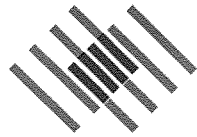


Yayına Hazırlayan
A. Semih İŞEVI



ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

TŞCFAŞ, Araştırma Merkezi Kütüphanesi Kataloğu

12. Cam Problemleri Sempozyumu bildiri metinleri:

28 Kasım 1997 Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu /
yay. haz. A. Semih İŞEVİ. - İstanbul: TŞCFAŞ, Teknik Grup 1997

Şekil Tablo - (Araştırma Merkezi Kütüphanesi Sempozyumlar dizisi; 10)

Dizin

1. GLASS TECHNOLOGY 2. GLASS PROBLEMS 3. CONGRESS

II. İşevi, A. Semih II. TŞCFAŞ, Teknik Grup III. Seri

UDC: 666: 1 (56) "1995" (063) = 943.5 DNU; 1996

Kapak Fotoğrafı: Cengiz CİVA

YAPIM
SAR AJANS LTD. ŞTİ.
0216. 410 52 60

BASKI
MERT OFSET
0212. 519 43 05

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
CAM AMBALAJ FIRINLARINDA ELEKTRİK TAKVİYE UYGULAMALARININ MODELLENMESİ <i>Zeynep ELTUTAR - Lale ÖNSEL / Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü</i>	7 - 22
CAM AMBALAJ TASARIM VE ÜRETİMİNDE SAYISAL MODELLEME <i>Kayhan YİĞİTLER / Ambalaj Grubu Geliştirme Başkan Yardımcılığı</i>	23 - 26
CAMIN, ÜRETİMDEN SONRAKİ HAREKETLERİNİN İZLENMESİ VE KONTROLÜ <i>Ahmet Naim BERKKAN / Trakya Cam Sanayi A.Ş. Tarsus-Mersin Fabrikası</i> <i>Hulusi YAĞ / Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü</i>	27 - 37
YÜKSEK VERİMLİ KOLLEKTÖR CAMI <i>Tuncer AKMAN / Çayırova Cam San. A.Ş.</i> <i>Fehiman AKMAZ / Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü</i>	38 - 41
YÜKSEK PERFORMANSLI SERACAMI <i>Esat SERT / Çayırova Cam San. A.Ş.</i> <i>Hüseyin CEVRİ / Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü</i>	42 - 52
TERMOPLASTİK BOYALARDA DAYANIKLILIĞIN ARTIRILMASI <i>Ruhsar ÖNDER / Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. - Kırklareli Fabrikası</i>	53 - 61
SODA-KİREÇ-SİLİS CAM AMBALAJLARINDA SO₃ KAPLAMA YÖNTEMİ İLE KİMYASAL DAYANIKLILIĞIN ARTTIRILMASI <i>Handan ERGÜN - Şenol IŞIKSER / Topkapı Şişe San.A.Ş.</i>	62 - 79
ECZA ŞİŞESİ ÜRETİM HATLARINDA TEMİZ ODA TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI <i>Halim YARAŞAN / Taylan SABANER / Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.</i>	80 - 90
OTOMATİK PAKETLEME HATLARININ TASARIMI VE İMALATI <i>Engin BİLSEN / Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş.</i> <i>Ali ÖZABACI / Paşabahçe Fabrikası</i>	91 - 98
HARMAN ANALİZLERİNDE XRF YÖNTEMİNİN UYGULANMASI <i>Alpaslan ERENTÜRK - Atilla ÇEBİ - Erkut ESEN - Mehmet EROĞLU</i> <i>Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü</i>	99 - 102
BAL RENKLİ CAMDA 3 mm'DEN BÜYÜK HABBE, DÜĞME, TAŞ HATALARININ GİDERİLMESİ <i>Ateşhan ÖRS - Bilal DAVUTOĞLU - Celal SAĞLAM / Topkapı Şişe Sanayii. A.Ş.</i>	103 - 116
BOROSİLİKAT CAM FIRININDA OXY-FUEL YAKMA UYGULAMASI <i>Murat TÜRKAY - Paşabahçe Cam San.ve Tic. A.Ş.Kırklareli Fabrikası</i> <i>Levent KAYA - Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü</i>	117

EKLER

	SAYFA
<i>SEMPOZYUM PROGRAMI</i>	118
<i>SEMPOZYUMA KATILANLAR LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR</i>	121
<i>SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ</i>	122
<i>12. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU BİLDİRİ HAZIRLAYAN VE SUNANLAR</i>	126
<i>YAZAR DİZİNİ</i>	131

ÖNSÖZ

28 Kasım 1997 tarihinde Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu'nda yapılacak olan "12. Cam Problemleri Sempozyumu"nda sunulan bildirileri daha öncekiler gibi kitap kapsamında derleyerek, değerli bir belge olarak ilk defa sempozyumdan önce Topluluğumuz hizmetine sunmaktan mutluluk duymaktayız.

Üretim Şirketlerimizin ve Teknik Grubun katılım ve katkıları ile gerçekleştirilen Sempozyum'a destek veren başta Genel Müdürümüz Sn. Adnan ÇAĞLAYAN olmak üzere, tüm ilgililere ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunuyoruz.

CAM ARAŞTIRMA MERKEZİ

CAM AMBALAJ FIRINLARINDA ELEKTRİK TAKVİYE UYGULAMALARININ MODELLENMESİ

Zeynep Eltutar - Lale Önsel

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Arkadan ateşlemeli bir cam ambalaj fırınında kampanya sırasında ihtiyaç duyulan %20 oranında ilave kapasite ihtiyacı, üretim sırasında uygulanan elektrik takviye sistemi ile karşılanmıştır.

Cam kalitesi, çekiş artışı ve elektrik takviye uygulamasına ilişkin veriler işletme koşullarının optimizasyonu için irdelenmiştir. Söz konusu incelemelerden elde edilen sonuçlar, modelleme imkanlarından yararlanılarak değerlendirilmiş ve farklı elektrik takviye sistemlerinin irdelenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Fırında sıcak noktanın kuvvetlendirilmesi ile konveksiyon akımlarının geliştirilebildiği bilinmektedir. Model incelemelerimizde de eritme bölgesi ve sıcak noktada uygulanan iki farklı elektrik takviye sisteminin getirileri bu açıdan değerlendirilmektedir.

Sıcak noktada uygulanan elektrik takviye sisteminin, hem eritme hem afinyasyon bölgelerinde artan ve belirginleşen konveksiyon döngüleri ile çekiş artışı sağlanması, cam kalitesinin artırılması ve daha rahat işletme koşullarına ulaşılması bakımından daha etkin olduğu belirlenmiştir. Fakat elektrik takviye sisteminin seçiminde üretim ihtiyaçları da yönlendirici olmaktadır. Koyu renkli cam üretimlerinde veya elektrik takviyesinin kısa dönemler halinde kullanılacağı fırınlarda elektrik takviye sistemlerinin baraj ve bubbler düzeni korunacak şekilde uygulanmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

1 - GİRİŞ

Fırın ömürlerinin sonuna yaklaşıldığında karşılaşılan düşük kapasite problemleri açısından ve fırınlarda üretim sürerken de montajının yapılabilmesi avantajı ile fırınlarda elektrik takviye uygulaması esnek bir sistem oluşturmaktadır.

Elektrik enerjisinin doğrudan cama verilmesi nedeni ile verimin yüksek olması, elektrodların ihtiyacın olduğu bölgede amaca uygun olarak yerleştirilebilmesi ve cam fırınları emisyonlarının azaltılması yönü ile elektrik takviyesinin kampanya başından da uygulanmasını avantajlı kılmaktadır. Bunun yanısıra koyu renkli cam üretimlerinde fırın işletmesinin kolaylaştırılması ve yüksek çekişlere ulaşılabilmesi için kaçınılmaz bir sistem olarak ortaya çıkmaktadır.

Şişecam'da elektrik takviye uygulaması yaygınlaşmaktadır. TKD, AC 10, TK7 gibi cam ambalaj fırınlarımızın yanı sıra, TR-1 float, PK-E borosilikat ve PB-F cam ev eşyası üretiminde de elektrik takviyesi uygulanmaktadır.

Uygulamada FIC, Electro glass, Teco, Corning, NEG gibi firmalarla birlikte çalışmaların yanısıra bu konuda Cam Araştırma Merkezi'nin modelleme imkanları da tasarım ve işletme verilerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Elektrik takviye uygulamasının getirileri ve elektrik takviye sistemlerine ilişkin farklı uygulamalar fiziksel ve matematiksel modeller kullanılarak irdelenebilmektedir.

2. MODELLEME

Konuya ilişkin ilk incelemeler fiziksel modellerle yapılmıştır. Ana kriterler ve farklı elektrik takviye uygulamalarının cam akımları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Benzer çalışmalar şimdi matematiksel modellerle yapılmaktadır. Bu kapsamda elektrod konumları, sayıları, boyutları, tek veya üç fazlı bağlantı şekilleri ile uygulanabilecek güç miktarı ve gücün fırın içindeki dağılımı incelenebilmektedir.

2.1. Fiziksel Model

Elektrik takviye sistemlerinin incelendiği fiziksel model çalışmalarında camı benzeştirmek amacı ile gliserin-LiCl çözeltilisi kullanılmış ve modellenen camın özellikleri doğrultusunda LiCl oranları değiştirilmiştir. Benzeşim kriterleri doğrultusunda oluşturulan ve kullanılan fiziksel modelde, elektrik enerjisinin cama verilmesini benzeştiren ilave kriterler de geliştirilmiştir. Modelde uygulanan güç ve direnç için benzeşim katsayıları şu şekilde ifade edilmektedir;

$$K_w = K_p \cdot K_{cp} \cdot K_{\Delta\theta} \cdot K_L^{5/2} \quad (1)$$

$$R_m = R_f \cdot \frac{\rho_{elm}}{\rho_{elf}} \cdot K_L^{-1} \quad (2)$$

Bu denklemlerde

K	benzeşim katsayısını
L	uzunluk
w	güç
ρ	yoğunluk
cp	özgül ısı
$\Delta\theta$	sıcaklık farkı
R_m, R_f	model (m) ve fırın (f) için direnç ve
ρ_{elm}, ρ_{elf}	model (m) ve fırın (f) için elektrik rezistivite değerini

simgelemektedir.

Benzeşim katsayılarının yanısıra, modelde doğal olarak fırından farklı olan ısı kayıpları da dikkate alınarak gerekli hesaplar yapılmıştır. Bu şekilde modelde, fırın boyutundaki değerleri benzeştirebilecek, elektrik güç miktarı bulunmuş ve elektrik takviye uygulamasının cam içindeki konveksiyon akımlarının dağılımı ve sıcaklık profilleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2.2. Matematiksel Model

Fiziksel model verileri ve değerlendirmeleri ile fırın uygulamalarından kazanılan tecrübelerden yararlanılarak benzer incelemeler matematiksel modelde de yapılmaktadır. Matematiksel model ile daha çok sayıda parametre daha hızlı bir şekilde incelenebilmektedir; Ayrıca, fiziksel modelde benzeştirilemeyen parametrelerin de gözönünde bulundurulabilmesi mümkün olmaktadır.

Elektrik takviye uygulamaları 3 boyutlu bir matematiksel model ile incelenmektedir. Modelde Navier-Stokes denklemleri sonlu hacimler (finite volumes) yöntemi ile ifade edilmekte ve SIMPLER algoritması ile çözülmektedir.

Elektrik takviye uygulamasının benzeştirilmesi için matematiksel modelde Joule ısı dağılımının hesaplanması gerekmektedir. Bu değer aşağıda verilen denklemlerle ifade edilmektedir.

$$S = \frac{\sigma}{2} [(\nabla \text{Re } \Psi)^2 + (\nabla \text{Im } \Psi)^2] \quad (3)$$

Denklemden yer alan Re ve Im değerleri de

$$\nabla \cdot (\sigma \cdot \nabla \text{Re } \Psi) = 0 \quad (4)$$

$$\nabla \cdot (\sigma \cdot \nabla \text{Im } \Psi) = 0 \quad (5)$$

eşitlikleri kullanılarak hesaplanmaktadır.

Denklemden,

S Joule Isı Dağılımını

ReΨ Elektrik potansiyelin gerçek kısmını (real part)

ImΨ Elektrik potansiyelin sanal kısmını (imaginary part)

Ψ Elektrik potansiyeli ve

σ Camın elektriksel iletkenliğini

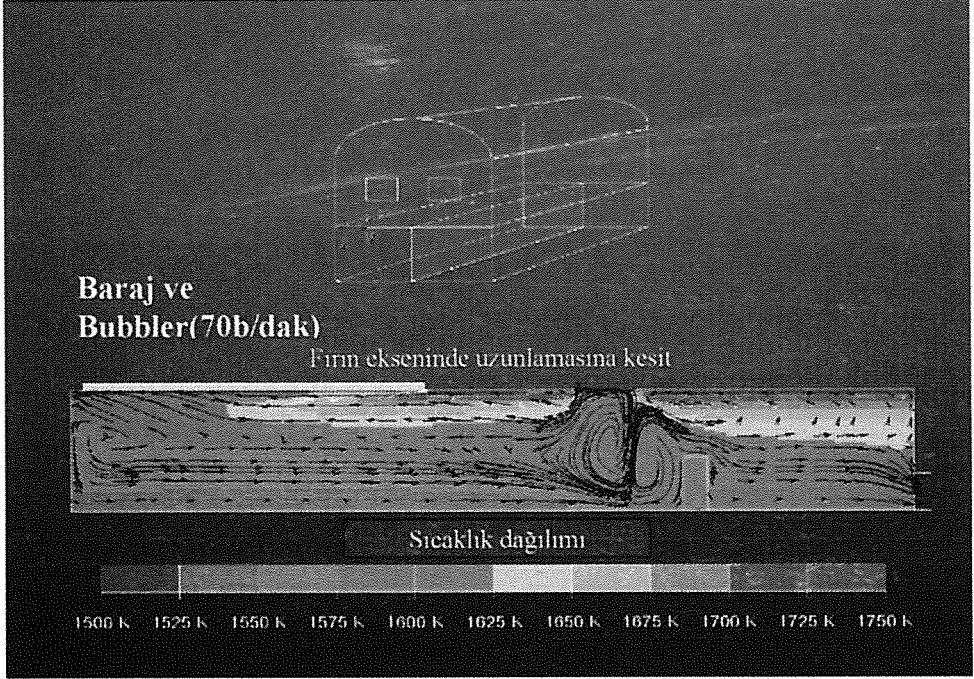
göstermektedir.

3. ELEKTRİK TAKVİYE SİSTEMLERİNİN MATEMATİKSEL MODEL İLE İNCELENMESİ

Bu bölümde, bubbler ve baraj sistemi ile çalışan arkadan ateşlemeli bir cam ambalaj fırınında uygulanan elektrik takviye sisteminin etkileri incelenmiştir. Fırında eritme bölgesinde yan ve arka duvar elektrodları ile yapılan elektrik takviyesi (Eritme Bölgesi Elektrik Takviye Sistemi, EB-ETS) ve fırının bubbler ve barajlı durumu matematiksel olarak modellenmiş ve sonuçlar gerçek işletme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında Eritme Bölgesi Elektrik Takviye Sistemi (EB-ETS) ile Sıcak Nokta Elektrik Takviye Sisteminin (SN-ETS) etkileri de model incelemeleri ile karşılaştırılmış ayrıca, SN-ETS'de farklı uygulamaların sonuçları irdelenmiştir. SN-ETS'nin uygulanması sonucunda elde edilen gerçek işletme değerleri ile model sonuçları da karşılaştırılmıştır.

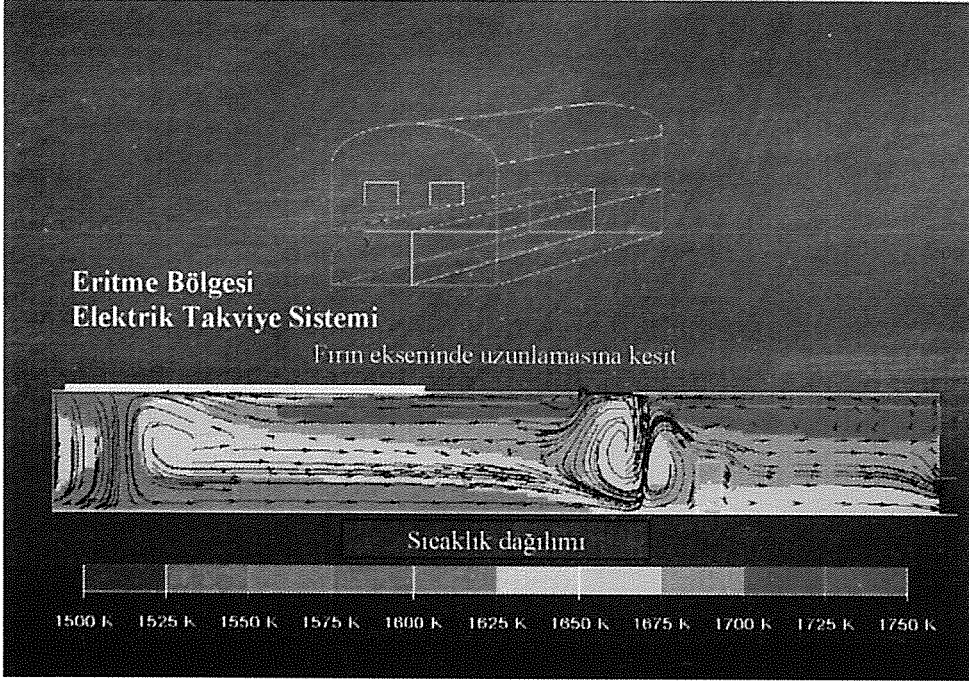
3.1. Eritme Bölgesi Elektrik Takviye Sisteminin Etkileri

Kapasitesi 200 t/g olan bir cam ambalaj fırınının sadece bubbler ve barajlı durumunda matematiksel model ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık profili Şekil-1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Bubbler ve baraj sistemi uygulanmış olan bir cam ambalaj fırını modelindeki cam akımları ve sıcaklık profili.

Fırına 1200 KW gücünde eritme bölgesi elektrik takviye sisteminin(EB-ETS) ilave edilmesi ile modelde gözlenen değişiklikler ise aşağıdaki şekilde verilmektedir.

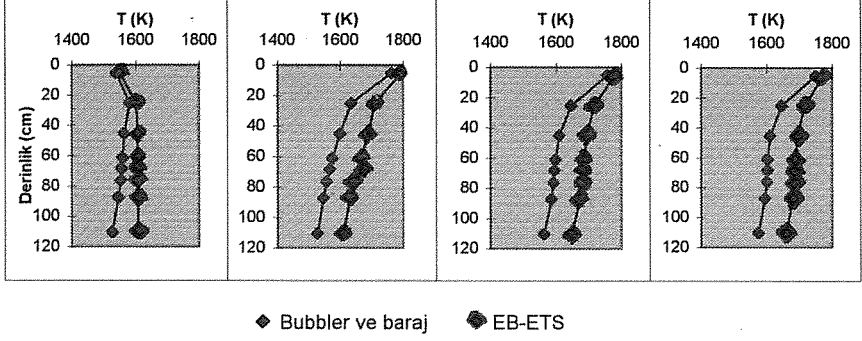


Şekil 2. *Bubblers, baraj ve EB-ETS ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık profili*

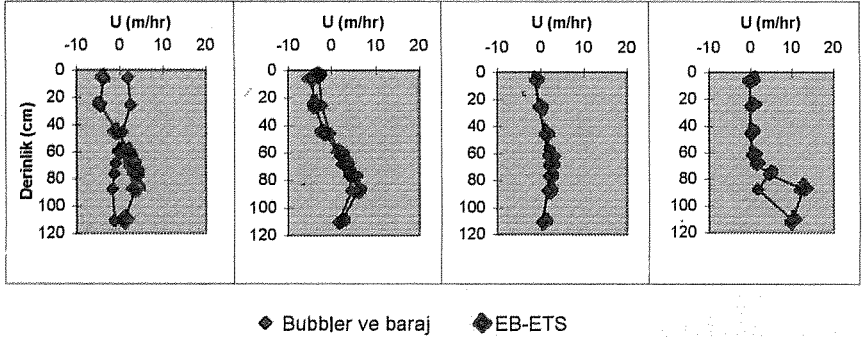
Fırında elektrik takviyesinin sağladığı etkileri değerlendirebilmek için her iki inceleme de 200 ton/gün çekiş değerinde yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında fırın içindeki taban sıcaklıklarının elektrik takviyesi ile 90°C , fırın ortalama sıcaklığının ise 70°C yükseldiği görülmektedir. Bu boyutta bir sıcaklık artışı, fırının eritme ve afinyasyon özelliklerini arttırmakta ve bu şekilde de istenilen ilave kapasitelerin çekilebilmesi mümkün olmaktadır.

Matematiksel model ile elde edilen cam akımları incelendiğinde, akımların elektrodların bulunduğu bölgelerde hızlandığı ve döngülerin arttığı görülmektedir. Bu döngüler, özellikle harman örtüsünün fırın atmosferinden ısı transferini engelleme oranının çok yüksek olduğu fırının arka bölgelerinde erimeyi hızlandırmaktadır.

Elektrik takviyeli ve takviyesiz incelemeler için, fırın uzunluğu boyunca bazı kritik noktalarda cam derinliğince alınan sıcaklık ve hız değerleri Şekil 3'te görülmektedir.



a) Sıcaklık



L = 75 cm

L = 500 cm

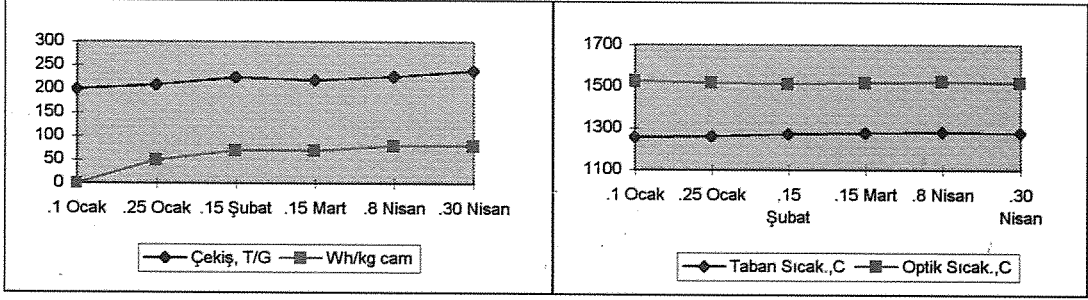
L = 950 cm

L = 1050 cm

b) Hız

Şekil 3. Cam ambalaj fırınının uzunluğu boyunca model ile elde edilen elektrik takviyeli ve takviyesiz durumlarına ilişkin hız ve sıcaklık değerleri.

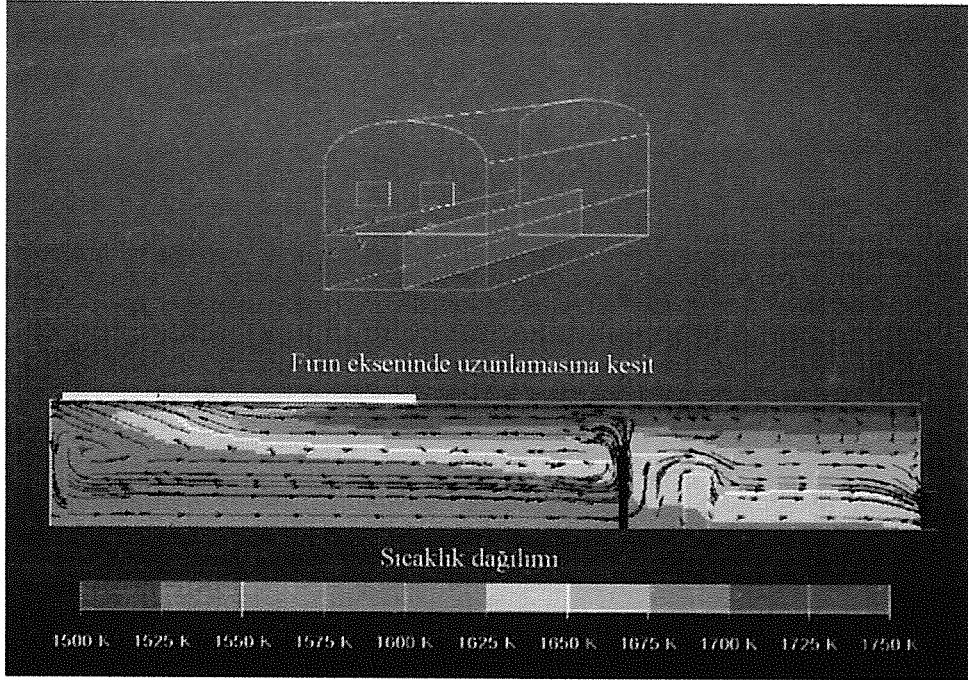
Gerçek fırındaki uygulamada EB-ETS ile cam üretim kalitesi korunarak %20 oranında çekiş artışı sağlanmıştır. Buna ek olarak 200 ton/gün'den 240 ton/gün'e yükselen çekişe rağmen, EB-ETS'nin ilavesi ile fırın 10°C daha düşük optik sıcaklıklarda çalıştırılmış ve bu koşullarda fırın taban sıcaklıkları 15-20°C daha yüksek olmuştur.



Şekil 4. Eritme bölgesinde elektrik takviye uygulamasının fırın işletme değerleri üzerindeki etkileri.

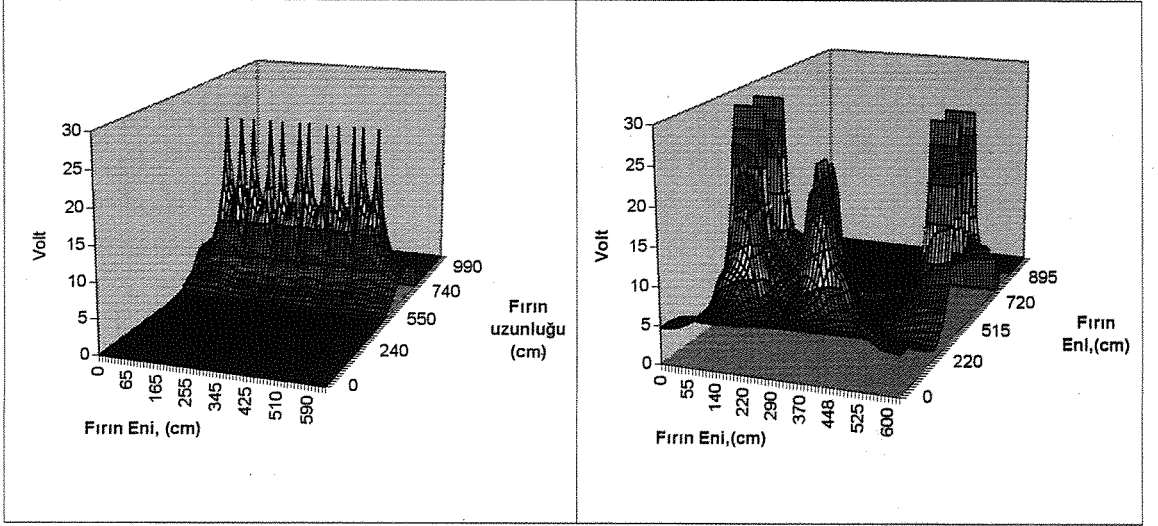
3.2. Eritme Bölgesi ve Sıcak Nokta Elektrik Takviye Sistemlerinin Karşılaştırılması

Aynı miktarda (1200 KW) elektrik enerjisinin fırına sıcak noktadaki taban elektrodları ile verilmesinin etkileri yine matematiksel model ile incelenmiştir. Söz konusu incelemede bubbler'lar yerine elektrodlar yerleştirilmiştir, baraj ise yine aynı konumunda tutulmuştur. Bu koşullarda model ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık dağılımı Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 5: Sıcak noktada elektrik takviye sistemi (SN-ETS) uygulanmış olan bir cam ambalaj fırın modelindeki cam akımları ve sıcaklık dağılımı.

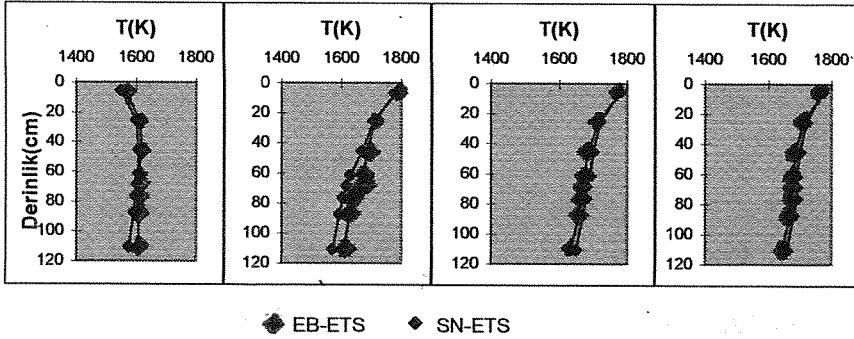
İki farklı elektrik takviye sistemi ile (EB-ETS ve SN-ETS) elde edilen enerji dağılımı da Şekil 6'da yer almaktadır.



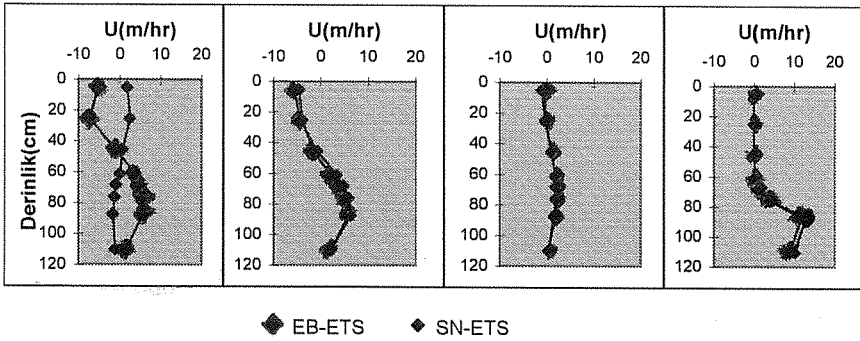
Şekil 6: Bir cam ambalaj fırın modelindeki elektrik enerjisi dağılımı,
a) SN-ETS b) EB-ETS

Elektrodların sıcak noktada uygulanmasının getirdiği en önemli fark sıcak noktanın daha da kuvvetlenmiş olmasıdır. Bu uygulamada akım hızlarında artış gözlenmiştir. EB-ETS ile elektrod bölgelerinde farklı akım döngüleri oluşmuştur. Ancak SN-ETS ile elektrik takviyesiz uygulamalara benzer bir akım dağılımı gözlenmiş ancak döngüler daha kuvvetlenmiştir. Genel olarak iki sistemle elde edilen sıcaklık artışları afinasyon bölgesinde benzer seviyelerdedir. Ancak, EB-ETS'nin eritme bölgesi sıcaklıklarını artırma yönündeki etkisi (özellikle de arka duvar yakınında) daha fazladır, . Burada tabanda 50°C'lik artışlar gözlenmektedir (Şekil 7).

SN-ETS sistemi Mayıs 1997'de AC-10 fırınına uygulanmıştır. Bu uygulama sırasında elektrodlar devreye alınmadan önce fırının sadece barajlı durumu ile 750 KW'lık elektrik enerjisi uygulandığındaki durumu karşılaştırılmıştır. SN-ETS ile fırın taban sıcaklıklarının, 10 t/g'lük çekiş artışına rağmen 60-75 °C, arttığı gözlenmiştir.



a) Sıcaklık



L = 75 cm

L = 500 cm

L = 950 cm

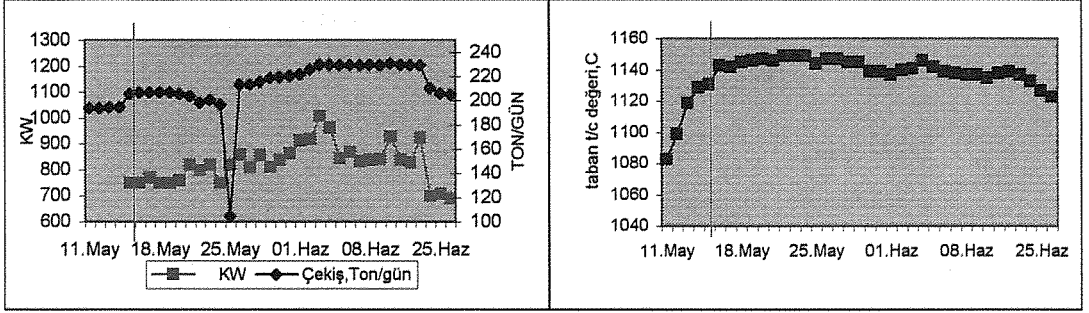
L = 1050 cm

b) Hız

Şekil 7: İki elektrik takviye sisteminde fırın uzunluğu boyunca kritik 4 noktada hız ve sıcaklık değerleri.

Fırındaki gözlemler, model sonuçları ile toplam enerji verildiğinde 85-90°C olacağı öngörülen taban sıcaklık artışları ile uyum içindedir. Enerjinin %70'inin verildiği durumda 60-75°C'lik taban sıcaklık artışları sağlanmıştır. İşletme sırasındaki çalışma havuzu sıcaklık artışı ise 70°C olmuştur. Bu değerler throat'tan çekilen camın sıcaklığının da 70°C arttığını göstermektedir. Benzer bir şekilde model sonuçları ile toplam enerji verildiğinde 100°C olarak bulunan bu artış, 750 KW'lık enerji uygulaması ile (%71) 70°C olarak gerçekleşmiştir (Şekil 8).

Ac 10 datası



Şekil 8: SN-ETS sisteminin uygulandığı AC-10 fırınında gözlenen sıcaklık ve çekiş artışı

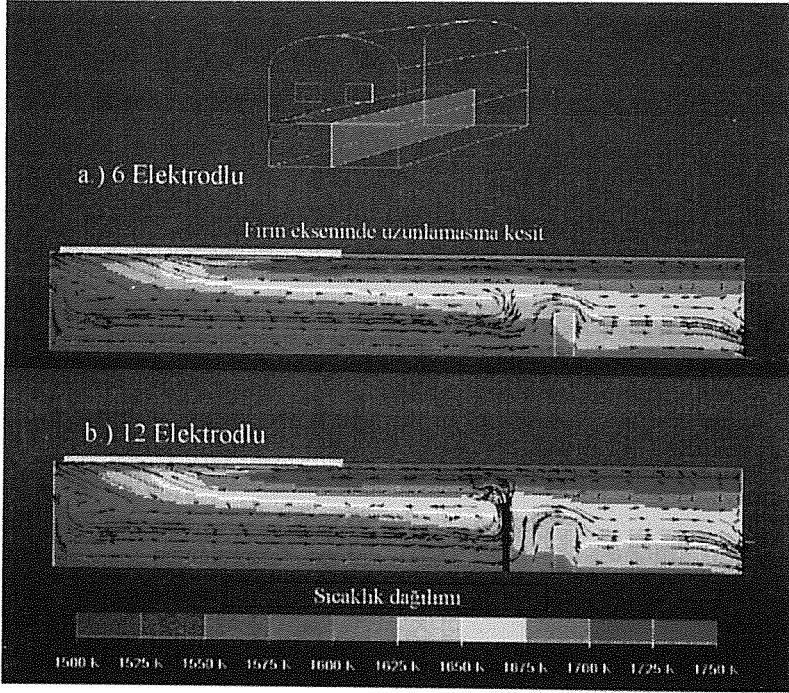
Ayrıca, matematiksel model ile yapılan incelemelerde SN-ETS ile elektrik takviyesiz uygulamaların sonuçları karşılaştırıldığında cam akımları hızlarının eritme bölgesinin yüzeyinde 2-2.5 kat arttığı belirlenmiştir. Buna göre fırına ilave edilen enerji ile hem fırın sıcaklıkları yükseltilmiş hem de konveksiyon döngüleri kuvvetlendirilmiş olmaktadır.

3.3. Sıcak Nokta Elektrik Takviye Sisteminde Farklı Uygulamalar

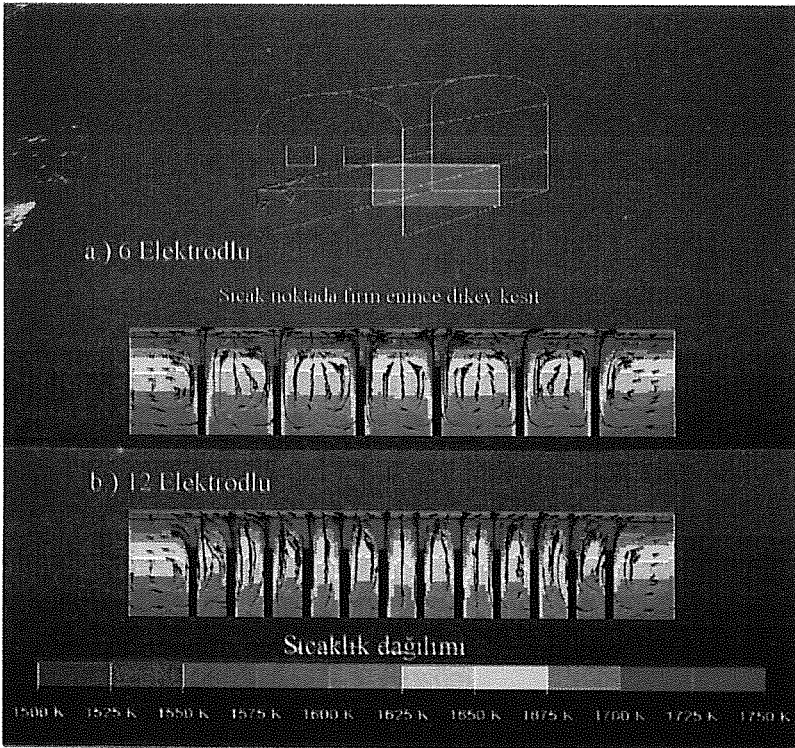
Sıcak nokta elektrik takviye sistemlerinde elektrod adedi, elektrod yüksekliği ve baraj kullanımının fırında ne gibi değişikliklere yol açtığı da incelenmiştir. İncelemeler enerji miktarı aynı tutularak yapılmıştır.

3.3.1. Elektrod Adedinin Değiştirilmesi

Sıcak noktada uygulanan elektrod adedinin değiştirilmesi (6, 12 elektrod) fırında benzer sıcaklık artışlarına ve benzer akım dağılımlarına yol açmaktadır (Şekil 9). Fırın enince uygulanan elektrod sayısı azaldıkça, elektrod başına düşen enerji miktarı arttığından elektrodlar civarında yüzeye yükselen akımların hızları artmaktadır; aynı zamanda, elektrodlar arasındaki bölgelerde ise söz konusu hızlar yavaşlamaktadır. Fırın enince elektrod sayısının yükseltilmesi enerjinin fırına daha homojen olarak verilmesini sağlamaktadır (Şekil 10).



Şekil 9: Sıcak noktada a) 6 elektrod ve b) 12 elektrod ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık dağılımı.

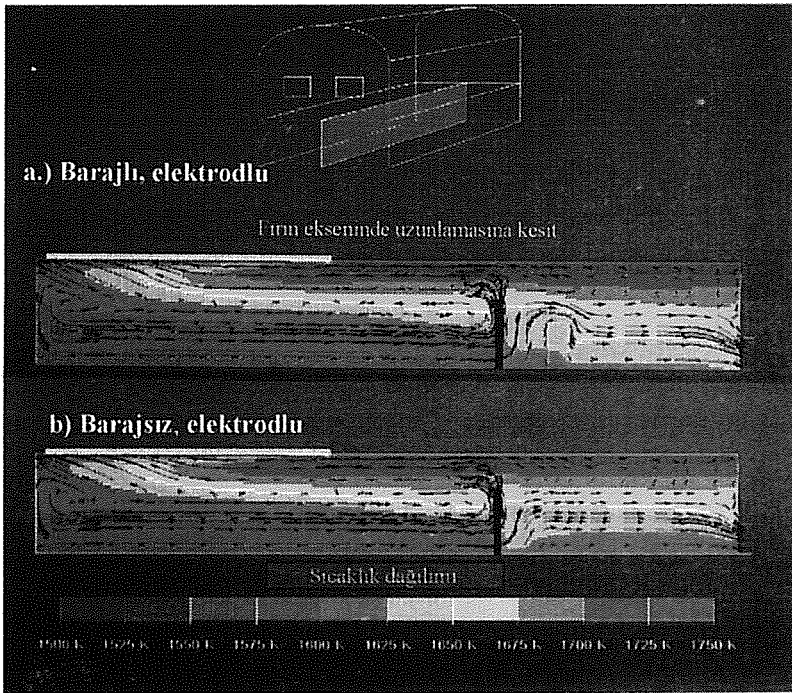


Şekil 10: Sıcak noktanın enine kesitinde a) 6 elektrod ve b) 12 elektrod ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık dağılımı

3.3.2. Sıcak Noktada Elektrik Takviye Sisteminin Barajla Birlikte Uygulanması

Elektrik takviye sistemi oldukça etkin bir sıcak nokta yarattığı için eritme ve afinasyon bölgeleri belirgin olarak ayrılmakta ve her iki bölgede artan döngülerle daha etkin eritme ve afinasyon sağlanabilmektedir. Ancak sıcak noktadaki elektrodun arkasındaki bir baraj da çekiş akımlarının yüzeye daha fazla yaklaşmasını ve camın daha sıcak bölgelerden geçmesini sağlayarak afinasyonun gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Şekil 11).

Cam derinliğinin %65'i yüksekliğindeki elektrodlarla (75 cm) barajlı ve barajsız olarak yapılan model değerlendirmelerinde fırın ortalama sıcaklıkları açısından önemli bir fark görülmemektedir; eritme bölgesinde de sıcaklıklar aynı seviyede kalırken, afinasyon bölgesinde barajlı uygulama ile 7-8°C'lik daha yüksek değerler elde edilmektedir.



Şekil 11: Sıcak noktada elektrik takviye sistemlerinin karşılaştırılması
a) Barajlı b) Barajsız

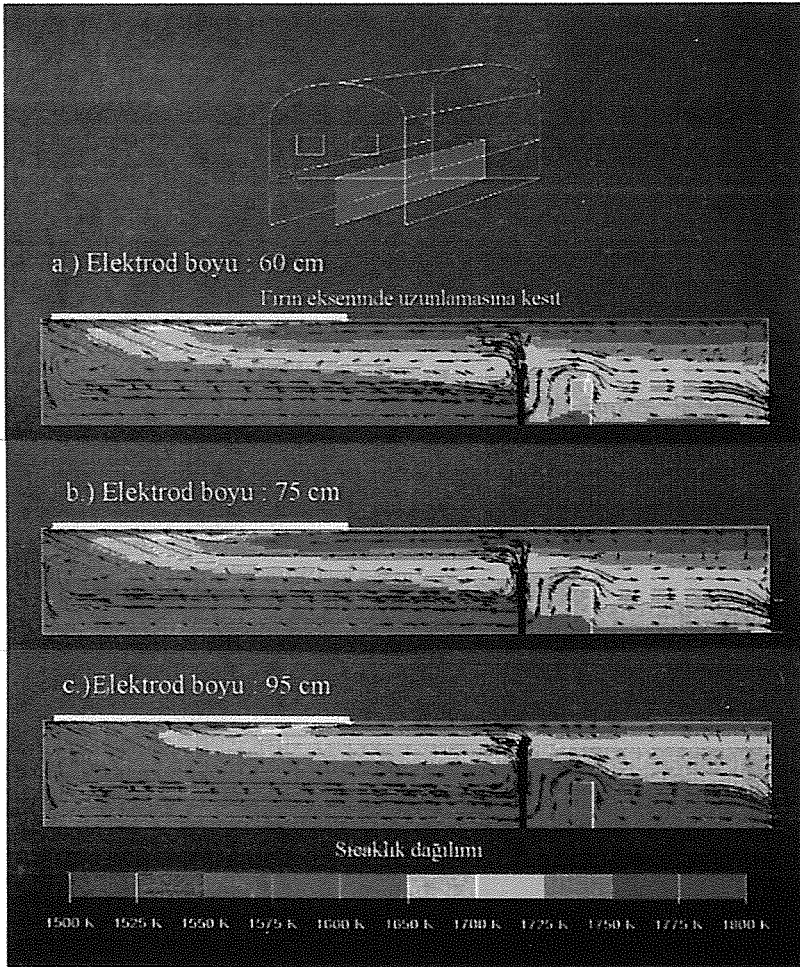
3.3.3. Elektrod Yüksekliğinin Etkileri

Sıcak noktada uygulanan elektrik takviyesinde kullanılan elektrod yüksekli-

ğinin etkileri de matematiksel model ile incelenmiştir.

Bu çalışmalarda 115 cm cam derinliği olan bir cam ambalaj fırınında cam derinliğinin %52'si (60 cm), %65'i (75 cm) ve %82'si (95 cm) yüksekliğindeki üç ayrı elektrod boyu ile çalışmalar yapılmıştır.

Elektrod yüksekliğinin artırılması ile enerjinin cama verildiği nokta yüzeye yaklaşmaktadır. Bu şekilde, özellikle sıcak nokta civarında yüzey sıcaklıkları 10°C artmaktadır. Kısa elektrodalarda ise, enerji camın içine verildiğinden ortalama fırın sıcaklığı biraz daha yüksek olmaktadır, 5°C (Şekil 12). 60 ve 75 cm'lik elektrodlarla görülen bu fark eritme ve afinyasyon bölgelerinin her ikisi için de geçerlidir. Throat'tan çıkan cam sıcaklıklarındaki artış ise $10-12^{\circ}\text{C}$ 'ye varmaktadır.



Şekil 12: Farklı elektrod yükseklikleri ile elde edilen cam akımları ve sıcaklık dağılımı a) Cam derinliğinin %52'si (60 cm), b) %65'i (75 cm) ve c) %82'si (95 cm) yüksekliğindeki elektrodların etkileri

Elektrod yüksekliğinin cam derinliğinin %52'si ve %65'inde olduğu incelemelerde fırın ortalama sıcaklıkları ile throat çıkış sıcaklıkları aynı seviyede kalmaktadır. Bu elektrotlarda yüzey sıcaklıkları daha düşük olduğundan, fırın atmosferinden cama transfer edilen enerji miktarı 95 cm yüksekliğindeki elektrotlara göre artmaktadır.

Elektrod yüksekliği ile sıcak noktada yüzeyde harman örtüsünün eritme tarafında tutulması açısından önemli bir fark görülmemektedir. Yüzeyde sıcak noktadan geriye doğru yönelen akımların hızları üç farklı elektrod yüksekliğinde de 4.1-4.3 m/saat civarında olmaktadır.

4. SONUÇ

Elektrik takviye sistemlerinin modellenmesi sonucunda elde edilen bulguların gerçek üretim değerleri ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

Model incelemeleri sonucunda fırın kapasitesinin ve cam kalitesinin arttırılmasında, daha etkin bir sıcak nokta sağlaması ve konveksiyon akımlarını kuvvetlendirmesi nedeni ile sıcak noktada uygulanan elektrik takviye sisteminin daha avantajlı olduğu görülmüştür.

Fakat koyu renkli cam üretimleri söz konusu olduğunda ya eritme bölgesi elektrik takviye sisteminin kullanılması ya da sıcak nokta elektrik takviye sisteminin, harman altındaki bölgelerde taban sıcaklıklarını yükseltebilecek ilave sistemlerle birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Öte yandan, eğer elektrik takviyesi bir fırında dönemsel olarak kullanılacaksa, cam ambalaj fırınlarında elektrik takviye sisteminin bubbler ve baraj sistemi korunarak yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Argent, R.D., "Electric Glass Melting/Refining with Convection Current Control", Glassman America'96 Center, Pittsburgh, PA, USA, 1996.
2. Novak, L., "Current Density and Temperature Distribution Along a Horizontal Electrode in an All-Electric Glass Melting Furnace", Glastech. Ber. Vol.65, pp.157-161, No: 6, 1991.
3. Curran, R.L., "Use of Mathematical Modelling on Determining the Effects of Electrode Configuration on Convection Currents on An Electric Glass Melter", IEEE, Transactions on Industry and General Applications, Vol. IGA-7, No.1, pp.116-129, 1971.

4. Urgan, A., "Three-Dimensional Numerical Modelling of Circulation and Heat Transfer in a Glass Melting Tank (Part I)", *Glastech Ber.* Vol.60, No.3, pp.71-78, 1985.
5. Urgan, A., "Three-Dimensional Numerical Modelling of Circulation and Heat Transfer in a Glass Melting Tank (Part II)", *Glastech Ber.* Vol.60, No.4, pp.115-124, 1985.
6. Urgan, A., R.U. Paylı, "Numerical Study of Coupling Between Flow and Electrical Fields in an Electrical Glass Melter", *Int. J. of Applied Electromagnetic in Materials*, Vol. 5, pp. 241-250, 1994.
7. Viskanta, R., "Review of Three-Dimensional Mathematical Modelling of Glass Melting", *Journal of Non-Crystalline Solids*, Vol.177, pp.347-362, 1994.
8. Voss, H. J. "Electric Melting of Glass Today State-of-Art, trends, Comparisons with Other Kinds of Glass Melting", *Proceedings of XVII International Congress on Glass*, Vol. 1, pp. 76-94, 1995.
9. Scarfe, F., ve R. Stormont, "Convection Current Control: High Efficiency Boosting Systems for Output Increase and Glass Quality Improvement in Fuel Fired Furnaces", *International Glass Journal*, No: 89, pp.64-66, 1996.
10. Spremulli, P.F., "Electrical Characteristics of Horizontal Glass Melting Furnaces and Delivery Systems", *Glastech. Ber.* Vol.69, No. 7, 193-203, 1996.
11. Stanek, J., *Electric Melting of Glass*, *Glass Science and Technology*, 1, Elsevier Scientific Publishing, Co., New York, 1977.
12. Hoffman, O.R., Hilbig, G. "Zur Berechnung in der Elektroglasschmelze Direkt Freigesetzten Jouleschen Wärme". *Glastech. Ber.* 54 (1981) No.2.

CAM AMBALAJ TASARIM VE ÜRETİMİNDE SAYISAL MODELLEME

Kayhan YİĞİTLER

Ambalaj Grubu

Geliştirme Başkan Yardımcılığı

ÖZET

Cam ambalaj mekanik dayanımının artırılması, hafifletmeye olanak tanıyarak maliyetleri düşürmektedir. Bu amaca yönelik olarak, üretim koşulu ve tasarımların geliştirilmesi için Ambalaj Grubu bünyesinde "mekanik tasarım" ve "şekillendirme" konularında "Sayısal Modelleme" çalışmaları sürdürülmektedir. Bu çalışmalarda "Sonlu Hacimler Yöntemi" ile bilgisayar programları geliştirilmektedir. Mekanik tasarım aşamasında kullanılmak üzere, cam ambalajın elastik ve termo-elastik davranışını modelleyen bilgisayar programının geliştirilmesi tamamlanarak, tasarım ve teknik hizmette yardımcı araç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Üretimin ayrıntılı incelenmesine yardımcı olmak üzere şekillendirme işlemlerinin modelleme çalışmalarına başlanmıştır. İlk aşamada Basma-Üfleme (PB) yönteminin "üfleme" adımı modellenmiştir. Bu programın geliştirme ve test çalışmaları sürmektedir.

1. GİRİŞ

Cam ambalaj albenili, kullanıcı dostu ve çevre dostudur. Cam ambalaj kullanımını yaygınlaştırmak için; hammadde, enerji ve taşıma giderlerini düşürmek gerekir. Bu sayılanların hepsi birden hafifletme ile belirgin oranda düşer. Hafifletme ise ancak mekanik dayanım artırılarak yapılır.

Dünyada son on yılda üretim koşulları, yüzey kaplamaları ve tasarımlardaki geliştirmelerle cam ambalajın mekanik dayanımı iki kat artırılmıştır. Tasarımlardaki geliştirmeler, yük altında oluşan gerilimlerin ambalaj şekli ve cam dağılımı bakımından optimizasyonu ile sağlanmaktadır. Cam dağılımı tahminleri ve yük altındaki gerilim hesaplarının doğruluğu tasarım sonuçlarını doğrudan ve büyük oranda etkiler. Cam dağılımı tahmini, üretim koşullarındaki fiziksel olaylara teori ve pratikte tam hakimiyeti gerektirir; gerilim hesabı ise bir elastisite problemdir. Cam ambalaj tasarımında bugüne kadar sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri; birbirine benzeyen tasarımlarda önceki deneyimlere dayalı bir cam dağılımı tahminiyle ampirik formülleri kullanarak gerilim hesabı yapmak, değişik şekle sahip tasarımlarda ise deneme kalıbı yapmaktır. Her iki durumda

emniyet katsayılarının yüksekliği hafifletmeye engel oluşturmakta, deneme kalıbı uygulaması ise tasarım süresini ve maliyetini artırmaktadır. Cam dağılımı tahmini ve gerilim hesabında son yıllarda kullanılmaya başlanan diğer bir yöntem ise sayısal modellemedir. Sayısal modelleme tasarım sürecini kısaltmakta ve maliyetini azaltmakta, ayrıca verdiği hassas sonuçlarla hafifletmeye olanak tanımaktadır.

Ambalaj Grubunda hafifletme odaklı sayısal modelleme çalışmaları başlatılmıştır. Bu çalışmalar "gerilim hesabı" ve "şekillendirme" olarak iki başlıkta toplanmıştır. Gerilim hesabında, yük altındaki cam ambalajın mekanik davranışının modellendiği bir bilgisayar programı yazılmış, tasarım ve teknik hizmette kullanılmaya başlanmıştır. Şekillendirmede ise, basma-üfleme (Press-Blow) işleminin üfleme adımını modelleyen bir program yazılmış ve test edilmeye başlanmıştır. Bu yazıda her iki modelleme çalışmasına ilişkin bilgi verilecektir.

2. GERİLİM HESABI

Tasarımı yapılan cam ambalajın büyük çoğunluğu yuvarlak olduğu için ilk aşamada yalnızca yuvarlak ambalajların tasarımıyla ilgilenilmiştir. İç basınç, dik yük ve termik şok altındaki yuvarlak ambalajlar simetri koşulları gözönüne alınarak iki boyutta incelenmiştir. Yük altındaki cam ambalajın mekanik davranışını tanımlayan denklemlerin sayısal çözümü için sonlu hacimler yöntemi seçilmiştir. Sonlu hacimler yöntemi karmaşık geometrilere kolaylıkla kullanılabilir. Ayrıca sonlu hacimlerin, bu tür problemlerin çözümünde kullanılan sonlu elemanlar yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bu yöntemde geometri üçgen elemanlara bölünür, denklemler bu elemanların noktalarında ayrıştırılır. Denklem sistemi sınır koşullarıyla tamamlanarak çözülür. Sayısal modelleme çalışmalarında öncelikle yük altındaki yuvarlak bir ambalaj için sonlu hacimler yöntemiyle gerilim hesabı yapan bir bilgisayar programı yazılmıştır. Bu program Windows NT ve Windows 95 işletim sistemlerinde çalışabilmektedir. Program bir çok problemde test edilerek sonuçlarının doğruluğu saptanmıştır.

Programın tasarım sürecine bütünleştirilmesi için kullanımının kolay olması gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak hazırladığımız programın kolaylıkla çalıştırılabilmesi, kullanım hatalarının enaza indirilebilmesi için diyalog kutuları eklenmiştir. Ambalaj şeklinin çizildiği AutoCAD programı çizim dosyalarını geometrik veri girişinde kullanabilmek için arayüz programları yazılarak ana programa eklenmiştir. Hesap sonuçlarının çabuk ve ayrıntılı incelenebilmesi için ise grafik programları yazılarak eklenmiştir. Böylece program kullanımı kolay ve başka bir programa gerek duymayacak hale getirilmiştir.

Bu özellikleriyle hazırladığımız programın, dışarıdan satın alacağımız, teknik destek ve eğitim gibi nedenlerle satıcı firmaya sürekli bağımlı kalacağımız, benzer problemleri çözen ticari bir paket programdan herhangi bir farkı kalmamıştır. Program şu anda tasarımcılar tarafından aşamasında başarıyla kullanılmaktadır. Ayrıca kırılmaların karşılaşıldığı eski tasarımlarda, yük altında kritik gerilimlerin olduğu bölgelerin tespitinde kullanılarak teknik hizmette yardımcı bir araç olarak kullanılmaktadır.

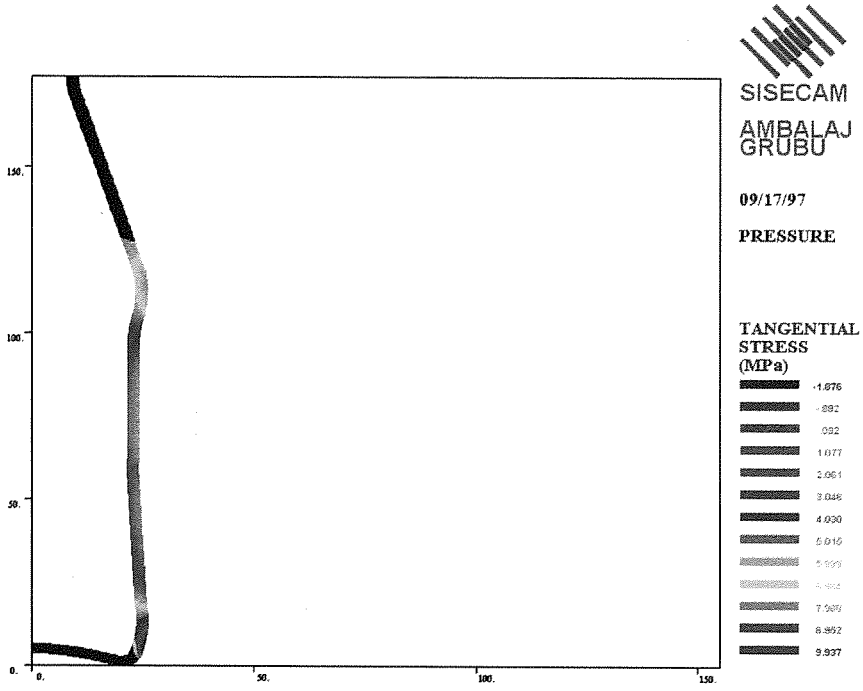
3. ŞEKİLLENDİRME

Üfleme yöntemiyle üretimde cam ambalajın dış şekli kalıp tarafından belirlenir. İç şekil ise herhangi bir yöntemle doğrudan belirlenemez. İç şeklin (cam dağılımının) kontrolü, ancak üfleme sırasındaki ısı transferi ve akışkan hareketlerinin cam dağılımına etkisinin analizi ile dolaylı olarak yapılabilir. Üretim koşulları bu işlemin görüntülenmesine ve ölçüm yapılmasına olanak tanımaz. Sayısal modelleme yöntemleri bu işlemin bilgisayar ortamında benzetimine olanak tanıyarak, işlemin ayrıntılı olarak analizine yardımcı olur.

Mekanik dayanımdaki önemli unsurlardan biri olan cam dağılımı (iç şekil) tahmininde kullanılmak üzere, basma-üfleme işleminde üfleme adımını sayısal modelleyecek bir bilgisayar programı yazılmıştır. Cam akışı ve ısı transferini tanımlayan denklemlerin sayısal çözümünde sonlu hacimler yöntemi kullanılmıştır. Yuvarlak ambalajlar için yazılan program, simetri özelliğinden yararlanıp iki boyutta modelleme yapmaktadır. Böylece programın hafıza gereksinimi ve çalışma süresi oldukça azalmıştır. Yazılan program şu anda test edilip geliştirilmektedir.

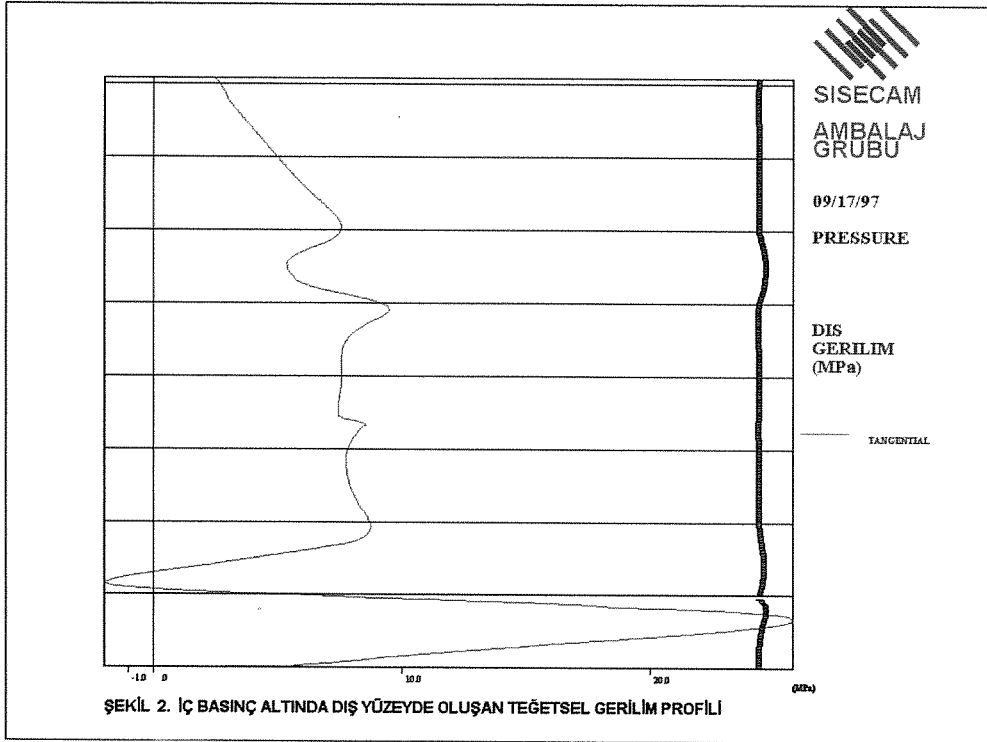
4. SONUÇ

Cam ambalajın mekanik dayanımını artırmak için tasarımlarda geliştirme yapılması hedeflenmiştir. Mekanik tasarımdaki gerilim hesabı için Ambalaj Grubu tarafından kullanıcı dostu bir bilgisayar programı yazılmıştır. İç basınç veya aksenal yük altındaki cam ambalaj sonlu hacimler yöntemi kullanılarak modellenmektedir. Geliştirilen bilgisayar programı AutoCAD çizim dosyalarını okuyabilmekte ve hesap sonuçlarını kendi grafikleriyle sunmaktadır. Program tasarım ve teknik hizmet alanlarında başarıyla kullanılmaktadır. Ayrıca cam dağılımının (iç şekil) doğru tahminine yardımcı olmak üzere basma-üfleme işleminin üfleme adımı sayısal modellenmiştir. Hazırlanan bilgisayar programı şu anda geliştirme ve test aşamasındadır.



ŞEKİL 1. İÇ BASINÇ ALTINDA GÖVDEDE OLUŞAN TEĞETSEL GERİLİM ALANI

Şekil 1'de iç basınç altındaki bir ambalajda oluşan teğetsel gerilim alan grafiği gösterilmiştir.



ŞEKİL 2. İÇ BASINÇ ALTINDA DIŞ YÜZEYDE OLUŞAN TEĞETSEL GERİLİM PROFİLİ

Şekil 2'de iç basınç altındaki bir cam ambalajın dış yüzeyinde oluşan teğetsel gerilim profili gösterilmektedir.

CAMIN, ÜRETİMDEN SONRAKİ HAREKETLERİNİN İZLENMESİ VE KONTROLU

Ahmet Naim BERKKAN

Trakya Cam Sanayi A.Ş. Mersin Fabrikası

Hulusi YAĞ

TM - Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü

ÖZET

Üretimin tüm aşamalarının hatasız tamamlandığı ve kaliteli camın çıkartıldığı durumlarda bile, üretimden sonraki adımlardan kaynaklanan bazı faktörler sonucu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu faktörlerin hepsinin temelinde ise camın, üretimden sonraki hareketlerinin izlenmesi için yapılan işlemlerin manuel olması yatmaktadır. Örnek olarak, manuel sayımdan kaynaklanan hatadan dolayı eksik plakalı cam paketleri müşteri şikayetlerini arttırmakta, ya da uzun süre manuel ambarda kalan cam nemden dolayı bozulabilmektedir.

1. GİRİŞ

Üretimden sonraki hareketlerde manuel yapılan işlemlerden bazıları şunlardır.

- Ambar stok sayımı;
- Cam paketlerinin iç adetlerinin sayımı;
- Cam paketlerinin izleyeceği güzergahlar için paket bilgi formu hazırlama;
- Cam paketleri ile ilgili hertürlü liste ve evrak bilgilerinin, bilgisayara girişi;
- Sandık Müteahhidine teslim edilen tomruk ve buna karşılık gelen sandık takibi, vb.

Kısaca özetlemek gerekirse, emek ve zaman kaybı, hatalı rakamlar, müşteri şikayetleri, huzursuzluk ve prestij kaybı. Sorun tespit edildiğine göre bunun çözümü için yapılması gereken tek şey "Camın, sipariştten itibaren fabrika çıkışına kadar olan hareketlerinin bilgisayarla izlenebilmesi"dir. Cam paketlerinin izlenebilmesi için gerekli çalışmalar yapılırken, ihtiyaca göre birbirinden bağımsız olarak çalışabilecek yedi proje geliştirilmiştir.

TCSMER Projeleri olarak adlandırılan bu çalışmalarını tomruk / sandık ve cam olarak iki grupta, Şu baŐlıklar altında toplayabiliriz.

Tomruk ve Sandık ile ilgili olanlar:

Proje - 1 Tomruk desimetre kp bilgilerinin, sahada iken bilgisayara aktarılması;

Proje - 2 Gelen sandıklara karşılık verilen tomruklerin randıman takibi;

Cam Paketleri ile ilgili olanlar:

Proje - 3 Ambar stoklarındaki cam paketlerinin, plaka adedi bazında sayımı;

Proje - 4 Paket i adedi sayımının, Digital Kumpas ile yapılması;

Proje - 5 Sevkiyat ile ilgili belgelerin otomatik çıkarılması;

Proje - 6 Kapı-Kantarın anasisteme bağlanması;

Proje - 7 Camın üretimden sonraki hareketlerinin izlenmesi;

2. GELİŐME

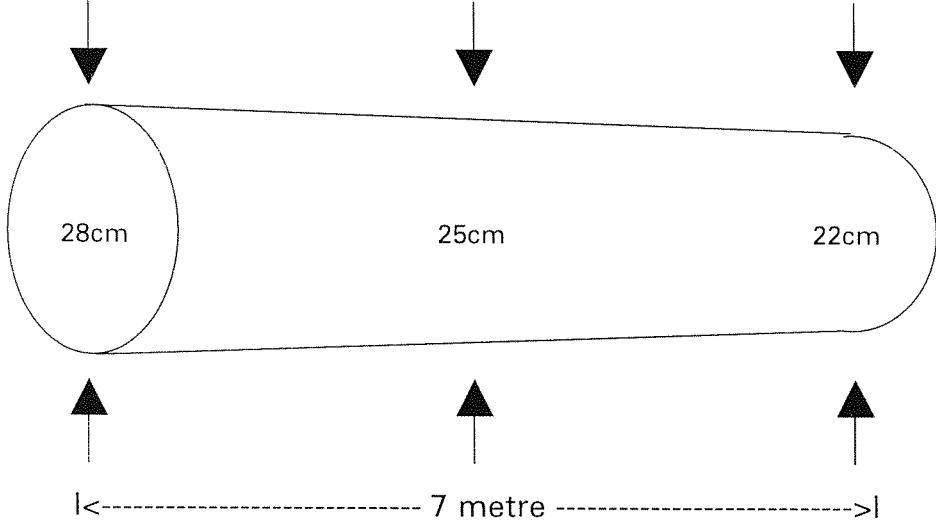
Projelerin geliŐtirilmesinde,satın alınan cihazların haricinde, gerekli olan her türlü tasarımı, yazılım ve montaj kendi imkanlarımız kullanılarak yapılmaktadır. Uygulamada, Digital Kumpas kalınlık ölçümü için kullanılmakta, Telsiz Barkod Okuyucu ise barkod etiketleri okumasının yanı sıra, hem el terminali olarak, hemde anasisteme telsiz olarak bilgi aktarmada iÇinde kullanılmaktadır.

Proje - 1 Tomruk Metreküp'nn Hesaplanması ve Bilgisayara Otomatik Aktarılması:

Proje, tomruk metrekplerinin hesaplanması ve sevk irsaliyesi için gerekli olan bilgilerin bilgisayar kayıtlarına geçirilmesi esnasında meydana gelen gecikmelere neden olan manuel işlemlere kolaylık getirmekte, Huber Sistemine göre, orta kalınlık ve boyu dikkate alınarak yapılan manuel hesaplamalardan kaynaklanabilecek hataları da önlemektedir.

Digital Kumpas ile tomruğun orta kalınlığı ölçülür ve kumpas üzerindeki tuşa basılır. Müteahhidin kod numarası ve tomruk boyu, el terminali olarakta kullanılabilen Telsiz Barkodtan tuŐlanır. Anasistemde Huber mantığıyla metreküp hesabı yapılan tomruk bilgileri anında ilgili müteahhidin hesabına geçirilerek sevk irsaliyesi otomatik olarak basılır ve ilgililerin imzasına hazır hale getirilir.

Hesaplama hakkında kısa bir bilgi vermek amacıyla, Huber Sistemine göre çapı ve boyu belli olan tomruğun kaç metreküp ettiği, bazı örneklerle aşağıda verilmektedir. **Formül: X x Orta Çapın Karesi / 4 x Tomruk Boyu x (1 / 10000)**



Şekil - 1 Tomruk boyu ve ortalama kalınlığı

Tomruk Orta Çapı (cm)	Tomruk Boyları (metre olarak) (Huber Sistemi)									
	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	
16	0,080	0,101	0,121	0,141	0,161	0,181	0,201	0,221	0,241	
17	0,091	0,113	0,136	0,159	0,182	0,204	0,227	0,250	0,272	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
25	0,196	0,246	0,294	0,317	0,393	0,442	0,491	0,540	0,589	
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
50	0,785	0,982	1,178	1,374	1,571	1,767	1,964	2,159	2,355	

Proje - 2 Gelen Sandıklara Karşılık Müteahhide Verilmiş Olan Tomrukların Takibi:

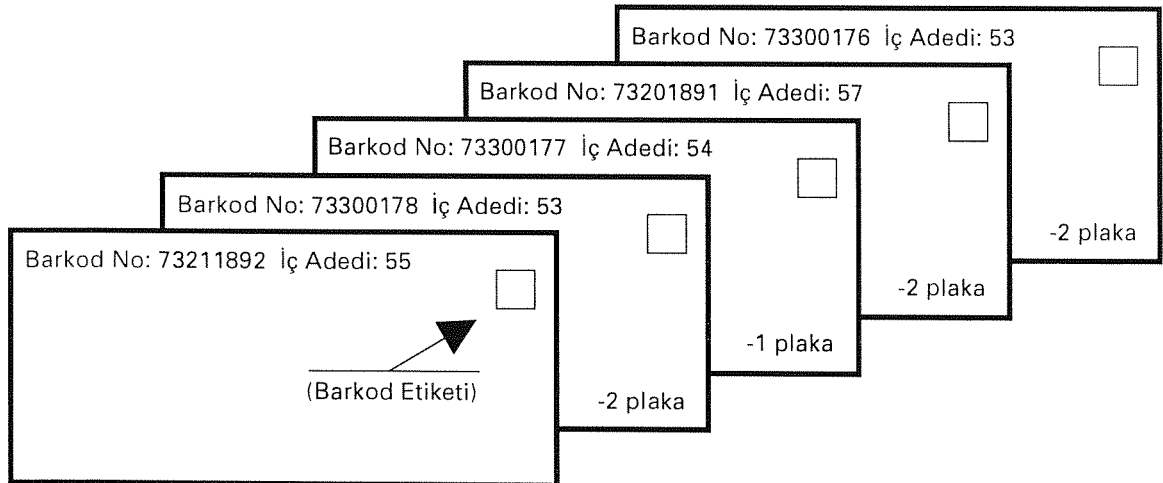
Fabrika kapısından her türlü giriş ve çıkış Proje-6 ile kontrol altına alındıktan sonra, gelen sandıkların da bilgisayar ortamında takibine imkan sağlanmıştır. Böylelikle, Proje 1 ile teslim edilen tomruklara karşılık, müteahhidin gönderdiği sandıkların Kapı-Kantar'dan geçerken irsaliye bilgilerinin bilgisayara girilmesiyle, tomruk, sandık ve randıman hesabı da bilgisayar ile takip edilebilir duruma gelmiştir. Ambalajın kesintiye uğramaması ve aksayan bir durumda ilgililerin haberdar edilmesini sağlamak açısından bu takibin çok büyük yararı vardır.

Cam Paketleri ile İlgili Olan Projeler**Proje - 3 Ambar Stok Sayımı:**

Gerek manuel gerekse barkod okuyucu kullanarak yapılan klasik sayımlarda, paketlerin üzerindeki barkod etiketlerde yazılı bulunan iç adedi rakamları dikkate alınarak stok tespiti yapılmaktadır. Paket iç adetleri ambar girişinde doğru olarak sayılmış olsa bile daha sonra bazı nedenlerle iç adedi ile etiket üzerindeki rakamlar arasında farklılıklar olabilmekte, böylece yapılan sayım sonuçları plaka bazında gerçek rakamları ihtiva etmemektedir.

Digital Kumpas kullanılarak yapılan sayımlarda, ambar stoklarında bulunan 1200 'e yakın cam paketinden, 41 adedinin hatalı olduğu Digital Kumpas tarafından tespit edilmiş olup yeniden iç adet sayımı yapılması sonucunda, etiket üzerinde yazılı rakam ile içindeki plaka adetlerinin birbirlerini tutmadığı gözlemlenmiştir. 41 pakette, artı ve eksi olarak toplam 62 plaka farklılık olduğu ve Digital Kumpasın bu hatalı paketlerin tamamını ortaya çıkardığı görülmüştür. Örnek olarak, ambar girişinde 73201892 nolu paketin sayımının yanlış yapıldığını ve içerisinde 54 adet cam plakası olduğunu, etiketinin ise 55 olarak basıldığını farzedelim. Klasik yöntemle yapılan gerek barkod okuyucu, gerekse manuel sayım ile Digital Kumpasın bulacağı sonuçları karşılaştıralım.

Barkod okuyucu ile yapılan sayım = $55 + 53 + 54 + 57 + 53 = 272$ Sonuç : Hatalı
 Manuel yapılacak olan sayım = $(55 \times 5) - 0 - 2 - 1 + 2 - 2 = 272$ Sonuç : Hatalı
 Digital Kumpas ile yapılan sayım = $54 + 53 + 54 + 57 + 53 = 271$ Sonuç : Doğru



Standart İç Adedi: 55

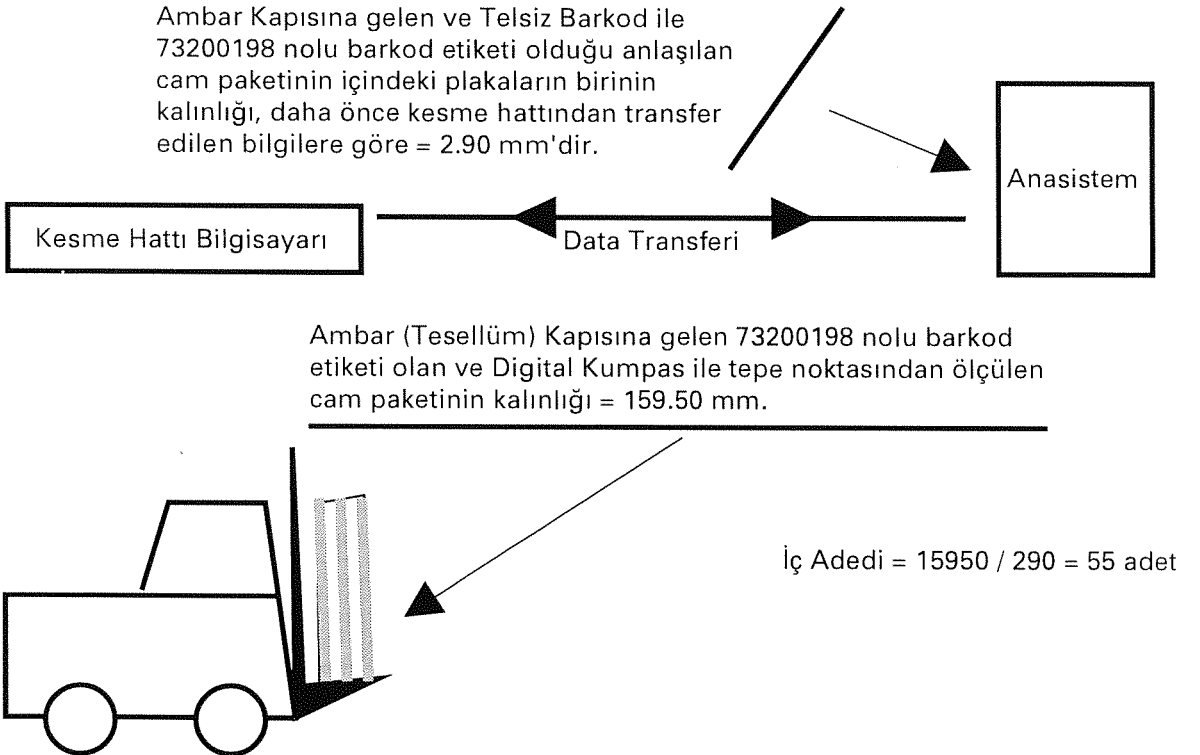
Şekil - 2 Mamul Ambar'da Sayımın Yapıldığı Yöntem.

Proje - 4 Paket İç Adetlerinin Digital Kumpas ile Sayılması:

Tüm projeler içerisinde en önemli bölümü oluşturmakta olan Digital Kumpas uygulaması sisteme büyük rahatlık getirmektedir. Klasik yöntemde, manuel paket iç adedi sayımı için emek ve zaman harcanmasının yanısıra hata olasılığı bulunmaktadır. Bu durumda hem üretim, stok ve sevkiyat bilgileri yanlış olmakta, hem de müşteriye ulaşacak olan eksik plakalı cam paketlerinden dolayı kuruluşumuzun prestiji etkilenmektedir.

Digital Kumpas hatalı sayımı önlemektedir. Bu sistemde, cam paketinin tepe noktasından alınan kalınlık, kesme hattında bulunan bilgisayardan alınan cam plaka kalınlığına bölünerek iç adet hesaplanmaktadır. İç adet bilgileri, daha sonra ambar stok sayımında ve yükleme rampasında kıyaslama yapmak üzere anasistemde saklanmaktadır.

Paketin alt bölümlerinde, plakalar arasında boşluklar oluştuğu için ölçümlerin paketin tepe noktalarından yapılması gereklidir. Tepe noktasında, cam plakaları birbirleri arasında boşluk kalmayacak şekilde durmaktadırlar. Bu nedenle, doğru iç adet hesabı için bu şarttır.

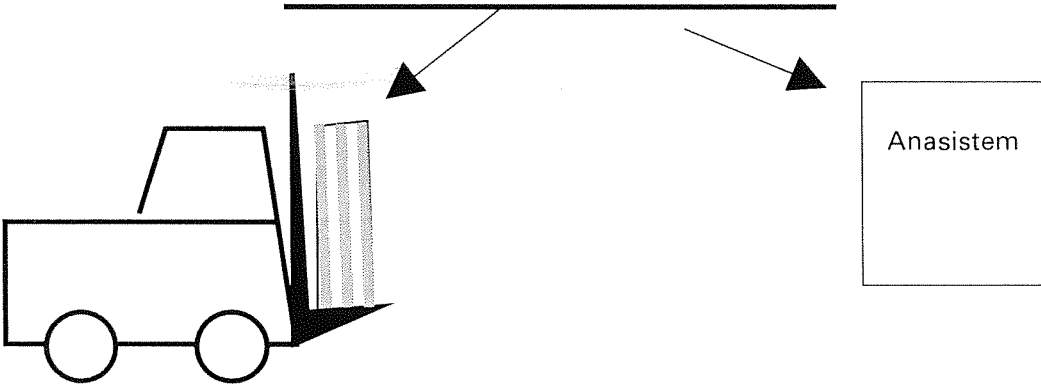


Şekil - 3 Cam Paketinin İç Adedinin Hesaplanması.

Proje - 5 Sevkiyat ile İlgili Belgelerin Otomatik Çıkarılması:

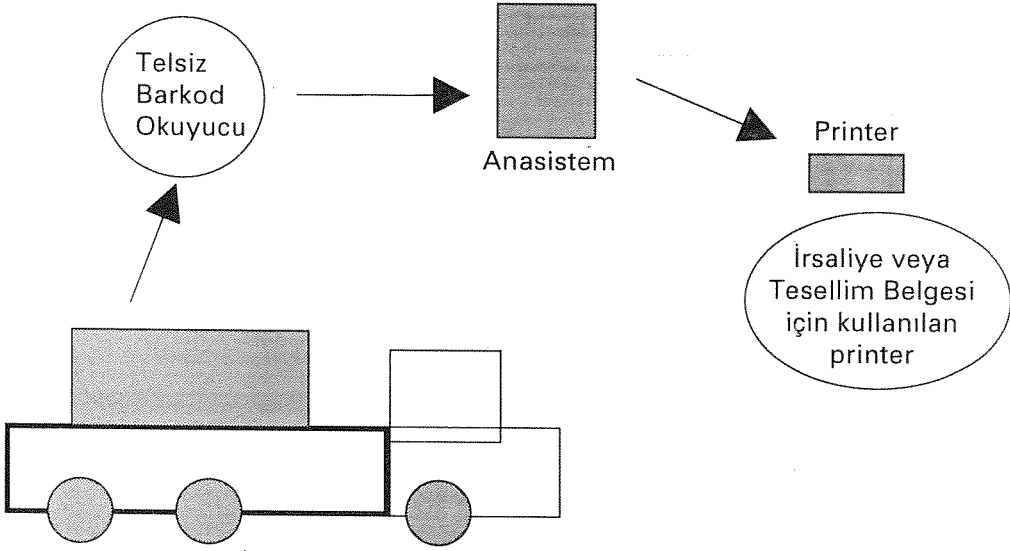
Cam paketlerinin yüklemesi öncesinde ve sonrasında yapılan işlemlere kolaylık sağlanmak açısından bu proje gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada yüklenmek üzere rampaya gelen cam paketleri Proje - 4 'teki mantıkla ölçülür, Telsiz Barkod ile okutulan barkod numarasına ait ambar giriş kalınlığı ve adedi ile yeni ölçüm geri planda sorgulaması yapılır. Ambar girişi iç adedi ile çıkış iç adetleri karşılaştırılır. Eksik veya fazla plaka varsa, kayıtlar buna göre otomatik olarak değişir ve eksik plakalar ambar kırığı hanesine, fazla plakalar ise üretim hanesine o miktar kadar eklenir.

Yükleme Rampasına geçmeden, forklift üzerinde 73200198 nolu barkod etiket okutturulur ve anasistemden önceki kalınlık ve iç adet bilgileri bulunur. Ancak bu bilgi gösterilmez. Digital Kumpasın yeni ölçtüğü değer ile kıyaslanarak, eksik mi, fazla mı kontrolü yapılır.



Şekil - 4 *Yükleme Rampasından önce paket iç adedinin belirlenmesi*

Yükleme esnasında paketle ilgili hertürlü sorgulama Telsiz Barkod ile yapılabilecektir. Daha sonrasında ise kamyon üzerindeki cam paketlerinin barkod numaraları, Telsiz Barkod Okuyucu ile tek tek okutulur, ilgili yüklemenin sipariş numarası, cihazın tuşları kullanılarak girilir, böylece İrsaliye veya Tesellüm Belgesi için, bilgisayara tekrar bilgi girişine gerek kalmadan, ilgili evraklar otomatik olarak printerden alınır.

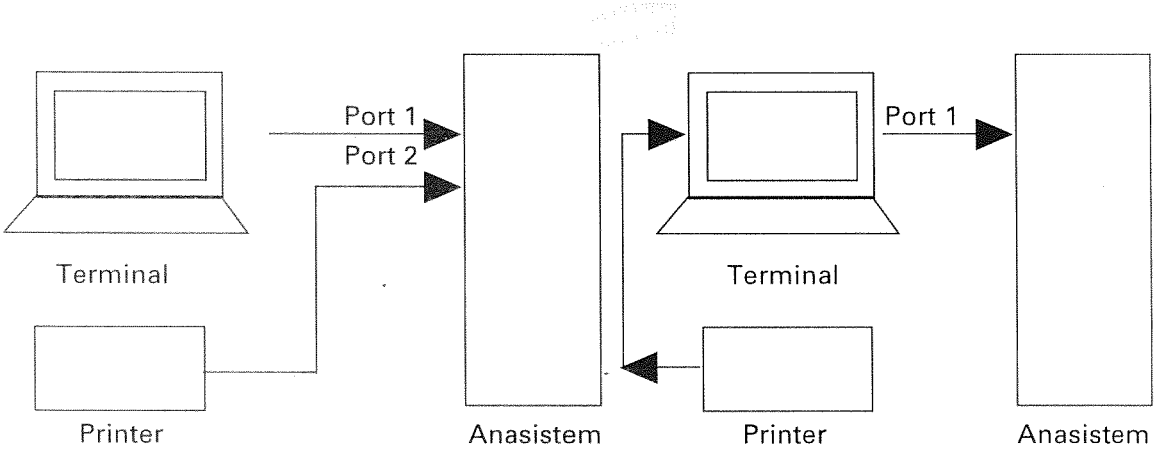


Şekil - 5 Yüklenen araca ait belgelerin otomatik olarak çıkarılması.

Proje - 6 Kapı - Kantar Projesi:

Proje çalışmalarına başlanırken, Kapı-Kantar'ın anasisteme bağlanması düşüncesi sadece, araçlara yüklenen camların fabrika çıkışında, kapıda manuel yapılan paket iç adet sayımına kolaylık sağlayabilmek içindi. Bu mantığa göre, çıkış kapısındaki sayım Digital Kumpas ile yapılacaktı. Ancak, değişik üretim dilimlerinde cam plakalarının kalınlık değerleri farklılık gösterebileceği için, yapılacak ölçüme referans teşkil etmek üzere, paketin üretim anındaki plaka kalınlık bilgisine ulaşılması gerekiyordu. Bu amaçla, Kapı-Kantar'a çekilen (dummy) terminal bütün projelerin ortaya çıkmasında ilk adım olmuştur. Yeri gelmişken projelerin nasıl oluştuğuna ve karşılaşılan problemlerin ne şekilde çözüldüğüne açıklık getirmek yararlı olacaktır.

Tarsus-Mersin Fabrikasının üretime geçtiği ve network'ümüzün henüz tamamlanamadığı günlerde herkesi anasisteme bağlayabilecek kadar yeterli port'a (terminal, PC ve printerlerin anasistemde bağlanacağı uç birimi) sistem sahip değildi. Mevcut portların, terminallerine bağlandığı kullanıcılar ise, ayrıca printerlerinin birer porta bağlanmasını istiyorlardı. Bu duruma çözüm olarak diğer fabrikalarımızda uygulanmayan bir yöntemle, printerler terminale bağlanarak hem printerin, hemde terminalin aynı anda bir port ile çalışması sağlanmıştır.



Şekil - 6 Terminal ve printerlerin anasisteme bağlantı şekilleri..

Fabrika çıkış kapısında kullanılacak olan Digital Kumpas'ın anasisteme bağlantısının yapılabilmesi gerekiyordu. Bilgi toplayan cihazların anasisteme uzak olması durumunda, haberleşmenin sağlanması büyük maliyetlere neden olmaktadır. Bundan dolayı kart basma makinalarının bağlı olduğu bilgisayarlar veya kantarda kullanılan bilgisayarlar genel olarak anasistemden bağımsız çalışmaktadırlar. Terminalin bir özelliğinden faydalanılarak, kendi imkanlarımızla geliştirdiğimiz bir switch (anahtar) yardımıyla, gerek Digital Kumpas bilgilerinin, gerekse sonradan birinci ve ikinci kantarın tartı bilgilerinin kolaylıkla anasisteme aktarılması sağlanmıştır. Bu geliştirilen yöntem, kapı-kantarın da maliyetsiz olarak anasisteme bağlanmasına, giriş çıkış yapan tüm araç ve malzemenin, her kısmın kendi bilgisayarından izlenmesine imkan vermiştir. Programları da tarafımızdan yapılan Kapı-Kantar projesi, gerek düşük maliyeti gerekse kullanım kolaylığı ve yararları itibariyle, bu konuda sıkıntı çeken diğer kuruluşlarımıza da uygulandığı takdirde rahatlık getirecektir. Kapı-Kantar projesini uygulayacak olan kuruluşlarımızda, herkes kendi ekranından, aşağıdaki bilgileri görebileceği gibi, örneğin Çayırova'dan gönderilen araç ve malzemenin Mersin fabrikasına giriş yapıp yapmadığı, Cam net'e bağlı herhangi bir kuruluşumuzun bilgisayarından da izlenebilecektir.

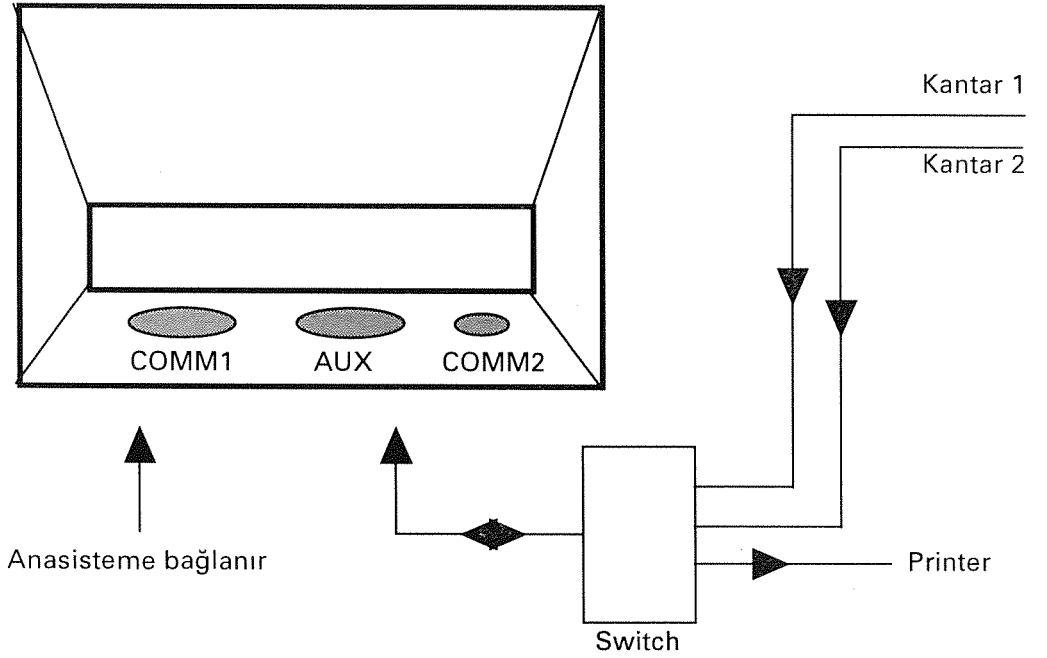
- | | |
|---|-----------------------------|
| a) Giriş yapan araçlar. | b) Çıkış yapan araçlar. |
| c) İçerde bulunan araçlar. | d) İstiap haddini geçenler. |
| e) Plaka, irsaliye, firma, tarih veya malzeme bazında gözlem. | |

Terminallerin, ekran olarak kullanılmalarının yanısıra, iki yönlü haberleşmeye de imkan sağlayabilme özelliklerinin olduğu, terminali anlatan kitabın dikkat çekmeyen bir bölümünden tesadüfen bulunmuştur. Projelerin düğümünü

çözen bu önemli cümle şöyle idi.

If you have connected a serial input device to one of the terminal's serial ports and if you want to direct data from the auxiliary port to the host computer.

Anasisteminize direk olarak bilgi aktarmak istiyorsanız, bunun için terminallerin seri portlarından birini kullanabilirsiniz.



Dummy Terminalin Arkadan Görünüşü

Şekil - 7 Terminalin, bilgileri anasisteme aktarabilen seri portları.

Bilgilerin terminal vasıtasıyla anasisteme aktarılması sağlanmıştı, ancak Digital Kumpas'ın dummy terminale kablo ile bağlantısı, gerek yükleme rampası, tesellüm kapısı, fabrika çıkış kapısı ve gerekse ambar içerisinde hareket serbestliğini engellemekte idi. Bu soruna, zaten kullanılması gerekli olan Barkod Okuyucuların telsiz olanı seçilip, Digital Kumpas bağlanarak çözüm bulundu. Telsiz Barkod Okuyucusunun bir diğer özelliği de, küçük bir terminal gibi, üstelik kablo bağlantısız çalışmasıdır. Bundan faydalanılarak barkod okuyucusu olarak kullanılmanın yanısıra, kendisine bağlanacak olan seri çıkışlı cihazların bilgilerini de, telsiz haberleşmesi ile göndermeye de imkan sağlamaktadır.

Bu projelerle, cam paketlerin, iç adedinde hata olmadan sevkiyatı sağlanmakta ise de, istenildiği takdirde son kontrolün yapılabilmesini sağlamak için sistem, fabrika çıkış kapısında da Digital Kumpas ve Telsiz Bar-kod okuyucu ile sayım yapacak şekilde düzenlenmiştir. Gerek ambar giriş ve çıkışlarında, gerekse ambar sayımlarında kontrol altında tutulan paket iç adetlerinin fabrika kapısında tekrar kontrol edilmesi isteğe bağlı bir uygulama olacaktır.

Proje - 7 Camın, Üretimden Sonraki Hareketlerinin İzlenmesi:

Buraya kadar anlatılan altı proje, üretimden sonraki hareketleri izlemek ve manuel yapılacak hiç bir iş bırakmamak için gerekli olan adımlardı. Sempozyuma konu olan bu hareketlerin izlenmesi, gerek yönetimin, gerekse ilgililerin vermiş olduğu kararların sonuçlarını biran önce görmelerinde veya yeni stratejiler belirlemelerinde yararlı olacaktır. Klasik yöntemle yapılan izleme ile Talep, Üretim, Stok ve Sevkiyat bilgilerini içeren listelerin ele geçmesi, ancak vardiya bazında toplanan paket bilgi fişlerinin manuel olarak günde birkez bilgisayara girilmesinden sonra mümkün olmaktadır.

Manuel işlemlerin ortadan kaldırılması, bilgisayar tarafından hataya izin verilmemesi ve gözden kaçan herhangi bir hata varsa da yine bilgisayar tarafından telefon ile ilgililere otomatik olarak aranarak haber verilmesi bu proje ile mümkün hale gelmektedir. Örnek olarak o anda üretimi yapılmayan bir ürünün ambara girişinde veya talep edilenden daha fazla yapılan üretimde veya belirli süreden daha fazla mamul ambarda kalan cam paketlerinin olması durumunda ya da sevkiyat esnasında siparişte olmayan yanlış cam paketlerinin yüklenmesi gibi hatalı durumlarda, bilgisayar ilgilileri telefonla arayıp konuyla ilgili uyarıda bulunacaktır.

Bu projenin uygulamaya geçmesiyle birlikte, günün herhangi bir saatinde sisteme bakıldığında, o an itibarıyla şu bilgiler (tonaj ve/veya sandık olarak) görülebilecektir.

ÜLKE	mm	TALEP ton/san (a)	ÜRETİM ton/san (b)	AMBALAJ ton/san (c)	SANDIK adet (d)	STOK ton/san (e)	SEVKİYAT ton/san (f)	FABRİKA ÇIKIŞI ton/san (g)
İspanya	4	120	100	80	120	20	50	35

İSPANYA

Talep.....	: (a)	= 120 sandık
Üretim.....	: (b)	= 100 sandık
Ambalajlanan.....	: (c)	= 80 sandık
Ambalaj için gelen boş sandık ad.	: (d)	= 120 adet (sipariş sandıkların tamamı gelmiş)
Ambalaj Masası Önü Stoğu.....	: (b-c)	= 20 sandık (bir kısmı ambalaj masasında)
Ambalaj Masası Sonu Stoğu.....	: (c-e-f)=	10 sandık (bir kısmı forklift üzerinde)
Stok.....	: (e)	= 20 sandık
Sevkiyat.....	: (f)	= 50 sandık
Fabrikadan Çıkan.....	: (g)	= 35 sandık (15 sandık kapiya doğru gelmekte)

3. SONUÇ

Bu projeler, manuel işlemlere otomasyon sağlanmalarının yanısıra bugüne kadar uygulaması yapılmamış olan çalışmalarında ihtiva etmektedir. Proje-3, Proje-4 ve Proje-6 uygulanmakta olup, diğerlerinin hizmete verilmesi için Tel-siz Barkod Okuyucularının firma tarafından teslim edilmesi beklenmektedir. Projelerin uygulanması, yukarıda detaylarının açıklanmasından anlaşılacağı üzere çalışanlara kolaylıklar sağlamaktadır. Bir başka önemli avantaj ise, yönetim de dahil olmak üzere her birim yetki sınırları içerisinde, istedikleri anda, istedikleri bilgiye birkaç tuşa basarak ulaşabilmeleridir.

Projelerin uygulanmasıyla birlikte;

Hataya, müşteri şikayetlerine, emek ve zaman kaybına son verilecek olmasının yanı sıra, gerek kesme hattından sevkiyata kadar yapılan kontroller ve manuel işlemlere, gerekse fabrika çıkışında yapılan kontrollere proje tarafından kolaylıklar getirilmektedir.

Proje, sonuç olarak, en az sekiz ile on civarında personel tasarrufu sağlayacaktır.

YÜKSEK VERİMLİ KOLLEKTÖR CAMI

Tuncer AKMAN

Çayırova Cam San. A.Ş.

Fehiman AKMAZ

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Şirketimiz tarafından demir miktarı çok düşük (% 0.030-0.035), solar geçirgenliği yüksek (%91), ekonomik ve yüksek verimli bir kollektör camı üzerinde ön çalışmalar yapılmıştır. Haddeleme tekniği ile üretilecek olan bu kollektör camı yüzeyindeki noktasal desenler sayesinde diğer düşük demirli düz kollektör camlarına oranla daha yüksek bir verim sağlayacaktır. Ayrıca bu özelliği sayesinde güneş ışınım şiddetinin düşük ve nüfusun yoğun olduğu Marmara ve Karadeniz bölgelerinde bile güneş kollektörleri kullanımı yaygınlaşacak ve mevcut kollektör camı pazarının dışında yeni bir pazar oluşturulacaktır.

Buna ilave olarak zaten büyük boyutlara ulaşan çevre kirliliğini azaltmaya ve doğal güzellikleri korumaya yönelik bir katkı da sağlanmış olacaktır.

GİRİŞ

Her ekonomik dalgalanmada başat olan bir enerji kaynağı vardır. Günümüzde ise 1970'lerde başlayan, 21. yüzyılın neresinde son bulacağı henüz kestirilemeyen yeni bir Teknik-Ekonomik dalgalanma söz konusudur. Bu dalganın oluşumunda, güneş enerjisi ve hidrojen yakıtı yer almış olup, dünya enerji bütçesini ne denli değiştireceğini 21. yüzyıl gösterecektir.

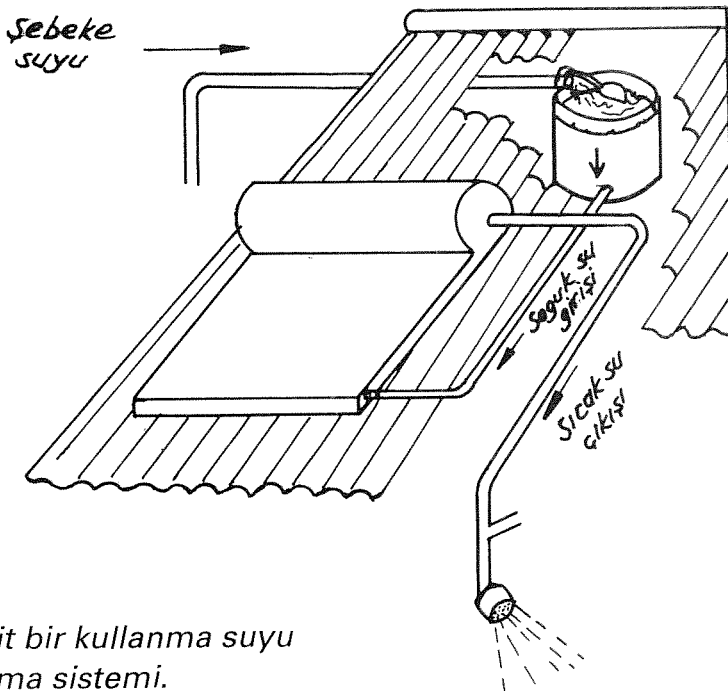
TÜRKİYEDE VE DÜNYADA GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Tablo.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli

	Güneşlenme Süresi (Saat / Yıl)	Güneş Işınım Şiddeti (MJ/m ² .gün)
Güney Doğu Anadolu Böl.	3016	14.3
Akdeniz Bölgesi	2923	13.9
Ege Bölgesi	2726	13.6
İç Anadolu Bölgesi	2712	13.7
Doğu Anadolu Bölgesi	2693	13.4
Marmara Bölgesi	2528	10.9
Karadeniz Bölgesi	1966	10.3
TÜRKİYE ORTALAMASI	2609	13.2

GÜNEŞ ENERJİSİNİN KONTROLLÜ UYGULAMALARI

Güneş enerjisinin toplanma işlemi, ısıl (Kollektörler) ve elektriksel (Foto-voltaikler) olmak üzere iki değişik yolla ve dolaylı biçimde yapılmaktadır. Her uygulamanın özelliğine göre kullanılan kollektörler de farklı olmaktadır.



Şekil.1. Basit bir kullanma suyu ısıtma sistemi.

Örneğin kullanım suyu ısıtılması, yüzme havuzu ısıtılması, kaynatma ve pişirme, kurutma, suyun damıtılması, soğutma, ısı ve elektriğin birlikte üretilmesi ve Foto-kimyasal çevrimlerin gerçekleştirilmesi gibi uygulama alanlarında değişik tipte kollektörler kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı düz yüzeyli ısı güneş kollektörleridir. Böyle bir kollektör kabaca saydam örtü (cam) soğurucu plaka, izole malzemesi ve kasadan oluşur.

Camdaki toplam demir miktarının düşürülmesi halinde geçirgenlik değerleri aşağıdaki tabloda belirtildiği seviyede olacaktır.

Tablo. 2. Normal Buzlucamın ve kollektör camının geçirgenlik değerleri.

	Normal Buzlucam	Kollektör camı
Toplam Fe ₂ O ₃ (%)	0.8 - 0.10	0.030 - 0.035
Işık geçirgenliği (% T), (3 mm)	89	~91.8
Solar geçirgenlik (%), (3 mm)	84	~91.0

ÜRETİM ve MALİYET

Sözü edilen kollektör camının üretilmesinde işletmemizde mevcut merdanelerden istifade edilecektir. Üretim bir kampanya şeklinde yapılacak olup, hammadde olarak züccaciye kalitesinde hammaddeler kullanılacaktır. Üretim sırasında farklı hammadde kullanımı nedeniyle herhangi bir üretim kaybı olmayacaktır.

Tablo.3. Maliyet mukayesesi. (Hesaplama kullanılan standart ağırlık 8.9 kg/m²'dir.

	Reçete maliyeti (\$/m ²)	Sınai maliyet (\$/m ²)	Çapak alma ve Temper (\$/m ²)	Toplam maliyet (\$/m ²)
Normal Buzlucam	0.6	1.7	2	3.7
Kollektör camı	0.9	1.9	2	3.9

SONUÇ

Önümüzdeki yıllar kollektör camlarının nitelikli olması bakımından gelecek vaatmektedir. Özellikle Avrupa ülkeleri tarafından talep edilen düşük demirli, desenli ve temperli kollektör camlarının kollektör firmaları tarafından ~15 \$/m² gibi yüksek bir fiyatla ithal edilmesi bu alandaki pazar potansiyelinin ve karlılığın oldukça iyi düzeyde olabileceğini göstermektedir. Ucuz ve nitelikli kollektör camı üretiminin Türkiye'de gerçekleşmesi halinde kollektör firmalarının ihracat imkanlarının da artacak olması, mevcut potansiyelin de üzerine çıkılarak geleceğe yönelik önemli bir pazar oluşturulmasını mümkün kılacaktır.

YÜKSEK PERFORMANSLI SERACAMI

Esat SERT

Çayırova Cam San. A.Ş.

Hüseyin CEVRİ

Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü

ÖZET

Yurdumuzda hızla gelişen seracılık, düzcam için çok önemli bir pazar oluşturmaktadır. Pazarın %20'sini elinde tutan cam seraların, polietilen seralara göre en büyük dezavantajı yüksek ilk yatırım maliyetidir. Bu dezavantaja karşılık üstün tarafları ise; yüksek ışık geçirgenliği, enerji korunumu, yüksek verimi ve çok uzun ömrüdür. Ancak, seracılıkta örtü malzemesi olarak polietilen hızla geliştirilmekte ve cama göre dezavantajları ortadan kalkmaktadır. Seracılık sektöründe rekabet gücümüzü ve pazar payımızı arttırmak amacıyla; Şirketimiz tarafından Camtaş, Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü ile işbirliği yapılarak daha verimli ve ekonomik Seracami üretimi konusu proje yaklaşımıyla ele alınmıştır.

Bildiride, "Flora Sercam Projesi" kapsamında yapılmış olan çalışmalar ve sonuçları hakkında bilgi verilmektedir. Projenin, Pazarlama ve Satış faaliyetleri ile ilgili çalışmaları ise bildiride yer almamaktadır.

1. GİRİŞ

Ülkemizde Antalya Bölgesinin öncülük yaptığı Seracılık tarımı, zaman zaman ekonomik gelişmelere göre dalgalanmalar gösterse bile yıllık ortalama %10-12'lik bir gelişim göstermektedir. Seracılık, ülkemizde Muğla'dan Mersin'e kadar uzanan Akdeniz kıyı şeridi boyunca yaygınlık kazanmakta ve gelişmektedir. Bu gelişim; bölgede kış aylarında gerçekleşen yüksek derecedeki güneş radyasyonundan kaynaklanmaktadır. Bu da Seracılıkta ısıtma maliyetlerini düşürmekte ve seraları oldukça karlı bir yatırım haline getirmektedir. Akdeniz kıyı şeridi dışındaki bölgelerimizde ise, seracılık özellikle jeotermal bölgelerde suyun ısıtmada kullanılmasıyla yapılmaktadır. Diğer bölgelerde ısıtma maliyetlerinin yüksekliği seracılığın gelişmesini engellemektedir.

Yapılan son istatistiklere göre(1996 Haziran) örtülü sera alanları 21991 hektara ulaşmıştır. Bu seraların %89'u (19563,9 hektar) Akdeniz kıyı şeridindedir. Ülkemizde örtü malzemesi olarak polietilen (PE) ve cam kullanılmaktadır. Diğer örtü malzemeleri yok denecek kadar azdır. Toplam sera alanlarının yaklaşık %20'sini cam seralar kapsamaktadır.

Tablo 1. Son istatistiklere göre sera sebze alanları(ha). (Haziran 1996)

	CAM SERA	PLASTİK SERA	SERA TOPLAMI
AKDENİZ	3854.7	15709.2	19563.9
TÜRKİYE	4235.6	17755.4	21991.0

Tablo1.'den görüldüğü gibi ülkemizde 4235.6 ha. Cam Sera vardır. Seralarda taban alanının 1.5 misli cam kullanıldığı ve sektörün hızla geliştiği düşünüldüğünde, bu pazarın düzcama için önemi ve büyüklüğü ortaya çıkmaktadır.

Pazardaki rakibimiz polietilen örtü malzemeleri ile olan durumumuza baktığımızda; Cam seraların en büyük, belki de tek dezavantajı çok yüksek ilk yatırım maliyetidir.

En önemli avantajları ise;

Yüksek ışınım geçirgenliği, enerji korunumu, kaliteli ürünü, yüksek verimi, temizlenme kolaylığı, uzun ömrü olarak özetlenebilir. Son yıllarda polietilen örtü üzerinde yapılan çalışmalar sonucu; yüksek ışınım geçirgenliğine sahip, enerji korunumu artırılmış (IR,EVA) ve UV katkı ile ömrü 4-6 yıla çıkarılmış malzemeler hızla geliştirilmekte ve cama göre bilinen dezavantajları ortadan kalkmaktadır. Bu noktadan hareketle, gelişen polietilen seralar karşısında rekabet gücümüzü ve gelecekteki pazar payımızı arttırmak amacıyla daha verimli ve ekonomik bir seracama üretimi için çalışmalara başladık. Bu amaçla Pazarlama ve Araştırma birimleri ile birlikte konuyu proje haline dönüştürdük. Projeye, üreteceğimiz camın ticari adı olan "Flora Sercam Projesi" adını verdik. Ekibimizi kurduk, onayımızı aldık ve çalışmalarımıza başladık.

2. FLORA SERCAMDAN BEKLENTİLERİMİZ

Ülkemiz koşullarında bir örtü malzemesinden beklenen en önemli özellik verimli ve ekonomik olmasıdır. Seracılık için daha verimli, daha ekonomik cam

örtünün pazara sunulmasının koşulu ise;

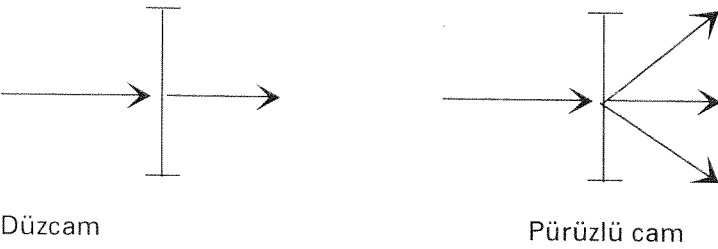
- * Yüksek ışık geçirgenliği,
- * Yüksek enerji korunumu olan,
- * Düşük maliyetli bir cam üretmektir.

Bu hedefe ulaşabilmek için nasıl bir cam üreteceğimizi tanımladık.

- * Haddelene yöntemiyle bir yüzeyi hafif pürüzlendirilmiş,
- * Işık geçirgenliği, minimum sheet fırınımızda üretilen düz sercamın düzeyinde olan,
- * Buzlucam fırınında düşük maliyetle sercamı üretmek.

Bu özelliklerde bir sercamı üreterek, aşağıdaki sonuçları elde etmeyi hedefledik.

- Bir yüzeyin pürüzlü olması, sera içinden geriye yansıyan ısı ve ışık ışınlarının bu yüzeylere çarpıp geri dönmeye neden olacağından, ışınım yoluyla meydana gelen ısı kayıplarını azaltacaktır. Böylece seraya giren enerjinin burada tutulması ve korunması düz sercamı göre daha yüksek olacaktır.
- Pürüzlü yüzey nedeniyle güneş ışınları sera içine girerken farklı açılarla dağılacığından daha homojen bir ışıklandırma oluşturacaktır. Güneş ışınlarının bitkiler üzerine kuvvetli ve doğrudan gelmesi engellendiğinden fazla güneşli dönemlerde gölgeleme ve kireçleme işlemine gerek kalmayacaktır.
- Buzlucam fırınında üretilecek sercamının üretim ve kesim maliyeti düzcama göre daha düşük olacaktır.



Düzcama

Pürüzlü cam

Şekil.1. Düz ve bir yüzeyi pürüzlü camlardan geçen ışınların dağılımı

3. FLORA SERCAM ÜRETİMİ

Üreteceğimiz camın satılabilir olması gerekiyordu. Bu nedenle, mümkün olduğunca düzcama benzeyebilmesi için üretimi düz merdane ile yapmaya karar verdik. Işık geçirgenliğinin yükseltilmesi için cam terkinde redox değeri değiştirildi. Sonuçta; iki düz merdane ve hava yastığı kullanarak Flora Sercam üretimini gerçekleştirdik. Üretimde düzcama göre pürüzlülük avan-

tajını sağladık. Labarotuar analizlerinde ışık geçirgenliğinin istediğimiz seviyeye ulaştığını gördük.

Tablo, 2: Flora Sercam ve Düz Sercam Işık Geçirgenliği Analizi

	Std. Kalınlık (mm)	% Fe ⁺² Top Fe ₂ O ₃	% Işık Geçirgenliği (380-780 nm)	% Güneş Işını Geçirgenliği (350-2100 nm)
ÇY Flora Seracamı	3	19	90.39	87.40
ÇY Sheet Seracamı	3	32	89.97	84.67

Üretimde yaşadığımız en önemli sorun ise; hava yastığı ve merdane soğutma sularının ayarlarının tam oluşturulmaması nedeniyle, pürüzlü yüzeyde mikro çatlaklar (paseçki) oluşması ve camın pürüzlü yüzeyinin mekanik mukavemetinin diğer yüzeye göre çok düşük olması. Daha sonraki üretimlerde gerekli önlemler alınarak zayıf yüzeyin mukavemetinin yükselmesi sağlandı.

Ürettiğimiz flora sercam, seracılıkta aranan teknik özellikler açısından labaratuvar koşullarında istediğimiz sonucu vermişti ama uygulamada nasıl bir sonuç alacağımızı bilmiyorduk. Flora sercamı, düz sercamla mukayese edebilmek için yanyana iki serası olan, değişik bölgelerden 12 üretici seçtik ve seralarının birini düz sercam (Çayırova sheet), diğerini flora sercam ile kapattırarak aynı koşullarda, aynı ürünün ekilmesini sağladık. Mukayese amacıyla yaptığımız en önemli çalışma ise; Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü ile işbirliğine girerek Enstitüde, 123,36 m² lik iki adet sera kurduk ve birini düz sercam, diğerini flora sercam ile kapattık. Her iki seraya aynı koşullarda aynı ürünü ekerek iki camımızı mukayese ettik.

4. FLORA SERCAMIN, DÜZ SERCAM İLE MUKAYESESİ

4.1. MATERYAL ve METOD

Araştırma Yeri

Araştırma, Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsünün Serik ilçesi sınırları içerisinde yer alan Sebzeçilik Bölüm arazisine Çayırova Cam San. A.Ş. tarafından imal ettirilmiş olan seralarda yürütülmüştür.

Seralar

Projede iki cam sera kullanılmıştır. Tesis edilen seralar 2.5 m yan yüksekliğinde, tek çatılı ve 10.28x12 m ebadında olup, 123.36 m² taban alanına sahiptirler. Seralar, uzun kenarları Kuzey-Güney doğrultusunda olacak şekilde kurulmuşlardır.

Örtü Materyali

Deneme seralarının biri Çayırova Cam Sanayi A.Ş. buzlu cam fırını ürünü flora sercam diğeri ise Çayırova Cam San. A.Ş. sheet fırını ürünü sercam ile kaplanmıştır.

Havalandırma

Seralarda havalandırma tepe ve yan havalandırma pencereleri ile sağlanmıştır. Yetiştiriciliğin yapıldığı süre içerisinde sera içi sıcaklık 22-24°C üzerine çıkınca havalandırmaya geçilmiştir.

Isıtma Sistemi

Her bir serada 12000 kcal ısıtma gücü oluşturulmuştur. Kullanılan Radyan ısıtıcı ile ısıtma başlangıcında sera içi minimum sıcaklığı 7°C olarak öngörülmüştür. Sera içi sıcaklığı belirlenen değerden aşağı düşünce sıcak hava ısıtma sisteminin otomatik olarak devreye girmesi sağlanmıştır. Burada kullanılan ısıtıcıda (EMKO-25) yakıt olarak LPG kullanılmış ve ısı radyan olarak sera içerisine yayılmıştır.

Ürün

Denemede domates ve hıyar yetiştiriciliği yapılmıştır. Domates (144 RN F1) tohum ekimi 15 Kasım 1995 tarihinde, (198 F1) tohum ekimi 21 Kasım 1995 tarihinde, hıyar (Qamar F1) tohum ekimi ise 30 Kasım 1995 tarihinde yapılmıştır. Dikim 20 Aralık 1995 günü 2,6 bitki/m² yoğunlukta ve 90x110x33 cm ebadında çift sıra dikim sistemi şeklinde uygulanmıştır.

Çalışmada Ölçülen Teknik Değişkenler

Sera içi ve dışı toplam güneş radyasyon değerleri LI-COR Pyranometreler ile, PAR değerleri LI-COR Quantum sensörler ile, sıcaklık değerleri ise copper-constantan termokopul (thermocouples) ile alınan denemede, toprak sıcaklıkları (0 ve 15-25 cm) ve diğer yüzey sıcaklıklarının da ölçülmesinde yine T tipi termokopullar kullanılmıştır. Ölçümlerin yapılması amacı ile dışarıya ve seralarda her iki çatı altında ve bitki sıra aralarına olukaltı yüksekliğinde (2.5 m) ölçüm sehpaları yerleştirilmiştir. Böylece toplam güneş radyasyonu ve PAR değerleri bu sehpalar üzerinden alınmıştır. Aynı sehpalardan yararlanılarak 50,100 ve 150 cm yükseklikteki sıcaklık değerleri ile 0 ve 15-20 cm

toprak sıcaklık değerleri ölçülmüştür.

Alınan bu değerlerden;

* Güneş radyasyonu, W/m^2 olarak ölçülmüş ve saatlik güneş radyasyon değerleri $kJ/m^2.h$ olarak hesaplanmıştır. PAR değerleri $\mu E/m^2$ ölçülmüş ve saatlik PAR değerleri $\mu E/m^2.h$ olarak hesaplanmıştır.

* Sıcaklık, dış atmosfer ve sera içi sıcaklık değerleri ve toprak sıcaklık ölçümleri her saat 0C cinsinden belirlenmiştir.

* Ortalama oransal nem, yine dış atmosfer yanısıra sera ortamlarında da % olarak tesbit edilmiştir. Dış atmosferde ve seralarda sürkeli olarak (1'er saat ara ile) yapılan ölçümler ile sağlanan veriler veri toplama sistemiyle kaydedilmiştir. Her bir seraya giren enerjinin hesaplanması amacıyla yapılan sürekli ölçümler ile toplam enerji girişi periyodik olarak hesaplanmıştır. Bu ölçümler; dış hava sıcaklığı, bitki seviyesinde ve çatı arasında her bir sera sıcaklığı, dışarda ve her bir serada nisbi nem, dışardaki rüzgar hızı ve yönü, dışarda ve her bir serada toplam güneş radyasyonu, dışarda ve her bir serada PAR ölçümleridir.

Genel olarak her bir veri her 10 saniyede bir okunarak ve saatlik ortalamalar ve/veya tüm kayıtlar yapılan analizlerde kullanılmıştır. 46 kanallı KAYE Digistif II milivolt data recorder bu kayıtların alınmasında kullanılmıştır. Ölçülen bu parametreler ve hesaplamalar sonucu elde edilen sera parametreleri PC'de QPW 5.0 paket programında matematiksel ve istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuşlardır.

4.2. BULGULAR

4.2.1 Örtü Malzemelerinin Sera İçerisine Ulaşan Güneş Işınımına Etkileri

Tablo 3 : Seralarda Işık Geçirgenliği (%) (Ocak - Şubat ayı bulguları)

	Kapalı	Bulutlu	Açık	Ortalama
Flora Sercam	84	73	70	75.7
Sercam	85	73	71	76.3

Tablo 4 : Seralarda Işık Geçirgenliği (%) (Mart - Nisan ayı bulguları)

	Kapalı	Bulutlu	Açık	Ortalama
Flora Sercam	70	68	68	68.7
Sercam	70	68	70	69.3

Güneş radyasyonunun minimum, ortalama ve maximum seviyede gerçekleştiği durumlarda florasercam ve sercamda sera içerisine ulaşan toplam güneş ışınımı miktarları arasında istatistiki bakımdan bir fark bulunmamaktadır.

4.2.2. Örtü Malzemelerinin Sera İçerisine Ulaşan PAR'a Olan Etkileri

Tablo 5 : Seralarda PAR geçirgenliği (%) (Ocak - Şubat ayı bulguları)

	Kapalı	Bulutlu	Açık	Ortalama
Flora Sercam	77	62	64	67.7
Sercam	82	61	65	69.3

Tablo 6 : Seralarda PAR geçirgenliği (%) (Mart - Nisan ayı bulguları)

	Kapalı	Bulutlu	Açık	Ortalama
Flora Sercam	74	71	69	71.3
Sercam	77	75	71	74.3

Güneş radyasyonunun minimum, ortalama ve maximum seviyede gerçekleştiği durumlarda florasercam ve sercamda sera içerisine ulaşan PAR miktarları arasında istatistiki bakımdan bir fark bulunmamaktadır.

4.2.3. Örtü Malzemelerinin Panel Üzerindeki ve Altındaki Sıcaklıklara Olan Etkileri

Ocak - Şubat Bulguları

Örtü malzemelerinin, dış, iç yüzeylerinden ve mahya altından alınan sıcaklık değerleri ortalamaları incelenince; düşük sıcaklıklar açısından flora sercam ile sercam arasında flora sercam lehine 0.57°C bir fark bulunmaktadır. Ortalama sıcaklıklar açısından bu fark yine flora sercam lehine 0.21°C olmakta, maksimum sıcaklıklar açısından ise, bu kez sercam lehine 1.4°C olmaktadır. Ancak gündüz saatlerinde gerçekleşen maksimum sıcaklıkların sercamda daha yüksek çıkması flora sercam açısından tüm üretim periyodu boyunca yine avantaj oluşturmaktadır.

Mart - Nisan Bulguları

Mart-Nisan döneminde de aynı sıcaklık değerleri ortalamaları incelenince; düşük sıcaklıklar açısından florasercam lehine 0.37°C , ortalama sıcaklıklar açısından 0.07°C , yine maksimum sıcaklıklar açısından bu defa da diğer dönemde olduğu gibi sercam lehine 2.07°C olmaktadır.

4.2.4 Örtü Malzemelerinin Sera İç Ortam Sıcaklığına Etkileri

Ocak - Şubat Bulguları

Bu dönemde, 150 cm yükseklikte; dış ortamda geceleyin minimum 0.4°C , gündüzleyin ise maksimum 22.6°C sıcaklık ölçülmüştür. Bu süre içerisinde flo-rasercam serada minimum sıcaklıklar ortalaması (1.07°C), sercam serada ise (0.87°C) ve maksimum sıcaklıklar ortalamasının florasercam serada 28.77°C , sercam serada 29.90°C olarak belirlenmiştir.

Mart -Nisan Bulguları

Bu dönemde, 150 cm yükseklikte,dış ortamda, geceleyin minimum 5.2°C , gündüzleyin ise maksimum 26.4°C sıcaklık ölçülmüştür. Bu süre içerisinde her iki serada da minimum sıcaklıklar ortalamasının 4.47°C ve maksimum sıcaklıklar ortalamasının flora sercam serada 36.43°C , sercam serada 35.53°C olduğu belirlenmiştir.

4.2.5. Örtü Malzemelerinin Toprak Sıcaklığına Etkileri

$20^{00} - 05^{00}$ saatleri arasında kaydedilen gece, yüzey (0 cm) toprak sıcaklığa ortalamaları sonucu iç ortam sıcaklığının daha fazla düşmesine bağlı olarak sercam serada yüzey toprak sıcaklıkları, Ocak-Şubat döneminde 0.21°C , Mart-Nisan döneminde 0.18°C daha yüksek gerçekleşmiştir. $06^{00} - 19^{00}$ saatleri

arasında kaydedilen gündüz saatlerinde 0 cm toprak sıcaklık değerleri ise sercamda daha yüksek bulunmuştur. Yine 20⁰⁰ - 05⁰⁰ saatleri arasında kaydedilen gece ve 15-25 cm toprak sıcaklık ortalamaları her iki dönemde de (0.01°C, 0.21°C) florasercam serada daha yüksek bulunmuştur. 06⁰⁰ -19⁰⁰ saatleri arasında kaydedilen gündüz saatlerindeki 15-25 cm derinlikteki sıcaklık değerleri ise yine sercam serada daha yüksek olarak tesbit edilmiştir.

4.2.6. Seraların Isı İhtiyaçlarına Ait Bulgular

Ocak - Şubat Bulguları

Bu dönemde örnek alınan günlerde gündüz gelen güneş radyasyonunun seviyesine bağlı olarak gece saatlerinde birim cam örtü yüzeyinden kaybolan ısı enerjisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo. 7. Değişik seviyede güneş radyasyonunun alındığı günlerde seralarda enerji kullanımı (W/m²)

	Kapalı	Bulutlu	Açık
Flora Sercam	48.9	61.5	44
Sercam	40.7	33.4	37.6

Bu dönemde örnek alınan günlerde (16-17, 19-20, 20-21, 21-22 Ocak) flora sercamın, sercam seraya göre benzer koşulları sağlamak amacı ile ortalama %13.93 oranında daha az ısı enerjisine gereksinim duyduğu hesaplanmıştır.

Mart - Nisan Bulguları

Tablo. 8. Değişik seviyede güneş radyasyonunun alındığı günlerde seralarda enerji kullanımı (W/m²)

	Kapalı	Bulutlu	Açık
Flora Sercam	35.12	12.18	0.70
Sercam	28.79	10.05	-12.64

Bu dönemde ve yine örnek alınan günlerde (14-15 , 25-26 Mart) flora sercamın, sercam seraya göre benzer koşulları sağlamak amacı ile ortalama %54.8 oranında daha az ısı enerjisine gereksinim duyduğu hesaplanmıştır.

4.2.7. Üretim Bulguları

Tablo. 9 Toplam Verim Değerleri (ton/ha)

	198 F1 (Domates)	144 RN F1 (Domates)	QAMAR F1 (Hıyar)
Flora Sercam	35.12	12.18	0.70
Sercam	28.79	10.05	-12.64

Domates ve Hıyar bitkisinde fide dikimini takip eden 18 hafta sonra (24 Nisan 1996) hasat başlamış ve 9 hafta süreyle devam etmiştir (20 Haziran 1996'ya kadar). Bu süre içerisinde seralardan alınan ürünler Tablo.9'dadır. Tablo. 9'dan da görüldüğü gibi flora sercam sera, sercam seraya göre domateste %6.7 fazla, hıyarda %1.2 eksik ürün alınmıştır. Bu verilere göre flora sercamı daha verimli gözükmektedir. Veriler istatistiksel bakımdan analiz edildiğinde flora sercam ve sercam arasında serada yetiştiriciliği yapılan domates ve hıyar bitkilerinin; boyu boğum uzunluğu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, salkım boğum sayısı, salkımdaki meyva sayıları hasattaki meyva ağırlıkları, hasattaki meyva sayıları, olgunlaşan ilk meyvalar, meyvadaki ve çiçekteki salkım sayıları üzerinde istatistiki bakımdan bir farkın olmadığı bulunmuştur.

5. SONUÇ

Antalya Narenciye ve Seracılık Enstitüsünde yaptığımız ölçümlerin sonuçlarına göre;

Flora Sercamın Düz Sercama göre hıyarda aynı, domateste %7 daha verimli olduğu bir bulgudur. Bu bulgu uygulama sonuçlarıyla aynı paraleldedir. Seraların ek ısı ihtiyaçları ve buna bağlı olarak enerji tasarruflarına ilişkin yapılan hesaplamalar sonucu; sızma kayıplarının minimize edildiği seralarda flora sercamın % 20'lere varacak bir enerji tasarrufu sağlayacağı belirlenmiştir. Bu sektör için önemli bir sonuçtur.

Uygulamada 12 adet Mukayeseli Seranın sonuçlarına bakıldığında ise Bilimsel bir tespit yapılmamıştır ,ancak üreticilerin bilgisine başvurulduğunda çoğunlukla daha verimli olduğu ifade edilmektedir. Hiçbir üreticiden sercama göre daha verimsiz ifadesi alınmamıştır. Genel olarak flora sercamla örtülü seraların bulunduğu bölgelerde oluşan görüş; flora sercamın veriminin daha yüksek, serayı geceleri daha sıcak tutan, ancak kırılğan bir cam olduğudur.

Sonuç olarak flora sercamın seracılık sektörü açısından avantajlarına bakıldığında;

Enerji tasarrufu, yüksek verimi, düşük maliyeti ön plana çıkmaktadır. Tek dezavantajı ise, ilk üretimlerdeki sorunlardan kaynaklanan kırılğanlığıdır.

Bu sonuçlarla; flora sercam, alternatif örtü malzemesi olarak seracılık sektöründe yerini almıştır.

TERMOPLASTİK BOYALARDA DAYANIKLILIĞIN ARTIRILMASI

Ruhsar ÖNDER

*Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş.
Kırklareli Fabrikası*

ÖZET

Giderek yaygınlaşan bulaşık makinası kullanımı ile birlikte dekor boyaalarının çıkması problemi hızla belirginleşmektedir. Boya firmalarının standart olarak ürettikleri bulaşık makinasına dayanıklılığı yüksek olan boyaaların erime sıcaklıkları (pişirim sıcaklığı) ürünlerimizde deformasyona neden olduğu için daha düşük sıcaklıklarda pişen boyaaların kullanılması hedeflenmiştir.

Degussa, Ferro ve Cookson Matthey firmalarına çalışma şartlarımız ve teknik detaylar iletildikten sonra firmaların hazırladığı numuneler denenmeye başlanmıştır. Cookson Matthey ve Ferro firmaları numune çalışmalarını daha titizlikle takip etmiş ve renk ayarlamalarını da Cookson Matthey firması öncelikle tamamlamıştır. Bulaşık makinasına dayanıklılığın ne seviyede olduğundan söz edebilmek için test metodunun kesinlikle standartlaştırılmış olması gerekmektedir. Bu çalışmada DIN 51035 ve ASTM-C 676-88 standartlarına göre test edilen serigrafik baskı dekor boyaalarının bulaşık makinasına dayanıklılığının artırılması ele alınmıştır. 1996 yılında çalışmalarına başlanan dayanıklı termoplastik boyaalar 1997 Mart ayında Cookson Matthey'in 37 serisi ile kullanılmaya başlanmıştır.

1. GİRİŞ

Termoplastik boyalardaki dayanıklılığın artırılması çalışmaları sırasında dikkate alınan en önemli konu ürünlerimizde herhangi bir deformasyona neden olmaksızın DIN 51035 ve ASTM-C 676-88 standartlarını sağlayabilmektir. Boyanın erime sıcaklığı, en önemli bileşenleri kurşun ve silica olan fritin kompozisyonu ile ayarlanmaktadır. Bir emaye cam boyası, frit ve organik ortamda çözülmüş pigment içermektedir. Frit, pigment ve birkaç katkı maddesinden oluşan bu ana kompozisyon yıllardır hep aynıdır ve uygulama ile pişirim koşullarına bağlı olarak da değişmez. Frit, boyanın ürüne yapışmasını sağlarken pigment de opaklık vererek renk oluşturmaktadır. Katkı maddeleri ile de kristalizasyon, termal genleşme gibi önemli özellikler ayarlanmaktadır. Boyanın erime sıcaklığı ne kadar düşüğe kimyasal, mekanik ve

bulaşık makinasına dayanıklılığı da o kadar azdır. Dayanıklılığı artırıcı malzemelerin boyaların erime sıcaklığını yükseltici özelliği vardır.

Emaye boya kullananların ürünlerine ve pişirme sürelerinin bağlı olarak uyguladıkları bir sıcaklık vardır ve kullandıkları boyaların bu şartlara uygun olması çok önemlidir. Erime sıcaklığının düşük olması nedeniyle daha önce kullanılan boyaların dayanıklılığı da düşüktü ve bu da boyanın pişirilmesini kolaylaştırmaktaydı. 37 serisi ise, pişirme sıcaklığı çok az (540°C'dan 570°C'a) yükseltilmiş olmasına rağmen, dayanıklılığın yüksek olması için daha fazla katkı maddesi içermektedir. Bu iki boya arasındaki en önemli fark frittedir. Prensipinde her iki seride de çıkan renkler birbiri ile hemen hemen aynı olmak zorundadır. Diğer bazı özellikleri ayarlayabilmek için fritte yapılan küçük bir değişiklik sonuçta çıkan boyanın rengini de etkilemektedir.

2. DENEYLER

Bu çalışma kapsamında, öncelikle müşteri şikayetlerine neden olan bulaşık makinasına dayanıklılığı düşük boyalarımızın DIN 51035 ve ASTM-C 676-88 standartlarına göre testleri yapılmıştır.

Tablo 1 - DIN 51035 ve ASTM-C-676-88 değerlendirme kriterleri.

0	Renkte ve parlaklıkta hiçbir değişiklik yok
1	Yüzeyin hafif etkilenmesi veya çok az parlaklık kaybı
2	Açık bir matlaşma fakat derin bir renk değişimi yok
3	Derin bir renk değişimi ve kazınma direnci kaybı
4	Renk tamamen yok olmuş, zemin tamamen veya kısmen görünüyor

Tablo 2 - Bulaşık makinası dayanıklılığı düşük boyaların değerlendirilmesi.

Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
19130	Beyaz	2	3
17417	Kırmızı	3	4
41 E 11	Siyah	3	4
41 H 24	Sarı	3	3
41 K 15	Yeşil	3	3
41 L 14	Lacivert	3	4

Bu testlerin sonunda boya firmaları ile görüşülmüş ve çalışma koşullarımız bu firmaların teknik elemanlarına bildirilmiştir. Ferro firmasının ilk numuneleri denendiğinde, renk sayısının üç renkle sınırlı olması ve dayanıklılıklarının şu andaki boyalara göre iyi olmasına rağmen yeterli olmaması üzerine yeni numuneler istenmiştir. (Deneme şartları $T = 575^{\circ}\text{C}$, $t = 2.5$ h). Deneme sonuçları **Tablo 3**'de yer almaktadır.

Tablo 3 - Ferro (I) numunelerinin değerlendirilmesi.

Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
95 4104197	S.R. Beyaz	1	2
95 61062 87	R. Beyaz	0	0
95 43065 87	S.R. Sarı	1	2
95 63071 87	R. Sarı	1	2
95 41042 87	T/P Etch	1	2

Cookson Matthey firmasından gelen numuneler de aynı şartlarda denenmiş ve standartlara göre iyi sonuç vermemesi üzerine yeni numuneler istenmiştir. Bunların sonuçları **Tablo 4**'te görülebilir.

Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
42 H 3802	Sarı	0	3
42 L 48	Mavi	2	3
42 M 1	Kırmızı	1	3
42 T 23	Beyaz	3	3
42 E 3	Siyah	3	4
42 K 45	Yeşil	1	3
42 H 528	Turuncu	2	3
Hazırlanan Karışımlar		2	3

Tablo 4 - Cookson Matthey (I) numunelerinin değerlendirilmesi.

Ferro firmasından sekiz renkten oluşan ikinci numune seti geldiğinde yine aynı şartlarda denemeler yapılmış, yapılmış, standartlara göre bulaşık makinasına dayanıklılık açısından öncekilerden daha iyi durumda olduğu saptanmıştır. Fakat bazı renklerde, kullandığımız renklere göre ton farkı olduğu

görülmüş ve firmadan bu renkleri iyileştirerek tüm renklerden 1 kg'lık deneme numuneleri talep edilmiştir. Firma yetkilileri, bu konuda çalışan teknik elemanın değiştiğini bir süre sonra numuneleri gönderebileceklerini bildirmişlerdir. Bu dönemden sonra Ferro firmasından herhangi bir numune gelmemiştir. Deneme sonuçları **Tablo 5**'de yer almaktadır.

Tablo 5 - Ferro (II) numunelerinin değerlendirilmesi.

Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
95 41043 87	Beyaz	1	1
95 47023 87	Yeşil	1	1
95 45 112 87	Kırmızı	1	2
95 44011 87	K. Kahve	1	1
95 44012 87	A. Kahve	1	1
95 43066 87	Sarı	1	1
95 46014 87	Siyah	1	2
95 32014 87	Eflatun	1	2
Hazırlanan Karışımlar		1	2

Cookson Matthey'in 37 serisi boyalarından göndermiş olduğu 6 renkten oluşan numuneleri de aynı şekilde denenmiş ve sonucun şimdiye kadar denenenele kıyasla testlere dayanıklılık açısından çok daha iyi olduğu görülmüştür. Değerlendirme **Tablo 6**'da yer almaktadır.

Tablo 6 - Cookson Matthey 37 serisi numunelerinin değerlendirilmesi.

Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
V 3700-64-64	Beyaz	0	1
V 3702-64-64	Sarı	0	1
V 3703-64-64	Kırmızı	0	1
V 3705-64-64	Mavi	0	1
V 3706-64-64	Siyah	0	1
Hazırlanan Karışımlar		0	1

37 serisi olarak gelen boyalardan tümünün renk tonlarının ayarlanması ve diğer renkler için de numune hazırlanması talep edilmiştir. Bunun üzerine 14 renkten oluşan 37 serisi renk paletinin tümünden numuneler fabrikamıza gelmiş ve denenmiştir. Gelen tüm renkler ve bu renklerle hazırlanan bazı karışımlar test edilmiş ve dayanıklılık açısından bir problem görülmemiştir. Daha önce gelen numuneler 200 gr olmasına rağmen bu kez numuneler miktar olarak özellikle fazla talep edilmiş ve 1.5 kg olarak gelen numunelerin yarısı denenmesi için Paşabahçe Fabrikası'na gönderilmiştir. 37 serisine ait 14 rengin ve bunlarla hazırlanan karışımların dayanıklılık sonuçları **Tablo 7**'de yer almaktadır.

Tablo 7 - Cookson Matthey 37 serisi numunelerinin değerlendirilmesi.

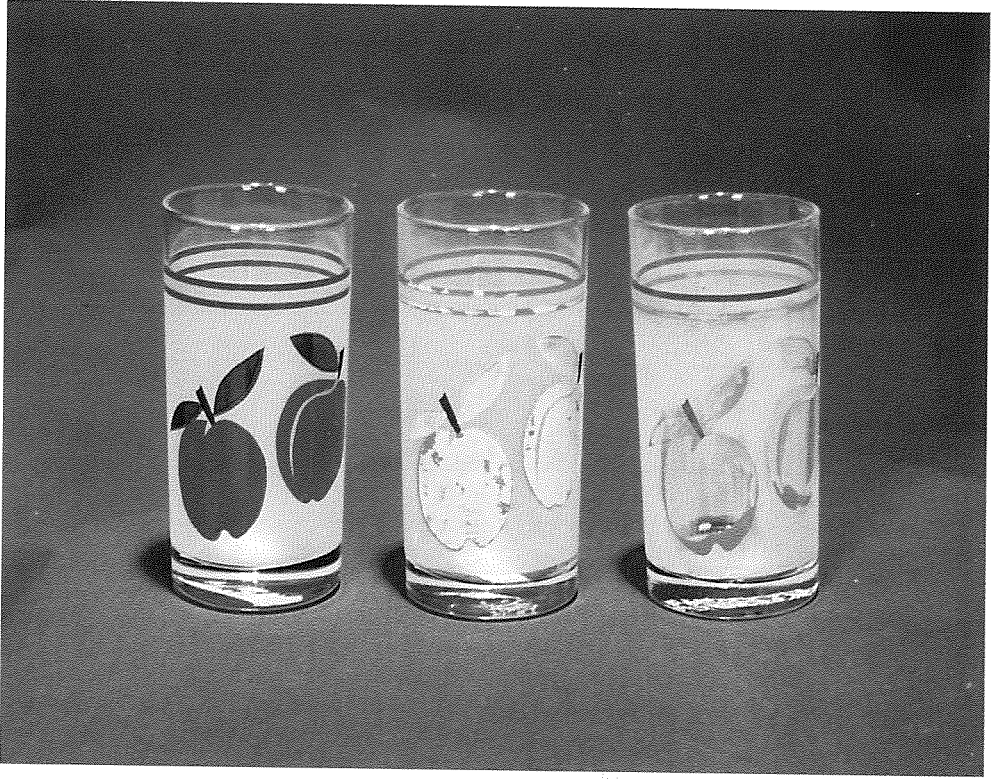
Boya Kodu	Renk	DIN	ASTM
V 3706-64-64	Siyah	0	1
V 3702-64-64	Sarı	0	1
V 3700-64-64	Beyaz	0	1
GC-5013-64-64	Lacivert	0	1
GC-3009-64-64	A. Kırmızı	0	1
GC-4005-64-64	K. Yeşil	0	1
GC-3010-64-64	K. Kırmızı	0	1
GC-7003-64-64	K. Kahve	0	1
GC-3011-64-64	Turuncu	0	1
GC-4006-64-64	A. Yeşil	0	1
GC-5014-64-64	Mavi	0	1
GC-5015-64-64	A. Mavi	0	1
GC-3012-64-64	A. Kahve	0	1
392167-64-64	Mat Beyaz	0	1
Hazırlanan Karışımlar		0	1

Son olarak; Cookson Matthey firması yetkilileri ile yapılan toplantıda 50'şer kg'lık üretim numunesi talep edilmiş ve Paşabahçe Fabrikası ve Kırklareli Fabrikası 25'er kg boya ile üretim denemelerini gerçekleştirmişlerdir. Daha önce alınan sonuçlarla karşılaştırıldığında herhangi bir olumsuzluk görülmemiştir.

3. DEĞERLENDİRME

Yüksek sıcaklıkta pişirilen emaye cam boyalarının dayanıklılığının fazla olmasının nedeni boyanın optimum seviyede akışkanlık kazanarak en az porositeye sahip olması ve minimum porosite ile pişen boyada deterjanların girebileceği boşlukların en aza indirilmiş olmasıdır.

Daha önce kullanılan boyaların ve dayanıklılığı artırılan boyaların DIN 51035 ve ASTM 676-88 standartları uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki durumları aşağıdaki fotoğraflardan görülmektedir.



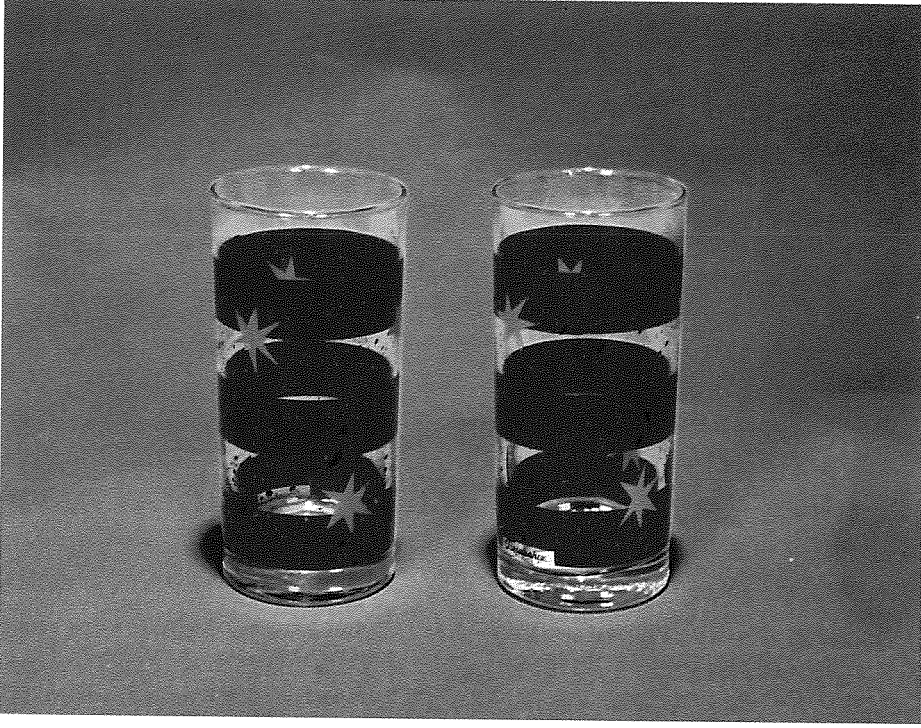
Resim 1) Soldaki bardak işlem görmemiş dayanıksız boya
Ortakdaki bardak DIN 51035 standardı uygulanmış dayanıksız boya
Sağdaki bardak ASTM-C 676-88 standardı uygulanmış dayanıksız boya



Resim 2) Soldaki bardak işlem görmemiş dayanıksız boya
Sağdaki bardak DIN 51035 standardı uygulanmış dayanıksız boya



Resim 3) Soldaki bardak işlem görmemiş dayanıksız boya
Sağdaki bardak ASTM-C 676-88 uygulanmış dayanıksız boya



Resim 4) Soldaki bardak işlem görmemiş dayanıksız boya
Sağdaki bardak ASTM-C 676-88 uygulanmış dayanıklı boya

Bulaşık makinaları 30 yılı aşkın bir süredir evlerde kullanılmaktadır. Kullanıcının bulaşık makinasını tercih etme nedeni yıkanılanların temiz, parlak ve şık görünmesi isteğidir ve bu nedenle, yıkadığı ürünlerin üzerindeki dekorların silinmesi kullanıcıyı son derece rahatsız etmektedir. 1991 yılına kadar kullanılan fosfat içerikli deterjanların bu boyalar üzerindeki etkisi daha azken, düşük-alkali deterjanları diye adlandırılan 1991 yılından sonra kullanılmaya başlanan deterjanların etkisi daha yüksektir. Bulaşık makinasında kullanılan suyun sıcaklığının, sertliğinin, yıkama süresinin dekorların çıkmasında direkt olarak etkisi olmakla birlikte en kuvvetli etkin deterjandır. Deterjan cinsi ve konsantrasyonu her kullanıcıda değiştiği için, boyalarımızın çıkma standardı makinaya ya da deterjana göre değil DIN 51035 ve ASTM-C-676-88 standartlarına göre belirtilmelidir.

4. SONUÇ

- 1) Tüm emaye cam boyları prensipte aynıdır fakat mekanik, kimyasal ve bulaşık makinasına dayanıklılık seviyesi fritin kompozisyonu ile belirlenir.
- 2) Emaye cam boylarında dayanıklılık mümkün olan en yüksek sıcaklıkta

pişirilerek artırılabilir. diğ er bir deyiş le, aynı boya iki ayrı sıcaklıkta piş irildiğ inde yüksek sıcaklıkta piş enin dayanıklılığ ı diğ erine göre daha fazla olmaktadır.

3) Boyalarımızın bulaş ık makinasına dayanıklılığ ı, farklı deterjan, yıkama suyu sıcaklığ ının değ iş mesi gibi parametrelerden bağı msız olarak DIN 51035 ve ASTM-C 676-88 standartlarına göre "0" ve "1" olacak şekilde ayarlanmış tır.

4) Boya kompozisyonunda yapılan değ iş iklikler nedeniyle daha önce kul lanılan boyalarımızla dayanıklılığ ı yüksek boyalar arasında bazı renklerde ç ok alt seviyede farklılıklar görülmüş tür. Fabrikamızda basılan ana renklerin renk paletini iç eren numuneler Ürün Müdürlükleri'ne gönderilmiş tir.

Kaynak:

1) Glastech. Ber. Glass Sci. Technology 69 (1996) No: 6.

SODA-KİREÇ-SİLİS CAM AMBALAJLARINDA SO₃ KAPLAMA YÖNTEMİ İLE KİMYASAL DAYANIKLILIĞIN ARTTIRILMASI

Handan ERGÜN - Şenol IŞIKSER
Topkapı Şişe San.A.Ş

ÖZET:

Kuruluşundan bu yana Topkapı Şişe San. A.Ş'de çeşitli kullanım amaçlarına yönelik ecza şişesi üretilmektedir. Esas itibari ile tip III olarak adlandırılan soda kireç silis camı'nın serum ve kan ambalajlanmasına uygun tip II camına dönüştürülmesi amacıyla, ilk üretim tarihinden 1996 yılına kadar amonyum klorür'ün gerek toz halinde ve gerekse tablet haline getirildikten sonra şişe içine atılması metodu ile şişe iç yüzeyinde camın kimyasal dayanıklılığı arttırılmıştır.

Ancak, amonyum klorür uygulaması için kullanılan tehzatın, artan üretim hızları karşısında verimli çalışmaması; daralan kalite limitleri nedeniyle oluşan üretim kayıplarının azaltılması ve iç yüzey kaplama prosesinin ölçülebilir parametrelerle kontrol altına alınabilmesi amacıyla; 1995 yılı ortalarında başlatılan çalışmalar neticesinde SO₃ ile iç yüzey kaplama yöntemine geçilmesi kararlaştırılmıştır. Bu doğrultuda ilk uygulama 1996 yılı içerisinde gerçekleştirilmiştir.

İlk uygulama sonrası, Owens-Brockway'den satın alınan orijinal sistemde yer almayan proses parametrelerini izleme, kaydetme, limit dışına çıktığında uyarı ve otomatik iskartaya atma ekipmanları sisteme ilave edilmiştir. Böylece serum şişesi üretiminde hapsiz şişe nedeniyle üretim kayıpları ile son kullanıcıya kimyasal dayanıklılığı yetersiz şişe gönderilmesi riski ortadan kaldırılmış ve SO₃ uygulaması ile daha efektif bir dealkalizasyon sağlanmıştır.

GİRİŞ:

Ülkemizin ecza şişesi üretimi yapan tek kuruluşu olan şirketimiz, kuruluşundan bu yana serum ambalajlanmasında kullanılan şişelerin üretimini yapmaktadır. İnsan sağlığına doğrudan etkisi olan bu tür ürünlerin saklandığı cam ambalajlarda üretim prosesinin getirdiği doğal cam hatalarına ilave ol-

arak aşılması gereken en önemli problem üretim sırasında camın kimyasal dayanımını uluslararası standartların kabul ettiği değerler arasında tutabilmektir.

Bu bildiri kapsamındaysa, Cam ambalaj üretiminde kullanılan Soda-Kireç-Silis camının korozyon mekanizması ve kimyasal dayanıklılığını arttırmak için uygulanan yöntemlerle ilgili konuya yabancı olanlara temel bilgiler verilecek, ağırlıklı olarak, şirketimizde en son uygulamaya koyduğumuz SO₃ ile serum şişesi iç yüzey kaplama sistemi tanıtılacak; sistem üzerinde yaptığımız geliştirme çalışmaları ve sistemin kullanılması ile elde edilen sonuçlar aktarılacaktır.

1- CAMDA KİMYASAL DAYANIKLILIK

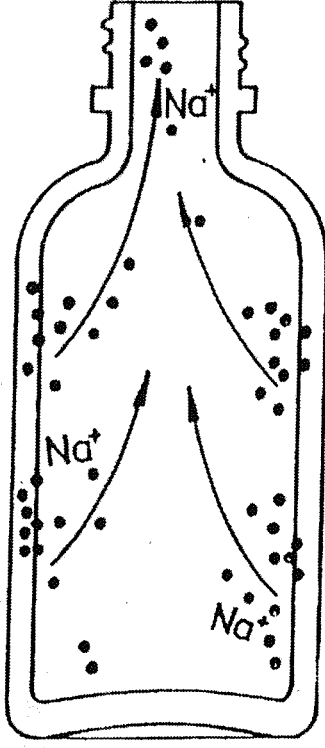
Cam yüzeyinin fiziksel ve kimyasal şartlara zaman içinde dayanma özelliğine camın kimyasal dayanıklılığı denir.

Cam, günlük hayatımıza giren plastik ve metal gibi kendisine alternatif diğer malzemeler ile karşılaştırıldığında kimyasal dayanımı en yüksek malzemedir. Ancak, gerek kendi iç yapısındaki özellikler ve gerekse içinde bulunduğu çevresel, fiziksel faktörlerle bir miktar etkileşim içerisinde. Bu etkileşim cam'da iki yolla korozyona neden olur.

1- Camın kendi yüzeyindeki açık bağlar nedeniyle sahip olduğu serbest enerjiyi düşürmek için ortamdaki su buharı, oksijen, azot ve karbon gibi elementlerle reaksiyona girerek bağ oluşturmaya başlar.

2- Ortam sıcaklığına, sıvı kompozisyonuna ve zamana bağlı olarak gelişen bir difüzyon prosesiyle.

Yapılan bilimsel çalışmalara göre; sınıai kap üretiminde kullanılan Soda-Kireç-Silis camında, difüzyon esaslı korozyon mekanizması cam yüzeyinin asidik ve nötr çözeltilerle teması sırasında hidrojen (H⁺) iyonları ve su moleküllerinin camın ağ yapısına girerek sodyum (Na⁺) iyonları ile yer değiştirmesiyle oluşmakta (Şekil 1), reaksiyonun hızını iyon değişimi kontrol etmektedir.



Şekil 1: Cam yüzeyinin Asitik ve Nötr çözeltilerle teması sırasında korozyon oluşumu.

Alkali ortamda ise korozyon; Hidroksil (OH^-) iyonlarının Si-O-Si bağları üzerindeki etkisi ile meydana gelir. Reaksiyonun hızını camın çözünmesi kontrol eder. Bu tür alkali ortamlarda camdan ayrılan madde miktarı süreyle doğru orantılıdır. Bu bağlamda, esas itibariyle çoğunluğu su'dan oluşan ve asidik özellik gösteren serum gibi ürünlerin ambalajlanmasında kullanılan sinai kaplarda kimyasal dayanıklılığın önemi hayati boyutlara varmaktadır. Çünkü kimyasal dayanıklılığı yetersiz bir şişede saklanan serum, şişe iç yüzeyinde korozyon meydana getirerek camda çözünmeye ve kullanım sırasında insan sağlığını doğrudan etkileyen ciddi boyutlarda tehlikelere neden olmaktadır.

1.1 Kullanım amaçlarına göre cam kapların sınıflandırılması:

A.B.D. Farmakopesinde 4 tip cam eşya tarif edilmekte ve her tipin kimyasal dayanıklılığı için sınır değerler konulmaktadır. (Tablo 1)

Tablo 1: Amerika Birleşik Devletleri Farmakopesine Göre Cam Tipleri ve Kontrol Limitleri

Cam tipi	Tanım	Kullanım	Deney Tipi	Taşma Kapasitesi (ml)	Sınır ml 0.02 N H ₂ SO ₄
I	Yüksek dirençli Borasilikat cam	Ampul, laboratuvar cam aletleri	Toz cam	Tamamı	1.0
II	Muamele görmüş Soda-kireç camı	Kan, serum ve diğer tıbbi preparatlar	Yüzey deneyi	100 veya daha az 100'den fazla	0.7 0.2
III	Soda-kireç camı	Yiyecek ve içecekler tıbbi toz preparatlar	Toz cam	Tamamı	8.5
NP	Genel amaçlı Soda-kireç camı	Yiyecek ve içecekler	Toz cam	Tamamı	15.0

Esas itibariyle şirketimizde cam kap üretiminde kullanılan Soda-Kireç-Silis camı her türlü yiyecek ve içecek maddeleri ile tıbbi toz preparatların ambalajlanmasına uygun olup, uluslararası standartlarda Tip III camı olarak adlandırılmaktadır.

2- KİMYASAL DAYANIKLILIĞIN ARTTIRILMASI İÇİN UYGULANAN YÖNTEMLER

Daha öncede belirttiğimiz gibi günlük hayatımızda yaygın olarak kullandığımız cam kaplarda kimyasal dayanıklılık diğer camdan yapılmış ürünlerde olduğu gibi önemli bir kalite özelliğidir. Bu nedenle belirli bir kimyasal dayanıklılık kalitesini elde edebilmek için;

1- Cam kompozisyonuna kimyasal dayanıklılığı arttıracak B₂O₃ (bor oksit), CaO (kalsiyum oksit) ve Al₂O₃ (alüminyum oksit) gibi oksitler katılır.

2- Cam yüzeyinden kolay ayrılabilen alkali iyonlarının, güç ayrılan iyonlarla yer değiştirmesinden yararlanarak çeşitli kimyasal maddelerle yüzey muamele işlemi uygulanır.

2.1. Tip III camının kimyasal dayanıklılığının arttırılarak tip II camına dönüştürülmesi:

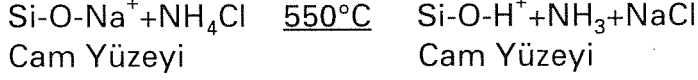
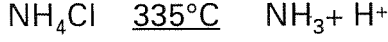
Cam kap üretiminde kullanılan Soda-Kireç-Silis camının kimyasal kompozisyonunda yapılacak değişikliklerle kimyasal dayanıklılığını farmakope sınır değerlerine varan düzeyde arttırmak mümkün değildir. Bu nedenle şirketimizde tip III camının serum ve kan gibi ürünlerin saklanmasına uygun tip II camına dönüştürülmesi için kimyasal dayanıklılığı arttırma yöntemleri arasında bahsettiğimiz "Yüzey Muamelesi Yoluyla" kimyasal dayanımı arttırma yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde esas olarak cam kap yüzeyi ısıtıldığında asidik özellikte gaz veren kükürt (S), amonyum klorür (NH_4Cl), amonyum sülfat [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] ve alüminyum klorür (AlCl_3) gibi katı haldeki kimyasal maddelerle veya kükürt dioksit (SO_2), kükürt trioksit (SO_3), freon gibi doğrudan gaz haldeki kimyasal maddelerle muamele edilebilmektedir.

2.1.1. TK'daki Amonyum Klorür ile yüzey muamele işlemi :

Şirketimizde amonyum klorür ile ilk iç yüzey muamelesi serum şişesi üretiminin IS 6 makinalarında yapıldığı dönemde, amonyum klorür'ün daha önceden tablet olarak hazırlanıp şişelerin içine elle teker teker atılmasıyla yapılmıştır. Zaman içerisinde 8 ve 10 kollu IS makinalarının üretimde kullanılmaya başlanmasıyla amonyum klorür'ün şişe içine elle atılması mümkün olmadığından bu işi toz halindeki amonyum klorür'ü şişe içine otomatik olarak atacak olan ve "Hap makinası" olarak adlandırılan düzeneğe uygulamaya devam edilmiştir.

Bu uygulamada 500 veya 1000 ml hacimli şişeler IS Makina konveyörü üzerinde yaklaşık 600°C sıcaklıkta iken, içine 0,5 gr toz haldeki amonyum klorür (NH_4Cl) atılarak muamele edilmekte ve şişelerin iç yüzeyleri bir film tabakası ile kaplanmaktadır.

Yüzey kaplama işlemi; sonucu garanti altına almak amacıyla art arda yerleştirilen iki makinayla yapılmaktadır. Uygulama sırasında, şişe iç yüzeyini örten söz konusu koruyucu tabaka, amonyum klorür'ün (NH_4Cl) 335°C 'da bozunmasıyla çıkan hidroklorik asit (HCl) buharlarının cam bünyesinde bulunan sodyum silikat (Na_2SiO_3) üzerine tesir edip şeffaf bir kütle olan "Silica Gel" meydana getirmesiyle oluşur. Silika Gel; iç yüzeyi çok geniş olduğundan başta su olmak üzere bir çok maddeyi absorbe edebilmekte, sonuçta amonyum klorür (NH_4Cl) ile kaplanmış bir şişe su tesiri denemesine tabii tutulduğunda camın bünyesine daha az miktarda su geçtiği için camdan kopan alkali miktarı da azalmaktadır.



Mr. Person's "Improvement of the Chemical Durability of Soda-Lime Glass Bottels" adlı çalışmasında belirtildiğine göre işlemlerde görülen olaylar şöyle açıklanmaktadır.

Cam yüzeyin amonyum klorür (NH_4Cl) ile muamelesinde, reaksiyon denkleminde görüldüğü üzere yüzeyde Na^+ iyonları ile H^+ iyonlarının yer değiştirmesiyle cam yüzeyinde sodyum klorür (NaCl) meydana gelmektedir. Bunun sonucunda da; cam yüzeyindeki sodyum miktarının eksilmesine bağlı olarak kimyasal dayanıklılık artmaktadır.

Ancak mevcut imalat şartlarında kullanılan makinaların aşırı sıcaklık sebebiyle pnömatik silindirlerindeki mekanik sıkışıklıklar ile fotosellerdeki algılama sürelerinin değişmesi gibi nedenlerle zaman zaman şişe içine atılan amonyum klorür miktarının sabit tutulması mümkün olmamıştır. Ayrıca amonyum klorür'ün belli tane iriliğinde temin edilmesine rağmen çok higroskopik oluşu topaklaşma ve taşlaşmalara neden olmuş; bu da üretim sırasında haplama makinalarında tıkanıklıkları ve verimsiz çalışmayı beraberinde getirmiştir. Sonuçta ardarda yapılan haplama sonrası soğutma içerisindeki buharlaşma kayıpları da eklendiğinde muamele işleminin tam olmaması nedeniyle imalatın sık sık yeniden ayırmaya kalması olayları ile karşılaşmıştır.

2.1.2. Kükürt (S) ve bileşikleri ile muamele:

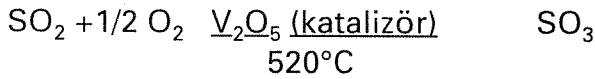
2.1.2.1. Dünyadaki uygulamaların tarihçesi:

Cam kaplarda kimyasal dayanıklılığın artırılması amacıyla Kükürt bileşikleri iki yolla kullanılmıştır. İlk uygulamalar; amonyum klorür'de olduğu gibi makina konveyörü üzerindeki sıcak şişenin içerisine üretim makinası ile soğutma fırını arasındayken kükürt tanecikleri yada kükürt dioksit gazı (SO_2) püskürtülmesiyle yapılmıştır. Bu yöntemde, kükürt dioksit tavlama işlemi sırasında havada mevcut oksijen (O_2) ve su buharıyla birlikte cam yüzeyindeki alkali iyonları ile reaksiyona girmekte ve iyon değişimi sonucunda yüzeyde sodyum sülfat (Na_2SO_4) oluşmaktadır. Bu işlem sonrası sodyum sülfat tuzunun şişe yüzeyinde meydana getirdiği buğulanma etkisi dealkalizasyon işleminin sonucunu değerlendirme açısından önemlidir. Zira işlem sonrası şişede az buğulanma olması deney sonuçlarına göre dealkalizasyonun yetersizliğini göstermektedir.

Daha sonraki uygulamalarda; dealkalizasyon işlemi sonrası şişe iç yüzeyinde sodyum sülfat tuzu oluşumunu arttırabilmek için kükürt dioksit yerine kükürt trioksit (SO₃) ve kuru su buharı birlikte kullanılmaya başlanmıştır.

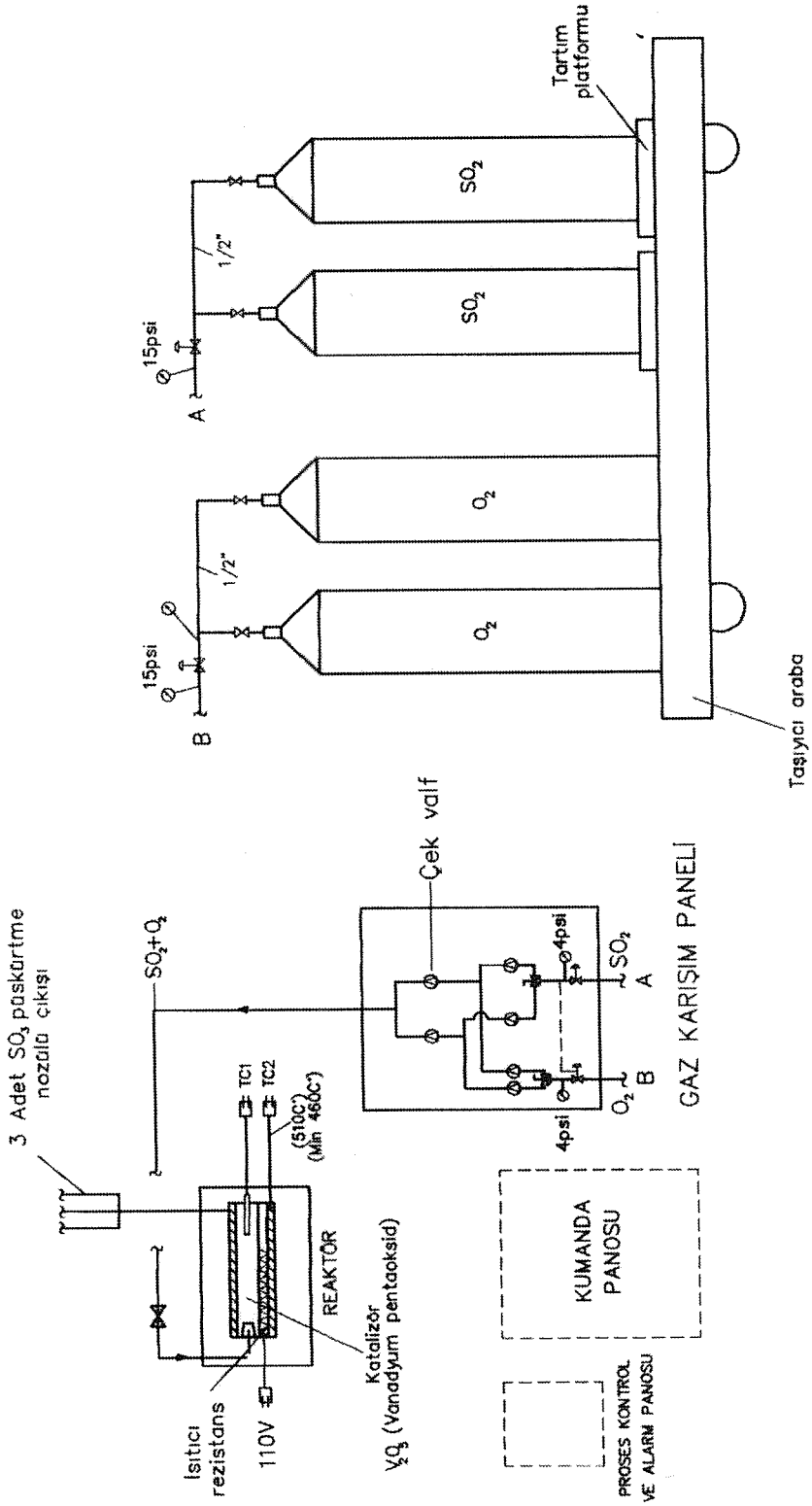
2.1.2.2 Buhar / SO₃ ile muamele :

Bu muamele yönteminde kullanılan SO₃ gazının ticari olarak üretimi olmadığı için gaz sistem üzerinde SO₂ ve O₂ gazlarının karışım haline getirildikten sonra reaktör ünitesinde SO₃'e dönüştürülmesi ile elde edilmektedir. Bunun için; SO₂ ve O₂ karışımı 520°C sıcaklıkta vanadyum pentaoksit (V₂O₅) katalizörü üzerinden geçirilmektedir. Daha sonra elde edilen SO₃ kuru su buharıyla birlikte şişe içine püskürtülmektedir. Şişe iç yüzeyinde NH₄Cl'dekine benzer şekilde Na⁺ iyonları ile H⁺ iyonları yer değiştirirken Na₂SO₄ meydana gelmektedir. Oluşan bu tuz'un dolumdan önce yıkanarak uzaklaştırılmasıyla geride silisce zengin tabaka kalacağı için şişe iç yüzeyinde kimyasal dayanıklılık arttırılmış olmaktadır. Ancak kükürt trioksit gazı kullanılarak yapılan muamele işlemi daha stabil bir film oluşturmasına rağmen, yeter derecede dealkalize edilememiş şişelerin SO₃'le tekrar işlem görmesi mümkün değildir. Bu tür şişeler kırılmaya tabii tutulmaktadır.

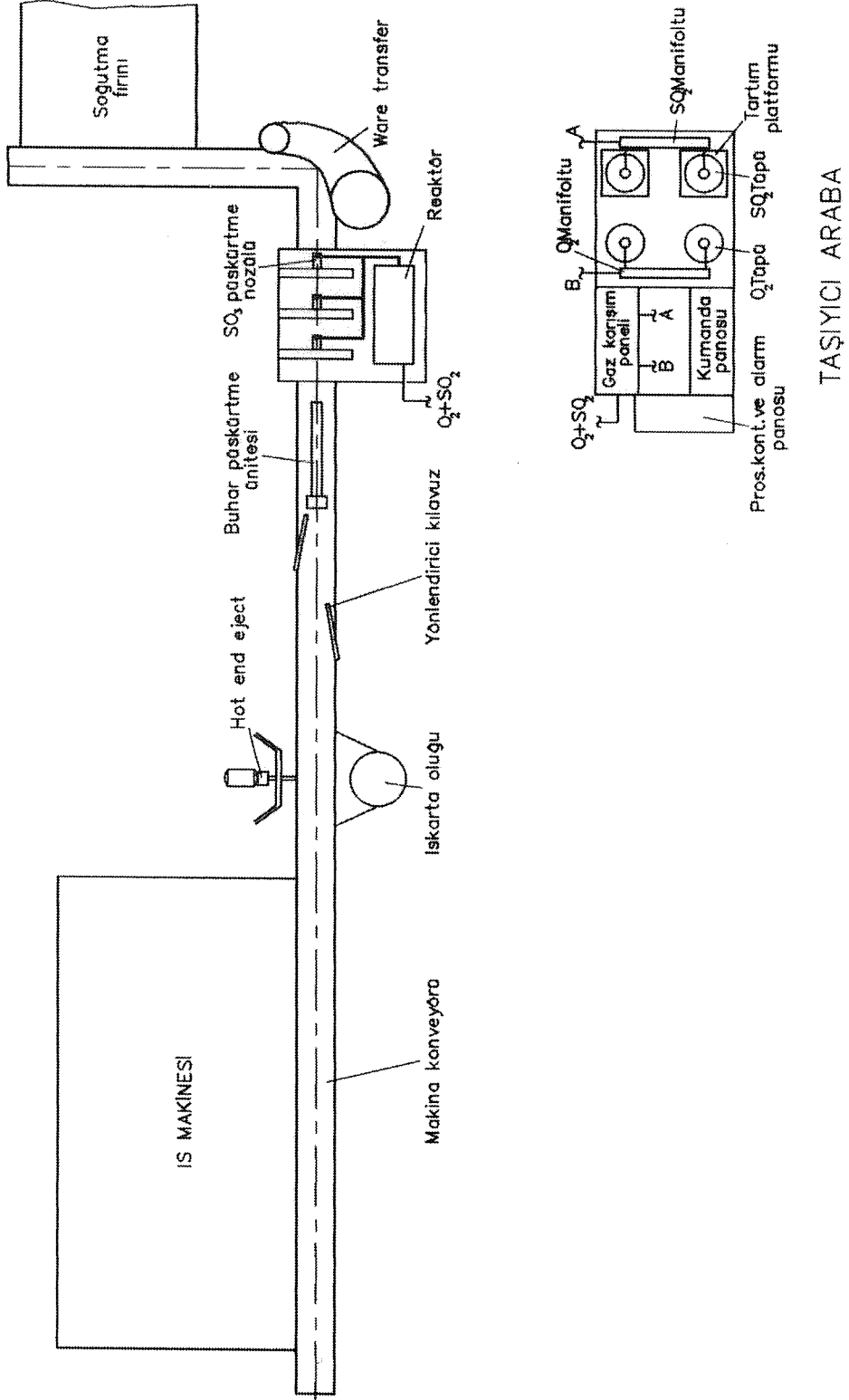


3- TK'DA KULLANILAN BUHAR/SO₃ MUAMELE SİSTEMİ

Owens Brockway (A.B.D.) firmasından temin edilen buharlı SO₃ muamele sistemi sabit yerleşim şartlarına göre dizayn edilmiş bir sistem olup makina konveyörü üzerinde şişe akış yönüne göre yerleştirilmiş buhar ve gaz püskürtme nozüllerinin şişe içerisine önce buhar ve takiben SO₃ püskürtmesi ile dealkalizasyon işlemini gerçekleştirmektedir. Sistemin çalışması ile ilgili prensip şeması (**Şekil 2**) ve üretim hattındaki yerleşim planı (**Şekil 3**) aşağıda verilmiştir.



Şekil 2: Buharlar/SO₂ Sistemi prensip şeması



Şekil 3: Üretim hattı üzerindeki yerleşim

3.1 Buhar/SO₃ muamele sisteminin ana bölümleri:

Sistem temel olarak aşağıda sıralanmış bölümlerden oluşmaktadır;

- 1- SO₂ tüp,manifolt ve regülatörleri.
- 2- O₂ tüp,manifolt ve regülatörleri.
- 3- SO₂/O₂ gaz karışım paneli.
- 4- Reaktör.
- 5- Buhar püskürtme ünitesi.
- 6- Gaz püskürtme nozulleri.
- 7- Elektronik kumanda panosu.
- 8- Proses kontrol, kayıt ve alarm ünitesi.
(Sisteme tarafımızdan adapte edilmiştir.)
- 9- Taşıyıcı araba. (Sisteme tarafımızdan adapte edilmiştir.)

3.1.1 SO₂ tüp, manifold ve regülatörü:

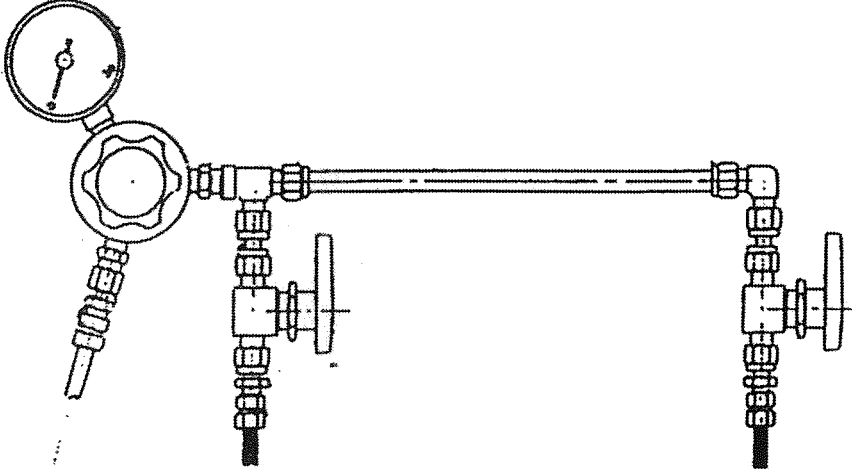
Muamele sisteminde taşıyıcı araba üzerine yerleştirilmiş iki adet SO₂ tüpü vardır. İç piyasadan temin edilen ve biri diğerinin yedeği durumundaki bu tüpler **Şekil-4**'de görülen bir manifoldla birbirlerine irtibatlıdır. Manifold çıkışında yer alan ve 2-30 psi aralığında ayarlanabilen bir basınç regülatörü gaz karışım paneline girmeden önce SO₂ gaz basıncının sabitliğini temin etmek için kullanılır. Pratikte bu değer 10 Psi olarak ayarlanmaktadır. Muamele işlemi için kullanılan ve yine iç piyasadan temin edilen SO₂ gazı ile ilgili genel bilgiler ise aşağıda verilmiştir.

SO₂ Hakkında Genel Bilgi:

Kükürt (S)	%50.05
Oksijen (O ₂).....	%49.95
Kaynama Sıcaklığı.....	-10°C
Erime Sıcaklığı.....	-73°C
Gaz Halindeki Dansitesi.....	2.3 gr/cc
Likit Halindeki Dansitesi.....	1.5 gr/cc
Sudaki Çözünürlüğü	
0°C	%17.7
15°C	%11.9
25°C	%8.5
35°C	%6.4

Alkali eter ve kloroform'da çözülür. Ateş almayan ve boğucu bir gazdır. 10°C

ve normal basınçta likit halde kondense olur. Su ile birleşerek sülfüroz asit (H_2SO_3) meydana getirir.



Şekil 4: SO_2 Tüpleri bağlantı manifoldu

3.1.2. O_2 tüp, manifold ve regülatörü:

Sistemde SO_2 tüpleri için kullanılan manifoldta benzer bir manifoldla birbirlerine irtibatlandırılmış ve yine biri diğerinin yedeği iki adet O_2 tüpü vardır. Burada da manifold çıkışında yer alan ve 2-30 psi aralığında ayarlanabilen bir basınç regülatörü gaz karışım paneline girmeden önce O_2 basıncının sabitliğini temin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Pratikte gaz karışım panelinde tam bir karışım elde edebilmek için, O_2 basıncında SO_2 ile aynı değerde yani 10 psi olarak ayarlanmaktadır. Muamele işlemi için kullanılan oksijen gazı ve tüpleri iç piyasa standartlarındadır.

3.1.3 SO_2 / O_2 Gaz karışım paneli:

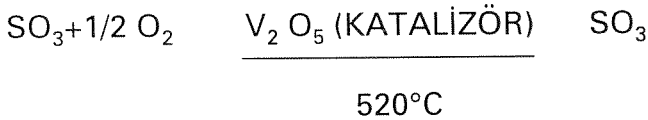
Gaz karışım paneli, reaktör öncesi SO_2 ve O_2 gazlarının birbiri ile karışmasının temin edildiği ünedir. Ünite üzerinde iki adet basınç regülatörü, karışımı oluşturan gazların geçtiği boru devreleri ile değişik sayıda yön ve akış kontrol valfleri vardır. Karışım sırasında, kükürt trioksit'i (SO_3) oluşturacak SO_2 ve O_2 gazlarının her birinin en ideal miktarlarda bir araya getirilmesi gaz basınçlarının eşit olması ile mümkündür. Gaz miktarlarının farklılığı durumunda reaktör içerisindeki SO_3 dönüşümünde süreklilik sağlanamadığı için dengesizlikler yaşanacak ve bu da ürün kaybını beraberinde getirecektir. Bu

olumsuzluğun engellenmesi amacıyla ünite üzerindeki SO₂ basınç regülatörü O₂ basınç regülatörüne, SO₂ gazı çıkış basıncıyla kumanda edecek şekilde irtibatlandırılmıştır. Yani; eşit miktarlarda gaz kullanarak karışım elde etmek için ilk önce SO₂ basınç regülatörü istenen değerde ayarlanmakta, ayarlanan bu basınç ise üzerinde tek yönlü bir check valf bulunan bağlantı borusu yardımıyla O₂ regülatörüne kumanda basıncı olarak gönderilmektedir. Bu yolla SO₂ basıncında meydana gelen en küçük değişiklik anında O₂ basıncının da değişmesini sağlamakta ve böylece sabit SO₂ O₂ oranı korunmaktadır. İşletme şartlarında gaz karışım basıncı değeri iç yüzey muamele işleminin sonucunu garanti altına almak amacıyla 5 psi olarak ayarlanmaktadır.

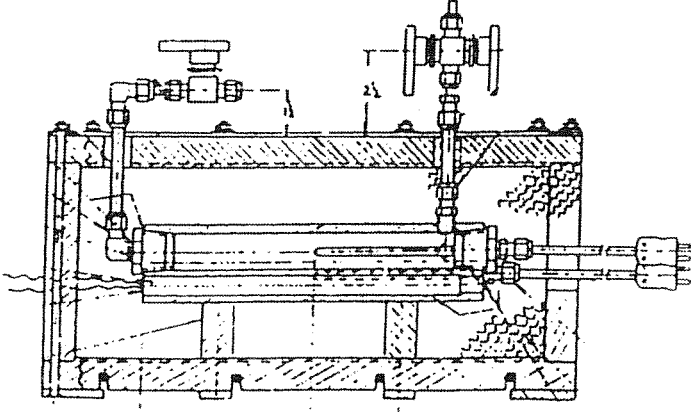
3.1.4. Reaktör:

Yüzey muamele işlemi için kullanılan SO₃ gazının elde edildiği ünedir. SO₃ gazı, gaz karışım panelinde elde edilen SO₂ ve O₂ karışımının reaktör içerisinde ısıtılması ile elde edilir. Meydana gelen kimyasal reaksiyon esas itibariyle bir yanma reaksiyonudur ve egzotermiktir. Reaktör içerisinde reaksiyonun ilk başlangıcı için gerekli ısıyı temin eden bir adet ısıtıcı ve kimyasal reaksiyonu hızlandırmak amacıyla kullanılan vanadyum pentaoksit (V₂O₅) katalizör'ü bulunmaktadır.

SO₂'nin O₂ ile yakılabilmesi için yaklaşık 495°C sıcaklığa ihtiyaç vardır. Bu sıcaklık reaktör içerisindeki ısıtıcı 510°C'a kadar ısıtılarak doğrudan karışıma verilir. Isıtılan karışım katalizör üzerinden geçirilerek SO₂---->SO₃ dönüşümünün kısa sürede tamamlanması sağlanmış olur. Isıtıcı ünite üretim başlangıcından 24 saat önce devreye alınarak katalizör madde ile reaktör gaz odacığının istenen sıcaklığa getirilmesi sağlanmaktadır.



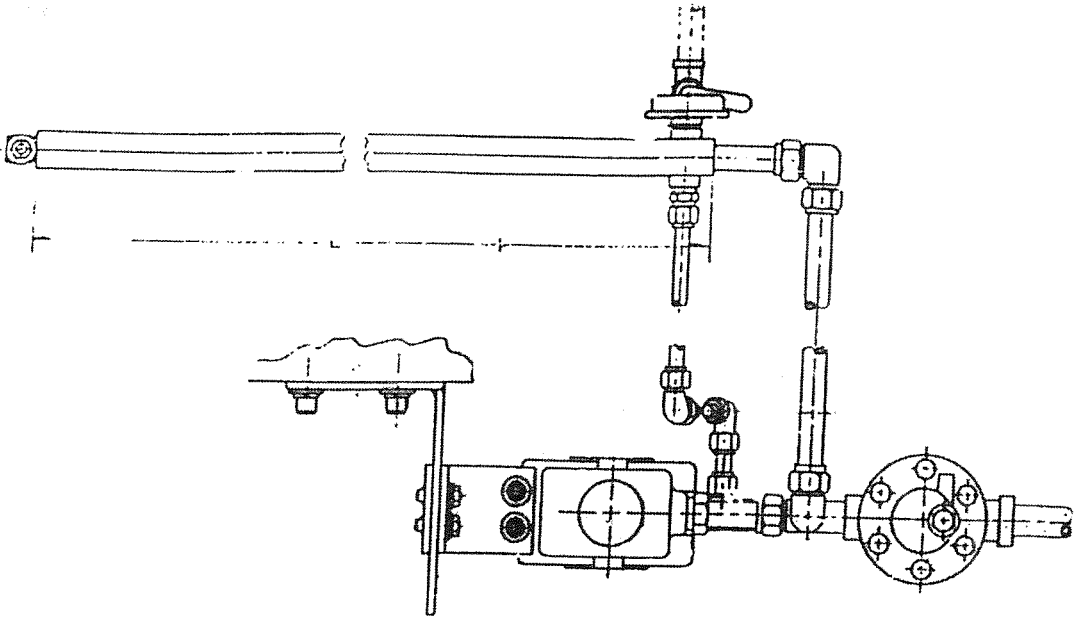
Isı kaybına engel olmak amacıyla izole edilmiş bir kutu içerisinde bulunan reaktör ünitesinin diğer elemanları ise; ısıtıcı ve reaksiyon sıcaklıklarını izleyebilmek amacıyla kullanılan 2 adet termokupl, 1 adet karışım halindeki gaz girişi, 3 adet SO₃ çıkış boru devresi ve bu devrelere bağlı akış kontrol valfleridir. (**Şekil 5**)



Şekil 5: Reaktör ünitesi

3.1.5 Buhar püskürtme ünitesi:

Buhar üreticinde üretilen 50 psi basınçtaki kuru buharın şişe içine püskürtülmesi amacıyla kullanılır. Makina konveyörü üzerine şişe ağzından 10 - 12 mm yukarıda olacak şekilde monte edilir. Üretim sırasında şişelerin karbon esaslı malzemeden yapılmış kılavuzlar yardımıyla buhar püskürtme ünitesinin tam altından geçmesi temin edilir. (Şekil 6)



Şekil 6: Buhar püskürtme ünitesi

3.1.6 SO₃ gaz püskürtme ünitesi:

Ünite, buhar püskürtme ünitesinden hemen sonra şişelerin aynı hat üzerinde tam altından geçtiği ardarda sıralanmış 3 gaz püskürtme nozülü ve her nozül için şişelerin varlığını algılayan fiber optik fotoseller, SO₃ gaz dağıtım valflerini harekete geçiren çeşitli ekipmanlardan oluşur. Ünite üzerinde yer alan püskürtme nozülleri, gaz dağıtım boruları ve valfleri ile fiber optik fotoseller yüksek sıcaklığa dayanabilme özelliğine sahip Teflon malzemedен imal edilmişlerdir.

3.1.7 Elektronik kumanda panosu:

Sisteme ait tüm enerji besleme ,elektronik kumanda ve kontrol birimlerinin birarada bulunduğu ünedir. Reaktör ısıtıcısı sıcaklık kontrol ve kumanda devresi, katalizör sıcaklığı izleme temokupl'u, gaz püskürtme süresi ve püskürtme başlangıcı zaman ayar devrelerinden meydana gelir.

3.1.8 Proses kontrol, kayıt ve alarm ünitesi:

Orijinal sistemde yer almayan bu ünite; üretim sırasında proses parametrelerinin sürekli kontrol edilmesini ve kayıt altına alınmasını sağlamak amacıyla TK elemanlarınca sisteme ilave edilmiştir. Ayrıca bu ünite ile, proses parametrelerinden herhangi birinin; kendisi için belirlenmiş limit değere ulaştığı olağan dışı hallerde sesli ve ışıklı izak alınarak gerekli müdahalenin en kısa sürede yapılabilmesi hedeflenmiştir.

Orjinal sisteme ilave edilen ekipmanlar aşağıda verilmiştir:

- 1- SO₂ tüp ağırlığı tartım platformu. (200 kg'a kadar ölçme kapasiteli, Load-cell'i)
- 2- O₂ tüp iç basıncının ölçüm ve kontrolü için 0-150 bar aralığında çalışan basınç transmitter'ı.
- 3- SO₂ (Kükürt Dioksit), O₂ (Oksijen) ve SO₃ (Kükürt Trioksit) proses basınçlarının ölçüm ve kontrolü için 0-690 mbar aralığında çalışan 3 Ad. basınç transmitter'ı.
- 4- Buhar basıncı ölçüm ve kontrolü için 0-10 bar aralığında çalışan basınç transmitter'ı.
- 5- Minimum katalizör sıcaklığı set değerine göre alarm çıkış devresi.
- 6- Sisteme ilave edilen ekipmanlardan gelen proses bilgilerini takip amaçlı ve set edilen değerlere göre röle çıkışı veren bir adet ABB Kent Taylor kaydedici.

7- Kaydediciden gelen alarmların sesli uyarı haline getirilmesi için 10 kanallı bir alarm panosu.

8- Alarm gelmesi durumunda prosesin limit değerleri dışına çıktığı kabulü ile konveyör üzerinde bulunan şişeleri ıskartaya atmak için gerekli "Hot end eject" sistemi bağlantısı.

3.1.9 Taşıyıcı araba:

Sabit yerleşim şartlarında kullanılmak üzere dizayn edilmiş orjinal sistemin değişik üretim hatlarında da kullanılabilmesini temin etmek amacıyla dizayn edilmiştir. Üzerinde SO₂ ve O₂ tüpleri, SO₂ tüp ağırlığı tartım platformları bulunmaktadır.

4- SO₃ ve NH₄Cl UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

4.1 SO₃ ve NH₄Cl ile yüzey muamelesi yapılan şişelerde kimyasal dayanıklılık test sonuçları:

Yüzey kaplama işlemi sonrası soğutmadan çıkan şişeler öncelikle soğutma sonu elemanınca görünüşlerine bakılarak gözle kontrol edilmekte herhangi bir sebeple muamele görmemiş şişeler burada ayrılmaktadırlar. Gözle yapılan bu kontrole ek olarak; soğutmadan çıkan muamele görmüş şişelerden ayırma ve kontrol makinalarından geçtikten sonra laboratuvar elemanlarınca numuneleme yolu ile her 2 saat'te bir örnekler alınmaktadır. Numuneler özellikle Amonyum Sülfat buğulanmasının en az görüldüğü şişeler arasından alınmaktadır. Test amacıyla numune olarak alınan 1000 ve 500 cc'lik serum şişeleri, uluslararası standartların öngördüğü şekilde iletkenliği 0.15 micro simens olan su ile % 90 seviyesine kadar doldurulur ve laboratuvar koşullarında 121°C (±1°C) sıcaklıkta 1 saat süreyle bekletilirler. Bu 1 saat'lik test esas alınarak cam yüzeyinden ayrılan ve 100 ml ekstrakt çözeltiliye verdikleri Sodyum Oksit (Na₂O) miktarı 0.02 N H₂SO₄'ten sarf edilen asit miktarı ile tayin edilir. Bu sarfiyat camın hidrolitik sınıfını belirler.

Her iki madde ile yapılan muamele işlemi sonrası elde edilen laboratuvar sonuçlarında şişelerin kimyasal dayanımının USP XXII'e göre muamele görmüş (Tip II) cam kap için kabul sınırı olan;

$$0.02 \text{ N } \text{H}_2\text{SO}_4 = 0.2 \text{ ml max.}$$

değerinin içinde kaldığı ancak Amonyum Klorür ile yapılan işlem sonrası deneylerde elde edilen H₂SO₄'ten sarf edilen asit miktarının günlük ortalamasının;

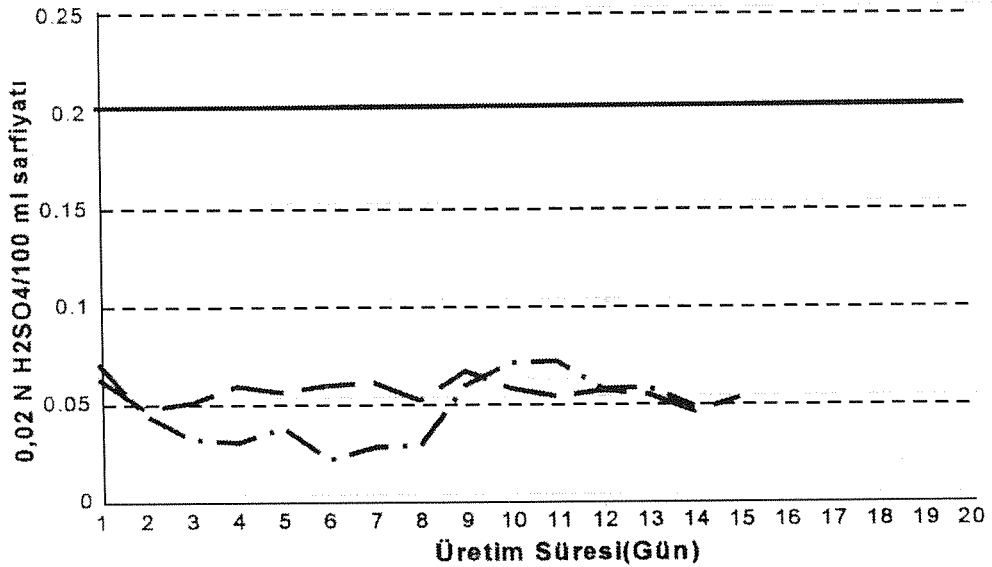
Max: 6.79×10^{-2} ml, Min: 1.83×10^{-2} ml

değerleri arasında sürekli dalgalandığı görülürken; kükürt trioksit ile yapılan dealkalizasyon işlemi sonuçlarının;

Max: 6.33×10^{-2} ml, Min: 4.2×10^{-2} ml

aralığında daha stabil bir değişime sahip olduğu görülmüştü. Şirket laboratuvarında 742299 kod'lu serum şişesinin D2 hattında 15 günlük üretim periyodunda farklı tarihlerdeki amonyum klorür ve kükürt trioksit ile yapılan dealkalizasyon işlemi sonrası alınan numunelerinin günlük ortalama değer üzerinden test sonuçları aşağıdaki grafikte verilmiştir. (Şekil 7)

TİTRASYON SONUÇLARI



- USP limiti
- - - kükürt trioksit
- . - . amonyum klorür

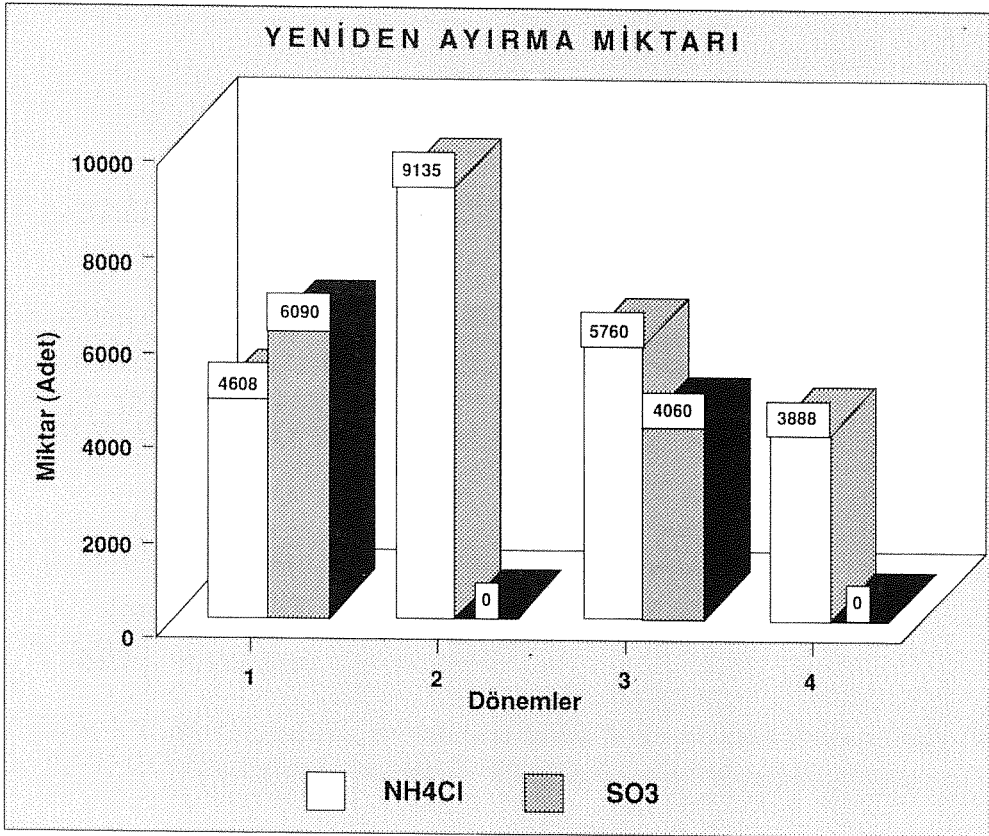
Şekil 7: Amonyum klorür ve kükürt trioksit'le muamele işlemi sonrası elde edilen Titrasyon değerlerinin 15 günlük süredeki değişimleri.

4.2 Sistemden kaynaklanan sebeplerle yeniden ayırmaya kalan ürün miktarlarının karşılaştırılması:

Yine 742299 kod'lu serum şişesinin 4 ayı üretim kampanyası sırasında deal-

kalizasyon sisteminden kaynaklanan nedenlerle yeniden ayırmaya kalan ürün miktarları incelendiğinde Amonyum Klorür uygulandığı dönemde toplam 23391 adet ürün yeniden ayırmaya kalırken Kükürt Trioksit uygulaması sırasında bu adet 10150 olarak gerçekleşmiştir. Yeniden ayırmaya kalan miktarda görülen ve % 67'e varan bu azalma SO₃ sistemi ve sistem üzerinde yapılan geliştirme çalışmaları neticesinde prosesin daha etkin biçimde kontrol edilebildiğinin bir göstergesidir. (Şekil:8)

Üretim Dönemi	NH ₄ Cl ile üretim tarihi	SO ₃ ile üretim tarihi
1	26/09/1995-12/10/1995	25/02/1997-24/03/1994
2	17/10/1995-09/11/1995	11/04/1997-24/11/1997
3	03/01/1995-15/11/1995	29/04/1997-12/05/1997
4	22/06/1995-02/07/1995	08/07/1997-17/07/1997



Şekil 8: Farklı tarihlerde yapılan 4 ayrı üretim kampanyasındaki ayırma miktarları

4.3 Maliyet karşılaştırması:

4.3.1 Veriler:

- Kullanılan kimyasal madde sarfiyatları:

Amonyum Klorür	= 0.5 gr/şişe
SO ₃ Gazı	= 0.0133 gr/şişe
O ₂ Gazı	= 1.6x10 ⁻⁵ m ³ / şişe

-Birim Fiyatlar (1996 yılı)

Amonyum Klorür	= 42.000 TL/kg
SO ₂ Gazı	= 85.000 TL/kg
O ₂ Gazı	= 26.000 TL/kg

-Serum şişesi üretimi yıllık ortalama **26.000.000 adet şişe**.

4.3.2 Hesaplar:

- Amonyum Klorür yıllık maliyeti

$$26 \text{ Milyon şişe/Yıl} \times 0.5 \text{ gr NH}_4\text{Cl/şişe} \times 42.000 \text{ TL/gr} = \mathbf{546 \text{ Milyon TL/Yıl}}$$

- SO₂ yıllık maliyeti

$$26 \text{ Milyon şişe/Yıl} \times 0.0133 \text{ gr SO}_2\text{/şişe} \times 85.000 \text{ TL/gr} = \mathbf{29.5 \text{ Milyon TL/Yıl}}$$

- O₂ yıllık maliyeti

$$26 \text{ Milyon şişe/Yıl} \times 1.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3\text{/şişe} \times 26.000 \text{ TL/m}^3 = \mathbf{10.1 \text{ Milyon TL/ Yıl}}$$

-Yıllık maliyet farkı [Amonyum Klorür- (SO₂ + O₂)]

$$546 \text{ Milyon TL} - (29.5 + 10.1) \text{ Milyon TL} = \mathbf{506.4 \text{ Milyon TL/Yıl}}$$

5- SONUÇ

-Serum ambalajlanmasında kullanılan cam kapların kimyasal dayanıklılığını arttırmak amacıyla Amonyum Klorür yerine Kükürt Trioksit kullanılması sonucu yalnızca sarf edilen kimyasal madde maliyetlerinin azaltılması ile 506.4 MilyonTL/Yıl'lık bir kazanç elde edilmiştir.

- Daha modern bir sistem ve teknoloji kullanılmaya başlanması ve bu sisteme kendi ihtiyaçlarımız doğrultusunda yapılan geliştirme çalışmaları ile proses sırasında sistemden kaynaklanan üretim kayıpları önemli oranda azaltılmıştır.

- İnsan sağlığını doğrudan ve ciddi bir şekilde etkileyen bir proses'in % 100 güvenilirliğini sağlamaya yönelik olarak temel parametreleri tanımlanmış, ölçülebilir değerlerle izlenip kontrol edilebilen bir sistem oluşturulmuştur.

ECZA ŞİŞESİ ÜRETİM HATLARINDA TEMİZ ODA TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI

Halim YARAŞAN / Taylan SABANER
Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

İşletmemizde ecza şişesi üretimi yapılan A1, A2 ve A3 hatlarının soğutma fırınları çıkışı ile otomatik ayırma ve paketlenme işlemi bölgesi, mamullerin ortam şartları nedeniyle kirlenmesini önlemek yani Temiz Şişe üretimi amacıyla kapalı hacim içine alınmış ve bu hacimde kontrollu ortam şartları oluşturularak insan sağlığına yönelik önemli bir yatırım gerçekleştirilmiştir. 940 m²' lik alanı kapsayan bu uygulama ile ortam tozsuzlaştırılarak yıllardır ecza sektöründeki müşteri beklentileri, ürün kalitesindeki iyileştirme ile karşılanırken aynı zamanda çalışanların konforuna yönelik bir başka yarar daha sağlanmıştır.

Hazırlanan projelere uygun olarak yapılan çalışmalarla, yan cepheler ve asma tavan izolasyonlu panellerle, zemin ise toz tutmama ve kolay temizlenebilme özelliğine sahip akrilik malzeme ile kaplanmıştır. Pozitif iç basınç sağlanarak hava infiltrasyonunun önlenmesi ve şartlandırılmış taze hava ihtiyacının karşılanması için havalandırma sistemi kurulmuştur. Sistemde yer alan aspiratör hücreleri soğutma fırınlarından çıkan ürünlerin ortama yaydığı ısıyı uzaklaştırmakta, klima santralleri ise özel filtreleri ile 0.5µ'dan büyük partikülleri % 95 oranında tutarak oda içindeki uçucu katı partikül konsantrasyonunu çok düşük seviyelere indirmektedir. Santrallerin otomasyon sistemi DDC olup tüm değerler bir noktadan el cihazı ile uzaktan izlenebilmekte, oda iç basıncı dahil tüm set değerleri değiştirilebilmektedir. Soğutma grubu dahil yaklaşık 50 milyar TL yatırım maliyeti olan Temiz Oda, 13 Aralık 1996'da ilgili personele verilen eğitim sonrası işletmeye alınmıştır.

1. GİRİŞ

Son yıllarda tıp, elektronik, ilaç ve kimya sanayiindeki gelişmelere paralel olarak partiküllerden arındırılmış ve klimatize edilmiş yani "Temiz Oda Teknolojisi" uygulanmış mahaller oluşturma zorunluluğu doğmuştur. İnsan sağlığına verilen önemin artışı doğrultusunda hijyen standartları da yükselmiş ve ecza şişesi üreticisi olan Topkapı Şişe'den beklentiler de artmıştır.

İthal rekabetine açık olan bal renkli ecza şişesi üretimi bilindiği gibi A Fırınındaki A1, A2 ve A3 hatlarında yapılmaktadır. Üretim hatlarının çevreden izole edilerek şişelerin kirlenme riskini enaza indirmek için yapılan bu yatırım ile Temiz Şişe üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada temiz oda teknolojisi, uluslararası standartlar kısaca tanıtılacak, tasarımda esas alınan kriterler ve yapılan uygulamalar hakkında genel bilgi verilecektir.

2. TEMİZ ODA TEKNOLOJİSİ VE STANDARTLAR

Temiz oda teknolojisinin amacı, temiz odayı basınç altında tutarak infiltrasyonu önlemek ve havanın içindeki uçan madde konsantrasyonunu özel filtrelerle standartlarda belirlenmiş seviyelere indirebilmektir. Temiz oda uygulamalarında atmosferik kirliliğin yanı sıra temiz oda içinde çalışan makina, teçhizat ve insanların ürettiği partikül miktarı da ihmal edilemeyecek boyutlar olduğu dikkate alınmalıdır. Atmosferik toz olarak adlandırılan 100 μ 'dan küçük cansız uçucu maddeler rüzgar, erozyon, deprem gibi doğal kuvvetler ile ortaya çıkmaktadır. Ayrıca havada polen bakteri ve çeşitli ölü veya canlı mikro organizmalar da bulunmaktadır.

En büyük canlı uçucu madde kaynağında insandır. Örneğin oturarak kol ve bacaklarını oynatan bir insan dakikada 1.000.000, yürüyen bir insan ise dakikada 5.000.000'un üzerinde 0.3 μ 'dan büyük partikül yayabilir ve bunların en az bin de biri çoğalabilen bakteri ve mikro organizmalardır. Temizlik koşullarına önem verilerek bu emisyonlar azaltılabilir ama tümüyle önlenemez. Günümüzde hızlı sanayileşme ve kentleşme sonucu atmosferdeki uçucu madde niteliğide değişmekte olup endüstriyel proseslerle, ısıtma sistemleri ve araçlardan çıkan duman partikülleri de önemli boyutlara ulaşmaktadır. (Tablo-1)

UÇUCU TİPİ	PARTİKÜL ÇAPI (μ)	
Duman	0,02	- 1
Kül	1	- 100
Kömür Tozu	1	- 100
Metalurjik Toz	0,01	- 100
Atmosferik Toz	0,01	- 20
Polen	10	- 100
Bakteriler	3	- 10
Sigara Dumanı	0,01	- 1
Çimento Tozu	8	- 100

Tablo 1. Atmosferdeki uçucuların tipleri ve büyüklükleri

Temiz oda sınıflandırmasında en önemli parametre, ortamda bulunabilecek uçucu madde çapı ve konsantrasyonudur. Müsaade edilen uçucu madde çapı ne kadar küçük ve konsantrasyonu ne kadar az olursa, sistem de o kadar pahalıya mal olmaktadır. Temiz odalarla ilgili olarak çeşitli ülkeler tarafından çıkarılan standartların en önemlisi "US Federal Standart 209"dur. Bu standart 1988'de 209 D ve 1992'de SI birim sisteminde olan 209 E'ye çıkarılmıştır. US 209 D ve E'deki bütün klaslarda bulunan ortak partikül çapı 0.5μ 'dur ve klaslara ismini veren bu çaptaki partiküllerin ft^3 deki sayısıdır. Örneğin 10.000 klas bir odada 0.5μ ve daha büyük çaptaki partiküllerin ft^3 deki miktarı 10.000 adettir. US 209 E'de ise tamamen farklı bir notasyon kullanılmıştır, 100,1000,10.000 gibi klaslar yerine M3.5, M4.5 ve M5.5 gibi tanımlamalar getirilmiştir. Federal Standart 209 E'de M harfi, klasın metrik yani SI birim sisteminde tanımlandığını, yanındaki rakam ise bir m^3 havada bulunan 0.5μ ve daha büyük çaptaki maksimum partikül sayısının 10 tabanına göre logaritmasının virgülden sonra bir hane olacak şekilde yuvarlatılmış halini göstermektedir. (Tablo-2) Yine bu standart ile birlikte geliştirilen aşağıdaki ampirik formülden yararlanılarak konsantrasyon limitleri yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$\text{Partikül sayısı}/m^3 = 10^M (0.5/d)^{2.2} \dots\dots\dots(1)$$

M = SI birim sistemindeki temizlik sınıfı

d = Partikül çapı (μ)

İlaç endüstrisinin uygulanan yönetmeliğe göre temiz odalarda hava değişimi saatte yirmiden fazla olması gerekmektedir. Lokal 100 klas odalarda çok düşük mikroorganizma ve partikül değerlerinde yani steril ortam gerektiren ilaçların (enjektabel ilaçlar) üretimi ve dolumu yapılmalıdır. Yaygın olan 10.000 klas temiz odalarda ise muhtelif preparatlar, pomatlar, kremler, süspansiyon ve emülsiyonlar hazırlanıp doldurulabilir. Ek önlemler alınması halinde çözelti hazırlama vb. prosesler ise 100.000 klas temizlik sınıfındaki odalarda yapılabilir. Ayrıca 10.000 klasın arka planındaki tüm alanlar 100.000 klas olmalıdır.

TEMİZLİK SINIFI (KLAS)		TEMİZ ODA TEMİZLİK SINIFLARI									
US 209E "SI"	US 209D "İngiliz"	0.1µ		0.2µ		0.3µ		0.5µ		5µ	
		Birim Hacimler		Birim Hacimler		Birim Hacimler		Birim Hacimler		Birim Hacimler	
		m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³
M1.5	1	1.240	35	265	7,5	106	3	35,3	1	-	-
M2		3.500	99	757	21.4	309	8.75	100	2.83	-	-
M2.5	10	12.400	350	2.650	75	1.060	30	353	10	-	-
M3		35.000	991	7.570	214	3.090	87.5	1.000	28.3	-	-
M3.5	100	-	-	26.500	750	10.600	300	3.530	100	-	-
M4		-	-	75.700	2.140	30.900	875	10.000	283	-	-
M4.5	1000	-	-	-	-	-	-	35.300	1.000	247	7
M5		-	-	-	-	-	-	100.000	2.830	618	17.5
M5.5	10000	-	-	-	-	-	-	353.000	10.000	2.470	70
M6		-	-	-	-	-	-	1.000.000	28.300	6.180	175
M6.5	100000	-	-	-	-	-	-	3.530.000	100.000	24.700	700
M7		-	-	-	-	-	-	10.000.000	283.000	61.800	1.750

Tablo 2. Uçucu madde konsantrasyonuna göre temiz odaların sınıflandırılması

3. TEMİZ ODA KLİMA SİSTEMLERİ VE FİLTASYON

Temiz odalarda kullanılan klima sistemlerinin ana fonksiyonu, hedeflenen temizlik sınıfına uygun filtrasyon ile partiküllerden arınmış sıcaklık ve basınç kontrollü havayı temin etmektir. Bunun için odaya gönderilecek hava, klima santrallerinde ve menfezlerde kaba, hassas ve gerekli ise mutlak filtrelerden geçirilir. (Tablo-3) Klima santrallerinin de daha pahalı ve hassas olan filtrelerin ömrünü uzatmak, ısıtma ve soğutma serpantinlerini tozdan koruyarak verimli çalışmalarını sağlamak için santral girişinde ön (kaba) filtre kullanılması zorunluluktur. Filtreler elek tipi filtrasyon etkisiyle iki elyaf arasındaki açıklıktan daha büyük olan partikülleri tutar. Ayrıca partiküller ataletlerinin etkisi ile filtre elyafı etrafında dönemeyerek elyafa çarpıp onun yüzeyine yapışırlar. Atalet etkisi hava hızının artması, partikül çapının büyümesi ve elyaf çapının küçülmesi ile artar.

ASHRAE 52/76 Tutulan Toz Ağırlığına Göre Verim (%)	ASHRAE 52/76 Atmosferik Toz Verimi (%)	EUROVENT Klası	Filtre Kalitesi
99.5	95	EU9	Mutlak
99.3	90	EU8	Hassas
98	80	EU7	Hassas
95	60	EU6	Orta
92	40	EU5	Orta
90	35	EU4	Orta
80	20	EU3	Kaba
65	10	EU2	Kaba

Tablo 3. Filtre verimlilikleri ve kaliteleri

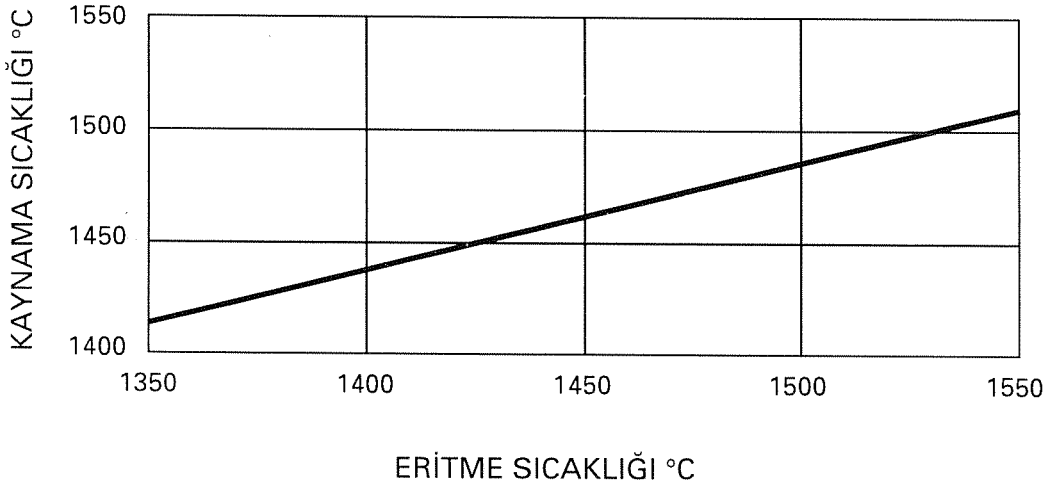
Filtrelerin bir diğer etkisinde difüzyon etkisidir. Partikül çapı 1μ dan daha küçük olması halinde partiküllerle çarpışan gaz moleküllerinin Brownian hareketi denen davranışları sonucu filtre elyafı ile çarpışan partiküller onlara yapışabilmektedir. Bu etki hava hızı partikül çapı ve elyaf çapı küçüldükçe artmaktadır. Filtre verimini ölçmek için ABD tarafından çıkarılmış ASHRAE ve Avrupa'da bunu esas alan EUROVENT standartları kullanılmaktadır. Bu standartlara göre iki test öngörülmektedir; Bunlardan atmosferik toz verimi testinde filtredeki kirlenme miktarına göre optik olarak ışığı geçirme kabiliyeti ölçülmektedir. Tutulan toz ağırlığına göre verim testinde ise filtrelerde tutulan toz miktarı tartılır. Atmosferik toz verimi %98'in üzerinde olan filtrelerde Dioctyl Phthalate (DOP) testi yapılır. DOP verimi %99.97 den büyük olan filtreler mutlak yada mikro filtre olarak adlandırılır. Temiz iken normal debisinde max.250 pascal basınç kaybında çalışan mutlak filtrelere de HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) denir.

4. TOPKAPI ŞİŞE SANAYİİ'NDE TEMİZ ŞİŞE UYGULAMASI

Bal renkli ecza şişesi üretiminin yapıldığı A1, A2 ve A3 hatlarında tozsuzlaştırmanın yapılacağı yer olarak, kirlenmenin olduğu soğutma fırınları çıkışları ile shrink fırınları arasında kalan bölge esas alınmıştır. (Şekil-2) Ayrıca PLM makinası ile shrink fırını arasında kalan bölgede temiz odaya giriş zonu olarak seçilmiştir. Yapılan uygulama üç ana grupta değerlendirilebilir.

- Zemin kaplaması
- Yan cephe düzenlemesi ve asma tavan yapımı

KAYNAMA SICAKLIĞI - ERİTME SICAKLIĞI ARASINDAKİ BAĞINTI



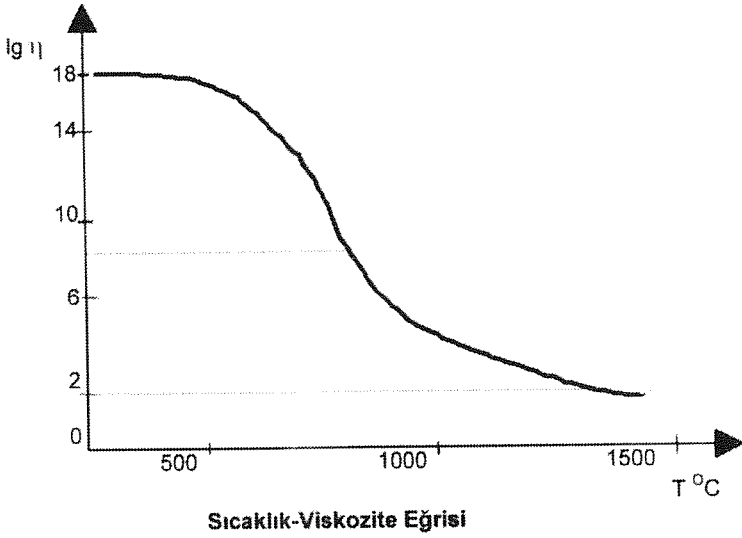
Şekil - 2

Dolayısıyla fırın ertitme sıcaklığının yüksek olması durumunda Çalışma havuzu ve Forehearth'ta camın ilk ve nihai şartlandırılmasının yapıldığı esnada olabilecek ani sıcaklık yükselmeleri kaynama sıcaklığının altında kalacağı için reboil habbesi meydana gelmeyecektir.

- Camdaki SO_3 miktarının çok olması; Bilindiği gibi eriyikteki SO_3 çözünürlüğü, alkali oranı arttıkça ve sıcaklık düştükçe artar. Bu çözünürlük ayrıca SO_2 ve O_2 kısmi basıncına ve eriyiğin oksidasyon derecesine bağlıdır. Redüktan şartlarda kükürtdioksit (SO_2) kükürt'e (S) dönüşür, ayrıca SO_3 çözünürlüğü azalır. Bal cam fırınlarında redüktan eriyik, çalışma havuzu ve foreheart'larda oksidan ortama geçer, bu da SO_3 çözünürlüğünde kuvvetli bir azalmaya ve sülfidin oksidasyonu ile reboil habbesi oluşumuna sebep olur. Camda çözülmüş SO_3 miktarı ne kadar artarsa, reboil habbesi oluşum ihtimali o derece artar. Bu nedenle bal renkli camlar için redox sayısının -23 ile -25 arasında, yani SO_3 çözünürlüğünün minimum olduğu bölgede tutulması tavsiye edilir.

- d^1 : cam eriyiğinin yoğunluğu
 d^2 : habbe içindeki gazın yoğunluğu
 η : cam eriyiğinin viskozitesi

Denklem (1)'de görüldüğü gibi; viskozite azalmasının (ergitme sıcaklığının artması) afinasyon prosesinin tam olarak gerçekleşmesi için ne kadar önemli bir parametre olduğu görülmektedir.



Şekil - 1

- harmandaki afinasyon maddelerinin yetersiz olması.

b) Reboil (tekrar kaynama) habbeleri

Ergime prosesi boyunca bütün gazlar tahliye edilemez. Bir kısmı çözünürlüklerine bağlı olarak cam eriyiğinde çözülmüş olarak kalırlar. Eğer, üretim sürecinin ilerki aşamalarında; ani termal, indirgen-oksidan ortam ya da mekanik bir değişiklik nedeni ile bu çözülmüş gazlar eriyik içinde doyma noktalarının üzerine çıkartılırsa, yeniden gaz çıkışı meydana gelir.

Reboil habbesinin nedenleri şunlardır:

- Ergitme sıcaklığının düşük olması; Kaynama sıcaklığı ile ergitme sıcaklığı arasında oransal bir ilişki vardır, yani ergitme sıcaklığının artmasıyla beraber kaynama (reboil) sıcaklığı artmaktadır.

2. CAM HATALARININ SINIFLANDIRILMASI VE KAYNAKLARI

Cam ürünlerinde görülen değişik türdeki hatalar üretimin çeşitli aşamalarında oluşurlar. Bunların bir kısmı etkin önlemlerin alınması ile tamamen giderilebilir, buna karşılık bazılarının tümüyle ortadan kaldırılması oldukça güçtür. Cam hataları, harmanın hazırlanmasından camın tavlanmasına kadar geçen her aşamada meydana gelebilir. Bu hatalar üç ana grupta sınıflandırılabilir:

1. HABBELER (Gaz kapanımları)
2. DAMARLAR ve DÜĞMELER (Homojenite yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan camsı kapanımlar)
3. TAŞLAR (Ergime yetersizliği ve cam-refrakter reaksiyonlarından dolayı oluşan kapanımlar)

1. HABBE HATASI KAYNAKLARI

a) Yetersiz afinasyon

Afinasyon; camın ergime reaksiyonları sonucu oluşan gazlardan arındırılması işlemidir. Afinasyon malzemesi olarak kullanılan kimyasallar oluşturdukları reaksiyonlar sonucu, yeni gazlar üretirler. Bu gazlar o anda var olan habbelerin içine nüfuz edip habbeyi büyüterek, büyüyen habbenin yüzeye çıkması ile camı terketmesini sağlar.

Yetersiz afinasyonun nedenleri şunlardır:

- camın fırın içinde kalış süresinin az olması (yüksek fırın çekişi, cam hareketlerinin düzensiz olması v.b.).
- düşük ergitme sıcaklığı; Afinasyon sırasında cam eriyiği içinde var olan gaz kabarcıkları yükselerek kaybolurlar. Gaz kabarcıklarının boyutları ne kadar büyükse afinasyon prosesi o kadar hızlı gerçekleşir.

Gaz kabarcıklarının cam eriyiği içindeki yükselme hızı aşağıdaki denkleme göre gerçekleşir.

$$V = \{K \cdot r^2 (d_1 - d_2)\} / \eta \dots \dots \dots (1)$$

V: habbenin cam eriyiği içindeki yükselme hızı

K: oransal sabit, eşittir $1/3 \cdot g$ (g-ağırlık etkisiyle oluşan ivme)

r: habbe yarı çapı

BAL RENKLİ CAMDA 3 mm'DEN BÜYÜK HABBE, DÜĞME, TAŞ HATALARININ GİDERİLMESİ

Ateşhan ÖRS

Bilal DAVUTOĞLU

Celal SAĞLAM

Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.

ÖZET

A Fırınının 04.03.1996 tarihinde soğuk tamir sonrası devreye girmesiyle beraber daha önceki kampanyalarda görülen 3 mm'den büyük habbe, düğme, taş hataları görülmeye başlanmıştır. Hataları gidermek için harman kompozisyonunda ergimeyi kolaylaştırmak ve taban sıcaklığını artırmak amacı ile Boraks Penta Hidrat ilavesi şeklinde değişiklik yapılmıştır. Taban sıcaklığını yükseltmek için bubbler havaları kontrollü olarak artırılmış, düğme oluşumuna sebep olduğu düşüncesiyle refrakterin Exsudation prosesini azaltmak için kemer soğutma havaları kapatılarak, Fırın ertitme havuzu atmosferi redüktan olacak şekilde yanışlar ayarlanmıştır. Ayrıca Çalışma havuzu ve Fore-hearthlarda yanış ayarları hava-gaz karışımında %18.5 O₂ olacak şekilde yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalar sonucu 15.10.1996 tarihinden itibaren cam hataları kalıcı olarak ortadan kaldırılmıştır.

1. GİRİŞ

Eski teknolojiye sahip fırınlarda bildiri konumuz olan hataların önlenmesi için çok zaman harcanmış ve büyük masraflar yapılmıştır. Hammaddelerin standardize edilmesi, laboratuvar imkanlarının ve fırın kontrolünün iyileştirilmesi ayrıca fırın dizaynındaki gelişmelerle çok önemli mesafeler alınmasına rağmen renkli camlarda ve özellikle bal renkli camda hata oluşumu devam etmiştir.

A Fırınının 1996 Mart ayında (soğuk tamir sonrası) devreye girmesiyle yüksek çekişlerde önceki kampanyalarda görülen cam hataları ile tekrar karşılaşmıştır. Bunun üzerine cam hatalarının fırın kökenli olduğu düşünülerek Cam Araştırma Merkezi'nin desteği de alınarak çalışmalara başlanmıştır. Yaptığımız çalışmalara geçmeden önce cam hatalarının neler olduğuna ve oluşum sebeplerine kısaca değinelim.

sonuçlar zerindeki XRF yönteminden gelen saçılmaları tespit edip, bunları elimine ettikten sonra elde edilecek gerçek dağılımı görmektir. Bu amaçla öğütülen bir harman örneğinden 5 adet numune çekilerek eritiş yöntemi ile numune hazırlandı ve spektrometrede analize tabi tutuldu. Alınan sonuçlar istatistiksel değerlendirmeye tabi tutuldu.

SONUÇ

XRF yöntemi ile yapılan harman analizlerinin klasik yönteme göre daha hızlı oluşu ve daha fazla bilgi vermesi nedeniyle uygulanması yararlı olacaktır. Ayrıca tüm mikserlerimizde homojenite tespiti çalışması yapılarak , optimum karıştırma sürelerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Yeni kurulacak harman hatlarında da yapılacak ilk işlerden biri optimum karıştırma süresinin tespiti olmalıdır. Araştırma Merkezi ve Bölge laboratuvarlarında bu çalışmalar bir program dahilinde sürdürülmektedir.

Yaş kimyasal analiz:

Harman örneklerinin yaş kimyasal yöntem ile tayini üretim kuruluşlarımızda senelerdir rutin olarak yapılmaktadır. Bu yöntemle harman bileşenleri suda çözünen(soda ve sodyum sülfat), asitte çözünen (kalker, dolomit) ve asitte çözünmeyen (kum, feldspat) olarak tayin edilmektedir. Bu tayin yönteminde harman bileşenlerinin birden fazlası bir arada tayin edilmektedir. Bu nedenle birlikte tayin edilen bileşenler birbirini örtebilmekte ve sonuçların yorumlanmasında zorluklar yaşanmaktadır. Örneğin kalker ve dolomit beraberce tayin edildiğinden olabilecek tartım hataları gözden kaçabilmektedir.

X-Işını Floresans (XRF) Analizi:

Bu yöntemde harman bileşenlerini oluşturan oksitler ayrı ayrı tayin edilmektedir. Bu yöntemin yaş kimyasal analize üstünlüğü, hızlı oluşu nedeniyle sonuçların çabuk alınması ve oksit bazında tayin yapıldığı için her harman bileşeni hakkında daha sağlıklı ve detaylı bilgi alma imkanının sağlanmasıdır.

Örneğin, XRF spektrometresi ile harman analizinde SO_3 bileşeninin normalin üzerinde gözlenmesi halinde; ilk akla gelen sodyum sülfat hammaddesinin tartımında bir problem olabileceğidir. Yaş kimyasal yöntemde bu ince ayrıntıyı yakalamak mümkün değildir. Benzer şekilde yaş kimyasal yöntemde asitte çözünmeyen bileşeninin yüksek olması halinde bu artışın kum kaynaklı, yoksa feldspat kaynaklı olduğu hakkında karar vermek mümkün değildir. XRF analizinde Al_2O_3 değeri bize feldspat hakkında çok sağlıklı bilgileri anında verebilmektedir.

ANALİZ YÖNTEMİ

Bir malzemenin X-Işını floresans spektrometresinde analiz edilebilmesi için, spektrometrenin önce kalibre edilmesi gerekti. Bu amaçla analizi belli harman bileşenleri (kum, feldspat, kalker, dolomit, soda ve sodyum sülfat) teorik harman matriksindeki tartımlar esas alınarak bu değer etrafında belli bir range oluşturacak şekilde değişik oranlarda tartıldı (20 adet). Böylece oluşturulan yapay harman standartları homojen karışım sağlanıncaya kadar karıştırıldı. Bu karışımlar kullanılarak yapay harman standartları eritiş yöntemi kullanılarak hazırlandı.

Analiz sonuçlarının tekrarlanabilirliğini tespit etmek ve sonuçlar üzerindeki belirsizlikleri saptamak amacı ile bir çalışma yapıldı. Bu çalışmanın bir amacında harman analizlerinde ve homojenite çalışmasında elde edilecek

çok ince (<100 mikron) olması istenmez.

Kum tanelerinin soda taneleri ile yakınlığı erimenin ilk aşamalarında çok önemlidir. Bir başka deyişle mikro ölçülerde harman taneleri arasındaki ilişkiler iyi ve düzenli ise makro ölçülerde de sonucun böyle olması beklenir. Yani harmanın herbir santimetre küpü kendi içinde ve bu hacimler arasında benzer özellikler (fiziksel ve kimyasal) gösterirse büyük ölçekte benzerlikler vardır.

Özenle tartılan hammaddeler karıştırıcıya aktarılarak belirli bir süre için karıştırılırlar. İstenen rutubet seviyesi burada ayarlanır. Harmanın belirli rutubet içermesi çeşitli nedenlerle yararlıdır. Bunlardan biriside harman ayrışmasına (segregasyona) meydan vermemektir. Aynı nedenle aktarma ve erime sırasında da rutubet bazı avantajlar sağlar. Karıştırma süresi karıştırıcı için kritik bir parametredir. Yeterli sürede karıştırmak esastır. Sürenin fazla olması olumsuzluklar yaratabilir.

Kaliteli harman ve verimli eritme için önce kum gerektiği kadar rutubetlendirilir ve kısa bir süre karıştırılır. Diğer hammaddeler daha sonra ilave edilerek karıştırma işlemi tamamlanır. Burada gizli ve önemli bir yarar yatmaktadır. Kum tanelerinin her birinin çeperi rutubetlendiği için daha sonra ilave edilen ve suda çözünme imkanı olan soda ve sülfatın kum tanelerinin etrafını sarması mümkündür. Etrafı çözülmüş soda ile çevrelenen kum tanelerinin erime avantajı yüksektir. Böylece erimeden kaynaklanabilecek sorunlar daha az yaşanabilir.

Harman homojenitesinin tayini yeni devreye alınan harman hatları için inceleme gerektiren önemli bir parametredir. Bazen fiziksel, genellikle klasik çözümdürme yöntemleri ile kimyasal olarak ve giderek artan analitik teknikler sayesinde aletsel analizlerle harman homojenitesinin belirlenmesi mümkündür. Ancak şimdiye dek hiçbir yayında harman homojenitesi için mutlak değerler verilmemiştir. Daha ziyade ortaya çıkan belli bir değer etrafındaki saçılmaların ne seviyede olduğu yönündedir.

ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Çalışma iki kademeli olarak yapıldı. Önce XRF spektrometresi harman analizlerini yapabilecek şekilde kalibre edildi. Yaş kimyasal analizlerle olan ilişkiler incelendi. İkinci aşamada ise değişik fırınlar için harman homojenitesi tespit çalışmaları yapıldı.

HARMAN ANALİZLERİNDE XRF YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Alpaslan ERENTÜRK - Atilla ÇEBİ - Erkut ESEN - Mehmet EROĞLU
Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

ÖZET

Bu çalışmada topluluğumuzda senelerdir sürdürülmekte olan yaş kimyasal harman analiz yöntemi yerine XRF tekniğinin kullanılmasının sağlayacağı avantajlar anlatılmakta ve harman homojenitesi tayin için yapılmış olan çalışmalardaki yöntem ve değerlendirmeler hakkında bilgi verilmektedir.

Hammaddelerin karışımı olan harman büyük gayretler sonu hazırlanmaktadır. Hammaddelerin, daha iyi eritme için giderek iyileştirilen özellikleri, iyi harmanın esasını ve eritmenin sigortasını oluşturur. Harman homojen değil ise kaliteye yansıyan çeşitli sorunlar çıkabilir. Erimeye düzensizlikler, ream problemleri, habbe ve taş hatası problemleri gibi.

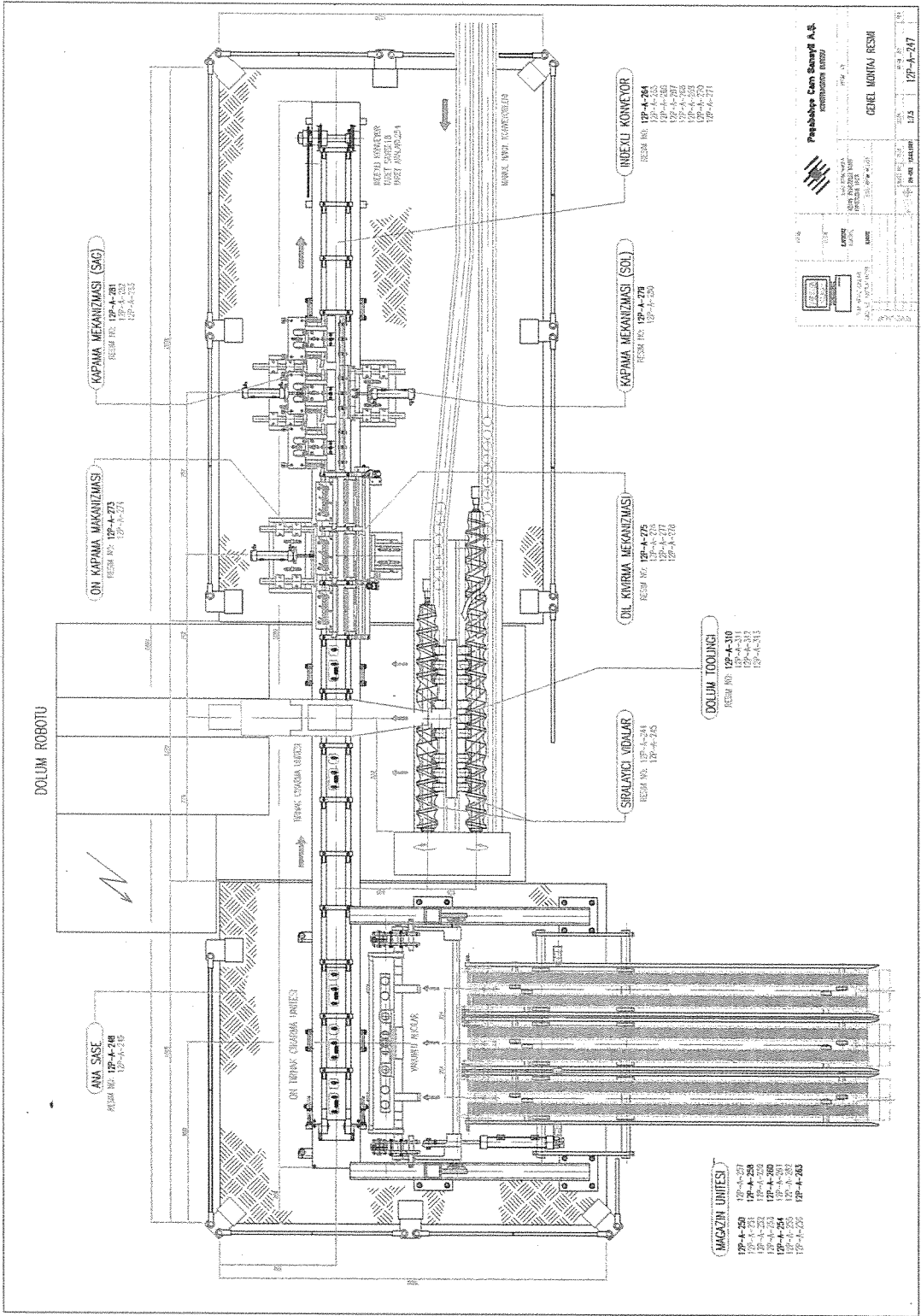
GİRİŞ

Harman homojenitesi fiziksel ve kimyasal özelliklerin mikro ve makro ölçeklerdeki kararlılık durumdur. Hammaddelerin herbirinin tane irilikleri ve kimyasal kompozisyonlarının kararlılığı erimenin kalitesi açısından son derece önemlidir. İdealde Gaussian bir dağılım göstermesi beklenen tane iriliği hammadde hazırlama sırasında öğütme nedeniyle farklılaşma gösterebilir. Hammaddelerin tane iriliği dağılımı birbirinin aynı değildir.

Yüksek ve hızlı çekişli fırınlarda eritmenin esasını kuvarsın (kumun) erimesi veya eritilebilmesi tayin eder. Dolayısıyla kumun erime hızını etkileyen her parametrenin kontrol altında tutulması gerekir. Kuşkusuz tane iriliği en etkin faktörlerden biridir. Kum ne çok iri ne de çok ince olmalıdır.

Daha önceleri kum için 0.7 mm'ye kadar müsaade edilen üst sınır, hızlı çekişler nedeniyle 0.5 mm'ye çekilmiştir. Aynı hızları koruyabilmek ve daha kaliteli cam elde etmek için iri hammaddelerin eritmesinin bedeli yüksek sıcaklık ve artan emisyonlardır. Kumun her ne kadar incesi daha kolay erirse de camın habbeden arınması açısından olumsuzluk yaratır. Ayrıca tozumanın etkisi ve rejeneratör sorunlarının uzun vadede yarattığı olumsuzluk nedeniyle kumun

12. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU



Genel Montaj Resmi (Renkli)

PROJENİN EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Geliştirilmekte olan pilot hatta ait alet-tehizat gideri **Tablo 5.1**, personel giderlerini de kapsayan toplam giderler **Tablo 5.2'** de verilmiştir.

Tablo- 5.1. Pilot Tesis Alet-Tehizat Gideri

SIRA NO:	MALZEME ADI	FATURA TUTARI (TL)
1	Magazin ünitesi	1.423.000.000
2	İndekli Konveyör	991.000.000
3	İndekli Konveyör ayar Grubu	50.000.000
4	Mamul Sıralayıcı Tahrik Grubu	180.000.000
5	Mamul Çevirme Rulosu (Uzun)	190.000.000
6	Mamul Çevirme Rulosu (Kısa)	130.000.000
7	Dolum Robotu Toolingi	200.000.000
8	Dil Kıvrırma Mekanizması	375.000.000
9	Dil Takma Mekanizması	345.000.000
10	Ön Kapama Mekanizması	145.000.000
11	Son Kapama Mekanizması	165.00.000
12	Vakum Kesici Klape	49.000.000
13	Konveyör Üstü Mamul Yönlendirme mek.	90.000.000
14	Pnömatik Ekipman	718.500.000
15	Tahrik Grubu (1.5 Kw, Redüktör)	50.000.000
16	Software + PC	760.000.000
17	Ana Şase	900.000.000
	TOPLAM	6.761.500.000

Tablo-5.2. Pilot Tesis AR-GE Giderleri Toplamı

	MALİYET
ALET TEÇHİZAT ALIM GİDERLERİ	6.761.500.000 TL
PERSONEL GİDERLERİ	6.393.700.000 TL
TOPLAM	13.155.200.000 TL 122.368 USD

Çay bardaklarına tam otomatik pencereli kutu paketleme yapabilecek benzer makinaları ancak yurt dışından temin etmek mümkündür. Günümüz fiyatları ile benzer özelliklere sahip bir hattın yatırım boyutu 450,000 - 600,000 USD olmaktadır.

OTOMATİK PAKETLEME HATTI PROJE EKİBİ VE GÖREV DAĞILIMI

ENGİN BİLSEN	Geliştirme Müdürü.....	Proje Lideri, Değişiklik Yöneticisi
ALİ ÖZABACI	Soğutma Sonu İşlemleri Şefi.....	Tasarım, Planlama, Değişiklik Uygulama Sor.
ZEKİ ALIMOĞLU	Geliştirme Şefi.....	Tasarım, Planlama
M. OĞUZ KARTEPE	Geliştirme Mühendisi.....	Tasarım , Planlama
KAMİL KURT	Baş Konstrüktör.....	Tasarım, Planlama, Teknik Resim Çizim
ENGİN AYDENİZ	Konstrüktör Ressam.....	Tasarım, Teknik Resim Çizim
CÜNEYT POLATCAN	Konstrüktör Ressam.....	Tasarım, Tennik Resim Çizim
NIHAL ÖZER	Konstrüktör Ressam.....	Tasarım, Teknik Resim Çizim
ZİVER ÇAKMAK	Soğutma Sonu İşlemleri Bak. At. Tek.....	Tasarım, Montaj, Test Çalışması Devreye Alma
ALİ KARADAĞ	Soğutma Sonu İşlemleri Bak. At.Ust.....	Tasarım, Montaj, Test Çalışması Devreye Alma
MUHİTTİN AKAR	Soğutma Sonu İşlemleri Bak. At.Ust.....	Tasarım, Montaj, Test Çalışması Devreye Alma
LÜTFÜ MANAVOĞLU	Soğutma Sonu İşlemleri Bak. At.Ust.....	Tasarım, Montaj, Test Çalışması Devreye Alma

42191 PENCERELİ KUTU PAKETLEME HATTININ ÇALIŞMASI PRENSİBİ

Dakikada 210 mamul paketleme kapasitesine göre dizayn edilip, programlanan hatta 42191 çay bardağı mamullerin 6'lı gruplar halinde (3 ters, 3 düz) pencerele kutulara otomatik olarak paketlenmesi işlemi yapılmaktadır.

Hattın özelliği; 3 kutuyu birden hareket ettirip, 3'lü dolum yapalabilecek şekilde dizayn edilmesidir.

Magazin ünitesinden sıralı olarak beslenen açık haldeki kutular üçerli olarak vakumlu alıcılarla alınarak indeksli konveyör üzerine yerleştirilir. Konveyör üzerinde ilerlerken, dolum robotuna gelmeden kutuların tırnak çıkartma işlemi yapılır.

Üretim hattından gelen mamuller, çift sıralı mamul nakil konveyörlerinden ilerleyerek, vidalı sıralayıcı lara gelir. Vidalı sıralayıcılardan biri 9 adet mamulü 3' erli gruplar halinde düz olarak sıralarken, diğeri ters olarak sıralar ve dolum robotu toolinglerinin alabileceği duruma getirilir.

Dolum robotu gruplandırılmış mamulleri olarak pencerele kutulara yerleştirilir. Böylece indeksin bir hareketinde 18 adet çay bardağı, 3 adet pencerele kutuya bir düz, bir sıra ters olacak şekilde yerleştirilmiş olur.

Çay bardakları kutuya yerleştirildikten sonra dil kıvrırma ünitesine gelir. Dil kıvrırma mekanizması indeks zamanında kutu kilidini yarığa girecek şekilde kıvrırken, ön kapama mekanizması, bir silindir vasıtasıyla ileri giderek, üst kapağı mamullerin üzerine yatırır.

Kilitleri kıvrılmış ve üst kapakları yatırılmış kutulara kilidin takılması işlemi sağ ve sol kapama mekanizmasında yapılır.

Paketlenmesi tamamlanmış kutular indeksli konveyör üzerinde dış kutuya konulmak üzere dış kutu dolum robotuna doğru yol alırlar.

- * **VAKUM POMPALARI**: Alıcı mekanizmaların ihtiyaç duyduğu vakumu sağlamak üzere vakum pompaları.
- * **MAGAZİN ÜNİTESİ**: Komple magazin ünitesinin tasarımı yapılmıştır. Kutu genişliği kutu, kutu taşıma kayışlarının tahriğinin yerleşimini zorlaştırmıştır. Burada kilitli rulman ve pnömatik silindir kullanılarak sistemi oluşturulmuş bu problem çözülmüştür. 3'lü kutu besleme metodu uygulanmıştır. Mevcut uygulamalardan farklı olarak bağımsız tahrikli ve elektronik senkronizasyonludur.
- * **INDEX 'Lİ KONVEYÖR**.....: Konveyör taretlerinin genişliği ve taretlerin aralığı (254 mm) mamul kutusuna göre özel olarak dizayn edilmiştir. Mekanizma olarak zincir üzerine yerleştirilen taşıyıcı taretler ve yan profilden oluştuğundan hatta basit ve ekonomik bir çözüm sağlamıştır. Konveyör boyu kapasitenin karşılanabilmesi için 3 'lü dolun yapabilecek şekilde seçilmiştir.
- * **VIDALI SIRALAYICILAR**.....: Kapasite arttırımı için bir dolunda 18 adet mamulün 3 'lü gruplar halinde 9 ters 9 düz olarak sıralanıp gruplanmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.
- * **DOLUM ROBOTU ve TOOLİNGLERİ**: Ters-düz olarak gruplandırılmış 18 adet mamulü alıp 3 kutuya yerleştirebilmek için özel vakum başlıkları dizayn edilmiş, vakum dağıtım distribütörü şasesede oluşturulmuştur. Mevcut dolun robotu kullanılmıştır.
- * **ÖN KAPAMA MEKANİZMASI**.....: Kapasiteye uygun olarak 3 kutu birden kapatabilecek şekilde dizayn edilmiştir.
- * **DİL KIVIRMA MEKANİZMASI**.....: Mekanizma kutu boyutlar mıza uygun olacak şekilde dizayn edildi.
- * **KAPAMA MEKANİZMASI (Sağ/Sol)**: Kilitleri kıvrılmış ve üst kapakları yatırılmış kutulara kildin takılması işlemini yapan mekanizması dizayn edilmiştir.
- * **YAZILIM**.....: Dolun robotu ve di er üniteler aras nda gerekli senkronizasyonu temin edecek şekilde PC 'de yazılmaktadır.

42191 PENCERELİ KUTU PAKETLEME HATTININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

- * PAKETLENECEK MAMÜL.....: 42191 kalıp nolu çay bardağı
- * PAKETLEME TÜRÜ.....: 6'lı pencereleli kutu
- * HAT KAPASİTESİ.....: 210 mamül / dakika
- * KUTU MALZEMESİ.....: Düz kesilmiş mikro dalga karton
- * KULLANILAN HAVA BASINCI.....: 7 Kg / cm²
- * KULLANILAN ENERJİ.....: 7.5 kW , 380 V AC , 3 faz , 50 Hz
- * MAGAZİN ÜNİTESİ.....: Depolama kapasitesi : 1050 kutu / dakika 3 gruplu otomatik beslemeli, 3 gruplu 2metre boyunda
- * İNDEXLİ KONVEYÖR: Mekanizma olarak zincir üzerine yerleştirilen taşıyıcı taretler ve yan profilden oluşmaktadır. Kutuların 3'lü doluyapabilecek şekilde hat boyunca ilerlemesini sağlar.
- * VIDALI SIRALAYICILAR: Mamullerin 3'lü gruplar halinde ters ve düz olarak sıralanıp, gruplanmasını temin ederler.
- * DOLUM ROBOTU ve TOOLİNGLERİ: Sıralayıcı vidalarda ters-düz olarak gruplandırılmış mamulleri alarak pencereleli kutulara yerleştirir.
- * ÖN KAPAMA MEKANİZMASI.....: İndeks zamanında bir silindir vasıtayla ileri giderek kutunun üst kapağını mamullerin üzerine yatırır.
- * DİL KIVIRMA MEKANİZMASI: İndeks zamanında kutu kilidini yarığa girecek şekilde kıvrır.
- * KAPAMA MEKANİZMASI (Sağ/Sol): Kilitleri kıvrılmış ve üst kapakları yatırılmış kutulara kilidin takılması işlemini yapar.
- * YAZILIM: Robotun hareketini ve sisteme ait elemanların senkronize olarak çalışmasını sağlayan PLC'nin programlanması.
- * PNÖMATİK AKSAM: Sisteme ait elemanların hareketi pnömatik olarak sağlanmaktadır.
- * TAHRİK AKSAMI: Mekanik hareketleri yaptıran ünite.

Pilot tesis olarak realize edilen bu hat ,sorun giderici, verim arttırıcı iyileştirme çalışmaları yapılarak model bir paketleme hattına dönüştürülecektir. Geliştirilecek hat, Grubumuza bağlı Mersin, Kırklareli ve Paşabahçe Fabrikalarında paketleme hatlarının otomasyonu için model olacaktır.

PROJELERDE NELER YAPILMASI AMAÇLANDIĞI

- * Dakikada 210 adet çay bardağına tam otomatik pencereci kutu ambalajı yapacak paketleme hattının pilot tesis olarak tasarımı,
- * Pilot tesis olarak devreye alınacak hat üzerinde sorun giderici, verim arttırıcı geliştirmeler yapılarak model hattın oluşturulması,
- * Yeni paketleme hatlarının realize edilebilmesi için gerekli alt yapının kurulması,
- * Teknik resimlerin oluşturulması,
- * Yeni projenin hızlı ve kaliteli olarak gerçekleştirilmesi için alt yapımcı firmaların performanslarının geliştirilmesi,
- * Paketleme hattı yatırımlarımızda yerli katkıyı arttırarak maliyet avantajı elde etmek,
- * Mühendislik birikimimiz ve yerli sanayinin imkanlarından yararlanabilmek,
- * Kendi özgün çözümlerimizi hayata geçirmek,
- * Orta ve uzun vadeli teknolojik hedeflerimizi realize edebilmek için gerekli teknolojik bilgileri elde etmek

amaçlanmaktadır.

PROJE BİTİMİNDE BEKLENEN SONUÇLAR

Projenin başarıyla sonuçlandırılması ile,

- * Paketleme sistemlerinde kendi teknolojimizin gelişmesi ile ihtiyaçlarımızı karşılayan özel çözümler üretilecektir.
- * Yeni paketleme hatları , daha fazla yerli katkı ile yurt içinde geliştirilip, devreye alınması için gerekli alt yapı oluşturulacaktır.
- * Paketleme sistemlerinin otomasyonu için gerekli yatırım bütçesinde tasarruf imkanı sağlanacaktır.
- * Rakip firmalar karşısında ayrıcalık ve avantaj elde ederek üstünlük sağlanacaktır.
- * Şirketimizle işbirliği yapan KOBİ durumundaki alt yapımcıların teknolojik seviyeleri yükselecektir. Böylece yeni paketleme hatları hızlı ve kaliteli bir şekilde devreye alınabilecektir

OTOMATİK PAKETLEME HATLARININ TASARIMI VE İMALATI

Engin BİLSEN

Ali ÖZABACI

Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. - Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

Cam ev eşyası üretiminde iş gücü maliyetleri etkileyen önemli bir unsurdur. Bu nedenle şirketimizde iş gücü kullanımının yoğun olduğu mamül paketleme işlemlerinde işgücü tasarrufu için yeni otomatik paketleme hatları yatırımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Otomatik paketleme hatlarının temininde bugüne kadar tamamen yabancı firmalara bağımlı kalınmıştır. Otomatik paketleme makinalarının tarafımızdan tasarlanıp büyük bir kısmının yerli olarak üretilmesi maliyet açısından çok büyük avantajlar sağlayacaktır.

Şirketimizde bu konudaki bilgi birikimi ile kendi otomatik paketleme makinaları tasarımı ve imalat teknolojisini oluşturma kapsamında, çay bardaklarına tam otomatik pencereci kutu ambalajı yapacak bir hattın imal edilmesi ve çay bardağı paketlemesinde kullanılan diğer hattın paketleme şeklinin değiştirilip çok amaçlı hale getirilmesi için bir proje ekibi oluşturuldu. Projelerde dizayn, teknik resim çizimi, sipariş aşamaları ve imalat aşamaları tamamlandı. Test çalışmaları için montaj tamamlandı, test çalışmaları devam etmektedir.

PROJENİN KISA ANLATIMI

Cam ev eşyası üretim sektörü için paketleme sistemleri iş gücü verimliliğini, maliyetleri etkileyen stratejik öneme sahip teknolojiler kapsamındadır. Bu nedenle kuruluşumuz, paketleme sistemlerini geliştirilmesi ve üretilen teknolojik bilgileri korunması gereken çekirdek teknolojiler kapsamında tanımlamıştır.

Şirketimiz kendi paketleme teknolojisini oluşturma projesi kapsamında çay bardaklarını tam otomatik pencereci kutu ambalajı yapacak bir paketleme hattının pilot tesis olarak tasarım ve imalatına karar vermiştir. Geliştirilmekte olan pilot hat, dakikada 210 adet çay bardağını tam otomatik paketeleyecek kapasitede olacaktır.

5. SONUÇ

Ecza şişesinde rekabet gücümüzün artması için kalitenin iyileştirilmesi zorunluluğu, oldukça yeni olan temiz oda teknolojisinin bu üretim hatlarında uygulanması ihtiyacını doğurmuştur. Üretimin devamlılığı nedeni ile montaj ve diğer çalışmalarda güçlükler yaşanmasına karşın 1.000 m²'ye yaklaşan bir alanda Temiz Şişe Üretim Tesisi, öngörülen sürede gerçekleştirilmiş ve Nisan 1996 da düzenlenen brifingte Ecza Sektörü temsilcilerine tanıtılmıştır. Tesisin, temiz oda teknolojisine uygun olarak sürekliliğinin korunması ve gelişiminin sağlanması; ecza şişesi üretimimizin hayatiyeti ve toplum sağlığı açısından vazgeçilemeyecek bir koşuldur.

6. KAYNAKÇA

1. Taner Özkaynak
 2. Mustafa Bilge
 3. American Conferance of Governmental Ind. Hygienists
 4. PLM / İsveç
 5. CAMFIL
- Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri
 - Tesisat Mühendisliği, Sayı 28, Temiz Oda Teknolojisi
 - Industrial Ventilation
 - Hygiene Packed Glass Containers for Pharmaceuticals 1987 Seminer Notları
 - Filter Engineering

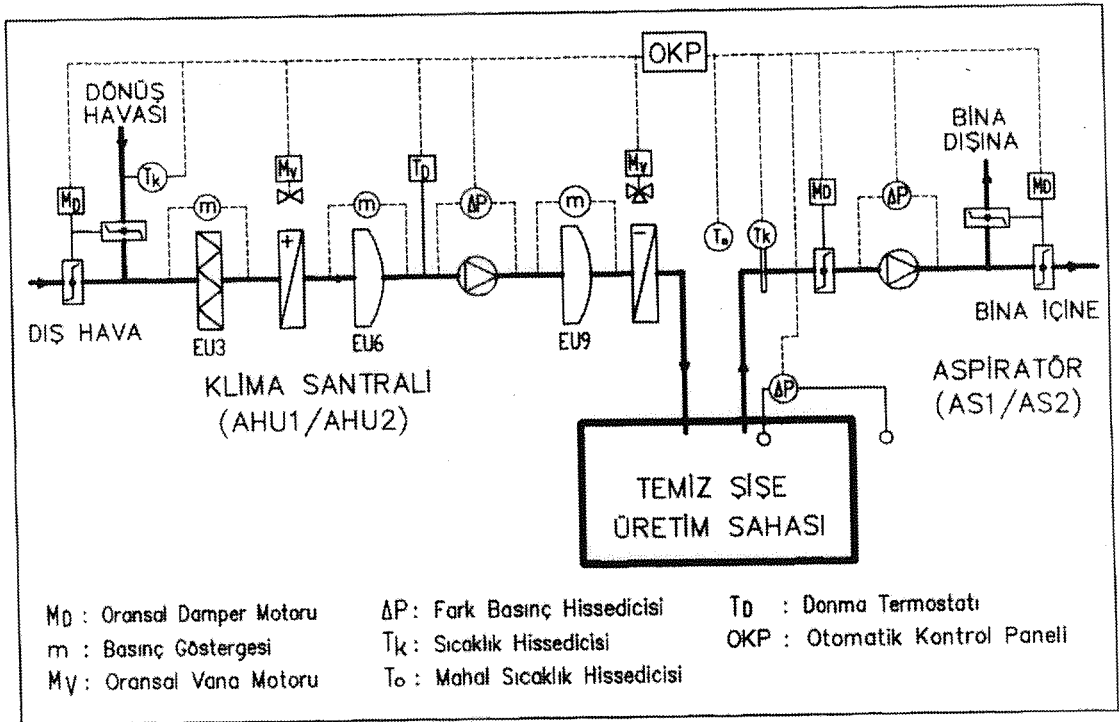
$$Q_2 = 15.000 \text{ m}^3 / \text{h} \times 0.29 \text{ Kcal/m}^3 \text{ }^\circ\text{C} \times (46-24)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 95.700 \text{ Kcal/h}$$

Temiz odanın duyulur ve gizli ısı kazanımları yanısıra sıcak şişelerin aspiratörlerle atılmayan ısı kazancı karşılığı toplam soğutma yükü, 2x260.000Kcal/h kapasiteli chiller grupları tarafından karşılanmaktadır.

4.4. OTOMASYON

Havalandırma ve klima sistemi otomasyonu mikro işlemci esaslı DDC (Direct Digital Control) sistem olup, tüm değerler bir noktadan el cihazı ile uzaktan izlenebilmekte ve set değerleri değiştirilebilmektedir. Temiz Oda ile komşu mahal arasında fark basınç hissedicisi bulunmakta ve set edilen değere (4 -10 pascal) göre oransal kontrollü damper motorları ile karışım hücrelerine giren taze hava / dönüş havası oranı ayarlanmaktadır. Torba filtreler max400 pascal fark basını set değerine göre kirlilikleri izlenmekte ve alarmları alınmaktadır. Isıtma ve soğutma akışkanlarının miktarları ise oda sıcaklık limitlerine göre iki ve üç yollu kontrol vanaları ile ayarlanmaktadır. (Şekil-3)



Şekil 3- Temiz şişe otomatik kontrol şeması

4.3.2. Temiz Odanın Pozitif Basınçta Tutulması

Soğutma fırınları, shrink fırınları ve konveyör geçişlerinde zorunlu bırakılan açıklıkların yanısıra kapı ve diğer boşluklardan hava infiltrasyonunu önlemek için oda 4-10 pascal pozitif basınçta kalacak şekilde basma ve emme hava debileri otomasyona bağlı olarak dengelenmektedir. Bu nedenle odaya verilen hava miktarı emilenden fazla olmaktadır.

4.3.3. Sıcak Şişelerin Isı Yükünün Atılması

Soğutma fırınlarında 80-130°C sıcaklıkta çıkan şişelerin ortam sıcaklığına kadar soğuması nedeniyle, özellikle yaz aylarında önemli bir ısı yükü oluşmaktadır. Isı yükünün bu bölgeden öncelikle uzaklaştırılması ise iki adet egzost aspiratörü ile yapılmaktadır.

- A1, A2, A3 Hatlarındaki ortalama üretim miktarı = 4200kg/h
- Soğutma fırınlarının çıkışındaki mamül sıcaklıkları;
 - A1..... 130°C (büyük mamül)
 - A2.... 135°C (büyük mamül)
 - A3.... 88°C (ecza)
- Oda sıcaklığı.....24°C

Soğutma fırınlarından çıkan mamullerin mahalle yaydığı ısı miktarı (Q₁):

$$Q_1 = m_{cam} \times C_{p_{cam}} \times (T_{şişe} - T_{oda}) \dots \dots \dots (3)$$

$$Q_1 = 4200 \text{ kg/h} \times 0.3 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \times (117,5 - 24)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 117.800 \text{ Kcal/h}$$

C_{p_{cam}} : Camın ısınma ısısı Kcal/kg°C

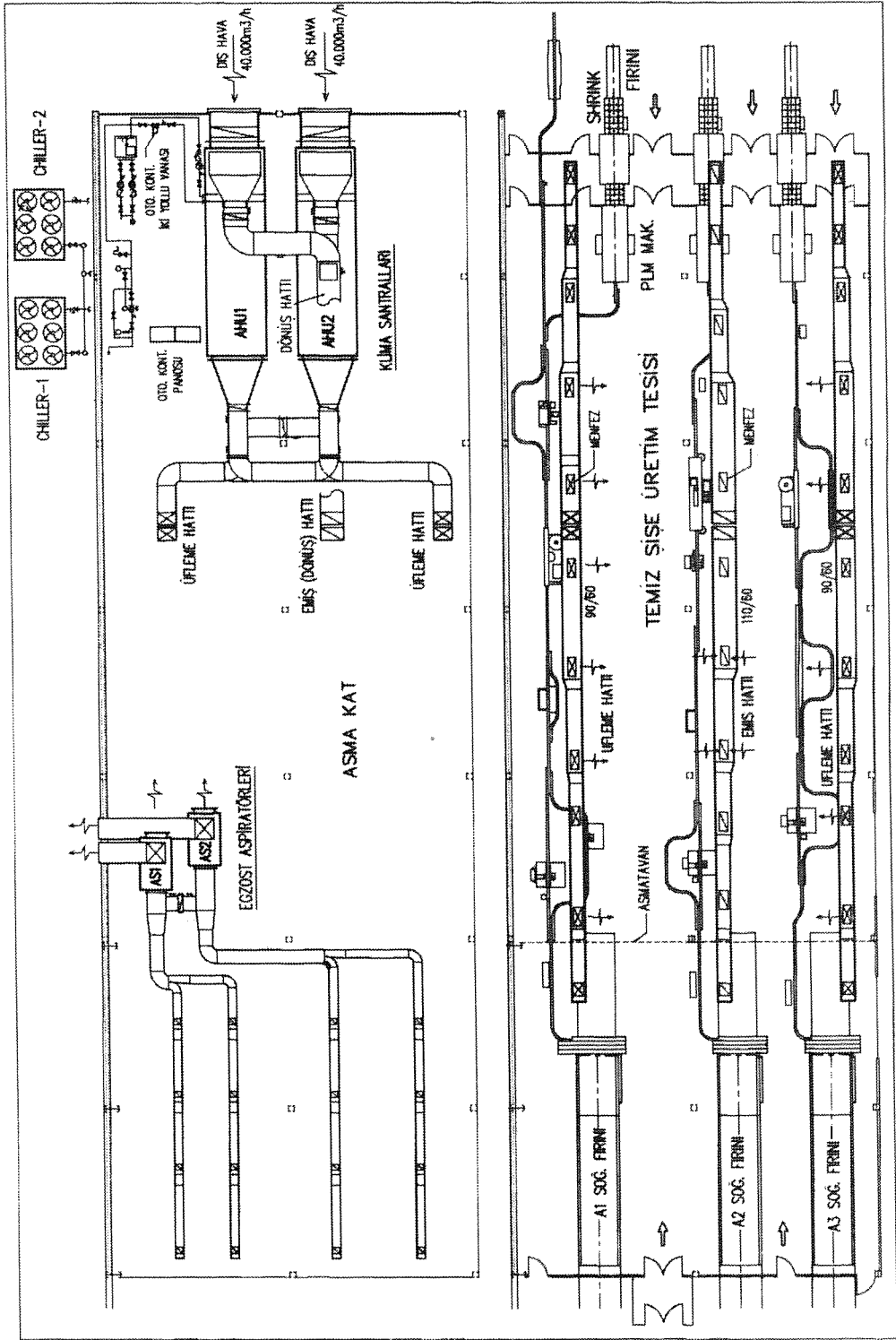
m_{cam} : A1,A2,A3 hattlarındaki saatlik üretim miktarı Kg/h

- Aspiratörler ile dışarı atılan toplam hava miktarı (Vd) :

$$Vd = 7.500 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ adet} = 15.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Aspiratörlerden dışarı atılan (egzost) hava sıcaklığı: 42÷46°C

$$Q_2 = Vd \times 0.29 \times (T_{egzost} - T_{oda}) \dots \dots \dots (4)$$



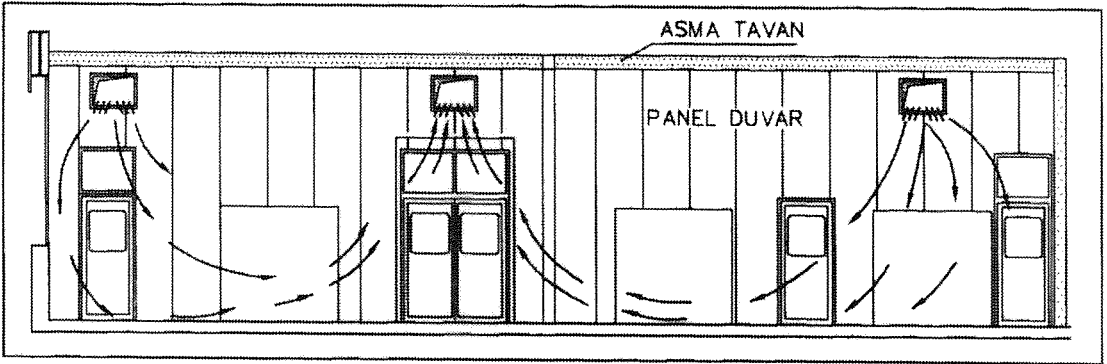
Şekil 2 - Temiz şişe üretim tesisi ve asma kat yerleşimi

4.3.1. Havanın Şartlandırılması ve Partikül Kontrolü

İki adet klima santraliyle havalandırılan Temiz Oda'da saatte 20 kez yani her 3 dakikada bir hava değişimi yapılmakta olup, bu havanın takriben %20-25'i dış ortamdan emilen hava, geri kalanı ise odadan dönüş havasıdır. 5μ ve daha büyük partikülleri %98 oranında tutulabilmesi için sistemde "Dust Spot Efficiency %95" torba filtrelerin kullanılması hava kalitesi açısından uygun bulunmuştur. Santrallarda sulu sistem rutubetlendirici bakteriyolojik açıdan uygun bulunmadığı için öngörülmemiştir. Önümüzdeki dönemde gerekli olması halinde buharlı nemlendirici kullanılacaktır. Klima santralleri, karışım hücresi, zigzag filtre (EU3), ısıtıcı serpantin, torba filtre (EU6), vantilatör hücresi, difüzör, torba filtre (EU8/9), soğutucu serpantin ve basma hücresinden oluşmaktadır.

Klima santrallerinin diğer özellikleri;

Hava Debisi	: 40.000m ³ /h
Toplam Statik Basını	: 140 mmSS
Isıtma Kapasitesi	: 315.000Kcal/h
Soğutma Kapasitesi	: 400.000 Kcal/h



Şekil 1- Temiz odada hava dağılımı

Santrallerin ısıtma ihtiyacı atık ısı kazanlarından elde edilen buhar ile, soğutma ihtiyacı ise iki adet hava soğutmalı chiller grubu ile sağlanmaktadır. Odanın her iki yan cephesinden çiftsıra, ayarlanabilir kanatlı, zit damperli menfezlerden üflenen hava odanın orta bölgesinden emilerek santrallara dönmektedir. (Şekil-1) Kanallar galvanizli sacdan, yüzeyleri düzgün ve bağlantıları infiltrasyonu önlemek için sızdırmaz biçimde yapılmıştır.

- Havalandırma ve klima sistemi

4.1. ZEMİN KAPLAMA

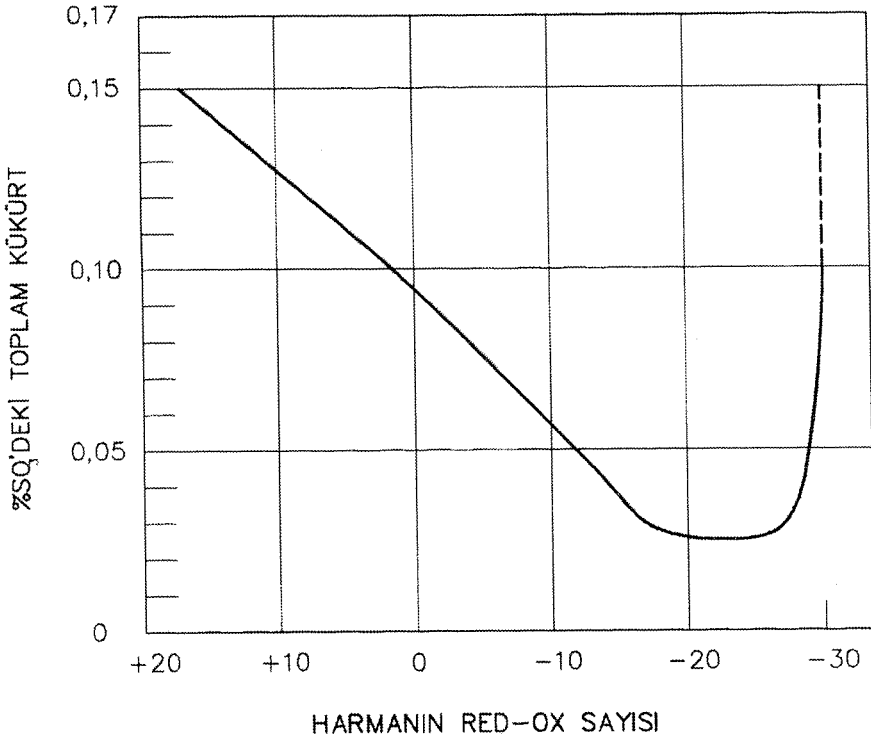
Üç üretim hattını kapsayan 940 m²'lik Temiz Odanın zemini, gıda ve sağlık tesislerinde Avrupa Birliğinin kabul ettiği akrilik esaslı (Acrylic methacrylic resins) Silikal R68 ile kaplanmıştır. İşletmede üretim faaliyetlerini durdurmadan kaplama zorunluluğu, uygulama bittikten 3 saat gibi kısa bir süre sonra kullanıma açılabilen Silikal'in tercihine neden olmuştur. Alternatif malzeme olan epoxy'nin kullanıma açma süresi ~7 gündür. Monoblok dökülebilen kimyasallara dayanıklı, formaldehit içermeyen, toz tutmayan ve kolay temizlenebilen Silikal iki komponentli (reçine+hardener) olup 1400 kg/cm² noktasal yük dayanımına sahiptir. Uygulanacak olan malzemenin adheransını sağlamak için mozaik zemin kaplama öncesi mekanik olarak temizlenip çatlak ve oyuklar özel harç ile doldurulmuştur. Ancak soğutma fırınları, konveyör ve sabit makina altları gibi bölgeler ise kimyasal maddelerle temizlenmiştir. Döşemenin yan duvarla birleştiği köşelerde, kolay temizlenebilen oval süpürgelikler kullanılmıştır.

4.2. YAN CEPHE DÜZENLEMESİ VE ASMA TAVAN YAPIMI

Temiz oda yan cephelerinde iki yüzü elektrostatik boyalı, 1mm kalınlıktaki iki alüminyum arasına poliüretan enjekte edilmiş, 45mm kalınlıkta özel paneller kullanılmıştır. Yan cephe yanısıra oda içinde bulunan çelik kolonlarda, toz tutmama ve kolay temizlenebilme özelliği olan bu panellerle kaplanarak kolonlar içindeki toz birikimi önlenmiştir. Yan cephelerde özel oval ısıcamlı pencereler kullanılmış, gerekli yerlerde geçiş kapıları yapılmıştır. Kapıların bulunduğu cephelerde oda içindeki pozitif basıncın shrink fırınlarının rejimini etkilememesi için ayarlanabilen kanatlı hava tahliye menfezleri monte edilmiştir. Yan cephe yapısı, mevcut makina parkı ve tesisat elemanlarında olabilecek değişikliklere imkan vermek amacı ile kolaylıkla sökülebilir özellikte yapılmıştır. Temiz odanın 660 m²'lik kısmında mevcut tavan kullanılmış, 280 m²'lik kısmında ise yan cephe panelleri ile aynı karakteristikte ve özel karolaj sistemine sahip 4m yükseklikte asma tavan yapılmıştır. Asma tavana monte edilen 2m yüksekliğindeki perde ile de sıcak zon diğer kısımlardan ayrılmıştır.

4.3. HAVALANDIRMA VE KLİMA SİSTEMİ

17.35m x 54.18m = 940 m² lik Brüt alana ve yaklaşık 4250 m³'lük hacme sahip olan Temiz Oda'nın havalandırmasında aşağıdaki kriterler esas alınmıştır.

CAMDAKİ SO_3 ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ İLE REDOX SEVİYESİ ARASINDAKİ BAĞINTI

Şekil - 3

2. DÜĞME VE DAMAR HATASI KAYNAKLARI

- Farklı kompozisyonda cam kırığı kullanımı.
- Harmanın homojen bir yapıda olmaması (iyi karışmamış harman).
- Farklı harman kompozisyonu.
- Hammadde tane boyutlarının uygun olmayışı.
- Cam eriyiğindeki bölgesel viskozite farklılıkları ve camın kimyasal farklılaşması.
- Refrakter korozyonu (cam eriyiği ile reaksiyona giren refrakter ana cam kütlesi içinde farklı bir kompozisyonda camsı kapanım oluşturur).
- Fırın atmosferindeki alkali buharlar, refrakter tarafından adsorbe edilerek ve camsı fazların exsudationu neticesinde akma yolu ile cam eriyiğine karışarak farklı bir kompozisyonda camsı kapanım oluşturur.

3. TAŞ HATASI KAYNAKLARI

- Refrakter kökenli taşlar (refrakterin fırın içi konumuna göre);
- Cam seviyesinin altından (cam ile temas)

Cam seviyesinin altındaki fırın bloklarından meydana gelen bu kapanımlardaki mineraller primer şekillerini korurlar.

- Cam seviyesinin üstünden (üst yapıdan),
- Cam seviyesinin üstünden kaynaklanan kapanımlar refrakterlerin aşınması sonucu, duvar boyunca oluşan akıntı ve damarlar yolu ile cam eriyiğinin içine ulaşırlar. Bu tür kapanımlarda kristaller sekonder bir oluşum kazanırlar.

b) Harman kökenli taşlar;

- Hammaddelerin ve kullanılan cam kırığının değişken kompozisyonda ve uygun olmayan tane büyüklüğünde olması.
- Harman rutubetinin fazlalığı.
- Hatalı tartım.
- Yetersiz karıştırma ve harmanın fırına taşınması sırasında hammaddelerin segregasyona uğraması.

Bildiri konumuz cam hataları olmadığından, sadece Bal cam üreten TK A fırınında yaşadığımız cam hataları, hata kaynakları ve giderilme yöntemleri üzerinde durulmuştur.

3. BAL RENKLİ CAM ÜRETEN FIRININ KARAKTERİSTİKLERİ VE KARŞILAŞILAN HATALARIN TANIMLANMASI

1. BAL REKLİ CAM ÜRETEN TK A FIRINI KARAKTERİSTİKLERİ

Fırın Ergitme Havuzu	Arkadan Ateşlemeli, Regeneratif Ergitme Alanı : 67.1 m ² Kapasite : 170 t/gün Cam Derinliği : 1150 mm
----------------------	---

Fırın Çalışma Havuzu	BHF Ergitme Alanı : 11 m ² Cam Derinliği : 450 mm
----------------------	--

Forehearthlar	PSR A1, A2, A3 KW Monoblok A4 K 36 Monoblok
---------------	---

2. KARŞILAŞILAN HATALARIN TANIMLANMASI

Bal renkli cam üreten A Fırınının soğuk tamir sonrası 04.03.1996 tarihinde devreye girmesiyle daha önceki kampanyalarda da görülen; 3 mm'den büyük

habbe ve düğme hataları görülmeye başlanmıştır. Habbe hatası genellikle imalatın dış yüzeyinde, patlamış olarak görülmüştür. Patlamış habbe ile birlikte 3 mm'den büyük, cam içinde yuvarlak veya mekik şeklinde habelere de rastlanmıştır. İnhomogenite hatası ise düğme ve taş şeklinde görülmüştür. Cam Araştırma Merkezi ile yapılan ortak çalışmalar sonucu habbe sorununa reboil mekanizmasının neden olduğu saptanmıştır. Analizi yapılan habelerde reboil oluşumunu gösteren sülfat depositleri ve H₂S gibi reboil gazları tesbit edilmiştir.

Habbe sorunu müşteri odaklı ele alındığında iri habbe olarak değerlendirilmektedir. Bir kısmı şekillendirme aşamasında patlak hale gelen bu tür habeler reboil türü habelerdir. Ancak mamullerde müşteriyi fazla rahatsız etmeyen, standartlar içinde olan habbecik hatası bulunmaktadır. Düğme hatası ile ilgili olarak Cam Araştırma Merkezi'nde yapılan analizler düğme hatasının sekonder AZS kaynaklı olduğunu göstermiştir. Bal cam üretiminde fırın atmosferinin beyaz ve yeşil camlara göre daha az oksidan olması lazımdır. Fırın işletmeciliği açısından bu tür atmosferde çalışmak son derece güçtür. Ayrıca bal camın redoks sayısının fırın atmosferinden çok etkilenmesi de çalışma şartlarında dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Çalışma dönemi içinde karşılaşılan bütün hatalar, özellikle forehearth çekişleri yüksek olan sağ ve sol baştaki A4 ve A1 hatlarında yoğunlaşmıştır. A fırını 152ton/gün çekiş ile devreye girdiğinde 3 mm'den büyük habbe hatası görülmemekle beraber %10 civarında düğme hatasına rastlanmıştır. Bu hataya montaj sonrası fırın içinde kalmış olabilecek harç artıklarının ve kampanya başında cam seviyesinde görülen yan blok aşınmasının sebep olduğu düşünülmüştür. Fakat ilerleyen zaman içinde hataların sürekli olduğu görülerek aşağıda detayı verilen çalışmalar yapılmıştır.

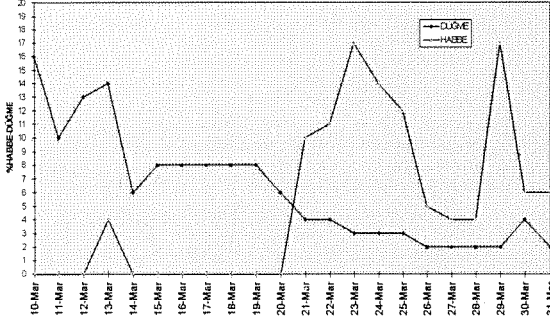
4.CAM HATALARININ GİDERİLMESİ İÇİN YAPILAN ÇALIŞMALAR

MART/1996

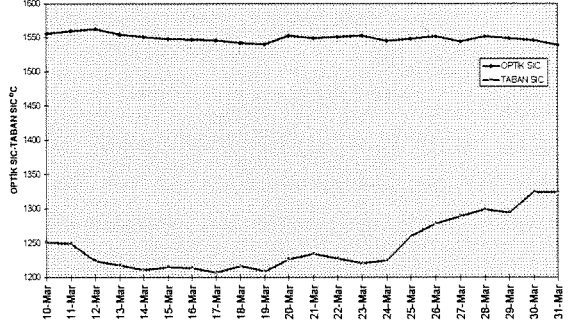
Soğuk tamir sonrası 6 Mart tarihinde A1 makinası damla kesmeye başladı. 6 - 18 Mart tarihleri arasında ortalama 152 ton/gün fırın çekişi ile çalışıldı. Bu dönemde cam hatası olarak ortalama %10 düğme, yok denecek kadar az 3 mm'den büyük habbe görüldü. Fırın sıcaklığı optik değer olarak 1560°C seviyesinden 1540°C seviyesine düşürüldü, Atrampaj sonunda 1380°C'ye kadar yükselen taban sıcaklığı 1210-1230°C seviyesine düştü. 18-30 Mart tarihleri arasında ortalama 160 ton/gün çekiş ve ortalama 1550°C optik sıcaklıkla çalışıldı. Bu dönemde 3 mm'den büyük habbede artış, düğmede ise azalış görüldü (%4-6 habbe, %3 düğme). 19 Mart tarihinde ergimeyi kolaylaştırarak

taban sıcaklığını arttırmak amacı ile cam analizinde %0.5 B₂O₃ olacak şekilde harmana Boraks pentahidrat katıldı. Taban sıcaklığı 1210°C'den 1300°C'ye yükseldi.

A FIRIN HABBE-DÜĞME DEĞİŞİMİ



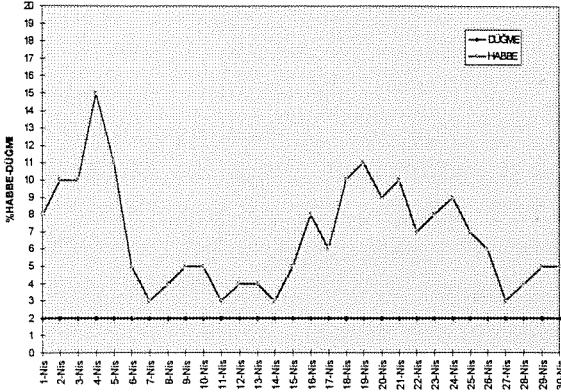
A FIRIN OPTİK SICAKLIK-TABAN SICAKLIĞI DEĞİŞİMİ



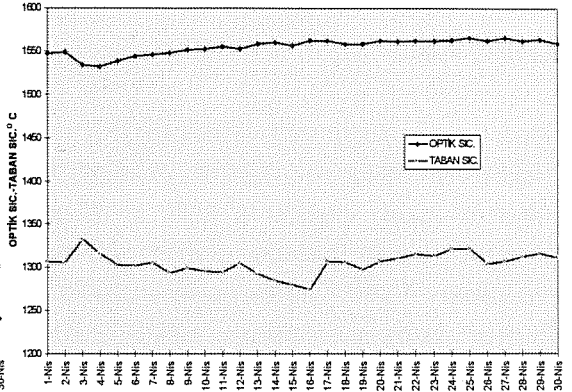
NİSAN/1996

01-10 ; 10-22 : 22-30 ; Nisan dönemlerinde fırın çekişi sırasıyla 154 -160 -167 ton/gün olarak çalışıldı. Optik sıcaklık 1540°C seviyesinden sürekli bir artışla 1560-1565°C'ye yükseltildi. Boraks pentahidrat 17 Nisan'da cam analizinde %1.0 B₂O₃ olacak şekilde arttırıldı. Taban sıcaklığı ortalama 1310°C'de tutuldu. Cam hatası olarak ; 3 mm'den büyük habbe %4-12 arasında değişerek ortalama %8, düğme ise %0-%3 arasında değişerek ortalama %2 olarak görüldü.

A FIRIN HABBE-DÜĞME DEĞİŞİMİ

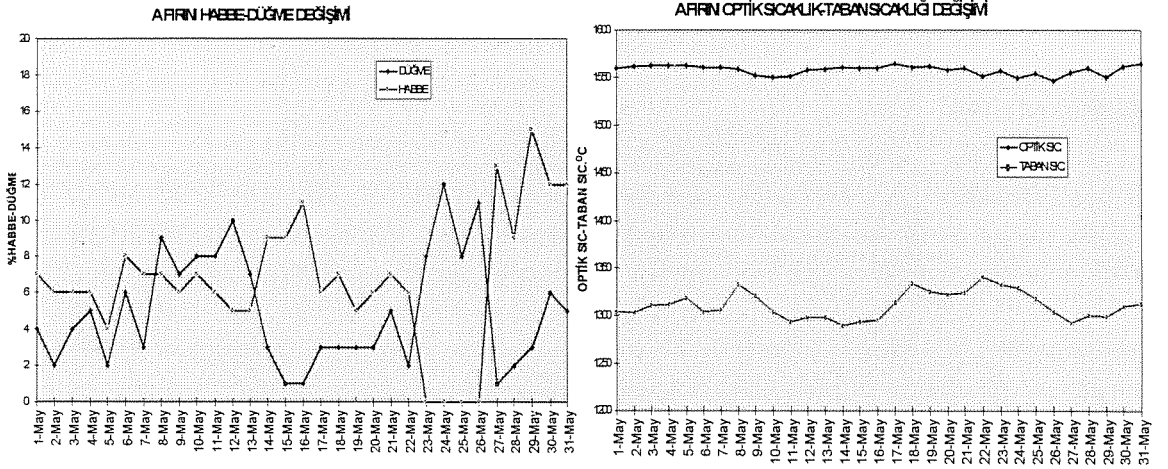


A FIRIN OPTİK SIC-TABAN SICAKLIĞI DEĞİŞİMİ



MAYIS/1996

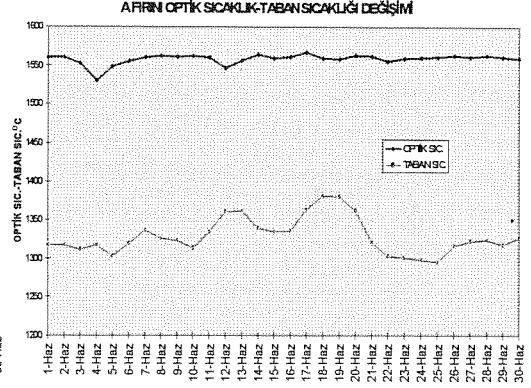
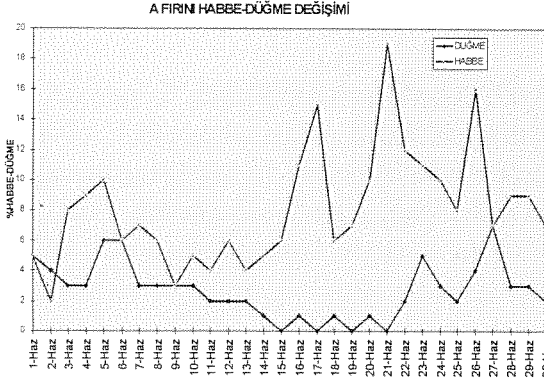
Çekişteki değişimlere bağlı olarak optik sıcaklık 1555-1565°C arasında tutuldu. Taban sıcaklığı 1290- 1340°C arasında değişerek ortalama 1310°C'de seyretti. Cam hatası olarak; 3 mm'den büyük habbe %0-14 arasında değişerek ortalama %7, düğme ise %1-12 arasında değişerek ortalama %6 olarak görüldü. 08-12 Mayıs tarihleri arasında optik sıcaklık 1550°C'de çalışıldı. 15-23 Mayıs tarihleri arasında hava / yakıt oranı baca gazlarındaki O₂ miktarı %3.5 olacak şekilde ayarlandı.



HAZİRAN/1996

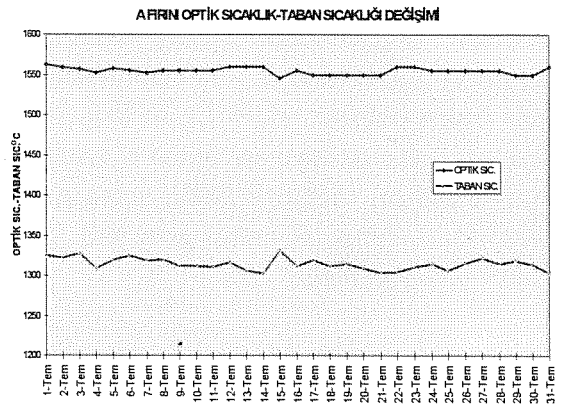
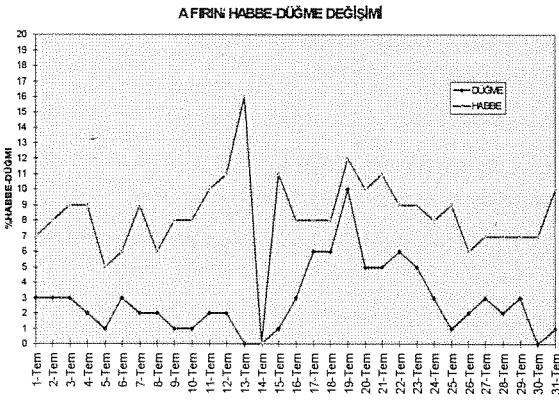
Çekiş, 01-18 ;18-25 ;25-29 Haziran dönemlerinde sırasıyla 156-164 -154 ton/gün olarak seyretti. 03-04 Haziran tarihlerinde optik sıcaklık kademeli olarak 1560°C'den 1530°C' ye düşürüldü. Beraberinde hava/yakıt oranı baca gazlarındaki O₂ miktarı %3.2 olacak şekilde düşürüldü. Cam hatalarında yükselme görüldüğü için 05 Haziran tarihinde optik sıcaklık ve hava/yakıt oranı baca gazlarındaki O₂ miktarı %3.5 olacak şekilde ayarlandı. Ay boyunca optik sıcaklık ortalama 1560°C'de tutuldu, çekişteki değişimlere bağlı olarak taban sıcaklığı 1300-1380°C arasında değişti. 3 mm'den büyük habbe %2-14 arasında değişerek ortalama %8, düğme %0-7 arasında değişerek ortalama %3 olarak görüldü.

12. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU



TEMMUZ/1996

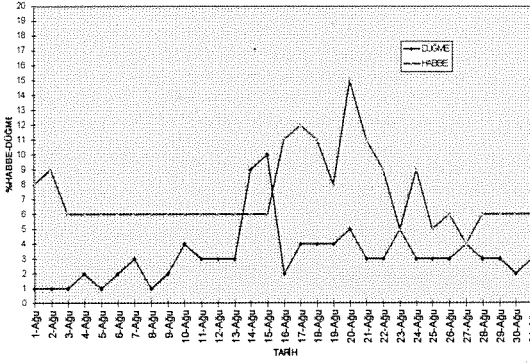
Çekiş değişimleri fazla oldu. Çekiş 142 ton/gün ile 162 ton/gün arasında değişti. Optik sıcaklık ortalama 1550°C'de tutuldu. Çekiş değişimlerine bağlı olarak taban sıcaklığını sabit tutmak amacıyla optik sıcaklıklar ayarlanarak taban sıcaklığı 1305-1325°C arasında götürüldü. 3 mm'den büyük habbe %6-14 arasında değişerek ortalama %9, düğme %0-6 arasında değişerek ortalama %4 olarak görüldü. 12 Temmuz tarihinde cam analizinde %0.75 B₂O₃ olacak şekilde Boraks pentahidrat azaltıldı. Düğmedeki artış nedeniyle 24 Temmuz tarihinde hava/yakıt oranı arttırıldı. Sonuç alınamayınca 25 Temmuz tarihinde hava/yakıt oranı eski değerine düşürüldü.



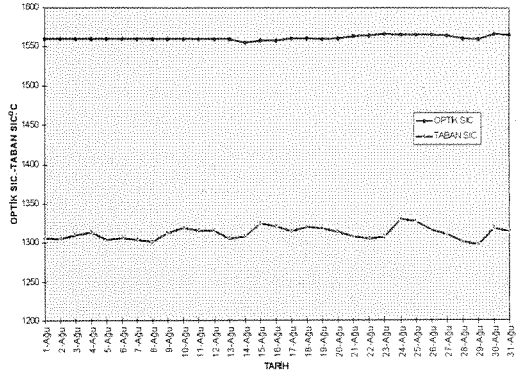
AĞUSTOS/1996

Çekiş 01 - 13;13 - 20;20 - 31 Ağustos dönemlerinde sırasıyla 156-151-162 ton/gün olarak seyretti. Optik sıcaklık 1555-1565°C arasında tutuldu. Çekişteki değişimlere bağlı olarak taban sıcaklığı 1300- 1320°C arasında değişti. 07 - 12 Ağustos tarihleri arasında regeneratör sıcaklıkları yükseldiği için hava/yakıt oranı eski değerine yükseltildi. 3 mm'den büyük habbe %3-12 arasında değişerek ortalama %6, düğme %1-4 arasında değişerek ortalama %3 olarak görüldü. Çekişin yükseldiği dönemde 3 mm'den büyük habbeye %12 seviyelerine yükselme görüldü.

A FIRIN HABBİ-DÜĞME DEĞİŞİMİ



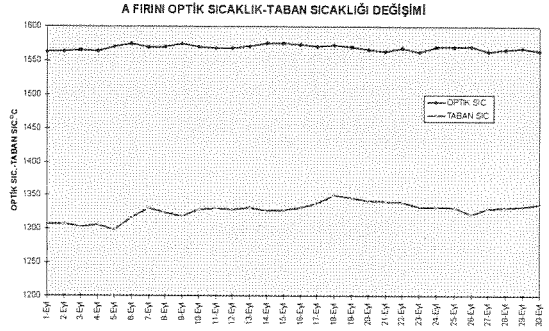
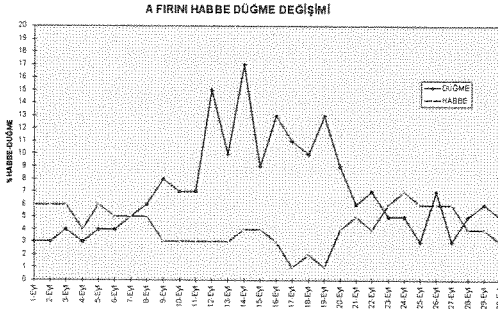
A FIRIN OPTİK SICAKLIK-TABAN SICAKLIĞI DEĞİŞİMİ



EYLÜL/1996

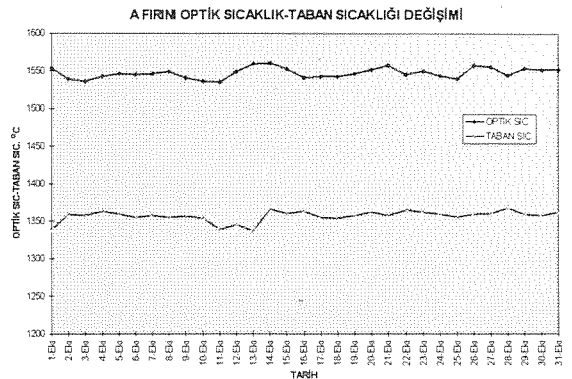
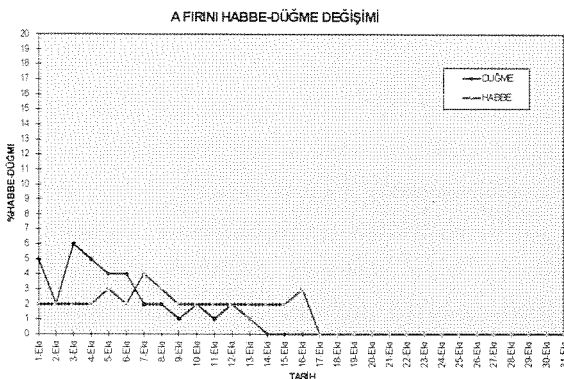
Çekiş, 01 - 05;05-09 ; 09-13 ; 13-16 ; 16-25 ; 25-30 Eylül dönemlerinde sırasıyla 162-155-150-158- 154-158 ton/gün olarak seyretti. Optik sıcaklık 1565 - 1575°C arasında tutuldu. Taban sıcaklığı çekiş azalmasına bağlı olarak 1305°C seviyesinden 1330 - 1340°C'ye yükseldi. Fırının ergimesi ve köpük tabakası takip edilerek 9 - 13 Eylül tarihleri arasında hava/yakıt oranı baca gazlarındaki O₂ miktarı %3.5'den kademeli olarak %4.2'ye yükseltildi. 1565-1575°C arasında seyreden optik sıcaklık değiştirilmedi. Yapılan değişiklik sonucu 3 mm'den büyük habbeye önemli bir değişiklik olmadığı halde düğme ortalama olarak %5 den %13'e yükseldi. Yapılan gözlemlerde ergitme havuzu kemer yatak taşları soğutma havasının, fırın atmosferine girerek üst yapı akmalarına sebep olduğu görüldü. Bu nedenle, fırınında yeni olduğu göz önüne alınarak 18 Eylül tarihinde kemer soğutma havası fanı kapatıldı. Hava/yakıt oranı kademeli olarak baca gazlarındaki O₂ miktarı %3.2 olacak şekilde ayarlandı. Yapılan bu değişiklikler sonucu 3 mm'den büyük habbe ortalama %4'den %6'ya yükseldi, düğme ise %13 seviyesinden %6 seviyesine düştü. 26, 27, 28 Eylül tarihlerinde regeneratör sıcaklıkları yükseldiği için hava/yakıt oranı ka-

demeli olarak eski değerine yükseltildi (baca gazında %4.2 O₂). Daha indirgen bir atmosfer sağlamak için çalışma havuzu ve forehearth yakma sistemlerinde oksijen ölçümleri yapılarak, karışımdaki oksijen oranı %19.1'den %18.5'a düşürüldü. 30 Eylül tarihinde optik sıcaklık 1565-1575°C seviyesinden 1545-1555°C seviyesine düşürüldü.



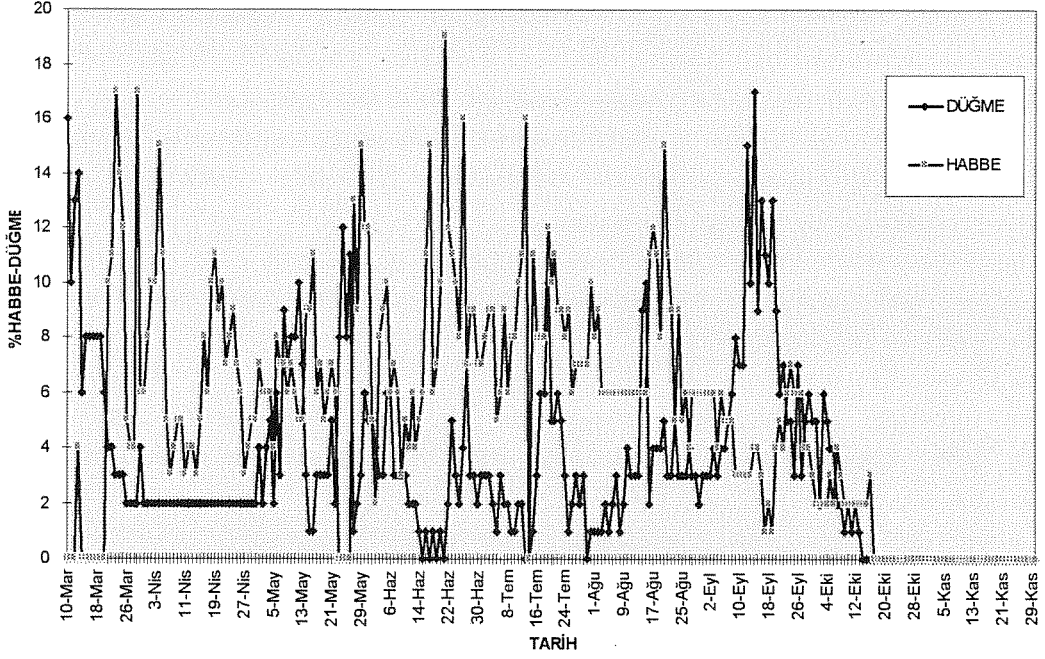
EKİM/1996

Çekiş, 01-05 ; 05-09 ; 09-19 ; 19-24 ; 24-31 Ekim dönemlerinde sırasıyla 153-159-145-153-148 ton/gün olarak seyretti. Optik sıcaklık 1545 - 1555°C, taban sıcaklığı 1355°C de çalışıldı. 30 Eylül tarihinde fırında sıcaklık düşürülmesi ile beraber 1, 4 ve 13 Ekim tarihlerinde bubbler havaları kademeli olarak artırılarak taban sıcaklığının yükseltilmesi sağlandı. Optik sıcaklığın düşürülmesi sonucu, regeneratör sıcaklıkları yükseldiği için düşürülemeyen hava/yakıt oranı 3 ve 4 Ekim tarihlerinde kademeli olarak, baca gazlarında % 2.0 O₂ olacak şekilde düşürüldü. Böylece fırın atmosferinden cama ısı transferini engelleyen köpük tabakasının oluşumu önlendi. Bubbler havalarının artırılması ile 1 Ekim tarihinden itibaren taban sıcaklığı 1355-1365°C seviyesine yükseldi. 17 Ekim tarihinden itibaren 3 mm'den büyük habbe ve düğme hatası tamamen giderilmiş oldu.

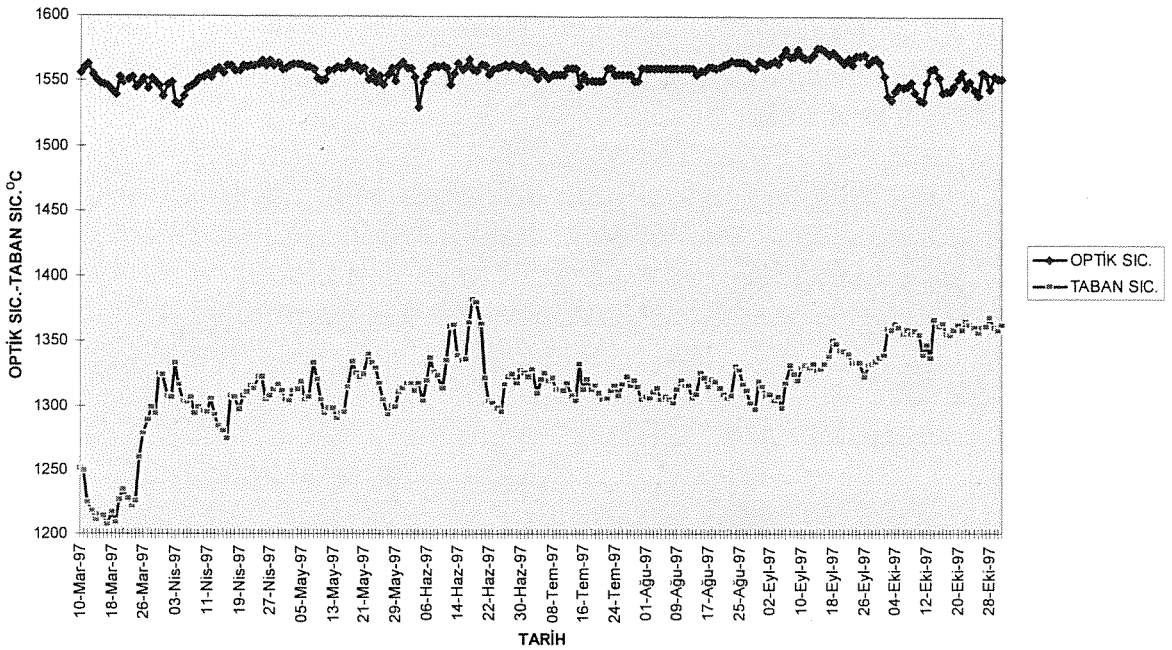


12. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

A FIRINI HABBE-DÜĞME DEĞİŞİMİ



A FIRINI OPTİK SICAKLIĞI-TABAN SICAKLIĞI DEĞİŞİMİ



5. SONUÇ

İndirgen özellik taşıyan bal rengi cam habbeye neden olabilecek gazları daha az miktarda bünyesinde barındırmakla birlikte; şartların değişimine karşı daha fazla hassas olup, ufak değişikliklerde bile oksidan camlara göre daha kolay reboil mekanizmaları oluşabilmektedir. Analizi yapılan habbelerde reboil oluşumunu gösteren sülfat depositleri ve H_2S gibi reboil gazları tesbit edildiğini önceki bölümde belirtmiştik.

Yapılan çalışmalarla 3 mm'den büyük habbe ve düğme hatalarının nasıl giderildiği şu şekilde özetlenebilir:

- Camın ergitme sıcaklığının artırılması ile, cam hataları bölümünde belirtildiği gibi reboil sıcaklığı artırılmış ve reboil habbesi oluşum ihtimali azaltılmıştır.
- Cam ergitme sıcaklığının artırılması ile afinasyon iyileştirilmiş, habbecik seviyesi düşürülmüş ve bu nedenle reboil habbesi oluşum ihtimali azaltılmıştır.
- Çalışma havuzu ve forehearthlarda, karışımdaki oksijen oranı %19.1'den, %18.5'e düşürülerek, oksidan-indirgen ortam şartlarının değişimine karşı hassas olan ve kolaylıkla reboil oluşum mekanizmaları oluşturabilen bal renkli camda reboil oluşum ihtimali azaltılmıştır.
- Ergitme havuzu atmosferinin daha indirgen yöne çekilerek üst yapıda meydana gelebilecek reaksiyonlar sonucu exsudation ve refrakter korozyonu oluşum ihtimali azaltılmıştır.
- Bubbler patlama sayısının artırılması ile cam akımları etkinleştirilmiş ve fırın sıcaklık profili iyileştirilmiştir.

Son olarak, enerji iletiminin zor olduğu bal renkli cam üretecek fırınların dizayn çalışmalarında cam derinliğinin azaltılmasının ve tabandan elektrik boosting uygulamasının işletme sırasında ortaya çıkabilecek cam hatalarının azaltılmasında yararlı olacağını düşündüğümüzü belirtmek istiyoruz.

REFERANSLAR

1. Dr. AYDIN E., "Cam Hataları", T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Cilt 11 Sayı 6, Yıl 1982.
2. ORAN M., "Kaynama (Reboil) Sıcaklığı ve Cam Kalitesi ölçümü" T.Ş.C.F.A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Cilt 18 Sayı 2, Yıl 1989.
3. YURTSEVEN Ş.M.A., "GLASTECHNISCHE BORICHTE 53", Teknik Tercüme No.7 Sayfa 189-194, Yıl 1980.

BOROSİLİKAT CAM FIRININDA OXY-FUEL YAKMA UYGULAMASI*

Murat TÜRKAY

Paşabahçe Cam San.ve Tic.A.Ş.Kırklareli Fabrikası

Levent KAYA

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Son yıllarda giderek yaygınlık kazanan oksijenli yakma sisteminin, birkaç yıllık deneme sonucunda, borosilikat cam eritmede oldukça karlı bir teknik olduğu anlaşılmıştır. Oxy-fuel yakma sistemine geçilen fırınlarda aynı eritme alanından %20-25 daha fazla cam alınabildiği, ayrıca borosilikat camda fırın ömrünü tayin eden rejeneratörlerin bu sistemde bulunmaması nedeniyle,

- Fırın tamir sürelerinin kısılması,
- Refrakter malzeme masraflarının azalması, ve
- Fırın ömrünün uzaması,

gibi avantajlar elde edilmektedir.

Oxy-fuel yakma sisteminin bu avantajları gözönüne alınarak, Teknik Cam Fabrikamızın borosilikat bölümünün Kırklareli Fabrikamıza taşınması fırsatından yararlanmak suretiyle 85 T/G eritme kapasiteli yeni borosilikat fırını oxy-fuel olarak yapılmış ve 1996 yılı 2. yarısında devreye alınmıştır.

Bu yatırımla birlikte, oksijen maliyetini düşürmek amacıyla 72 t/g kapasiteli bir PSA Oksijen Üretim Tesisi kurulmuştur.

Fırının devreye alındığı Ağustos 96'dan bugüne kadar olan çalışma devresi için yapılan değerlendirme çalışmalarından alınan sonuçlar oldukça olumlu gözükmektedir.

* GİZLİLİĞİ NEDENİ İLE YAYINLANMAMIŞTIR.

SEMPOZYUM PROGRAMI

1. OTURUM (10:20-11:50)

10:00 - 10:10

AÇILIŞ

10:10 - 10:20

**GENEL MÜDÜR Sn. ADNAN ÇAĞLAYAN'IN AÇIŞ
KONUŞMASI**

Başkanlık: Dr.Yıldırım TEOMAN

10:20 - 10:40

**CAM AMBALAJ FIRINLARINDA ELEKTRİK TAKVİYE
UYGULAMALARININ MODELLENMESİ**

Zeynep ELTUTAR- Lale ÖNSEL

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

10:40 - 11:00

**CAM AMBALAJ TASARIM VE ÜRETİMİNDE SAYISAL
MODELLEME**

Kayhan YİĞİTLER

Ambalaj Grubu Geliştirme Başkan Yardımcılığı

11:00 - 11:20

**CAMIN, ÜRETİMDEN SONRAKİ HAREKETLERİNİN
İZLENMESİ ve KONTROLÜ**

Ahmet Naim BERKKAN

Trakya Cam San.A.Ş Mersin Fabrikası.

Hulusi YAĞ

Enformasyon Teknolojisi Müdürlüğü

11:20 - 11:50

ÇAY ARASI

2. OTURUM (11:50-12:50)

Başkanlık: Çetin AKTÜRK

11:50 - 12:10

YÜKSEK VERİMLİ KOLLEKTÖR CAMI

Tuncer AKMAN

Çayırova Cam San. A.Ş.

Fehiman AKMAZ

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

12:10 - 12:30 **YÜKSEK PERFORMANSLI EKONOMİK SERA CAMI**
Esat SERT
Çayırova Cam San.A.Ş.
Hüseyin CEVRİ
Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü

12:30 - 12:50 **TERMOPLASTİK BOYALARDA DAYANIKLILIĞIN
ARTTIRILMASI**
Ruhsar ÖNDER
Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Kırklareli Fabrikası

13.00 - 14.30 **YEMEK ARASI**

3.OTURUM (14:30-15:30)

Başkanlık: Ünay GÜLDAL

14:30 - 14:50 **SODA-KİREÇ-SİLİS CAM AMBALAJLARINDA SO₃
KAPLAMA YÖNTEMİ İLE KİMYASAL DAYANIKLILIĞIN
ARTTIRILMASI**
Handan ERGÜN - Şenol IŞIKSER
Topkapı Şişe San. A.Ş.

14:50 - 15:10 **ECZA ŞİŞESİ ÜRETİM HATLARINDA TEMİZ ODA
TEKNOLOJİSİNİN UYGULANMASI**
Halim YARAŞAN - Taylan SABANER
Topkapı Şişe San. A.Ş.

15:10 - 15:30 **OTOMATİK PAKETLEME TASARIMI VE İMALATI**
Engin BİLSEN - Ali ÖZABACI
Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş.
Paşabahçe Fabrikası

15:30 - 16:00 **ÇAY ARASI**

4. OTURUM (16:00-17:00)

Başkanlık: A. Taner UZ

16:00 - 16:20

HARMAN ANALİZLERİNDE XRF YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Alpaslan ERENTÜRK - Atilla ÇEBİ -
Erkut ESEN - Mehmet EROĞLU
Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

16:20 - 16:40

BAL RENKLİ CAMDA 3 mm'den BÜYÜK HABBE, DÜĞME, TAŞ HATALARININ GİDERİLMESİ

Ateşhan ÖRS - Bilal DAVUTOĞLU -
Celal SAĞLAM
Topkapı Şişe San. A.Ş.

16:40 - 17:00

BOROSİLİKAT CAM FIRININDA OXY-FUEL YAKMA UYGULAMASI

Murat TÜRKAY
Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Kırklareli Fabrikası
Levent KAYA
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

17:00

KAPANIŞ

19:30 - 22:30

YEMEK

(ÇAYIROVA SOSYAL TESİSLERİ)