17	0,2	77,6	8,2
ARALIK	4	11	19	69	18	1,6	121,8	7,1

- RİSKLİ AYLAR
- AZ RİSKLİ AYLAR
- EMNİYETLİ AYLAR



ŞİŞECAM

1998 yılı için Meteoroloji Müdürlüğünden alınan saat bazındaki sıcaklık verilerinden bir gün içinde sıcaklık değişiminin sırasıyla 8, 9 ve 10°C'den fazla olduğu gün sayıları her ay için tespit edilmiş ve Tablo 2'de ilk üç sütunda belirtilmiştir. Son 50 yıllık meteoroloji aylık ortalama kayıtlarından elde edilen ve her ay için saat 07 ve 14'deki bağıl nem* farkı (ΔRH) ortalama değerleri beşinci sütunda yer almıştır. Bu değerlerin son elli yılın aylık ortalamaları olduğu düşünüldüğünde günlük bazda bu ortalamalardan hayli fazla sapmalar olması da doğaldır. Sadece aylık ortalama değerlere bile bakıldığında Ekim-Kasım-Aralık-Ocak-Şubat-Mart aylarının yoğunlaşma açısından en riskli dönemler olduğu, Nisan ve Mayıs aylarının "az riskli" gruba girdiği, diğer ayların daha emniyetli dönemler olduğu anlaşılacaktır. Tablo 2'nin diğer sütunlarına ve Tablo 3'te yer alan meteorolojik veri tablosuna bakıldığında, riskli aylarda en fazla yağış, çiylenme, kırağı ve sis olduğu da görülecektir.

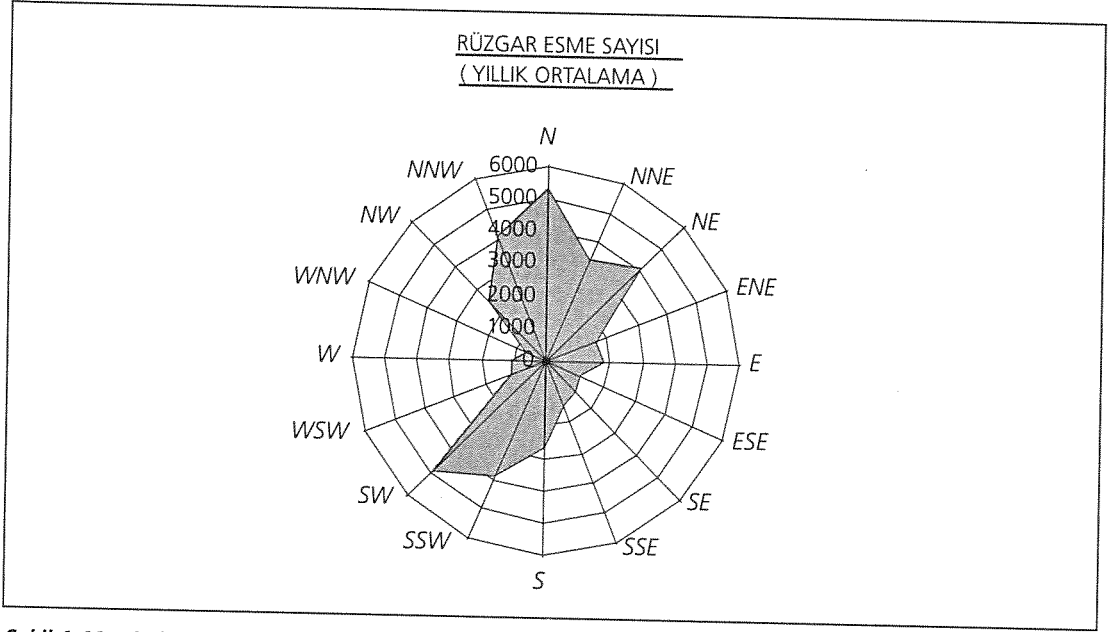
Burada söz konusu edilen üretim esnasındaki hava koşulları değildir. Zira ileride değinilecek olan deneysel çalışmalar, üretim esnasında ilk giren havanın korozyonun şiddetinde az etkili olduğunu ortaya koymuştur. Laboratuvar test çalışmalarında da bu durumu teyit eden sonuçlar alınmıştır. Korozyonun şiddetinin artmasında tayin edici birinci derecede önemli faktör şişe içinde yoğunlaşmaya sebep olan koşullardır.

Depo içine ilave rutubet girmesine neden olabilecek sonuncu faktör, nemli rüzgarların mevsimsel dağılımları ve hızları olabilir. Bu konuda da bir çalışma yapılmış ve meteorolojik verilerden hazırlanan gül diyagramları Şekil 4 ve 5'te gösterilmiştir.

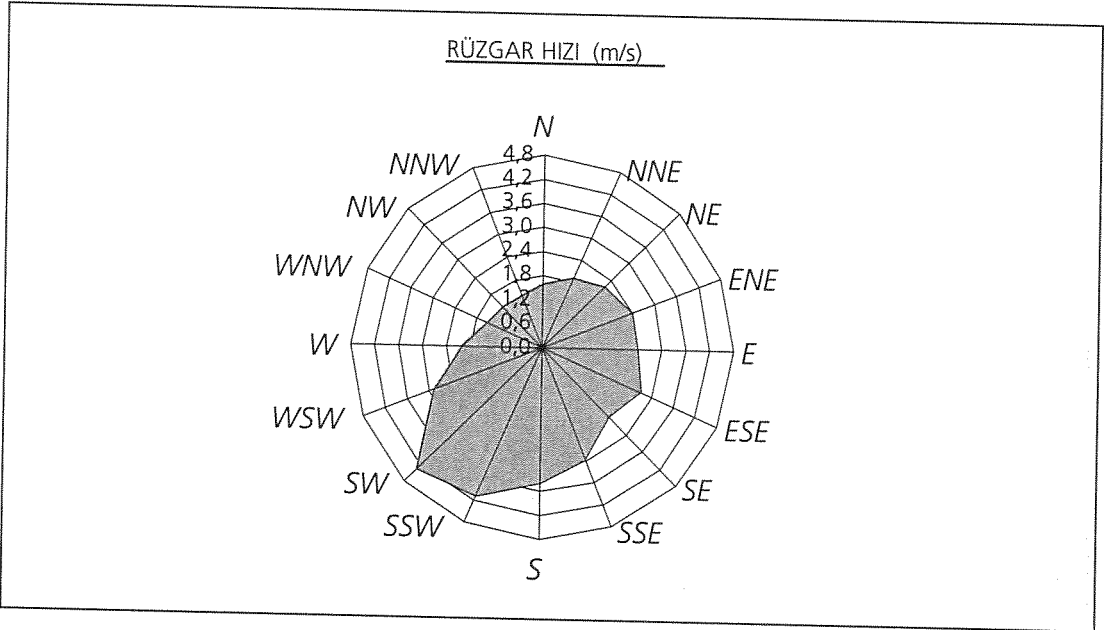
Ambarların bir taraftan havalandırmasını sağlamak, diğer taraftan içerdiği rutubeti soğuk yüzeylere bırakma riski taşıyan hava akımlarından kaçınmak için rüzgar yönleri ve hızları da önemlidir. Aşağıdaki gül diyagramları son 42 yıllık meteoroloji verilerinden elde edilmiştir. Görüleceği gibi kış aylarında nispeten kuru rüzgarlar kuzey, kuzeybatı ve kuzey doğu yönlerinden orta şiddette; yaz aylarında ağırlıklı olmak üzere deniz tarafından daha kuvvetli olarak nemli rüzgarlar esmektedir (Bu noktada güneyden esen nemli rüzgarların yaz aylarında ciddi bir tehdit olamayacağı göz ardı edilmemelidir. Zira kütlece ağır olan camlar aşırı sıcaklarda ısıyı kolay kaybetmeyeceğinden hava akımlarına göre daha sıcak kalacak ve yoğunlaşma olmayacaktır, ancak serin sezonlarda havadan daha soğuk olan cam kütleleri güneyden esen nemli rüzgarlara maruz kaldıklarında yoğunlaşma kaçınılmaz olacaktır). Diğer yönlerden esen rüzgarların sayısı az, fakat hızları yüksektir.

Pratikteki olanaksızlıklar nedeniyle sayıca yeterli miktarlarda istatistiksel veri olmamakla beraber, AC ambar görevlilerinin Ekim-Kasım aylarında paletlerin aşırı ıslandığı, deniz tarafındaki depolar da daha şiddetli korozyon olduğu yönündeki gözlemleri pek de tesadüfi değildir.

*Yaz aylarındaki bunaltıcı sıcaklar ilk anda yanıltıcı gelebilir. Zira normal atmosfer basıncında 20°C'de 1 m³ hava 17.19 gr su kaldırır. Aynı basınçta 10°C'deki 1 m³ hava ise 9.39 gr su kaldırır. Oysa bağıl nem miktarları aynıdır ve yoğunlaşmada bağıl nem ve sıcaklık oynamaları önemlidir. Tablo 4'de 5. sütuna bakıldığında (yıllık ortalama % RH), yaz ve kış aylarındaki bağıl nem miktarlarının hemen hemen aynı olduğu görülecektir. Dolayısı ile sıcaklık salınımlarının en fazla olduğu kış ve özellikle Mart ve Ekim, Kasım gibi nispeten soğuk bahar ayları, bu dönemlerdeki bol yağışın da etkisiyle kondensasyona en uygun riskli dönemler olarak ortaya çıkar.



Şekil 4: Mersin bölgesinde yıl içindeki toplam rüzgar esme sayılarının 42 yıllık ortalamaları (NE+NNE+N+NNW yönlerinden esen karasal rüzgarların toplam % 65' i riskli sezonda; S+SSW+SW yönlerinden esen denizel rüzgarların % 72'si emniyetli kabul edilen yaz ayları ile az riskli sezonda, %28'i ise en tehlikeli grup olarak riskli sezonda esmektedir).



Şekil 5: Mersin bölgesinde esen rüzgarların 42 yıllık ortalama hız dağılımları (Denizel rüzgarlar özellikle sıcak mevsimlerde daha hızlı esmektedir. Sadece SW yönünde, soğuk sezonlarda da hızlı ve nemli rüzgarların estiği Tablo 3'te izlenebilir, dolayısı ile SW en tehlikeli rüzgar yönüdür).

Mersin iline ait, Meteoroloji'den alınan son elli yıllık ölçümlerin aylık ortalamaları arkadaki tablolardadır.



ŞİŞECAM

Tablo 3: Mersin bölgesi ortalama meteorolojik verileri.

Enlem (φ) : 36° 48' N
Boylam (λ) : 34° 38' E
Yükseklik (H) : 3 m

(İÇEL) İÇEL

METEOROLOJİK ELEMENLER	İstatistik (Yıl)	AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama yerel basınç (hPa)	51	1016.6	1015.4	1013.7	1011.9	1010.7	1008.2	1004.8	1005.8	1009.8	1014.0	1016.6	1017.3	1012.1
En yüksek yerel basınç (hPa)	51	1033.2	1033.2	1030.5	1025.8	1022.7	1018.0	1012.6	1014.1	1018.5	1024.9	1030.2	1031.9	1033.2
En düşük yerel basınç (hPa)	51	990.6	991.8	989.9	992.2	996.9	995.1	995.5	997.7	1000.0	998.0	994.1	994.9	989.9
Saat 07 deki ortalama sıcaklık (°C)	51	6.8	7.3	10.0	15.2	19.9	24.1	26.4	25.9	22.4	16.9	12.0	8.4	16.3
Saat 14 deki ortalama sıcaklık (°C)	51	13.4	14.2	16.6	20.1	23.4	26.7	29.3	30.0	28.7	25.2	20.2	15.5	21.9
Saat 21 deki ortalama sıcaklık (°C)	51	9.0	10.0	12.6	16.4	20.3	24.3	27.0	27.0	24.4	19.3	14.3	10.5	17.9
Ortalama sıcaklık (°C)	51	9.5	10.4	12.9	17.1	21.0	24.8	27.5	27.8	25.0	20.2	15.2	11.2	18.6
Ortalama sıcaklık ≥ 5 °C olduğu ort. günler sayısı	35	29.4	27.1	30.8	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	29.9	30.6	361.8
Ortalama sıcaklık ≥ 10 °C olduğu ort. günler sayısı	35	14.7	16.7	26.3	29.9	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	28.6	22.3	322.5	
Ortalama yüksek sıcaklık (°C)	51	14.2	15.1	17.7	21.3	24.4	27.6	30.1	30.8	29.5	26.0	21.2	16.3	22.9
Ortalama düşük sıcaklık (°C)	51	5.6	6.2	8.3	12.0	15.9	19.9	23.0	23.2	19.8	15.1	10.7	7.2	13.9
En yüksek sıcaklık günü	51	8	16	23	13	27	21	25	26	8	1	7	2	21/6
En düşük sıcaklık yılı	51	1971	1960	1975	1970	1945	1942	1956	1962	1946	1943	1949	1962	1942
En yüksek sıcaklık (°C)	51	25.2	26.5	29.5	34.7	36.0	40.0	37.3	39.8	39.0	35.5	30.8	25.2	40.0
Yüksek sıcaklık ≥ 30 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	0.7	1.7	2.5	16.8	26.5	10.3	1.8	0.1	.	60.4
Yüksek sıcaklık ≥ 25 °C olduğu ort. günler sayısı	51	0.0	0.0	0.8	4.2	11.5	28.3	31.0	31.0	29.9	21.6	3.9	0.0	162.3
Yüksek sıcaklık ≥ 20 °C olduğu ort. günler sayısı	51	0.4	1.1	6.2	18.5	30.4	30.0	31.0	31.0	30.0	30.5	20.7	2.5	232.3
Yüksek sıcaklık ≤ -0.1 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Günlük en yüksek sıcaklık farkı (°C)	51	18.8	16.3	18.5	19.8	28.8	19.7	15.1	20.2	18.4	20.6	20.2	18.0	28.8
En düşük sıcaklık günü	51	20	6	8	4	1	10	7	25	25	29	28	26	6/2
En düşük sıcaklık yılı	51	1964	1950	1963	1965	1964	1962	1966	1960	1961	1965	1953	1972	1950
En düşük sıcaklık (°C)	51	-6.3	-5.6	-2.2	0.6	7.0	12.0	16.1	15.0	11.0	2.7	-3.3	-3.0	-6.6
Düşük sıcaklık ≤ -0.1 °C olduğu ort. günler sayısı	51	1.9	1.0	0.4	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.7	4.1
Düşük sıcaklık ≤ -3 °C olduğu ort. günler sayısı	51	0.4	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	0.0	0.6
Düşük sıcaklık ≤ -5 °C olduğu ort. günler sayısı	51	0.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1
Düşük sıcaklık ≤ -10 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düşük sıcaklık ≤ -15 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düşük sıcaklık ≤ -20 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Düşük sıcaklık ≥ 20 °C olduğu ort. günler sayısı	51	.	.	.	0.1	1.9	15.3	29.0	29.4	15.6	1.1	.	.	92.4
Düşük sıcaklık ≥ 15 °C olduğu ort. günler sayısı	51	0.0	0.0	0.8	5.0	20.8	29.4	31.0	31.0	28.5	17.4	3.2	0.2	167.3
Düşük sıcaklık ≥ 10 °C olduğu ort. günler sayısı	51	2.4	3.5	10.8	23.0	30.6	30.0	31.0	31.0	30.0	28.9	18.7	6.8	246.7
Düşük sıcaklık ≥ 5 °C olduğu ort. günler sayısı	51	19.7	19.1	26.0	29.7	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	30.9	28.2	23.6	330.2
Ortalama toprak üstü minimum sıcaklık (°C)	26	3.5	4.6	6.9	10.3	14.3	18.6	22.1	21.9	18.2	13.2	8.5	5.8	12.4
En düşük toprak üstü minimum sıcaklık (°C)	26	-8.0	-5.5	-3.0	-0.8	5.5	10.0	14.8	14.2	11.0	1.0	-2.2	-4.5	-8.0
Top. üs. min. sic. ≤ -0.1°C old. ort. günler sayısı	26	5.8	3.3	0.8	0.0	.	.	.	.	.	.	0.3	2.2	12.4
Top. üs. min. sic. ≤ -3 °C olduğu ort. günler sayısı	26	1.8	0.4	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	0.3	2.6
Top. üs. min. sic. ≤ -5 °C olduğu ort. günler sayısı	26	0.5	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.5
Top. üs. min. sic. ≤ -10 °C olduğu ort. günler sayısı	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ortalama buhar basıncı (hPa)	50	8.6	9.3	10.9	14.5	18.6	23.6	27.8	27.7	22.0	16.2	12.2	9.7	16.8
Saat 07 deki ortalama bağıl nem (%)	50	78	78	76	74	73	73	76	74	69	70	75	77	74
Saat 14 deki ortalama bağıl nem (%)	50	60	62	64	68	70	71	71	70	65	60	58	59	65
Saat 21 deki ortalama bağıl nem (%)	50	76	76	75	77	78	78	79	78	72	70	73	76	76
Ortalama bağıl nem (%)	50	70	71	70	72	72	73	74	72	67	66	67	69	70
En düşük bağıl nem (%)	51	10	12	16	7	16	16	23	20	15	11	12	13	7
Saat 07 deki ortalama bulutluluk (0-10)	51	5.8	5.4	5.3	4.8	3.9	2.6	2.6	2.1	1.7	3.2	4.5	5.4	3.9
Saat 14 deki ortalama bulutluluk (0-10)	51	5.8	5.7	5.5	5.2	4.6	2.8	1.8	1.6	2.0	3.7	4.7	5.5	4.1
Saat 21 deki ortalama bulutluluk (0-10)	51	4.8	4.3	3.8	3.4	3.0	2.3	2.1	1.8	1.0	2.2	3.2	4.5	3.0
Ortalama bulutluluk (0-10)	51	5.5	5.1	4.8	4.5	3.8	2.6	2.2	1.8	1.6	3.1	4.1	5.1	3.7
Ortalama ayık günler sayısı (bulutluluk 0.0 - 1.9)	51	6.0	5.1	6.1	6.2	8.4	12.9	16.2	18.6	19.2	13.4	8.8	7.0	127.9
Ortalama bulutlu günler sayısı (bulutluluk 2.0 - 8.0)	51	16.2	16.6	19.2	20.1	20.4	16.6	14.7	12.4	10.7	15.6	17.0	16.2	195.7
Ortalama kapalı günler sayısı (bulutluluk 8.1 - 10.0)	51	8.8	6.6	5.6	3.7	2.1	0.4	0.2	0.0	0.2	2.1	4.2	7.8	41.7
Saat 07 deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	50	53.6	38.6	22.6	15.0	9.0	2.8	6.5	2.2	2.0	16.5	34.1	51.1	254.0
Saat 14 deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	50	33.6	24.4	14.9	9.0	6.1	1.2	0.3	0.2	2.1	11.1	23.6	36.8	163.3
Saat 21 deki ortalama toplam yağış miktarı (mm)	50	35.9	25.2	15.9	10.2	5.6	3.8	0.6	1.2	3.9	11.6	18.7	35.5	168.1
Ortalama toplam yağış miktarı (mm)	61	119.6	90.5	57.8	37.1	21.5	9.4	6.9	4.5	8.9	40.6	77.6	121.8	596.2
Günlük en çok yağış miktarı (mm)	61	109.0	87.9	80.8	85.0	43.3	76.0	58.4	57.0	45.3	107.0	104.8	199.5	199.5
Yağış ≥ 0.1 mm olduğu günler sayısı	61	10.4	9.1	7.3	5.8	4.2	1.8	0.8	0.7	1.6	4.3	6.4	9.8	62.2
Yağış ≥ 10 mm olduğu günler sayısı	60	4.3	3.1	1.9	1.1	0.9	0.3	0.2	0.2	0.3	1.4	2.3	3.9	19.9
Yağış ≥ 50 mm olduğu günler sayısı	25	0.3	0.1	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.2	0.2	0.9
Ortalama kar yağışı günler sayısı	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

İstasyonun çalışma süresi : 1929-1990

Not : 1 hPa=1 mb



ŞİŞECAM

İÇEL (İÇEL)

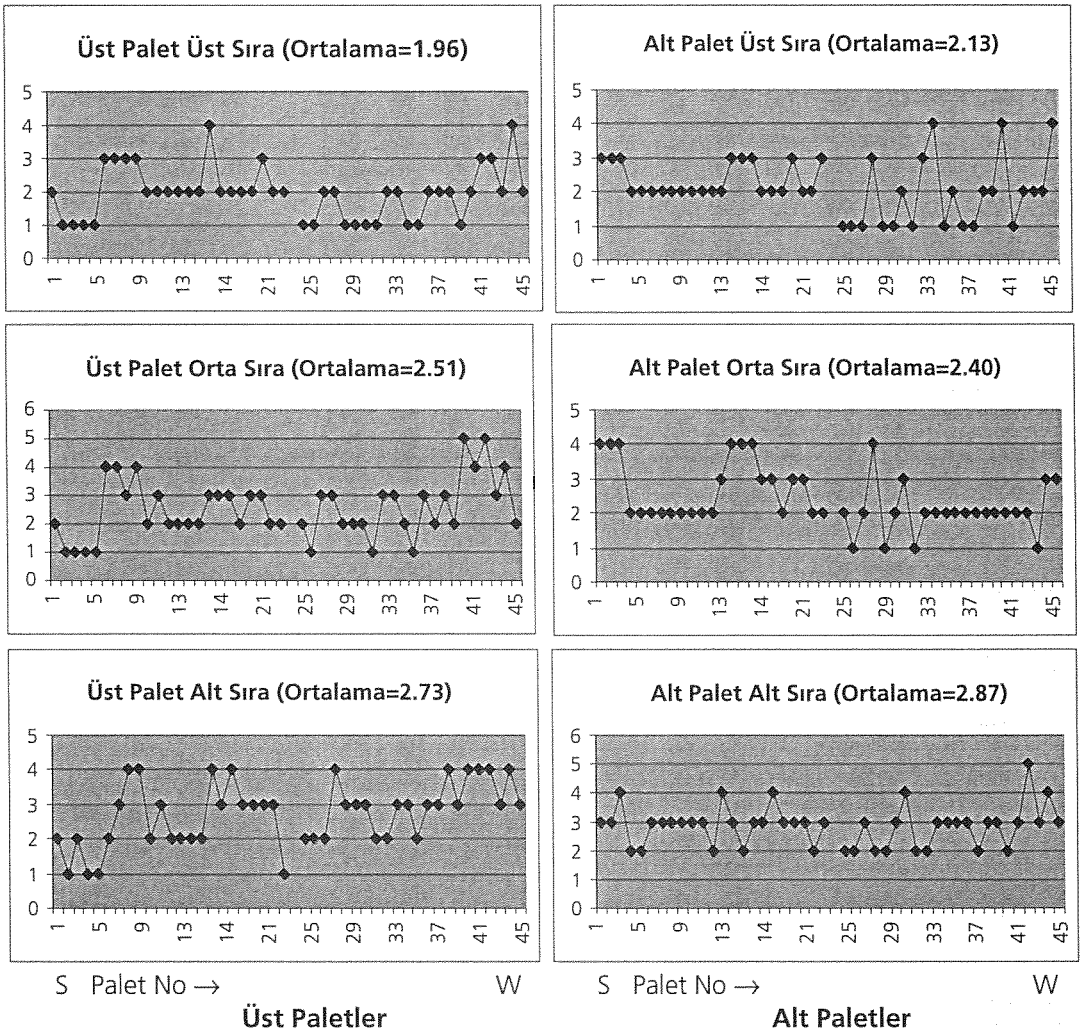
Enlem (φ) : 36° 48' N
Boylam (λ) : 34° 38' E
Yükseklik (H) : 3 m

METEOROLOJİK ELEMENLER		Yıl (YIL)	AY LAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ortalama karla örtülü günler sayısı	59	0.0												0.0	
En yüksek kar örtüsü kalınlığı (cm)	59	2												2	
Ortalama sisli günler sayısı	56	0.2	0.1	0.3	0.5	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	2.2	
Ortalama dolulu günler sayısı	58	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	1.1	
Ortalama kırağılı günler sayısı	56	3.2	2.1	0.6										7.7	
Ortalama orajlı günler sayısı	60	1.5	1.5	1.6	1.7	2.1	1.6	0.4	0.5	1.3	3.0	1.9	1.6	18.7	
Saat 07 deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	51	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.1	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	1.2	
Saat 14 deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	51	3.0	3.2	3.7	4.0	4.3	4.8	5.0	5.1	4.6	3.3	2.5	2.7	3.9	
Saat 21 deki ortalama rüzgar hızı (m/s)	51	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.6	1.7	1.6	1.1	1.1	1.2	1.5	1.4	
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	51	2.0	2.1	2.2	2.2	2.3	2.6	2.6	2.5	2.2	1.8	1.6	1.9	2.2	
En hızlı esen rüzgarın yönü	51	SSW	S	SSW	WSW	S	W	W	NNE	SSW	SSW	SSW	S	S	
En hızlı esen rüzgarın hızı (m/s)	51	25.2	23.3	24.3	21.7	23.0	24.5	15.4	18.9	21.3	27.9	25.7	30.2	30.2	
Ortalama fırtınalı günler sayısı (rüzgar hızı ≥ 17.2 m/s)	51	0.6	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	2.9	
Ort. kuv. rüz. günler sayısı (rüz. hızı 10.8-17.1 m/s)	51	2.2	2.2	2.2	2.1	1.6	1.0	0.6	1.0	0.8	1.2	1.1	1.6	17.6	
N rüzgarın esme sayıları toplamı	42	563	495	508	361	280	145	165	294	543	656	639	612	5261	
N rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	1.9	1.8	1.6	1.4	1.5	1.4	1.2	1.1	1.4	1.6	1.7	1.9	1.6	
NNE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	459	365	324	254	210	161	136	152	223	274	379	455	3392	
NNE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.7	1.4	1.3	1.5	1.9	1.8	2.3	1.9	
NE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	560	427	419	352	331	286	249	209	194	223	316	527	4093	
NE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.6	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.5	1.7	1.9	2.5	2.2	
ENE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	210	174	136	119	156	157	149	95	54	76	145	229	1660	
ENE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.9	3.0	3.1	2.2	1.9	1.8	1.6	1.7	1.8	2.1	2.3	2.9	2.4	
E rüzgarın esme sayıları toplamı	42	234	174	117	112	203	247	164	77	34	66	121	224	1773	
E rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3.1	3.1	3.2	2.4	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	2.4	2.4	3.0	2.4	
ESE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	178	120	70	55	84	123	103	33	14	45	104	157	1086	
ESE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3.1	3.4	3.2	2.7	2.1	2.2	1.9	1.9	3.2	3.2	2.9	2.7	2.7	
SE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	172	146	118	86	93	116	112	57	24	73	160	136	1293	
SE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.5	2.9	3.1	2.8	2.1	2.1	2.0	1.6	2.2	2.3	2.5	2.3	2.4	
SSE rüzgarın esme sayıları toplamı	42	87	118	131	101	119	167	207	157	82	98	114	105	1486	
SSE rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.4	2.6	2.7	3.2	3.4	3.4	3.5	3.6	3.8	2.6	2.1	2.1	3.0	
S rüzgarın esme sayıları toplamı	42	119	178	231	201	221	274	319	309	223	239	196	95	2605	
S rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	2.9	3.0	3.2	3.3	3.6	3.5	3.4	4.0	4.2	3.4	2.4	2.7	3.4	
SSW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	73	104	243	327	452	486	588	568	453	307	149	86	3836	
SSW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3.9	3.2	3.7	4.1	4.1	4.2	4.3	4.5	4.4	3.5	2.7	3.2	4.1	
SW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	70	137	286	444	581	703	788	692	524	375	195	57	4852	
SW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	4.5	3.9	4.7	4.4	4.4	4.4	4.6	4.6	4.7	3.7	2.8	3.2	4.4	
WSW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	30	24	82	135	150	180	141	167	96	53	29	20	1107	
WSW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	5.0	3.8	3.7	3.1	3.0	2.6	2.3	2.8	3.0	2.8	2.5	3.1	2.9	
W rüzgarın esme sayıları toplamı	42	26	32	80	107	168	140	124	149	127	47	26	15	1041	
W rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	3.5	2.3	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1	1.8	1.7	2.2	1.8	2.6	2.0	
WNW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	53	38	57	92	86	44	40	76	77	46	22	27	658	
WNW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	1.2	1.8	1.6	1.4	1.3	1.4	1.2	1.4	1.6	2.2	1.6	1.9	1.5	
NW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	233	285	298	255	149	83	108	157	214	269	260	229	2540	
NW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	1.5	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	0.9	1.1	1.2	1.5	1.6	1.6	1.4	
NNW rüzgarın esme sayıları toplamı	42	453	391	419	337	185	125	129	259	336	491	448	532	4105	
NNW rüzgarın ortalama hızı (m/s)	42	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	0.9	1.0	1.3	1.5	1.6	1.6	1.4	
Ortalama 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	26	8.8	10.5	15.2	21.1	26.4	31.7	35.0	34.4	30.6	22.4	15.2	10.5	21.8	
En düşük 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	27	-7.7	-0.1	3.4	4.2	11.5	20.0	21.0	13.9	14.8	4.1	0.8	-0.3	-7.7	
Ortalama 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	27	9.0	10.5	14.9	20.7	26.1	30.9	34.1	33.8	30.2	22.5	15.4	10.6	21.6	
En düşük 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	27	0.2	2.3	4.8	8.4	13.2	20.2	21.2	23.1	18.4	9.4	4.3	3.0	0.2	
Ortalama 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	25	9.4	10.7	14.7	20.1	25.1	29.8	32.7	32.7	29.6	23.0	16.1	11.5	21.3	
En düşük 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	27	3.5	4.8	7.8	11.5	12.2	23.2	20.3	27.6	23.1	14.1	7.8	5.4	3.5	
Ortalama 50 cm toprak sıcaklığı (°C)	23	11.8	12.3	15.0	19.5	23.9	23.5	30.7	31.3	29.5	24.9	19.1	14.3	21.3	
En düşük 50 cm toprak sıcaklığı (°C)	23	5.8	8.5	10.0	14.9	18.6	23.7	27.8	22.4	26.0	19.9	12.8	10.6	5.8	
Ortalama 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	21	14.0	13.5	15.0	18.2	21.6	25.1	27.8	29.1	28.5	21.5	17.2	21.4		
En düşük 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	23	11.7	11.0	12.0	14.4	18.2	21.2	25.2	27.2	26.2	22.1	15.4	14.0	11.0	
Ortalama buharlaşma (mm)															
Günlük en çok buharlaşma (mm)															
Günlük ortalama güneşlenme süresi (saat, dakika)	7	04:46	05:29	06:36	07:35	08:34	09:53	09:49	10:03	09:22	07:94	05:37	05:00	07:36	
Günlük ortalama güneşlenme şiddeti (cal/cm².gün)	6	202.31	277.23	386.26	473.70	545.03	587.89	573.83	538.73	465.61	339.97	223.36	184.48	399.80	
Aylık en yüksek güneşlenme şiddeti (cal/cm² dak)	8	0.97	1.25	1.40	1.55	1.63	1.49	1.40	1.34	1.29	1.29	1.13	1.01	1.63	
Ortalama deniz suyu sıcaklığı (°C)	21	13.9	13.8	15.2	17.7	20.8	24.5	27.5	28.2	26.5	23.1	19.5	15.7	20.5	
En yüksek deniz suyu sıcaklığı (°C)	22	17.1	17.0	17.5	20.6	25.1	27.3	29.4	30.2	29.4	26.3	21.6	19.6	30.2	
En düşük deniz suyu sıcaklığı (°C)	22	9.8	10.8	11.0	14.2	17.6	20.8	23.4	23.3	22.6	18.0	15.9	10.7	9.8	

1.d. İstatistiksel Veri Toplama

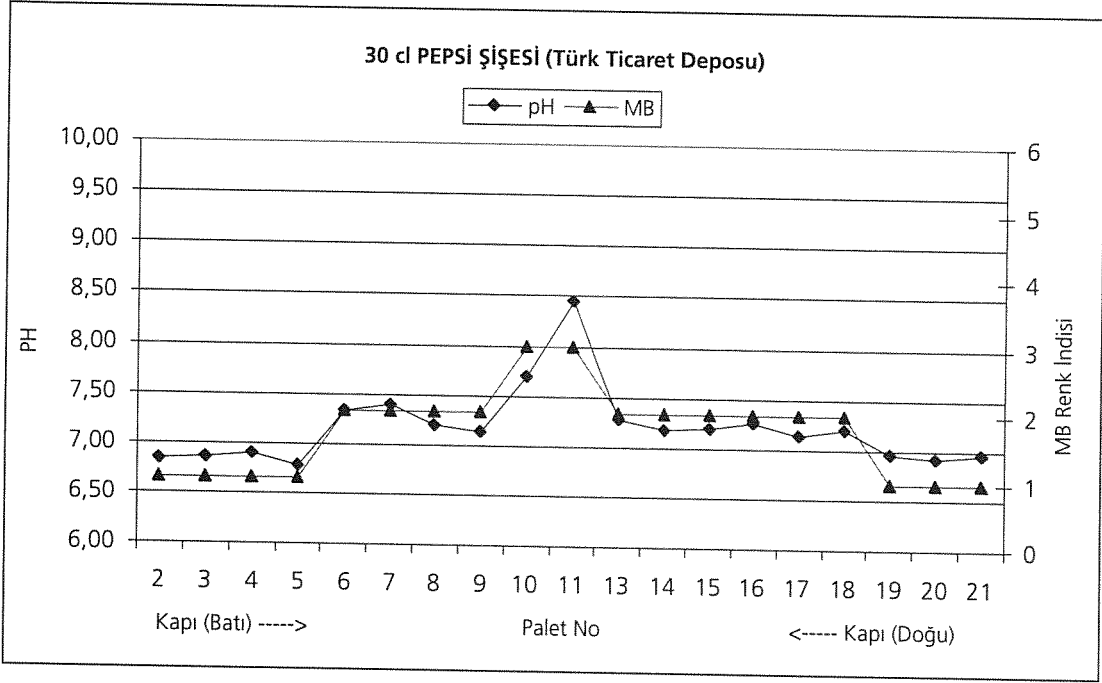
1999 yılında stoklanan ve henüz açılmamış olan iki depodan (Türk Ticaret ve Yapı Kredi Depoları) sistematik inceleme yapılması planlanmıştır. Her iki deponun ortasından uzun eksenli boyunca, ön kapıdan arka kapiya kadar bir sıra alt ve üst paletler alınarak kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Yapı Kredi deposunda ayrılan paletlerin en alt, orta ve en üst sıralarından 3'er adet numune alınmış, bu numunelerden birer tanesine AF'de Methylene-Blue (MB) boyama testi uygulanmıştır. (Not: MB test yöntemi için 2.f. Korozyon Test Çalışmaları bölümüne bakınız). Böylece alt ve üst paletlerin, üst, orta ve alt sıralarının korozyon seviyeleri belirlenmiştir. Bu çalışmanın S-W yönünde çizgisel profili Grafik. 1'de gösterilmiştir.

Grafik.1: Üst ve alt paletlerin korozyon şiddetinin dağılımı (0-5=renk skalası). (Yapı Kredi Deposu - Paksoy Paletleri)

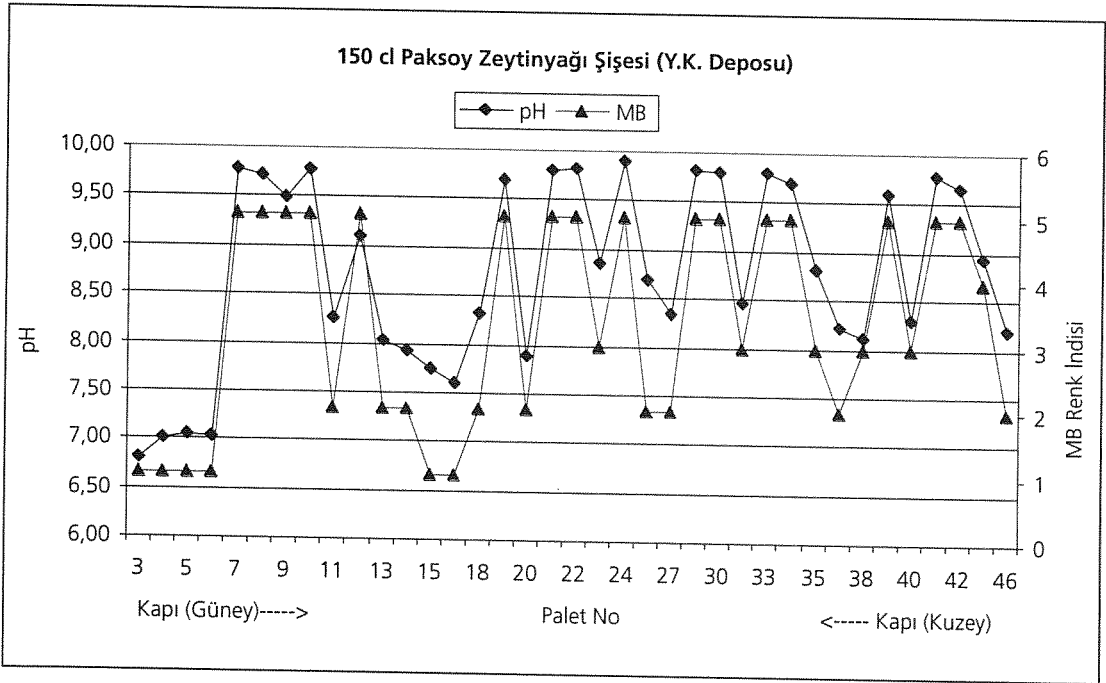


Grafikte, üst ve alt paletlerin, her bir sırasının (üst, orta ve alt sıralar) dağılımları görülmektedir. Hesaplanmış, ortalama MB renk değerleri ise şekil başlıklarının yanında parantez içinde verilmiştir. Bu grafiklerden, alt paletlerin daha fazla korozyona uğradığı ve genel olarak paletlerin alt sıralarına doğru korozyon şiddetinin arttığı izlenmektedir.

Grafik.2



Grafik.3



T.Ticaret ve Y. Kredi depolarından incelemek için alt ve üst paletlerden, alt orta ve üst sıradan olmak üzere 3'er numune alındığı daha önce ifade edilmiştir. Geri kalan diğer numuneler şahit numune olarak bir müddet muhafaza edilmiş ve daha sonra en çok korozyon görülen alt paletin alt sırasına ait 2. şahitler C.A.M.'a getirilmiştir. C.A.M.'da daha hassas, paralel bir çalışma yürütülerek bu şahitlerin pH ve MB renk değerleri ölçülmüştür. Seçilen örneklerin her iki depo için kori-

dur boyunca korozyon seviyeleri yukarıdaki grafiklerde gösterilmiştir (Grafik.2,3). Özellikle Grafik.2'de çok daha çarpıcı şekilde görüldüğü gibi, kapı taraflarında korozyon şiddeti azalırken, depodun iç kesimlerinde artmaktadır.

2000 yılı yaz aylarında sürdürülen korozyonlu ürün tespit çalışmalarında 31 adet dış depodan toplam 1156 adet şişe MB testinden geçirilmiş ve bunların %0.8'inde hafif, %5.1'inde orta ve %40.7'sinde şiddetli korozyon tespit edilmiştir. Korozyonsuz numunelerin büyük çoğunluğu kavanoz ve stok süresi henüz 6 ayı bulmamış mamullerdir.

Yine dış depolarda sürdürülen diğer çalışmalar ve Topkapı Fabrikası ambarı ile bahçesinde açık alanda stoklanan ürünlere ait çalışmalar da yürütülmüştür. Açık alanda uzun süre (1 yıldan fazla) bekletilen paletlerde yoğun korozyon belirlenmiştir. İç yüzeylerde pullanma, dış ortamda uzun süre bekletilen bazı şişelerde gözlenmiştir.

Ayrıca AF ambarında stoklanmış 33 cl Limo şişeleri bulunan 3 paletin alttan üste doğru her sırasından ve her sıranın kenarından merkezine kadar olmak üzere numuneler alınmış ve MB testi uygulanmıştır. Bu grafiklerden, kenardan palet ortasına doğru şişelerin korozyon mertebesinin değişmediği, fakat üstten alta doğru şiddetinin arttığı görülmektedir. En üst bir kaç sırada hemen tüm paletlerde benzer bir dağılım göze çarpmakta ve korozyon şiddetinin artış gösterdiği izlenmektedir. Bu paletlerin en üstünde karton ters tava olduğu, diğer seperatörlerin plastik plakalar olduğu düşünüldüğünde, rutubetin üst sıralara daha rahat girdiği söylenebilir. Yırtık paletlerde korozyonun daha fazla olduğu dikkat çekicidir. Fakat, alttan üste doğru azalma göstermesi, başka bir faktörün (yaş zemin veya palet tahtası gibi) etkisinin olabileceği kuşkusunu doğurmaktadır. Sonuç olarak, şişe ağızlarının plakalarla kapalı olması ve her sıra şişenin birbirinden kısmen ayrı odacıklar şeklinde bulunması nedenleriyle, palet içinde bir konveksiyondan söz edilemez. Ancak difüzyon yoluyla şişelere rutubet girmesi mümkün olduğundan, paletlerin kenarındaki şişelerle ortasındaki şişelerin aynı korozyon şiddetinde olması çok şaşırtıcı olmamıştır. Ambar iç kesimlerindeki şişelerde daha yoğun korozyon tespit edilmesi ise, bu bölgelerdeki sık istif sonucu harici rutubetin (zemin, ıslak tahta, yağışma v.s) kurumaya imkan bulamamasından kaynaklanmaktadır. Yeterli havalandırma imkanı bulursa, bu tür harici rutubet kısa sürede kuruma imkanı bulacak ve difüzyon yoluyla şişelere fazla girme şansı bulamayacaktır.

İstatistiksel verilerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde:

- Dış depolarda 6. aydan itibaren korozyon riski belirlemektedir.
- Paletlerde kenardan iç kısımlara doğru korozyonun şiddeti değişmemektedir.
- Altta kalan paletlerde korozyon üste konulara göre daha fazladır.
- Paletlerin alt sıralarından üste doğru korozyon şiddeti azalmakta, en alt sırada en fazla korozyon olmaktadır (Her palet özelinde farklı parametrelerin etkisi olabilir ve zaten paletlerde iç içe odacıklar olduğundan ve muhtelif yerlerinden yırtılan paketlerden dolayı korozyon şiddetinde lineer bir dağılım beklenmemelidir).
- Depoların kapiya yakın paletlerinde kısmen korozyon şiddeti azalmaktadır, fakat hemen ardından korozyon artmaktadır.
- Uzun süreli stoklanmış paletlerde genel olarak korozyon fazla olmakla birlikte istisnai durumlarda vardır.
- Dış ambarlardaki korozyon şiddeti AF ambarına göre daha fazladır.
- Dış mekanlarda ve yağış altında kalmış paletlerde mamuller kullanılamaz hale gelebilmektedir.
- Kavanoz mamullerde kötü koşullarda dahi korozyon gelişmemektedir (Bu konuya 2.c. şekillen-

dirmenin önemi bölümünde tekrar değinilecektir).

- Kapalı mekanlarda stoklanan mamullerde korozyonun şiddeti belirli bir süreden sonra sabit kalmakta (sınırlı bir seviyede korozyon gelişmekte) ve daha fazla ilerlememektedir (Sıcaklık değişimlerinin ve rutubet kaynaklarının daha az olması nedenleriyle). Ancak, açık arazide bekletilen paletlerde pullanmaya kadar ilerleyen şiddetli korozyon oluşmaktadır (Bu sonuç çevrimsel koşullarda korozyonlu yüzeyin özelliklerinden kaynaklanmaktadır ve 2.f. Laboratuar Test Çalışmalarında bu konuya değinilecektir).

1.e. Mevcut Cam Kompozisyonu

Topkapı Fabrikası ve Mersin Fabrikası mamullerinin yüzey kimyasal dayanımlarını tespit etmek için bir çalışma yapılmıştır. Benzer hacimli, 20 no'lu AF fırını ile AT-B fırını üretimi iki şişenin cam kompozisyonları Tablo 4'de, yüzey kimyasal dayanımları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4: AF ve AT camlarının karşılaştırmalı kimyasal kompozisyonları.

Fırın	Tarih	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
AF-20 Şişe	12/1999	71,25	1,73	0,061	0,051	10,11	3,01	13,37	0,21	0,21
AT-B Şişe	12/1999	72,07	1,51	0,050	0,101	9,71	2,77	13,44	0,18	0,17

Tablo 5: Aynı şişelerin yüzey kimyasal dayanıklılık test sonuçları.

Numune Niteliği	Dolum Hacmi (ml)	ml 0.01 M HCl/100 ml ekstrakt çözelti	
		Deneysel Sonuç	Sınır Değer
AF şişe	191.2	2.83 (0.28	Sınıf HC 3 dolum hacmi (≤100<200 ml) 3.8
AT şişe	190.7	3.24 (0.32	

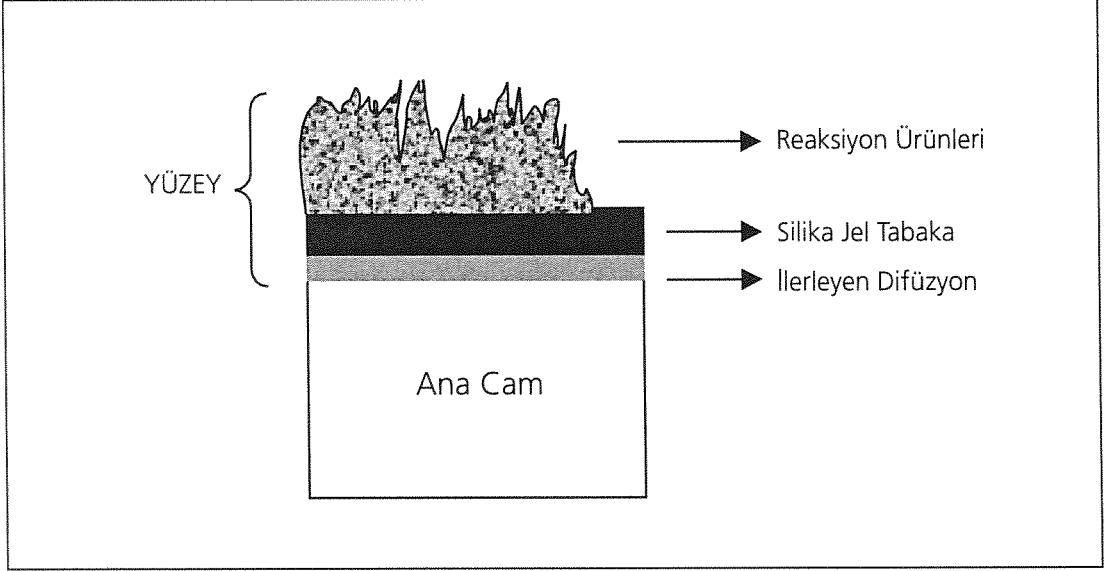
Tablolardan görüleceği gibi, AF şişesi sınır değerden oldukça uzak, emniyetli bir seviyede ve AT şişelerinden daha iyi durumdadır. Analizin yapıldığı dönemdeki kimyasal kompozisyondaki farklılığın yanı sıra tavlama rejimlerinin de değişik olabileceği göz önüne alınmalıdır (Tavlamanın kimyasal dayanıklılık üzerindeki etkisine ilişkin tespitler 2.d. bölümünde anlatılmıştır).

2. Şişede Korozyon

2.a. Korozyon Mekanizması

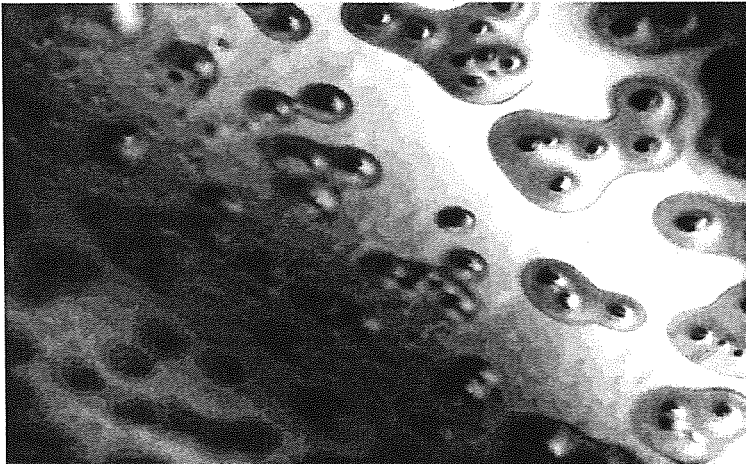
Korozyon değişik cam ürünlerinde ve değişik çevresel şartlarda önemli farklılıklar gösterir. Örneğin, stokta bekleyen düz camda, bulaşık makinesindeki cam ev eşyası ürünlerde, banyodaki aynada, müzedeki veya toprak altında ya da deniz altındaki tarihi camlarda, sanayi bölgesinde kullanılan cam mamullerde, stokta paletlenmiş şişelerde gelişen korozyonlu yüzeyler farklılıklar gösterirler. Uygun olmayan uzun süreli stok şartlarında paletlenmiş şişe iç yüzeylerinde değişime uğrayan cam yüzeyi genel olarak üç katmandan oluşur. Bu tabakaların kalınlığı ve karakteri çevresel şartlara göre değişiklik gösterir. Suyun cam yüzeyi ile ilk temasında iyon alışverişi başlar, suda değişen iyon konsantrasyonuna bağlı olarak bir taraftan bazı bileşikler yüzeyde çökelerken, öte

yandan alkali özellik kazanan çözelti yüzeyin hemen altındaki silika ağ yapısını parçalamaya başlar. Bu bölgedeki hareketli iyonlar daha önce iyon alışverişi esnasında yüzeylediğinden, silikaca zenginleşmiştir, fakat bazik çözeltinin etkisi nedeniyle tamamen gözenekli, kısmen parçalanmış ve hidrate olmuştur. Bu nedenle yüzey normal cam yüzeyine göre daha yumuşak bir yapı kazanmıştır, öyle ki kolayca çizilebilecek veya kazınabilecek bir duruma gelmiştir. Korozyonun başlangıcında yüzeyde başlayan iyon alışverişi ise giderek azalan bir hızla daha derinlere, yani en alt seviyeye inmiştir. Bu seviyenin altında artık ana cam terkibi yer almaktadır.



Şekil 6: Korozyon tabakaları (Bange ve Pantano'dan adapte edilmiştir).

Aşağıdaki fotoğraf (Şekil 6), laboratuvarında gerçekleştirilen korozyon test çalışmaları esnasında, korozyon mekanizması devam ederken çekilmiştir. Fotoğrafta açıkça görüldüğü gibi, yüzeyde yoğunlaşan su zerrecikleri ile cam arasında alışveriş devam ederken, bir taraftan da çökelmeler başlamıştır.



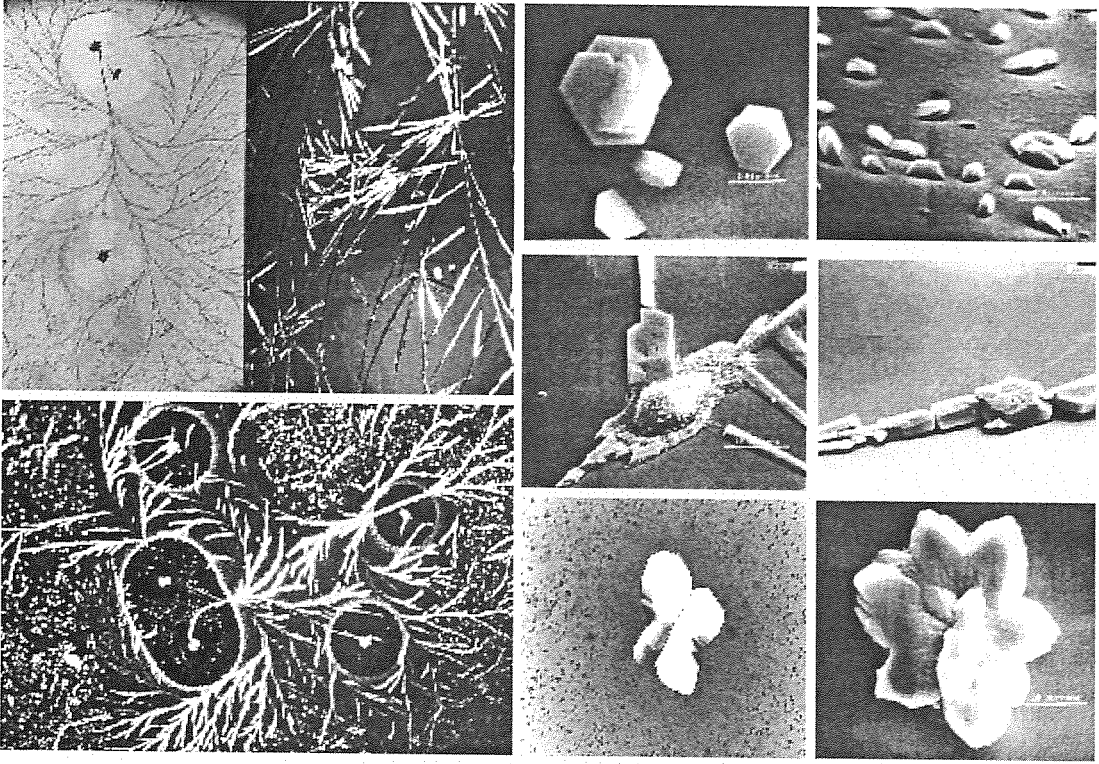
Şekil 7: Korozyon devam ederken çekilen fotoğraf.

Korozyona uğrayan şişe yüzeylerinden kazınarak alınan birikim tabakasının komple kimyasal analizi EMP ile aşağıdaki gibi tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: Birikim tabakasının kimyasal kompozisyonu.

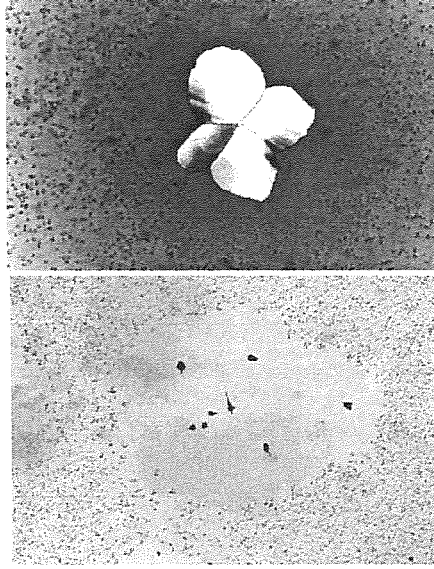
Oksit	% Ağırlık
CaO	65.94
Na ₂ O	23.31
MgO	1.41
Al ₂ O ₃	0.47
SiO ₂	7.96
SO ₃	0.90

Üst yüzeydeki reaksiyon ürünü minerallerin fotoğrafları Şekil 8'de görülmektedir.



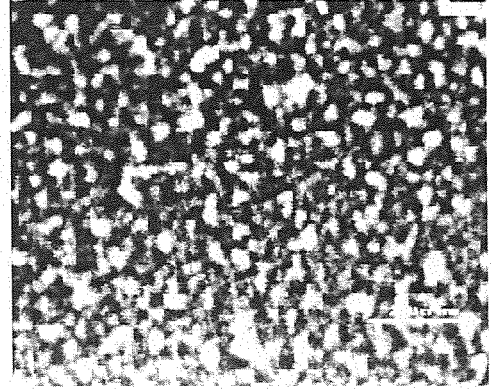
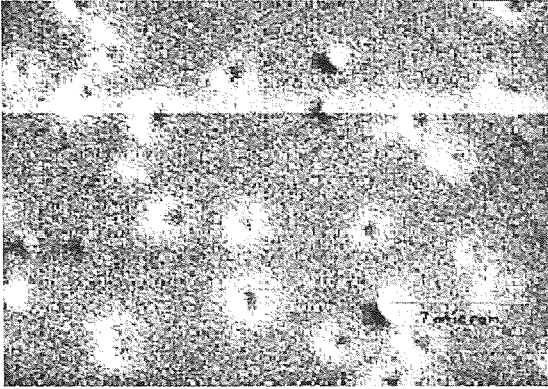
Şekil 8: Birikim tabakasındaki çeşitli kristaller ve formları (Not: Sodyum miktarı fazla olanlar dentritik yapıldır).

Şekil 9'daki fotoğrafta ise kalsiyum karbonat minerallerinin diğerlerine göre oldukça iri kristal yapılı olduğu anlaşılmaktadır.



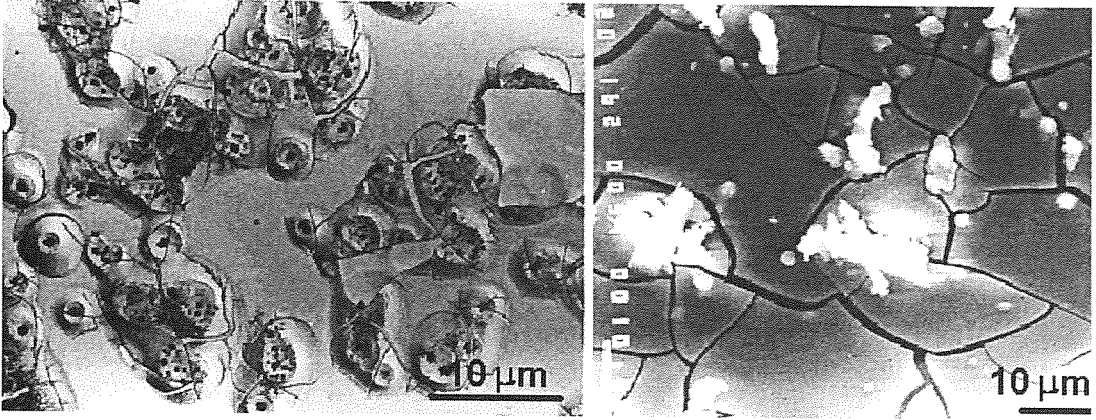
Şekil 9: $CaCO_3$ kristali.

Üstteki birikim tabakası seyreltik asit ile alındıktan sonra, alttaki gözenekli silika zengin tabaka ortaya çıkmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10: Gözenekli silika zengin tabaka.

Yukarıda bahsi geçen silika zengin tabaka, ortamdaki nem miktarına veya sıcaklık salınımlarına göre farklı bir karakter gösterir. Laboratuvar'da yapılan korozyon testleri, sabit sıcaklık koşullarında silika ağ yapının parçalanarak jel karakteri kazandığı, fakat çevrimsel koşullarda bu tabakanın yine alkalice fakirleştiği, ancak jel yapı kazanmadığını ortaya koymuştur. Zira çevrimsel koşullarda, yüzeyde yoğunlaşan su kalevileşecek fırsatı bulamadan buharlaşmakta ve silika ağ yapı parçalanmamaktadır. Böyle durumlarda, alkali göçü ile yapıda meydana gelen boşluklardan kaynaklanan kompresyon ve ısıl genişleme farklılığı nedeniyle kılcal çatlaklar oluşmaktadır. Olumsuz şartların devam etmesi durumunda ortamdaki su kılcal çatlaklardan daha derinlere nüfuz etmekte, korozyon olağandan daha da derinlere kadar ilerleyebilmektedir. Sonuçta ise pullanma (eksfoliasyon) kaçınılmaz olmaktadır (Şekil 11).



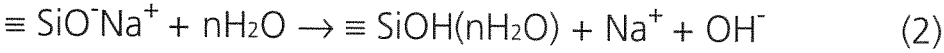
Şekil 11: Çevrimsel koşullarda şişe iç yüzeylerinde gelişen mikro-çatlaklar ve pullanma.

2.b. Kompozisyonun Etkisi

Korozyon mekanizması esas olarak cam yapısındaki köprü kurmayan oksijenlere bağlanan alkali-ler ile su arasında iyon alışverişi ile başlar. Sudaki H^+ veya H_3O^+ iyonları ile alkali iyonları yer değiştirir ve suyun bozulan iyon dengesi nedeniyle daha fazla miktarda su iyonlaşır. Dolayısı ile korozyonu ilerleten, bozulan denge nedeniyle suyun giderek iyonlaşma ihtiyacıdır. Çünkü suyun iyonlaşma katsayısı normal şartlarda 10^{-14} olup, azalan H^+ iyonları yüzünden, dengeye ulaşabilmek için daha fazla miktarda iyon verir. Hidrojen iyon aktivitesinin fazla olduğu durumlarda (ör. Cam ile asidik çözelti etkileşimi gibi) primer reaksiyon mekanizması aşağıdaki gibidir (reak.1).



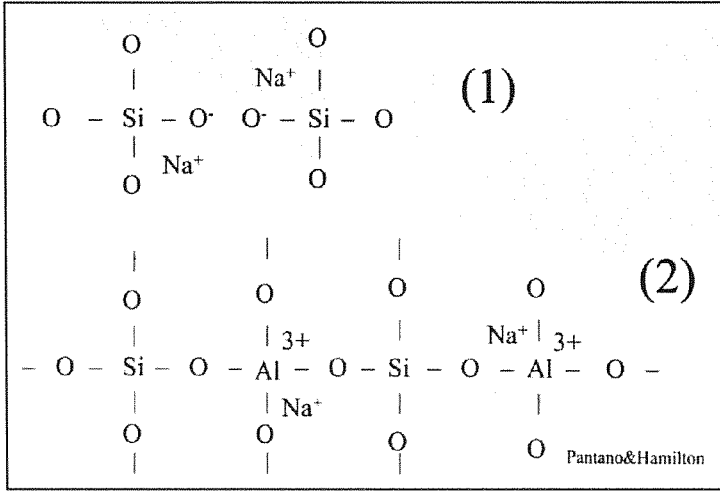
İkinci bir mekanizma daha vardır. İlk defa Smets & Lomen¹ tarafından ortaya atılan bu görüşe göre, cam yapısına moleküler suyun girerek aşağıdaki reaksiyonun gerçekleştiği yönündedir (reak.2).



Her iki durumda da yüzeydeki alkali yapıdan ayrılmakta ve reaksiyonlar köprü kurmayan oksijen tarafında gerçekleşmektedir. Alkali iyonlarının çapı büyüdükçe (Li→Na→K→Cs), bıraktığı boşluk artmakta ve daha fazla su molekülü yapıya girmektedir.

Kimyasal dayanım söz konusu olduğunda, cam yapısındaki köprü kurmayan oksijen bağlarının sayısının azaltılması gerekir. Bunun bir yolu toplam alkali sayısını azaltmak ise, diğer bir yolu da alkali iyonlarının hareketliliğini ağ yapıda yer alabilecek başka iyonlarla azaltmaktır. Bunun için üç değerlikli, fakat oksijenle dörtlü koordinasyon yapabilen B^{+3} (borosilikat cam) çok elverişlidir.

Alumina da bor kadar güçlü olmamakla birlikte, ağ yapıda sodyumla zayıf bir bağ oluşturur. Camda silika yerine bir miktar alumina ilave edilmesi durumunda, yanına tıpkı borosilikat camlarda olduğu gibi, sodyum iyonu olarak değerliğini dörde çıkarır ve silika ağ yapısında yer alır.² Bu durumda, sodyumun bir kısmı alumina yanında yer alacağından, köprü kurmayan oksijen miktarında göreceli bir azalma sağlanmış olur. Burada alumina miktarının çok fazla artırılmaması gerekmektedir (mak.%4). Fazla ilave edilmesi durumunda, bu bağlar arasındaki mesafe kısaldığından, tekrar sodyum iyonlarının hareketliliğinin artmasına yol açacaktır (Şekil 12).



Şekil 12: Alüminanın cam yapısı içinde yer alması.

2.c. Şekillendirmenin Önemi

Sahada yapılan gözlemlerde, şişelerin boyun bölgesinde ve kavanoz ürünlerde korozyon gelişmediği saptanmıştır. Şişe diplerinde de korozyon farklı gelişmektedir. Şişe özelindeki bu durum, korozyon mekanizması açısından oldukça önemli ip uçları vermektedir. Kavanoz ve şişe boyun bölgesi, dış ortamla daha rahat irtibatlı olduğundan, yoğunlaşan su uzun süre kalmaz. Şişe içinde yoğunlaşan suyun dibe akması nedeniyle, dip kısımlarda gövdeye oranla daha fazla su bulunur. Camla temas eden su miktarının artması ile gelişen korozyon, gövdedekinden farklıdır.

Kavanoz mamullerdeki bu ilginç durumu açıklayabilmek için basit bir deneysel çalışma yapılmıştır. Ağız çapı/gövde çapı oranları, sırasıyla 1:1, 1:2 ve 1:3 olan ve aynı hacimde 3 farklı şişe içine (Şekil 13) eşit miktarda (5 ml) su konulmuş ve etüvde sabit sıcaklık altında, zamana karşı şişelerin içindeki su kaybı ölçülmüştür.

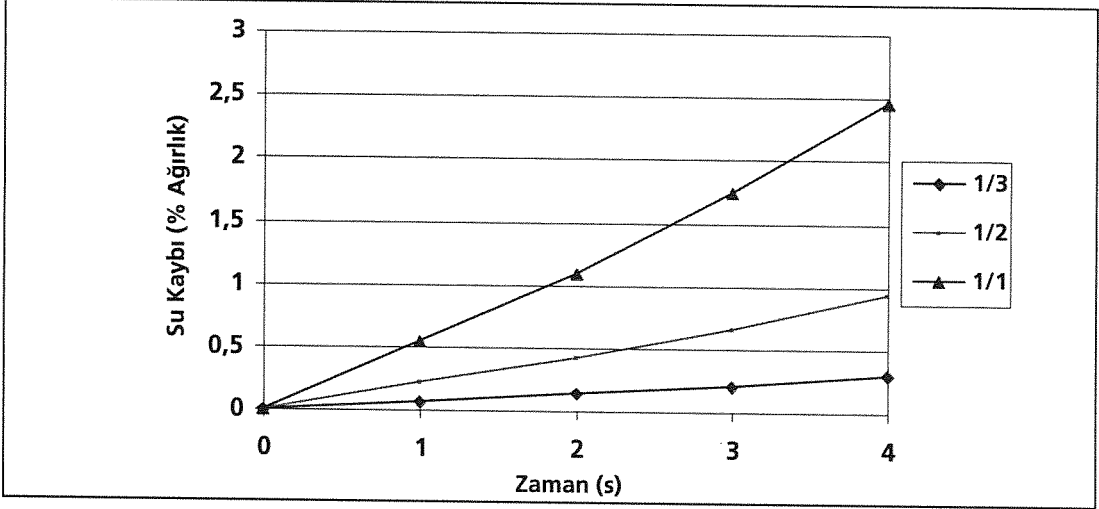


Şekil 13: Eşit hacimli ve ağız/gövde çapı oranları 1:1, 1:2, 1:3 şişeler.

Ölçüm sonuçları Grafik 4'te gösterilmiştir. Grafikten rahatça izleneceği gibi, örneğin kavanoz içindeki su miktarı 1 günde kuruyabiliyor ise, ağız dar olan şişede 10 günde kuruyabiliyor. Bu deney-

sel çalışmanın tersi de yapılmıştır. Aynı hacimli olan bu şişeler, %100 rutubetli ve sıcaklık salınımı olan bir kabinde 3 gün süreyle ağızları düz plastik plakalarla kapalı bir şekilde bekletilmiş ve içlerine yoğuşan su miktarları ölçülmüştür. Tüm şişelere eşit miktarda (1ml) su girmiştir. Bu son derece net bir sonuçtur. Zira difüzyon yoluyla şişelere giren su miktarı, şişelerin ağız çaplarından bağımsızdır ve yoğuşan su miktarı sadece şişe iç yüzey hacimleri ile orantılıdır. Başka bir deyişle, ancak farklı hacimde şişeler denendiği takdirde, farklı miktarlarda su yoğuşacaktır.

Grafik 4: Ağız/gövde çapı oranına göre zamana bağlı su kaybı.



Kavanoz mamullerin korozyon direnci açısından avantajlı olmasında tavlamanın da bir miktar rolü olabileceği düşünülmelidir. Çünkü, tavlama esnasında iç ve dış yüzey sıcaklık farkı, dar ağızlı mamullere göre doğal olarak daha az olacaktır.

2.d. Tavlamanın Rolü

İşletme koşullarının elverdiği ölçülerde, iki farklı hacimli şişe mamulü üzerinde denemeler yapılmış ve bu mamuller hem kendi tavlama tünellerinden, hem de daha kısa (bir anlamda hızlı) tavlama tünellerinden geçirilmiştir. Bu çalışma esnasında, mamuller kalıptan çıktıktan sonra tavlama tüneline girinceye kadar geçen sürenin aynı olmasına özen gösterilmiştir. Yavaş tavlama (120 dak./m) ile mamullerin kendi tavlama fırınları, hızlı tavlama (240 dak./m) ile yanındaki penisilin şişesi tavlama tüneli kastedilmektedir. Tavlama sonrası bu ürünler yüzey kimyasal dayanım testine tabi tutulmuşlar ve elde edilen ölçüm sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Tavlamanın kimyasal dayanıma etkisi.

Numune	Hacim (ml)	ml 10.01M HCl/100 ml ekstrakt çözelti	
		Ölçülen Değer	Limit Değer
Hızlı Tavlama	700	1.83	2.2
Yavaş Tavlama	700	1.57	2.2
Hızlı Tavlama	350	2.56	2.9
Yavaş Tavlama	350	2.29	2.9

Ölçümler sonucunda, kalıcı gerilimi daha az seviyelerde olan, iyi tavllanmış şişelerde yaklaşık olarak % 10-15 oranında, yüzey kimyasal dayanım açısından bir iyileşme gerçekleştiği anlaşılmıştır.

2.e. Çevresel Faktörler

Depolanan şişe özelinde çevresel faktörler değerlendirildiğinde, atmosferdeki üç unsur önemlidir. Nem, hava kirliliği ve sıcaklık salınımları. Bölgesel ölçeklerdeki nem ve hava kirliliğini kontrol etmek zor ve pahalı yöntemlerdir. Havada bulunan kirlilik gaz veya katı fazda olabilir. Havadaki çesitli asit karakterli gazlar difüzyon, katılar ise konveksiyon yoluyla şişe içine girebilir. Paletlerin srinklenmesi sayesinde konveksiyonla kirliliğin girişi engellenmiştir. Konuya pratik açıdan bakıldığında, sıcaklık salınımlarının kontrol altına alınması en kolay ve ucuz çözüm yoludur. Dolayısı ile şişe özelinde çevresel faktörler söz konusu olduğunda, konunun sıcaklık salınımları açısından ele alınmasının yararlı olacağı düşünülmüş ve çalışmalar ona göre planlanmıştır. Daha önce de değinildiği gibi, sıcaklık salınımları fazla ve sık aralıklarla olduğu zaman, şişelerin içinde rutubet yoğunlaşması kaçınılmazdır. Burada şu ayrıntı gözden kaçırılmamalıdır. Yoğuşma açısından değişken sıcaklıklar, korozyon oluşumu açısından sabit sıcaklıklar tehlikelidir. Şişelere su yoğuştuğundan sonra, sabit sıcaklıkta bekletildiği taktirde kısa sürede korozyon gelişir, fakat korozyonlu yüzey derinliği sığdır. Aynı şişeler değişken sıcaklık koşullarında bekletildiğinde ise korozyon daha geç gelişir, karakteri farklıdır, oluşan korozyon tabakaları daha derindir ve pullanmaya kadar gidebilir. Sonuç olarak, şişeler depolandığı andan itibaren, sıcaklık değişimleri çiğlenme noktasının altında kaldığı sürece ciddi bir korozyon riski bulunmamaktadır. Laboratuarda yürütülen bir dizi çalışma yukarıda sözü edilen değerlendirmeleri teyit etmiştir.

2.f. Korozyon Test Çalışmaları

Korozyon mekanizmasını ve etki eden parametreleri incelemek için laboratuarda hızlandırılmış bir test yöntemine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla yürütülen çalışmalar sonucunda, hızlı ve doğal ortamda gelişen korozyonla tamamen örtüşen bir test yöntemi bulunmuştur. Kontrollü bir şekilde şişe içine doymun hava (% 100 rutubet içeren hava) transfer edildikten sonra ağzı kapakla sıkıca kapatılıp, sabit veya değişken sıcaklık koşullarında bekletilmektedir. Koşullara göre, iki hafta ile 3 ay gibi bir sürede şişe iç yüzeylerinde korozyon gelişmekte ve bu şekilde gelişen korozyonlu yüzey özellikleri nitel ve nicel olarak doğal ortamda gelişenlere benzerlik göstermektedir.

Tablo 8: Liçleme çözeltisine sızan element miktarları.

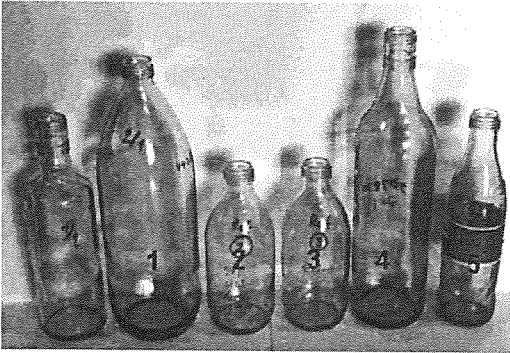
Test Numuneleri	pH	Na (µg)	Ca (µg)	Mg (µg)	Si (µg)
Korozyonlu şişe (Çevrimsel)	9.30	849	429	93	121
Korozyonlu şişe (Sabit)	10.16	2388	1447	357	3765
Korozyonlu şişe (Sabit) Tekrar tavllanmış	8.50	325	583	80	259
Korozyonlu şişe (Sabit) Oktavllanmış	8.90	1431	595	149	6590

Bu yöntem ile gerçekleştirilen çalışmalardan özetlenen bir tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 8). 1 litrelik test şişeleri önce sabit ve değişken sıcaklık koşullarında korozyon testine tabi tutulmuş, bir

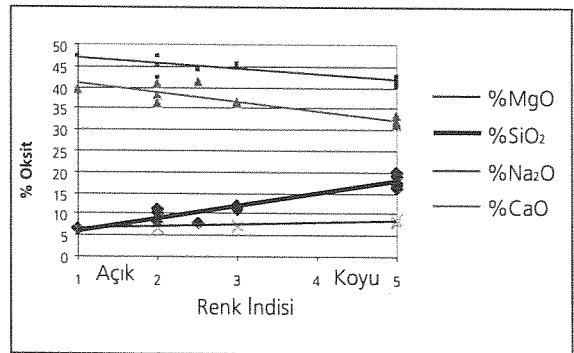
kısmı korozyona uğradıktan sonra tekrar tavllanmış, bir kısmı da otoklavlanmış. Daha sonra bu şişelerin iç yüzeylerinden Liçleme çözeltisine sızan element miktarları tespit edilmiştir (Liçleme çözeltisi: 12.5 ml derişik HCl + 87.5 ml su ile yıkanan korozyonlu yüzeyler iki defa da 70 ml su ile çalkalanarak 250 ml'lik balonda toplanarak elde edilmiştir). Böylelikle, suda ve asitte çözünen reaksiyon ürünleri çözeltiye alınarak karşılaştırma imkanı olmuştur.

Liçleme çözeltisine geçen silisyum miktarı, korozyon şiddetini daha sağlıklı bir şekilde ifade etmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, sabit sıcaklık koşullarında korozyon hızlı gelişmekte, korozyona uğramış yüzey tekrar tavlandığı zaman, kendini bir anlamda onarmakta ve neredeyse korozyonsuz yüzey düzeyine gelmektedir. Korozyonlu yüzey otoklavlandığı zaman, silika zengin tabaka daha fazla hidrate olarak, çözeltiye daha fazla miktarda silisyum vermektedir.

Daha önceki reklamasyon çalışmaları döneminde, meşrubat firmalarının metilen mavisi (MB: Methylene-Blue) ile şişelerde bakteri olup olmadığını test ettikleri öğrenilmiştir. Özellikle kirli şişelerde uyguladıkları bu test yöntemini, korozyona uğramış, buğulu şişe örneklerine uyguladıklarında tüm iç yüzeyin maviye boyandığını fark edip, şişelerde bakteri ürediğini düşünmüşlerdir. Tesadüfen bulunan bu durum, yürüttüğümüz istatistiksel ve laboratuvar çalışmalarında büyük bir kolaylık, pratiklik ve zamandan tasarruf sağlamıştır. Böylece, laboratuvar MB çözeltisi ile yıkanan korozyonlu yüzeylerin farklı mavi tonlarda boyandığı görülmüş, yürütülen paralel analitik çalışmalarla, korozyon şiddetine bağlı olarak mavi rengin koyulaştığı belirlenmiştir. Çalışmalarda hızlı ve pratik bir yöntem olarak uygulanmak üzere de bir renk skalası oluşturulmuş ve birden beşe kadar derecelendirilmiştir (Şekil 14). Geliştirilen bu yöntemin, bazı korozyonlu numunelerde işe yaramadığı da anlaşılmıştır. Zira metilen mavisi (MB) cam yüzeyindeki silanol grupları ile bağ yapmaktaki, silanol grupları da, birikim tabakası altındaki silika zengin tabakanın hidrate olduğu (jel oluşturduğu) koşullarda bulunmaktadır. Laboratuvar çalışmaları, sabit sıcaklık koşullarında, silika zengin tabakanın jelleşerek MB ile bağ yaparak yüzeyi maviye boyadığını, fakat değişken sıcaklık koşullarında mavi renk vermediğini, çünkü silika zengin tabakanın hidrate olmadığını göstermiştir.



Şekil 14: MB renk skalası.



Grafik 5: Liçleme çözeltisindeki oksit oranları ile renk indisi arasındaki ilişki.

Grafik 5'te görüleceği gibi, Liçleme çözeltisine geçen silika miktarı (silanol miktarı) arttıkça MB çözeltisi ile maviye boyanan yüzeyin tonu da koyulaşmaktadır.

3. Deneme Çalışmaları

• Laboratuvar çalışmalarının yanı sıra, Mersin Fabrikasında 8 adet deneme paleti hazırlanmış, ve bir yıldan daha uzun bir süre izlemeye alınmıştır. Bu denemelerle ilk giren havanın (şişe paketlenir-



ken giren ortam havasındaki rutubetin) etkisi, delikli srink malzemelerin denenmesi, yağ palet tah-tasının etkisi, sıcaklık değişimi ve havalandırmanın rolü, tava malzemelerinin etkisi ile kuru ve nemli olarak şişeye ilk giren havanın etkisi Mersin koşullarında bire bir denenmek istenmiştir. Bu amaçla palet içindeki bazı şişelerin içine kuru ve rutubetli hava verilmiş, bazı şişelerin ağzı ortam havasını hapsedecek biçimde kapakla sıkıca kapatılmış, paletlerin bir kısmı delikli srink polietilen malzeme ile bir kısmı kapalı olacak şekilde srinklenmiş, değişik sıralara farklı tava plakalar yerleş-tirilmiş ve son olarak ta ideal bir bölgede ve zemini toprak, açık alanda uzun süre izlemeye alın-mıştır. Belirli periyotlarla her sıradan alınan şişeler MB testi ile değerlendirilmiştir.

Bu denemelerden elde edilen sonuçlar, istatistiksel çalışmalarda tespit edilenlere paralellik göster-miş, ilave olarak, delikli srink malzemenin daha kötü sonuçlar doğurduğu, ilk giren havanın önemsiz olduğu, hatta rutubetli hava verilen şişelerde bile uygun koşullarda sorun olmadığı belir-lenmiştir. Yine korozyon derecesi paletlerin alt sıralarında artmakta, üstteki karton tavanın altın-daki ilk bir veya iki sırada da korozyon şiddeti fazlalaşmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

- Ürünler mamul ve müşteri özelliklerine göre gruplara ayrılmalı ve yerleşim planları buna göre yapılabilenlidir.
- Uzun süre stoklanacak ürünler daha iyi koşullara sahip depolara yerleştirilmelidir.
- Dar ağızlı şişelerin daha kritik olduğu dikkate alınmalıdır.
- Kesinlikle sık istiftten kaçınılmalıdır. Paletlerin arasında ve biriken harici rutubetin kısa sürede kuruması için yeterli havalandırmayı sağlayacak aralıklar yaratılmalıdır.

İdeal Ambar Nasıl Olmalı?

- Tavan ve yan duvarlar ısı yalıtımlı
- Çatısı yağışmaya ve yağmura karşı güvenli
- Temiz ve tozsuz
- Zemini rutubete karşı yalıtımlı, mümkünse zeminden ısıtılmalı
- Dikey istifeye uygun (yüksek tavanlı)
- İlk giren mamulün ilk çıkmasına elverişli

Ambalajlama / Depolama

- Palet kuru ve sağlam olmalı
- Şrink malzemesi çekme mukavemeti yüksek, rutubet geçirgenliği düşük ve toz tutmayan özel-likte olmalıdır.
- Plastik düz tavalara tercih edilmeli, köşeleri yuvarlak ve nem geçirimsiz olmalıdır
- Korozyon tek şikayet konusu değildir. Kötü ve küflü palet, tozlu şrink, kirli şişe ve kavanoz şikayetleri de göz önüne alındığında, bahsedilen İDEAL AMBAR koşulları en uygun çözüm yoludur.



ŞİŞECAM

Kıralık Depolarda Aranacak Özellikler (Mersin Bölgesi için)

- Yönleri D-B olanlar tercih edilmelidir. Deniz tarafından esen rüzgarlara karşı korunmalı olmalı, özellikle GB'dan hava akımlarına maruz kalmamalıdır.
- Isı ızalasyonlu olanlar tercih edilmelidir.
- Tüm paletlerin havalanmasına fısat verecek şekilde istiflenmelidir. Aksi takdirde depodaki tüm ürünler hasar görecektir.
- Zemin kalitesine önem verilmeli ve zemini neme karşı yalıtımlı olanlar seçilmelidir. Yoksa, yer altı su seviyesi düşük bölgelerdeki depolar tercih edilmeli, yağmur ve sele karşı güvenli olmasına dikkat edilmelidir.
- Karasal hava akımlarını alabilecek yeterli havalandırmaya sahip depolara yönelmelidir.

5. Kaynaklar

1. B.M.J. Smets and T.P.A. Lommen, "The Role of Molecular Water in the Leaching of Glass." Phys. Chem. Glasses, 24, 35 (1983)
2. C.G. Pantano and J.P. Hamilton, "Characterization and Structure of Leached Surface Layers on Glass", Rivista della Staz. Sper. del Vetro, no. 6, (2000).

B6 F/H TASARIM DEĞİŞİKLİĞİ

Bülent Kuca

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş., Mersin Fabrikası

Özet

FH'tan renklendirme yapılan renkli üretimlerde, özellikle koyu renklerden açık renklere geçişler uzun zaman almakta ve önemli ölçüde üretim kaybına sebep olmaktadır. Bu projede;

1. Renk geçiş sürelerinin azaltılması,
2. İmalat sırasında renk problemi yüzünden verilen kayıpların azaltılması,
3. Renkli üretimlerde kapasitesinin artırılması,
4. Kademeli taban yapısına sahip renkli F/H'larda ,diğer hatlara oranla daha fazla yaşanan kort izi hatalarının azaltılması hedeflenmiştir.

Pilot hat olarak seçilen B6 hattı üzerinde yapılan proje çalışmaları sonucunda ;

- F/H uzunluğu ve zone sayısı,
- F/H taban yapısı ve cam seviyesi derinliği ,
- Karıştırıcı sayıları,
- Baca konumları ve bek yerleşimleri,

gibi konularda tasarım değişikliği yapılmış ve 18.03.2001 tarihinde yeni F/H devreye alınmıştır.

Eski tasarımlı F/H'larda, renkli imalatlardan sade imalatlara geçiş süreleri açık renklerde 24 saat, siyah renkli imalatlarda 96 saat sürerken, tasarım değişikliğinden sonra çalışılan B6 F/H'ında, açık renklerde 6-8 saatte, siyah renkli üretimde 36-48 saatte renksiz (sade) cama geçiş sağlanmıştır.

1. Giriş

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası'nda renkli imalat yapabilme özelliğine sahip B1 (pres), B6 (cam tuğla) ve B7 (IS) hatları bulunmakta ve bu hatlarda;

- Maryland Mavi
- Cobalt Mavi
- Siyah
- Georgia Green
- Somon
- Turkuaz gibi renkler çalışılabilmektedir.



Fabrikamızda renkli üretim çalışmalarına Ocak 1997 yılında başlanmış olup B1, B6 ve B7 hatlarında bir çok defa renkli üretim yapılmıştır. Gerçekleşen ortalama renk geçiş süreleri aşağıda belirtilmiştir.

Renksiz	→ Açık Renk	8-10 saat
Renksiz	→ Koyu Renk	12-14 saat
Açık Renk	→ Renksiz	18-24 saat
Açık Renk	→ Açık Renk	8-10 saat
Açık Renk	→ Koyu Renk	8-10 saat
Siyah Renk	→ Açık Renk	36-48 saat
Siyah Renk	→ Renksiz	72-96 saat

Ergitme zonu diye adlandırılan besleme noktası ve ilk karıştırıcı ekseni arasındaki mesafe renkli üretim çalışmalarında kapasiteyi etkileyen önemli bir parametredir. Eski tasarımlı F/H'ta bu mesafe 1219 mm olduğundan, koyu renkli üretimlerde kapasite düşük tutulmak zorunda kalmıştır. Siyah renkli üretimlerde çalışılabilen maksimum kapasite 19 ton/gün'dür.

F/H değişiminden önce B6 cam tuğla hattında zaman zaman %40 mertebesine ulaşan kristalleşmiş cam ve %50 mertebesine ulaşan kort izi problemleri yaşanmıştır. Problemin giderilmesi için farklı karıştırıcı devir ve yönleri denenmiş fakat olumlu bir sonuç alınamamıştır. 18/03/2001 tarihindeki yeni F/H montajından sonra çalışılan cam tuğla kampanyalarında bu hatalardan dolayı hiçbir üretim kaybı yaşanmamıştır.

2. Proje Detayları

2.1 Eski Tasarım

F/H boyunca 6 inch olan cam derinliği karıştırıcıların bulunduğu zonda 9 inch'e ulaşmakta ve bu zonda 3 inch derinliğinde bir çukur bölge meydana gelmektedir. Kanal taşlarında bu şekilde kademeli bir yapının bulunması, renkli imalatlarda tabanda yoğun renk konsantresi birikmesine yol açmaktadır. Bu birikintinin zaman zaman damar şeklinde imalatı etkilediği ve renk geçişlerinde camın tabandan temizlenme süresinin uzadığı görülmüştür.

Karıştırıcı zonunda her sırada 3 adet olmak üzere toplam 3 sıra helix tipi karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırıcılar bir önceki sıranın tersi yönde dönmekte ancak herbiri camı yukarıya doğru kaldırmaktadır.

Besleme noktası ile ilk karıştırıcı arasındaki mesafe 1219 mm olup homojen bir renk dağılımı için oldukça kısa bir mesafedir. Bu yüzden renkli imalatlarda tonaj kısıtlaması problemleri yaşanmıştır. Ergitme ve karıştırıcı zonlarının sıcaklıkları, konsantrenin kolay eriyebilmesi açısından 1260°C gi-



ŞİŞECAM

bi yüksek sıcaklıkta tutulmaktadır.Bu yüzden F/H içerisinde yüksek bir basınç oluşmaktadır.Üst yapıda bulunan bacaların, içeride oluşan yüksek basıncın tahliyesinde yeterli olmadığı gözlemlenmiştir.

F/H zonlarında bulunan beklerin adet ve çapları:

- | | | |
|-------|---------|----------|
| 1.zon | 46 adet | çap 4 mm |
| 2.zon | 38 adet | çap 4 mm |
| 3.zon | 46 adet | çap 4 mm |
| 4.zon | 20 adet | çap 4 mm |

TOPLAM: 150 adet bek

2.2 Yeni Tasarım

F/H boyunca taban yapısı düz duruma getirilip cam derinliği her zonda 7.5 inch olarak tasarlanmıştır.

Tasarlanan yeni üst yapıda karıştırıcı sayısı 1 sıra artırılıp 4 sıra yapılmıştır ve yine her sıra camı yukarı verecek şekilde kullanılmaktadır. Karıştırıcı sayısının artırılması, hem kort izinin azaltılmasında hem de cam renginin daha homojen olmasında faydalı olmuştur.

Besleme noktası ile ilk karıştırıcı eksenindeki mesafe 901 mm artırılmış ve 2120 mm'e çıkarılmıştır. Mevcut besleme deliğinin daha geriye çekilmesi sonucu konsantrenin F/H içerisinde kalma süresi artırılmış, ergime problemi giderilmiş ve çalışma kapasitesi artırılmıştır.

Karıştırıcı zonunun girişine ve çıkışına, üst yapıdakilere ilave olarak yanlara da baca monte edilmiş ve böylece içeride oluşan yüksek basıncın daha rahat tahliyesi sağlanmıştır.

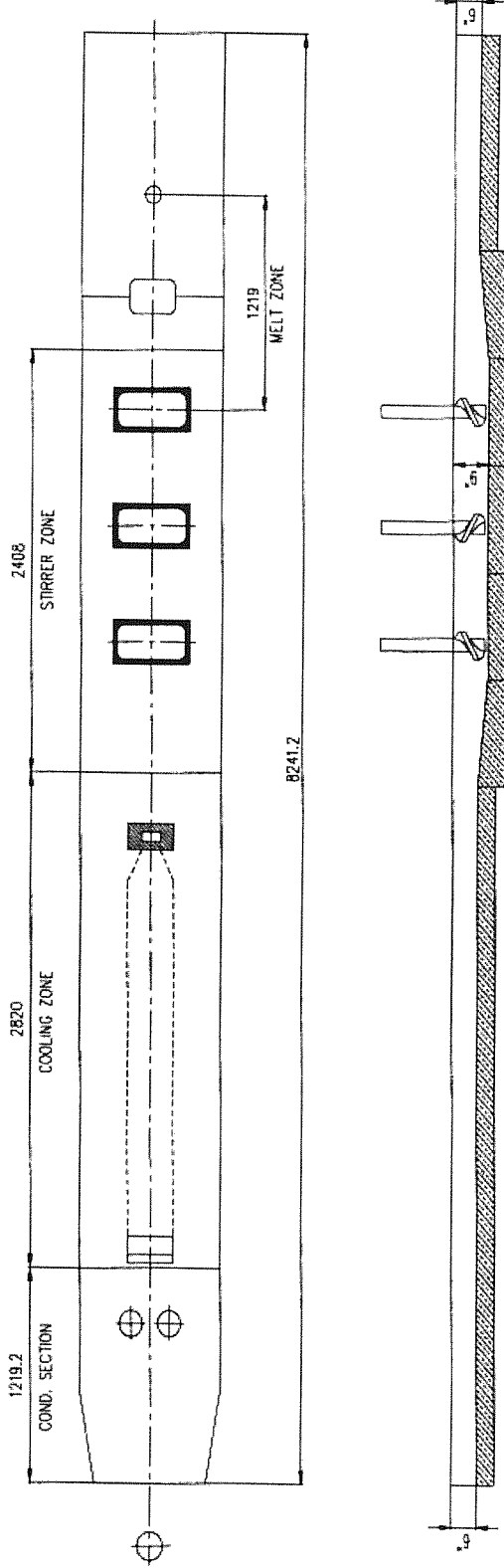
Bek sayıları ve çapları:

- | | | |
|-------|---------|--------------------------------------|
| 1.zon | 73 adet | çap 4 mm üst sıra, 5.5 mm alt sıra) |
| 2.zon | 38 adet | çap 4 mm |
| 3.zon | 46 adet | çap 4 mm |
| 4.zon | 20 adet | çap 4 mm |
| 5.zon | 20 adet | çap 4 mm |

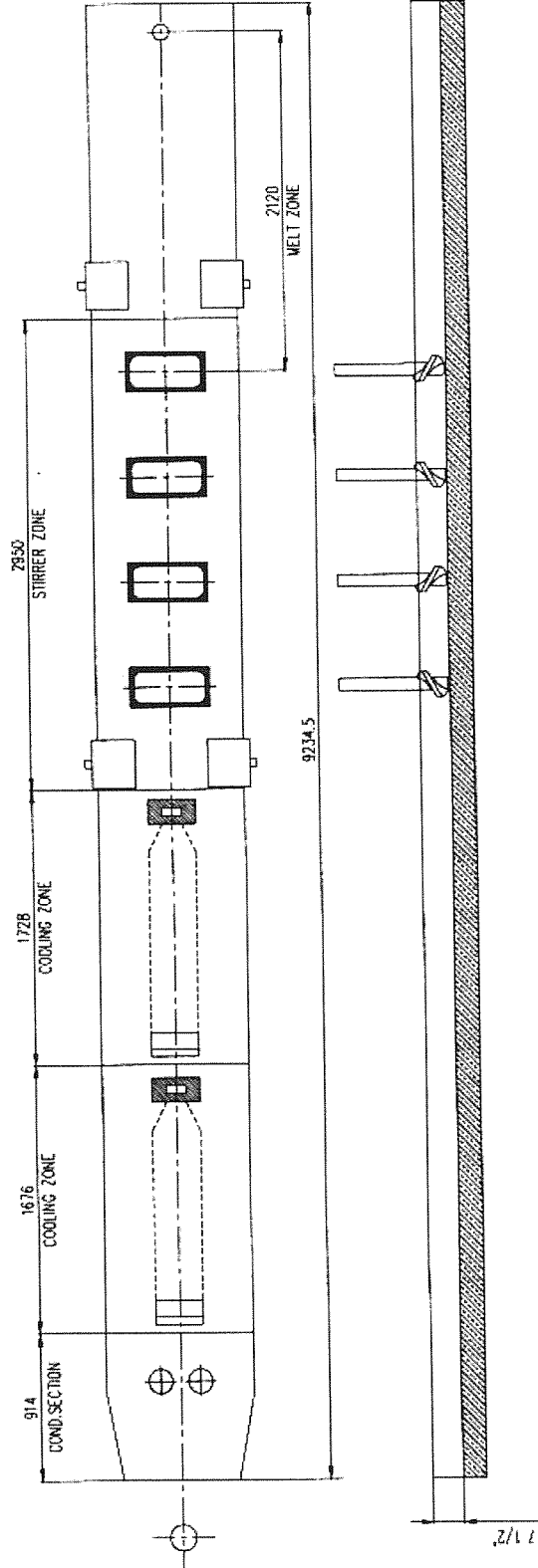
TOPLAM 185 adet bek.

1. zona konulan çift sıra bek sayesinde istenilen sıcaklığa kolayca ulaşılabilir.

ESKİ F/H TASARIMI



YENİ F/H TASARIMI



3. Proje Maliyeti

Üst Yapı (BH-F) : 93,000 \$
Kanal Taşları (SEPR) : 51,000 \$

TOPLAM : 144,000 \$

4. Sonuç

4.1 Renk Geçiş Süreleri Kısaltılmıştır

		<u>YENİ F/H</u>	<u>ESKİ F/H</u>
Renksiz	→ Açık Renk	3-6 s.	(8-10 s.)
Renksiz	→ Koyu Renk	6-8 s.	(12-14 s.)
Açık Renk	→ Renksiz	6-8 s.	(18-24 s.)
Açık Renk	→ Açık Renk	3-4 s.	(8-10 s.)
Açık Renk	→ Koyu Renk	4-5 s.	(8-10 s.)
Siyah Renk	→ Açık Renk	24-28 s.	(36-48 s.)
Siyah Renk	→ Renksiz	36-48 s.	(72-96 s.)

4.2 Renkli Üretimde Kapasite Artışı Sağlanmıştır

Siyah renkli üretimlerde kapasite 19 t/g'den 27 t/g'e çıkartılmıştır.

Açık renkli cam tuğla üretimlerinde ulaşılan kapasite 36 t/g'dür.

4.3 Cam Yüzey Kalitesinde İyileşme

B6 cam tuğla hattında zaman zaman önemli derecede imalat kaybına yol açan kristalleşmiş cam ve kort izi hatalarından dolayı montaj sonrasında çalışılan 120 gün boyunca hiçbir imalat kaybı yaşanmamıştır.

4.4 Renkli Kampanyalarda Verim Artışı

Renkli üretim sırasındaki renk hatalarının azaltılması ve renk geçişlerindeki sürelerin kısaltılması sonucu % 6 oranında bir verim artışı sağlanmıştır.

Fabrikamızda renkli üretimin en fazla yapıldığı B1 hattında yıllık brüt renkli üretimin ortalama 20,000,000 adet olduğu dikkate alındığında bu hatta da yapılması planlanan yeni F/H montajı sonrası;



ŞİŞECAM

Beklenen brüt kazanç:

20,000,000 adet/yıl x %6 (Verimlilik artışı) x 0.343 \$/adet = 410,000 \$/yıl.

Geri kazanılan renkli ürünler için %7 satış gideri ve %10 ambalaj gideri olmak üzere toplam %17'lik gider oluşacağı için;

Beklenen net kazanç :

410,000 \$/yıl (brüt kazanç) - %17 (giderler) x 410,000 \$/yıl (brüt kazanç)=340,300 \$/yıl

olacaktır.

CAM HOMOJENİTESİNİN TAYİNİ VE SAYISAL İFADESİ

Dadal Arıburnu

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Cam ergitme prosesi ve camın niteliği, cam ürünün çok sayıdaki özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösteren parametrelerin değerlendirilmesiyle tanımlanır. Camın homojenitesi de bu parametrelerin başında gelmektedir. Üretim koşullarında, cam homojenitesinin kantitatif olarak tayininin yapılabilmesi, üzerinde önemle durulması gereken temel konulardan biridir. Bu anlamda, inhomojenite seviyesinin veya derecesinin belirlenmesi amacıyla üründeki hataların izlenmesi ya da analizi yeterli değildir. Özellikle çalışabilirlik ve şekillendirme özellikleri gibi temel kavramlar üzerindeki etkisinden dolayı kapsamlı ve detaylı bir çalışmanın yürütülmesini gerektirmektedir.

Cam inhomojenitesinin belirlenmesine ve karakterinin ortaya konması amacına dönük olmak üzere çok sayıda metod geliştirilmiştir. Bununla birlikte cam homojenitesinin sayısal olarak ifade edilmesine dönük çalışmalar son dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan yaklaşım, Christiansen filtresi aracılığı ile kullanılan Shelyubskii metodudur. Christiansen-Shelyubskii metodu, cam yoğunluğuna yakın kırılma indisine sahip sıvı içerisine konmuş cam partikülleri içeren optik hücreden (Christiansen Filtresi) geçen ışığın transmisyonunun, sıcaklık, dalgaboyu veya basınç ile ilişkilendirilmesi esasına dayanır. Dolayısıyla, transmisyon eğrileri kullanımıyla, renkli ve renksiz tüm endüstriyel camların inhomojenite seviyelerini kantitatif olarak \pm % 5 doğrulukla ve yüksek hassasiyetle belirlemek mümkündür.

Giriş

Cam üretimi sürecinde, ortaya çıkması muhtemel çok sayıda yan etkiden dolayı tek bir parametreyi değiştirip diğerler parametrelerin sabit kalmasını sağlamak olası değildir. Bu gerçek ışığında verimli bir cam üretim süreci, yüksek çalışabilirliğe ve kaliteye ulaşmak için gerekli şartların ortaya konmasıyla elde edilebilir. Bu çerçevede temel gerek koşul, kompozisyon ve işletme şartlarındaki kararlılığı sağlamaktır. Olması gereken teorik kompozisyondan olası sapmalar, harmanda ve özellikle fırın sıcaklığında değişimleri de beraberinde getirecektir. Bu temel yaklaşım, camın kimyasal kompozisyonunun homojenite kavramı ile örtüşmesi ile birlikte kimyasal ve ısıl homojenite kavramlarının cam kalitesinin değerlendirilmesi bakımından başlıca kriterler olması gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

Camın homojenitesinin belirlenmesine veya derecelendirilmesine dönük olmak üzere geliştirilmiş pek çok yöntem bulunmakla birlikte, doğrudan degersel, matematik temele dayalı olarak somut ifadelerle ortaya koyan az sayıda yaklaşım vardır. Vidro, Khrolskyi ve Mironenko [1] öğütülmüş cam ve daldırma sıvısı kullanılarak spektrumun görünür bölgesindeki geçirgenlik eğrisinin elde edilmesine dönük bir metod geliştirmiştir. Bu metodun temeli, eğer cam homojense belli bir dalgaboyunda geçirgenlik eğrisinin maksimum yapması ya da artan inhomojeniteyle birlikte maksimum geçirgenliğin azalması esasına dayanmaktadır. Fanderlik [2] tarafından geliştirilmiş olan metod ise inhomojenite kaynaklarının ışığın sapmasına yol açmasıyla birlikte fotoğraflanarak izlenmesini temel almaktadır. Toepler [3] ise optik anlamda cam hatalarının izlenebilmesine dönük olmak üzere sistematik bir yaklaşım ortaya koymuştur. Benzer bir yaklaşım, Dubsky ve Fanderlik [4] tarafından camın sahip olduğu inhomojenitenin belirlenmesi ve izlenmesi amacıyla ifade edilmiştir. Schardin metodu [5] ise ışığın bir ya da olası yönlerdeki sapmasının gözlenmesi esasına dayan-

maktadır. Böylece, inhomojenite kaynakları ışığın yön değiştirmesiyle ya da sapma açısının belirlenmesiyle izlenebilmektedir. Prod'homme [6] ise özellikle optik camlarda ışığın saçılması prensibinin kullanımıyla mikro düzeyde inhomojenite kaynaklarının analizine dönük çalışmalar yürütmüştür.

Tüm bu metod ve yaklaşımlar, homojenite ya da inhomojenite seviyesinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımakla birlikte, hiçbirisi homojenitenin somut ve sayısal ifadesini açık olarak ortaya koyamamaktadırlar. Bu çerçevede, Shelyubskii tarafından geliştirilen ve Christiansen filtresi kullanımıyla camın homojenitesinin tayinini hedefleyen metod ön plana çıkmaktadır [7]. Shelyubskii metodu, içinde cam partiküller ve batırma sıvısı olan optik hücreden geçen ışığın geçirgenlik değerinin sıcaklıkla, dalgaboyu ya da basınç ile değişiminin ilişkilendirilmesi temeline dayanmaktadır. Camların homojenite seviyelerinin Shelyubskii [8] metoduyla tayin edilmesi yaklaşımı, 1960 yılından bu yana içlerinde Cable [7,9], Schlling ve Weiss [10], Sakaino [11], Varshneya [12], Budd ve Blanchard [13], Frischat [14, 15] ile Hoffmann ve Steinhart'ın [16] da içinde olduğu önemli sayıda bilim adamı ve araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

Teori

Katı partiküller ve batırma sıvıları içeren hücre ya da prizmaların optik özellikleri 1880'li yıllarda C.Christiansen tarafından çalışılmıştır. Gerçekçi bir yaklaşımı ortaya koymak çerçevesinde cam partikülleri benzen-CS₂ karışımının içine konularak karışımdan ayırt edilemediği, bununla beraber tüm sistemin renklendiği gözlenmiştir. Bu renklenme, cam tanecikleri ile batırma sıvısının kırılma indislerinin dalgaboyuna bağlı olarak gösterdikleri değişimdir. Bu anlamda, bir dalgaboyu için her iki kırılma indisi eşittir ve bu tek koşul için ışık hiçbir sapma göstermeksizin yol alırken, diğer tüm koşullarda sapmaktadır. Bunun yanısıra söz konusu renklenme, özellikle göreceli olarak büyük tanecikler söz konusu olduğunda cam taneciklerinin boyutuna da bağlıdır. Gerçekte düzgün cam tanecikleri optik anlamda, görünür bölgede homojen bir yapı olarak davranmaktadır. Bu yapının kırılma indisi değeri;

$$n=q_1n_1+q_2n_2 \quad (1)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada;

q_1, n_1 = sırasıyla cam tozu oranını ve kırılma indisini ve

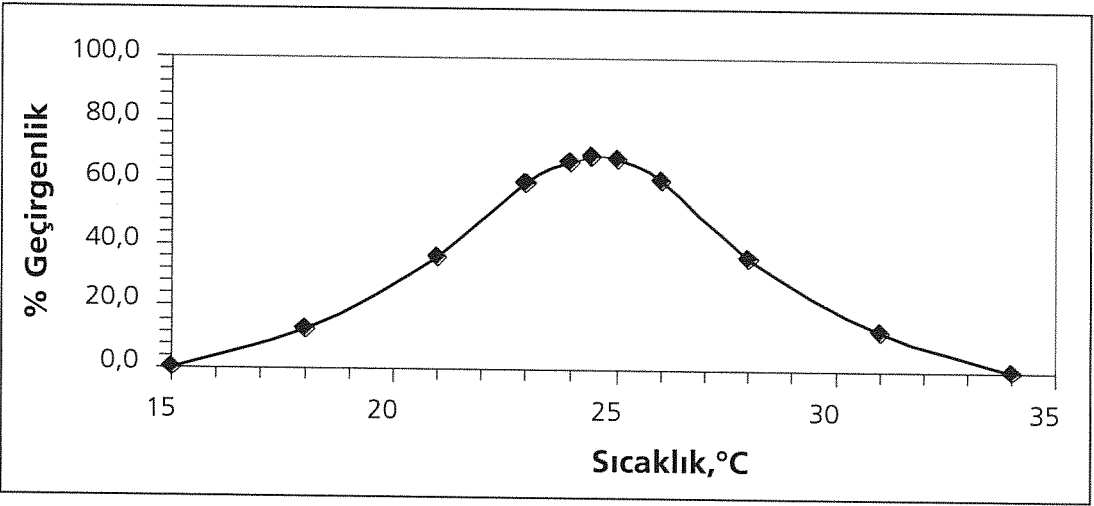
q_2, n_2 = sırasıyla sıvının oranını ve kırılma indisini

ifade etmektedir.

Christiansen tarafından geliştirilmiş olan bu metod ışığın saçılımı prensibini temel olarak ele almaktadır ve cam matrisi ile batırma sıvısı kırılma indisleri aynı ve da birbirine çok yakın olmak durumundadır. Kırılma indisi değerlerinin düzenlenmesi ise sıcaklık kontrolü ile sağlanmaktadır. Işık, hücre boyunca cam ve sıvı kırılma indisleri birbiriyle çakıştığı sürece ilerler. Inhomojen, yani homojen olmayan yapıların kırılma indisleri, camın kırılma indisinden farklı olacağından, geçen ışığın yoğunluğu batırma sıvısının sıcaklığına bağlıdır. Bu çerçevede homojen olmayan kaynakların varlığı ve seviyesi ortaya konabilir. Bu temel yaklaşım ışığında, Christiansen metodu desteğiyle homojenite ya da inhomojenite seviyesinin belirlenmesi mümkündür.

Temel olarak, Christiansen filtresi optik hücre içerisinde yer alan ve kırılma indisleri birbirine yakın ancak kırılma indisinin dalgaboyuna göre değişimleri birbirinden farklı ve tek bir dalgaboyunda çakışan sıvı ile sıvı içinde asılı halde duran cam taneciklerinin birlikte oluşturdukları filtredir. Sıvı ve camın kırılma indislerinin dalgaboyuna göre değişim değerlerinin çakıştığı dalgaboyunda, Christiansen filtresi ışığın geçişine izin verir. Spektrumun diğer tüm dalgaboyu aralıklarında ise ışık yansır, saçılır, kırılır ve kırılır. Oluşan saçılma, esas itibarıyla saçılmayan ışığın da geçişini etkiler.

Christiansen-Shelyubskii metodu, sıcaklık değişkeni olarak alınarak uygulandığında, sıcaklığın değişimiyle birlikte cam taneciklerinin içinde bulunduğu batırma sıvısının kırılma indisi değeri de değişir. Kırılma indisindeki bu değişim, sıcaklığa bağlı olarak ışık geçirgenliğinin değişmesi sonucunu da beraberinde getirir. Göreceli olarak homojen camlar için sıcaklık-geçirgenlik eğrisi, Gauss eğrisini veya başka bir deyişle çan eğrisini verir (Şekil 1).



Şekil 1. Geçirgenlik Eğrisi

İçinde cam tozu ve batırma sıvısı olan optik hücre Christiansen filtresini temsil etmektedir. (2) numaralı denklem, doğrudan homojen katı faz içeren Christiansen filtresi için Raman tarafından geliştirilmiş model kullanılarak geliştirilmiştir.

$$I = I_0 \exp[-k^2 \pi^2 \lambda^{-2} |d \cdot (n_1 - n_2)|^2] \quad (2)$$

Burada;

I = Christiansen filtresinden çıkan ışığın yoğunluğu,

I_0 = Christiansen filtresine giren ışığın yoğunluğu,

n_1 = camın kırılma indisi,

n_2 = sıvının kırılma indisi,

λ = Christiansen filtresine giren ışığın dalgaboyu,

l = Christiansen filtresinin uzunluğu,

d = cam partiküllerinin ortalama boyutu ve

k = partikül şekli ve yapısına bağlı faktör

olarak tanımlanmaktadır.

Geçirgenlik kavramı göz önüne alınarak (2) numaralı eşitlik yeniden düzenlendiğinde;

$$\tau = [-k^2 \pi^2 \lambda^{-2} l d \cdot \Delta n^2] \quad (3)$$

ilişkisi elde edilmektedir.

Shelyubskii, Raman denklemini (2, 3 numaralı denklemler) normal kırılma indisi dağılımı gösteren cam partiküller içeren Christiansen filtresi için uyarlamıştır. Cam partiküllerin kırılma indislerinin yalnızca optik eksen üzerinde değiştiği varsayımından hareketle Christiansen filtresi için geçirgenlik denklemi;

$$\tau = [-k^2 \pi^2 \lambda^{-2} l d \cdot (\Delta n + \sigma)^2] \quad (4)$$

olarak düzenlenmiştir. Högerl ve Frischat [14], Shelyubskii denklemine bağlı kalarak cam tozu ve batırma sıvısı için 0.5 hacim oran varsayarak Christiansen filtresi için istatistiksel bir model ortaya koymuştur. Bu modelin kullanımıyla Christiansen filresi geçirgenliği;

$$\tau = [-k^2 \pi^2 \lambda^{-2} l d \cdot (\Delta n^2 + 2\sigma^2)] \quad (5)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Yarı-genişlik, h , maksimum geçirgenlik, τ_0 ve kırılma indisinin sıcaklığa göre değişimi, dn/dT göz önüne alınarak kırılma indisi değerlerindeki sapma ve dolayısıyla homojenite faktörü, σ ;

$$\sigma = \frac{h(dn/dT)}{2} \sqrt{\frac{-\ln(\tau_0)}{\ln 4}} \quad (6)$$

olarak elde edilmektedir. (6) numaralı denklem sadece renksiz camlar için geçerlidir. Renkli camlar için Christiansen filtresinin belirlenmiş dalgaboyundaki absorpsiyonuna göre doğrulanması gerekmektedir. Hücre içindeki camın absorpsiyonunun sahip olduğu homojenite ya da inhomojenite seviyesinden bağımsız olduğu yaklaşımla, (5) numaralı denklem, absorpsiyon katsayısı, $\alpha(\lambda)$ ve etkin kalınlık, d' kullanılarak;

$$\tau = [-k^2 \pi^2 \lambda^{-2} l d \cdot (\Delta n^2 + 2\sigma^2) \exp(-\alpha d')] \quad (7)$$

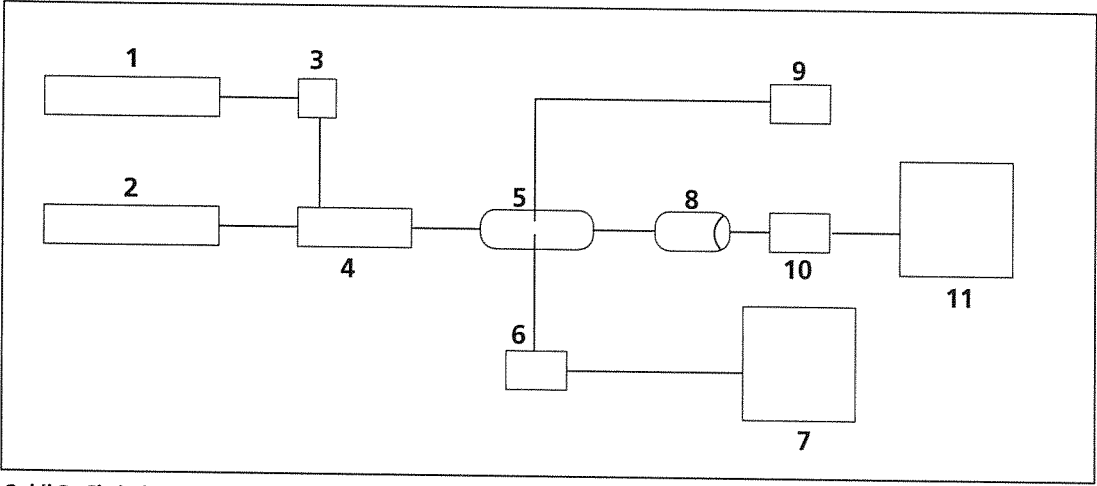
şeklinde düzenlenmiştir. Bununla birlikte, renkli camlar için etkin kalınlık değerinin doğru olarak belirlenebilmesi güç olduğundan dolayı, (6) numaralı eşitlikle ifade edilen homojenite faktörü denkliği, iki farklı dalgaboyu için ($\lambda_1=1,2$) $\alpha, \tau_0, h_i (i=1,2)$ parametreleri göz önüne alınarak;

$$\sigma = \frac{h_1 h_2 (dn/dT)}{2} \sqrt{\frac{(\alpha_1 \ln(\tau_0) - \alpha_2 \ln(\tau_{01}))}{\ln 4 \cdot (h_2^2 \alpha_2 - h_1^2 \alpha_1)}} \quad (8)$$

olarak tanımlanmaktadır.

Deneysel Çalışma

Christiansen-Shelyubskii metodu deneysel düzeneği, iki farklı dalgaboyunda çalışan lazer kaynaklarını, ayna ve ışın yönlendirme sistemlerini, kuvvet (optik hücre), termostat ve bilgisayar desteğini içermektedir. Söz konusu deneysel düzeneğin şematik gösterimi Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Christiansen-Shelyubskii metodu deneysel düzeneği şematik gösterimi: 1, 2: lazer, 3: ayna sistemi, 4: ışın yönlendirme sistemi, 5: küvet, 6: Pt-100, 7: termostat, 8: detektör, 9: termokupl, 10: 6B11 modülü, 11: bilgisayar (National Instruments programı ile).

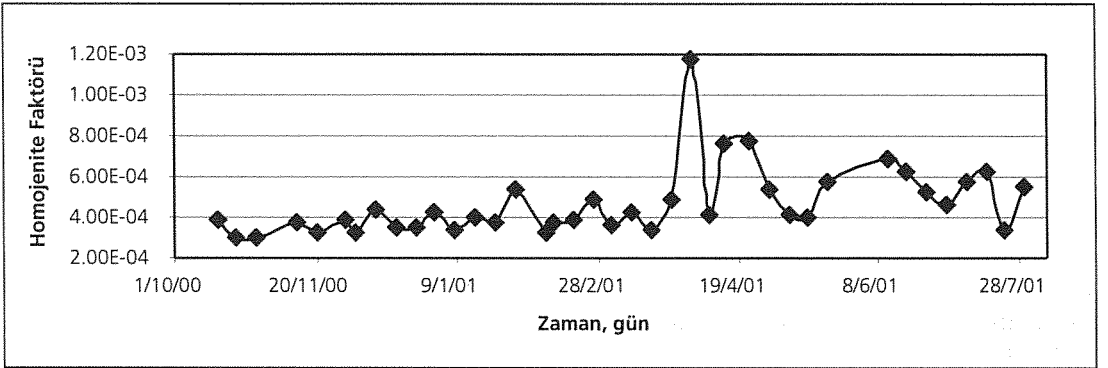
Christiansen-Shelyubskii deney düzeneği, iki farklı dalgaboyuna sahip (Edmund Scientific, 543 nm., 0.5 mW ve 633 nm. ve 5 mW) lazer kaynakları içermektedir. Ayna ve ışın yönlendirme sisteminden geçen lazer ışınları, 5 mm. çapındaki silindirik küvete (Hellma, QS 165) ulaşmaktadır. Işın yönlendirme sisteminin özelliği, noktasal lazer ışınlarının silindirik küvet çapınca düzenli ve eşit yoğunlukta dağılmasını sağlamaktır. Söz konusu deney düzeneği, dengeye ulaşmak yolunda istenen sıcaklık dağılımını hızlı bir şekilde elde etmek amacıyla dönük olarak tasarlanmıştır. Bu karakteristik yaklaşım, Christiansen filtresinin iyi bir yalıtkan olmasından ve filtre boyunca düzgün sıcaklık dağılımının sağlanmasından dolayı son derece önemlidir. Bu çerçevede, Christiansen filtresi için istenilen düzeyde sıcaklık kontrolü termostatlı soğutma sistemi (model F25, Julabo) ile $\pm 0.1^\circ\text{C}$ hassasiyetle elde edilmektedir. Detektör voltaj ve küvet sıcaklık bilgileri bilgisayar ortamında değerlendirilmekte ve 6B11 sinyal şartlandırma ünitesiyle National Instruments Labview paketi tarafından desteklenmektedir.

Birbirinden farklı özellikleri olan cam ürünler için alınan cam örnekleri öğütülüp elenerek 48-80 (m aralığına sahip test örnekleri elde edilmektedir. Asetonla yıkanan test örnekleri 150°C 'de 2 saat boyunca uygulanan kurutma işleminden sonra optik hücrenin (küvet) içine konmaktadır. Batırma sıvısı olarak, soda-silis camları için kırılma indisi değeri yakın olan klorobenzen ($n_{\text{D}}^{20}=1.5241$, $-dn/dT = 5.310^{-4} \text{ K}^{-1}$) ve özel camlar ile cam-seramik ürünler için ise bromobenzen ($n_{\text{D}}^{20}=1.5585$, $-dn/dT = 5.310^{-4} \text{ K}^{-1}$) kullanılmaktadır.

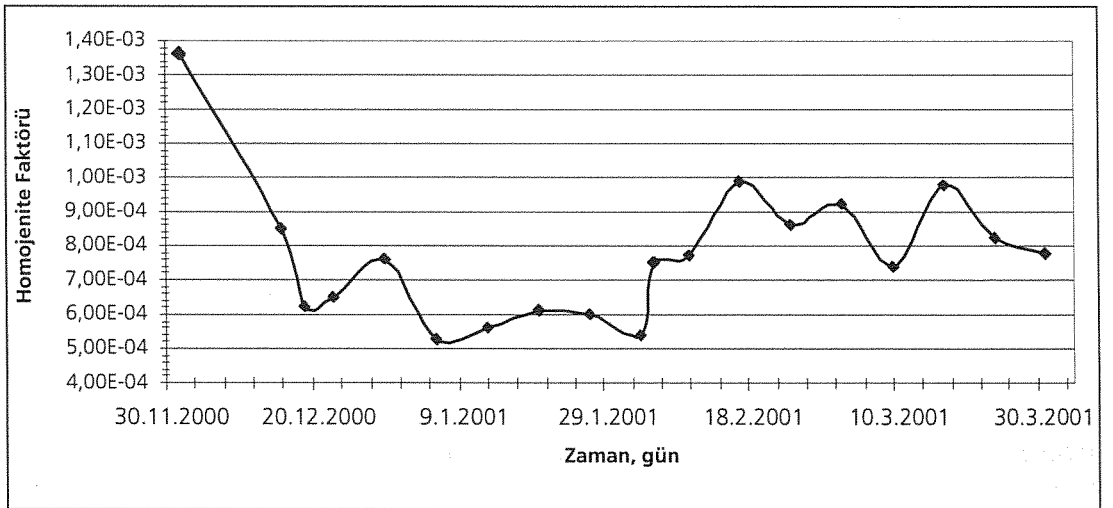
Christiansen-Shelyubskii metodunun uygulanması öncesinde, hazırlanmış olan cam tozunun batırma sıvısının içine yerleştirilmesi aşamasında, ortaya çıkabilecek habbe ya da habbeciklerin ortadan kaldırılmalı ve cam tanecikleri arasındaki boşluklar minimize edilmelidir. Bunun yanı sıra, lazer yoğunluğundaki değişimler ile deney sürecinde sıcaklık kontrolü, sıcaklık ve voltaj bilgilerinin akışı ve bilgisayar ortamına transferi basamaklarındaki olası hatalar ortadan kaldırılmalıdır. Böylelikle deney öncesi ve deneyi içine alan süreçte belli bir standardizasyona ulaşılabilir. Elde edilmiş olan veriler, Christiansen-Shelyubskii metodunun hassas, doğrulanabilir, tekrarlanabilir ve üretilebilir sonuçlar verdiğini ve homojenite seviyelerinin $\pm\%5$ doğrulukla tayin edilebildiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

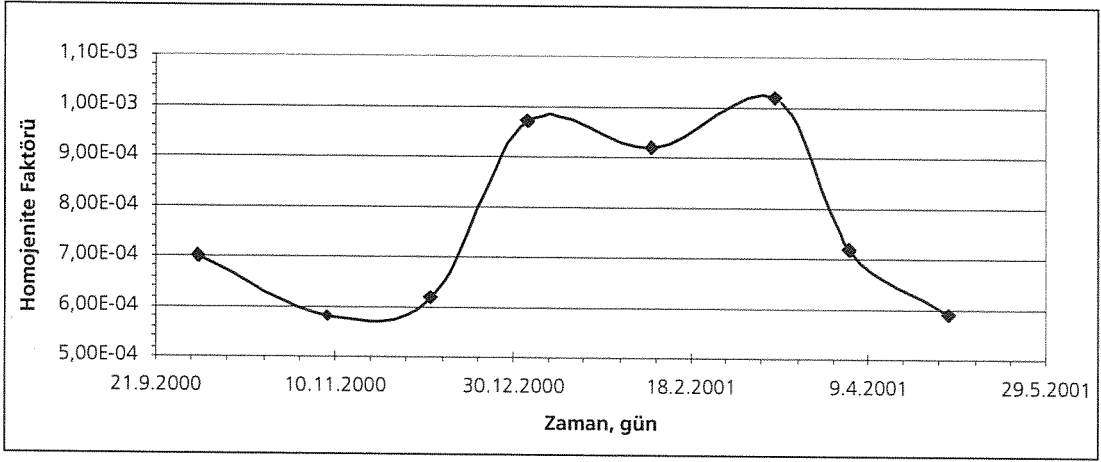
Homojenite kavramını mercek altına alırken ölçmek veya belirlemek yerine tanımlamak fiilini yüklemek, sonuçların irdelenmesi ya da karşılaştırmalı analizlerin yürütülmesi aşamasında daha gerçekçi değerlendirmelerin yapılabilmesini de beraberinde getirmektedir. Bunun temel kaynağı, homojenitenin bir özellikten ziyade kavram olarak nitelendirilmesinden ve bir yapının söz konusu sonuçlarının somut bir dağılım göstermesidir. Teorik olarak, Christiansen-Shelyubskii metoduyla elde edilen homojenite faktörü sonuçları, matematiksel ve istatistiksel varsayımlar ile hipotezlere dayanan gerçekçi bir homojenite tanımıdır. Dolayısıyla, homojenite seviyesindeki değişimler deneysel olarak gözlenebilmekte ve sonuçlar bir tespit yapmak doğrultusunda değerlendirilebilmektedir. Bunun yanısıra, cam homojenitesinin farklı ergitme biçim ve metodlarıyla yaklaşımlarını içine alan erime geçmişi, homojenite/inhomojenite seviyesini etkilemektedir. Bu temel yaklaşım doğrultusunda, özellikle renkli ve renksiz cam ambalaj ürünler ile ve cam elyaf ürünler üzerinde homojenite seviyesinin tayinine dönük olmak üzere deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Söz konusu çalışmalar, özellikle cam ambalaj (ACS Mersin Fabrikası ve ACS Çayırova Fabrikası) ile cam elyaf ürünler üzerinde yoğunlaşarak sürdürülmüştür. Deneysel çalışma sonuçları, zamana bağlı olarak homojenite faktörü değişimin gösteren örnek grafiklerle verilmektedir (Şekil 3, 4, 5).



Şekil 3. Homojenite Faktörü Değişimi (ACS Çayırova Fabrikası, 03.10.2000 - 28.07.2001)



Şekil 4. Homojenite Faktörü Değişimi (Cam Elyaf, 02.12.2000 - 30.03.2001)



Şekil 5. Homojenite Faktörü Değişimi (ACS Mersin Fabrikası, 03.10.2000 - 02.05.2001)

Cam ambalaj (renksiz ve yeşil) ile cam elyaf üretimleri, birbirlerinden farklı ergitme koşullarına, üretim stratejilerine, kimyasal kompozisyonlara ve redoks (indirgenlik) seviyelerine sahiptirler. Cam kompozisyonundaki küçük değişimler, redoks seviyesindeki oynamalar, mekanik özellikler ile şekillendirme özellikleriyle ve dolayısıyla çalışabilirlik üzerinde doğrudan etkilidir. Bu anlamda homojenite kavramı, çalışabilirlik düzeyinin tanımlanması açısından anahtar konumundadır. Bu çerçevede, zamana bağlı olarak ortaya çıkan homojenite faktöründeki değişim, oynama ya da dalgalanmaların çok somut ve açık bir şekilde analiz edilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Değerlendirme

Christiansen-Shelyubskii metodunun kullanılmasının temel hedefi düzcam, cam ambalaj, cam ev eşyası, özel camlar (cam elyaf, kristal cam vb.) ve cam seramik ürünler için homojenite/in-homojenite seviyelerinin sayısal olarak matematiksel tanımların desteğiyle somut ifadesinin elde edilmesidir. Tanımlanan homojenite faktörü değerleri esas itibarıyla cam kırılma indislerinin standart sapma değeridir. Dolayısıyla Christiansen-Shelyubskii metoduyla elde edilen homojenite faktörü kavramı, bir kalite kriteri olarak yoğun olarak kullanılan yoğunluk kavramının önüne geçmektedir. Bu anlamda, Christiansen-Shelyubskii deneysel ve teorik yaklaşımı, endüstriyel boyutta kalite kontrol anlayışı ele alındığında, hızlı, pratik, doğru, hassas, gerçekçi, üretilebilirliği olan bir yapıyı temsil etmekte ve gelişmeyi ön plana çıkarmaktadır.

Kaynaklar

1. Vidro, L.I., Khorolskiy, Yu, M. Ve Mironenko, L.A., "Apparatus determining the degree of homogeneity of glass", Steklo i keremika, 17 (1960), No.: 8, s. 22-25.
2. Fanderlik, M., "Defects of Glass", SNTL-SVTL, Prag, 1963.
3. Toepler, A., "Beobachtungen nach einer neuen Optischen Methode", Bonn, 1861.
4. Dubsy, F. ve Fanderlik, I., " Photographing non-homogeneities in glasses by Toepler's modified half-shade method (simplified version)", Sklar a keramik, 28 (1978), No.:2, s. 36-38.

5. Schardin, H. and Stamm, G., "Prüfung von Flachglas mit Hilfe eines farbigen Schlierenverfahrens, Glastechn.Ber., 20 (1942), s. 249-258.
6. Prod'homme, L., "Analyse de l'homogénéité du verre par un faisceau laser", Verres Réfract., 26 (1972, No.: 6, s. 167-174.
7. Cable, M. ve Walters, S.D., "A test of Shelyubskii's method for determining the homogeneity of glass", Glass Technology, 21 (1980), No.: 6, s. 279-283.
8. Shelyubskii, V.I., "A new method for determining and controlling glass uniformity", Steklo Keramik, 17 (1960), No.: 8, s. 17-22
9. Cable, M., "Estimation of the homogeneity of glasses by the Christiansen filter method", Glasteknisk Tidskrift, 34 (1979), No.: 2, s. 25-30.
10. Schilling, G. ve Weiss, W., "Experiments to determine the homogeneity of glasses by the Shelyubskii method", Glass Technol., 7 (1966), No.: 2, s. 66-71.
11. Sakaino, T., Yamane, M., Makishima, A. ve Inoe, S., "An improved method for measuring the homogeneity of glass by Shelyubskii's method", Glass Technol., 19 (1978), No.: 4, s. 69-74.
12. Varshneya, A.K., Loo, M.C. ve Soules, T.F., "Glass Homogeneity Measurement Using the Shelyubskii Method", J.Am.Soc., 68 (1985), No.: 7, s. 380-385.
13. Budd, S.M. ve Blanchard, M., "Micro-inhomogeneity of glass as determined from measurement of refractive index distribution", Glass Technol., 7 (1966), No.: 1, s. 22-24.
14. Högerl, K. ve Frischat, G.H., "Monitoring the glass melting process by using the Christiansen-Shelyubskii method", Ceram.Trans., 29, (1993), s.12-14.
15. Tenzler, T. ve Frischat, G.H., "Application of the Christiansen-Shelyubskii method to determine homogeneity and refractive index of industrial glasses", Glastechn.Ber.Glass Sci.Technol., 68 (1995), No.: 12, s. 381-387.
16. Heidrich, R.P. ve Frischat, G.H., "Optimizing the Christiansen-Shelyubskii method and its comparison with industrial control methods for homogeneity determination of glasses", Glastechn.Ber. Glass Sci.Technol., 72 (1999), No.: 6, s. 197-203.

STABİL VİTAMİN K3 ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Tarık Erdal

Kimyasallar Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

Latif Çayhan

Oxyvit Kimya Sanayii ve Ticaret A.Ş.

Tuğrul Yazıcıoğlu

Soda Sanayii A.Ş., Kromsan Krom Bileşikleri Fabrikası

Özet

Oxyvit Kimya Sanayii ve Ticaret A.Ş. ile ortaklaşa gerçekleştirilen bu çalışmada, ürün çeşitliliğinin sağlanması ve piyasada rekabet gücü yüksek ürünlerin üretilmesi hedeflenmiştir.

Ağırlıklı olarak kümes hayvanları(tavuk, hindi..) besiciliğinde kullanılan vitamin K3 ürünleri kanın pıhtılaşma derecesini artırmaktadır. Böylece, yumurtlama sırasında veya çeşitli nedenlerle meydana gelen kanamalarda kan kaybı engellenerek verimlilik artırılmaktadır.

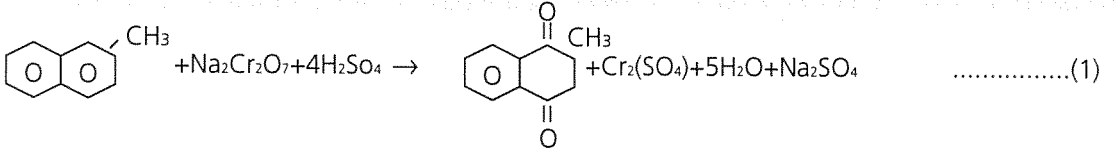
Üretimden kullanımına giden yolda, zaman içerisinde stoklama ve ortam şartlarına bağlı olarak bozunmakta ve dolayısı ile kümes hayvanına gerekli yararı sağlayamamaktadır. Bu nedenle, bozunmayan stabil ürünler piyasada tercih edilmektedir.

Oxyvit A.Ş. tarafından satışı yapılmakta olan menadion sodyum bisülfid (MSB) isimli üründen daha stabil ürün üretim teknolojisinin oluşturulması amacı ile öncelikle laboratuvarında stabilite ölçüm yöntemi uygulamaya konulmuştur. Stabilizasyon özellikleri çok iyi olan ve dünyada az sayıda firma tarafından üretilmekte olan menadion nikotinamid bisülfid ve menadion dimetilprimidinol bisülfid aktif maddeli ürünler önce laboratuvarında sentezlenmiş, sonra Oxyvit A.Ş.'de deneme üretimlerinde stabilitesi yüksek iki ürün elde edilmiştir.

Giriş

İlk defa 1929 yılında varlığı saptanmış vitamin K bileşikleri temel olarak kanın pıhtılaşmasını sağlamaktadır. Geviş getiren hayvanlarda, sindirim sisteminde mikroorganizmalar tarafından sentezlenmekte iken, tavuk, hindi gibi kümes hayvanları ve domuz, tavşan, balık, fare, kedi, köpek gibi hayvanlarda besin yolu ile alınmaktadır. İnsanlarda ise hem dışardan alınmakta hem de mikroorganizmalar tarafından sentezlenmektedir. Dünya üretiminin önemli bir kısmı tavuk besiciliğinde kullanılmaktadır. Vitamin K3 kullanılmasından beklenen yarar, tavuğun yaşamı süresince bedeninde herhangi bir nedenle oluşan kanamanın fazla kan kaybı oluşmadan kanın pıhtılaşmasının sağlanmasıdır. Kanamalar, ağırlıklı olarak yumurtlama sırasında, çeşitli nedenlerle yaralanmalar ve aflotoksin içeren yemlerin yolaçtığı iç organlarda oluşan kanamalar ile gerçekleşmektedir.

Vitamin K3 üretiminde, beta-metilnaftalin sodyum bikromat ile kuvvetli asidik ortamda oksitlenmekte ve suda çözünmeyen bir karaktere sahip olan menadion elde edilmektedir. Bu ürün diğer vitamin K3 ürünlerinin hammaddesidir. Yan ürün olarak ise deri tabaklamada kullanılan bazik krom sülfat üretilmektedir.



1. Vitamin K3 Ürünleri

Vitamin K bileşikleri doğada bitkiler ve mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmektedir. Bitkisel vitamin K bileşiklerine vitamin K1, mikroorganizmalarca sentezlenen vitamin K bileşiklerine vitamin K2 ve sentetik vitamin K bileşiklerine vitamin K3 denilmektedir.

Ürünün satışı saf halde veya soya unu, kireç, pirinç kabuğu unu gibi bazı katkı malzemeleri karıştırıldıktan sonra gerçekleşmektedir. Hayvan yemine 2-4 ppm vitamin K3 olacak şekilde karıştırılmaktadır.

Dünyada kimyasal yapısı farklı çeşitli ürünler olmakla birlikte yaygın olarak kullanılan vitamin K3 ürünleri az sayıdadır. Bu ürünler şu şekilde sıralanabilir:

Menadion

Yağda çözüldüğünden dolayı bağırsaklardan emilimi azdır. Stabilitesi yeterli değildir. Deriye ve özellikle nemli bölgelere yapışma ve tahriş etme özelliğinden dolayı bu hali ile kullanılması uygun değildir. Diğer vitamin K3 bileşiklerinin hammaddesidir.

Menadion Sodyum Bisülfid (MSB)

Menadionun sülfitlemesi ile suda çözünür hale getirilen MSB'nin bağırsaktan emilimi fazla, fakat stabilitesi yeterli değildir. Oxyvit A.Ş. tarafından üretilmektedir.

Menadion Sodyum Bisülfid Kompleks (MSBC)

MSB'ye bir asit düzenleyici eklenerek elde edilir. Suda çözünür, bağırsaktan emilimi fazla, stabilitesi MSB'ye göre biraz daha iyidir. Oxyvit A.Ş.'de üretilmektedir.

Menadion Nikotinamid Bisülfid (MNB)

MSB'nin nikotinamid ile reaksiyonu sonucunda elde edilir. Suda çözünür olması nedeni ile bağırsaktan emilimi iyi, stabilitesi yüksektir. Canlı metabolizmanın tanıdığı bir vitamin olması nedeni ile nikotinamidin (B3 vitamini) bir zararı olmadığı ve besleyici değeri kanıtlanmış durumda olması MNB ürünü için bir avantaj olmaktadır. Daha çok Avrupa'da kullanımı yaygındır. Buluş, Stoppani (İtalya) firmasına ait ve patentin⁽¹⁾ koruma süresi dolmuştur.

Menadion Dimetilprimidinol Bisülfid (MPB)

MSB'nin dimetilprimidinol ile reaksiyonu sonucunda elde edilir. Bağırsaktan emilimi iyi, stabilitesi yüksektir. Canlı metabolizmanın tanımadığı bir bileşik olan dimetilprimidinol'ün toksisitesinin olmadığı üzerine çalışmalar bulunmaktadır. ABD'de kullanımı yaygındır. Buluş, Heterochemical firmasına ait ve patentin⁽⁴⁾ koruma süresi dolmuştur.

2. Vitamin K3 Ürünlerinin Bozunmaları

Vitamin K3 ürünleri, zaman içerisinde stoklandığı ve kullanıldığı ortam şartlarına bağlı olarak bozunmaktadır. Alkali ortam, yüksek pH, yüksek nem, gün ışığına maruz kalma gibi etkenler ürü-

nün bozunmasını hızlandırarak vitaminden elde edilecek faydanın azalmasına neden olmaktadır^(1,2,3,4).

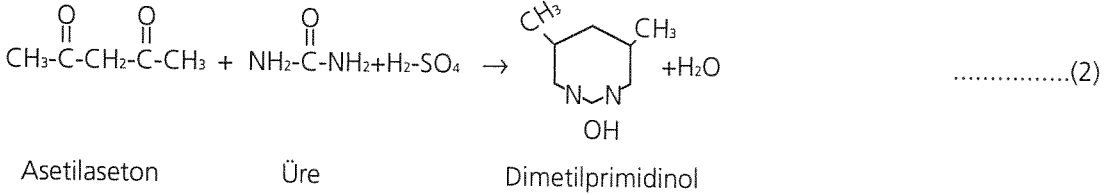
Vitamin K3 ürünlerinin bozunmasına neden olan şartlar göz önüne alındığında geliştirilecek olan ürünün şu özelliklere sahip olması gerekmektedir:

- Bağırsaktan emiliminin fazla olması için suda yeterli oranda çözünür olmalı. Fakat, çözünürlüğün fazla olması durumunda nemli ortamda ürünün sıvı faza geçmesi ile bozunma hızlanmaktadır.
- Bozunmayı engellemek amacı ile kullanılan kimyasalların metabolizmaya zararı olmamalı, metabolik özellikleri bilinmelidir.
- Menadionun bozunması, yaklaşık olarak pH 5'den itibaren pH arttıkça bozunma derecesinin artması nedeni ile geliştirilecek ürünün pH değeri 4.5 altında olmalı ve o pH'da tamponlu olmalıdır.
- İlk üç maddeye göre ikinci derecede önemi olmakla beraber, ürün havanın oksijeni ve gün ışığından mümkün olduğunca yalıtılmalıdır (kaplama veya bir katıya emdirme şeklinde).

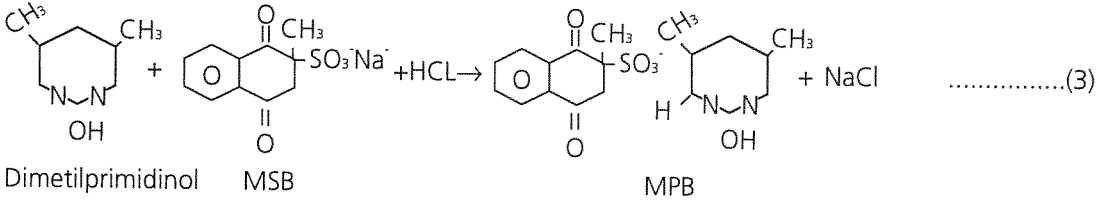
3. Stabil Ürünlerin Laboratuvar Ortamında Sentezlenmesi

MPB Ürününün Laboratuvarda Elde Edilme Çalışmaları

MPB ürünü elde edilmeden önce aşağıdaki reaksiyonu verilen dimetilprimidinol bileşiği elde edilmiştir.

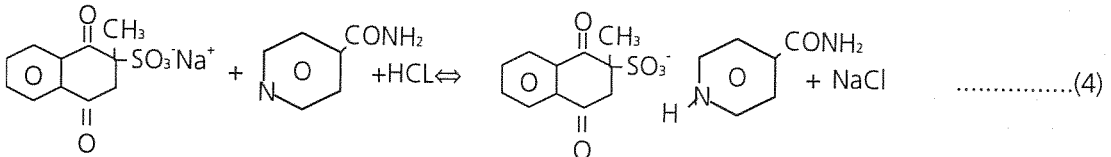


Dimetilprimidinol eldesi çalışmalarında reaksiyon sıcaklığı, karıştırma hızı, asit miktarı ve asetilaseton/üre mol oranı parametrelerinin dimetilprimidinol oluşumuna etkileri incelenmiştir. Daha sonra aşağıda verilen reaksiyon çerçevesinde MPB bileşiği elde edilmiştir.



MNB Ürününün Laboratuvarda Elde Edilme Çalışmaları

Menadion sodyum bisülfite ile nikotinamidin asidik ortamda tuz oluşturmakta ve çözünürlüğü az olan MNB filtre edilerek elde edilmektedir.



4. Stabilizasyon Testleri

Laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen MPB ve MNB ürünleri belirli şartlara maruz bırakılarak bozunmaya zorlanmakta ve sonuçta menadion analizi⁽⁵⁾ yapılarak bozunmadan kalan menadion tespit edilmektedir. Stabilizasyon test yöntemi şu şartlarda gerçekleştirilmektedir:

Ürün, % 11 nem içeren alüminyum silikat ile karıştırılarak 55°C'de sızdırmaz bir kap içerisinde 3 gün bırakılır ve 3 günün sonunda bozunmamış menadion analiz edilerek ürünün stabilitesi belirlenir.

Laboratuvarında elde edilen MPB ve MNB'nin stabiliteyi, Oxyvit'de üretilmekte olan menadion, MSB ve MSBC ürünleri ile karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

	3.Gün Sonunda Kalan
Menadion	% 53
MSB (Oxyvit ürünü)	% 62
MSBC (Oxyvit ürünü)	% 66
MPB (Laboratuvar ürünü)	% 90
MNB (Laboratuvar ürünü)	% 94

Laboratuvarında elde edilen MPB ve MNB, 3.gün sonunda analiz edildiğinde sahip olduğu aktif maddenin(menadion) sırası ile % 90 ve 94 oranında bozunmadığı görülmektedir.

Stabil ürünlerin laboratuvarında elde edilmesi üzerine Oxyvit A.Ş.'de işletme bazında deneme üretimi yapılmış ve elde edilen MPB ve MNB ürünleri rakip ürün Hetrazeen ile karşılaştırılmıştır.

	3.Gün Sonunda Kalan
MSB (Oxyvit ürünü)	% 69
MNB (Oxyvit ürünü)	% 90
MPB (Oxyvit ürünü)	% 91
Hetrazeen (Heterochemical ürünü)	% 92

Yapılan diğer bir stabilite testi çalışmasında, Oxyvit A.Ş.'nin tarafından üretilen katkı MNB ürünü de incelemeye dahil edilmiştir.

	3.Gün Sonunda Kalan
MSB (Oxyvit ürünü)	% 39
MNB (Oxyvit ürünü)	% 93
MNB Katkılı (Oxyvit ürünü)	% 96
Hetrazeen (Heterochemical ürünü)	% 92



Bu karşılaştırmada, MSB'nin 3. gün sonunda kalan aktif madde(menadion) miktarının % 39 gibi çok düşük çıktığı görülmektedir. Oxyvit ürünü MNB ve katkılı MNB ürünleri rakip ürün Hetrazeen düzeyinde, hatta bir miktar daha stabil sonuçlar elde edilmiştir.

Nikotinamid kullanılarak stabil hale getirilen rakip ürün "Kavist Plus" ile MNB arasında yapılan karşılaştırmalı denemelerde şu sonuçlar elde edilmiştir.

	3. Gün Sonunda Kalan
MNB	% 97
Kavist Plus	% 98
MNB	% 98
Kavist Plus	% 96

5. Sonuç ve Yorum

Laboratuvarda sentezlenen menadion diprimidinol bisülfid(MPB) ve menadion nikotinamid bisülfid numuneleri, stabilitesi olmayan mevcut ürünlerle(MSB ve MSBC) karşılaştırılmış ve mevcut ürünler önemli oranda bozunurken MPB ve MNB' nin stabilitesinin çok iyi olduğu görülmüştür.

Oxyvit A.Ş.'de işletme düzeyinde üretilen MPB ve MNB ürünlerinin rakip ürünler Hetrazeen ve Kavist Plus ile yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda işletmede üretilen MPB ve MNB ürünlerinin rakip ürünler kadar stabil olduğu görülmüştür.

MPB ve MNB isimleri verilen bu ürünler 2 yıldır Oxyvit A.Ş. tarafından pazara sunulmaktadır.

6. Kaynaklar

1. Luigi Stoppani S.p.A., 1983, Stabilized adducts of menadione bisulfite with p-aminobenzoic acid or adenine, US 4 577 019.
2. Vire J.C., Patriache G.J., Christian G.D., Electrochemical Study of the Degradation of Vitamin K3 and Vitamin K3 Bisulfite, Anal. Chem. Vol.51, No.6, May 1979.
3. Basf, 1988, Stabilized Menadione Bisulfite Formulations and Their Preparation, US 5 128 151.
4. Heterochemical Corp., 1967, Menadione Bisulfite Adducts of Dicyanodiamidine 2,4,6-Triamino-1,3,5-Triazine and Pyrimidines Substituted at the Two Positions and Feeds., US 3 328 169.
5. US Pharmacopeia, menadione sodium bisulfite assay.
6. Ullmanns Encyclopedia Vol.A27 sayfa.488-599.
7. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chem. Tech. 2nd ed. V.22.

MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİNİN INTERNET ORTAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan Kahraman

Cam Ambalaj ve Metal Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı

Özet

Günümüz kalite sistemlerini geliştirme sürecindeki en önemli unsurlardan biri tabii ki müşteri şikayetlerinden tam, doğru ve hızlı olarak yararlanabilmek, buradan doğru analizler ve sonuçlar elde ederek kalite ve üretimde pozitif değerler yakalayabilmektir. Bu nedenle "müşteri şikayetleri, 21.Yüzyılın bu ilk günlerinde her alanda olduğu gibi bilgisayar teknolojisinden faydalanarak değerlendirilebilir mi?" sorusu bizlere bazı çalışmalar yaptırmış, bunun sonunda da elektronik iş kavramlarında olduğu gibi interaktif şikayet değerlendirme sistemi internet ortamında oluşturulmuş ve uygulamaya konmuştur. Sistem içerisinde her türlü şikayetin girişi ile Müşteri-Satış-Teknik Hizmetler-Fabrikalar-Müşteri zinciri arasındaki yazışmalar ve yanıtlamalar bilgisayar ağı-mızdaki yetkilendirilen her bir network kullanıcısı tarafından yapılabilecek ve sonuçlandırılacaktır. Burada zamandan tasarruf, kırtasiye kullanımının sona ermesi, müşteriye hızlı yanıt verme vb. bir çok fayda sistemi kullanıldıkça ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte özellikle şikayetlerin değerlendirilmesinde ve yanıtlanmasında belli bir standart oluşturma, her ilgilinin sistemi izleyebilirliği, sistemin şeffaflığı, güvenilirliği, sistemde her türlü istatistiksel analizlerin ve raporlamaların yapılabilmesi, şikayetlerle ilgili düzeltici faaliyetlerin takibi ve değerlendirilmesi, ileride müşterilerle direkt bağlantı kurulabilir bir alt yapının hazır olması vb.. nitelikler kalite sistemimizin gelişmesine destek verecektir.

Giriş

90'lı yıllar işletmelerde kalite kavramının zirveye çıktığı yıllar olarak tarihte yerini alacaktır. Bunun devamında müşteri odaklı olma zorunluluğu üretimde kaliteli ürün elde etme çabasını; müşterinin kaliteli ürün beklentisi müşteri şikayetlerini de kaçınılmaz kılmıştır. Bunun sonucunda da müşteri şikayetlerinin değerlendirilmesi kavramı ortaya çıkmıştır.

Müşteri şikayetleri neden çok dikkatli, titizlikle ve iyi bir biçimde değerlendirilmelidir, sorusuna cevap arandığında bu değerlendirmelerin tarafımıza kazandırdığı pozitif etkiler düşünülmelidir. Bunlar:

- Toplam kaliteye ve üretime itici güç etkisi. (Hatanın tekrarının önlenmesi, üretim hatalarının azaltılması, hatalı ürün çıkışının engellenmesi..)
- Gelişmeye ve geliştirme çalışmalarına katkısı.
- Düzeltici faaliyetlere katkısı. (Şikayet sonu düzeltici faaliyet başlatılması)
- Kalite yatırımlarına etkisi. (Topkapı'da temiz oda uygulaması..)
- Müşterinin bilinçlendirilmesi (Hata kavramları, camın doğru kullanımı..)
- Kalitenin değerlendirilmesi. (Kalite spesifikasyonlarında daraltmaya gitme..)
- Kalitesizlik maliyetlerinin ortaya çıkarılması. (Ürün iadesi, tenzilat...)
- Müşterilerimizi tanıyarak üretimde de müşteri odaklı olunabilmesi, müşterilerimizin beklentilerinin anlaşılabilmesi ve paylaşılabilmesi.

olarak sıralanabilir.



ŞİŞECAM

Tam tersi bir anlayışta ise ne olur sorusuna yanıt oluşturan negatif etkiler ortaya çıkar:

- Müşteri kaybı (Pazar kaybı)
- Prestij ve imaj kaybı
- Müşterinin tedarikçisine olan güven kaybı
- Toplam kalite ve sürekli gelişmede motivasyon yaratamama(Hep iyi üretiyorum)
- Rekabette geri kalma (İkame veya ithal ürünler...)
- Tek tedarikçi konumumuzun müşteri tarafında olumsuz düşüncelere ve değerlendirmelere neden olması
- Gizli şikayetlerin artması (Bilinmeyen ve değerlendirilemeyen şikayetler)

olarak sıralanabilir.

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de müşteri şikayetleri 1995 yılına kadar herbir üretim birimimizdeki (Topkapı, Mersin) Kalite Kontrol Bölümlerimiz tarafından müşterilerimizin buralara ulaşabilme kabiliyeti doğrultusunda, yeterince objektif olamayan ve tarafsız değerlendirilemeyen bir yapıda yanıtlanmaya çalışılmaktaydı. Ancak yaşanan yetersizlikler ve müşteri beklentilerinin artması 1995 yılında şirket genelinde başlatılan yeniden yapılanma ile birlikte Cam Ambalaj Grubu Geliştirme Başkan Yardımcılığı bünyesinde Müşteri Teknik Hizmetleri Müdürlüğü bölümü kurulmuştur. Müşterilerimizin şikayetlerinin yanıtlanması, teknik ve danışmanlık hizmetlerinin verilmesi, teknik ziyaret ve eğitimler kapsamında müşterilerin bilinçlendirilmesi ve isteklerinin karşılanması yanında ilgili geliştirme projelerine destek vererek üretim ve müşteri arasında bilgi köprüsünü oluşturması beklentileriyle kurulan bu bölüm bu güne kadar bu işlevlerini yerine getirmektedir. Burada en önemli paya sahip olan müşteri şikayetleri, bölümün Pazarlama ve Satış Grupları-Fabrikalar-Müşteriler arasındaki koordinasyonu sağlayarak, yapılan incelemeler ile oluşan bir değerlendirmeye sonuçlandırılmaktadır.

Bu değerlendirmeler sırasında birçok inceleme, araştırma, düzeltme faaliyetleri ve analizler yapılmaktadır. Sonuçta müşteriye verilecek yanıt olarak düşünüldüğünde ortaya çıkan işlevişte fabrikalar ve bölümleri arasında birçok yazışma, görüşme ve fikir alışverişi gibi iletişim faaliyetleri meydana gelmektedir. Bu da zaman kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bir şikayetin değerlendirilmesinde en önemli değer olan zamanın çok iyi kullanılması, müşterinin şikayetini bildirirken en önemli beklentisi olan sebep-sonuç ilişkisinin en kısa sürede tam, doğru ve hızlı bir şekilde ortaya çıkarılmasını ve kendisine ulaştırılmasını sağlayacaktır.

Ancak mevcut yapıda zaman içinde müşteri şikayetlerinin artması değerlendirme hızlarının düşmesine neden olacak, müşteri şikayetlerinin de istenen düzeyde yanıtlanamaması ihtimalini ortaya çıkaracaktı. Bu nedenle 2000 yılı başında yapmış olduğumuz toplantılarda son zamanlarda her alanda olduğu gibi bilgisayar teknolojisinden faydalanarak interaktif şikayet değerlendirme sisteminin oluşması konusunda fikir birliği yapılmış ve mevcut network altyapımız desteğinde internet ortamındaki bu elektronik iş kavramının program, uygulama vb..çalışmaları tamamlanarak 2000 yılı Eylül ayı itibariyle uygulamaya konmuştur.

1. Neden Müşteri Şikayetlerini Elektronik İş Ortamında Değerlendirmeyi Düşündük?

Bunları maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz:

o İnternet'in, günümüz bilişim dünyasında bir ağ kavramı olmaktan çıkıp kuruluşlar arasındaki iş süreçlerinin zaman, yer ve altyapının bağımsız olarak gerçekleştirildiği ideal bir iş ortamı haline gelmesi.

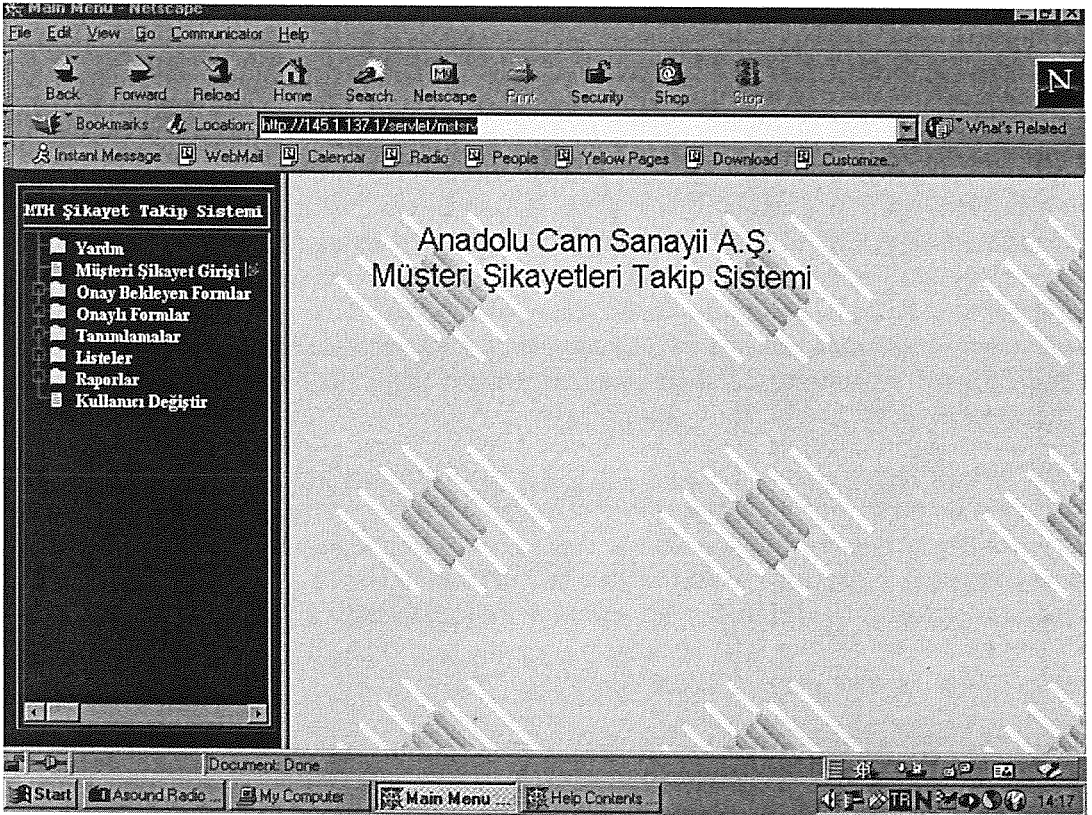


ŞİŞECAM

- o Müşterimizi kendi alanımızda tutma isteği.
- o Geleneksel yöntemlerle yürüttüğümüz müşteri ilişkisini elektronik ortama taşımamızın gereklerini yerine getirmek.(Güvenlik,büyüyebilirlik,erişebilirlik)
- o Yarattığımız talep ve beklenti artışını başarılı bir şekilde karşılamak ve bunu yaparken de kendi işimiz için ek yük değil,avantaj sağlamak.
- o 5 yıldır oluşan bölüm işleyişinin interaktif ortama uyarlanabilir olması.
- o Mevcut üstün Network ağıımızın varlığı.
- o Müşteri bilinçlenmesindeki artışla paralellik gösteren şikayet artışları.
- o Müşterinin kalitedeki beklentilerinin zaman içerisindeki artış trendi.
- o Müşteri tatminindeki hızda yavaşlama eğilimi.
- o Kurumsal bürokratik yazışmaların çokluğu.
- o İlgili birimler arasındaki iletişim gereği,yazışmalardan kaynaklanan aşırı kırtasiye kullanımı ve evrak dolaşımı.
- o Fabrikalar ve bölümleri arasında şikayet değerlendirilmesi ile ilgili çözüm yolları konusunda ortak veri tabanı ve bilgi birikiminin oluşturulamaması, paylaşılabilmesi.

2. Müşteri Şikayetleri İzleme Sistemi

İnternet tarayıcı programından <http://145.1.137.1/servlet/mstsrv> adresini yazarak Intranet/İnternet ortamdan sisteme bağlanılır.



Sistem herkese açık olmadığından güvenlik nedeniyle giriş, bir tür anahtar görevini gören "kullanıcı adı" ve "şifre" ile olur. Sisteme bağlanırken ekrana gelen pencerede user name kutusuna bü-



yük harf ile kullanıcı adınızı, password kutusuna da büyük harf ile şifrenizi yazmanız ve OK tuşuna basarak onaylamanız gerekir.

Cam Ambalaj Grubu Müşteri Teknik Hizmetleri Müdürlüğü ayrıca büyük müşterilerine kullanıcı adı ve şifre vererek <http://www.anadolucam.com.tr> adresinden veya doğrudan bağlantı ile "Müşteri Şikayeti Formu" doldurma olanağını verecektir.

Form akışı Cam Ambalaj Grubu Sektör Pazarlama Satış Müdürlükleri, Müşteri Teknik Hizmetleri Müdürlüğü ve Fabrikalar (Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Topkapı Fabrikası, Çayırova Fabrikası ve Mersin Fabrikası) arasında olacaktır.

Sistem, Novell işletim sistemi ve Netscape Web Sunucu yazılımı üzerinde Oracle veri tabanı ile bağlantıyı sağlayan java dili kullanılarak yazılmıştır. Sistemin üzerinde çalıştığı sunucu Şişecam Levent binasında bulunmaktadır.

Sistemi kullanacak kişilerin tanıtımı, yetki seviyelerinin saptanması, belirlenen yetki seviyelerinin bu kişilere atamasının yapılması, bu kişilere kullanıcı adı ve şifrelerinin verilmesi yine sistemi kullanmak amacıyla web ortamından büyük müşterilere kullanıcı adı ve şifre verilmesi işlemleri Cam Ambalaj Grubu MTH Müdürlüğü'nün denetimindedir.

"Müşteri Şikayetleri İzleme Sistemi" :

- 1- Müşteri Şikayetleri İzleme Formu
 - 2- Müşteri Şikayetleri Bilgi Formu
 - 3- Müşteri Şikayetleri Bilgi Formu Fab. Görüşü
 - 4- Müşteri Şikayetleri MTH'nin Değerlendirmesi
 - 5- Müşteri Şikayetleri Bilgi Formu Fab. Düzeltici Faaliyetleri
 - 6- Müşteri Şikayetleri Takip Sonuç Formu
- bölmelerinden oluşan 6 aşamalı bir sistemdir.

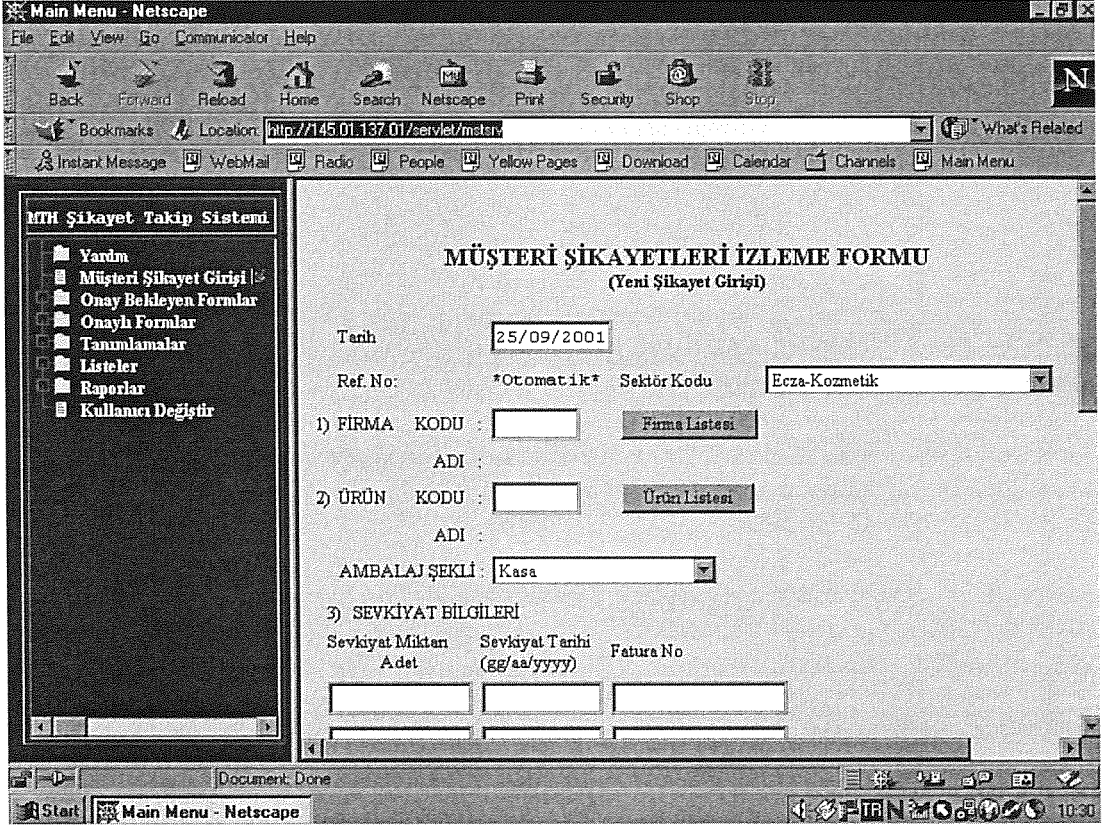
Sektör Pazarlama Satış Müdürlükleri kendilerine aktarılan şikayete ilişkin bilgiler doğrultusunda ana menüde Müşteri Şikayet Girişi altında bulunan Müşteri Şikayetleri İzleme Formu'nu doldurarak şikayetin sisteme girişini yaparlar.

3. Sisteme Giriş

3.1 Yeni Şikayet Formu:

Yeni Şikayet Formu Cam Ambalaj Grubu müşterilerinden gelen şikayetlerin sisteme girişinin yapıldığı formdur. Şikayet girme yetkisi Cam Ambalaj Grubu Sektör Pazarlama Satış Müdürlükle-

ri'nde veya Müşteri Teknik Hizmetler Müdürlüğü'ndedir. Sisteme girilirken kullanılan kullanıcı adı ve şifre bu form üzerinde şikayet girişi yapma yetkisi olup olmama durumunu belirler.



MTH Şikayet Takip Sistemi

- Yardım
- Müşteri Şikayet Girişi
- Onay Bekleyen Formlar
- Onaylı Formlar
- Tanımlamalar
- Listeler
- Raporlar
- Kullanıcı Değiştir

MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİ İZLEME FORMU
(Yeni Şikayet Girişi)

Tarih:

Ref. No: *Otomatik* Sektör Kodu:

1) FİRMA KODU :

ADI :

2) ÜRÜN KODU :


ADI :

AMBALAJ ŞEKLİ :

3) SEVKİYAT BİLGİLERİ

Sevkiyat Mikten Adet	Sevkiyat Tarihi (gg/aa/yyyy)	Fatura No
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3.1.1 Forma Nereden, Nasıl Gelinir?

- Büyük Müşteriler Cam Ambalaj Grubunun web sayfasından veya doğrudan internet yoluyla.
- Menüde bulunan "Müşteri Şikayet Girişi" kısmından.
- Form Bilgisi Giriş Ekranlarında "Bilgi Formu" ekranının sol üst köşesindeki  düğmesine basarak.

3.1.2 Form Nasıl Onaylanır?

Şikayet Girişi yapma yetkisi bulunan tüm kullanıcılar, formu onaylayabilir veya onaylanmış formların tekrar düzeltilmesi amacıyla onayını kaldırabilir.

3.2 MTH Bilgi Formu:

Müşteri Teknik Hizmetler Müdürlüğü, Müşteri Şikayetleri İzleme Formu'nda doldurulmuş olan bilgiler ışığında müşteri ile temas kurarak aldığı bilgiler doğrultusunda "Bilgi Formu"nu doldurur. Sistem üzerinde tanımlı kullanıcılar formu görebilir fakat MTH çalışanı değil ise forma bilgi girişi ve düzeltme yapamaz. Sistemin sağlıklı işlemesi bakımından bundan sonraki aşamayı oluşturan "Fabrika Görüş Formu" doldurulup onaylanmış ise geri dönülerek "Bilgi Formu" değiştirilemez.

Main Menu - Netscape

File Edit View Go Communicator Help

Back Forward Reload Home Search Netscape Print Security Shop Sign

Bookmarks Location: http://145.1.137.1/servlet/mstsv

Instant Message WebMail Calendar Radio People Yellow Pages Download Customize

MTH Şikayet Takip Sistemi

- Yanılm
- Müşteri Şikayet Girişi
- Onay Bekleyen Formlar
 - Onay Bekleyen Şikayet
 - Onay Bekleyen Bilgi Fo
 - Onay Bekleyen Fab. Gör
 - Onay Bekleyen MTH D
 - Onay Bekleyen Fab. Dii
 - Onay Bekleyen Sonuç
- Onaylı Formlar
- Tanımlamalar
- Listeler
- Raporlar
- Kullanıcı Değiştir

MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİ BİLGİ FORMU
(Düzeltilme)

Ref. No	20/73	Tarih	03/10/2001
Firma Kod	340722	Firma Adı	BIOFARMA İLAÇ SAN.VE TİC.A.Ş.
Ürün Kod	716715	Ürün Adı	150CC.STD. ECZA ŞİŞESİ

1) ŞİKAYETE ESAS ÜRÜN BİLGİLERİ

1.1 TESLİM TARİHİ	<input type="text" value="28/09/2001"/>	TESLİM MİKTARI (Ad)	<input type="text" value="35200"/>
1.2 SORUNUN SAPTANDIĞI TARİHTE KULLANILMAYAN STOK MİKTARI(Ad)	<input type="text" value="0"/>		
1.3 ÜRÜN KALİTE SPEKLERİ	<input type="text" value="Cam Ambalaj Genel Kalite S."/>		
1.4 ÜRETİM YERİ	<input type="text" value="TOPKAPI FABRİKASI"/>		



2) HASARA / SORUNA NEDEN OLAN HATALAR VE DAĞILIMLARI

Document Done

Start Asc 34 F SEM D: Doc... Doc... Doc... Ma...

11:42



3.2.1 Forma Nereden Nasıl Gelinir?

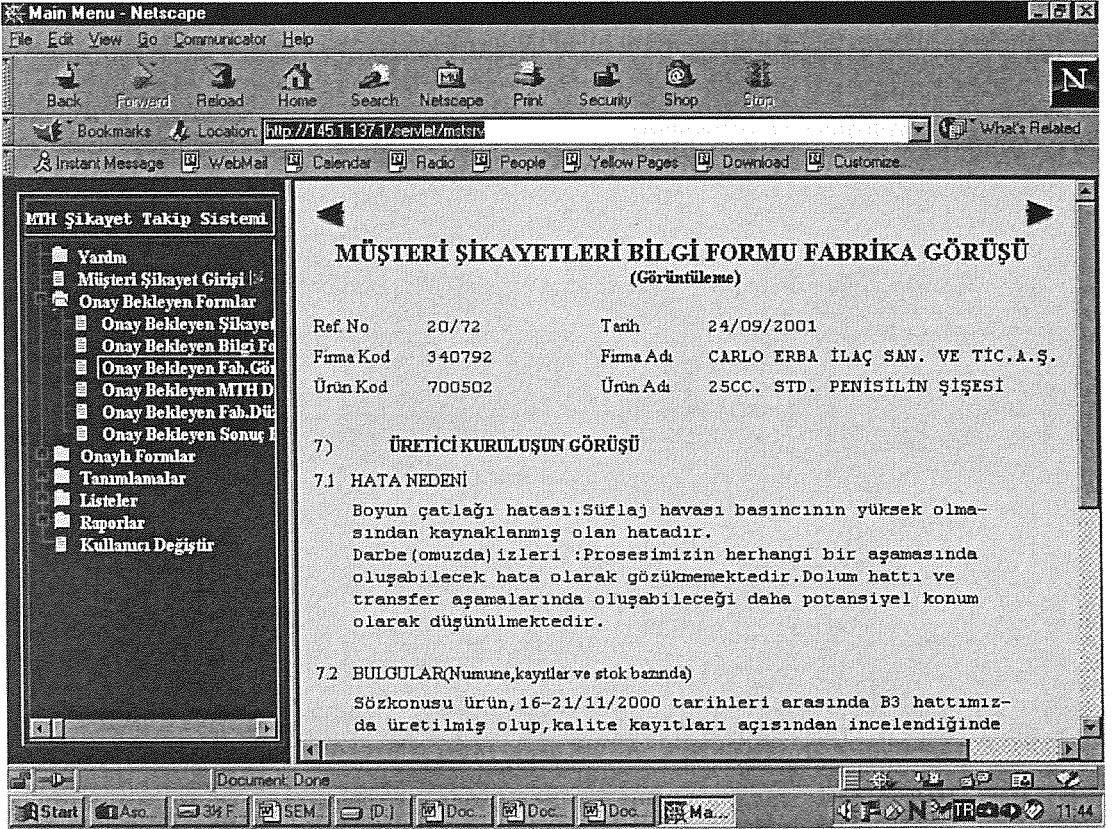
- Menüde "Onaylı Formlar" altında "Onaylı Bilgi Formları" kısmından gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile.
- Şikayet Formundaki sağ üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.
- Fabrika Görüş Formundaki sol üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.

3.3 Fabrika Görüş Formu:

Fabrika Görüş Formu fabrika çalışanı ve/veya Kalite Müdürü tarafından doldurulur. Her fabrika çalışanı, Kalite Müdürü ve/veya Fabrika Müdürü sadece kendi fabrikasına ait formları onaylayabilir, ama bilgi edinmek bakımından tüm fabrikaların "görüş formlarını" görebilir.

3.3.1 Forma Nereden Nasıl Gelinir?

- Menüde "Onay Bekleyen Formlar" altında "Onay Bekleyen Fab. Görüş Formları" kısmından gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile.
- Şikayet Formundaki sağ üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.
- MTH Değerlendirme Formu'ndaki sol üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.



3.3.2 Form Nasıl Onaylanır?



Fabrika Görüşü Formuna giriş yapma yetkisi bulunan tüm kullanıcılar formu **Düzeltilme** onaylayabilir veya onaylanmış formların tekrar düzeltilmesi amacıyla onayını kaldırabilir. Onay verileceği zaman "Müşteri Şikayetleri Bilgi Formu Fabrika Görüşü" ekranının sol üst köşesinde duran düğmesine basılarak form düzeltme moduna alınır. Tüm kilitli alanlar açılır ve gerekli görülen alanlarda düzeltme işlemi yapılarak en alt kısımdaki Onay kutusuna fare ile tıklanır ve formun onaylı duruma gelmesi sağlanmış olur. Daha sonra onay durumunun veritabanı üzerine kaydedilmesi için kaydet düğmesine basılır. "Müşteri Teknik Hizmetleri Değerlendirme Formu" onaylanmış ise "Fabrika Görüş" formu değiştirilemez.

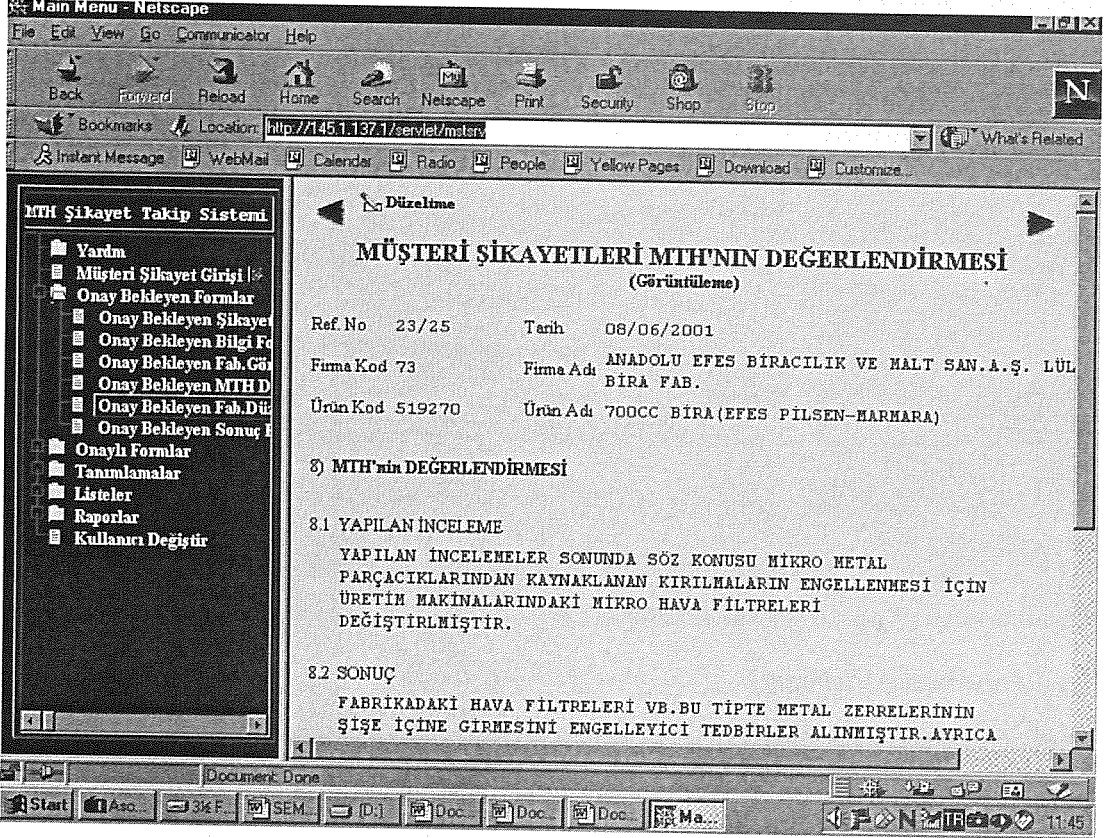
3.4 MTH Değerlendirme Formu:

Üretici kuruluş şikayet ile ilgili fabrika görüş formunu onayladıktan sonra MTH "Değerlendirme Formu"nu doldurur. Bu form Sektör Pazarla Satış Müdürlüklerinin "Müşteri Şikayetleri İzleme Formu" ile sisteme girişini yaptıkları şikayetin sonucunu takip ettikleri formdur. Fabrika Görüş Formu onaysız ise ve/veya Fabrika Sonuç Formu onaylı ise "MTH Değerlendirme Formu" değiştirilemez.

3.4.1 Forma Nereden Nasıl Gelinir?

- Menüde "Onaylı Formlar" altında "Onaylı MTH Değer. Formları" kısmından gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile.

- “Müşteri Şikayetleri Bilgi Formu Fabrika Görüşü” form ekranının sağ üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.
- “Fabrika Düzeltici Faaliyet Formu”ndaki sol üst köşede bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.



MTH Şikayet Takip Sistemi

- Yardım
- Müşteri Şikayet Girişi
- Onay Bekleyen Formlar
 - Onay Bekleyen Şikayet
 - Onay Bekleyen Bilgi Formu
 - Onay Bekleyen Fab. Görüşü
 - Onay Bekleyen MTH Düzeltme
 - Onay Bekleyen Fab. Düzeltme
 - Onay Bekleyen Sonuç Formu
- Onaylı Formlar
- Tanımlamalar
- Listeler
- Raporlar
- Kullanıcı Değiştir

MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİ MTH'NİN DEĞERLENDİRMESİ
(Görüntüleme)


Ref.No 23/25 Tarih 08/06/2001
Firma Kod 73 Firma Adı ANADOLU EFES BİRACILIK VE HALT SAN.A.Ş. LÜL BİRA FAB.
Ürün Kod 519270 Ürün Adı 700CC BİRA(EFES PILSEN-HARMARA)

8) MTH'nin DEĞERLENDİRMESİ


8.1 YAPILAN İNCELEME
YAPILAN İNCELEMELER SONUNDA SÖZ KONUSU MİKRO METAL PARÇACIKLARINDAN KAYNAKLANAN KIRILMALARIN ENGELLENMESİ İÇİN ÜRETİM MAKİNALARINDAKİ MİKRO HAVA FİLTRELERİ DEĞİŞTİRİLMİŞTİR.

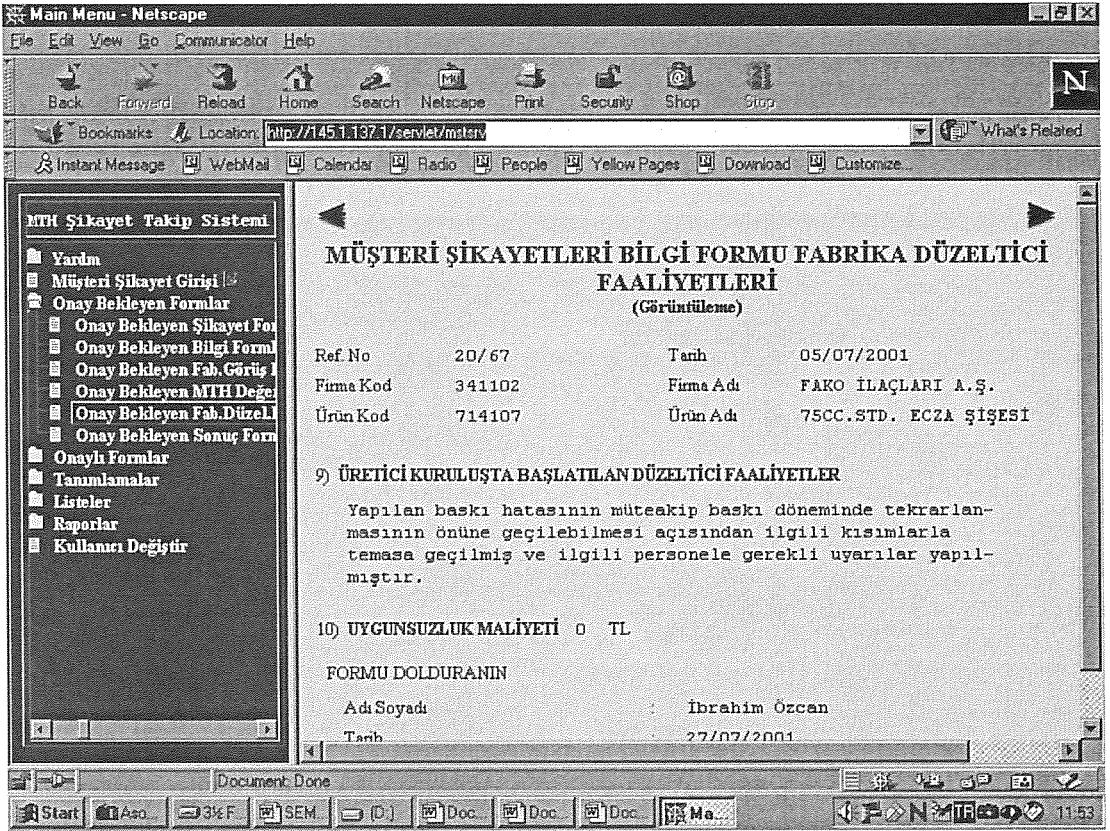
8.2 SONUÇ
FABRIKADAKİ HAVA FİLTRELERİ VB.BU TİPTE METAL ZERRELERİNİN ŞİŞE İÇİNE GİRMESİNİ ENGELLEYİCİ TEDBİRLER ALINMIŞTIR. AYRICA

3.5 Müşteri Şikayetleri Fabrika Düzeltici Faaliyetleri:

Müşteri Teknik Hizmetler Müdürlüğü Değerlendirme Formunu girip onayladıktan sonra üretici kuruluş şikayet ile ilgili başlattığı düzeltici faaliyet bilgilerinin girişini yapar. Bilgi girebilmek için görüntüleme modunda gelen formu  **Düzeltilme** düğmesine basarak düzeltme moduna almak gerekir. Bu aynı zamanda form üzerinde ilk aşamada kilitli gelen alanların üzerindeki kilidi kaldırmak demektir. “MTH Değerlendirme Formu” onaysız ise ve/veya “Sonuç Formu” onaylı ise form değiştirilemez.

3.5.1 Forma Nereden Nasıl Gelinir?

- Menüde “Onaylı Formlar” altında “Onaylı MTH Değer. Formları” kısmında gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile ulaşılan ekranın sağ üst köşesinde bulunan  düğmesine tıklamak yolu ile.
- Menüde “ Onay Bekleyen Formlar” altında “Onay Bekleyen Fab. Düzelt. Formları” kısmından gelen liste üzerinden referans numarası linkine tıklamak yolu ile.



3.5.2 Form Nasıl Onaylanır?

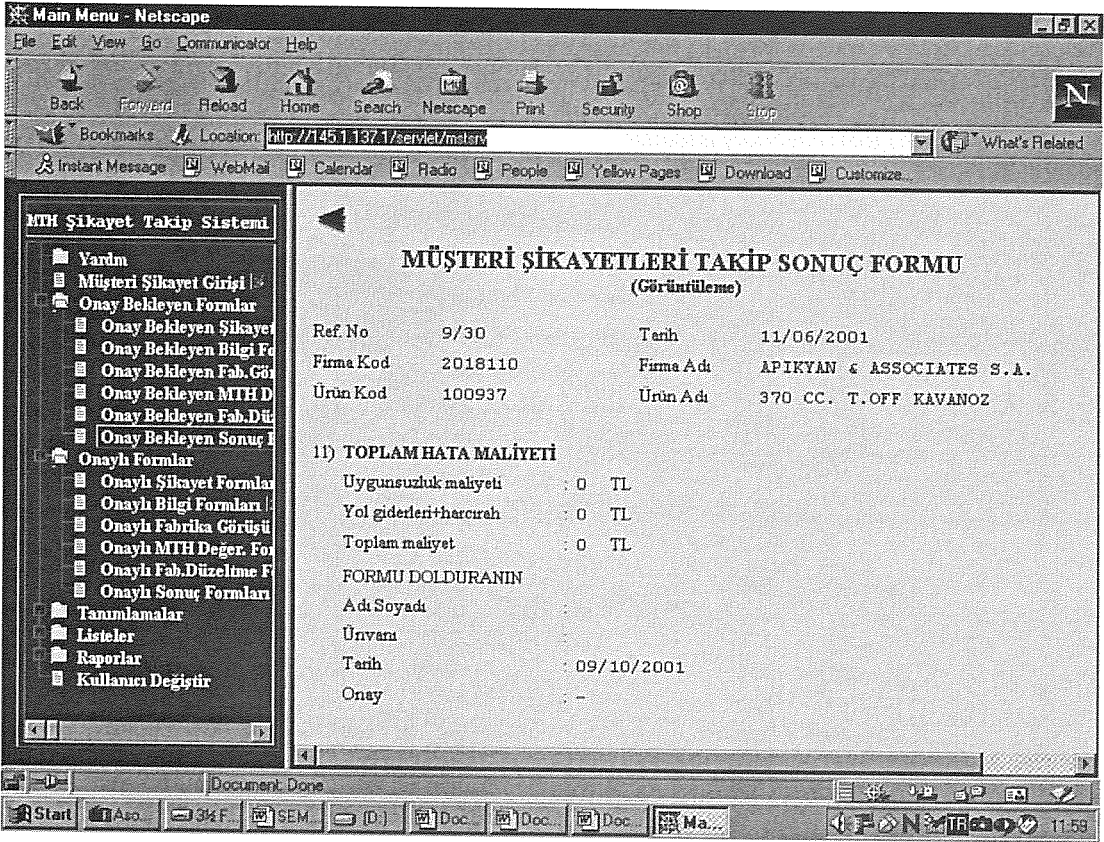
Formun onaylanması aynı diğer form onay kısımlarında olduğu gibidir. Formu dolduranın form üzerinde onay yetkisi vardır yine aynı şekilde onaylanmış formların tekrar düzeltilmesi amacıyla onayını kaldırabilir. Onay verileceği zaman "Form" ekranının sol üst köşede duran **Düzeltilme** düğmesine basılarak form düzeltme moduna alınır, tüm kilitli alanlar açılır ve en alt kısımdaki Onay kutusuna fare ile tıklanarak formun onaylı olması sağlanmış olur. Daha sonra bu yeni durumun veritabanı üzerine kaydedilmesi için kaydet düğmesine basılır.

3.6 Sonuç Formları

Müşterinin şikayeti ile başlayan, Satış-MTH-Üretici kuruluş ve sonunda MTH Müdürlüğü'ne gelen formun akışı adı geçen forma nihai bilgilerin girilmesi ile son bulur. Bu kısımda hatanın toplam maliyeti ortaya çıkar. Bu kısım MTH Müdürlüğü çalışanı tarafından doldurulur. Eğer "Fabrika Düzeltici Faaliyetleri Formu" onaysız ise "Sonuç Formu" üzerinde işlem yapılamaz.

3.6.1 Forma Nereden Nasıl Geliriz?

- Menüde "Onay Bekleyen Formlar" altında "Onay Bekleyen Sonuç Formları" kısmından, gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile.
Menüde "Onaylı Formlar" altında "Onaylı Sonuç Formları" kısmından gelen liste üzerinde referans numarası linkine tıklamak yolu ile.
- "Müşteri Şikayetleri Fabrika Düzeltici Faaliyetler" form ekranının sağ üst köşede bulunan **Düzeltilme** düğmesine tıklamak yolu ile.



MTH Şikayet Takip Sistemi

- Yardım
- Müşteri Şikayet Girişi
- Onay Bekleyen Formlar
 - Onay Bekleyen Şikayet
 - Onay Bekleyen Bilgi Fo
 - Onay Bekleyen Fab. Gö
 - Onay Bekleyen MTH D
 - Onay Bekleyen Fab. Dü
 - Onay Bekleyen Sonuç
- Onaylı Formlar
 - Onaylı Şikayet Formlar
 - Onaylı Bilgi Formları
 - Onaylı Fabrika Görüşü
 - Onaylı MTH Değer. Fo
 - Onaylı Fab. Düzeltme F
 - Onaylı Sonuç Formları
- Tanımlamalar
- Listeler
- Raporlar
- Kullanıcı Değişir

MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİ TAKİP SONUÇ FORMU
(Görüntüleme)

Ref. No	9/30	Tarih	11/06/2001
Firma Kod	2018110	Firma Adı	APIKYAN & ASSOCIATES S.A.
Ürün Kod	100937	Ürün Adı	370 CC. T.OFF KAVANOZ

1) TOPLAM HATA MALİYETİ

Uygunsuzluk maliyeti	0 TL
Yol giderleri+harcirah	0 TL
Toplam maliyet	0 TL

FORMU DOLDURANIN

Adı Soyadı	
Ünvanı	
Tarih	09/10/2001
Onay	-

4. Müşteri Şikayetleri İzleme Sistemi Raporları

Sistem hakkında sorgulama yapıp sonuçları almak için toplam 8 adet rapor mevcuttur. Raporlar kısmı açıldığında adı geçen 8 adet rapor menüde görünür. Buradan seçeneklerin üzerine fare ile çift tıklamak suretiyle istenilen rapor çalıştırılır.

İstenilen raporu almak için mutlaka menüdeki **Rapor** düğmesine basmak gerekir. Eğer kriter alanları doldurulmayıp sadece rapor düğmesine basılırsa seçilen rapor başlığı altında veri tabanındaki tüm bilgiler raporlanmış olur.

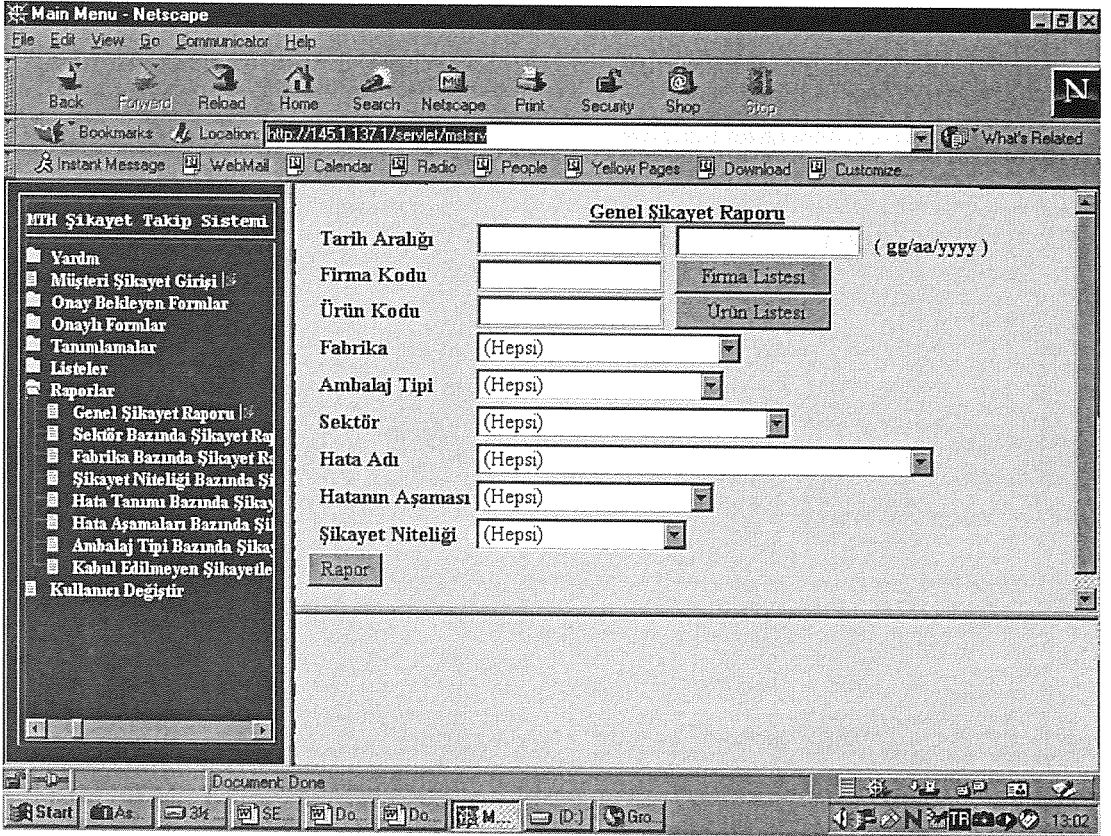
Raporla alınan tüm veriler raporun altında yer alan **Rapor (Excel)** ifadesi üzerine tıklamak suretiyle Excel ortamına aktarılabilir.

Genel Şikayetler Raporu seçilecek kriter aşamaları en fazla rapor olduğu için aşağıda özellikle anılmıştır. Bunun dışındaki raporlarda seçim alanları sadece iki tarih arasında ilgili konu başlığı altındaki verilerin tasnifi niteliğindedir.

4.1. Genel Şikayet Raporu:

Tarih Aralığı: Ekranda da belirtildiği gibi gg/aa/yyyy formatında bilgi girilmelidir. Bu alan boş geçilirse bu sistemin başladığı tarihten rapor tarihine kadarki geniş bir alandaki bilgileri alır.

Firma Kodu: Biliniyorsa klavyeden yazılır. Bilinmiyorsa Firma Listesi düğmesine tıklanarak gelen



Genel Şikayet Raporu

Tarih Aralığı: (gg/aa/yyyy)

Firma Kodu:

Ürün Kodu:

Fabrika:

Ambalaj Tipi:

Sektör:

Hata Adı:

Hatanın Aşaması:

Şikayet Niteliği:

listeden kodun üzerindeki linke basılır. Firma kodu boş geçilirse tüm firmalara ait veriler veri tabanı üzerinden raporlanır.

Ürün Kodu: Biliniyorsa klavyeden yazılır. Bilinmiyorsa Ürün Listesi düğmesine tıklanarak gelen listeden kodun üzerindeki linke basılır. Firma kodu boş geçilirse tüm ürünlere ait veriler veri tabanı üzerinden raporlanır.

Fabrika-Ambalaj-Sektör-Hata Kodu-Hata Aşaması-Hata Niteliği: Combo Box (seçimli liste)'tan seçilir. Bu alanlara belli kriterler girmek yerine hepsi seçeneği ile bırakılırsa veri tabanındaki söz konusu kriterlere ait tüm bilgiler raporlanmış olur.

5. Sistemin Maliyeti

Sistem yazılım ve donanım altyapısı olarak düşünüldüğünde yaklaşık 9.000 US\$ bir maliyet ile çalışır duruma getirilmiştir.

5.1 Sistemin Bugüne Kadar Ortaya Çıkardığı Yararlı Gelişmeler

- Müşteri şikayetleri ile ilgili iç yazışmaların büyük bir bölümü ortadan kalkmıştır.
- Şikayetlerin değerlendirilmesinde ve yanıtlanmasında belli bir standart oluşturulmuştur.
- Sistem işleyişte şeffaflığı ortaya çıkarmıştır.
- Her ilgilinin sistemi kesintisiz izleyebilirliği sağlanmıştır.
- Sistemin güvenilirliği kanıtlanmıştır.
- Sistemde hertürlü istatistiksel analizler ve raporlamalar yapılabilmektedir

- Şikayetlerle ilgili, fabrikalarda yapılan düzeltici faaliyetlerin takibi ve değerlendirilmesi yapılabilir-mektedir. (Ortak bilgi paylaşımı)
- Müşterilerle internet üzerinde doğrudan bağlantı kurulabilir bir alt yapı meydana getirilmiştir.
- Kurum kültürü içinde elektronik onay ile elektronik imza kavramı oluşturulmuştur.
- İletişim aksaklıklarından kaynaklanan yanıt alamama mazeretleri tamamen ortadan kalkmıştır.
- Müşteri nezdinde imaj sağlanmış ve prestij kazanılmıştır.
- Aynı günde şikayete cevap verme kabiliyeti sağlanmıştır.

5.2 Sistemin Devamı ve Geliştirilmesi İçin Kaçınılmaz Şartlar

- o Kullanıcılar; birbirleriyle işbirliğine açık (şeffaf) olmalıdırlar.
- o Kendi şartlarında bilgi entegrasyonunu tam olarak sağlamalıdırlar.
- o Elektronik formlarına düşen şikayeti zaman kaybetmeden anında değerlendirmeye çalışmalıdırlar.
- o Sistemi çok iyi ve tam olarak öğrenerek, verimli kullanabilmeyi başarmış olmalıdırlar.
- o Klasik şirket kültürü gelişiminde elektronik ortamın yararlarını anlatmaya çaba sarfetmelidirler.
- o Mevcut programın geliştirilmesi ve yeni teknolojik yararların programa eklenmesi ve uyarlan-masını sağlamalıdırlar (kullanıcıya e-posta ile otomatik bildirim ve görev takibi, müşteriye yanıtın doğrudan gönderilebileceği sayfa formatının oluşturulması vb..)

6. Sonuç

Bu tip uygulamaların yaygınlaşmasının ve başarısının İnternet'in iş dünyasına olan katkıları art-tıracağı ortadadır. Firmalar iş süreçlerini elektronik ortamda yürütecekler, bu sayede maliyetleri düşürecekler, yer ve zamandan bağımsız hale geleceklerdir. Bunu yapabilmek için kendi sistem-lerinde tanımlayabildikleri veya dış ortamlarda bulunan her türlü veriyi saklamak, sunmak, paylaş-mak ve etkin kullanmak durumundadırlar. İnternet, kullandıkları bilgi işlem altyapısı açısından bir-birinden farklılıklar gösteren ancak iş ilişkisi içinde olan bu işletmelerin veri alışverişinde bulun-malarında kullanabilecekleri ortak ve açık bir platform sunmaktadır. Bu tip çözümler düşünül-düğünde üç kriter çok önemlidir.

Hızlı Uyarılama: Projenizi ayağa kaldırmak için zamanı çok iyi kullanmanız gerekir. Stratejilerinizi oluşturduktan sonra sonuca hızla ulaşabilmeniz, tercih edeceğiniz yazılım platformuyla da yakı-nan ilgilidir.

Esneklik(Kurumsal çeviklik): En doğru stratejiyi oluşturursanız dahi projeyi tamamladığınız gün ortaya çıkacak yepyeni ekonomik, teknolojik veya benzeri bir gelişme bazı adımlarınızın değiş-mesine yol açabilir. Yazılım ve donanım platformlarınızın da esneklik konusunda önem taşımaktadır.

Büyüme: Geliştirdiğiniz çözümün küçük ölçekle başlayıp büyümesi ya da büyük ölçekle başlayıp küçülmesini isteyebilirsiniz. Bu durumda doğru yatırımları yapmak ve yatırımın geri dönüşünü görmek çok önemlidir. Aramanız gereken önemli özellikler; yüksek performans, düşük maliyet, kesintisiz hizmet, kolay ve etkili yönetim olmalıdır.

İş hayatı ya da hiç genelleme yapmaksızın girişimcilik, elektrik gücünden yararlanmaya başlandığı ilk zamanlardan ya da ilk montaj hattından bu yana hiç bu kadar büyük bir değişimle karşı kar-şıya kalmamıştı. İnternet'le birlikte herşey çok değişti ve değişmeye devam edecektir.



ŞİŞECAM

Dünya ticaretinin küreselleştiği günümüzde artık elektronik iş ve elektronik ticarete geçilip geçilmeyeceği değil, ne zaman ve ne şekilde geçilmesi gerektiği tartışılmalıdır. Bu alanda geç kalan şirketler ise rekabet trenini kaçıracaktlardır.

Biz de bu değişimde işleyişimizi nasıl kolaylaştırır ve verimli hale getiririz düşüncesiyle buna bir nebze de olsa ayak uydurmaya, söz konusu gelişmelerden esinlenerek müşteri şikayetlerinin değerlendirilmesinde faydalanmaya çalışıyoruz.

Teşekkür

Söz konusu çalışmalarda birlikte hareket ettiğimiz Bilgisayar Destek Hizmetleri Müdürlüğünden Sn.Canan Özcan'a, sistemin hazırlığından işleyişine kadar olan sürecin büyük bölümünde çalışmaları yürüten Sn. Aylin Erentürk'e ve bu çalışmaların fikir, yürütme ve uygulama alanlarında desteğini esirgemeyen Geliştirme Başkan Yardımcımız Sn.Mustafa Akay'a ve sistemin üzerinde çalıştığı yazılım programını oluşturmada gösterdiği çaba için Atlantis Yazılım Danışmanlık Bilgisayar ve Tic. Ltd. Şti.'den Sn.Turgut Bakal'a teşekkürlerimi sunarım.

ATIK ISIDAN ELDE EDİLEN BUHAR İLE SOĞUTMA

Aziz Mercan

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

Süreyya Poyraz

Camış Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.

Özet

Cam Elyaf Sanayii A.Ş. de "D Kanalının Açılması" Yatırımı ile birlikte toplam elektrik gücü ihtiyacı artmıştır. Bu ihtiyacı karşılayan Camış Elektrik A.Ş. - Çayırova Santrali kapasitesinin zorlanır hale gelişinin yanı sıra Cam Elyaf'ta da yeni jeneratör ve trafo satın alınması gereği ortaya çıkmıştır. Hem yüksek maliyetli bu yatırımlardan kaçınmak hem de elektrik sarfiyatının daha yüksek değerlere tırmanmasına engel olmak amacıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelik çalışmalara ağırlık verilmiştir. Cam Elyaf'ta elektrik tüketimi açısından önemli bir payı olan kompresörlü soğuk su üreteçlerinin yerine atık enerjiden elde edilen buhar ile çalışabilen absorpsiyonlu soğutma sistemine geçilmesine karar verilmiştir.

Genel olarak işletmelerin atık enerjilerinin değerlendirilmesi için kullanılan absorpsiyonlu su soğutma, ülkemizdeki uygulamalara bakıldığında yeni, ancak teori ve ilk uygulamaları dikkate alındığında uzun zamandır bilinen bir sistemdir. Bu sistem, düşük sıcaklıkta suyun kaynatılması, diğer ifade ile "evaporasyonu" sayesinde alçak enerji seviyesindeki kaynağın ısısının alınması esasına dayanır.

1. Giriş

Cam Elyaf'ta 2001 yılı D Kanalının açılması yatırımı ile birlikte mevcut elektrik enerjisi kaynakları açısından limitlerin aşılması sorunu gündeme gelmiştir. Fabrikada toplam kapasitesi 4200 kW olan jeneratörlerin, yaklaşık 3700 kW'tan 4800 kW'a çıkacak olan kritik yükleri karşılayamaması söz konusu olmuştur. Bu durumda sorun yeni bir jeneratör satın alınması ile çözülememekte aynı zamanda ilave trafo, tesis, mekan ve kablolama ihtiyaçlarını da karşılamak zorunluluğu doğmaktaydı.

Bu şartlar elektrik enerjisine alternatif kaynaklar ile çalışan sistemlerin araştırılmasını gündeme getirmiştir. Cam Elyaf Fabrikası'nda elektrik enerjisini önemli bir oranda soğutma kompresörleri tüketmekteydi. Dünyada uzun bir süreden beri bilinmekte ve kullanılmakta olan absorpsiyonlu soğutma sistemine geçerek elektrik enerjisine alternatif bir enerji kaynağı kullanımının yanı sıra atık ısı kaynağından yararlanmak düşüncesi doğmuştur. Bu aşamada ko-jenerasyon tesisinde, kuruluşu sırasında zorunlu görülmeyen atık ısı kazanı yatırımı da son derece cazip duruma gelmiştir.

2. Atık Buhar Üretim Sistemi

1990'lı yılların başlarından itibaren ülkemizdeki elektrik enerjisi üretiminde hiç bir yatırıma gidilmemesi, enerji talebindeki artışın %8'lerde olması ve dağıtım şebekelerindeki arızaların önüne geçilememesi elektrik enerjisi temininde kesinti ve kısıntılar yaşanılacağı endişesine neden olmuş, bunun sonucunda da Çayırova bölgesinde yerleşik tesislerimizdeki üretimin, bağlı oldukları



ŞİŞECAM

elektrik şebekesinde meydana gelen dalgalanma ve kesintilerden etkilenmemesi amacıyla bir elektrik üretim tesisi kurulmasına karar verilmiştir. O dönemde yapılan araştırmalar sonucunda çeşitli amaçlara en uygun bulunarak satın alınan iki adet WARTSILA (Finlandiya) marka 18 V 32 DF tipi diesel makina 19/05/1998 tarihinde devreye alınmıştır. Diesel Makinalar yaklaşık üç sene açık çevrim olarak,yani makinalardan çıkan egzost gazlarının doğrudan atmosfere verilmesi şeklinde çalıştırılmışlardır. Bu süre içerisinde makineler tam yükte çalışırken;

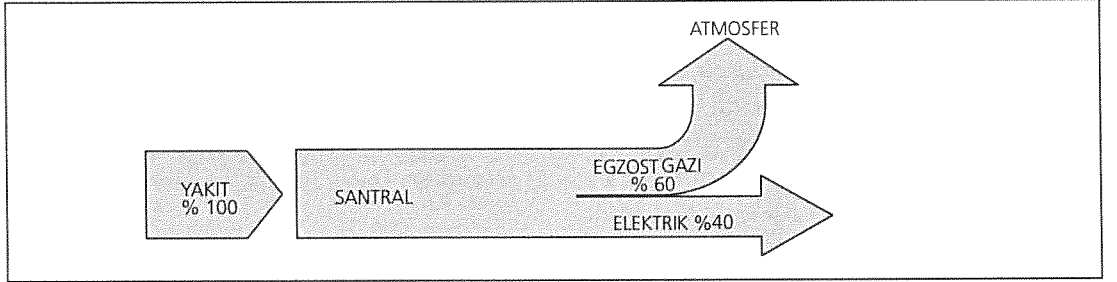
Doğal gaz yakılması durumunda;

- 400°C sıcaklığında,
- 10,2 kg/sn debide,

Kalorifer yakıtı yakılması durumunda;

- 340°C sıcaklığında,
- 13 kg/sn debide

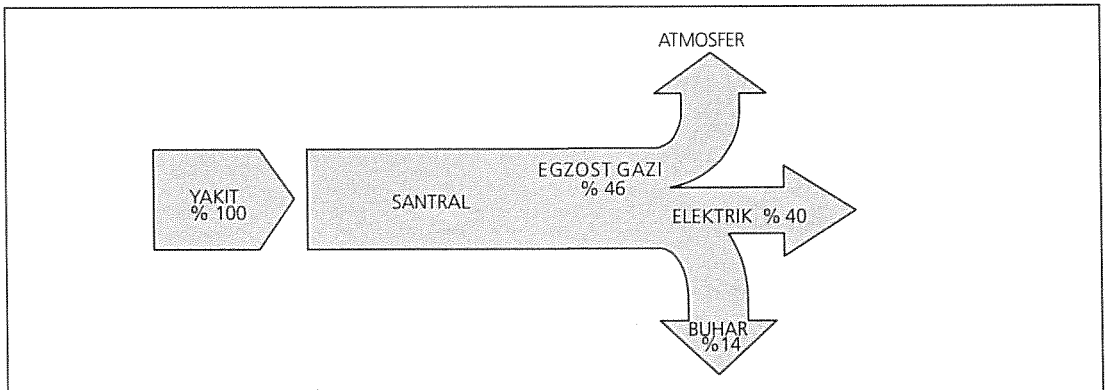
egzost gazından yararlanılamamıştır. Bu durum Şekil 1 den de görüldüğü gibi tesisin sadece %40 verimle çalışması demektir.



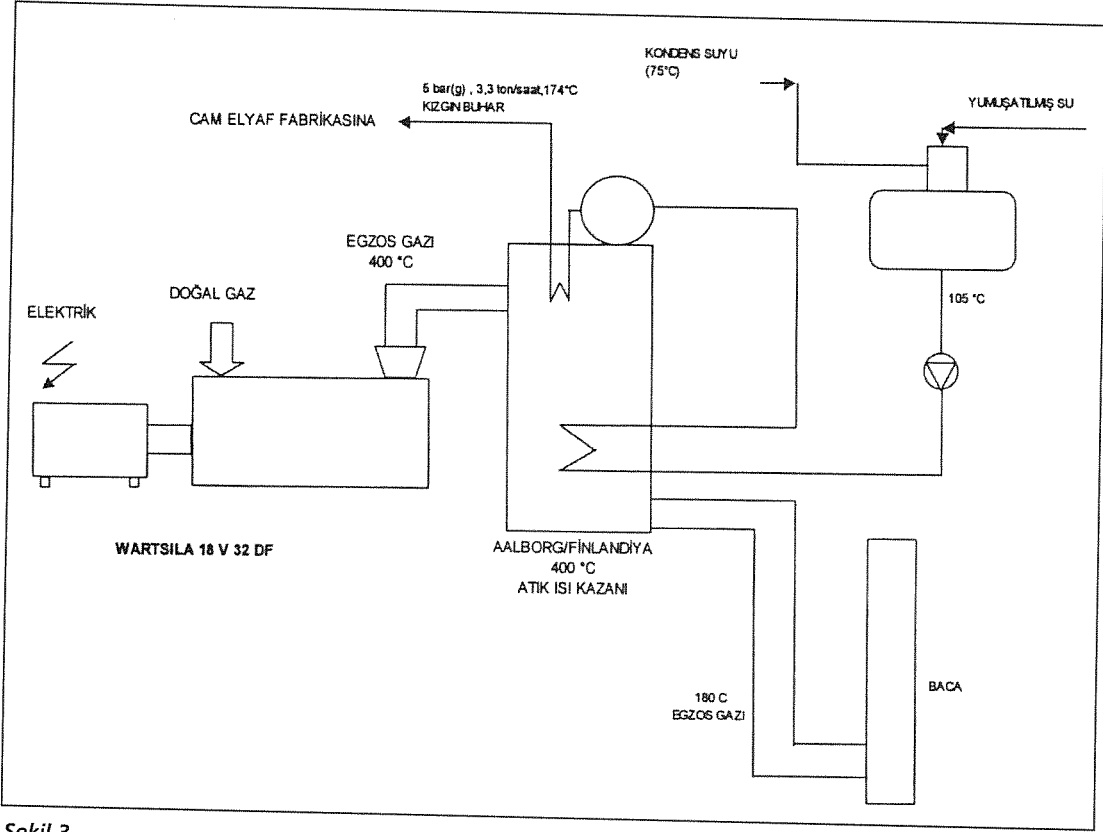
Şekil 1

Araştırmalar sonrasında Cam Elyaf'ın ihtiyaçlarına cevap vermek ve yukarıda özellikleri belirtilen baca gazlarından azami ölçüde yararlanmak amacı ile uygun kazanların alımı için çalışmalara başlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonrasında atık ısı kazanlarının "Aalborg Industries/Finlandiya " firmasından alınmasına karar verilmiştir.

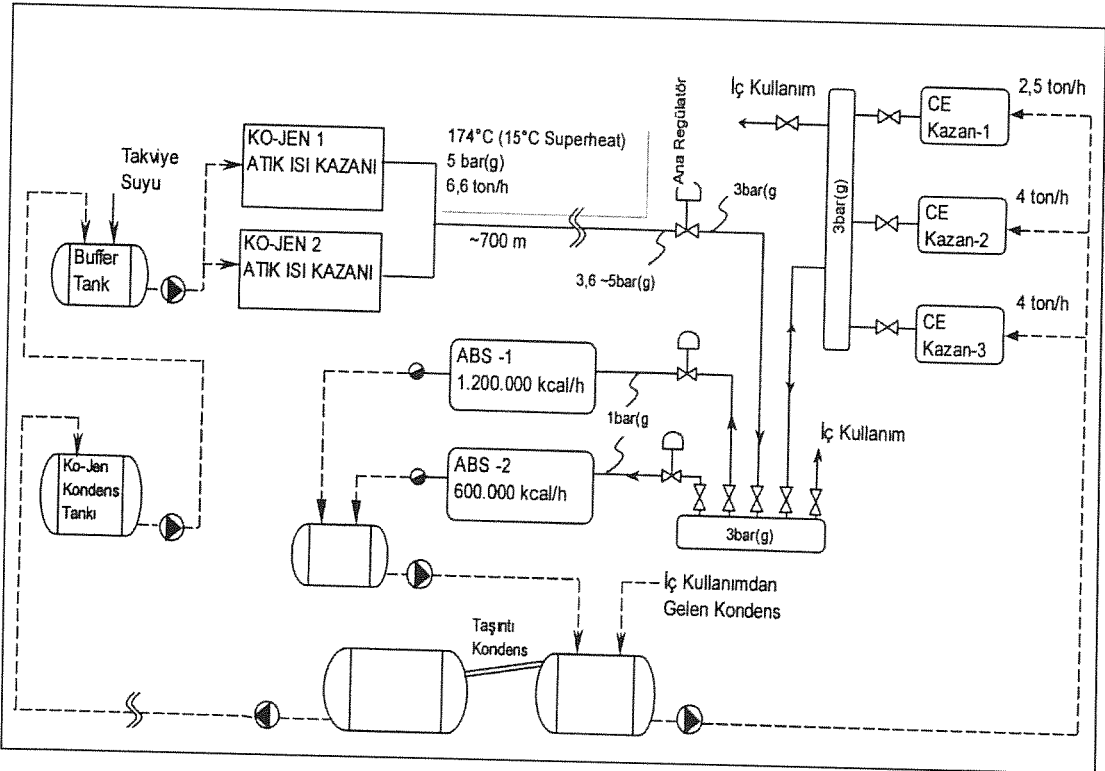
Kazanlarda üretilen buharın Cam Elyaf Fabrikası'nda kullanılması ile santralin toplam verimi %54'e çıkmıştır (Şekil 2).



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4

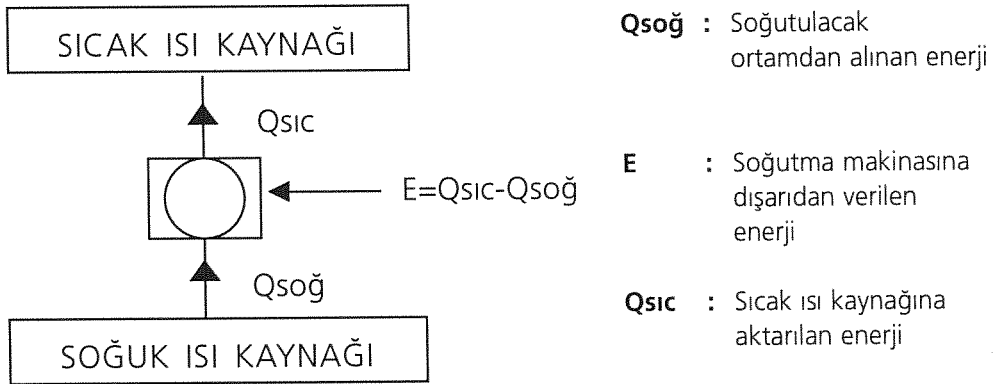
Cam Elyaf A.Ş.'de 3 bar(g) de doymuş buhar üreten, toplam 10.5 ton/h kapasiteli üç adet buhar kazanı mevcuttur. Cam İş Elektrik Çayırova Tesisleri'ndeki mevcut iki elektrik üreticine ait atık ısı kazanları ise hat kayıpları göze alınarak 5 bar(g) ve 174°C (15 °C kızdırılmış) de buhar üretecek şekilde dizayn edilmiştir (Şekil 3). İki adet atık ısı kazanından toplam 6.6 ton/h buhar elde edilebilmektedir. Bu kazanlardan gelen buhar, bir basınç düşürücü vasıtası ile Cam Elyaf Fabrikası'nın iç buhar sistemine iştirak ettirilmiştir. Herhangi bir nedenle ko-jenerasyon tesisindeki iki elektrik üreticiden biri veya ikisi devre dışı kaldığında veya atık ısı kazanlarında herhangi bir arıza meydana geldiğinde Cam Elyaf Kazan Dairesi'ndeki kazanlar otomatik olarak devreye girer ve sistemi beslerler (Şekil 4).

3. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri

İlk kez 1862 yılında Ferdinand Carre tarafından gerçekleştirilmiş olan absorpsiyonlu soğutma yöntemi, yirminci yüzyılın başlarında geniş kullanım sağlamış ancak soğutucu akışkan olarak amonyak kullanılan kompresörlü soğutma sistemlerinin gelişmesi ile gözden düşmüştür. Yirmi - yirmibeş yıl öncesine kadar soğutucu cihaz seçimi, piston veya santrifüj kompresörlü, hava ya da su soğutmalı kondenserli olarak yapılıyordu. Bu grupların tamamının enerji kaynağı elektrik, soğutucu gazları CFC veya HCFC bileşenli freon gazlarıydı. 1970 lerdeki petrol krizinin yarattığı değişim, projecilerin işlerini zorlaştırmaya başladı. Daha sonraki yıllarda enerji fiyatlarındaki sürekli yükseliş ve artan talep karşısında dikkatler yeni arayışlara çevrildi. Ko-jenerasyon uygulamalarında üretilen elektrik enerjisi yanında açığa çıkan atık ısısının, ısıtma işlemine ilave olarak, "absorpsiyonlu soğutma sistemleri" vasıtası ile soğutmada kullanılması mümkün hale gelmiştir.

3.1. COP Kavramı

Termodinamiğin ikinci kanununa göre sıcaklığı düşük olan bir ısı kaynağından, sıcaklığı yüksek olan bir ısı kaynağına ısı aktarabilmek için sisteme dışarıdan enerji verilmesi gereklidir (Şekil 5).



Şekil 5

Soğutma makinalarında soğutma işleminin performansını ifade etmek için "elde edilen soğutma enerjisinin kullanılan enerjiye oranı" anlamındaki COP (Coefficient of Performance) tanımı kullanılır.

$$COP = \frac{Q_{soğ}}{E} \dots\dots\dots(1)$$



ŞİŞECAM

Elektrikli soğutma kompresörlerinde enerji, sisteme elektrik motoru tarafından yapılan iş (W_{net}) dir. Bu makinalar için;

$$COP = \frac{Q_{soğ}}{W_{net}} \dots\dots\dots(2)$$

olarak tanımlanır.

Absorpsiyonlu soğutma gruplarında ise sisteme dışarıdan iş yerine buhar, sıcak su veya yakıt tarafından Q ısı verilmektedir. Böylece;

$$COP = \frac{Q_{soğ}}{Q} \dots\dots\dots(3)$$

olur.

3.2. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinin Sınıflandırılması

Absorpsiyon (soğurma) olayında, temas ettiklerinde biri diğeri tarafından absorbe edilen iki madde vardır. Absorbe eden maddeye absorban denir. Absorbanlar katı, sıvı veya gaz olabilir. Absorpsiyonlu soğutmada absorban sıvı, diğeri madde (soğutucu akışkan) ise absorbe edildiğinde gaz fazındadır. Absorpsiyonlu sistemlerde genellikle iki çeşit madde çifti kullanılır. Bunlardan biri lityum bromid-su çifti; lityum-bromid absorban, su ise soğutucudur. Diğeri ise su-amonyak çifti; su absorban, amonyak soğutucu akışkandır.

Günümüzde ticari uygulamalarda genellikle soğutucu akışkan (refrigerant) olarak su, soğurucu akışkan (absorban) olarak lityum-bromid kullanılmaktadır. Ancak bu tip akışkan çifti ile çalışan sistemlerin ürettiği suyun sıcaklığı belli bir dereceye kadar düşürülebilmektedir (genellikle 6 ~ 7°C civarı). Daha düşük sıcaklıklar için amonyak-su çifti ile çalışan sistemler uygundur. Amonyak-su çiftinde amonyağın buharlaşma gizli ısı daha düşük olduğundan bu makinaların hacmi oldukça büyük olmaktadır. Ayrıca bina içi uygulamalarda amonyak kullanımında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Kapasiteleri 150.000 ila 6.000.000 kcal/h arasında değişen üç grup LiBr-Su akışkan çiftli absorpsiyonlu soğutma sistemi vardır:

Tek Kademeli Sistemler: Bunlar ko-jenerasyon tesislerinde kullanılabilme olasılığı en yüksek tiplerdir. 1 bar(g) doymuş su buharı ya da sıcak su kullanılan modelleri vardır. Ortalama C.O.P. (Coefficient of performance) değerleri yaklaşık 0.7 kadardır.

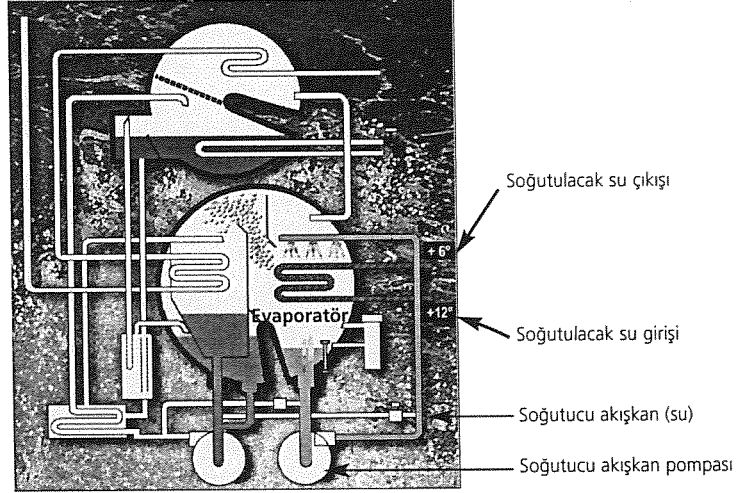
Çift Kademeli Sistemler: Enerji kaynağı olarak 8 bar(g) buhar kullanılır. C.O.P. değerleri 1,1-1,2 civarındadır. Bu modellerde lityumbromid - su çiftini birbirinden ayırması için iki ayrı ısı eşanjörü kullanılır. Bu modeller daha çok buhar türbini uygulamalarında kullanılır.

Direkt Yakıclı Sistemler: Genellikle doğalgaz ile çalışan, üzerindeki brülör ve kazan ile gereken ısı enerjisini üreten cihazlardır. C.O.P. değerleri 0,9 ila 1,2 arasındadır.

3.3. Nasıl Çalışır ?

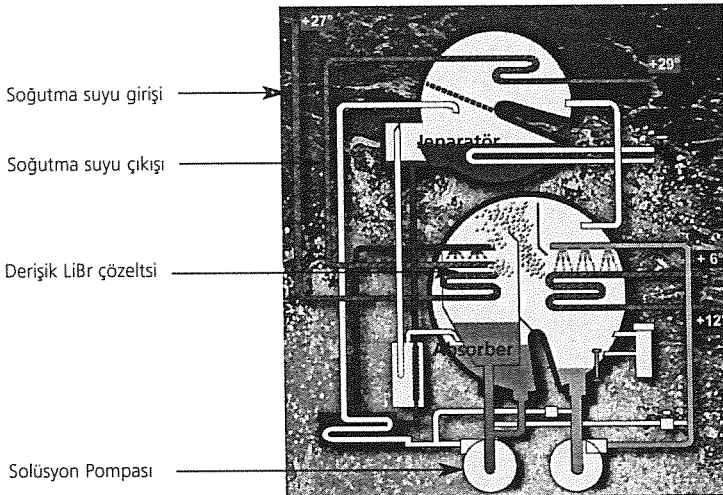
LiBr - su çifti ile çalışan bir absorpsiyonlu soğutma makinası 5 ana komponentten oluşur. Bu komponentler; evaporatör, absorber, ısı eşanjörü, jeneratör ve kondenser olarak adlandırılır. Bir absorpsiyon çevriminin aşamaları da bu komponentler içerisinde cereyan eden olaylar anlatılarak açıklanacaktır.

Evaporatör Safhası: İçerisinde soğutulan suyun sirküle ettiği boru demeti üzerine soğutucu akışkan (refrigerant) olarak kullanılan su spreyleir . Şekil 6a da alt kısımda görülen büyük tank yüksek bir vakum (yaklaşık 1 kPa mutlak basınç) altındadır. Soğutucu akışkan olarak kullanılan suyun, bu basınç ile karşılaştığı anda bir kısmı hemen buharlaşır ve kalan kısmı soğur. Bu esnada boru demeti içerisinden geçen suyun ısıısını alarak indirekt olarak soğumasını sağlar. Şekil 6a da görülen soğutucu akışkan (refrigerant) pompası soğutucu akışkanın evaporatör içerisindeki sirkülasyonunu sağlar.



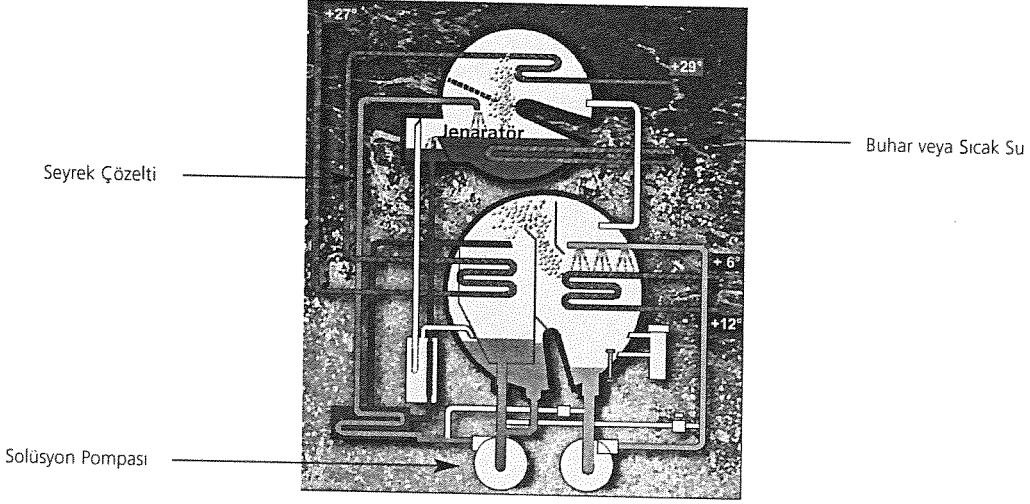
Şekil 6a

Absorber Safhası: Evaporatörde buhar fazına geçen suyu tekrar çevrime dahil edebilmek maksadı ile suya karşı ilgisi yüksek olan LiBr kullanılır. Derişik LiBr çözeltisi, şekil 6b de görülen jeneratör kısmından basınç farkı (üst tankta mutlak basınç yaklaşık 10 kPa dır) ve yer çekimi etkisi ile absorber kısmına gelerek içerisinden soğutma suyu geçen boru demeti üzerine spreyleir. Bu esnada bir yandan evaporatörden gelen su buharı derişik olan çözelti tarafından absorbe edilirken bir yandanda da reaksiyon sonucu açığa çıkan ısı enerjisi soğutma suyu tarafından alınır. Soğutma suyu genellikle bir soğutma kulesi vasıtası ile temin edilir.



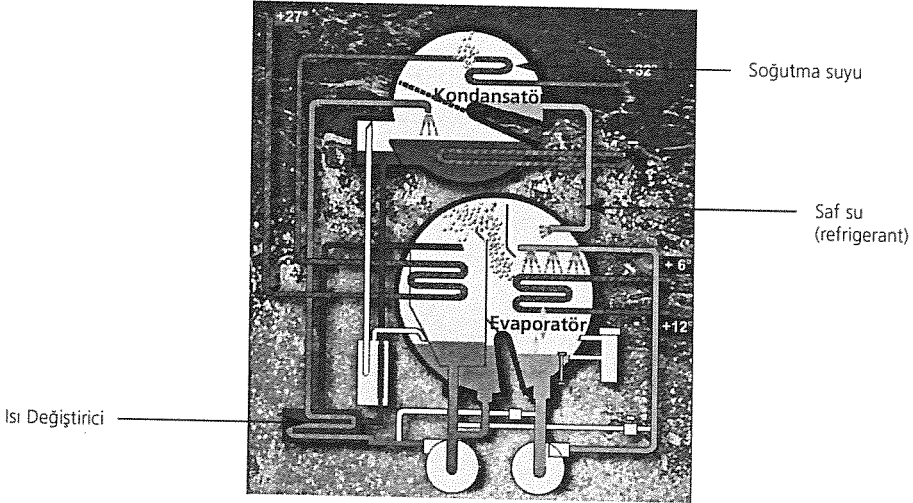
Şekil 6b

Jeneratör Safhası : Absorberden solüsyon pompası vasıtası ile üst tanktaki jeneratör kısmına pompalanan seyreltik çözelti, içerisinde buhar veya sıcak su geçirilen bir boru demeti vasıtası ile ısıtılır. Böylece absorbe edilmiş olan suyun çözeltiden ayrılması sağlanmış olur. (Şekil 6c)



Şekil 6c

Kondenser Safhası: Jeneratörde buharlaşan su kondenser kısmından geçen soğutma suyu devresi aracılığı ile yoğunlaştırılarak Şekil 6d'de görülen üst tankın sağ alt kısmında toplanır ve buradan bir boru ile evaporatör kısmına boşalır.



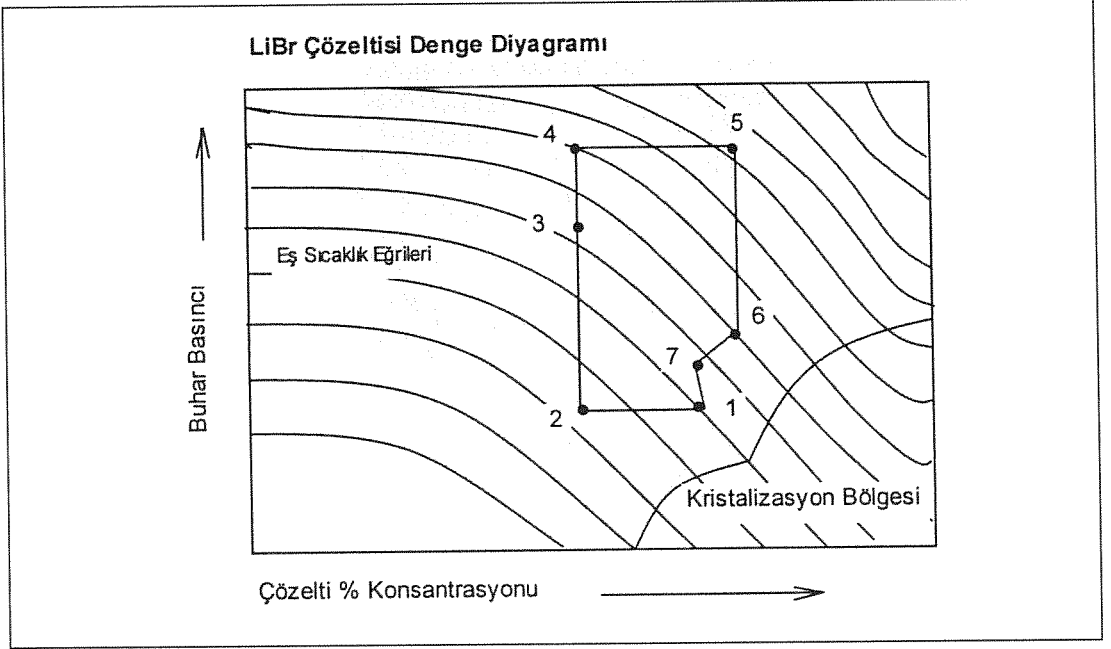
Şekil 6d

Isı Değiştiricisi: Jeneratörden absorbere gelen derişik çözeltinin soğutulmasını ve absorberden çözelti pompası vasıtası ile jeneratöre gönderilen seyreltik çözeltinin ısınmasını sağlayan komponenttir (Şekil 6d). Bu sayede kullanılan buhar ve soğutma suyu enerjileri azaltılarak çevrimin verimi arttırılmış olur.

3.4. LiBr Denge Diyagramı

Absorpsiyon makinası çevrimi denge diyagramı üzerinde 7 nokta ile gösterilir. Şekil 7 den sıcaklık, basınç ve konsantrasyon değerleri elde edilebilir. Diyagram üzerindeki her nokta ve araların-

da çizilen çizgiler şu şekilde açıklanabilir:



Şekil 7

1 Noktası: Refigerantın absorbe edilmeye başlandığı andaki kuvvetli solüsyon hali.

2 Noktası: Absorberi terk edip ısı değiştiricisine girmekte olan zayıf solüsyon hali. 1 - 2 arası çizgi evaporatörden gelen su buharının absorbe edilmesi dolayısı ile konsantrasyon değerindeki azalmayı temsil eder.

3 Noktası: Isı değiştiricisi çıkışındaki zayıf solüsyon hali. 2 - 3 çizgisi solüsyonun ısı değiştiricisi içerisinden geçerken kazandığı ısı enerjisini temsil eder.

4 Noktası: Isıtılmak üzere jeneratöre girmekte olan zayıf solüsyon hali. 3 - 4 çizgisi solüsyonun kaynamaya başlaması için alması gereken ısı miktarını temsil eder.

5 Noktası: Jeneratörü terk etmekte olan kuvvetli solüsyon hali. 4 - 5 çizgisi solüsyon içerisinde ayrılacak olan su miktarının buharlaşması için verilen ısı miktarını temsil eder.

6 Noktası: Isı değiştiricisini terk etmekte olan kuvvetli solüsyon hali. 5 - 6 çizgisi konsantrasyonu hiç değişmeden ısı değiştiricisi içerisinden geçen solüsyon akışını (verdiği ısı miktarını) temsil eder.

7 Noktası: Absorberdeki spray nozullarına girişteki kuvvetli solüsyon hali.

4. Absorpsiyonlu Soğutma Makinalarının Seçimi

Klasik pistonlu tip bir elektrikli soğutucuda yaklaşık olarak COP = 2.9, tek kademeli bir absorpsiyonlu soğutucuda COP = 0.7, çift kademeli absorpsiyonlu soğutucuda COP = 1.1, direkt yakmalı bir absorpsiyonlu soğutucuda COP = 1.1 civarındadır.



ŞİŞECAM

Tablo 1 de 10^6 kcal/h soğutma gücünde, $+7^{\circ}\text{C}$ de soğuk su üretmekte olan üç tip absorpsiyonlu makina ile kompresörlü soğutma sistemi 1 saatlik enerji maliyeti yönünden kıyaslanmaktadır. Buna göre en avantajlı görünen "çift kademeli absorpsiyon makinaları" 8 bar(g) çalışma basıncına ihtiyaç duymaktadır. Oysa yukarıda bahsedildiği gibi Cam Elyaf'ın mevcut buhar şebekesi 3 bar(g) basınçta çalışmaktadır. Dolayısı ile ko-jenerasyon tesisindeki herhangi bir arızada Cam Elyaf'ın kazanları devreye girerek sisteme buhar beslemesi yapamayacaktır. Ayrıca çift kademeli makinaların Türkiye'de başarı ile çalıştırıldığına dair örnek bir referans bulunamamıştır.

Tablo 1

Soğutma Sistemi	Enerji Türü	C O P	Gereken Güç (kcal/h)	1 Saatlik Harcam	Enerji Birim Maliyeti	Enerji Bedeli (\$/h)
Pistonlu Kompresörler	Elektrik	2,9	$10^6/2,9=3,4*10^5$	$3,4*10^5/860=401\text{kWh}$	0,06\$/kWh	24,1
Tek Kad. Abs. Mak.	Buhar	0,7	$10^6/0,7=1,4*10^6$	$1,4*10^6/500=2857\text{kg/h}$	0,014\$/kg-buhar	40,3
Tek Kad. Abs. Mak.	Atık Buhar	0,7	$10^6/0,7=1,4*10^6$	$1,4*10^6/500=2857\text{kg/h}$	0,002\$/kg-buhar	6,0
Çift Kad. Abs. Mak.	Buhar	1,1	$10^6/1,1=9,1*10^5$	$9,1*10^5/500=1818\text{kg/h}$	0,014\$/kg-buhar	25,8
Çift Kad. Abs. Mak.	Atık Buhar	1,1	$10^6/1,1=9,1*10^5$	$9,1*10^5/500=1818\text{kg/h}$	0,002\$/kg-buhar	3,9
Direkt Yak. Abs. Mak.	Doğal Gaz	1,1	$10^6/1,1=9,1*10^5$	$9,1*10^5/8250=110\text{sm}^3/\text{h}$	0,155\$/sm ³ -D.G	17,4

Notlar:

1. Bu hesaplamalarda makinaların yan ekipmanlarının (hava veya su soğutmalı kondenser gibi ısının ortama aktarıldığı üniteler) enerji ve diğer giderleri dikkate alınmamıştır.
2. Absorpsiyonlu soğutucular için ~ 0.3 \$/h iç elektrik enerji harcamı son sütuna ilave edilmiştir.

Atık buhar mevcut olmayan yerler için Direkt Yakmalı Sistemler düşünülebilir. Ancak referans araştırmalarının yapıldığı tarihler itibarı ile bu makinaların da ülkemiz sınırları içerisinde başarı ile çalıştırıldığına dair herhangi bir örnek bulunamamıştır.

Bahsedilen etkenler doğrultusunda Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de her biri 600.000 kcal/h kapasiteli üç adet mevcut elektrikli soğutucunun fonksiyonunu yerine getirmek üzere, biri 600.000 kcal/h diğeri 1.200.000 kcal/h kapasiteli iki adet "tek kademeli absorpsiyonlu soğutma makinası"nın Alarko -Carrier firmasından alınmasına karar verilmiştir.

5. Yatırımın Parasal Analizi

Absorpsiyonlu Soğutma Grupları ve Atık Isı Kazanı tesisleri yatırım tutarı yaklaşık 690.000 \$ kardır. Ancak bu sayede Cam Elyaf'ta tahmini bedeli 770.000 \$ tutan ilave jeneratör, trafo, pistonlu soğutma kompresörü ile şalt tesisine yapılacak yatırımlardan kaçınılmıştır. Yani bu alternatif değerlendirilmekle ilk yatırım giderleri 80.000 \$ azaltılmıştır.

Sistemlerin kurulması ile ortaya çıkacak olan yıl bazındaki getiriler aşağıda görülmektedir :

Buhar ile yapılan ısıtma için
yıllık yakıt gideri 301.000 \$
Soğutma kompresörlerinin



Yıllık elektrik enerji gideri	169.000 \$
Soğutma kompresörlerinin yıllık bakım gideri	35.000 \$
Yatırım öncesi durum için yıllık giderler toplamı	505.000 \$
Absorpsiyonlu soğutma makinalarının beklenen yıllık enerji gideri	73.000.\$
Absorpsiyonlu soğutma makinalarının yıllık bakım giderleri	3.000 \$
Yatırım sonrası durum için yıllık giderler toplamı	76.000 \$
Enerji ve bakım giderlerindeki beklenen yıllık azalma	429.000 \$

6. Absorpsiyonlu Soğutma Sistemlerinde Dikkate Alınması Gereken Notlar

6.1. Kristalizasyon

Bu çevrimde, lityum bromid çözeltisinin kristalize olması gibi önemli bir riskten bahsedilir. Kristalize olmak demek, çözeltinin katılaşması ve akıcılığını yitirmesi anlamına gelmektedir. Şekil 2 de LiBr-Su çiftine ait basınç-% konsantrasyon diyagramının alt bölümündeki eğri, kristalizasyon eğrisidir. Prosesin herhangi bir aşamasında bu eğrinin altında kalan bölgeye inilmemelidir. Yani çözeltinin derişiminin çok yüksek ve sıcaklığının çok düşük olması hallerinde kristalizasyon riski mevcuttur.

Ancak günümüzün gelişen teknolojisi sayesinde önde gelen üretici firmalar bu problemin ortaya çıkmasını hemen hemen imkansız kılacak önlemler almışlardır.

6.2. Buharın Kızması (Superheat Olması)

Kuruluk derecesi = 1.0 olan doymuş buharın, regülatörden geçirilerek kısılması durumunda regülatör çıkışında, daha düşük basınçta kızgın buhar elde edilir. Kızma (superheat) diye isimlendirilen bu olayda buharın sıcaklığı, o basınçtaki buharın doyma sıcaklığından yüksektir. Bu yüksek sıcaklık, sistemi termal gerilmelerle zorlayacağı, buharın kızması ise doymuş buhar için tasarımılandırılmış absorpsiyonlu makinalarda soğutma performansını düşüreceği için istenmez. Önlem olarak, regülatör çıkışında buharın içine su püskürtülerek, sıcaklığı doyma sıcaklık değerine düşürülür (desuperheating).

6.3. Su Soğutma Kulesi

Absorpsiyonlu sistemler su soğutmalıdır ve soğutma su giriş sıcaklığı 29°C civarındadır. Bu değeri kapalı tip su soğutma kulelerinden sağlamak mümkün olmadığı için genellikle su sarfiyatı fazla olan açık tip su soğutma kuleleri kullanmak gerekir. Bu noktada sarf edilecek su miktarı önceden dikkate alınmalıdır.



ŞİŞECAM

Üzerinde titizlikle durulması gereken bir başka konu da su şartlandırmasıdır. İyi şartlandırılmamış su kullanımında zaman içinde borularda birikintiler oluşacağından ısı transferi kötüleşecek ve makinanın performansı düşecektir.

7. Sonuç

Absorpsiyonlu soğutma, topluluğumuzda ilk defa uygulanmıştır. Rekabetin şirketlerin sınayi maliyetlerini azaltmaya yönelttiği bu dönemlerde, absorpsiyonlu soğutma uygulaması, kojenerasyon sistemlerinin artmasıyla birlikte daha da önem kazanacaktır. Bazı şirketlerde, diesel makinaların 80°C civarındaki soğutma sularını atık ısı kaynağı olarak kullanıp başarıyla çalışan sistemler de vardır.

İşletme maliyetlerini daha azaltmak ve su sarfiyatından kaçınmak için açık sistem su soğutma kulesi yerine deniz suyundan faydalanmak veya son yıllarda gelişmekte olan ısıyı toprağa aktarmak gibi çözümler üzerinde düşünmek mümkündür. Bu sistem kurulurken bahsedilen bu yöntemlerle ilgilenilmiştir. Fakat Türkiye’de enerji sektöründeki büyük firmaların bu alanlarda henüz ciddi boyutta faaliyet göstermemesi, konuyla ilgili çalışmaların akademik bazda yaygın olmaması, konularda bazı uygulamalara rastlanmasına rağmen sanayide güven veren referansların olmaması ve ihale dönemindeki zaman kısıtı dolayısıyla bu konuda somut bir adım atılamamıştır.

Deniz suyundan faydalanmak veya ısıyı toprağa aktarmak gibi konulardaki çalışmalar sadece absorpsiyonlu sistemler için değil, üretim yapan çoğu şirketimizde gerekli olan 30 ~ 35 °C soğutma suyu elde etme yöntemi olarak, sanayide öncü kuruluşlardan biri olan topluluğumuzun araştırması gereken konulardan biridir.

Bu çalışma esnasında önemi daha iyi anlaşılan bir konuyu burada vurgulamakta yarar vardır. Elektrik enerjisi tüketen her makina veya ekipmanın yatırımında gözden kaçırılmaması gereken önemli bir nokta, çoğu şirketlerimizde yılda birkaç saatten daha fazla çalışmayan ancak kesintisiz beslenmesi gereken kritik elektrik makinaları açısından da bulundurulması zorunlu olan jeneratörlerdir. Kesintisiz elektrik enerjisine ihtiyaç duyan her sistem için ilk yatırım maliyeti ile enerji maliyetleri arasındaki dengeyi oluştururken elektrik enerjisinin yalın fiyatı yanısıra yeni bir jeneratör yatırımı zorunluluğu doğmasındaki payı da unutulmamalıdır.

8. Kaynaklar

1. Mc Graw Hill, Perry’s Chemical Engineers’ Handbook. 1987, p.12-39 / 12-42
2. Oğuz Aydoğdu, Absorpsiyonlu Su Soğutma Grupları. Alarko-Carrier
3. A.Öztürk, A.Kılıç, Termodinamik Problemleri. Kipaş Dağ., 1984, p.109
4. E.Erdem, Absorpsiyonlu Soğutma Sistemleri (Bitirme Tezi). Y.T.Ü., 2001
5. İnternet a) www.alarko-carrier.com.tr b) www.trane.com

REJENERATÖR REFRAKTERLERİ İÇİN TESTLER

Dr. Eşref Aydın

TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

E.Burak İzmirlioğlu

Trakya Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Trakya Fabrikası

Prof. Dr. Serdar Özgen - Doç. Dr. Onuralp Yücel

I.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

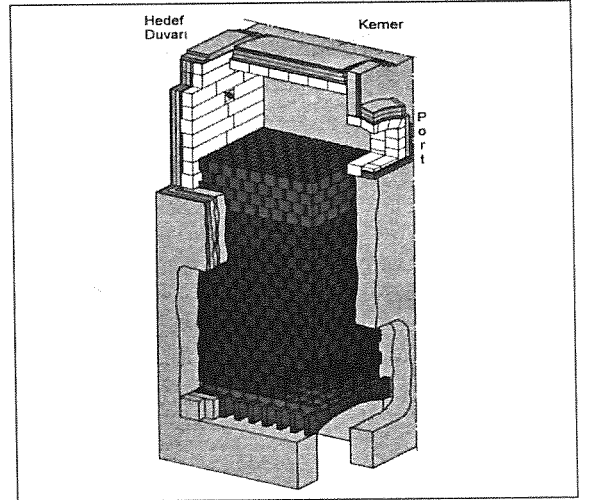
1. Projenin Amacı

Çalışmanın amacı cam ergitme fırını rejeneratörlerindeki atmosferi simule edecek bir test düzeneği kurmak. Rejeneratör üst yapı refrakterlerini test edebilecek bir deney sistemi geliştirmek ve deney sisteminde test edilen refrakterlerin çeşitli analiz yöntemleriyle performanslarını değerlendirmek olarak belirlenmiştir.

2. Rejeneratörler

Cam ergitme fırınlarının akciğeri olarak nitelendirilebilen rejeneratörler atık gazların içinden geçtiği, yakma havasının verildiği, dolgu malzemelerinin barındığı kemer ve duvarlardan oluşan bir yapıdır.

Rejeneratörlerin fırın yatırımı içindeki payı çoğumuzun tahmin edemeyeceği kadar yüksektir.

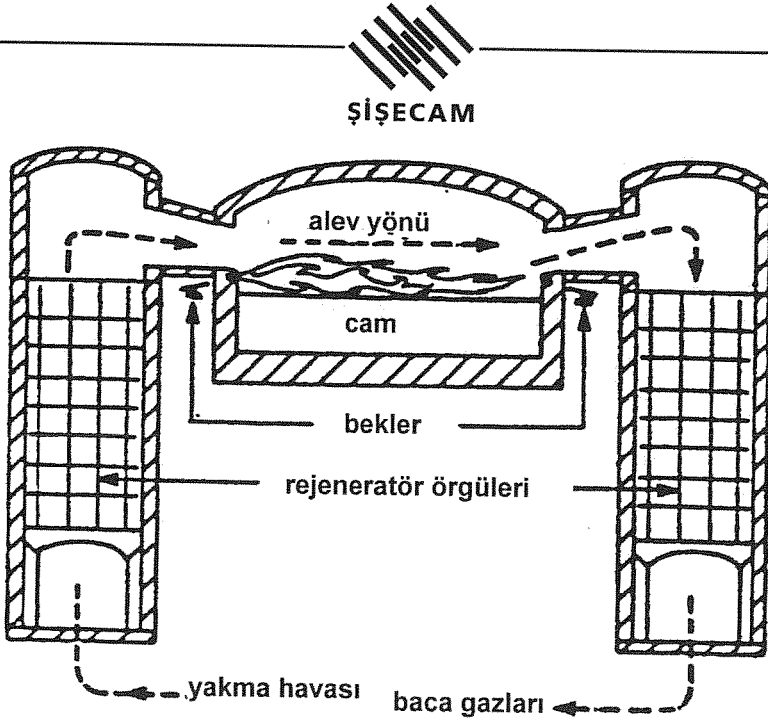


Şekil 1. Rejeneratör kesiti

	Fırın		Rejeneratör	
	Yatırım	Ağırlık	Yatırım	Ağırlık
Şişe fırını	%45	%30	%55	%70
Float fırını	%45	%25	%55	%75

Arkadan ya da yandan ateşlemeli fırınlarda rejeneratörler aynı prensipler çerçevesinde çalışır. Alta 600°C ile örgü üstlerinde 1500°C'ye varan sıcaklık koşulları mevcuttur.

Fırından taşınan yanma gazları beraberinde cam harmanı bileşenlerini de rejeneratöre aktarır. (Tozuma= Carry over)



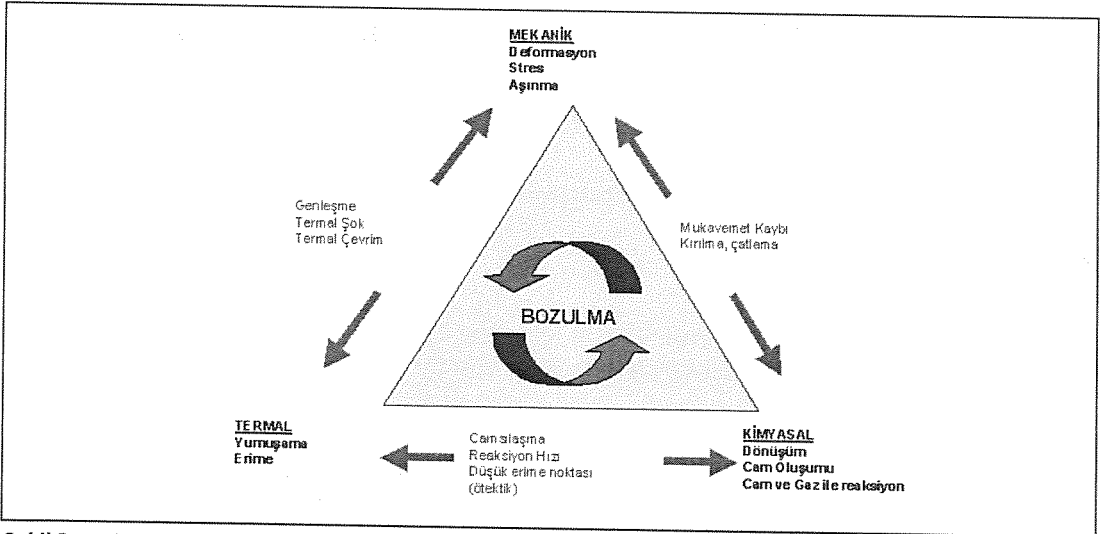
Şekil 2. Yandan ateşlemeli bir fırının enine kesiti

Portlardan rejeneratöre yüksek sıcaklık ve hızla taşınan gazlar en olumsuz etkilerini üst örgülerde ve rejeneratör üst yapı duvarlarında, özellikle de hedef duvarında oluşturlar.

3. Refrakterler

Uzun yıllar süren kampanyalarda bahsedilen olumsuz koşulları göğüsleyebilecek refrakter malzeme seçimi hayati önem taşımaktadır.

Bu amaçla, cam eritme fırınlarının rejeneratörlerinde üst yapı refrakterlerine hammadde tozmasının etkilerini incelemek ve kullanılması mümkün alternatif refrakterlere rejeneratör atmosferi uygulanarak bir test fırınında aşındırma testleri yapılmış ve refrakter seçim kriterlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.



Şekil 3. Rejeneratör refrakterlerinin performansına etki eden faktörler

3.1. Pratikte Karşılaşılan Rejeneratör Sorunlar

Harman taşınması iki şekilde olur:

1) Katı partiküllerin yanma gazları ile portlardan rejeneratörlere taşınması

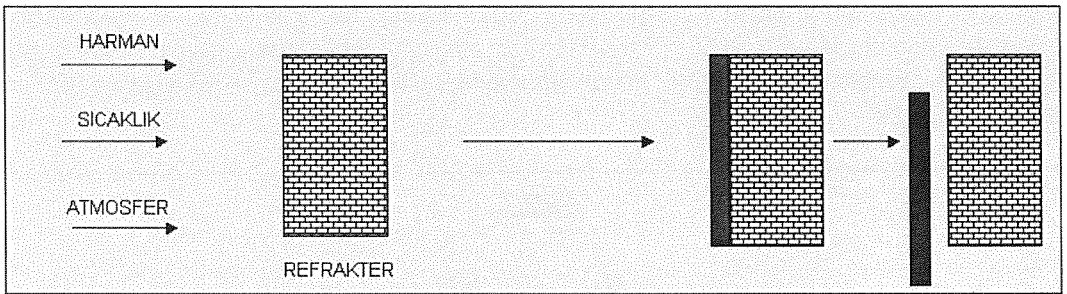
- Harman bileşenlerinin tane boyutu
- Harman rutubeti
- Alev hızı ve geometrisi
- Mekanik-termal-kimyasal etkiler gelişir.

2) Buharlaşma ve harman reaksiyonu sonucu oluşan gazların taşınması

- Sıcaklık
- Bileşenlerin ergime ve dekompozisyon sıcaklıkları
- Kimyasal-termal etkiler
- Buharlar uygun sıcaklık bölgelerinde rejeneratörde yoğuşur.

Refrakterlerde gelişmeler;

Gazlarla taşınan SiO_2 , V_2O_5 ve CaO önemli hasarlar oluşturur. Burada yapı değişikliği ve hacim artışı olur. Sonuç, refrakterin kabuklanarak dökülmesi olur.

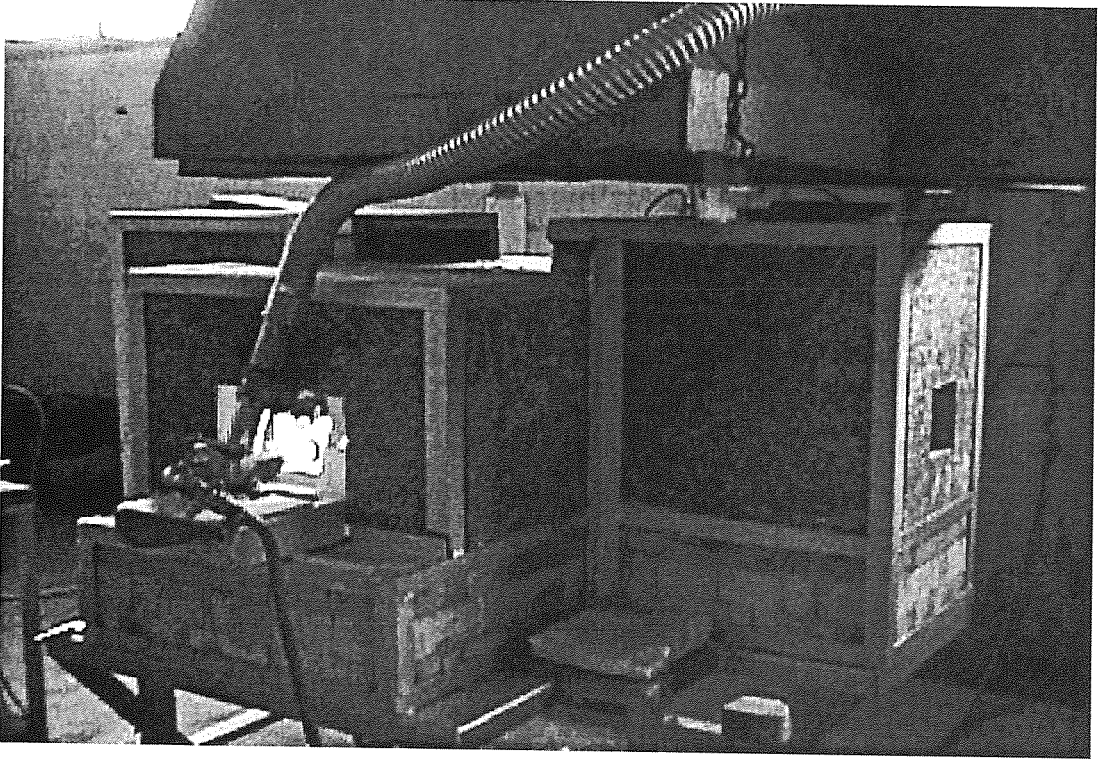


Şekil 4. Refrakterde gelişen olaylar, refrakter kabuklanması

4. Deneysel Çalışmalar

Deneylerde amaç, rejeneratör üst yapı refrakterlerini test etmek, bazik karakterli manyezit refrakterlerin diğer türdeki refrakterlerle karşılaştırmak ve aynı tür refrakterlerin de farklı ticari tiplerini karşılaştırmak esas alınmıştır.

Deneysel çalışmalarda, cam ergitme fırını rejeneratörlerinde üst bölge sıcaklığı olan 1400-1450°C de uzun süre çalışabilecek, içerisinde rejeneratör ortamı yaratılacak bir test fırınında denenilen numune refrakterlerin korozyon mekanizmaları ve performansları değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Rejeneratör üst yapı simülasyonu için kurulan test düzeneği

4.1. Ön Denemeler

Refrakterler üzerinde en korozif etki yaratan bileşimi bulmak için sıcaklık, süre, püskürtülen korozif madde miktarı ve refrakter numuneler (Manyezit- ANKER DG10) sabit tutulup korozif madde bileşenleri değiştirilerek bir seri ön deneme yapılmıştır.

Deney parametreleri olarak, ön denemelerde olduğu gibi,

- 1400°C sıcaklık
- 6 saat süre (+2 saat ön ısıtma)
- 10 g/saat korozif madde püskürtme uygulanmıştır.

Ön denemelerde kullanılan korozif bileşenler;

- M1D1 % 100 (-100 µ) Cam Kırığı
- M1D2 % 80 (-100 µ) Cam Kırığı + % 20 Soda
- M1D3 % 85 brüt harman + % 15 Soda
- M1D4 % 85 (-100 µ) harman + %15 Soda
- M1D5 % 50 (-100 µ) Cam Kırığı + %30 (-100 µ) Kum + % 20 Soda
- M1D6 % 50 (-100 µ) Cam Kırığı + % 30 Brüt Kum + % 20 Soda

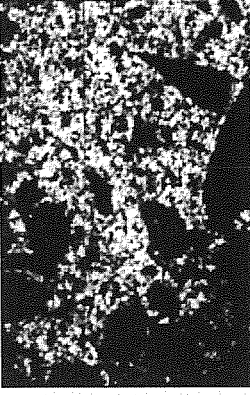
şeklinde seçilmiştir.

- TK Beyaz Harman (-100 µ, %32)
- TK Kum (-100 µ, %32)

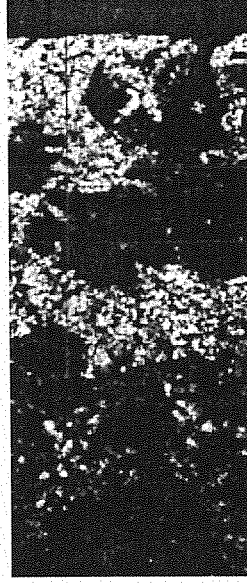


ŞİŞECAM

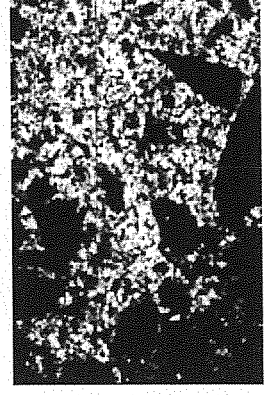
Ön denemeler sonunda refrakterlerden alınan ince kesitlerin optik mikroskop incelemesi ve penetrasyon zonları aşağıda fotoğraflanmıştır.(büyütme:10X)



M1D1 Korozif: % 100
Cam kırığı (-100 μ)



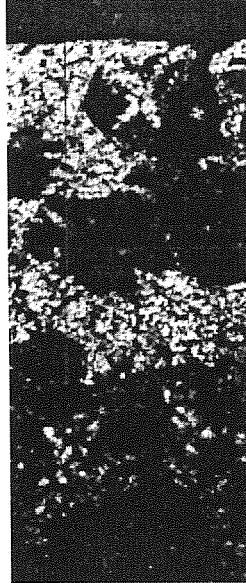
M1D2 Korozif: % 80 Cam kırığı
(-100 μ) + % 20 Soda



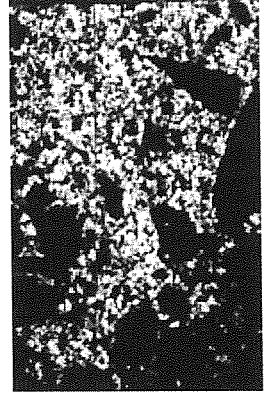
M1D3 Korozif: %85 Brüt
harman + % 15 Soda



M1D4 Korozif: % 85
(-100 μ) harman+
%15 Soda



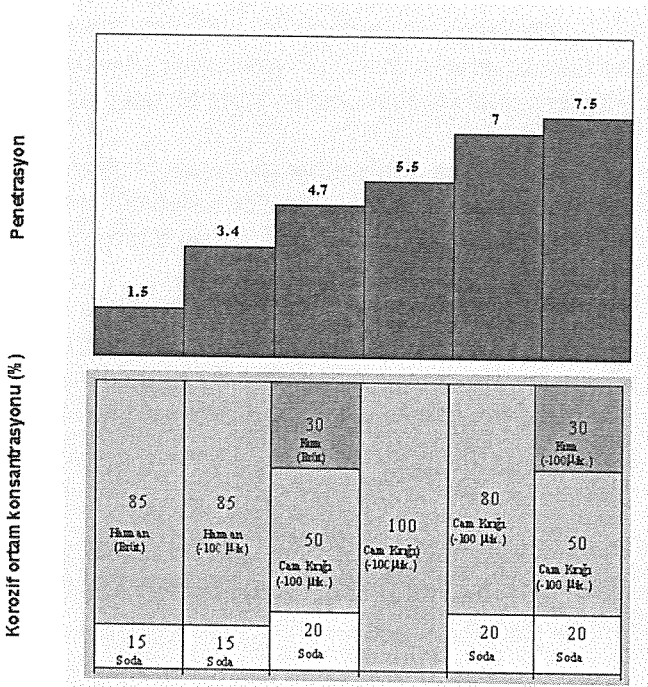
M1D2 Korozif: % 80 Cam kırığı
(-100 μ) + % 20 Soda
(-100 μ)+% 30 Silika(-100 μ) + % 20 Soda



M1D6 Korozif: % 50 Cam kırığı
(-100 μ)% 30
silika(brüt) + % 20 Soda

Şekil 6. Ön denemelerden sonra bazik refrakter mikroyapıları

Ön denemelerin değerlendirilmesiyle karşımıza aşağıdaki gibi bir tablo çıkmıştır.



Şekil 7. Harman kompozisyonu ve tozumasına bağlı olarak mayezit refrakterin etkilenmesi

4.1.1. Ön Denemelerin Sonuçları

Ön denemelerde cam kırığının refrakterler üzerindeki etkisi ile hammadde tane boyutunun korozyona olan etkisine dikkat çekmiştir. Denemelerde manyezit refrakteri en fazla yıpratıldığı saptanan;

% 50 cam kırığı (-100 µ) + % 30 kum (-100 µ) + % 20 soda bileşimi deneylerde korozif bileşen olarak fırın atmosferine püskürtülmesine karar verilmiştir.

4.2. Deney Sonrası Analizleri

- Makroskobik gözlemler
- Optik mikroskop incelemeleri
- Elektron mikroskobu incelemeleri
- XRD incelemeleri

Refrakter numunelerden çıkartılan ince kesitlerin optik mikroskop incelemeleri ve elektron mikroskobunda yapılan kantitatif analizler ile korozyon şiddetleri hakkında fikir edinilmiştir.

5. Genel Sonuçlar

Deneylerde refrakter numunelerin cam ergitme fırınındaki harman taşınımı (carry over) olayını simule etmek amacıyla test fırınına püskürtülen korozif tozların bileşimleriyle paralel olarak tane boyut dağılımının da etkili olduğu gözlenmiştir. Tane boyutu 100 µ'nun altında püskürtülen bileşen ile 500 µ'nun üzerinde püskürtülen bileşen arasında yıpratıcılık farkı olduğu açıkça görülmüştür.



ŞİŞECAM

Deneylerde refrakter numunelerinin aynı atmosferde karşılaştırılmasının yanı sıra, hammaddelerin refrakterler üzerindeki korozif etkileri de incelenmiştir. Bu bağlamda, deneylerde en korozif davranan bileşen cam kırığıdır. Cam kırığı ile harmanın kimyasal analizlerine bakıldığında görülmeyen farkın kaynağı, cam kırığının her partikülü tüm oksitleri ihtiva etmesi olarak düşünülmektedir.

Refrakterlerin seçim kriterlerinin yanı sıra fırın işletme şartları da fırınların başarılı bir kampanya süresi geçirmeleri için en önemli etkidir. Bu nedenle elde edilen bulgularında desteklediği gibi fırın işletmesinde cam kırığının ve partiküllerin tane boyutlarının etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu noktadan hareketle atrampaj sırasında harman şarjından önce beslenen cam kırığının tane boyutunun 500 μ altında olmasına özen gösterilmelidir. Bu şekilde fırın üst yapı refrakterlerinde görülen eksudasyonun atrampaj sırasında azalma göstermesi söz konusu olabilir.

Teşekkür

Test düzeneğinin kurulmasında büyük emeği geçen Paşabahçe Fabrikası Fırın Şefi Sn.Kaya Gök-tan, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğünden Sn. Metin Oğuz ve Sn. Abdülkadir Başakar ve katkısı olan herkese teşekkürü borç biliriz.

PRES ÜFLEME ÜRÜNLERİNDE YÜZEY KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Osman Öztürk - Sinan Karakaya

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.

Özet

Cam ev eşyası ürünleri, işlevselliklerinin yanı sıra görsel etkileri ile ön plana çıkan mamullerdir. Uluslararası pazarda rekabet imkanlarının fiat kadar belirleyici bir etkeni olan müşteri memnuniyetinin, en önemli parametrelerinden biri görsel etkidir. Tasarımın yanı sıra camın rengi, geçirgenliği, parlaklığı ve şekillendirme sırasında oluşabilecek hatalar diğer bir deyişle yüzey kalitesi , gör-selliği etkileyen en önemli faktördür.

Cam ev eşyası üretim yöntemlerinden biri olan pres üfleme tekniği ile yapılan ürünlerde yüzey ka-litesini belirleyen en önemli faktör kalıp çizgisi ve yapışıdır. CEE Grubumuz içerisinde yer alan bütün işletmeler bu konunun çözümüne yönelik çalışmalar yapmaktadır. Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.' de gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları sonucunda ortalama %10 oranında yaşadığımız kalıp çizgisi ve yapışı hataları sıfırlanmıştır. Bunun yanı sıra dünyada kalite konusunda hassasiyeti ile tanınan Oneida gibi firmalar için AQL-2 kalitesinde mamuller üreti-lip uluslararası pazarda önemli bir rekabet üstünlüğü sağlanmıştır.

1. Giriş

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.' de üretilen pres üfleme ürünlerinde yüzey ka-litesini arttırma yönündeki çalışmaların ilk aşaması mevcut durumun tespiti ve bu olumsuzluğa ne-den olan parametrelerin belirlenmesidir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda hata kaynakları üç ana grup altında toplanmıştır. Bunlar;

- Kalıp dizaynı, malzemesi ve hazırlanması,
- Kalıbın çalışma şartları,
- Makina şartlarıdır.

2. Yapılan Çalışmalar

Cam mamul üretiminde cam kalitesi ne kadar mükemmel olursa olsun şekillendirme işlemi ürün kalitesini doğrudan belirleyen bir etkidir. Mamul yüzey kalitesinin iyileştirilmesi yönünde yapılan çalışmalar belirlenen bu üç ana grup içerisinde yer alan alt çalışmalar tek tek irdelenmiş ve düzel-tici çalışmalar yapılarak problem ortadan kaldırılmıştır.

2.1 Kalp dizaynı, malzemesi ve hazırlığı

Bu kapsamda öncelikle mamul şekillendirmesini ve yapımını kolaylaştıracak ideal parizonun dizay-nı yapılmıştır. Çalışma kapsamında müşteri talepleri (AT, full temperli,cidar kalınlığı, hacim, dip



kalınlığı vb) göz önünde bulundurularak en iyi sonucu verecek parizon autocad ortamında hazırlanmaktadır.

Fazla havayı ve suyu dışarı atacak delik ve tahliye kanalları önceden belirlenen bir prosedür çerçevesinde işlenir. Söz konusu delikler 3 mm genişlikle 15° açıyla matkapla delinmektedir. Deliklerin aynı eksen üzerine gelmemesine dikkat edilmektedir. Yan tahliye kanalları 3 mm genişlikte boydan boya açılır ve dışarıya tahliye edilmektedir.

Döner üfleme ürünlerin imalatına mantarlanacak kalıpların, yüzeyinde mantar tutma özelliği açısından en iyi malzeme olarak bilinen GGG 42 kullanımı konusu üzerine titizlikle gidilmiş çok daha ucuz olan A tipi pik malzemenin kullanılmamasına özen gösterilmiştir.

Finisörün iç kısmında mantarlanacak yüzeylere yüzeye mantarın daha iyi yapışmasını sağlamak amacı ile pürüzlendirme yapılmıştır. Bu konuda kalıp üreticimiz OMCO İstanbul ile standardizasyona gidilerek, üretilecek mamulün formunda işlenmiş finisöre 7 kg/cm² lik hava ile 1mm çapındaki çelik bilya kullanılarak pürüzlendirme yapılmaktadır.

Mantarlama prosesinde 150 mesh boyutundaki mantar kullanılmaktadır. Söz konusu mantar % 2.2 linolin, % 3.3ZnO, % 94.5 bezir yağı karışımı ile uygulanmakta ve daha sonra mantarlanmış kalıplar 350°C lik fırında yaklaşık 45 dakika pişirilmektedir.

2.2 Kalıbın çalışma şartları

Üfleme ürünlerde mantar kaplı kalıpta buhar yastığı oluşturmak amacı ile kullanılan suyun kalitesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle işletmemizde kullanılan su karakterize edilmiş ve stabilitesi konusunda gerekli önlemler alınmıştır. Soğutma amaçlı kullanılan suyun sertliği, kirlilik oranı ve içersine yumuşatma amaçlı katılan özel sıvı sabunun laboratuvar analizleri ile kontrollü kullanılmaktadır. 0 sertliğindeki suya ph ~ 7 ila 8,5 olan içersinde NaOH olmayan % 20 saflığındaki sıvı sabun ; ürünün boyutuna göre 30 ~ 50 dozaj/dak. ile dozajlama pompası vasıtasıyla katılarak kullanılmaktadır.

Ebüşörde parizon oluşumu sırasında yaşanan ve "asetilen izi" olarak tanımlanan problemi ortadan kaldırmak amacı ile C53 gazının kullanımını kısıtlayan döküm ebüşörlerden yüksek krom içerebilen H525, APX gibi çelik ebüşör kullanımına geçilmiştir.

Şekillendirme amaçlı kullanılan alçak tazyik ve yüksek tazyik havaları ideal değerler bulunarak kullanılmaktadır. Parizon sarkma stroğunu tamamlamadan finisör kapatılmaktadır. Ayrıca üfleme havasını bundan 10°C erken başlaması gerekir. Alçak basınçla şekillendirme 225° ye kadar , regüle edilmiş yaklaşık 0,5 bar hava ile section bazında ayarlanarak verilmektedir , alçak basınç 225° de kesilerek yüksek tazyik havası verillerék (yaklaşık 1,5 bar) yine section bazında ayarlanarak nihai şekillendirme kalıp açma noktasına kadar devam edilmektedir.

Camın sıcaklığı şekillendirmeye en uygun olarak ve mantara zarar vermeyecek şekilde tesbit edilerek verilmektedir. İstenen formunu ve ölçülerini sağlayacak şekilde minimum hava kullanılarak en düşük cam sıcaklığı belirlenmelidir. Aksi durumda mantarın yanması ve kalıp çizgisi kaçınılmaz olmaktadır.

2.3 Makina şartları

Su süzgeçleri kalıbın tam anlamı ile ıslamasını temin açısından çok önemlidir bu nedenle mamul formuna uygun olarak finisörün tüm yüzeyini ıslatacak şekilde uygun su süzgeçleri kullanımına dikkat edilmelidir.

Kalıp kollarının merkezlemesi ve paralelliği kalıp çizgisinin oluşumunda önemli bir nedendir. İki parçadan oluşan finisörler kalıp kollarına takıldığında yükseklik ve paralellik bozuk ise eksenler çakışmayacağından ürün hatalı çıkar. Bu sebeble kalıp kollarının paralelliği ve dikliğine azami hassasiyet gösterilir.

Damla yollarının soğutulması esnasında doğabilecek hatalar da mamule yansımaktadır. Damla yollarının soğutulmasında ideal olan, su ile insertin soğutulmasıdır. Dışarıdan pulverize su ile yapılan soğutmalar cam üzerinde hatalara neden olmaktadır.

- Damlanın düşmesi
- Finisörün kapanması
- Şekillendirmenin başlaması
- Şekillendirmenin bitimi
- Soğutma sürelerinin tesbiti
- Cam sıcaklığı

gibi adımlarda mühendislik çalışması ve yıllar içerisinde kazanılan deneyimler ile set değerleri oluşturulmuştur. Bu değerler makina hafızasına kaydedilerek ürün kalitesindeki süreklilik sağlanmaktadır.

3. Sonuçlar

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.'de gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları sonucunda ortalama %10 oranında yaşadığımız kalıp çizgisi ve yapışığı hataları sıfırlanmıştır. Bunun yanı sıra dünyada kalite konusunda hassasiyeti ile tanınana Oneida gibi firmalar için AQL-2 kalitesinde mamuller üretilip uluslararası pazarda önemli bir rekabet üstünlüğü sağlanmıştır.

CAM AMBALAJDA HAMMADDE ALTERNATİFLERİ

Cüneyt Kumru

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası

Özet

Fabrikamızda cam ambalaj üretiminde kullanılmakta olan hammaddelerin rezervlerinde görülen azalmalar, maliyetlerdeki yükselmeler ve cam kırığı teminindeki zorluklar bizi alternatif yeni hammaddeler veya kullanabileceğimiz cam kırığı kaynakları yönünde arayışlara itmektedir. Rezervlerin azalması, hammaddelerin istenen spesifikasyonlardan saparak kalitesinin bozulmasına ve maliyetinin de yükselmesine yol açmaktadır. Cam kırığı temininin yeterli düzeyde olmaması da bu rezervlerin tüketimini hızlandırmaktadır.

Bunun sonucunda, Cam Araştırma Merkezimizin de desteğiyle feldspat yerine bal renkli camda Perlit ve renksiz camda Safaalanı kumu, üretimde kısa süreli deneme çalışmaları yapıldıktan sonra kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, özellikle bal renkli cam kırığı tedarikinin az olması sebebiyle Trakya Cam fabrikasından düzcam kırığı temin edilerek kullanılan cam kırığı oranımızda % 10 artış sağlayacak şekilde ilave edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmalar sonucunda maliyet başta olmak üzere üretim artışı ve bazı kalite problemlerinin çözümü yönünden fayda sağlanmıştır.

Bildirimizde, genel hatları ile maliyet ve üretim verileri değerlendirilmekte, yapılan çalışmaların üretim ve kalite üzerindeki etkileri anlatılmaktadır. Alternatif yeni hammaddelerin kullanımında yapılan bu çalışmaların diğer üretim kuruluşlarımıza da ışık tutacağı düşüncesindeyiz.

1.Giriş

14.Cam Problemleri Sempozyumu'nda sunulan cam hammaddeleri ile ilgili bildiriler ışığında Cam Araştırma Merkezi ile başlatılan çalışmalar sonucunda fabrikamızda cam üretiminde Feldspat yerine Perlit ve Safaalanı kumunun denenerek kullanılmasına karar verilmiştir. Perlit, bal renkli cam üretiminde 2000 yılı Mart ve Nisan aylarında denenerek Eylül ayından itibaren sürekli olarak kullanılmaya başlanmıştır. Safaalanı kumu ise, renksiz cam üretiminde 2000 yılı Ekim ayı sonu ve Kasım ayı başını kapsayan 20 günlük bir dönemde denenmiştir. Ancak gerek maden ocağında gerekse fabrikamızdaki harman hazırlama sisteminde yapılması gerekli çalışmalar nedeniyle kullanımına bu yıl Ekim ayı içinde geçilmiştir. Her iki hammaddenin de deneme dönemleri sonrasında tüm veriler toplanarak işletmecilik, kalite ve maliyet açısından değerlendirilerek kullanım kararı alınmıştır.

Ayrıca Trakya Cam fabrikasında bulunan değişik oranda demir oksit ihtiva eden düz cam kırıklarının bal renkli cam üretiminde kullanımı konusunda Cam Araştırma Merkezinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda düz cam kırığı öngörülen oranlarda, kademeli olarak ve dış kaynaklı cam kırığı ile karıştırılmak suretiyle 2000 yılı Aralık ayından itibaren uygulanmaya başlanmıştır.

2. Bal Renkli Camda Perlit Uygulaması

2.1 Perlit nedir?

Perlit, doğada volkanik faaliyetlerin bir ürünü olarak teşekkül eden asit karakterli volkanik camı bir kayadır. Mineralojik olarak incelendiğinde, % 3-10'u kristalleşmiş mineraller (feldspat ve biyotit) olan ve obsidyen parçacıkları içeren bir volkanik camdır. Nadir olarak yapısında kuvars, apatit ve manyetit görülür. Kimyasal olarak incelendiğinde ise, su içeren silis alüminyum dört yüzlülerin oksijen atomu ile bağlanıp üç boyutlu dizilmesinden oluşan bir alüminyum silikat olarak görülür. Perlit kimyasal bileşimi bakımından silisli ve alüminyumlu bileşikler içermesi nedeniyle feldspata benzemektedir.

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak % 20'sini oluşturan volkanik kayalar alanların pek çoğunda perlit görülür. Dünyadaki toplam perlit rezervinin yaklaşık % 60'ına sahip olan Türkiye bugün perlit üreten 17 ülkeden biridir.

2.2 Perlitin bal renkli cam üretiminde denemesi

Türkiye'de üretim yapan çeşitli firmalardan temin edilen Perlit numuneleri Cam Araştırma Merkezimizde kimyasal (Tablo 1) ve fiziksel (Tablo 2) analizlerden geçirildikten sonra eritiş denemeleri yapılarak harmandan ve habbeden arınma süreleri, camın rengine olan etkileri incelenmiştir. Tüm yapılan analizler ve denemeler Feldspat ile karşılaştırmalı olarak yürütülmüştür. Bunların içinde kullanım için uygun görülen firmaların madenleri ve cevher hazırlama tesisleri ziyaret edilerek üretim koşulları ve ellerindeki rezerv miktarları görülmüştür. Firmalardan alınan fiyatlar üzerinden maliyet çalışması yapılmıştır. Özellikle Feldspat kullanımında karşılaştığımız ince tane kaynaklı problemler nedeniyle tane boyutu, ergime, habbeden arınma süresi ve maliyet unsurlarını göz önüne alınarak Bergama perlitini seçilmiştir.

Tablo 1. Madenlerin bulunduğu yörelere göre perlit numunelerinin kimyasal analizleri

NUMUNENİN TANIMI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	KK
Düvertepe 1	69,68	14,30	2,150	0,300	1,84	0,39	2,54	4,29	3,96
Düvertepe 2	71,41	13,90	0,362	0,249	1,50	0,26	3,41	4,46	4,39
Manisa	73,26	13,61	0,820	0,140	0,83	0,14	2,33	4,75	3,65
Karabiga	72,36	13,32	0,977	0,140	0,83	0,21	2,37	4,92	4,86
Ilıpınar	73,59	12,98	0,774	0,117	0,78	0,11	3,01	4,68	3,94
İvrindi	73,36	13,67	0,658	0,087	0,71	0,04	3,11	4,60	3,76
Bergama	73,79	12,97	0,814	0,117	0,79	0,12	3,11	4,73	3,53
Feldspat	66,51	19,67	0,073	0,296	1,12	0,14	11,19	0,2	-

Tablo 2. Madenlerin bulunduğu yörelere göre perlit numunelerinin tane boyutu analizleri

ELEK AÇIKLIĞI mm	Düvertepe	Manisa	Karabiga	Ilıpınar	İvrindi	Bergama	Feldspat
+ 0,589	0,0	0,3	3,2	5,9	7,1	0,4	0,0
+ 0,495	0,8	2,9	10,0	13,8	20,7	5,1	0,2
+ 0,351	25,3	10,5	18,2	22,4	29,6	15,7	6,7
+ 0,295	12,6	7,6	9,2	9,9	10,1	9,3	4,7
+ 0,208	22,0	19,9	16,0	16,7	12,6	18,9	7,6
+ 0,147	18,5	23,7	14,2	13,9	8,5	18,4	11,6
+ 0,074	20,0	27,9	15,7	14,0	7,7	21,3	38,3
- 0,074	1,0	7,4	13,4	3,4	3,7	11,0	30,9

Seçilen firmadan gelen Perlit, birkaç gün beklenerek stok oluşturulduktan sonra 7 Mart 2000 tarihinde kullanılmaya başlanmıştır. İçeriğindeki yüksek demir oksit nedeniyle kullanılan Pirit miktarı oldukça azaltılarak, eksilen kükürdü karşılamak üzere bal renk için hazırlanan ön karışıma saf kükürt katılmıştır. Perlit miktarı üç ayrı kompozisyon (Tablo 3) uygulanarak kademeli olarak artırılmıştır. Böylelikle, camın ergimesi ve kalitesi üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Ayrıca camın kimyasal dayanımı üzerindeki etkisi de ürün bazında günlük olarak izlenmiştir. Değerlendirme yapılarak kullanımına karar verilmek üzere 29/04/2000 tarihinde deneme sonlandırılmıştır.

Tablo 3. Uygulanan cam kompozisyonları

UYGULANAN KOMPOZİSYONLAR	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	B ₂ O ₃
Önceki Durum	71,115	2,20	0,240	0,178	10,33	1,50	13,57	0,08	0,75
Birinci Kademe	71,115	2,20	0,240	0,156	10,33	1,50	12,87	0,78	0,75
İkinci Kademe	70,702	2,60	0,270	0,153	10,33	1,50	12,69	0,96	0,75
Üçüncü Kademe	70,622	2,95	0,300	0,159	10,33	1,50	12,72	1,13	0,25

Deneme döneminde fırın optik sıcaklığında büyük bir değişim gözlenmezken, uygulanan cam kırığı oranının düşmesi sebebiyle birim yakıt sarfiyatında perlit öncesi döneme göre bir miktar yükselme olmuştur. Fırın taban sıcaklığında ise, cam içindeki Fe₂O₃ miktarının yükselmesine, fırın çekişinin kademeli artırılmasına ve cam kırığı oranındaki azalmalara bağlı olarak bir düşüş gözlemlenmiştir. Camın işlenebilirliği açısından üretim şefliği çalışanlarından, sıcaklıklara yapılan müdahalelere camın daha hızlı cevap verdiği ve ürünün belli bölgelerindeki çatlaklarda azalma olduğu şeklinde olumlu değerlendirmeler alınmıştır. Denemenin son bir ayında kademeli olarak harmana katılan boraks penta hidrat düşürülmesine ve fırın çekişinde 20 tonluk artış olmasına rağmen fırındaki erime olumsuz yönde etkilenmemiştir. (Tablo 4) Deneme sonrası Feldspata geçildiğinde düşük boraks penta hidratla çalışılmaya devam edilmiş, ancak fırının erimesinde problem yaşanması nedeniyle vazgeçilmiştir.

En olumlu gelişme camın kimyasal dayanımında görülmüştür. Cam kompozisyonunda yapılan değişikliklerle birinci kademede önceki duruma göre, Perlitten gelen K₂O'ün Na₂O ile yer değiştirmesi sonucu kimyasal dayanım değerlerinde % 10'luk bir iyileşme sağlanırken, sonraki kademelerde Al₂O₃'ün de artırılmasıyla bu oran % 20'ye yükselmiştir. (Tablo 5)



ŞİŞECAM

Tablo 4. Perlit denemesinin öncesindeki ve kullanıldığı dönemlerin fırın verilerinin karşılaştırılması

DÖNEMLER		Sıcaklık (°C)		Fırın Çekişi (ton/gün)	BYS (Sm ³ /ton)	Cam Kırığı Oranı (%)
		Optik	Taban			
Perlit Denemesi Öncesi	Ort	1575	1271	140	156	33,0
	Min	1559	1253	133	145	25,0
	Max	1580	1286	148	181	36,4
1. Kademe 07-20 Mart 2000	Ort	1575	1282	130	183	23,9
	Min	1563	1270	123	174	22,2
	Max	1580	1291	137	193	25,0
2. Kademe 21 Mart-17 Nisan 2000	Ort	1578	1273	141	176	24,1
	Min	1573	1262	128	165	19,2
	Max	1581	1285	147	190	27,6
3. Kademe 18-28 Nisan 2000	Ort	1580	1267	143	174	25,0
	Min	1579	1262	141	164	25,0
	Max	1580	1278	148	178	25,0
Perlit Deneme Dönemi (Ortalama)	Ort	1578	1274	138	177	24,2
	Min	1563	1262	123	164	19,2
	Max	1581	1291	148	193	27,6

Tablo 5. Perlit öncesinin ve denendiği dönemin kimyasal dayanımının (ml asit sarfiyatı)karşılaştırılması

ÜRÜNLER	Standart Değer	Perlit Öncesi	Perlit Dönemi
10 cc Ecza Şişesi	8,10	7,15	6,19
30 cc Ecza Şişesi	6,10	5,48	4,46
50 cc Ecza Şişesi	4,80	4,70	3,88
100 cc Ecza Şişesi	3,80	3,47	2,96
120 cc Ecza Şişesi	3,80	3,57	2,84
200 cc Ecza Şişesi	2,90	2,97	2,11

Tablo 6. Feldspat ve Perlit kullanımının deneme sürecinde çekilen miktarda cam için maliyetlerinin karşılaştırılması

DÖNEMLER	Hammadde Maliyeti TL/ton Cam
Feldspat kullanımına göre	34.343.259
Perlit kullanımına göre	35.381.421

Maliyet açısından bakıldığında, deneme sürecinde perlit mal bedeli olarak oldukça avantajlı olmasına rağmen, taşıma bedelinin(Fiyatın %60'ı) fiyatını yükseltmesi ve fiyatının dolar bazında olması fiili maliyetlerde % 3 oranında artışa neden olmuştur. (Tablo 6) Ancak son ay içinde boraks penta hidrat düşürülmesi ve ergimenin etkilenmemesi amacı ile yerine soda verilmesi durumunda mali-

yetin % 2,2 düştüğü görülmüştür. Feldspat ile çalışırken boraks penta hidrat düşürülmesi mümkün olamamıştır. Bu nedenle perlitli harmanda boraks penta hidrat düşürülebilmesinin maliyet açısından olumlu bir avantaj olduğu düşünülmüştür. Özellikle tüm olumsuz şartlara rağmen fırın çekişinin artırılması ve kimyasal dayanımda sağladığı avantaj göz önüne alınarak daha uzun süreli kullanılmasına karar verilmiştir.

2.3 Perlitin bal renkli cam üretiminde kullanılması

09.09.2000 tarihinden itibaren fabrikamızın bal renkli cam üreten A fırınında Feldspat yerine Perlit kullanımına başlanmıştır. İlk olarak daha önceki perlit denemesi yapılan dönemdeki tecrübele dayanarak cam kompozisyonunda B_2O_3 % 0,5 olacak şekilde azaltılmıştır. Ekim ayında camdaki Al_2O_3 % 2,6 ve Fe_2O_3 % 0,27 ve Kasım'ın ortasında da Fe_2O_3 % 0,3 ve B_2O_3 % 0,3 olacak şekilde değişiklikler yapılmıştır. Fırında bu değişikliklerin herhangi bir olumsuzluk yaratmaması göz önüne alınarak Aralık ayının sonuna doğru boraks penta hidrat kullanımına son verilmiştir. Şubat ayı başından itibaren maliyetlerde azalma sağlamak amacıyla camdaki alkali toplamı kademeli olarak indirilmeye başlanmıştır. Ancak fırının erimesinde yaşanan çeşitli problemler nedeniyle Mart'ın ortasından itibaren hem CaO (harman karışımındaki kalkerini artırarak ince tane oranını düşürmek) hem de Na_2O 'ün oranları yükseltilmiştir. Nisan ayı sonunda da aynı sebepten % 0,1 oranında Al_2O_3 ile CaO arasında yer değişikliği yapılmıştır. (Tablo 7)

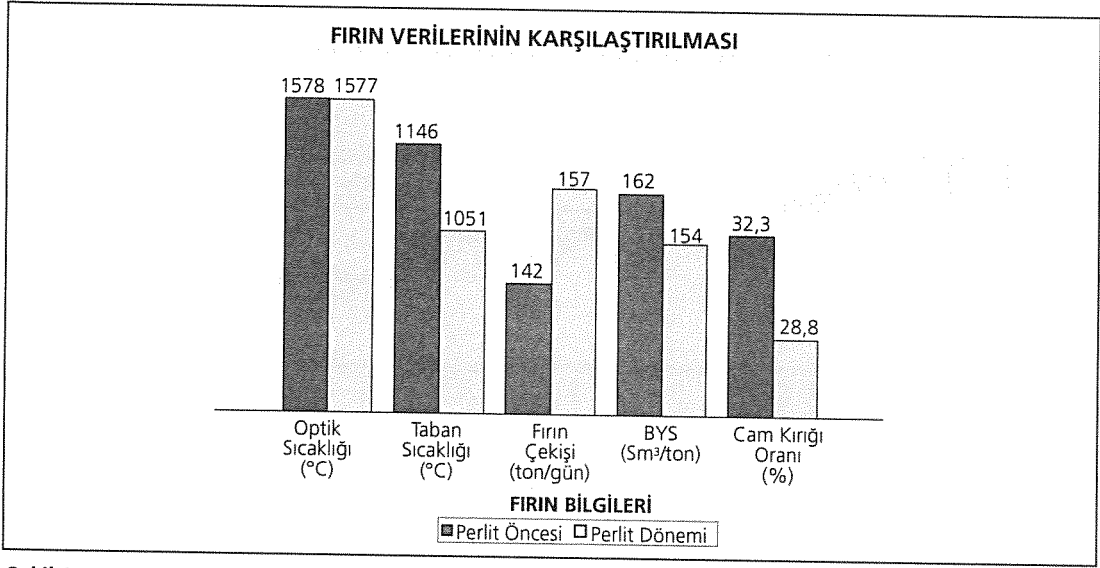
Tablo 7. Uygulanan cam kompozisyonları

UYGULANAN KOMPOZİSYONLAR	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	B_2O_3
Önceki Durum	70,892	2,20	0,240	0,218	10,33	1,50	13,785	0,065	0,75
09.09.2000	71,167	2,20	0,240	0,193	10,33	1,50	13,102	0,748	0,50
03.10.2000	70,753	2,60	0,270	0,177	10,33	1,50	12,897	0,953	0,50
16.11.2000	70,766	2,60	0,300	0,184	10,33	1,50	13,094	0,906	0,30
22.12.2000	71,109	2,60	0,300	0,141	10,33	1,50	13,009	0,991	0,00
05.02.2001	71,149	2,60	0,300	0,151	10,33	1,50	12,926	1,024	0,00
14.02.2001	71,248	2,60	0,300	0,152	10,33	1,50	12,834	1,016	0,00
13.03.2001	71,016	2,60	0,300	0,114	10,50	1,50	12,953	0,997	0,00
30.04.2001	71,000	2,50	0,300	0,130	10,60	1,50	12,984	0,966	0,00

Perlit kullanılan dönemin geneline bakıldığında fırın optik sıcaklığında büyük bir değişim gözlemlenmemiştir. Fırın taban sıcaklığı ise perlit kullanımı öncesine göre ortalamada kademeli olarak $95^\circ C$ düşürülmüştür. Birim yakıt sarfiyatında $8 Sm^3/ton$ ve fırın çekişinde $15 ton/gün$ 'lük bir avantaj sağlanmıştır. Bu avantajlar $82.790 \$$ yakıt tasarrufuna ve yaklaşık $1.000.000 \$$ ciro artışına karşılık gelmektedir. Boraks penta hidratın kaldırılması, cam kırığı temininde yaşanan problemlere bağlı olarak dönemsel olarak kullanım oranının düşürülmesi, camın Al_2O_3 ve Fe_2O_3 oranının yükselmesine ve taban sıcaklığı düşürülmesine rağmen fırın işletiminde elde edilen bu avantajlar olumlu bir göstergedir. (Tablo 8, Şekil 1)

Tablo 8. Perlit öncesinin ve kullanıldığı dönemin fırın verilerinin karşılaştırılması

DÖNEMLER		Sıcaklık ($^\circ C$)		Fırın Çekışı (ton/gün)	BYS (Sm^3/ton)	Cam Kırığı Oranı (%)
		Optik	Taban			
Perlit Kullanımı Öncesi 29.4-8.9.00	Ort	1578	1146	142	162	32,3
	Min	1532	1102	132	143	30,0
	Max	1580	1184	155	176	36,4
Perlit Kullanım Dönemi 9.9.00-30.9.01	Ort	1577	1051	157	154	28,8
	Min	1562	1025	133	142	19,2
	Max	1584	1112	171	176	36,4

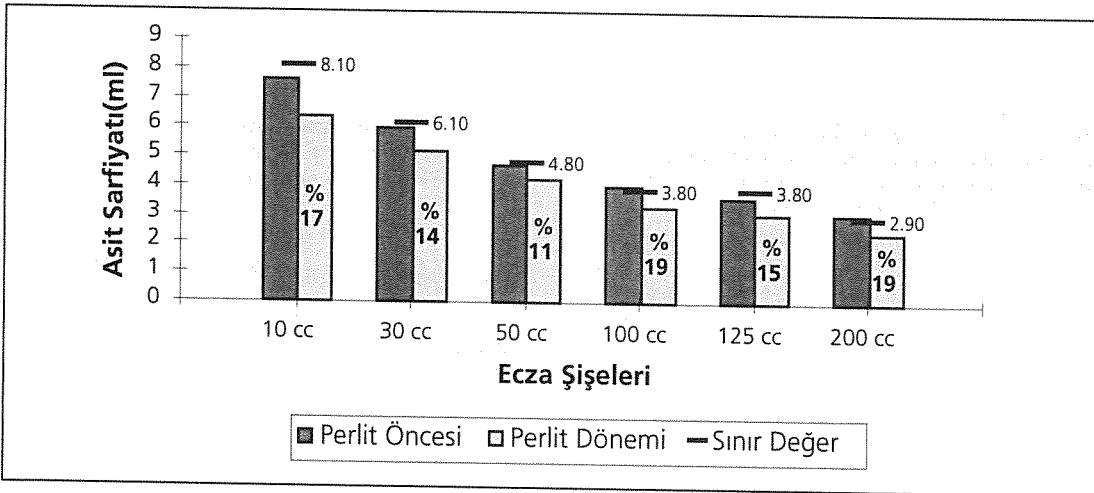


Şekil 1

Bu dönemde de camın kompozisyonunda önceki duruma göre perlitlen gelen K_2O 'in Na_2O ile yer değiştirmesi ve Al_2O_3 'in de artırılması sonucu kimyasal dayanım değerlerinde ortalama %15 oranında bir iyileşme sağlanmıştır. (Tablo 9, Şekil 2, Şekil 3)

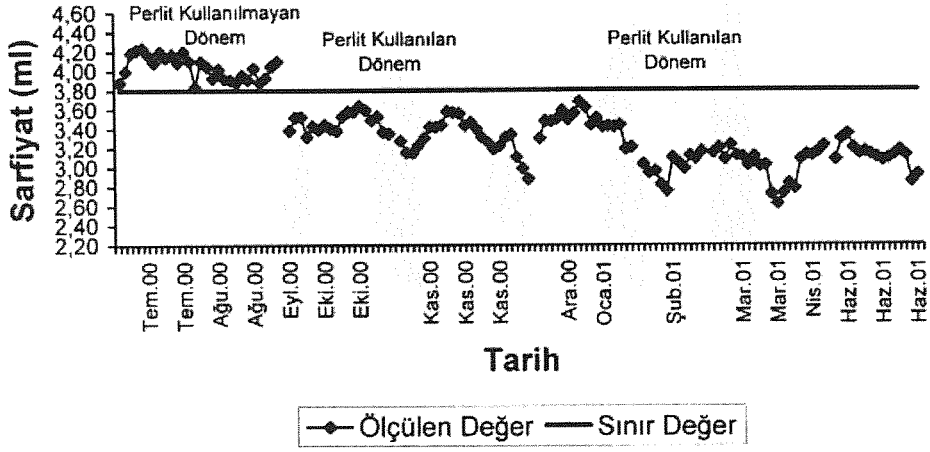
Tablo 9. Perlit öncesi ve kullanım dönemi kimyasal dayanımlarının (ml asit sarfiyatı) karşılaştırılması

ÜRÜNLER	Standart Değer	Perlit Öncesi	Perlit Dönemi
10 cc Ecza Şişesi	8,10	7,58	6,32
30 cc Ecza Şişesi	6,10	5,94	5,13
50 cc Ecza Şişesi	4,80	4,72	4,21
100 cc Ecza Şişesi	3,80	4,03	3,28
120 cc Ecza Şişesi	3,80	3,63	3,09
200 cc Ecza Şişesi	2,90	3,02	2,45



Şekil 2

71 65 10 Kimyasal Dayanım Değerleri



Şekil 3. 100 cc Ecza şişesinin Perlit öncesi ve kullanım dönemi kimyasal dayanımının (ml asit sarfiyatı) karşılaştırılması

Altyapımcı firma ile Camiş Madencilik arasında ilk yapılan anlaşmada 41 \$/ton olan fiyat, Mayıs ayından yıl başına kadar yapılan son anlaşma ile fiyat 37 \$/ton değerine çekilmiştir. Perlitin ve feldspatın kullanıldığı durumlar, Eylül fiyatları ve Feldspat fiyatı 60 \$/ton alınarak karşılaştırıldığında % 4,6 oranında maliyet avantajı sağlandığı ortaya çıkmaktadır. Aynı karşılaştırma perlit kullanımı öncesindeki boraks penta hidrat kullanılan durum ile yapıldığında, bu oran % 14,2'ye yükselmektedir. (Tablo 10) Perlit kullanılan dönem, fiili maliyetler göz önüne alınarak Feldspat ile Perlit karşılaştırması yapıldığında % 1,03 maliyet avantajı sağlandığı görülmektedir. (Tablo 11) Mevcut durumda Camiş Madencilik tarafından temin edilen ve özel fiyatla (31 \$/ton) fabrikamıza verilen Feldspat karşısında bu avantaj kaybolmaktadır. Bunun en önemli sebebi Perlitin dolar ile alınması ve buna bağlı olarak fiyatın yıl içinde yaşanan büyük kur yükselmesinden dolayı hızla artmasıdır. Şu anda Milas yöresinde çıkartılarak TÖT'den fabrikamıza sevk edilen Feldspat rezervinin kalitesinin (ince tane ve Fe₂O₃ yükselmesi) düşmeye başlaması ve piyasadaki firmalardan temini halinde fiyatının 60-75 \$/ton arasında olması sebebiyle, Perlit Feldspata göre oldukça iyi bir alternatif teşkil etmektedir.

Tablo 10. Son feldspatlı kompozisyonun; bugünkü kompozisyonun perlit ve feldspat kullanımı durumlarında maliyetlerinin karşılaştırılması (Eylül fiyatları ve Feldspat fiyatı 60 \$/ton alınırsa)

DÖNEMLER	Hammadde Maliyeti TL/ton Cam
Perlit Kullanımı Öncesine Göre	69.054.123
Perlit Kullanımına Göre	60.480.932
Feldspat Kullanımına Göre	63.254.979

Tablo 11. Son feldspatlı kompozisyonun, perlit kullanım sürecinde çekilen miktarda cam için maliyetlerin karşılaştırılması (Fiili maliyetler göz önüne alınırsa)

DÖNEMLER	Hammadde Maliyeti TL/ton Cam
Feldspat Kullanımına Göre	46.449.181
Perlit Kullanımına Göre	45.969.827

Sonuç olarak Perlitin fırındaki ergime, camın şekillendirilmesi, kimyasal dayanım ve maliyet yönünden fayda sağladığı görülmektedir. Perlitin kullanılabilme imkanı olan diğer firmalarımızın da devreye sokulması ile daha fazla miktarda alınarak fiyatında iskonto sağlanması ya da yılbaşından sonraki dönemde fiyatının TL bazına çevrilmesi ile maliyetlerin daha fazla düşürülmesi mümkün olacaktır.

3. Renksiz Cam Üretiminde Feldspat Yerine Safaalanı Kumuna Dönülmesi

3.1 Safaalanı kumu

Safaalanı kumları Yalıköy kumlarından farklı olarak feldspatik yapıdadırlar. (Tablo 12) Bu kum içerisinde Al_2O_3 taşıyıcı minerallerin çoğunluğunu Potasyum Feldspat (Ortoklas) ile az miktarda Sodyum Feldspat (Albit) oluşturmaktadır. Safaalanı kumlarında demir taşıyıcı olarak da çoğunlukla feldspatlara bağlı olan serisit mikalar bulunmaktadır.

Tablo 12. Yalıköy kumu ve Safaalanı kumunun XRF analizleri

NUMUNENİN TANIMI	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	KK
Yalıköy Kumu	99.23	0.20	0.049	0.182	0.02	0.04	0.06	0.06	0.16
Safaalanı Kumu	90.69	4.87	0.064	0.045	0.06	0.03	1.38	2.43	0.43

3.2 Safaalanı Kumunun renksiz cam üretiminde denenmesi

Safaalanı kumu seksenli yıllarda fabrikamızda cam üretiminde kullanılmış olup, problemlere (habbe, habbecik) yol açması nedeniyle kullanımından vazgeçilmiştir. Bu dönemde yapılan incelemede problemlerin, bünyesindeki mika oluşumları nedeni ile rutubetinin yüksek olduğundan ve ince tanesinin fazla olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. O zamandan beri hiç kullanılmayan bu kum, Camiş Madencilik firmasının yaptığı çalışmalar sonucu rutubeti düşürülerek ve ince tanesi de bir miktar azaltılarak, denenmek üzere belli bir miktar hazırlanıp fabrikamıza sevk edilmiştir.

Fabrikamızda 23.10-12.11.2000 tarihleri arasında renksiz cam üretimi yapan B ve D fırınlarında denenmiştir. Feldspatik kum olması nedeniyle harmanda Feldspat ile yer değiştirmiştir. Bunun yanında kullanılan Yalıköy kumu miktarında da % 36 oranında azalma olmuştur. Daha önce kullanıldığı dönemde yaşanan habbe problemi gözlemlenmemiş ve habbecik seviyesi aynı düzeyde kalmıştır. Deneme sürecinde, öncesine göre fırın çekişlerinin düşük olması nedeniyle birim yakıt sarfiyatları bir miktar yükselmiştir. Fırın optik sıcaklıkları ve taban sıcaklıklarında büyük bir değişiklik görülmemiştir. Ancak çekiş değişikliklerine bağlı olarak sıcaklık oynamaları yaşanmıştır. (Tablo 13, Şekil 4, Tablo 14, Şekil 5)



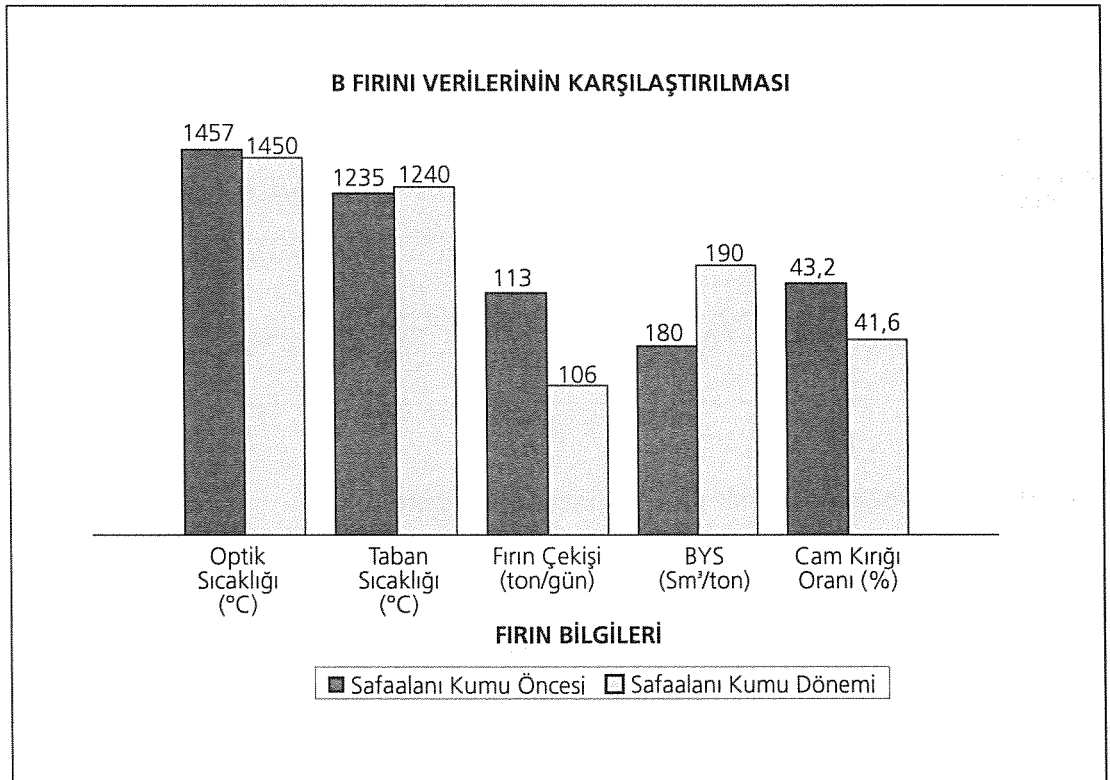
ŞİŞECAM

Safaalanı kumu öncesi ve kullanıldığı dönemin fırın verilerinin karşılaştırılması

Tablo 13. B FIRINI

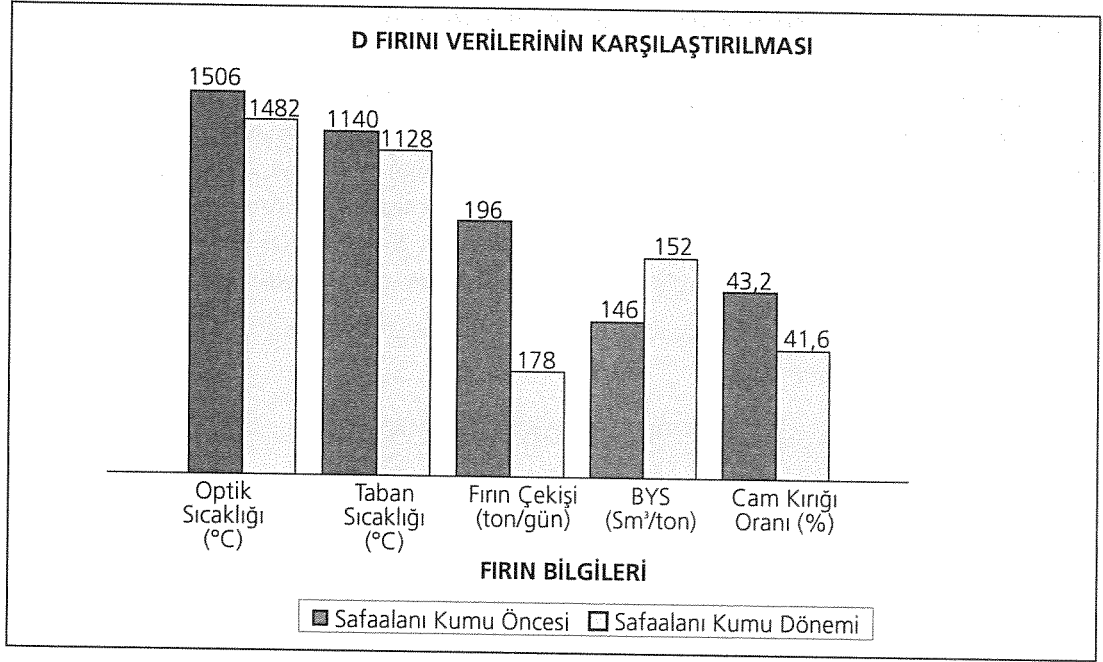
DÖNEMLER		Sıcaklık (°C)		Fırın Çekışı (ton/gün)	BYS (Sm ³ /ton)	Cam Kırığı Oranı (%)
		Optik	Taban			
Safaalanı Kumu Kullanılan Dönem Öncesi	Ort	1457	1235	113	180	43.2
	Min	1421	1188	104	168	43.2
	Max	1487	1263	128	193	43.2
Safaalanı Kumu Kullanılan Dönem	Ort	1450	1240	106	190	41.6
	Min	1430	1214	93	177	40.0
	Max	1474	1263	118	208	43.4

Şekil 4



Tablo 14.D FIRINI

DÖNEMLER		Sıcaklık (°C)		Fırın Çekışı (ton/gün)	BYS (Sm ³ /ton)	Cam Kırığı Oranı (%)
		Optik	Taban			
Safaalanı Kumu Kullanılan Dönem Öncesi	Ort	1506	1140	196	146	43.2
	Min	1478	1132	161	141	43.2
	Max	1536	1148	213	152	43.2
Safaalanı Kumu Kullanılan Dönem	Ort	1482	1128	178	152	41.6
	Min	1454	1110	153	145	40.0
	Max	1514	1144	196	159	43.4



Şekil 5

Hammadde maliyeti açısından incelendiğinde, Feldspat ve Safaalanı kumu ile hazırlanan harman arasındaki karşılaştırmada deneme dönemindeki fiyatlarla % 2,15 bir tasarruf ortaya çıkmaktadır. Bu hesaplar Camiş Madencilik firmasından temin edilen Feldspatın fiyatına göre yapılmıştır. Piyasadaki başka bir firmadan temin edilen 60 \$/ton fiyatlı feldspat için hesap tekrar yapılırsa elde edilecek tasarruf % 3,89'a yükselmektedir. (Tablo 15) Özellikle maliyetteki avantajı, üretimde ve fırında probleme yol açmaması göz önüne alınarak Safaalanı kumunun kullanılmasına karar verilmiştir. Safaalanı kum ocağında ve fabrikamız harman sisteminde yapılan çalışmaların tamamlanması sonucu Ekim ayında kullanılmaya başlanmıştır.

Aynı hesaplamalar 2001 yılı Eylül fiyatlarıyla yapıldığında sonuçlar % 2,20 ve % 8,11 olarak çıkmaktadır. (Tablo 15) Bütçedeki planlanan fırın çekişlerinin gerçekleşmesi halinde, 2001 yılı son üç ayında Camiş Madencilik'in Feldspatına göre 30.000 \$, 60 \$/ton fiyatlı Feldspata göre de 120.000 \$ kazanç sağlanacağı hesaplanmaktadır. 2002 yılında ise her iki Feldspata göre tahmini olarak bu rakamlar 110.000 \$ ve 440.000 \$ olarak çıkmaktadır.

Tablo 15. Feldspat ve Safaalanı kumu kullanılan harmanların hammadde maliyeti karşılaştırması

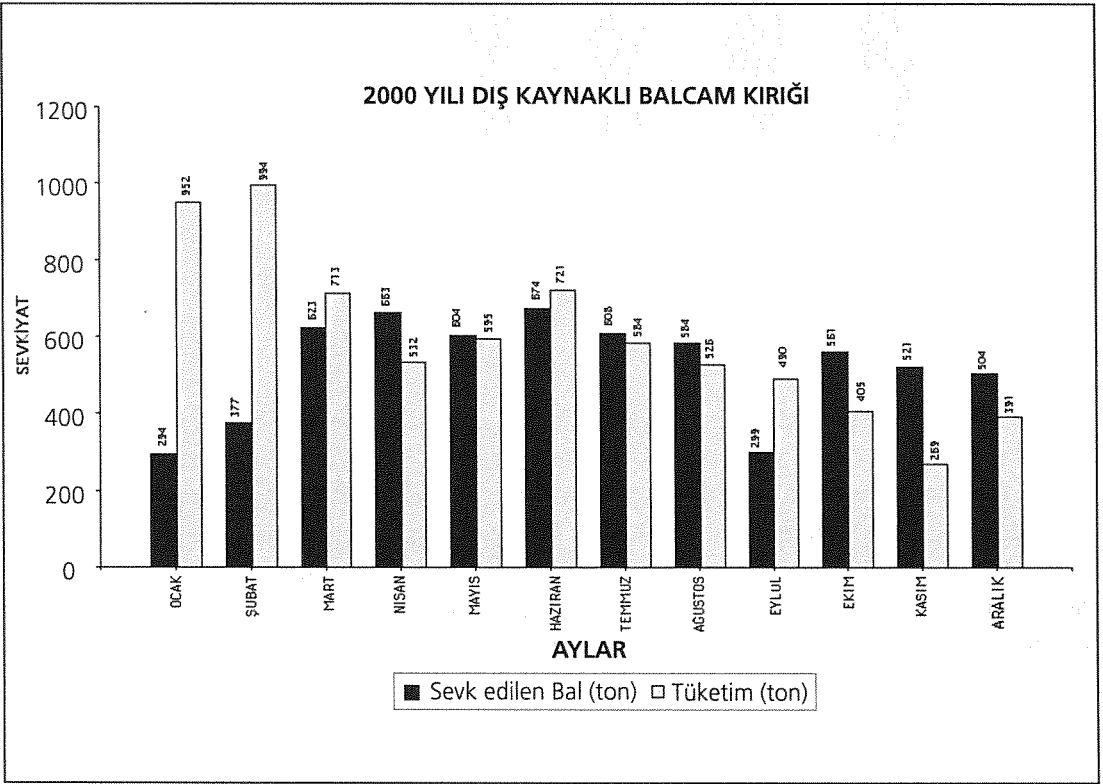
DÖNEMLER		Feldspatlı harman (TL/ton Cam)	Safaalanı Kumlu Harman (TL/ton Cam)
Deneme Dönemi Fiyatları	Camiş Madencilik Feldspatı	35.816.842	35.045.055
	Piyasadan temin edilen Feldspat (60 \$/ton)	36.462.519	35.045.055
Eylül Fiyatları	Camiş Madencilik Feldspatı	55.601.236	54.376.441
	Piyasadan temin edilen Feldspat (60 \$/ton)	59.173.250	54.376.441



ŞİŞECAM

4. Bal Renkli Cam Üretiminde Düzcamları Kullanılması

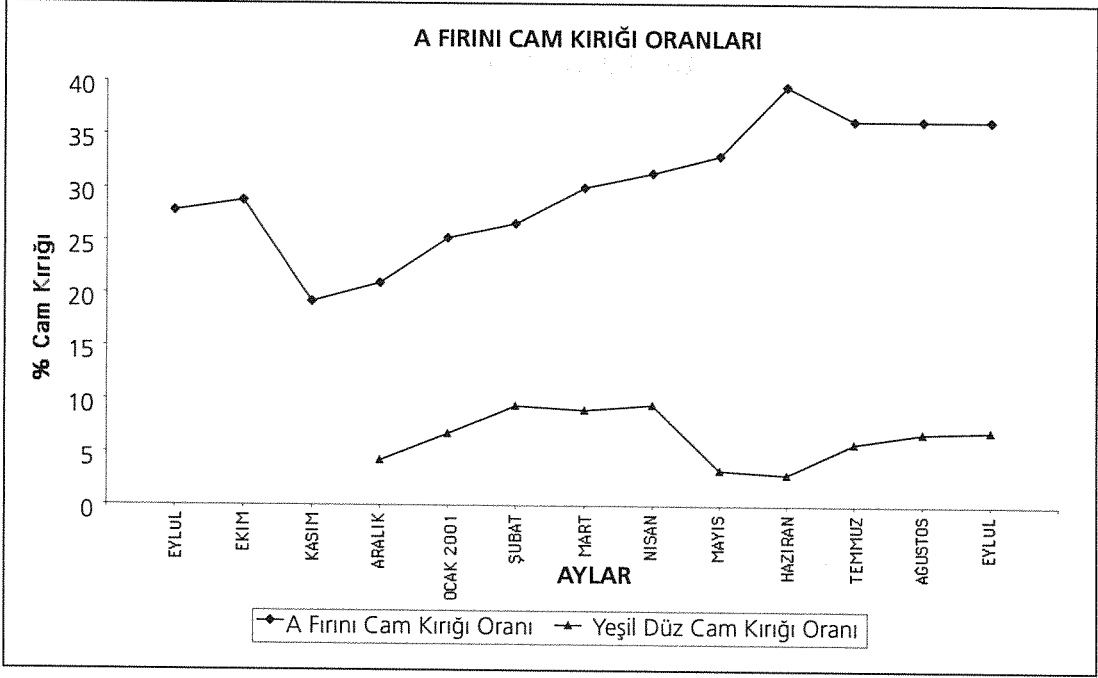
2000 yılı içinde bal renkli cam kırığı tedarikinin az olması sebebiyle yurtiçi ve yurtdışından cam kırığı temini hususunda çalışmalar başlatılmıştır. (Şekil 6) Ancak yurtdışından cam kırığı temininin pahalı olması nedeni ile içerideki alternatif kaynaklara dönüşmüştür. Sevk edilen cam kırığı miktarını artırmak için de bayilere ek prim uygulamasına geçilmiştir. Cam Araştırma Merkezimizde yürütülen bir çalışma sonucunda Trakya Cam fabrikasından yüksek Fe₂O₃ içeren yeşil renkli düz cam kırığı temin edilerek kullanılan cam kırığına kademeli şekilde ilave edilmesi kararlaştırılmıştır.



Şekil 6. 2000 yılında fabrikamıza sevk edilen ve tüketilen dış kaynaklı bal renkli cam kırığı

8 Aralık 2000 tarihinde başlanan bu uygulama önce cam kırığı tesisimizde hazırlanan ortalama % 0,6 Fe₂O₃ içeren paçal kullanılarak yapılmaya çalışılmıştır. Ancak paçal içindeki değişik Fe₂O₃ içeren cam kırıklarının camın renginde sapmalara yol açması sonucu % 1 civarı Fe₂O₃ içeren cam kırığının kullanılmasına geçilmiştir. Uygulama süresince cam kırığı oranı % 2'den % 14'e kadar değişen oranlarda katılarak denenmiştir. (Şekil 7) Redoks seviyesinde yarattığı etki göz önüne alınarak ve içerisindeki Fe₂O₃'ün değişiminin az olması halinde % 5 ile % 9 arasında büyük bir sorun yaratmadan kullanıldığı görülmüştür. Şimdiye kadar geçen zamanda ortalama olarak % 6.6 oranında cama katılmıştır. Aynı cam kırığının yurtdışından temini halinde elimizdeki son cam kırığı fiyatına (76 \$/ton) göre yaklaşık 230.000 \$ ödenmesi gerekecekti.

Şekil 7. Düzcam kırığının A fırını cam kırığı oranına etkisi



5.Sonuç

Bal renkli cam üretiminde Perlitin kimyasal dayanım problemini çözmesi, ergitme ve üretim sürecindeki olumlu etkileri ve maliyeti düşürmesi göz önüne alınarak Feldspata göre iyi bir alternatif olduğu görülmektedir. Sifaalanı kumu ise geçmişte yarattığı problemlerin ortadan kalkması sonucu, özellikle getirdiği maliyet avantajı ile renksiz cam üretiminde Feldspatin yerine geçmektedir. Düzcam kırığı kullanımı da son bir yıl içinde cam kırığı temininde yaşanan düşüşe karşı alternatif bir çözüm oluşturmaktadır.

Bildiride sunmuş olduğumuz tüm bu çalışmalar, şirketimizdeki bilgi birikimi ve ekip çalışması ile yeni alternatiflerin rahatlıkla denenebileceğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında yapılan çalışmaların üretim verimi ve kaliteden ödün vermeden maliyetlerimize de olumlu etkileri olmaktadır. Bu çalışmaların diğer üretim kuruluşlarımıza ışık tutacağı düşüncesindeyiz.

TEMPERLEMENİN SAYISAL MODELLENMESİ

Dr. Adnan Karadağ

TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

Bu çalışmada temperleme işlemi sırasında gözlemlenen fiziksel fenomenleri -soğutma havasının akışı, hava ve cam ürün arasındaki ısı transferi ve bunun sonucunda, camın viskoelastik madde olması nedeniyle, ortaya çıkan gerilim dağılımını detaylı inceleyebilmek için ANSYS ve FLOTRAN yazılımlarının kullanıldığı bir hesaplama yöntemi geliştirildi. Bu yöntem tipik bir temperleme düzeneğinin incelenmesinde kullanıldı. Güvenilirliğini kontrol edilmemesine rağmen, elde edilen sonuçların nitelik olarak doğru trendleri gösterdiği gözlemlendi.

1. Giriş

Cam ürünler yüzeylerindeki mikroskobik ve makroskobik hatalar nedeniyle, özellikle çekme gerilimi yaratan yükler etkisinde kolayca kırılabilmektedir. Ancak, temperleme işlemiyle, camın viskoelastik malzeme olması nedeniyle, yüzeye yakın bölgelerde koruyucu baskı gerilimi oluşturarak cam ürünün mukavemetini arttırmak olasıdır. Temperleme işlemi sırasında camın yumuşama sıcaklığının hemen altına kadar ısıtılmış ürün, hızla geçiş sıcaklığının altına kadar soğutulmaktadır.

Pazar talepleri doğrultusunda üretilen ince cidarlı, dar ve derin ürünlerin temperlenmesi kalın cidarlı ürünlere göre çok daha kısa sürelerde tamamlanmakta, bu da temperleme kalitesinin işlem parametrelerine hassasiyetini arttırmaktadır. Buna ürün geometrisinin getirdiği karmaşıklıklar da eklendiğinde temperleme işlemi istenilen kalitede gerçekleştirilebilmek için, bu işlem sırasında gözlemlenen fiziksel fenomenleri işletme parametrelerine bağlı olarak detaylı bir şekilde incelemek gerekmektedir. Bu fiziksel fenomenleri soğutma havasının akışı, hava ve cam arasındaki ısı transferi ve soğumaya bağlı olarak camın gösterdiği viskoelastik davranış olarak sıralayabiliriz. İşletme parametreleri arasında ise ürün ve soğutma havasının üflendiği nozzle'ların geometrisi ile soğutma havasının hızı ve sıcaklığını sayabiliriz.

Birçok mühendislik probleminin çözümünde olduğu gibi, burada da ucuzluğu, analiz zamanının kısalığı, karşılaştırmalı çalışmalarda doğrudan nicelik temelli ve detaylı sonuçlar verebilmesi nedeniyle sayısal modelleme kullanılabilir. Bu çalışmada da sonlu elemanlar metodu (finite element method-FEM) kullanılarak geliştirilmiş ANSYS ticari yazılımının değişik modülleri, temperleme sırasında meydana gelen soğutma havasının akışını, hava ve cam ürün arasındaki ısı transferi ve bunun sonucu gözlemlenen viskoelastik davranışı incelemek için kullanılmıştır.

Bu sunuşun geri kalan kısmında önce kısaca temperleme işlemi açıklayan matematiksel modeller verilecek ve bunların ANSYS modüllerinde nasıl çözüldüğü anlatılacaktır. Daha sonra, temperleme işleminin üretim hattında uygulanmasına örnek olacak bir konfigürasyon tanımlanıp, bunun sayısal modeli anlatılacaktır. Bu modelin çözülmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilip, çalışmanın özeti verilecektir.

2. Çözüm Yöntemi

Soğutma havasının turbulент akışı ve cam ürünle soğutma havası arasındaki ısı transferi "birlikte ortalanmış" kütle, momentumun (Navier-Stokes denklemleri) ve enerjinin korunumu denkle-

meleriyle açıklanabilir. Bu denklemler RNG türbülans modeliyle kapatılmıştır. Bunlarla ilgili detaylar ANSYS Theory Reference'de bulunabilir. Temperleme sırasında camın gösterdiği viskoelastik davranışın matematiksel modellerinden biri de Genel Maxwell modelidir. ANSYS yazılımı da bu modeli sayısal olarak çözmektedir. ANSYS Theory Reference'da bununla ilgili detaylar da bulunabilir.

Akış ve ısı transferi çözümleri için çözüm uzayının (solution domain) diskritasyonunda örnekleri ilerde gösterileceği gibi, nozzle çıkışı gibi karmaşık geometriler ve silindirik olan çözüm uzayının eksen etrafında, sekiz düğüm noktalı (node) hexagonal elemanlar kullanılmıştır. Eksen etrafında ise "wedge" elemanlar, karmaşık geometrilerde tetrahedral ve bunlarla hexagonal elemanlar arasında ise piramit elemanlar kullanılmıştır. Sadece cam ürün için yapılan Viskoelastik çözüm için 20 node'lu hexagonal ve 15 node'lu "wedge" elemanlar kullanılmıştır.

Burada kullanılan çözüm yöntemi, "axisymmetric" ürünün açılal yönde periyodik ve eşit aralıklarla diskritize edilmesini gerektirmektedir. Bunun için yukarıda bahsedilen "wedge" elemanları eksen etrafında kullanmak zorunluluktur. Ancak ANSYS içindeki mesh fonksiyonları ile katı modeli (solid model) düzenli wedge'lere bölmek olanaksız olduğundan APDL ile, eksen etrafında mesh'in geri kalan bölümüyle uyumlu, gerekli noktalarda node'lar ve bunlardan elemanlar oluşturan bir modül yazılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan temperleme düzeneğinde, ürün bir yandan kendi eksen etrafında dönerken bir yandan da doğrusal olarak ilerlemektedir. Soğutma havası yukarıdan, üzerinde bir veya daha fazla nozzle çıkışı bulunan bir başlıktan üflenmektedir. Soğutma başlığı da ürünle birlikte temperleme hattı boyunca ilerlemektedir. Ayrıca ürün ilerlerken yanlardan da soğuk hava üflenebilir.

Soğutma havasının akışına baktığımızda, hareket eden duvar (moving wall) sınır koşullarını kullanarak, kararlı rejimde Navier-Stokes denklemlerini çözebileceğimizi görebiliriz. Hız bileşenleri için bu çözümü kullanarak enerji denklemini çözerek hava ve cam ürünündeki zamana bağlı sıcaklık dağılımı ve bundan türetilebilecek çoklukları hesaplayabiliriz. Ancak daha önce de belirtildiği gibi FLOTTRAN hareket eden katılar için enerji denklemini çözememektedir. Bu nedenle hava ve cam arasındaki ısı transferi ancak iki ayrı alt modelle, iteratif olarak çözülebilir. Bu çözüm sırasında, cam ürünün kendi etrafında dönmesinin etkisi de "manuel" olarak gerçekleştirilebilir.

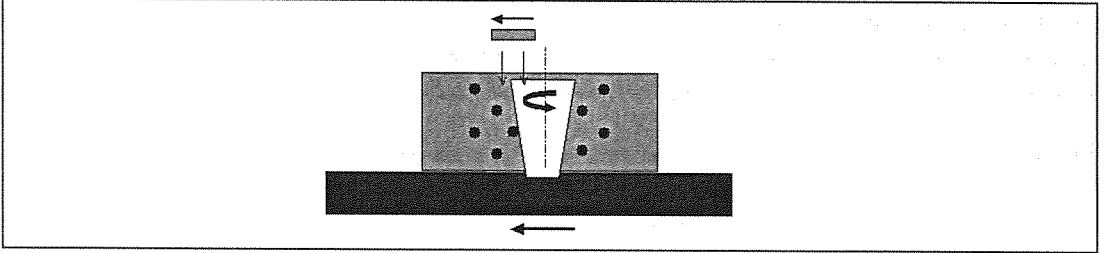
Sıcaklık dağılımı önce hava için kurulan alt modelde çözülür. Burada, cam ve hava arasındaki yüzeylerde sabit sıcaklık sınır koşulu kullanılır. Daha sonra, bu çözümden hesaplanan ısı akıları (heat flux) cama sınır koşulu olarak aktarılır ve camdaki sıcaklık dağılımı hesaplanır. Camdaki sıcaklık dağılımı kullanılarak, hava için sınır koşulları yenilenir ve hava için sıcaklık dağılımı tekrar hesaplanır. Cam ve hava arasındaki bu iterasyonlar, "convergence" sağlanana kadar devam eder. Çözülen zaman için "convergence" sağlandığında, camdaki sıcaklık dağılımı açılal yönde bir düğüm noktasından yanındakine kaydırılır ve yeni zaman sıcaklık dağılımları yine iteratif olarak hesaplanır.

Üfleme havasının nozzle'lardan çıkış ve bu akımın ürün içinde ve etrafında yarattığı hava hareketinin hızı, ürünün açılal yöndeki hızından yüzlerce kat daha yüksektir. Bu nedenle soğutma havası için hız vektör alanı hesaplanırken ürünün kendi etrafındaki hareketi ihmal edilebilir. Ancak, sıcaklık dağılımları hesaplanırken, bir zaman basamağından sonrakine geçerken kaydırılarak, ürünün kendi eksen etrafındaki hareketinin etkisi dahil edilebilir. Bu yaklaşımda cam Ürün ve soğutma havası için enerji denklemi aynı anda çözüleceğinden, çözüm zamanını uzatan iterasyonlara da gerek kalmamaktadır.

Cam ürünündeki sıcaklık dağılımı zamana bağlı olarak hesaplandıktan sonra, bu değerler viskoelastik modele yük olarak aktarılarak, soğutma sonucu oluşan gerilim dağılımı hesaplanmaktadır

3. Problemin Tanımı ve Sayısal Model

Şekil 1.'de tipik bir temperleme düzeneği görülmektedir. Bir önceki bölümde de belirtildiği gibi "axisymmetric" ürün kendi etrafında dönerken, aynı zamanda onunla birlikte hareket eden soğutma başlığıyla hat boyunca ilerlemektedir. Soğutma başlığının üzerindeki bir veya daha fazla nozzle'dan değişik açılarla hava üflenmektedir. Ayrıca yanlardan da çok sayıda nozzle çıkışından soğutma havası üflenebilir.



Şekil 1. Tipik Temperleme Düzeneği

Bu çalışmada örnek olarak 151 mm derinliğinde, ağızda 86 mm , tabanda 66 mm çaplı, cidar kalınlığı 2 mm olan bir bardağın temperlenmesi sayısal olarak incelendi. Bardağın ağzından 40 mm yukarıdan, birbirlerinden 60° mesafede iki çıkış düzleminde elipsimsi nozzle'lardan 220 m/sn hızıyla doğrudan bardağın çeperine hava üflenmektedir. Bardağın kendi eksenine etrafında dönme hızı 0.35 rad/sn'dir.

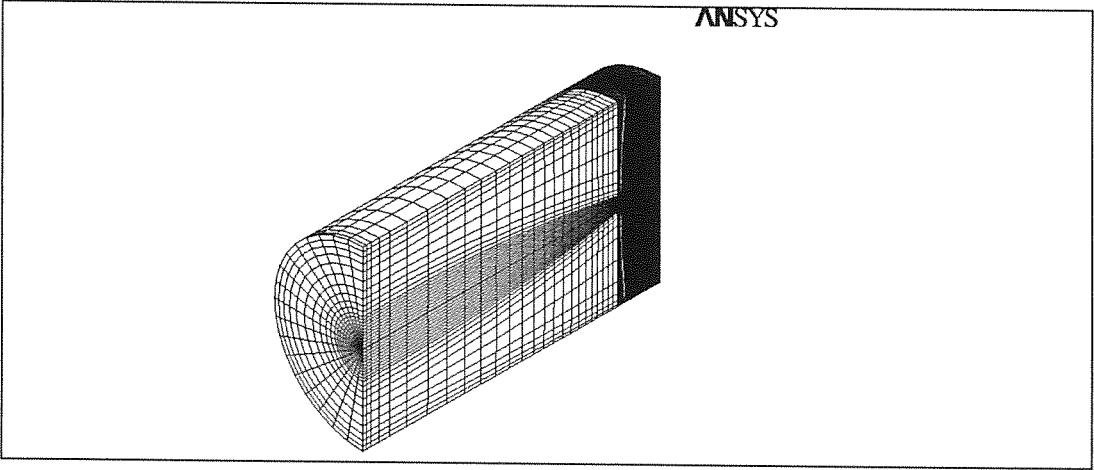
Yüksek hız değerleri görülmesine rağmen hava sıkışmayan akışkan kabul edilmiştir ve fiziksel özellikleri için sabit değerler kullanılmıştır - yoğunluk 1.06 kg/m³, viskozite 1.9991x10⁻⁵ Pa(s), ısı iletkenliği 2.8826 W/m.K ve özgül ısısı ise 1004 J/kg.K. Sıcaklık hesaplamalarında camın yoğunluğu 2210 kg/m³, ısı iletkenliği 1.6232W/m. ve özgül ısısı 500 J/kg.K olarak kullanılmıştır. Viskoelastik çözüm için kullanılan değerler Tablo. 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Viskoelastik çözüm için kullanılan değerler.

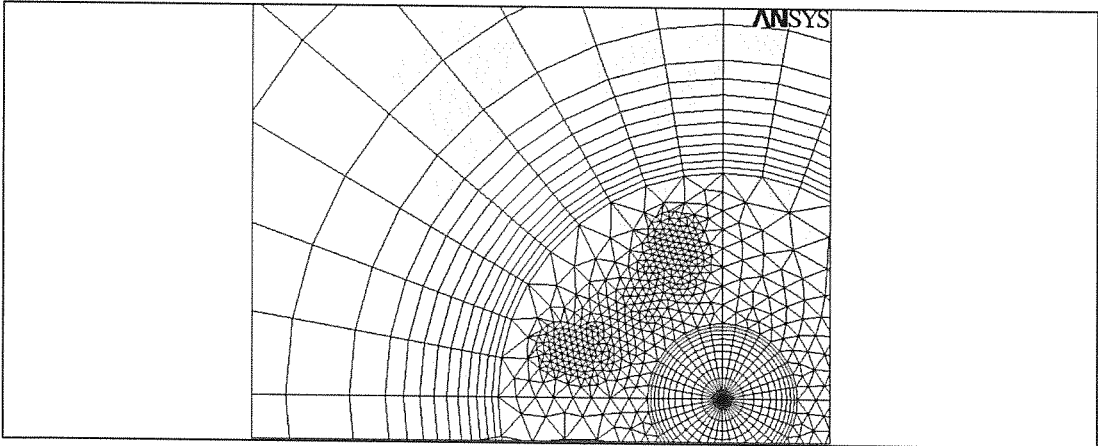
Activation energy divided by ideal gas constant	6.45e4
Number of Maxwell elements for structural relaxation	6
Coefficients of the Maxwell elements for volume decay	0.108, 0.443, 0.166,0.161,0.046,0.076
Relaxation times for volume decay function	3, 0.671,0.247,0.091,0.033,0.008
Thermal expansion coef. in liquid state	3.43e-5
Thermal expansion coef. in solid state	6.47e-6
Fictive Temperature	973
Shear modulus at time zero	2.79e9
Shear modulus at time infinity	0
Bulk modulus at time zero	6.05e9
Bulk modulus at time infinity	6.05e9
Number of Maxwell elements for shear relaxation	3
Coefficient for shear relaxation	0.422, 0.423, 0.155
Relaxation times for shear relaxation	0.0689,0.0065,0.0001

Hesaplama uzayı olarak ekseni bardağıniyle ortak olan silindirik bir hacim kullanılmıştır. Bu silindirin çapı 1 metre yüksekliği ise 1.5 metredir. Bardağın ağzı, nozzle çıkış düzlemlerinin bulunduğu dairesel sınırdan 4 cm içerdedir. Şekil 2'de ağ yapısının bir kesiti görülmektedir. Şekil 3.'de ise nozzle çıkışları etrafındaki tetrahedral elemanları göstermektedir. Şekil 4.'de bardak için kullanılan mesh görülebilir. Toplam 156379 düğüm noktası ve 165645 eleman kullanılmıştır. Bunlardan 18645 düğüm noktası ve 15948 eleman bardağın diskritasyonunda kullanılmıştır. Visko-elastik hesaplamalarda da bardak için aynı FEM modeli kullanılmıştır, ancak burada kuadratik elemanlar kullanıldığı için düğüm sayısı 71903'e çıkmıştır.

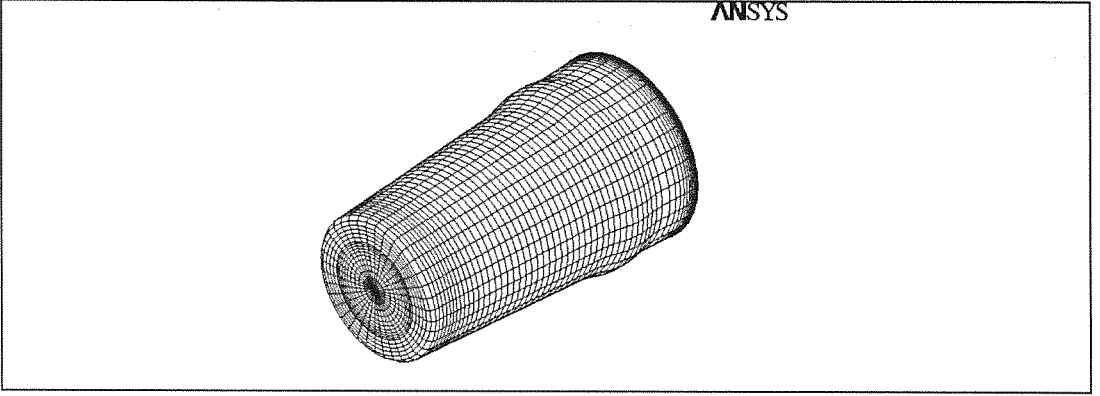
Nozzle çıkış düzlemlerinde sınır koşulu olarak ürünün ekseni yönünde 220 m/sn'lik bir hız belirtilmiştir. Diğer hız bileşenleri sıfır olarak sabitlenmiştir. Sıcaklık dağılımı hesaplamalarında soğutma havası nozzle'dan 333 K'de çıkmaktadır. Turbulant değerler programdaki "default" değerlerde bırakılmıştır. Bu düzlemdeki diğer düğüm noktalarında, soğutma havası düzleme paralel olarak hareket etmektedir, sıcaklık ve turbulent değerler içerden eksrapole edilmektedir. Silindirik hesaplama alanının yan sınırında, kesişeni düzlemin normaliyle 80 °açı yapan 5 m/sn'lik bir hız belirtilmiştir. Böylelikle, çıkış sınırından içeriye akim engellenerek, modelin matematiksel tutarlılığı sağlanmıştır. Çıkış sınırında 0 Pa'lık "gauge" basıncı belirtilmiştir. Diğer çözüm değerleri içerden extraploti-onla hesaplanmaktadır. Sıcaklık hesaplamalarında Bardağın başlangıç sıcaklığının 973 K olduğu varsayılmıştır. Gerilim hesaplarında tabanı dört eşit parçaya bölen çizgiler boyunca sabitlenmiştir.



Şekil 2. Kullanılan ağ sisteminin sol yarısı.



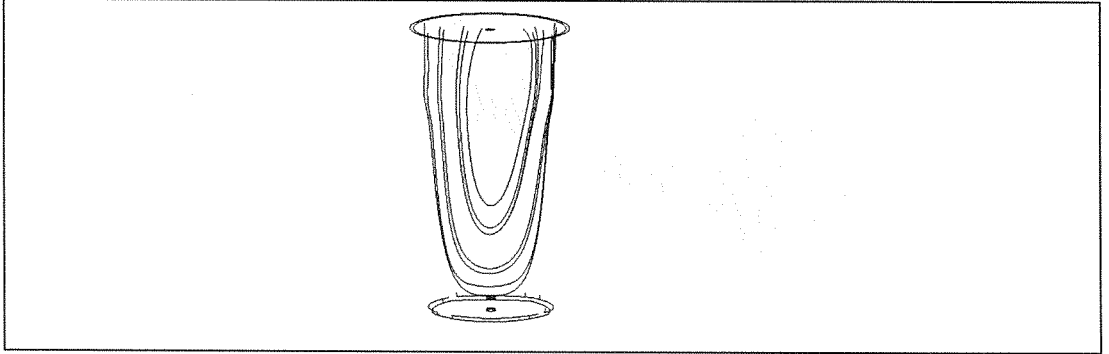
Şekil 3. Nozzle çıkışları etrafındaki ağ sistemi



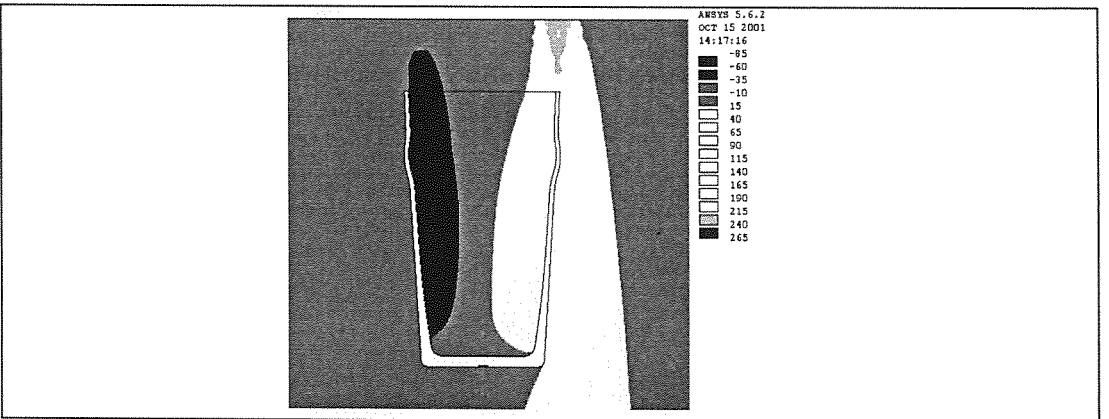
Şekil 4. Bardak için kullanılan ağ sistemi.

4. Sonuçlar

Şekil 5. bardak içindeki "streamline"ları göstermektedir. Şekil 6. ise nozzle'lerden birinin ortasından geçen düzlemde, bardağın eksenî yönündeki hız dağılımı gösterilmektedir. Nozzle'lerden gelen hava akımı bardağın şeklini takip ederek dibine vurduktan sonra, karşı taraftan bardağı terk etmektedir. Bu ana akımın yanında, bardağın orta kısmında ikincil bir döngü hareketi de gözlenmektedir.

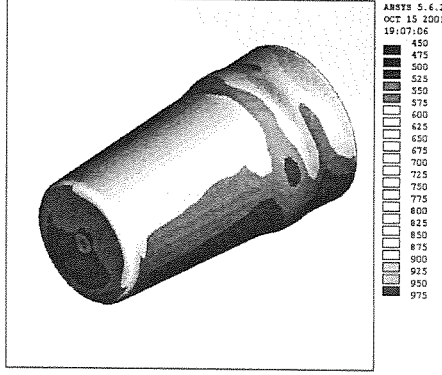


Şekil 5. Bardak içindeki "streamline"lar

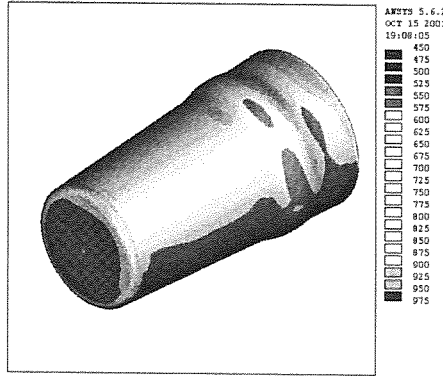


Şekil 6. Açısız yöndeki hız dağılımı

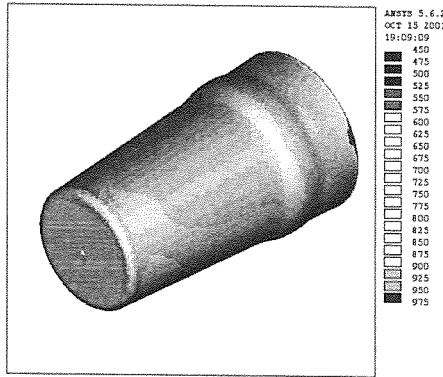
Şekil 7., 8. ve 9, bardak soğutulmaya başladıktan sonra 1., 5. ve 8. saniyelerdeki sıcaklık dağılımını göstermektedir. Bardağın kenarındaki bombenin, soğutma havasının doğrudan çarptığı cephe daha hızlı soğumaktadır. Arka tarafta, hava yüzeyden ayrılmamasına rağmen yavaşlamakta, bu da soğumayı olumsuz yönde etkilemektedir. Genelde, bardağın ağzı ve bombenin soğutma havasını doğrudan gören cephesi daha hızlı soğurken, bardağın dibi de yavaş soğumaktadır.



Şekil 7.1. Saniye sonunda bardaktaki sıcaklık dağılımı.

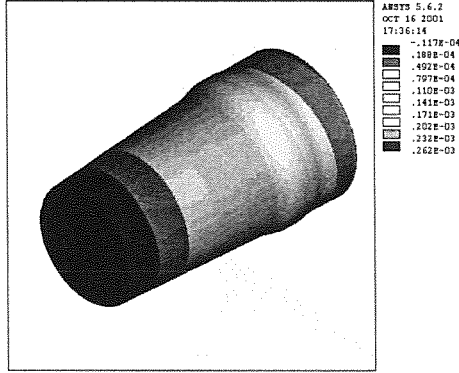


Şekil 8.5. Saniye sonunda bardaktaki sıcaklık dağılımı.



Şekil 9.8. Saniye sonunda bardaktaki sıcaklık dağılımı.

Şekil 10., 15. saniyede bardağın eksenî yönündeki deformasyonu göstermektedir. Tabandan ağza lineer bir dağılım vardır, ancak soğumaya bağlı açılmalarda az da olsa bir farklılık gözlemlenebilir.



Şekil 10. 15. saniye sonunda bardaktaki eksen yönündeki deformasyon

BİR REKABET HİKAYESİ

E. Asuman Haksal

Kimyasallar Grubu, Geliştirme Grup Müdürlüğü

Özet

Dünya pazarında ürünleri ile % 5-10 mertebelerinde pay sahibi olmanın yarattığı uluslararası hedef olma durumuna hazır olmak için, gelişmiş bir teknolojiye sahip olmanın yetmediği açıkça görülmüştür. Bu bildirinin konusu uluslararası rekabette önemli yeri olan her endüstrinin değişik biçimlerde başına gelebilecek bir örnek olayın aktarılmasıdır..

Kromsan Fabrikası 1998 yılında yaptığı teknoloji değişikliği ile üretim teknolojisini sodyum bikromat üretiminde erişilebilecek en iyi çevre normlarına getirmiştir Fabrikanın kurulu olduğu Kazanlı bölgesi Caretta Caretta ve özellikle Chelonia Mydas (yeşil kaplumbağa) türündeki deniz kaplumbağalarının önemli bir yumurtlama bölgesidir. Batı Akdeniz ülkelerinde yaşanan yoğun endüstrileşme/şehirleşme, turizm, deniz trafiği, balıkçılık, kaplumbağa avcılığı gibi nedenlerle ancak doğu ve güney akdeniz ülkelerinde yumurtlama alanları kalan deniz kaplumbağalarının nesli tükenmek üzeredir. Bu nedenle Türkiye'nin de imza attığı Bern anlaşması ile koruma altına alınmıştır.

Deniz kaplumbağaları, yaşamları çok ilginç periyotlardan oluşan hayvanlardır. Ömürlerinin tümünü denizde geçirmektedirler. Sadece yumurtlama için karaya çıkmakta ve denize geri dönmektedirler. Dünyanın her yerindeki deniz kaplumbağası araştırma sonuçları kaplumbağalarda görülen toplu ölümlerin nedenlerinin araştırılması üzerinedir. Kazanlı-Mersin sahillerinde de bu ölümler her sene görülür. Ancak bu ölümlere ait bir istatistiki bilgi tutulmamıştır, ölümlerin bu sene daha fazla olduğuna dair bir bilgi de yoktur.

Kromsan Fabrikası sodyum sülfür atık sahasında bir iş kazası sonucu oluşan ve içinde krom içermeyen bir sıvı atığın denize sızması ile olaylar gündeme gelmiş ve inanılmaz bir hayali senaryolar silsilesi ile tırmandırılmıştır. Olaylarda uluslararası mercilerin ilgisini ve desteğini toplamak için de kaplumbağalar kullanılmış Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti uluslararası platformlara şikayet edilmiştir.

Türkiye'de yeterli bilimsel alt yapı olmadığı için kaplumbağaların gerçek ölüm nedenleri araştırılmamış, belgelenememiş; konu uzman olmayan kişilerin, hemşehrlik ilişkileri ile hazırlamış oldukları bilimsel olmayan "bilimsel mütalaa"larına kalmıştır. Bir raporun bilimselliğinin ; bilginin üretilmesinde kullanılan verilerin toplanma ve değerlendirilme metodolojisine bağlı olduğu göz ardı edilerek raporlar incelenmekte, sadece sonuç bölümleri okunarak, altındaki imzanın titrine bakılarak medyada malzeme olarak kullanılmaktadır.

Kromsan Fabrikası gerçekleri ortaya çıkarmak için sadece atıklarında norm değeri aşan krom bulunmadığını ispatlamak zorunda kalmamakta, aynı zamanda Türkiye'deki bilimsel altyapı eksikliğinden kaynaklanan sorunları da aşmak durumunda kalmaktadır.



ŞİŞECAM

1. Kromsan Teknolojik Gelişiminin Tarihçesi

Kromsan Fabrikası Sovyetler Birliği'nden temin edilen teknoloji ile ülkemizdeki çevre mevzuatının henüz oluşmadığı bir dönemde kurulmuştur. Gaz atıklar dışındaki diğer atık sorunları satın alınan teknoloji içinde çözümlenmemiştir. Tesis devreye girdikten sonra önce sıvı atıkları ile ilgili problemler çözülmüş, 1988 yılında endüstriyel arıtım tesisi 1989'da evsel atık (biyolojik) arıtma sistemi kurulmuştur.

Katı atıklarının azaltılması için önce katı atığın dolgu maddesi olarak tekrar kullanımı, dolomit yerine kireç kullanımı (1994) projeleri gerçekleştirilmiş ve atık miktarı 1:3,5'dan 1:2 seviyelerine getirilmiştir. Ama yine de atık miktarı ve atık içinde Cr+6 miktarları memnun edici seviyelere gelmemiştir.

Krom endüstrisinde batıdan teknoloji satın almanın neredeyse imkansız olması nedeniyle 1991 yılında kendi imkanlarımızla katı atıkların zararsız hale getirilmesi için teknoloji geliştirme kararı alınmıştır.

1991 yılında Türkiye'de henüz Tehlikeli Atıklar Yönetmeliği yayınlanmamış olduğundan Çevre Bakanlığı'nın da görüşü alınarak ABD-EPA normları kullanılarak teknolojinin geliştirilmesi planlanmıştır.

ABD-EPA yönetmeliklerine göre sodyum bikromat üretim prosesinden çıkan katı atıkların içindeki çözünür krom miktarının 100 ppm'in altında olması istenmektedir (Ekstrakt hazırlama yöntemi-TCLP). Bu değere inen atıkların evsel nitelikli endüstriyel atık olacağı belirtilmektedir.

Bu normu sağlayacak teknoloji, laboratuvar ve pilot çalışmalardan sonra 1994 yılında gerçekleştirilmiştir. Detay mühendisliği 1995 yılında bir özel mühendislik şirketine yaptırılmıştır.

Yatırım hazırlıklarının sürdüğü bir sırada Türkiye'de Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (1995, Ağustos) yayınlanmıştır. Yayınlanan yönetmelikteki Cr+6 değerleri ABD-EPA normlarının çok çok altında bir değerde yer almıştır : Uygun eluat hazırlama metoduna göre (DIN 38414-S4) hazırlanmış eluatlarda uygun yöntemle yapılmış analizlerle (DIN 38405-D24-87) uygun çevirmeler yapıldıktan sonra depolanabilir tehlikeli atık için 5 ppm, inert atık için 1 ppm Cr+6'nın altına inmek gerekmektedir.

Bu değerler ABD-EPA değerlerinin çok çok altındadır. Literatürde kireçli teknoloji atıklarının bu değerlerin altına inebileceği bir teknoloji de tespit edilememiştir.

Bu değerler o dönemde rakiplerimizin üretim yaptığı İngiltere, Almanya, İtalya gibi ülkelerin standartlarının da çok altında idi (Halen İtalya'daki rakibimizin de 100 ppm limitle çalıştığı bilinmektedir).

Yeni yayınlanan yönetmeliğe göre proses başarısını incelemek üzere pilot çalışmalara geri dönüldü, reaktif miktarları arttırıldı, kalma süreleri uzatıldı ama % 100 başarının çok zor olduğu görüldü ve atıkların nötralizasyonu yatırımının uygulanmasından vazgeçildi ve atıkların arıtılmasını im-



ŞİŞECAM

kansızlaştırılan Kireçli Teknolojinin değiştirilmesine karar verildi. Bu size "Bir Teknoloji Değişikliği Öyküsü" başlığı ile geçen sene sunduğum bildirinın konusudur.

1998 yılında kendi imkanlarımızla geliştirdiğimiz Kireçsiz Teknoloji devreye alınmıştır. Teknoloji değişikliği sırasında gaz atık temizleme sistemleri tekrar elden geçirilmiş, krom değerleri limitlerin çok altına indirilmiştir.

Sahalarında 1998 yılına kadar birikmiş olan çamurun yönetmeliğe uygun olarak indirgenmesi teknolojik ve ekonomik olarak mümkün olmadığı için altı üstü HDPE malzeme ile kaplanarak izole edilmiştir. Bu atıkların Avrupa Topuluğu kurallarına uygun olarak bertarafı için değişik projeler üzerinde çalışılmakta olup, uygun görülenler Çevre Bakanlığı'na sunulmuştur.

Artık Kromsan'ın mevcut üretimi gaz, sıvı ve katı atıklarıyla dünyada en sıkı normlarda hazırlanmış yönetmeliklere uygun hale gelmiştir.

Çevre ile ilgili sorunlarını hallederken kapasitesi de 32.000 ton'dan 50.000 ton'a çıkan ve önemli maliyet düşüşleri elde eden Kromsan gelişmiş teknolojiye sahip dünyanın 4. büyük şirketi haline gelmiştir. Teknoloji değişikliği sırasında katma değeri yüksek yeni bir ürün, kromik asit portföyümüze katılarak mali yapımız güçlendirilmiştir.

Kromsan Fabrikası dünya Sodyum Bikromat üretiminin % 5.7'sini, Bazik Krom Sülfat üretiminin % 9.3'ünü, Kromik Asit üretiminin % 5.6'sını üretmektedir. Ürünlerinin kalitesi pazarda erişilebilecek en üst düzeydedir.

Bu durum Kromsan'ın dünyada, özellikle aşırı ve yıkıcı rekabetin söz konusu olduğu krom bileşik-leri pazarında göz önünde ve hedef olmasına neden olmuştur.

2. Son Olaylar

Kromsan Fabrikası'nın sodyum bikromat üretimi yan ürünü olan sodyum sülfürün katı atık havuzlarının duvarı 6 Mart 2001 tarihinde onarılrken bir kaza sonucu kısmen yıkılmış ve içinde +6 değerli krom içermeyen atık su DSI drenaj kanalı aracılığı ile denize gitmiştir. Bu duvar derhal onarılmış ve DSI kanalı yıkanarak temizlenmiştir.

Bu tarihe kadar Kazanlı Belediyesinin, fabrikanın neden olduğu çevre sorunlarına ilişkin hiçbir uyarısı ve teması olmamasına rağmen aniden bu olayı abartarak medyaya duyurmuştur.

Bu olaydan yaklaşık iki yıl öncesinden itibaren topladığı verileri değişik kampanyalarla medyaya aktarmıştır. Örneğin, fabrikanın izinli "tehlikeli atık depo saha"sından alınan atıkları bölgenin toprağı suyu diyerek Almanya'ya göndermiş, analiz ettirmiş, Fabrikayı ve Türkiye Cumhuriyeti'ni uluslararası kuruluşlar nezdinde zor durumda bırakacak dokümanlar oluşturmuştur.

Kazanlı Sahilleri Yeşil Deniz Kaplumbağası (Chelonia Mydas) ve Caretta Caretta'ların yumurtlama bölgesidir. Bu hayvanlar dünyada nesli tükenmekte olduğu için uluslararası BERN Anlaşması ile koruma altına alınmıştır. Türkiye de bu anlaşmaya imza atmıştır. Deniz kaplumbağalarına ait lite-

ratürde yer alan neredeyse tüm yayınlar deniz kaplumbağalarının ölüm haberleri ve nedenlerinin tespiti ve korunmaları için yazılmaktadır.

Tüm kaplumbağa yumurtlama ve kışlama sahillerinde olduğu gibi Kazanlı sahillerinde de kaplumbağa ölümleri yıllardır izlenmektedir.

Örneğin; Karataş-Akyatan-Yumurtalık bölgesinde trol ile avcılık yapan 12 bot ile yapılan örnekleme çalışmasında Eylül 96 ve Mayıs 97 arasında 306 Green, 116 Loggerhead, 437 Trionyx (tatlı su kaplumbağası) ağlardan komada, baygın veya ölü olarak bulunmuştur. Bu tür avcılık yapan botların sayısının 250 olduğu düşünülürse sayının ne kadar büyük olduğu tahmin edilebilir (DHKD-1997 çalışması - Council of Europe 2000 toplantısında sunulan Medasset raporundan "Green Turtle on the Turkish Mediterranean Coasts). Oysa Kazanlı Bölgesi'nde bu yıl ölü bulunan kaplumbağa sayısı 38'dir. Bu literatürde rastlanan ölüm sayıları yanında düşük bir sayıdır.

Kazanlı bölgesinde ölen her kaplumbağa için basın toplanmış, sansasyonel bir şekilde Kromsan suçlanmıştır.

Bu dönemde denizde zaman zaman kırmızılıklar görülmüş ve Belediye Başkanı bunu Kromsan'ın deşarjı diye medyaya duyurmuştur. Fabrikanın bir aylık duruşuna rastlayan bu durumun planktonların aşırı üremesinden kaynaklanan "red-tide" olayı olduğu Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Bölümünce tespit edilerek basına duyurulmuştur.

2.1 Suçlamada kullanılan raporlar

Prof. Dr. Salih Cengiz'in raporları (Tablo 1)

Kazanlı Belediye Başkanı Kazanlı Bölgesi'ndeki muhtelif kuyulardan, Kazanlı içme suyundan, deniz suyundan ve ölü bir kaplumbağadan alınan doku örneklerini İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü'nde görevli Kazanlı bir Profesör'e, Prof. Dr. Salih Cengiz'e göndermiştir.

Prof. Dr. Salih Cengiz, su numunelerinin analizi için hiç alışılmamış bir yöntem kullanarak, SEM (Scanning Electron Microscope) cihazıyla kuru kalıntılarında muhtelif elementlerin analizini yapmış, sonuçları raporlamıştır. Ancak kuru kalıntı miktarını vermediğinden ana kütleyle geri dönülerek mg/lt gibi bir analiz sonucuna erişilememektedir. SEM cihazının noktasal analiz yapan yarı kantitatif bir cihaz olması ve analiz yapma kültürü kurallarına uyulmaması nedeni ile tuhaf sonuçlar üretilmiştir.

Örneğin :

% 91,6 Mg içeren deniz suyu

İçinde Klor iyonu bulunmayan deniz suyu

% 47 klor içeren kuyu suyu

% 50 silis, % 37 magnezyum içeren içme suyu

% -4,88 krom içeren kuyu suyu ... gibi.

Tablo 1. Prof. Dr. Salih Cengiz'e ait Rapor Sonuçlarının Toplu Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi

	Su Numuneleri, %							Deniz Suyu, %	Kaplumbağa Akciğeri, %	
	A	B	C	D	E	F	G		1	2
Magnezyum	6.3	32.6	7.41	44	17	37	31.6	91.16	93.12	88.37
Silisyum	6.8	25.8	10.8	46	20	50	10.7	-	-	-
Klor	9.8	7.62	8.86	4.9	47	9.3	38.5	?	-	-
Kalsiyum	76	33	69.1	4	14	0.5	24.1	6.61	4.63	4.23
Krom	1.1	1.04	3.84	1.1	1.4	3.2	-4.88	1.87	2.25	2.08
Potasyum	-	-	-	-	-	-	-	0.37	-	-
A-E	Kromsan içi 1 no'lu kuyu									
B-C	Kromsan içi 2 no'lu kuyu									
D-G	N. Kurtuluş'un tarlası Kromsan 400 m Kuzeyi									
G	Kazan içme suyu									
1	Adli Tıp Enstitüsü Müdürlüğü'nden Alınan Mütalaa									
2	Kazanlı Belediye Başkanlığı'na Gönderilen Mütalaa									

Ve tuhaf sonuçlar kullanılarak ve hiçbir uluslararası norm değerle kıyaslanmadan (zaten kıyaslama mümkün değildir) krom değerlerinin çok yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaplumbağa doku analizlerinde de SEM cihazı kullanılmıştır. Ciğer analizlerinde % 93,2 magnezyum bulunmuştur. Ciğer analiz sonuçları deniz suyu analiz sonuçları ile benzer çıkmıştır (hayvanın çok önce öldüğü ve deniz suyu ile şişmiş olduğu numuneyi alan veteriner raporunda belirtilmiştir).

Sn. Salih Cengiz'in doku analizlerinde SEM cihazı kullanımı da ilginçtir. Literatürde doku analizleri için doku kuru kalıntısının çözünürleştirilip ağır metallerin AAS cihazında okunması ve sonuçların kuru bazda veya yaş bazda mg/kg olarak verilmesi şeklindedir. Noktasal analiz yapan SEM cihazının tüm kütleyi temsil eden bir sonuç üretmesi mümkün görülmemektedir.

Ayrıca Sn. Salih Cengiz, kaplumbağanın beyin ve sidik torbasında % 0,0 krom bulmuştur. Oysa bütün canlı dokularda, insan da dahil (kas:0,84 mg/kg, kemik:33 mg/kg...), krom vardır ve yaşa-min sürmesi için olmak zorundadır.

Sn. Salih Cengiz sudaki kromun oksijeni bitirmesi nedeniyle oksijensizlikten öldükleri yorumunu yapmıştır. Oysa ki kaplumbağalar solungaçlı değil akciğerli hayvanlardır ve +6 değeri krom oksidan bir malzemedir, oksijeni tüketmez.

Bu raporun İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü'nü bağlamadığı resmi yazılı olarak tarafımıza bildirilmiştir. Ayrıca başka bir kaplumbağadan alınan doku numuneleri 'Mahkeme kanalı' ile Enstitü'ye gönderildiğinde çalışma sahasının dışında olması nedeniyle Enstitü savcılığa geri iade etmiştir.

Prof. Dr. Salih Cengiz'in kaplumbağa ölümlerine ilişkin raporu Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Dürdane Kolankaya tarafından değerlendirilmiş ve görüşleri

yazılı olarak aktarılmıştır. Bu değerlendirmede, kaplumbağa ölümünün incelenmesindeki metodoloji, analiz yöntemleri, analiz sonuçları, sonuçların yorumları eleştirilmiş ve özetle "Sayın Dr.Cengiz'in akciğerlerinde % element olarak varlığını gösterdiği kromun kaplumbağaların ölüm nedenini rapor etmesine katılmak mümkün görülmemektedir. Bu rapor iyi ve sağlıklı analiz sonuçlarına ve kaynaklara dayanmamaktadır" denilerek uygun çalışma metodolojisinin ne olması gerektiği anlatılmıştır.

2.2 Umwelt Büro Wolf (2001) raporu

Kazanlı Belediye Başkanı Kromsan Fabrikası'nda eski tehlikeli atıkların kontrollü olarak depolandığı sahadan habersiz olarak aldığı numuneleri beldenin suyu toprağı diyerek Almanya'daki "Institut Prof. Dr.Jaeger" enstitüsüne analiz ettirmiş, sonuçlarını yazışma adresini veya elektronik posta adresini dahi bulamadığımız "Umwelt Büro Wolf"e göndermiş ve yorumlamasını istemiştir.

Umwelt Büro Wolf'ün değerlendirmesi çok taraflı ve peşin hükümlüdür.

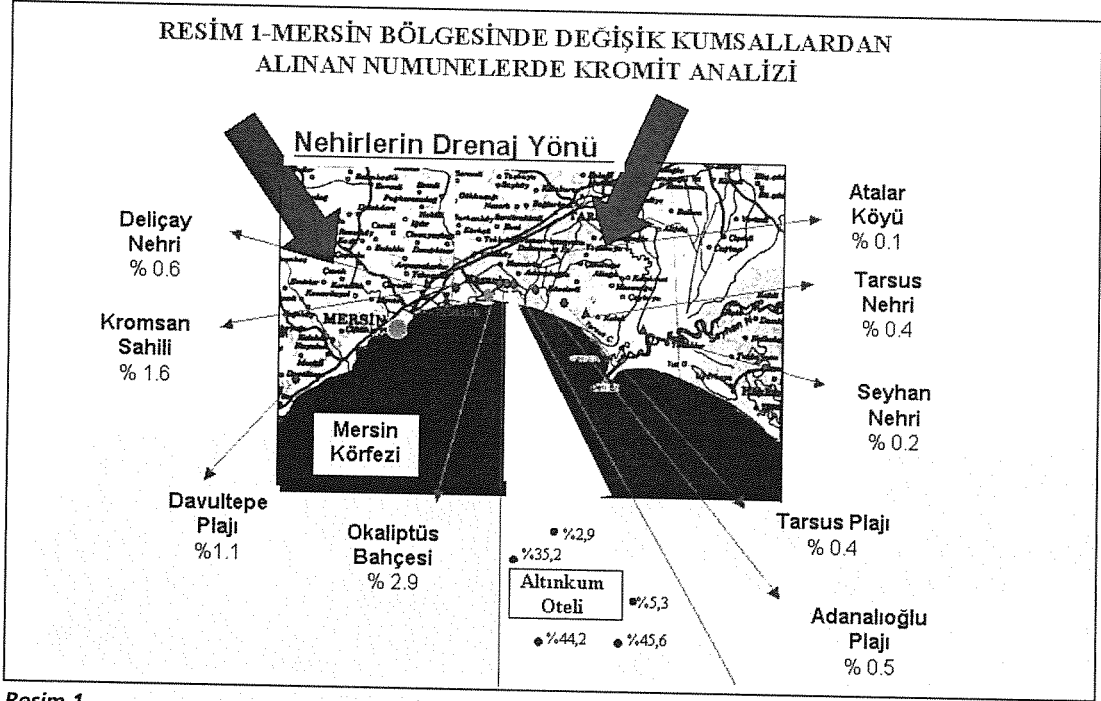
- Kromsan Fabrikası üretimlerine ilişkin web sayfamızda yer alan MSDS'lerden alıntılarla bir kaza anında alınacak önlemlere ilişkin uyarılar kullanılarak ürünlerin ne kadar ürkütücü olduğu vurgulanmaya çalışılmıştır. Oysa tüm MSDS'ler bu tür uyarılarla doludur.
- Değerlendirmede analiz metotları verilmiş görülmekle birlikte orijinal metotlar incelendiğinde bu sonuçları elde etmek için yetersiz oldukları görülmektedir.
- Deniz suyu kalite kriteri erişebildiğimiz tüm ulusal ve uluslararası yönetmeliklerde 0,1 mg/l'ten, 0,0002-0,0006 mg/l'te verilen bir konsantrasyonla karşılaştırma yapılmaktadır. Bu değer krom analizi için erişilebilen en düşük analiz limiti olup, çok az sayıda laboratuvar çalışması mümkündür. Kıyaslama bu değerle yapıldığında "çok yüksek krom değerleri" yorumu yapılmaktadır.
- Toprak ve atıkta bulunabilecek krom limitleri verilmiş ve numunelerin alındığı noktalar göz önüne alınmadan suçlamaya gidilmiştir. Bölgenin bir kromit bölgesi olduğu taşında toprağında doğal kromit minerali bulunduğu göz ardı edilmiştir (Resim 1).
- Kromsan'ın bir sıvı atık tesisinin olduğu ve uygun olarak çalıştırıldığı, prosten çıkan katı atıkların "inert atık" olduğu raporda yer almamıştır.
- 6 Mart'taki kazada denize krom +6 gitmediği belirtilmemiştir.
- Bunların yerine +6 değerlikli kromlu atıkların "doğal yolla havuzda bekletilerek" +3'e dönüştürüldüğü, sonra denize verildiği bilgisi aktarılmakta aşırı kirlilik nedeniyle resmi makamlar görevi çağırılmaktadır.
- Raporda tüm bu asılsız bilgilerin temin edildiği kaynağın Kazanlı Belediye Başkanı ve yaptırdığı analizler olduğu belirtilmektedir.

Bu rapor daha sonra Medasset'e ait web sayfasında "Ekolojik Felaket" olarak yayınlanmıştır. Medasset bu bilgilerle konuyu Avrupa Konseyi'ne taşımıştır.

3. Yürütülen Bilimsel Çalışmalar

Çevre Bakanlığı İl Çevre Müdürlüğü tarafından ölü kaplumbağalardan alınan doku numuneleri Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümü'nde analiz ettirilmiş ve dokularda bulunan krom miktarı İtalya'da yapılmış başka bir çalışmadaki krom değerlerinden düşük çıkmıştır (Tablo 2).

Sahile vurmuş, bozmuş ölü kaplumbağaların ciğerlerinde yapılan analizlerde bölgenin kumundan kaynaklanabilecek etkileri gözlemek üzere T.Ş.C.F.A.Ş. Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü'nce bir çalışma yürütülmüş bölgenin kumsallarında, dere yataklarında yüksek miktarda kromit minerali tespit edilmiştir (Resim 1). Benzer ve daha kapsamlı bir çalışma İTÜ tarafından yürütülmektedir.



Resim 1

Tablo 2

	Çevre Bakanlığı adına H.Ü.de yapılan Cr Ölçümleri (µg/g kuru ağırlık)	Adriyatik Denizi'nde yapılan çalışma sonucunda kaplumbağalarda bulunan Cr değerleri (g/kg kuru ağırlık)*	
		(genç=1.8-2.8kg)	(yaşlı=50-100kg)
Karaciğer	0,536	0.55-1.76	0.20-2.07
Akciğer	0,157	1.79-4.39	0.38-5.41
Böbrek	-	0.77-6.80	0.20-0.90
Kas	0,883	1.58-2.89	0.30-1.94
Bağırsak	0,881	-	-
Kalp kası	0,033	-	-

(*) Storelli M.M., Ceci E., Marcotrigiano G.O. (1998), Bull. Environ. Comtam. Toxicol. 60:546-552

Pamukkale Üniversitesi Biyoloji Bölümünce Kazanlı ve diğer kumsallarda ölen kaplumbağaların değişik dokularında ağır metal analizlerini yapan bir çalışma yürütülmektedir.

Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü ile Kazanlı Bölgesi'ndeki deniz kaplumbağalarının yaşam koşullarının tespiti ve üretim ünitelerimizden doğal yapıya olabilecek etkilerin (deniz ve florası araştırması) için bir sözleşme yapılmıştır. Bu proje kapsamında sözleşmeli bir biyolog istihdam edilecektir.

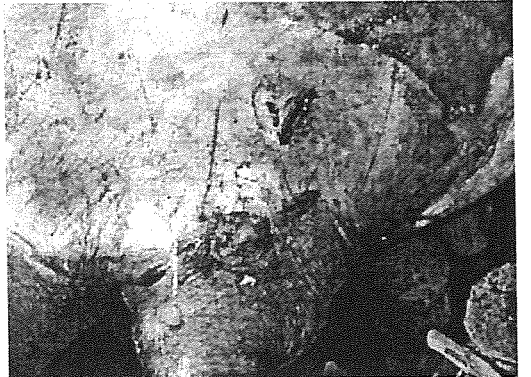
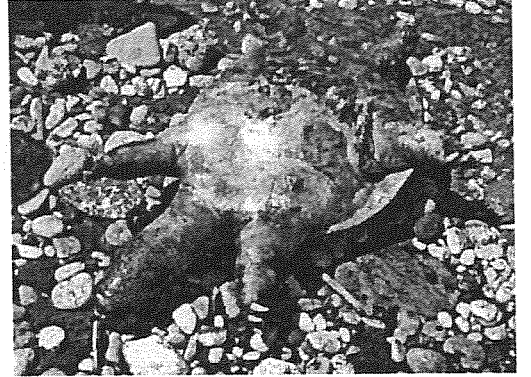
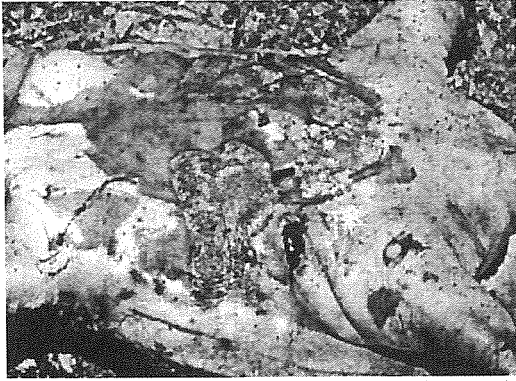
İçel Valiliği Kromsan Fabrikası'nın çevrede yarattığı etkileri incelemek üzere üniversiteler ve kamu kuruluşlarından oluşan bir komisyon kurmuş ve inceleme başlatmıştır. Komisyon fabrika sahası içindeki incelemelerini tamamlamış teknolojik bir uygulama eksikliği tespit edemediğini toplantılarında sözlü olarak ifade etmiştir. Periyodik numuneler alınarak inceleme sürdürülmektedir.

Ayrıca İçel Valiliği'ne başvurularak kaplumbağa ölümlerinin gerçek nedenlerini belirleyecek bir bilimsel çalışmanın tarafımızdan destekleneceği bildirilmiştir.

4. Niçin Kromsan Suçlanıyor ?

Kromsan Fabrikası'nın aniden gündeme gelmesi ve gündemde kalması ve niçin suçlandığı anlaşılamamaktadır.

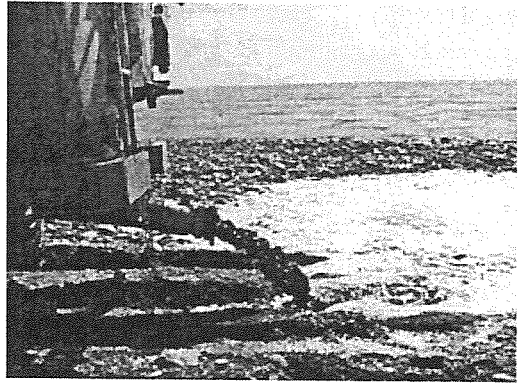
Olayın medyatik hale gelmesine yardım eden kaplumbağa ölümleri için mi? (RESİM 2).



Resim 2



Resim 3



Resim 4

- Bölgedeki kaplumbağa ölümlerinin büyük bir kısmının balıkçılıktan olduğu kaplumbağa ölümlerinin fiziksel olarak incelenmesinden anlaşılmaktadır.
- Bölgede deniz kirliliği yaratacak başka büyük endüstriyel kuruluşlar da vardır. Bunların atıkları da "hazardous waste" olarak yönetmeliklerde geçmektedir.
- Bölgedeki yerleşimlerin kanalizasyon ve arıtma sistemleri yoktur. Kazanlı Belediyesi evsel atıklarını vidanjörle kaplumbağa koruma bölgesinden denize vermektedir (RESİM 3). Mezbaha atıkları tankerle taşınarak yine aynı bölgeden denize verilmektedir (RESİM 4).
- Bölge önemli bir tarım bölgesidir. Çok sayıda sera vardır. Bölgede aşırı ve kurallara uyulmadan pestisit kullanıldığı ve bu durumun insan sağlığını da tehdit eden boyutta olduğu DPT raporlarında belirtilmiştir.
- Mersin liman şehri olduğu için bölgede önemli bir deniz trafiği vardır. Bu durum açık sularda yaşayan kaplumbağalar için önemli risktir.
- Bu olguların hiçbiri incelenmeden bölgede denizden çıkan her kaplumbağa ölüsünün faturası Kromsan Fabrikası'na çıkarılmaktadır.

Oysa, kaplumbağa ölümlerine Kromsan'ın neden olduğunu ispatlamış hiçbir çalışma yoktur. Ayrıca Türkiye'de kaplumbağaların ölüm nedenlerini inceleyebilecek bir bilimsel organizasyon ve alt



ŞİŞECAM

yapı da yoktur (Bu konuda üniversitelerden alınmış raporlar vardır).

Belediye Başkanı şimdi de kendi yöntemlerini kullanarak fabrikayı zor durumda bırakmak için sahil şeridini istimlak etmek ve yol yapmak üzere resmi girişimde bulunmuştur. Çevre Bakanlığı'nın Plan çalışmaları bitene kadar imar uygulaması yapılmaması uyarısına rağmen istimlak çalışmalarını sürdürmektedir.

Kazanlı Belediye Başkanı varsa sorununun çözülmesi için uğraşmak yerine medyatik bir şekilde fabrikanın kapatılması için uğraşmakta pop sanatçı konserleri ile halkı galeyana getirmeye çalışmaktadır. 400 kişinin direk istihdamını sağlayan 33,4 mio USD/yıl ihracata 18 mio USD/yıl iç pazara mal satan sektöründe dünyanın sayılı fabrikalarından biri olan Kromsan Fabrikası'nın kapatılmasından Başkan'ın, Belde'nin, ülkenin ne yarar sağlayacağı anlaşılmamaktadır.

Burada sorulan **'Niçin?'** sorusunun cevabını henüz belgeleyecek bir dokümana erişemedik. Ancak sorunun cevabının gelişmekte olan bir ülkede "dünyanın gelişmiş teknolojiye sahip 4. büyük üreticisi olmak" durumunun altında yattığı sonucuna vardık.

5. Neler Yapıyoruz ?

Bu nedenle kendimizi uluslararası rekabetin her türlü tehdidine hazır hale getirmek üzere teknolojik ve yönetsel önlemler alıyoruz :

- Yeni bir sıvı atık yönetim sistemi kuruyoruz.
 - o Sıvı atıklarımızda bulunan +6 değerli krom miktarını 0,0 mg/lt değerinin altına çekeceğiz.
 - o Yağmur sularını bir tankta toplayacak ve onları da arıtacağız.
 - o "Sıfır hata"yı sağlayacak otomatik kontrol sistemi kuracağız.
 - o Arıtım tesisinin çalışma başarısını on-line analizörlerle "çevre denetçileri" tarafından anlık ve geçmişe dönük izlenimini sağlayacağız.
 - o Sıvı atık arıtım tesisinde proses değişikliği ile arıtım tesisi katı atığının üretim tesisine geri dön-dürülmesini sağlayacağız.
- Katı atığımızın tek tip ve sürekli inert atık olması için ;
 - o Proses ara aşamalarında çıkan katı atıkları prosese geri döndürdük.
 - o Sürekli inert atık olma koşulunu sağlamak için 3. Bant filtreyi alıyoruz.
 - o Atık nötralizasyon sistemimizi iyileştiriyoruz.
- Gaz emisyonlarımız Hava Kalitesi Koruma Yönetmeliği'ne uygun olmasına rağmen Çevre Kir-lilik katkımızı inceliyoruz.
- Sahalarımızda eski teknolojimize ait atıkların uygun bertarafı için projeler geliştiriyoruz. Çevre Bakanlığı'nca kabul gören projemizi uygulayacağız. Bu atıkların mevcut koşullarda verebileceği



ŞİŞECAM

zararları önleyecek önlemleri alıyoruz ve bu önlemleri geliştireceğiz.

- Çevre etkileşimimizi izlenebilir hale getirmek üzere ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Belgesi başvurusu hazırlıklarımızı sürdürüyoruz.
- Üçlü Sorumluluk (Responsible Care) belgesine imza attık. Bu belge, dünyada kimya sanayi kapsamında faaliyet gösteren kuruluşların çevreye, insan sağlığına ve teknik emniyete azami ilgi ve itina gösterecek performanslarını devamlı yükseltecekleri konusunda verdikleri söz, imzaladıkları ciddi bir taahhüttür. Bu belgenin gereklerini yerine getirebilmek için yönetsel yapılarımızı yenileyeceğiz. Yine bu belgenin gereklerinden biri olan “İletişim ve toplumun bilinçlendirilmesi” konusundaki organizasyonel eksikliğimizi gidereceğiz.
- Deniz kaplumbağalarının gerçek yaşam tehditlerini ortaya çıkarmak için projeler yürüteceğiz, destekleyeceğiz. Bu konuda uzmanlaşacağız.
- Uluslararası ve sektörel kuralların, bilginin olduğu platformlarda, organizasyonlarda yer alacağız, aktif çalışacağız.

6. Sonuç

Kromsan’a karşı uygulanan çevre kampanyasına çevreye uyumlu üretim yaptığımız, inert atık çıkarttığımız bir dönemde yakalanmış olmamız en önemli şansımızdır.

- Belediye Başkanı’nın beklentilerinin ne olduğunu,
- Yalan yanlış bilgilerle kaplumbağa ölümlerini ekoloji felaketi diye veren Medasset, koruma altındaki atıklardan gizlice numuneler alıp analiz ettirerek bölgenin suyu toprağı diye yayımlayan Dr. Jaeger Enstitüsü, UmWelt Büro Wolf gibi uluslararası kuruluşların Türkiye veya Şirketimiz üzerinde ne hesapları olduğunu bilmiyoruz.

Bu olaylar sırasında kendi eksiklerimizi, “çok yönlü” hazırlıklı olmamız gerektiğini gördük. Gereğini yaparak tehditleri avantaja dönüştüreceğiz.

SEMPOZYUM PROGRAMI

MARMARA SALONU

AÇILIŞ OTURUMU (09:00-10:20)

Oturum Başkanı: Dr. Yıldırım Teoman

- 08:00-09:00 KAYIT VE KAHVE**
- 09:00-09:20 AÇIŞ KONUŞMASI**
Dr. Yıldırım Teoman
- 09:20-09:40 EMİSYONLARIN HAVA KALİTESİNE ETKİSİNİN MODELLENMESİ**
Ferda Ulutaş
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
- 09:40-10:00 ENERJİNİN VERİMLİ KULLANMI UYGULAMALARI**
Semih Büyükkapu - Fethi Çiftçi
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. - Topkapı Fabrikası
- 10:00-10:20 E-CAMI HARMANINDA ALTERNATİF SiO₂ - Al₂O₃ HAMMADDELERİ**
Hale Haybat
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
Melek Orhon
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
Dr. Osman Kılavuz
Camiş Madencilik A.Ş.
- 10:20-11:00 ARA**



ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

2. OTURUM (11:00-12:20)

Oturum Başkanı: Ünay Güldal

- 11:00-11:20** **ÇALIŞMA HAVUZLARINDA AFİNASYONUN ROLÜ**
Levent Kaya-Dr. Mustafa Oran-Ali Ötken
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
- 11:20-11:40** **PROBLEM ÇÖZÜMÜNDE ETKİN BİR SİSTEM:
TOPLAM VERİMLİ YÖNETİM (TPM)**
Muhteşem Mahmutluoğlu - Derya Aktan
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. - Kırklareli Fabrikası
- 11:40-12:00** **CAMDA AĞIR METAL İYONLARI İLE İLGİLİ GELİŞMELER**
Orhan Çorumluoğlu - Nurettin Kılıçalp - Ayşe Kerestecioğlu
Fügen Kürkçüoğlu - Şükran Demirli - Bülent Arman
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
- 12:00-12:20** **YARDIMCI TESİSLERİN OTOMASYONU**
Ömer Ali Yılmaz - Emin Kızılkaya
Trakya Cam Sanayii A.Ş. - Trakya Fabrikası
- 12:20-13:20** **YEMEK (HALIÇ SALONU)**



ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

3. OTURUM (13:20-14:40)

Oturum Başkanı: Çetin Aktürk

- 13:20-13:40 CAM AMBALAJ ÜRÜNLERİNDE KOROZYON**
Akif Özcan
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
Adnan Sarı
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. - Mersin Fabrikası
İlke Tuzcu
Cam Ambalaj ve Metal Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü
- 13:40-14:00 B6 F/H TASARIM DEĞİŞİKLİĞİ**
Bülent Kuca
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. - Mersin Fabrikası
- 14:00-14:20 CAM HOMOJENİTESİNİN TAYİNİ VE SAYISAL İFADESİ**
Dadal Arıburnu
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
- 14:20-14:40 STABİL VİTAMİN K ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**
Tarık Erdal
Kimyasallar Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü
Latif Çayhan
Oxyvit Kimya Sanayii ve Ticaret A.Ş.
Tuğrul Yazıcıoğlu
Soda Sanayii A.Ş. Kromsan Krom Bileşikleri Fabrikası
- 14:40-15:10 ARA**



MARMARA SALONU

4. OTURUM (15:10-15:30)

Oturum Başkanı: Mustafa Akay

- 15:10-15:30 MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİNİN İNTERNET ORTAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**
Ercan Kahraman
Cam Ambalaj ve Metal Grubu, Geliştirme Başkan Yardımcılığı
- 15:30-15:50 ATIK ISIDAN ELDE EDİLEN BUHAR İLE SOĞUTMA**
Aziz Mercan
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
Süreyya Poyraz
Camış Elektrik Üretimi Otoprodüktör Grubu A.Ş.
- 15:50-16:10 REJENERATÖR REFRAKTERLERİ İÇİN TESTLER**
Dr. Eşref Aydın
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
E. Burak İzmirlioğlu - Prof. Dr. Serdar Özgen - Doç. Dr. Onuralp Yücel
İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi/Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü
- 15:10-16:30 PRES ÜFLEME ÜRÜNLERİNDE YÜZEY KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**
Osman Öztürk - Sinan Karakaya
Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.
- 16:30-17:00 ARA**



ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

5. OTURUM (17:00-18:30)

Oturum Başkanı: A. Taner Uz

- 17:00-17:20** **CAM AMBALAJDA HAMMADDE ALTERNATİFLERİ**
Cüneyt Kumru
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası
- 17:20-17:40** **TEMPERLEMENİN SAYISAL MODELLENMESİ**
Dr. Adnan Karadağ
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
- 17:40-18:00** **BİR REKABET HİKAYESİ**
Asuman Haksal
Kimyasallar Grubu, Geliştirme Grup Müdürlüğü
- 18:10-18:20** **KAPANIŞ KONUŞMASI**
Ahmet Doğan Arıkan
Genel Müdür
- 18:30-20:30** **KOKTEYL (DOLMABAĞÇE SALONU)**