



TÜRKİYE ŞİŞE VE CAM FABRİKALARI A.Ş.

19.

CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

19 KASIM 2004

İŞ SANAT KÜLTÜR MERKEZİ
İSTANBUL KONSER SALONU

Copyright©2004

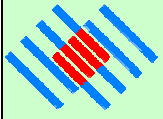
*Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
(Hizmete Özeldir – Para ile Satılmaz)
350 adet hazırlanmıştır
Kaynak gösterilmek şartıyla alıntı yapılabilir.
Bildirilerden yazarları sorumludur.*

Yayına ait Katalog Bilgileri

Sınıflama/Yer : UDC 666.1(56)''2004'' (063)=943.5 CAMi 2004
Yayın Türü : CD-ROM (Adobe Acrobat dosyası)
Eser Adı : 19. Cam Problemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı
Yazar(lar) Adı : ed. A.Semih İşevi – Melek Orhon
Emeği Geçenler : Burak İzmirlioğlu (Kapak Fotoğrafı)
Celal Kenç (CD kayıt ve Baskı)
Yayın Tarihi : 2004 Kasım
Yayın Yeri : İstanbul
Yayımlayan : T.Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
Dizi : Cam Araştırma Merkezi Kütüphane-Dokümantasyon Bölümü
Yayımları / Sempozyumlar Dizisi: 19
Konu : 1. Glass Problems 2. Glass Technology 3. Congresses
I. İşevi, A.Semih II. Orhon, Melek III. Seri
Yayın Koordinasyonu : LineeR digital fotoğraf / (0212) 279 97 44



T.Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
İş Kuleleri Kule-3 34330 4.Levent/İstanbul
Tel : (0212) 459 55 00
Faks : (0212) 459 55 10
e-posta: sisevi@sisecam.com.tr
meorhon@sisecam.com.tr
<http://www.sisecam.com.tr>



19. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

19 Kasım 2004/İş Sanat Kültür Merkezi
İstanbul Konser Salonu

AÇILIŞ OTURUMU (09:00 – 10:30)

Oturum Başkanı: Dr. Yıldırım Teoman

09:00 - 09:10	Dr. Yıldırım Teoman	(Açılış Konuşması)
09:10 - 09:30	(Açılış Konuşması)	
09:30 - 10:00	Cam Teknolojisinde Geleceğe Bakış	<u>Gülçin Albayrak</u> - <u>Hande Sengel</u> – <u>Fehiman Akmaz</u> Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
10:00 - 10:30	Bina Isı Yalıtımında Camın Rolü	<u>Dr. Yusuf Saraç</u> – <u>Can Kaplan</u> Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ARA (10:30 - 10:50)

OTURUM II (10:50 – 12:30)

Oturum Başkanı: Dr. Reha Akçakaya

10:50 - 11:10	Cam Ambalajlar için Yaşam Döngü Değerlemesi	<u>Mustafa Özcan*</u> - <u>Yrd. Doç. Dr. Nilgün Kıran Cılız</u> - <u>Yük. Müh. Aslı Alkan</u> - <u>Yük. Müh. Selen Gürbüz</u> *Cam Ambalaj Grubu Geliştirme Başkan Yardımcılığı Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü
11:10 - 11:30	Paşabahçe Mersin - A Fırını 1.Kampanya Sonunda Rekor Cam Çekışı	<u>Dr.Hilmi Akıncı</u> - <u>Bülent Kuca</u> – <u>Ertuğrul Yay*</u> Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
11:30 - 11:50	IS Makinalarında Yapılan Mekanizma Geliştirmeleri	<u>Ferit Saçbükler</u> - <u>Semih Özbay</u> - <u>M. Oğuz Kartepe</u> – <u>Tezcan Günay</u> Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası
11:50 - 12:10	Cam Ev Eşyası Sektöründe Metal Kaplama Yöntemleri Üzerine Araştırmalar	<u>Yüksel Soykut</u> – <u>Kaan Say*</u> - <u>Dr.Hakan Sesigür**</u> İş Geliştirme Müdürlüğü/Cam Ev Eşyası Grubu * Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.Kırklareli Fabrikası ** Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
12:10 - 12:30	Saydam İletken Kaplamalar	<u>Seniz Türküz</u> - <u>Hüseyin Parlar</u> Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

YEMEK (12:30 - 13:30)

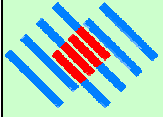
İş Kule-3 Yemekhanesi

(Güvenlik nedeniyle yaka kartlarının takılması zorunludur)

OTURUM III (13:30 – 14:50)

Oturum Başkanı: Gülçin Albayrak

13:30 - 13:50	3 Damla Pres Makinalarında Çift Parçalı Kalıp Çalışması	<u>Arif Karahan</u> - <u>Mesut Irmak</u> Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası
13:50 - 14:10	Float Cam Üretiminde Sıcak Bölgede On-line Kalınlık Ölçümü	<u>Serhat Artunç</u> - <u>Haşim Ekici</u> Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası
14:10 - 14:30	Narrow Neck Press Blow Prosesinde Aksiyal Soğutma Yerine Radyal Soğutma Uygulanmasının Avantajları	<u>Zeynel Abidin Bilgin</u> – <u>M. Önder Çiğdem</u> Anadolu Cam Sanayii A.Ş.Mersin Fabrikası
14:30 - 14:50	Basıncılı Hava Devrelerinde Performans Artırıcı Bir Yöntem: Düşük Basıncılı Hava Devresi	<u>Zeki Alimoğlu*</u> – <u>Murat Aşkın-Bahtiyar Dalgıç</u> – <u>Erdal Balhan</u> – <u>Osman Öztürk</u> *İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.



19. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU
19 Kasım 2004/İş Sanat Kültür Merkezi
İstanbul Konser Salonu

ARA (14:50 - 15:10)

OTURUM IV (15:10 – 16:50)

Oturum Başkanı:		Tuğrul Misoğlu
15:10 - 15:30	Akrilik Yüzey Uygulamaları için Polyester Geliştirme Evreleri	Sevinç Erdoğan - Banu Demirboğa Aslan Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
15:30 - 15:50	Kalıp ve Kalıp Aksesuarlarında Sfero Malzeme Kullanımı, Yaygınlaştırılması	Kemal Özkan – Dr.Hakan Sesigür* Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası *Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
15:50 - 16:10	Kurşunsuz Kadmiyumsuz Seramik Boyalarda Teknolojinin Bugünkü Durumu	Haluk Erdem İş Geliştirme Müdürlüğü/ Cam Ev Eşyası Grubu
16:10 - 16:30	TR3 Fırını Asma A Duvarının Silika İle Kaplanması	Habib Yıldırım - Gökhan Atikkan Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası
16:30 - 16:50	Elektrostatik Disk Boyama Teknolojisi ve Cam Ev Eşyası Uygulaması	Zeki Alimoğlu – Haluk Erdem – Eylem Çelik İş Geliştirme Müdürlüğü/ Cam Ev Eşyası Grubu

ARA (16:50 - 17:10)

OTURUM V (17:10 – 18:50)

Oturum Başkanı:		İsmail Hakkı Hacıoğlu
17:10 - 17:30	Cam Ambalaj Üretiminde Kullanılan Ebişör ve Finisör Kalıplarında Kalite Artışına Yönelik Yapılan Geliştirme Çalışmaları	Murat Ünalı - Tamer Öztürk - Eyüp Yağcı Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası
17:30 - 17:50	Borcam Bant Temperleme Hattı	Erhan İltar - Zeki Alimoğlu – Yalçın Güney* İş Geliştirme Müdürlüğü/ Cam Ev Eşyası Grubu *Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Kırklareli Fabrikası
17:50 - 18:10	Vakumda İnce Film Kaplama Yönteminde Kullanılan Kalay Targetlerin Yerli İmkanlarla Üretimi	M. Can Akyüz - Hüseyin Parlar* - Seniz Türküz*- Doç.Dr.Ali Arslankaya** Trakya Cam Sanayii A.Ş. Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası *Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü **TÜBİTAK - MAM
18:10 - 18:30	Şişecamda Yurt içi İmkanlarla Geliştirilen Cihazlar	Osman Bilaloğlu – Mehmet Ali Tiryaki - Prof.Dr. Fikret Hacızade* Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası *TÜBİTAK-UEKAE
18:30 - 18:50	Işık Yüzyılının Camları	Dr. Baha Kuban İş Geliştirme Müdürlüğü

KOKTEYL (19:00 - 21:00)

CAM TEKNOLOJİSİNDE GELECEĞE BAKIŞ

Gülçin Albayrak - Hande Sengel – Fehiman Akmaz

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Şirketimiz bünyesinde 80’li yıllardan bu yana dek hammaddeler ve cam kompozisyonlarında, teknolojik gelişmeler ve sinai maliyet unsurları da göz önünde bulundurularak yapılan iyileştirmelerle, düz cam, cam ambalaj, cam ev eşyası ve elyaf camları, gerek üretim koşulları, gerekse ürün özellikleri itibariyle optimum değerlere ulaşmıştır. Ancak cam üretiminin her konusunda olduğu gibi yaşayan bir süreç olan cam teknolojisi, çevresindeki etkenlerin dayattığı faktörler çerçevesinde kendini sürekli yenilemek mecburiyetindedir.

Yakın geleceğimizin en temel problemlerinden olan fosil yakıtların arzındaki kısıtlama ve beraberinde getireceği fiyat artışları ile doğal kaynakların en ekonomik şekilde kullanılması ve çevrenin korunması ilkeleri, cam teknolojisi bütünü içinde ele alınan hammaddeler, cam kompozisyonları, camın eritilmesi ve şekillendirilmesi sırasındaki çeşitli süreçlere farklı bakış açılarıyla yaklaşılmasını zorunlu kılmaktadır.

Bu bildiri ile cam teknolojisi konusunda, son 20 yıldır yapılan geliştirme çalışmaları özetlenmekte, cam sanayii için yakın gelecekte gündemde olacak ve cam dünyasının yukarıda anılan faktörler bağlamında geleceğini yaratacak çalışmalara kısaca göz atılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Cam teknolojisi

Bina Isı Yalıtımında Camın Rolü

Dr .Yusuf Saraç - Can Kaplan
Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Özet

Mimari camların temel özelliği,dış ortamla görüntü bağlantısı sağlayarak aydınlık bir yaşam alanı sunmalarıdır. Camın doğasından gelen bu temel özelliğin yanı sıra çift cam teknolojilerinin gelişimi ile artırılan yalıtım özelliği,yüzey kaplama teknolojilerinin de desteği ile yüksek performanslı pencere sistemlerini ortaya çıkarmıştır.

Günümüzde,yalıtım malzemesi olarak cam,diğer yapı elemanlarına eşdeğer bir malzeme olarak algılanmaktadır.

1990'lı yıllara kadar "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" başlığı altındaki tüm standartlar ısının, iletim ve taşınım yolu ile aktarıldığı varsayımı ile şekillendirilmişlerdir. Bu dönemde çok katlı camların ısı yalıtımına katkıları diğer opak bina elemanları gibi değerlendirilmiştir. Sonuç,cam alanlarının kısıtlanması olarak karşımıza çıkmıştır.

Camlardan sağlanan güneş ısı kazancını hesaba katan yeni Avrupa Standardı ile beraber "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" TS 825 standardı yenilenerek ülkemizde 2000 yılında yayınlanan bir yönetmelik ile uygulamaya konulmuştur.

Son durumda,camlardan olan ısı kayıpları,güneş ısı kazançları ile beraber değerlendirildiğinde ısı yalıtımını simgeleyen etkin U değeri 0,7'nin altına düşmektedir. Hatta,güney cephesi camlamalarda bu değer negatif çıkmakta yani bu alanda cam ısı kaybeden değil ısı kazanan bir yapı elemanı rolünü oynamaktadır.

Mimari projelerde eğilim,cam alanlarının kısıtlanması yönünden cam alanlarının artırılması yönüne doğru kaymaktadır.

Bildiride,örnek bir binanın ülkemizin çeşitli iklim bölgelerindeki yıllık ısı gereksinimi hesaplanarak çeşitli cam tiplerinin ısı yalıtımına etkileri incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler : *Isıl yalıtım, TS825,enerji indeksi,güneş ısı kazancı,gölgeleme katsayısı*

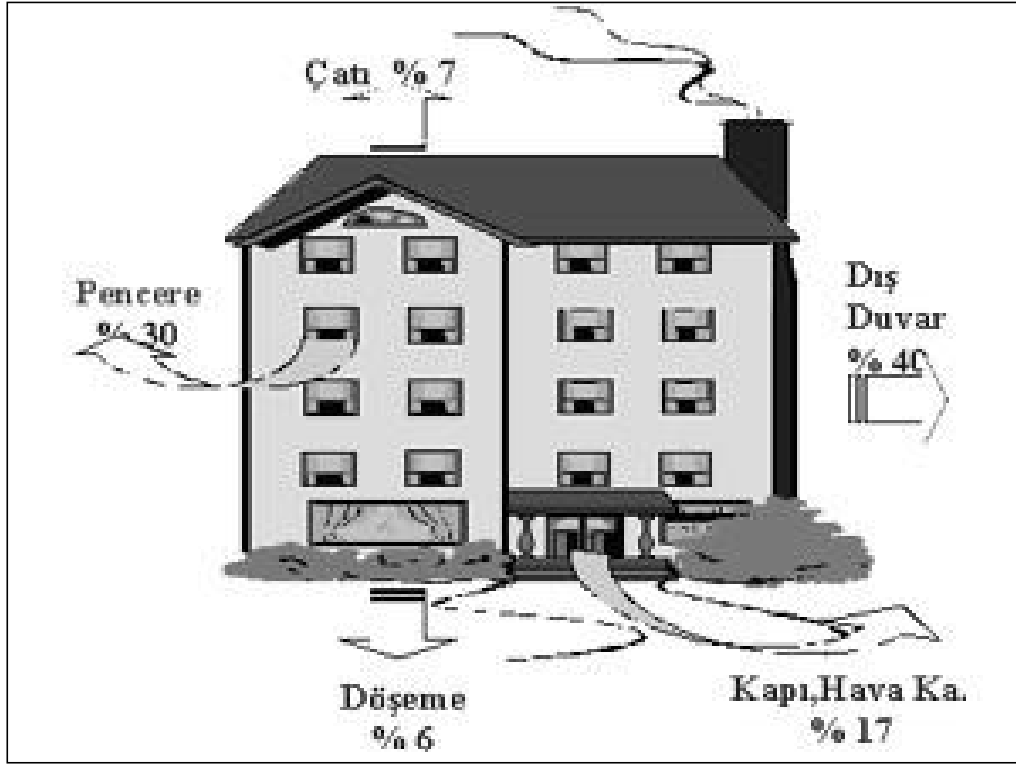
1.Giriş

Ülkemizin toplam enerji tüketiminin sektörel dağılımı şöyledir:

- Sanayi % 42
- Bina % 31
- Ulaşım % 19
- Tarım % 5
- Diğer % 3

Enerji tüketiminde bina sektörünün payı %31'dir. Ülkemizdeki konutların %45'i apartman dairesi %55'i ise müstakil evlerden oluşmaktadır. Bu binaların %87'si tek camlıdır.Binalarda enerji kayıplarının dış duvarlarda %40, pencerelerde %30, çatılarda %7, bodrumlarda %6 ve ana girişteki kapılardaki hava giriş kaçığının %17 olduğu dikkate alınır, bu değerlerin çok yüksek olduğu,binalarda mutlaka "Isı İhtiyaç Kimlik Belgesi" olması gerektiği, etkin bir ısı yalıtımı ile ısı kayıplarının yarı yarıya azaltılabileceği bunun kazanç olarak ekonomik değerinin ise yılda 300 milyon ABD Doları olacağı öngörülmektedir.

14 Haziran 1999 tarihli resmi gazetede yayınlanan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ile 08 Mayıs 2000 tarihli resmi gazetede yayınlanan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği,14 Haziran 2000 tarihinden itibaren ülkemizde inşa edilecek olan tüm ruhsatlı binalarda zorunlu olarak uygulamaya geçmesi ile birlikte binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını sınırlandırarak enerji tasarrufu sağlayacaktır. Bunun yanı sıra petrol,doğalgaz ve kömür gibi yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimi kısıtlanacak ve bu yakıtların yanması sonucu açığa çıkan çevreye zararlı maddelerin miktarı da azalacaktır. Böylece bu standardın ekonomik katkılarının yanında çevresel yararlarının çok önemli olacağı öngörülmektedir. Bunların dışında,yapı bileşenlerinde buhar geçişi sınırlandırılacağından konutların konfor düzeyi artacak ve binalar daha uzun ömürlü olacaktır.



Şekil 1. Binalarda enerji kayıplarının dış duvarlarda %40, pencerelerde %30, çatılarda %7, bodrumlarda %6 ve ana girişteki kapılardaki hava giriş kaçağı %17’dir.

Yeterli düzeyde ısı yalıtımı yapılmış bir binada, ısıtma döneminde, iç ortamda yaşam koşullarına uygun bir sıcaklık sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden sağlanır. Kalan miktarın ısıtma sistemi tarafından karşılanması gerekir.

TS 825’de tanımlanan hesap metodu kullanılarak, ısıtma sisteminin iç ortama iletmesi gereken ısı enerjisinin miktarı belirlenebilir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olarak tanımlanan bu miktar, toplam kayıplardan, güneş enerjisi kazançları ve iç kazançlar çıkarılarak hesaplanır. Tanımlanan hesap metodunda, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunur.

TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardı ile getirilen yenilikler şöyle özetlenebilir:

- Binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sınırlandırılmıştır.
- Güneş Isısı ve İç Kazançlar hesaba katılmıştır.
- Derece Gün Bölgeleri sayısı 4’e çıkarılmıştır.
- Pencere alanlarındaki sınırlandırma kaldırılmıştır.
- Yapı bileşenlerinde buhar geçişi sınırlandırılmıştır.

Binalarda ısı kaybeden toplam yüzeyin ısıtılan brüt yapı hacmine oranına ($A_{top}/V_{brüt}$) bağlı olarak hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi değerleri sınırlandırılmıştır. Buna göre, tek bölge için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi değerinden küçük olması sağlanmalıdır. Yeni TS 825 standardında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, binanın kullanım alanı (A_n) veya ısıtılan yapı hacmi ($V_{brüt}$) ile bağlantılıdır. Yıllık ısıtma enerjisi hesabında, oda yükseklikleri 2,60 m. Veya daha az olan binalarda A_n ile, 2,60 m.’den yüksek olan binalarda $V_{brüt}$ ile ilişkili değerler kullanılacaktır.

Hesap metodunda ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdan ve eğer varsa ısıtılmayan iç ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşur. Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kullanılır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa veya ortamlar arasındaki

sıcaklık farkı 4 K'den küçük ise binanın tamamı tek bölge olarak alınır ve ısıtma enerjisi miktarı hesabı tek bölgeye göre yapılır. Binalara "Isı İhtiyaç Kimlik Belgesi" düzenlenir.

Ada / Parsel - Binanın Tanımı - Cadde ve No. - Semt/İlçe /İl		
Kullanılacak Yakıt Türü		
	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
$A_{top} = \dots m^2$ $V_{brüt} = \dots m^3$	$A/V = \dots m^{-1}$ $A_n = \dots m^2$	$Q' = \dots kWh/m^3$ veya, $Q_2 = \dots kWh/m^2$
		$Q_{yıl} = \dots kWh/m^3$ veya, $Q_{yıl} = \dots kWh/m^2$
Binanın Enerji Verimliği İndeksi		
C Tipi Bina Normal Enerji Verimli Bina	B Tipi Bina İyi Enerji Verimli Bina	A Tipi Bina Süper Enerji Verimli Bina
$Q_{yıl} \leq 0,99 Q'$ ise C tipi bina $Q_{yıl} \leq 0,90 Q'$ ise B tipi bina $Q_{yıl} \leq 0,80 Q'$ ise A tipi bina		
Düzenleyenler		Onay
Adı Soyadı, Ünvanı İmza	Adı Soyadı, Ünvanı İmza	

Şekil 2. Bina Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi

Bölgelere göre $A_{top}/V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak yıllık ısıtma enerjisi (Q') ihtiyacı sınır değerleri Tablo 1.'de verilmiştir. Tavsiye edilen U değerleri Tablo 2.'de görülmektedir.

Tablo 1. Bölgelere göre ($A_{top}/V_{brüt}$) oranlarına bağlı olarak gereken Q' değerleri :

1.Bölge	A_n ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 46,62 A/V + 17,38$ [kWh / m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 14,92 A/V + 5,56$ [kWh / m ³ ,yıl]
2.Bölge	A_n ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 68,59 A/V + 32,30$ [kWh / m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 21,95 A/V + 10,34$ [kWh / m ³ ,yıl]
3.Bölge	A_n ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 67,29 A/V + 50,16$ [kWh / m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 21,74 A/V + 16,05$ [kWh / m ³ ,yıl]
4.Bölge	A_n ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 82,81 A/V + 87,70$ [kWh / m ² ,yıl]
	$V_{brüt}$ ile ilişkili	$Q'_{1.DG} = 26,50 A/V + 28,06$ [kWh / m ³ ,yıl]

Tablo 2. Bölgelere göre tavsiye edilen ısıl geçirgenlik katsayıları (U değerleri)

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_P (W/m ² K)
1.Bölge	0,80	0,50	0,80	2,8
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,6
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Şekil 3.'de TS 825'e göre belirlenmiş Derece – Gün bölgelerimiz görülmektedir.



Şekil 3. Derece Gün Bölgeleri

2. TS 825 Standardına Göre Binalarda Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesabı

Binalarda tek bölge için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Q_{\text{yıl}} = \sum Q_{\text{ay}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$Q_{\text{ay}} = [H (T_i - T_d) - \eta_{\text{ay}} (\Phi_{i, \text{ay}} + \Phi_{g, \text{ay}})] t \quad \dots \dots \dots (2)$$

Burada;

- $Q_{\text{yıl}}$: Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (joule)
- Q_{ay} : Aylık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (joule)
- H : Binanın özgül ısı kaybı (W/K)
- T_i : Aylık ortalama iç sıcaklık (°C)
- T_d : Aylık ortalama dış sıcaklık (°C)
- η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
- $\Phi_{i, \text{ay}}$: Aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir) (W)
- $\Phi_{g, \text{ay}}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W)
- t : Zaman, (saniye olarak bir ay) = 86400 x 30 (s)

2.1 Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

Binanın özgül ısı kaybı (H) iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_i) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_h) toplanması ile bulunur.

$$H = H_i + H_h \quad \text{.....} \quad (3)$$

2.1.1 İletim Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybının Hesabı

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (4) no'lu formülle hesaplanır. Bu formülde yapı elemanlarının bünyesinden iletilen ısı kaybına, varsa ısı köprülerinden iletilen ısı kaybı eklenir. Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre kompozisyonu değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümdür. Cepheye dik bölme duvarlarının, kolon, giriş ve döşemelerin mümkünse mutlaka yalıtılmaları gereklidir. Ancak balkon vb. ısı köprüsü oluşturan ve yalıtımı zor olan bölgeler için ise ısı kaybı hesabı yapılarak iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybına ilave edilmesi gereklidir.

$$H_i = \sum A U + I U_i \quad \text{.....} \quad (4)$$

$$\sum A U = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + 0,5 U_{disc} A_{disc} \quad (5)$$

Burada;

U_D	: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
U_P	: Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
U_T	: Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
U_t	: Tabanın ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
U_d	: Dış hava ile temas eden tabanın ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
U_{disc}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı	W/m^2K
A_D	: Dış duvar alanı	m^2
A_P	: Pencerenin alanı	m^2
A_T	: Tavanın alanı	m^2
A_t	: Zemine oturan taban/döşeme alanı	m^2
A_d	: Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı	m^2
A_{disc}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı	m^2

Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa formülde yer alan U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

2.1.2 Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı kaybı

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (6) no'lu formül ile hesaplanır.

$$H_h = 0,33 n_h V_h \quad \text{.....} \quad (6)$$

Burada;

n_h	: Hava değişim sayısı	h^{-1}
V_h	: Havalandırılan hacim (brüt hacmin 0,8 katı)	m^3

2.1.3 Aylık Ortalama İç Kazançlar

İç kazançlar aşağıda verilenleri kapsar.

- İnsanlardan kaynaklanan duyulan ısı kazançları,
- Sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Yemek pişirme işleminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Aydınlatma sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- Binalarda kullanılan elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançları

İç kazançlar, konutlarda birim döşeme alanı başına en fazla $5 W/m^2$ alınırken, ticari binalar için $10 W/m^2$ alınır.

2.1.4 Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları

Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı ($\Phi_{g, ay}$) aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\Phi_{g, ay} = \sum r_{i, ay} \times g_{i, ay} \times I_{i, ay} \times A_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

Burada;

$r_{i, ay}$: “i” yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü,

$g_{i, ay}$: “i” yönünde saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i, ay}$: “i” yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti (W/m²),

A_i : “i” yönündeki toplam pencere alanı (m²)

2.1.5 Kazanç Kullanım Faktörü (η)

İç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarının toplamının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması açısından faydalı enerji olarak kabul edilmesi her zaman uygun olmaz. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılır.

Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü, aşağıda verildiği gibi hesaplanır,

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1 / KKO_{ay})} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Burada KKO_{ay} Kazanç / Kayıp oranı olup aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$KKO_{ay} = (\Phi_{i, ay} + \Phi_{g, ay}) / H (T_{i, ay} - T_{d, ay}) \quad \dots\dots\dots (9)$$

2.1.5 Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U)

Yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayıları aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$1 / U = 1 / \alpha_i + 1 / \Lambda + 1 / \alpha_d \quad \dots\dots\dots (10)$$

Burada;

$1 / \Lambda$ = yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci

$1 / \alpha_i$ = iç yüzeyin ısı iletim direnci

$1 / \alpha_d$ = dış yüzeyin ısı iletim direnci

3. Hesap Örneği

İstanbul’da (2.DG bölgesinde) bulunan ve dıştan dışa 13 m eninde , 16 m boyunda , 15 m yüksekliğinde, 998,4 kullanım alanı olan beş katlı, on dairesi bir binanın yıllık ısıtma enerjisi gereksiniminin hesaplanabilmesi için bir excel tablosu verilmiştir. Örnek binada yönlere göre ve toplam cam alanları bu tabloda görülmektedir. Bina yalıtım elemanlarının U değerleri de bu tabloda yer almaktadır. TS 825’de verilen ilgili tablolardan aylık güneş ışınımı değerleri ve bölgenin aylık ortalama dış sıcaklık değerleri kullanılarak aylık ısı kayıpları ile toplam ısı kaybı hesaplanmıştır. Bu değer standarda göre olması gereken değer ile karşılaştırılarak bina ısı yalıtımının yeterli olup olmadığına karar verilmiştir. Bu örnekte izin verilen en büyük değer 60,57 kWh / m² yıl iken hesaplamalar sonucu elde edilen yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi 60,52 kWh / m² yıl olduğundan ısı yalıtımının standarda uygun olduğuna karar verilmiştir. Aynı binanın diğer Derece-Gün bölgelerinde ve çeşitli pencere sistemleri ile yıllık ısıtma enerjisi gereksinimleri de hesaplanarak olması gereken en büyük ısı iletim katsayıları tablo 4.’de verilmiştir. Yapı elemanlarının U değerleri TS 825’de tavsiye edilen değerler olarak yer almaktadır. Esasen bu değerler bina projesine, yönüne ve A/V oranına göre değişimler göstermektedir. Bu nedenle gerçek binada hesaplamaların tekrarlanarak uygun değerlerin bulunması gerekir. 2004 yılında TS 825 standardı revize edilerek ısı yalıtım artırılacaktır.

Tablo 3. Örnek bir binanın 2.DG bölgesinde yıllık enerji gereksinimi hesabı.

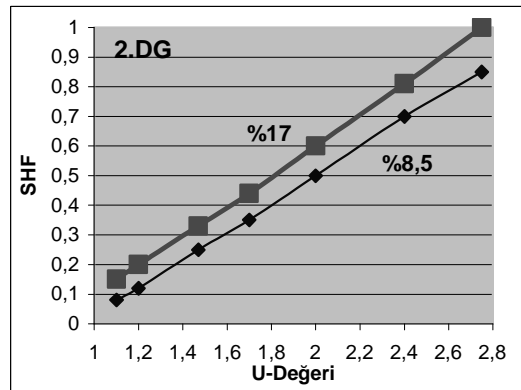
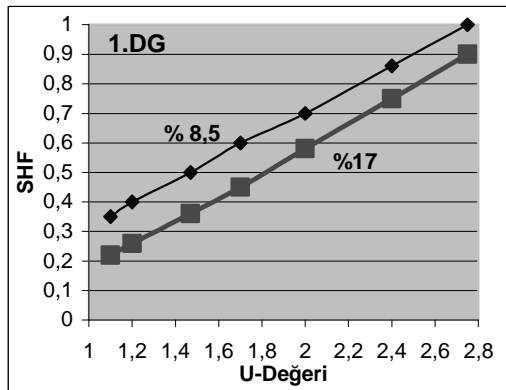
HAV.KAT	1	Pencere		Alanı		Dağılımı						
HACİM(V)	3120											
ALAN(An)	998,4											
ALAN(Atop)	1286											
İL.ISI(Hi)	867,06											
İÇ.KAZANÇ	4992	BATI	KUZEY		DOĞU							
HAV.ISI(Hh)	823,68	ALANI	ALANI		ALANI							
ÖZ.ISI(H)	1690,74	25	15		25							
G.KAZANCI	2982,6											
KKF(ort)	0,78											
Q(kWh/m2)	60,52	60,57	GEÇER									
GÖLGE-F	0,6											
SHF(CAM)	0,75											
BINA	EN	BOY	YÜKSEKLİK	A(PEN)	A(DUV)	A(TAV)	A(TAB)	U(PEN)	U(DUV)*	U(TAV)*	U(TAB)*	
	13	16	15	120	750	208	208	2,8	0,55	0,4	0,5	
2. DG. BÖLGESİNDE YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI (kWh / m2)												
AYLAR	AYLIK GÜNEŞ İŞİNİMİ (W/m2)	ORT.DIŞ SICAKLIK (C)	İLETİM İSISI (Hi)	HAV.ISI KAYBI (W/K)	GÖLGE FAKTÖRÜ	SHF CAM (X 0,8)	GÜNEŞ KAZANCI (W)	KAZ.KUL FAKTÖRÜ	ISI KAZANCI (W/K)	TOP.ISI KAYBI (kWh/m2)		
OCAK	72	26	43	3,3	867,06	823,68	0,6	0,6	2340	0,9732	7135,704	14,00
ŞUBAT	84	37	57	4,5	867,06	823,68	0,6	0,6	2889	0,9554	7529,759	12,25
MART	95	52	77	7,2	867,06	823,68	0,6	0,6	3547,8	0,9033	7714,054	8,82
NİSAN	83	66	90	12,6	867,06	823,68	0,6	0,6	3619,8	0,7154	6160,466	3,36
MAYIS	92	79	114	17,8	867,06	823,68	0,6	0,6	4300,2	0,1962	1822,669	0,15
HAZİRAN	95	83	122	21,9	867,06	823,68	0,6	0,6	4525,2	0,0000	0	0,00
TEMMUZ	93	81	118	24,4	867,06	823,68	0,6	0,6	4402,8	0,0000	0	0,00
AĞUSTOS	93	73	106	23,8	867,06	823,68	0,6	0,6	4143,6	0,0000	0	0,00
EYLÜL	89	57	81	19,5	867,06	823,68	0,6	0,6	3528	0,0000	0	0,00
EKİM	82	40	59	14,1	867,06	823,68	0,6	0,6	2901,6	0,6499	5130,052	2,27
KASIM	67	27	41	9,1	867,06	823,68	0,6	0,6	2210,4	0,9021	6497,415	7,39
ARALIK	64	22	37	4,9	867,06	823,68	0,6	0,6	2052	0,9661	6805,213	12,28

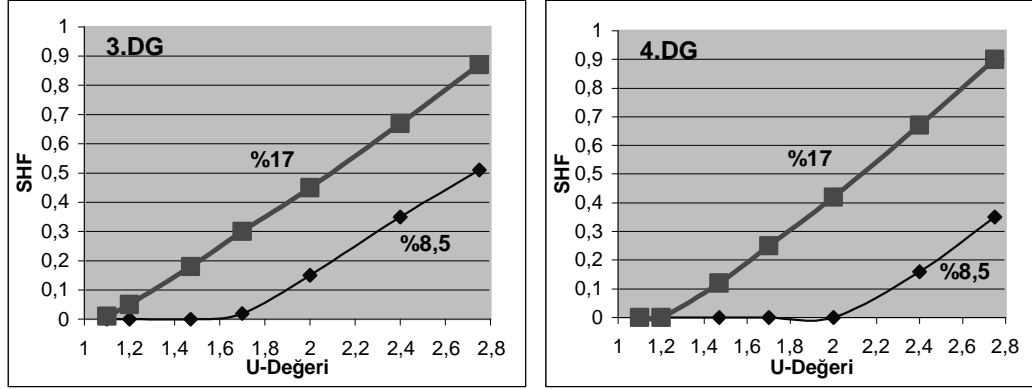
Tablo 4. Örnek bina ısı yük hesaplamalarından bulunan bölgelere göre U değerleri.

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_i (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
1.Bölge	0,70	0,60	0,70	2,8
2.Bölge	0,55	0,40	0,55	2,6
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,6
4.Bölge	0,45	0,30	0,40	2,4

4. Bölgelere Göre Bina Cam Alanı Değerlendirmesi

Örnek olarak alınan binada %8,5 ve %17 cam alanları kullanılarak dört derece gün bölgesi için yıllık enerji gereksinimi izin verilen değerlerin altında kalacak şekilde ve duvar, taban ve taban U değerleri yine bölgeler için tavsiye edilen değerlerden büyük olmamak koşulu ile kullanılacak pencere sisteminin U değerleri – SHF ile beraber aynı grafikte değerlendirilmiştir.





Grafik 1. 1.DG ve .DG bölgelerinde %8,5 ve %17 cam alanına ait eğriler birbirine yakın, 3.DG ve 4.DG bölgelerinde ise %8,5 ve %17 cam alanına ait eğriler birbirlerinden uzaktır.

Eğrilerden de görüleceği gibi 1DG ve 2.DG bölgelerinde cam alanının artması binanın yıllık ısıtma enerjisi gereksinimini etkilememektedir. Yani cam alanını iki katına çıkarttığımızda yıllık enerji gereksinimi artmamaktadır. Fakat 3.DG ve 4.DG bölgelerinde cam alanı arttıkça binanın yıllık enerji gereksinimi artmaktadır. Bu da 3.DG ve 4.DG bölgelerinde cam alanını fazla olan projelerde U değeri düşük ve SHF (güneş enerjisi geçirgenliği) değeri yüksek pencere sistemlerinin kullanılmasını zorunlu kılar.

5. TS 825 Standardının 2004 Yılı Revizyonunda Getirilen Değişiklikler

- Bölgelere göre (A/V) oranlarına bağlı olarak gereken Q değerleri yeniden belirlenmiştir.
- Farklı Derece – Gün Bölgeleri için kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri yenilenmiştir.
- Bölgelere göre kullanılması gereken en büyük U değerleri yeniden düzenlenmiştir.
- Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında kullanılacak hava değişim katsayısı 0,8 alınacaktır.

Tablo 5.'de yeniden belirlenen ve eskisine oranla daha az enerji gereksinimini hedef alan Q değerleri görülmektedir. Bu değerleri sağlamak için tavsiye edilen en büyük U değerleri ise Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 5. 2004 TS 825 revizyon taslağında bölgelere göre (A_{top}/V_{brüt}) oranlarına bağlı olarak gereken Q' değerleri :

1.Bölge	A _n ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 44,1 A/V + 10,4	[kWh / m ² ,yıl]
	V _{brüt} ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 14,1 A/V + 3,4	[kWh / m ³ ,yıl]
2.Bölge	A _n ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 70 A/V + 24,4	[kWh / m ² ,yıl]
	V _{brüt} ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 22,4 A/V + 7,8	[kWh / m ³ ,yıl]
3.Bölge	A _n ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 76,3 A/V + 36,4	[kWh / m ² ,yıl]
	V _{brüt} ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 24,4 A/V + 11,7	[kWh / m ³ ,yıl]
4.Bölge	A _n ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 82,8 A/V + 50,7	[kWh / m ² ,yıl]
	V _{brüt} ile ilişkili	Q' _{1.DG} = 26,50 A/V + 16,3	[kWh / m ³ ,yıl]

Tablo 6. 2004 TS 825'de bölgelere göre tavsiye edilen ısıl geçirgenlik katsayıları (U değerleri)

	U _D (W/m ² K)	U _T (W/m ² K)	U _t (W/m ² K)	U _p (W/m ² K)
1.Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Burada pencere sisteminin U değerlerinin tüm Derece-Gün bölgeleri için 2,4 (W/m²K) olarak verildiği görülmektedir. Örnek olarak alınan beş katlı, on dairesi binada yapılan hesaplamalarda bulunan değerler ile iki katlı bir binada bulunan değerler Tablo 7 ve Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 7. Beş katlı örnek binada ısı yük hesaplamalarından bulunan bölgelere göre U değerleri.

	U _D (W/m ² K)	U _T (W/m ² K)	U _t (W/m ² K)	U _P (W/m ² K)
1.Bölge	0,60	0,50	0,60	2,8
2.Bölge	0,50 0,60	0,50 0,30	0,60 0,40	2,6 2,4
3.Bölge	0,40 0,50	0,40 0,30	0,40 0,40	2,6 2,0
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,1

Tablo 8. İki katlı örnek binada ısı yük hesaplamalarından bulunan bölgelere göre U değerleri

	U _D (W/m ² K)	U _T (W/m ² K)	U _t (W/m ² K)	U _P (W/m ² K)
1.Bölge	0,60	0,60	0,60	2,8
2.Bölge	0,50 0,60	0,50 0,40	0,60 0,40	2,8 2,6
3.Bölge	0,40 0,50	0,40 0,35	0,60 0,40	2,6 2,0
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,2

Tablolardan da görüleceği üzere ilk üç bölgede pencere sisteminin U değeri 2,8 ve 2,6 W/m²K olmaktadır. Daha küçük U değerlerinin kullanılmasının tavsiye edildiği standard taslağında dip not olarak belirtilmiştir. 4.DG bölgesinde ise tavsiye edilen 2,4 W/m²K değeri ısı yükleri sağlamamakta, bu bölgede pencere sisteminin U değerinin 2,1 ve 2,2 W/m²K olması gerekmektedir. Hesaplamalarda %12 ortalama cam alanı kullanılmıştır. Ancak %8,5 cam alanı ile 4.DG bölgesinde pencere U değeri 2,4 W/m²K olabileceği gösterilmiştir. Bu ise standardın ruhuna aykırı olup tüm tavsiyelere rağmen cam alanının kısıtlanmasına yol açabilmektedir. Öneri olarak TS 825'in 2004 revizyonunda 4.DG bölgesi için pencere U değerinin 2,2 W/m²K olması uygun olacaktır. Diğer üç bölgede taslakta yer alan 2,4 W/m²K değerleri, uygulamada proje temelinde değerlendirildiğinde, 2,8 veya 2,6 W/m²K olarak da alınabileceği görülecektir, fakat 4.DG bölgesi için 2,4 W/m²K değerinin yetmediği görüldüğünde cam alanı kısıtlanmasına gidilmesi olasılığı bu değerlerin düzeltilmesini gerektirmektedir.

6. İki Pencere Sisteminin Ekonomik Karşılaştırması

Farklı özelliklerdeki camların kullanıldığı pencere sistemlerinin ekonomik olarak karşılaştırılması için proje temelinde binanın yıllık enerji ihtiyacı her iki durum için hesaplanır. Aradaki fark ekonomik kazanç olarak ifade edilir. Burada binanın ömrü 20 yıl ve yakıt fiyatının ortalama yıllık artış hızı %7, paranın faiz fiyatı %10 olarak alınmıştır.

İzin Verilen Değer	36,60	60,57	77,90	121,83	İKİ PENCERE SİSTEMİNİN EKONOMİK KARŞILAŞTIRMASI			
Pencere Özelliği	YILLIK ENERJİ İHTİYACI (kWh/m ² .yıl)					SEÇİLEN PENCERE SİSTEMİ VE FİYATI (\$ / m ²)*		
U-değeri*	g-değeri*	1.Bölge	2.Bölge	3.Bölge	4.Bölge	İKİ PENCERE SİSTEMİNİN ISIL KAZANÇ FARKI		
2,8	0,75	35,95	60,52	77,47	121,68	İKİ PENCERE SİSTEMİNİN PARASAL KAZANÇ FARKI		
1,9	0,67	33,48	55,99	71,47	112,04	KAR ORANI		
Fark (kWh/m ² .yıl)		20,54	37,69	49,93	80,20			
Fark (\$ / m ² . yıl)		0,47	0,87	1,15	1,84			
% kar		67%	207%	307%	553%			
SEÇİLEN BİNANIN	ENİ*	BOYU*	YÜK.*	cam(m2)güney*	cam(m2)batı*	cam(m2)doğu*	cam(m2)kuzey*	
	13	16	15	55	25	25	15	

Örneğin, 3.DG bölgesinde normal ısıcam ile yıllık enerji harcaması $77,47 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ olan bina Low-E'li ısıcam ile $71,47 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ enerji tüketir. Aradaki fark $6 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ kazancı gösterir. Bu kazanç oturma alanı başına düşer. Toplam 120 m^2 cam kullanılan binada toplam oturma alanı $998,4 \text{ m}^2$ 'dir. Toplam yıllık kazanç $6 \times 998,4 = 5990 \text{ kWh/yıl}$ ve birim cam alanı başına kazanç, $5990 / 120 = 49,9 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ olur. Yakıt fiyatı $0,023 \text{ \$ / kWh}$ alınarak parasal kazanç $R=1,15 \text{ \$ / m}^2 \cdot \text{yıl}$ bulunur. Kar oranını hesaplamak için yakıtın yıllık artış hızı $r = 0,07$ ve paranın faiz fiyatı $i = 0,10$ alınarak $n = 20$ yıllık kazançların bugünkü değeri bulunur.

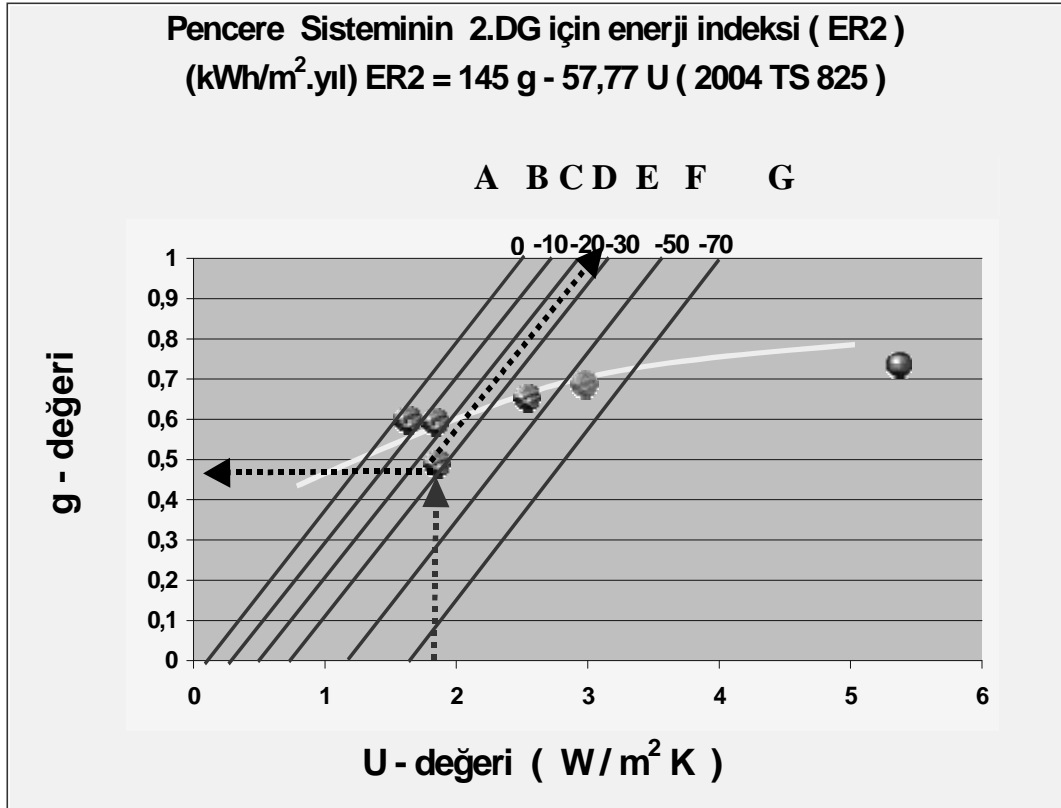
$$P = [R / (i-r)] [1 - ((1+r) / (1+i))^n]$$

$$P = [1,15 / (0,10-0,07)] [1 - ((1+0,07) / (1+0,10))^{20}] = 1,15 \times 14,16 = 16,28 \text{ \$}$$

Kar oranı $= 16,28 / (\text{m}^2 \text{ cam fiyatlarının farkı}=4\text{\$}) - 1 = \%307$ elde edilir. Diğer bir ifade ile bu binaya normal ısıcam yerine takılan ısıcam - S kendisini 5 yılda amorte eder. Isıtma dönemini kapsayan bu değerlendirme soğutma dönemini kapsamamaktadır. Bu nedenle bina soğutma yüklerinin de dikkate alındığı bir karşılaştırma daha doğru olacaktır.

7. Pencere Sisteminin Enerji İndeksi

Pencere sistemlerinden olan ısı kayıplarının dikkate alındığı bir enerji indeksi tanımlanarak çeşitli cam tiplerinin kullanıldığı pencereler enerji harcamaları açısından sınıflandırılabilir. Bu tür sınıflandırmalar İngiltere'de BFRC ve AB'de EWERS kurumları tarafından yapılmaktadır. Türkiye'de TS 825 kapsamında verilen 2 DG. bölgesi için pencere ısı kayıpları verilen bir bina için hesaplanarak örnek olarak gösterilmiştir. Pencerelerden olan ısı kayıpları güneş ısı kazançları ile iletimle olan ısı kayıplarının farkı olarak değerlendirilerek ısıtma dönemi boyunca $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ olarak Grafik 2.'de yer almaktadır. Pencerelerin sınıflandırılmasına kullanılan değer aralıkları BFRC'nin kullandığı aralıklar olarak gösterilmiştir. Güneş ısı kazançlarının hesaba katıldığı bu tür bir değerlendirme pencerelerin performanslarının bölgelere ve kullanıldığı binaya göre değişeceği anlamına gelir.



Grafik 2. Pencere sisteminin 2.DG bölgesi için enerji indeksi. Örneğin, U değeri $= 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ve g değeri $0,48$ olan bir pencere sisteminde yıllık enerji tüketimi $28 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{yıl}$ olur. Bu durumda bu pencere sisteminin sınıfı D olarak okunur.(Pencerelerden hava sızıntısı yok ise)

CAM AMBALAJLAR İÇİN YAŞAM DÖNGÜ DEĞERLEMESİ

Mustafa Özcan

Geliştirme Başkan Yardımcılığı / Cam Ambalaj Grubu

Yrd. Doç. Dr. Nilgün Kıran Cılız - Yük. Müh. Ash Alkan
Yük. Müh. Selen Gürbüz

Çevre Bilimleri Enstitüsü / Boğaziçi Üniversitesi

Özet

Yaşam Döngü Değerlemesi, YDD'nin, çevre konusunun her alanında kullanılabilen verimli bir etki değerlendirme aracı olduğu bilinmekle birlikte, son zamanlarda katı atıkların ürün bazlı çevresel etki boyutlarının **beşikten mezara kadar topyekün ele alınabilmesinde başvurulabilen yegane enstrüman olduğu da anlaşılmış bulunmaktadır.**

Bu nedenle şimdilerde Dünya'da katı atıkların çevre ile olan ilişki boyutunun ortaya çıkarılmasında en güvenilir yöntem olarak kabul gören **YDD'nin, yurt içi cam geri dönüşüm faaliyetimizin çevresel etkisinin değerlendirilmesinde kullanılması amaçlanmıştır.** Bu doğrultuda **T.C. Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Cam Sanayi AŞ ve CAMSİAD**'ın işbirliğinde yürütülen bir Proje kapsamında **Topkapı ve Çayırova fabrikalarından** kaynaklanan çeşitli renk ve tipte cam ambalaj ürünlerinin yaşam döngü değerlemesi yapılmıştır.

YDD uygulamasında, **Stuttgart Üniversitesi'nin** bir yan kuruluşu olan **IKP** ile **PE EUROPE GMBH Life Cycle Engineering** adlı şirket tarafından ortaklaşa olarak geliştirilmiş olan **GaBi** adlı **YDD veri tabanı programı** kullanılarak elde edilen sonuçlarla hangi renkteki cam ambalaj ürününün hangi tipinin doğal çevreye olan etkisinin ne boyutta olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükler: Çevre, Katı Atıklar, Geri Dönüşüm, Çevresel Boyutlar, Çevresel Etki Değerlendirmesi, Yaşam Döngü Değerlemesi, Beşikten Mezara Değerlendirme.

1. Neden Yaşam Döngüsü Değerlemesi, YDD Nedir ve Nasıl Yapılır?

Yaşam döngü değerlemesi, YDD, Çevre Yönetim Sistemleri kapsamında **International Standards Organisation (ISO)** tarafından **ISO 14040, 14041, 14042 ve 14043 standartları**'nda tanımlanan, bir ürün, işlem ya da eylem için kullanılan enerji ve malzemeler ve bunlardan dolayı oluşan atık ve emisyonların çevresel etkilerini ve bu süreçte doğal kaynakların tüketimini de değerlendiren bir araçtır. Bu çerçevede de çevresel koşulların iyileştirilmesi için ileri sürülen çeşitli olanaklardan çıkarılan önerilerden en uygun olanının değerlendirme ile seçilmesidir. YDD ile ürün ve işlemler yer ve zamandan bağımsız olarak küresel bazda karşılaştırılır.

Uygulamadaki karışıklıklar sonucu ortaya çıkan engellerin genellikle **YDD'nin** kuruluşlar tarafından tam olarak anlaşılmasından, kullanılan veri tabanlarındaki farklılıklardan ileri gelen sorunlardan ve eksik veriden ileri geldiği görülmektedir.

2. Yaşam Döngüsü Değerlemesi Metodolojisi

2.1. Amaç

Çalışmanın amacını, YDD'nin hangi ürünlere uygulanacağını, ya da hangi ürünlerin kıyaslanacağını tanımlar. Çalışmanın çevresel açıdan incelenen ürünlerin sürdürülebilir üretim ve tüketim çerçevesinde yapacağı katkıları tanımlar.

2.2. Kapsam

Amaçta belirlenen noktaların önemini, ürün sistem ve sınırlarını, çalışma süresince yapılacak varsayımları, ihtiyaç duyulacak dataların neler olacağını, çalışma süresince herhangi bir aşamada olabilecek imkansızlıklar ve kısıtlamaları belirten aşamadır. En önemlisi; ürünle ilgili kalitatif, kantitatif bilgi ve hizmet süresini veren ölçülebilir bir birim olan fonksiyonel birimin belirtildiği aşama olmasıdır. Çünkü, YDD çalışmalarının en önemli ilkesi, çalışmanın belirli bir fonksiyonel birimi hedef olarak yapılmasıdır ki; ancak bu taktirde değişik malzemeler için elde edilen YDD sonuçları birbirleri ile kıyaslanabilmektedir. **Kapsam** başlığının içeriği değerlendirildiğinde bunun aslında çalışma çerçevesini ortaya koyduğu görülür. Bu sebeple amaç ve kapsamın belirlenmesi YDD çalışmalarında doğru sonuca varmayı sağlayan çok önemli bir adımdır.

2.3. Envanter Analizi

Bu adım sistem sınırları içerisinde girdilerin (hammadde ve kaynaklar) ve çıktıların (ürün, yan ürün, emisyon ve atıklar), sayısal verilerin değerlendirildiği, kütle ve enerji denklemlerinin kurulduğu aşamadır. Envanter analizinde kullanılan veriler aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

- Ulaşılabilir
- Kantitatif
- Bilimsel
- Güncel
- Yararlı
- Kapsamlı

YDD'nin değerlendirme düzleminin kapsadığı koruma alanları **insan sağlığı**, **eko-sistem** ve **hammadde kaynaklarıdır**. Etki değerlendirme bölümünde ürünlerin yaşam döngülerinin çeşitli aşamalarında ortaya çıkan deşarj, emisyon ve atıklarının belirtilen alanlara olan etkileri şu akışla analiz edilmektedir:

2.3.1. Sınıflandırma

Bu aşamada etki kategorileri belirlenip, bu etki kategorilerine katkısı olan atık ve emisyonlar sınıflandırılırlar.

Etki kategorileri şunlardır:

- **Asidifikasyon** (Örneğin, Asit yağmurları.)
- **Ötrifikasyon** (Besi maddesi fazlalığı ile oluşan alg oluşumu sonucunda su kalitesi düşüşü.)
- **Küresel Isınma**
- **Stratosferik Ozon Tabakası'nda inceleme**
- **Toksisite** (insanlar için)
- **Kış Sisi oluşumu**
- **Besi Maddeleri'nde artış**

YDD kapsamında incelenen kategoriler küresel ve bölgesel bazda olmalıdır.

2.3.2. Tanımlama

Belirli formüller yardımı ile emisyonların etki kategorilerine olan katkıları hesaplanmaktadır. Hesaplamalar emisyonların aşağıdaki Tablo 1 de verilen eşdeğerlerine çevrildikten sonra yapılmaktadır.

Tablo 1. Etki kategorileri ve eşdeğerleri

Etki kategorisi	Eşdeğeri
Küresel Isınma	kg CO2
Asidifikasyon	kg SO2
Ötrofikasyon	kg PO4-
Toksisite	kg DCB
Fotokimyasal ozon oluşumu	kg Ethan
Sis	kg SO2

2.3.3. Normalizasyon

Etki kategorilerinin bir insanın bu kategorilere katkısı veya referans alanlar baz alınarak derecelendirilmesidir. Bu aşama etki kategorilerinin birbirlerine mukayesesini mümkün kılar.

2.3.4. Tartma/Değerleme

Herbir etki kategorisinin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenmesini ve hedef seçilen yıldaki durumlarının saptanmasını sağlar.

2.3.5. Yorumlanma

Son aşama değerlendirme aşamasında ortaya çıkan sonuçların yorumlanmasıyla gerçekleştirilir.

3. YDD için GaBi4 Yazılımı ve Proje Yürütümü

3.1 GaBi 4

YDD çalışmaları yapılırken çeşitli yazılım programlarından faydalanılmaktadır.

GaBi, IKP of University of Stuttgart ve PE EUROPE GMBH Life Cycle engineering tarafından ortak bir çalışma olarak geliştirilmiştir. YDD hesaplamalarında kullanılan bir programdır. Girdiler ve çıktılar arasında yaşam döngüsü dengeleri kurar. Ürünlerin YDD’ndeki çeşitli süreçlerini birbirlerine bağlayarak “*planlar*” oluşturur. Bu planların toplamı da her farklı ürün için birer YDD “*projesi*” oluşturur. Değerleme işlemleri daha çok **emisyonlar** bazındadır. Bu da diğer yazılımlara kıyasla kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ancak şunu belirtmek gerekir ki sonuçların mükemmelleştirilmesi için Envanterler’in yerel koşullara uyumlandırılması gerekir.

3.2. Cam Ambalajlar için YDD

Amaç ve kapsamın tanımlanmasında, ürün sisteminin sınırlarının çizilmesinde, envanter analizi için gerekli verilerin elde edilmesinde başvuru kaynak kuruluşlar şunlardır:

Anadolu Cam Sanayii AŞ

-Topkapı Fabrikası ve

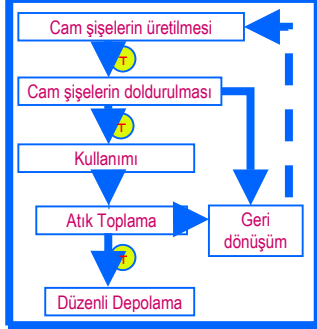
-Çayırova Fabrikası

Çayırova Cam Kırığı Tesisi

Cam Geri Dönüşüm Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, CAMSİAD

3.2.1. Amaç ve Kapsam

Çalışmada ŞİŞECAM tarafından üretilen 3 farklı renkteki (Renksiz, Bal rengi, Yeşil) cam ambalaj için YDD'nin uygulaması yapılmıştır. Fonksiyonel, işlevsel birim, dolumdaki 1,000,000 adet 200 g cam şişe (yeşil, bal, renksiz), kullanım süresi, 1 yıl olan içecek ambalajları seçilmiştir. Ürün sisteminin sınırları Şekil 1 'de verilmiştir.



Şekil 1. Ürün sisteminin sınırları

3.2.2.Envanter Analizi

Projedeki YDD çalışması renksiz, bal rengi ve yeşil renkteki cam ambalajlara uygulanmıştır. Bu **üç renkteki cam ambalaj için Projede incelenen yaşam döngüleri:**

- 1.**Depozitosuz**, (% 10 geri dönüşüm uygulanan)
- 2.**Depozitolu**, (% 85 yeniden kullanılan, % 15 düzenli depolamaya gönderilen)
- 3.**Depozitosuz**, (geri dönüşüm uygulanmadan düzenli depolamaya gönderilen)
- 4.**Depozitolu**, (geri dönüşüm uygulanmadan düzenli depolamaya gönderilen)
- 5.**Depozitosuz**, (2011-12 yılları ortalama hedeflerine göre % 50'sine geri dönüşüm uygulanan)

Projede incelenen cam ambalajların yaşam döngü aşamaları her üç renk için aynı olup sadece enerji ve kütle dengelerinde bir takım farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple sunuş kapsamında örnek olması amacı ile detaylı inceleme sadece **depozitosuz renksiz cam ambalajlar** için verilecektir.

Etki değerlendirmesi envanter analizine girdi olacak veriler Anadolu Cam Sanayii A.Ş'nin Topkapı ve Çayırova fabrikalarından temin edilerek **GaBi4** yazılım programı yardımı ile etki değerlendirme bölümünde yorumlanmıştır. Ayrıca geri dönüşüme girdi teşkil eden atık kaynakları nın %65'inin depo sahası ve cam şişe kumbaralarından geldiği görülmüştür.

3.2.2.1. Sınıflandırma:

Asidifikasyon (SO₂, NO_x, HCl, HF) kg SO₂

Camın yaşam döngüsü aşamalarında asidifikasyona sebep olan yukarıdaki maddeler hesaplamalar için kg SO₂ eşdeğerine çevrilmiştir.

Ötrifikasyon (NO_x) kg PO₄⁻³

Aynı şekilde camın yaşam döngüsünde oluşan NO_x emisyonları da ötrifikasyon etkisi hesapları için kg PO₄⁻³ değerine çevrilmiştir.

Küresel ısınma (CO₂, CO) kg CO₂

Küresel ısınma etkisini hesaplayabilmek için CO₂, CO emisyonları, kgCO₂ değeri cinsinden ifade edilmiştir.

Fotokimyasal oksitleyiciler (CO, VOC) kg ethan

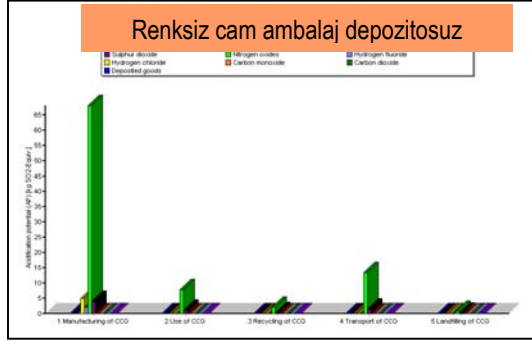
CO ve uçucu organik karbonlar bu etki için ethan cinsinden ifade edilmiştir.

Kış sisi (smog) (SO₂, toz) kg SO₂

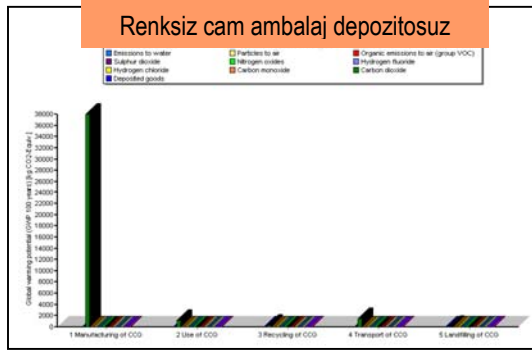
SO₂, toz, kış sisi oluşturan emisyonlardır ve kg SO₂ cinsinden ifade edilmişlerdir.

3.2.2.2. Tanımlama

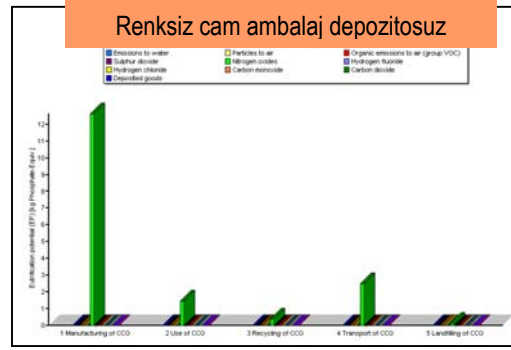
Yaşam Döngüsü aşamalarında çıkan emisyonların etki kategorilerine katkıları hesaplanmıştır. Tanımlama grafikleri depozitosuz, renksiz cam ambalaj için sırasıyla Şekil 2,3,4,5,6 de verilmiştir.



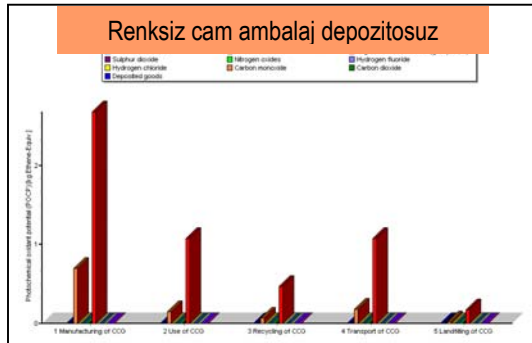
Şekil 2. Asidifikasyon potansiyeli



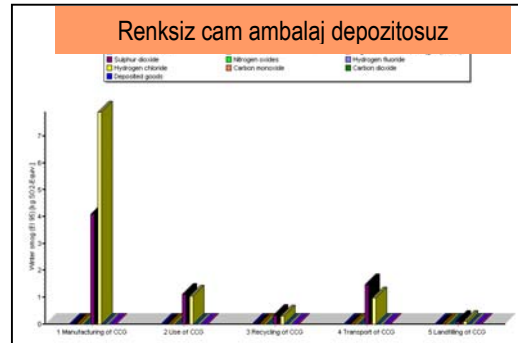
Şekil 3. Küresel ısınma potansiyeli



Şekil 4. Ötrofikasyon potansiyeli



Şekil 5. Fotokimyasal oksitleyici oluşum



Şekil 6. Kış sisi oluşum potansiyeli

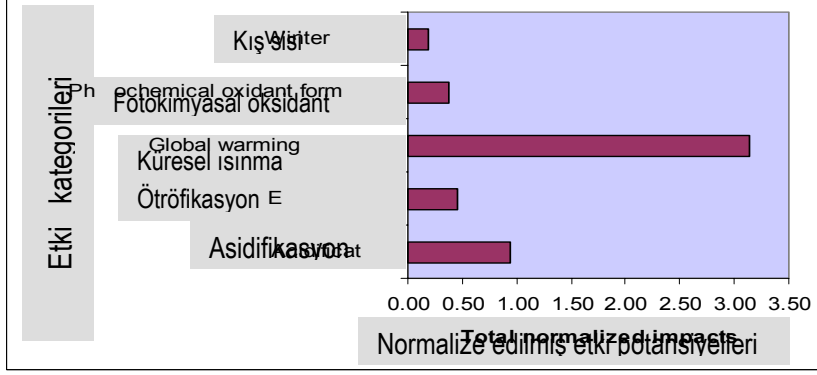
Grafiklerden de görüldüğü gibi her bir etki kategorisi için; üretim aşaması en yüksek etki potansiyellerine sahiptir Bunun en önemli sebeplerinden biri geridönüşüm oranının çok düşük (%10) olmasıdır.

3.3 Normalizasyon

Beş senaryonun da her üç cam rengi için normalizasyon grafikleri incelendiğinde görülmüştür ki küresel ısınma etkisi depozitolu ve depozitosuz geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz renksiz ve bal rengi cam ambalaj yaşam döngülerinde en yüksek etkiye sahiptir. Bunun en önemli sebebi de üretim aşamasından

kaynaklanan CO2 emisyonlarının (tüm yaşam döngüsü emisyonlarının yaklaşık %99'unu oluşturmasından) fazla olmasıdır.

Yeşil renk cam ambalajda ise asidifikasyon etkisi geri dönüşüm olduğunda en yüksek değerde olup bunu küresel ısınma etkisi takip etmektedir. Bu durum SO₂ emisyonu veri eksikliğinden ileri gelmektedir. Geri dönüşümün olmadığı senaryolarda ise yine küresel ısınma etkisi en yüksek değerdedir. Şekil 7'de depozitosuz renksiz cam ambalaj için normalizasyon grafiği örnek olarak verilmiştir.



Şekil 7. Depozitosuz, renksiz cam ambalaj normalizasyon grafiği

3.4 Tartma

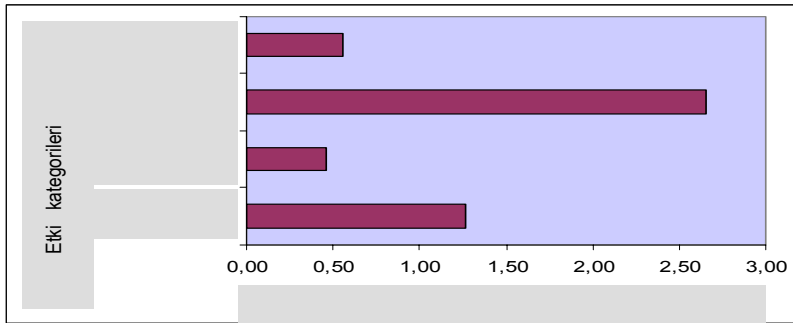
Hesaplamalar **iki yaklaşıma** göre yapılmıştır:

1. Etki potansiyellerinin kendi aralarında tartımı
2. Emisyonların kendi aralarında tartımı

2011 yılında "AB Ambalaj ve ambalaj atıkları yönergesi (94/62/EC)" ne göre AB ülkelerindeki ambalaj atıklarının %60'ını geridönüştürülmeye zorlanacaktır. Bu değer Türkiye şartlarında %50 olarak varsayılmıştır. Bu sebeple tartma aşamasında hedef yıl 2010, geridönüşüm oranı da %50 olarak belirlenmiştir.

1. Etki potansiyellerinin kendi aralarında tartımı

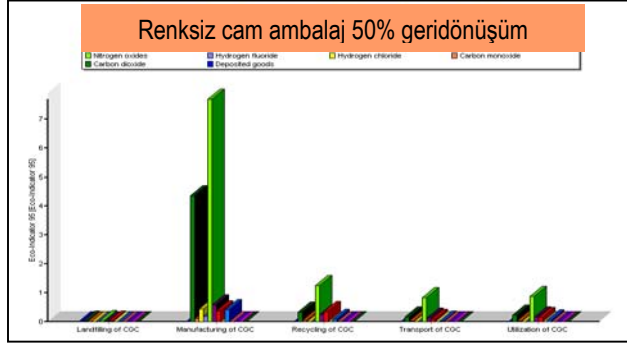
Yine örnek olarak renksiz, depozitosuz cam ambalaj seçilmiş ve 2010 yılını hedef alan etki potansiyellerinin kendi aralarında tartımı Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. 2010 yılını hedef alan etki potansiyellerinin kendi aralarında tartımı

Hedef olan 2010 yılı için grafikten de görüldüğü gibi küresel ısınma yine en büyük öneme ve ağırlığa sahiptir. Bu sebeple küresel ısınma etkisini azaltacak yönde girişimler yapılmalıdır.

2. Emisyonların kendi aralarında tartımları



Grafikten de görüldüğü gibi hedef 2010 yılı için, en fazla CO2 (7.30) ve NOx (4.60) emisyonları önem arz etmektedir. Bu da en fazla üretim aşamasında ortaya çıkmaktadır. Nakliye ve düzenli depolama aşamalarında çıkan emisyonların . (örn.sırasıyla NOx= 0.9,0.1) da diğer durumlara kıyasla % 50 geridönüşüm uygulanması durumunda en az olacağı görülmektedir. Bu da geri dönüşümün ne kadar önemli olduğunu açıkça vurgulamaktadır.

Şekil.9 Emisyonların kendi aralarında tartımları

3.3. Hammadde Eldesi ve Korunması

Atık cam ambalaj düzenli depo sahasına gönderildiği takdirde ekonomik değerini yitirir. 1 kg cam üretimi için 1.2 kg hammadde karışımı kullanılmalıdır. Depozito uygulaması olduğu zaman depo sahasına giden hammadde miktarında bir azalma olacaktır. Ayrıca geridönüşüm uygulandığında bu miktar daha da azalacaktır. Bu da hammaddenin korunumu açısından önemlidir.

4. Elde Edilen Sonuçlar

1. Cam ambalajlara uygulanan YDD çalışmasında görülmüştür ki, camın yaşam döngüsü aşamaları arasında üretim aşaması depozitolu, depozitosuz, cam kırığı kullanılan ve kullanılmayan durumlar farketmeksizin en yüksek emisyonların (**camın yaşam döngüsü boyunca oluşan tüm emisyonların % 50-95'i**) oluştuğu ve bu nedenle de en fazla çevresel etkiye sebep olan aşamadır. En yüksek çevresel etki, küresel ısınma etkisi olarak belirlenmiştir. Bunun da sebebi cam üretim fırınında kullanılan birincil hammadde kullanımıyla oluşan emisyonlardır.

2. Depozitosuz cam ambalajların renklerine göre normalize edilmiş küresel ısınmaya etki değerleri aşağıdaki gibidir:

Depozitosuz Renksiz : 3,15 (birimsiz)

Depozitosuz Bal : 2,76 (birimsiz)

Depozitosuz Yeşil : 2,27(birimsiz)

3. Depozitolu renksiz cam ambalajların üretiminde ikincil hammadde cam kırığı kullanılıp kullanılmamasına göre küresel ısınma etkisi yaratmaları bakımından farklılıklar göstermiştir:

Cam kırığı kullanmayan : 1,18 (birimsiz)

Cam kırığı kullanılan : 0,69 (birimsiz)

4. Depozitolu yaşam döngülerinde her üç renk cam ambalaj içinde normalize edilmiş **asidifikasyon**, **ötröfikasyon** ve **fotokimyasal oksitleyici** potansiyelleri hemen hemen aynı değerde çıkmıştır. Diğer taraftan; normalize edilmiş **küresel ısınma** ve **kış sisi** etkileri değişik renkteki depozitolu cam ambalajlar için farklılıklar göstermiştir. **Kış sisi** oluşumu **yeşil cam ambalaj için 0.49 (birimsiz)** bulunurken **renksiz ve bal renkleri için 0.08 (birimsiz)** olarak hesaplanmıştır.

5. Her üç renkteki cam ambalaj tarafından sağlanan hizmetler aynı olduğu için yaşam döngülerinin kullanım aşamasında oluşan etkiler her üç renkteki depozitolu, depozitosuz, cam kırığı kullanılarak veya kullanılmadan üretilen cam ambalajlar için aynıdır.

6. Küresel ısınmaya yönelik en yüksek çevresel etki üretim aşamasında olduğu için, geri dönüşülerin (iadelilerin, depozitoluların) yaygınlaştırılması çevresel etkilerin azaltılmasında için çok önemli olabilecektir.

Depozitosuz cam ambalaj: 3.15 (birimsiz)

Depozitolu cam ambalaj: 0.69 (birimsiz)

Fakat bu tür bir uygulamaya geçilmesi pratik açıdan bazı sorunlar yaratacağından şimdilik uygun gözükmemektedir. Ancak bu alternatif ekonomik nedenlerin elverişliliği ve dolumcu firmalarının böyle bir sorumluluğu almaya daha eğilimli olmaları halinde başvurulabilecek bir yol olarak görülmelidir .

7. Tüm renkler için 2010 hedef yılı YDD sonuçlarına bakıldığında küresel ısınma ve asidifikasyon etkilerinin tüm etkiler içinde en önemlileri olduğu görülmektedir.

2010 yılı için küresel ısınma etkileri:

Renksiz : 2.75 (birimsiz) (Yer, zaman ve kişiye bağlı olmadan)

Bal : 2.50 (birimsiz)

Yeşil : 2.60(birimsiz)

Buradan görülmektedir % 50 geri dönüşüm ile her ne kadar küresel ısınma etkisi diğer etkilere göre yine ilk sırada yer alsada da, hiç geri dönüşümü olmayan depozitosuz durumlarla kıyaslandığında **küresel ısınma etkisinde % 40 civarında bir azalma** olduğu gözlenmektedir.

8. Renksiz depozitosuz cam ambalajda küresel ısınma potansiyelindeki bu belirgin farklılık etki potansiyeli hesaplama sonuçlarında da açıkça görülmektedir.

Küresel ısınma potansiyeli:

Cam kırığı kullanımı ile : 38,000 kg CO₂ eşdeğeri

Cam kırığı kullanımı olmadan : 50,000 kg CO₂ eşdeğeri

50% cam kırığı kullanımı : 22,000 kg CO₂ eşdeğeri

9. Geri dönüşümlü yaşam döngülerinde de çevreye yayılan emisyonlar sonucunda çevresel etkilerin oluşmasına neden olumakla birlikte geri dönüşüm uygulamaları üretim aşamasında ikincil girdi kullanımı ile doğal kaynaklarda tasarruf sağladığından ve azalan emisyonlar ile çevresel yükte önemli hafifletme yarattığından dünyada olduğu gibi Türkiye koşullarında da uygulanmasında yüksek yarar vardır.

Sonuç

Genelde Türkiye, özelde cam ambalaj sektörü için sonuçların global bir yorumunu yaparsak, çevresel etkileri ve hammadde kullanımını azaltarak **sürdürülebilir üretim ve tüketimi** sağlamak amacıyla cam ambalajların yaşam döngüleri adına **en uygun strateji geri dönüşüm ve geri kazanım oranlarının yerel koşulları tümü dikkate alınarak mümkün olduğunca artırılmasıdır.**

Böylece hem üretim aşamasında kullanılan hammadde, enerji, hava, su ve kimyasal maddeler de azalma ile Kuruluş'un **sinai maliyetlerinde düşme** sağlanır, hem de olumsuz çevresel etkilerde **% 40'lara** varan bir azalma ile doğanın korunmasına yüksek düzeyli bir katkı sağlanır.

Ayrıca bu tür çevrecilik faaliyetlerinin desteklenmesinin camın bilinen sağlıklı ambalajın imajının yanı sıra kamuoyundaki yaratacağı **olumlu çevreci imaj** ile de ürün olarak ikamelere karşı **toplumsal konumunu güçlendireceği kesindir.**

Bu çalışmada “**Boğaziçi Üniversitesi Araştırma Fonu**” tarafından finansal olarak desteklenen 03HY02 kodlu “**Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi Metodolojisi’nin Cam Ürünler için Geliştirilmesi ve Bu Uygulamadan Elde Edilecek Sonuçların İki Farklı Database Kapsamında Değerlendirilmesi**” adlı projeden faydalanılmıştır.

Ayrıca proje süresince yardımlarından ötürü, **Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı ve Çayırova Fabrikaları**’na, **Çayırova Cam Kırığı Tesisi**’ne, **CAMSİAD Gn. Sek. Sn. Cengiz Besen**’e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] www.ikpgabi.uni-stuttgart.de

[2] www.pe-europe.com

PAŞABAHÇE MERSİN FABRİKASI - A FIRINI 1.KAMPANYA SONUNDA REKOR CAM ÇEKİŞİ

Dr. Hilmi Akıncı - Bülent Kuca

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası / Cam Ev Eşyası Grubu

Ertuğrul Yay

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

ÖZET

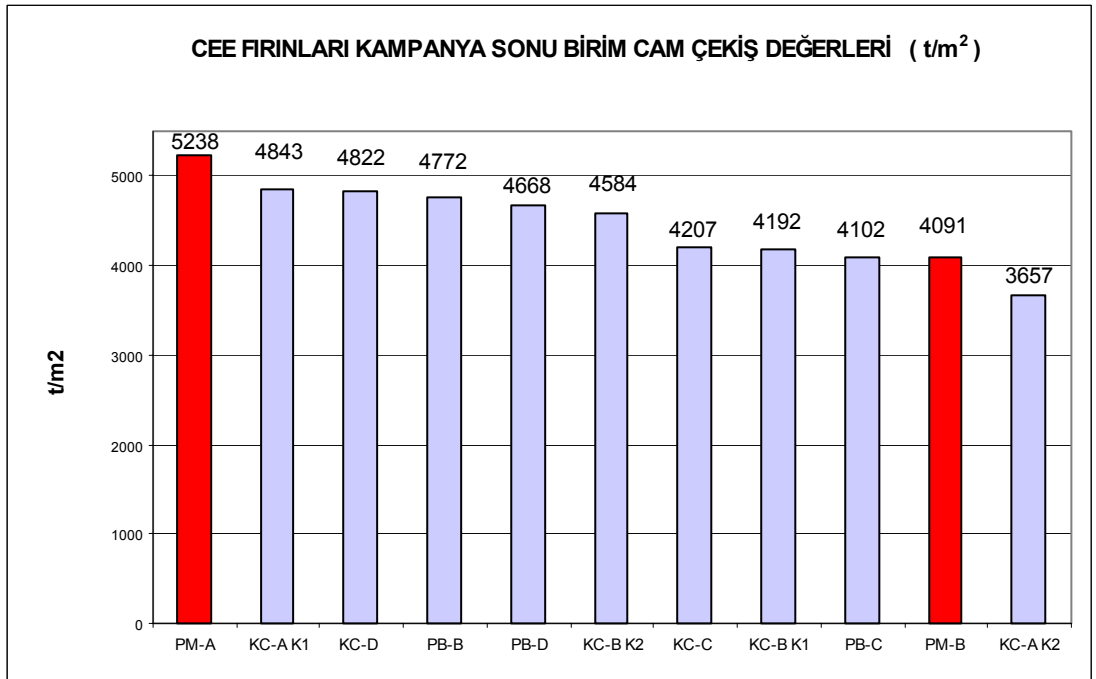
06.04.1996 tarihinde 1. kampanya üretimine başlayan 165 t/g kapasiteli ve 78 m² ertitme alanına sahip Paşabahçe Mersin Fabrikası A fırını 15.12.2003 tarihinde kampanyasını tamamlamıştır.

Bu geçen kampanya süresi içerisinde fırından birim m²'den 5238 ton cam çekişi yapılarak CEE fırınları içerisinde bugüne kadar gerçekleşen en yüksek değere ulaşılmıştır.

Bundan başka bu fırında 7 yıl 8 ay olarak gerçekleşen kampanya ömrü de ortalama fırın ömrünün 6,5-7 yıl olduğu CEE grubu içinde en uzun süreli kampanya dönemi olmuştur.

Bu başarıların elde edilmesinde fırın tasarım kriterlerinin uygunluğu ve işletme performansı başlıca etkenler olarak görülmektedir.

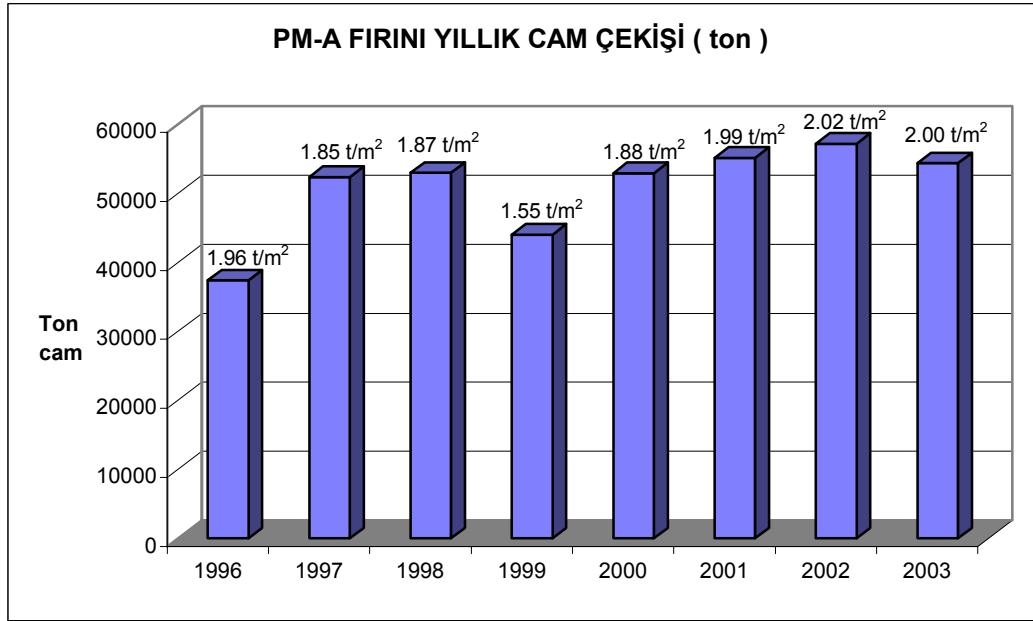
Bu bildiri de bu etkenler incelenmekte ve kampanya süresince fırında yapılan tamir çalışmaları ele alınmaktadır.



Şekil 1.CEE fırınları birim m²'den cam çekiş değerleri

1. GİRİŞ

Cam sanayiinde yatırım aşamasında en önemli harcamalardan birini fırın refrakterleri oluşturmaktadır. Bu harcamalar CEE grubunda bir fırın soğuk tamiri için indirimli fiyatlarla yaklaşık 3 milyon dolar seviyesindedir. Fırın refrakterlerinin kullanım ömrü ve içinde üretilen cam miktarı bunların verimli kullanıldıklarının en belirgin göstergesi olmuştur. CEE grubunda bu yıl başına kadar bir fırın ömrü ortalama 6,5-7 yıl arasında ve birim m²'den yaklaşık 4500-4800 t/m² cam çekilmekte iken, Paşabahçe Mersin Fabrikası A fırınının 1. kampanyası sonucunda 7 yıl 8 aylık sürede 5238 T/m² cam çekilerek bu alanda bir rekor kırılmıştır. Bu durum fırının amortisman süresini uzatmakta, birim cam başına refrakter maliyetini düşürerek önemli bir avantaj sağlamaktadır.



Şekil 2. PM-A fırını yıllık cam çekiş grafiği

1.1 Cam fırınlarında fırın ömrünü belirleyen başlıca faktörler:

Bunlar;

1. Tasarım kriterleri,
2. Malzeme kalitesi seçimi,
3. Malzeme kontrolünün ve fırın montajının iyi yapılması,
4. Sağlıklı bir ısıtma programı uygulanması,
5. İşletme parametreleri
 - a) Düzenli çekiş (imalat değişim sayısının az ve çekiş farklarının az olması),
 - b) Koruyucu bakımların zamanında yapılmasıdır.

PM-A fırınının tasarım kriterleri aşağıda verilmektedir:

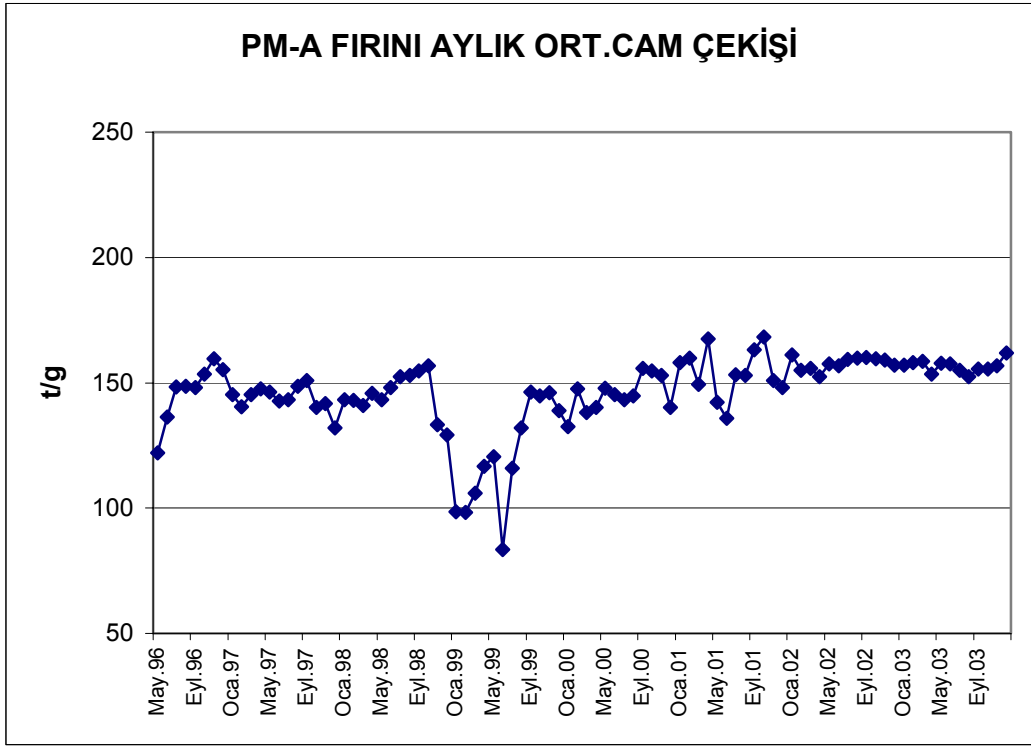
Kapasite	165 t/gün
En	6700 mm
Boy	11600 mm
Boy/en oranı	1.78
Ergitme Alanı	77,72 m ²
Birim çekiş	2,12 t/m ²
Üstyapı yüksekliği	800 mm
Rej.Hacmi	219 m ³
Rej.Hacmi/Ergitme A.	2,82
Cam Derinliği	1245 mm
Port Açıklığı	2100 mm
Bek sayısı	3+3
Doghhouse	tek taraflı itici tip
Rej. Dolguları	cruciform (elektro)

Fiili değerler:

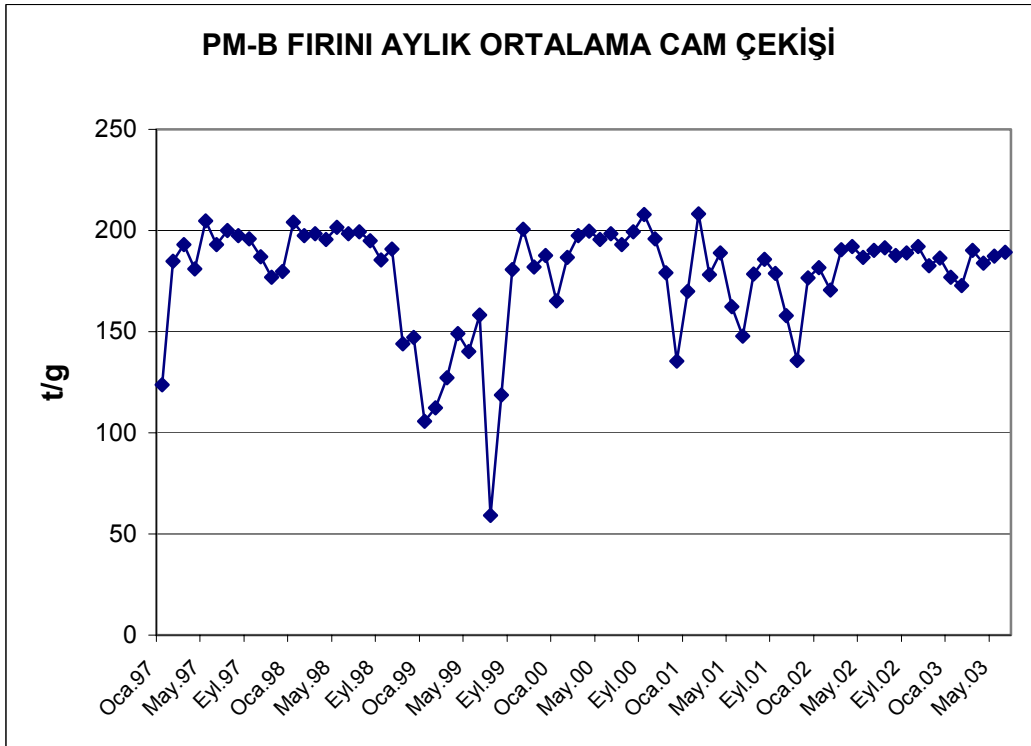
Ateşleme Tarihi	18.03.1996
Üretime Başlama Tarihi	06.04.1996
Duruş Tarihi	15.12.2003
Fiili Çekiş	1,9 t / m ²
Ort.Günlük Çekiş	146,9 t/g
Toplam Çalışma Günü	2770
Aylık En Düş.Çekiş Ort.	Haziran 1999 – 83 t/g (1,07 T/m ²)
Aylık En Yük.Çekiş Ort.	Ekim – Nisan 2001 168 t/g (2,16 T/m ²)

PM-A fırını 1995 yılında yeni kurulan Mersin fabrikasının ilk fırını olarak yapılmış, o günkü pazar şartları gereği 77.7 m² alan ve 165 t/g çekişe göre tasarlanmış ve CEE grubunun en yüksek alan ve kapasiteli fırını olmuştur. Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü tarafından yapılan projesinden sonra montajı da 1996 Mart ayında tamamlanmıştır. Fırın ömrünü etkileyen önemli bir parametre olduğundan fırın atrampajı o güne kadar elde edilen tecrübelerle dayanarak ve fırının büyük olmasına da dikkat edilerek 18 günde tamamlanmış ve 6.04.1996 da cam akıtılmıştır. Fırında 6 F/H bulunmakta olup bunların dördünde pres-üfleme, ikisinde pres makinaları çalışmaktadır. Olivotto pres-üfleme makinalarında CEE grubunun çay bardakları üretilmekte olup bu hatlarda çalışan imalatlar genellikle daha uzun süreli olmakta ve daha az imalat değiştirmektedir.

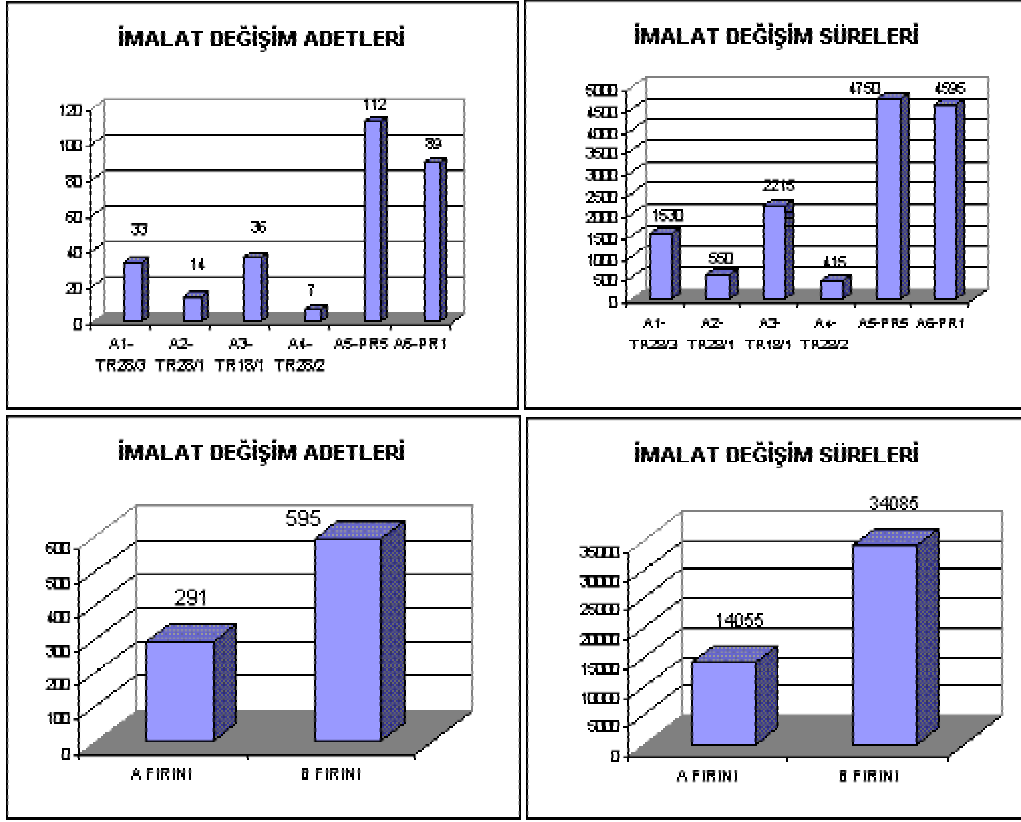
Bu yüzden PM-A fırını çekişinde bir diğer fırınımız olan ve sadece 2 pres-üfleme makinası bulunan 7 hatlı ve 200 t/g kapasiteli PM-B fırınına göre daha az değişiklik görülmektedir. Çekiş rejiminin düzenli olmasıyla fırın işletme parametrelerinde daha az oynama görülmektedir. Şekilde 6,5 yıl kampanya ömrü olan ve 4091 t/m² cam çekişi yapılan PM-B fırını ile PM-A fırınının karşılaştırması verilmektedir.



Şekil.3 PM-A Fırını aylık ortalama cam çekişi



Şekil.4 PM-B Fırını aylık ortalama cam çekişi



Şekil. 5 Olivotto ve pres mak. imalat değiştirme sıklıkları ve değişim süreleri

2.FIRINDA YAPILAN TAMİR ÇALIŞMALARI

PM-A fırınının 1. kampanya döneminde karşılaştığımız başlıca sorunlar ve çözüme yönelik yaptığımız uygulamalar aşağıda verilmektedir.

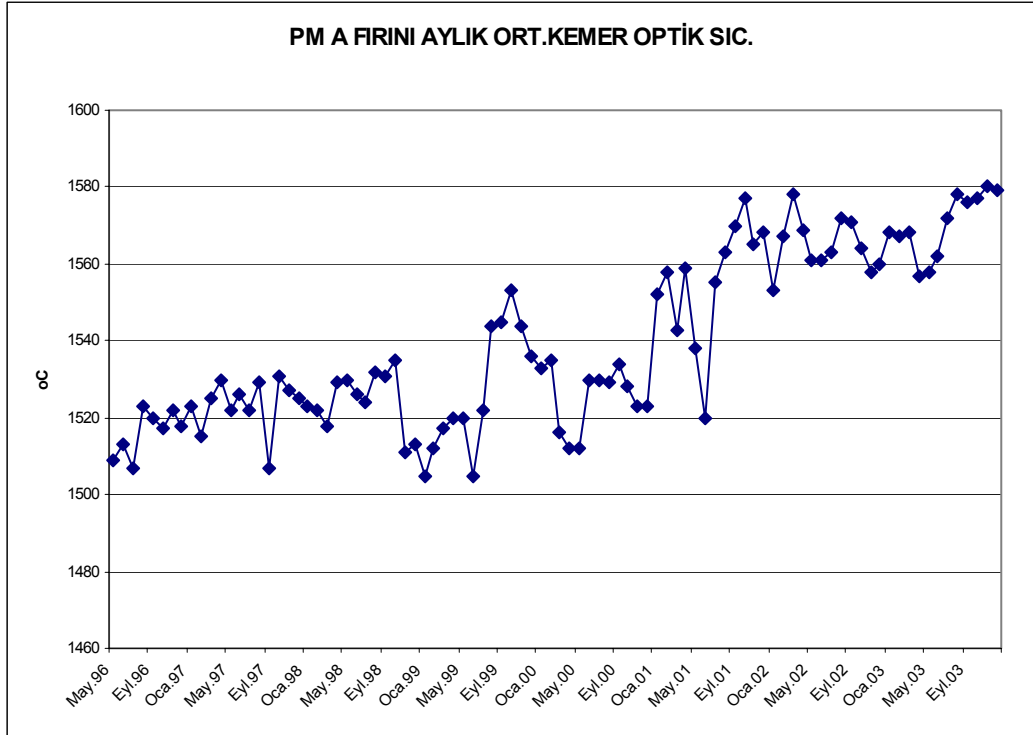
2.1. THROAT VE YAN BLOKLARDA AŞINMA

Fırınların camla temas refrakterlerinin durumu fırın ömrünü belirleyici en önemli etkenlerden biri olduğundan fırınların işletilmesinde en çok dikkat edilen yerlerdendir. PM-A fırınında zamanla aşınan throat bloklarına aşağıdaki tarihlerde takviye yapılmıştır.

Throat 1.Takviye	29.10.1999	(3 yıl 6 ay)
Throat 2.Takviye	30.12.2001	(2 yıl 2 ay)
Throat 3.Takviye	02.04.2003	(1 yıl 5 ay)

Aynı şekilde ertirme havuzunun yan bloklarında da normal olarak zamanla cam seviyesinde önemli aşınmalar olduğundan Temmuz 2001 den itibaren takviye yapılmasına başlanmıştır. Throatta 2. takviye yapıldıktan sonra fırın ömrünün hedef değerini aşacağı öngörüldüğünden fırının camla temas refrakterlerinin ömrünün uzatılması için daha iyi soğutulması fikrinden hareketle hava yerine su kullanılması düşünülmüş ve ilk uygulama throatta **25/6/2003** tarihinde (6 yıl 2 ay) başlatılmıştır. Daha

sonra doghouse'un sağ yan kōşe bloğunda ve port altı yan bloklarda da su verme uygulamasına geçilmiştir. Su verme işlemi aralarında 10 cm mesafe bulunan 8 mm çapında, 10 lu kolektörler vasıtasıyla yapıldı. Uygulama sonucu yapılan gözlemlerden sonra E/H nun diğer aşınmış yan bloklarına da kolektörler hazırlandı ve zamanla uygulamaya geçildi. Su verilen bölgelerde kızarıklığın azaldığı gözlemlendi. Fırın ömrünü uzatmada çok faydalı olan bu uygulamanın bazı olumsuzlukları da görüldü. Bunlardan biri kaçınılmaz olarak ısı kayıplarının artışına yol amasıydı. Kampanya sonuna doğru hem fırın optik sıcaklıklarında 1530 C den 1580 ye kadar yükselme, hem de birim yakıt değerinde 125 gfo/kg.cam değerinden 190-195 gfo/kg.cam değerine yükselme görüldü. Bundan başka kullanılan suyun kireçli olmasından dolayı yüzeyde oluşan kireç tabakaları zamanla izolasyon görevi görerek su verilen bölgenin soğutulmasında güçlük yarattı ve beklenmedik durumlarda cam sızması problemiyle karşı karşıya kalındı. Bunu önlemek için belli periyotlarla verilen su kesilerek yüzeyde biriken kireç tabakaları temizlendi ve yeniden su verilmeye devam edildi. Bir diğer olumsuzluk da su verilen yüzeylerde çatlamaların giderek derinleşerek kırık şeklini alması ve bunların da ayrılması sonucu üzerine yapılacak takviyelerin yapıştırılmasında zorluk yaşanmasıydı.



şekil.6 Fırın optik sıcaklığı grafiği

2.3. ÇALIşMA HAVUZU ARA TAMİRİ

Kampanyada 5. yılı tamamladıktan sonra fırının 7 yıl kampanya hedefini aşması öngörüldüğünden alışma Havuzu'nun da bu hedefe uygun olması için aşındığı gözlemlenen orta kısmının değiştirilmesine karar verildi. Kapalı elik kasa yapısındaki /H da kasanın altında ve yanlarında özellikle throat önüne gelen bölgelerde kızarıklıklar görülmüş ve buralara soğutma havası çekilmişti. Yaklaşık 10 m. uzunluğu kapsayan bu bölgenin çeliğe kadar olan refrakter yapısı söküldü, eskiyen elik kısımları

değiştirildi, yeni refrakter yapının montajı yapıldı ve atrampaj dahil 8 gün sonunda devreye alındı. 25.12.2001 – 02.01.2002 (5 yıl 9 ay).

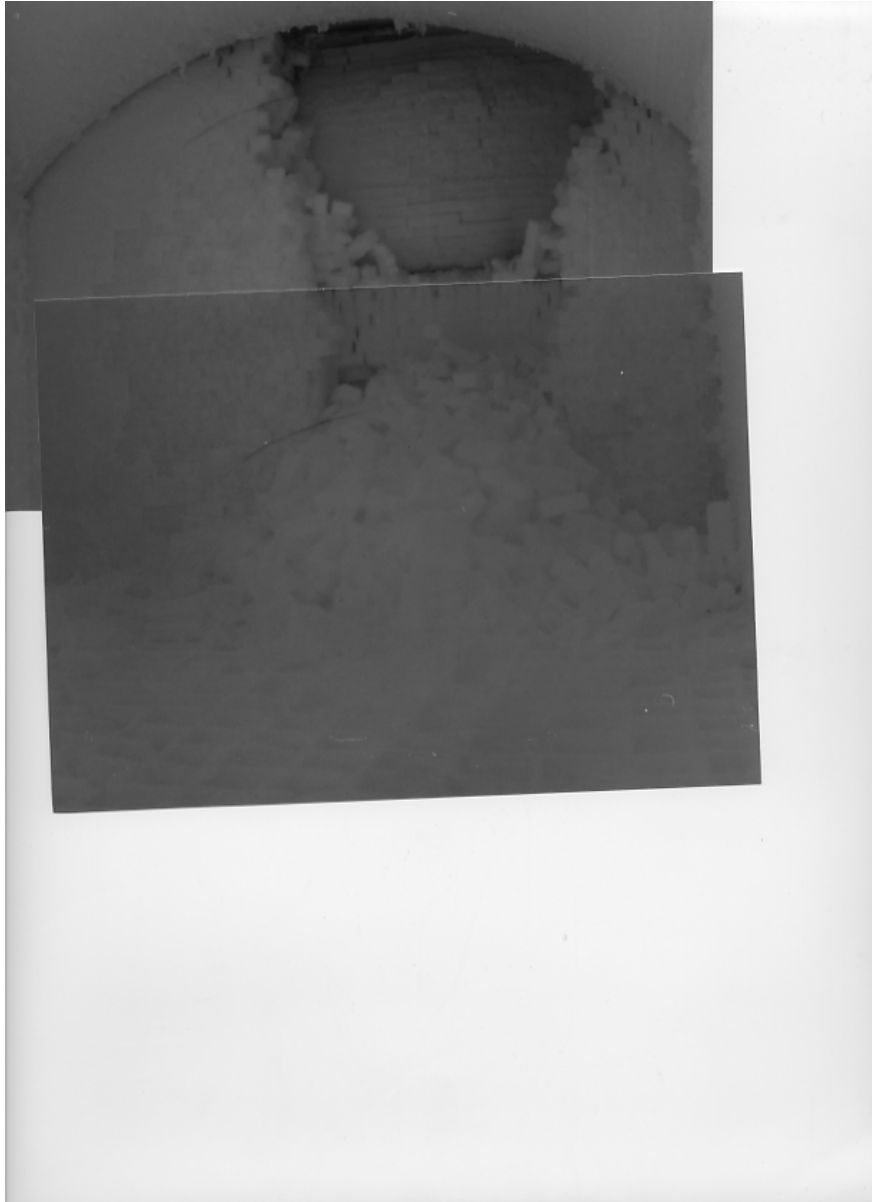
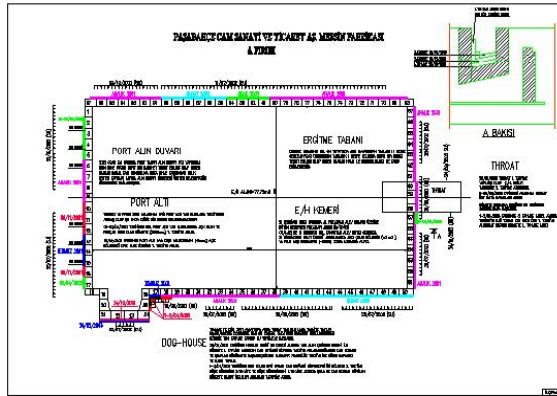
2.4 SOL REJENERATÖR HEDEF DUVARINDA DEFORMASYON VE AÇILMA

Kampanyada 7 yıl 2 ayı tamamladıktan sonra 2003 Haziran ayında sol rejeneratör hedef duvarı üst kısmında aşırı kızarıklık görüldü. Burada gözetleme taşı üzerindeki bazik tuğlalarda kırılma ve aşınma sonucu üzerlerindeki tuğlalarda oynama meydana geldiği ve 5-6 tane tuğlanın dolgular üzerine düştüğü görüldü. Dış taraftaki izolenin fazla dayanmayacağı göz önüne alınarak gözetleme deliğinden itibaren hedef duvarı arkasına Zircon TZB ile ikinci bir duvar örüldü. Hasarlı kısımda zaman içinde kemere kadar olan tuğlaların da döküldüğü görüldü. Kemer ile hedef duvarı birleşim yerinde oluşan açıklık da kemerin üzerine çelik hasır konulduktan sonra üzerine zirmul patch 160 harcı dökülerek kapatıldı. Bu bölgede kampanya sonuna kadar zaman zaman dökülmeler devam ettiğinden açılan kısımlar sıcak tamirler yapılarak kapatıldı.

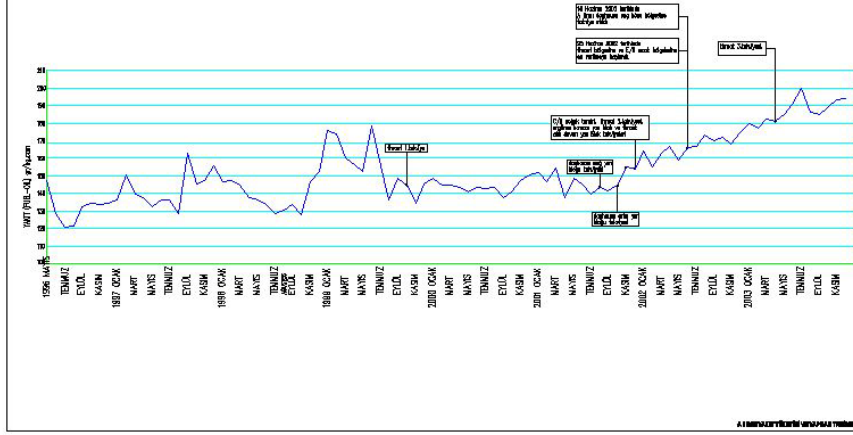
3. SONUÇ

PM-A fırını 7 yıl 8 ay süren kampanya sonucu birim alandan 5238 ton cam çekerek grup içinde bir ilki gerçekleştirmiştir. Burada üzerinde durulan tasarım kriterleri, refrakter kontrolü, montajı, atrampaj uygulaması ve işletme parametreleri bu başarının başlıca kaynağı olarak görülmektedir. Bu uygulamayla, fırın refrakter ömrü yaklaşık 1 yıl uzatılmış ve birim çekiş de yaklaşık 600 t/m^2 artırılarak ekonomik anlamda önemli bir fayda sağlanmıştır. Fırın tasarımında yapılan geliştirmelerin de etkisiyle bundan sonraki kampanyalarda bu rakamı daha da yükseltmek şimdiki hedefimiz olmuştur. Cam Ev Eşyası Grubu'nda gelişim süreci aşağıda verilmektedir:

Yıllar:	Kampanya Çekişi (t/m^2)	Birim çekiş ($\text{t/m}^2 \cdot \text{gün}$)
1980-1985	2500	1,3
1985-1997	3250	1,7-1,8
1997-2002	5200	2-2,1
2003-	6000 (hedef)	2,1



PAŞABAĞÇE CAM SANAYİ VE TİCARET A.Ş. MERSİN FABRİKASI
A FIRINI YAKIT TÜKETİMİ VE YAPILAN TAMİRLER



IS MAKİNALARINDA YAPILAN MEKANİZMA GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

Ferit Saçbükler - Semih Özbay - M.Oğuz Kartepe – Tezcan Günay
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.. Topkapı Fabrikası / Cam Ambalaj Grubu

Geliştirme; yeni bilgiler elde etmek ya da mevcut bilgileri ortaya çıkarmak amacıyla yapılan ve bilgilerin sistematik olarak toplanmasını, analizini ve yorumunu gerektiren çalışmadır.

Geliştirme çalışmaları, gelecekte işletmelerin çevreye uyum sağlayabilmeleri ve rekabet gücünü arttırabilmeleri için vazgeçilmez bir fonksiyondur.

IS makinalarında geliştirme çalışmaları gerek üretim teknolojisine tam olarak hakim olabilmeyi, gerekse ihtiyaçlarımız doğrultusunda geliştirme çalışmaları yaparak yabancı menşeyli teknoloji bağımlılığından kurtulmayı hedefleyen ve yaklaşık son üç yıldır sürdürülen bir proje çalışmasıdır.

Farklı çalışmaları bünyesinde toplayan bu projenin en büyük getirisi AT'nin kendi çalışma şartları ve kendi üretim çeşitliliğine en uygun şekilde yeniden standartlaştırılmış makinalardan oluşan bir makina parkının ve sürekli ve sistematik geliştirmeye kaynak olacak bir dökümantasyon alt yapısının oluşturulmasıdır.

Anahtar Sözcükler :

AC : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
AT : Anadolu Cam Sanayii A.Ş.- Topkapı Fabrikası
IGC : Ishizuka Glass Company- Japonya
QC : Quick Change – Hızlı Değişim
MKS : Makina Kalıp Sanayii

Proje Çalışmasının Ana Başlıkları

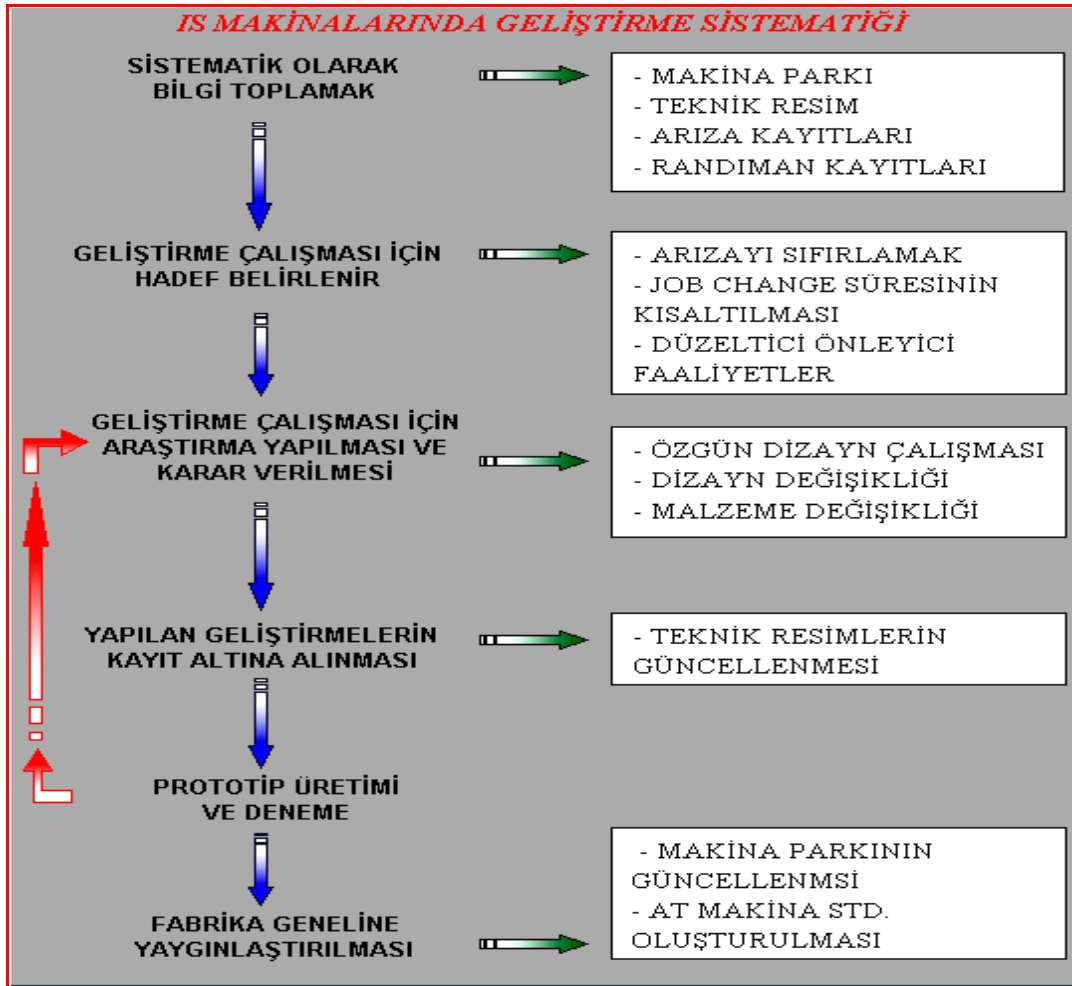
1969 yılından beri faaliyetini başarı ile sürdüren At fabrikamızda geliştirme çalışmalarını son üç yıl ile sınırlandırmak elbette yanlış olur. Ancak üç yıl öncesine kadar yapılan geliştirme çalışmaları bir sistematığe sahip değildir. Bu nedenle yaygınlaştırılmamış hatta pek çoğu unutulmuştur. Oysa ki her geliştirme çalışması bir sonraki için basamak teşkil etmelidir.

Bu nedenle ilk yapılması gereken izlenecek stratejinin belirlenmesidir. Bu strateji aynı zamanda geliştirme çalışmalarının sistematığını ve bu projenin ana başlıklarını oluşturmaktadır.

Geliştirme Projesi aşağıdaki ana başlıklardan oluşmaktadır:

- 1.Mevcut makina parkının tanımlanması ve mevcut yedek parça ve mekanizmaların envanterlerinin çıkarılması
- 2.Dökümantasyon ve teknik resimlerin düzenlenmesi
- 3.Makina standartlarının oluşturulması
- 4.Alt yapımcıların organize edilmesi yetkin hale getirilmesi
- 5.Mekanizmalardaki geliştirme ve özgün dizayn çalışmaları
- 6.Mekanizmaların detaylı olarak teknik resimlerinin hazırlanması
- 7.Mekanizmaların yurtiçinde imal edilmesi
- 8.Test çalışmaları, revizyonlar ve kullanıma hazır hale getirilmesi
- 9.AT teknik resim bankasının ve ileriye dönük geliştirme çalışmaları için kaynak oluşturulması

Bu adımlara paralel olarak “Geliştirme Sistematiği” [1] oluşturulmuştur.



Tablo.1: Geliştirme Çalışmaları Sistematiği

1. Mevcut Makina Parkının Tanımlanması ve Yedek Parça ve Mekanizmaların Envanterlerinin Çıkarılması

Herhangi geliştirme için başlangıç noktası, bulunulan noktayı doğru belirlemektir. Bu gün AT 136 kol ile, 800 ton/gün üretim yapabilen ve 350 farklı ürün çeşidine sahip bir fabrikadır. Bu üretim kapasitesi ve ürün çeşitliliğinin bir türevi olarak makina parkı farklı üretici firmaların farklı tipteki makinalarından oluşmaktadır. Geliştirme çalışmalarında elimizdeki ilk bilgi kaynağı makina parkının tam olarak bilinmesidir [2].

ACS TOPKAPI FABRİKASI														AT MAKİNA PARKI				TABLO.2	
HAT	DAMLA DAĞITICI		MAKİNA		SECTION	TARİH	SG	NNPB	VERT.F.	ON-OFF	FEEDER	MAKAS	KONVEYÖR	WARE TRANSFER	STAKER	SOĞUTMA FIRINI			
A1	4.3/8"	EMHART	KAM	4.1/4"	LH	EMHART	8	TK-1980	X	-	X	X	EMHART 81 DEEP	EMHART 81	200 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TK 1987) 1800 X 31500
A2	3"	EMHART 535	SERVO	4.1/4"	LH	EMHART	8	TK-1980	-	X	X	X	EMHART 555 SERVO	565 EMHART SERVO PARALEL	150 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TK 1987) 1800 X 27000
A3	3"	EMHART 535	SERVO	4.1/4"	RH	EMHART	8	TK-1968	-	X	X	X	EMHART 555 SERVO	565 EMHART SERVO PARALEL	150 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TK 1987) 1800 X 27700
A4	4.3/8"	BOTTERO EGD 400	SERVO	5"	RH	BOTTERO	10	01.06.2003	-	X	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE TEK STEP MOTORLU SERVO	150 MM	-	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	ANTONINI (2003) 2400 X 29000
B1	4.3/8"	EMHART	KAM	5"	LH	EMHART	8	-	X	-	X	X	B.H.F	B.H.F	200 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (ACS 1972) 210 X 35000
B2	4.3/8"	EMHART	KAM	5"	LH	MAUL	8	15.01.1999	X	-	X	X	EMHART 81 DEEP	EMHART 81	200 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TK 1988) 1800 X 34800
B3	3"	EMHART	KAM	4,25	RH	EMHART	8	-	-	-	-	X	EMHART 144 STD	EMHART 144	150 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE (DÜZ)	CNUD (TK 1988) 1500 X 21000
B4	4.3/8"	EMHART	KAM	5.1/2"	RH	EMHART	8	TK-1980	-	-	X	-	EMHART 515	EMHART 515	150 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TK 1992) 2400 X 35300
C1	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	HEYE	10	37012	-	X	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:19	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	ANTONINI (2001) 2400 X 33600
C2	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	HEYE	10	01.05.2001	-	-	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:19	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	ANTONINI (2001) 2400 X 33600
C3	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	HEYE	10	37012	-	X	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:19	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	ANTONINI (2001) 2400 X 33600
D1	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	HEYE	10	15.12.1995	-	X	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:40	SHEPPEE	HEYE SERVO	CNUD (MKS 1981) 2400 X 34200
D2	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	HEYE	10	37012	-	-	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:19	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (MKS 1981) 2400 X 35200
D3	4.3/8"	HEYE	SERVO	5"	RH	MAUL	10	TK-1989	-	-	X	X	HEYE 503 SERVO	HEYE ÇİFT STEP MOTORLU SERVO	150 MM	1:40	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	CNUD (TEMA 2000) 2400 X 35700
D4	4.3/8"	BOTTERO EGD 400	SERVO	5"	RH	BOTTERO	10	37756	-	-	X	X	BOTTERO SFM 200 SERVO	BOTTERO SERVO PARALEL	150 MM	-	SHEPPEE	SHEPPEE SERVO	ANTONINI (2003) 2400 X 29000

AT olarak makinaların, kol bazında tüm mekanizmalarına ve aksesuarlara hakim olacak şekilde envanterini çıkardık [3,4]. Bu abaklar ihtiyacımız olan bilgilerin toplu olarak bir yerde bulunmasını, çok daha hızlı ulaşılmasını ve mevcut makina standartlarının tanımlanmasını sağladı.

MERK.M	FİRMA	MONTAJ NO	ADI	KOL SAYISI	TOPLAM ADEDİ	
HUNİ KOLU						
5"	SG	EMHART	191-1428	NO:1 HUNİ KOLU	16	20
5"	SG	EMHART	191-5212 GR.3	NO:2 HUNİ KOLU	16	20
5"	SG	EMHART	191-2570	NO:3 HUNİ KOLU	16	20
5"	SG	EMHART	AT	NO:1 HUNİ KOLU	16	22
5"	SG	EMHART	AT	NO:2 HUNİ KOLU	16	22
5"	SG	EMHART	AT	NO:3 HUNİ KOLU	16	22
4 1/4"	DG	EMHART	191-5570 GR.2	70 MM HUNİ KOLU	32	36
4 1/4"	DG	EMHART	191-5570 GR.1	83 MM HUNİ KOLU	32	36
4 1/4"	DG	EMHART	191-5570 GR.3	90 MM HUNİ KOLU	32	32
4 1/4"	DG	BOTTERO	AT	70 MM HUNİ KOLU	32	39
4 1/4"	DG	BOTTERO	AT	83 MM HUNİ KOLU	32	39
4 1/4"	DG	BOTTERO	AT	90 MM HUNİ KOLU	32	28
5"	DG	MAUL	500-554-501	83 MM HUNİ KOLU	96	20
5"	DG	EMHART	191-23357	83 MM HUNİ KOLU	96	60
5"	DG	MAUL	500-554-502	90 MM HUNİ KOLU	96	12
5"	DG	EMHART	191-23358	90 MM HUNİ KOLU	96	41
5"	DG	BOTTERO	A338-E6-D1	83 MM HUNİ KOLU	96	90
5"	DG	BOTTERO	A338-E6-D2	90 MM HUNİ KOLU	96	90
5 1/2"	DG	EMHART	23-41 GR.3	90 MM HUNİ KOLU	8	10
5 1/2"	DG	EMHART	23-41 GR.4	115 MM HUNİ KOLU	8	10

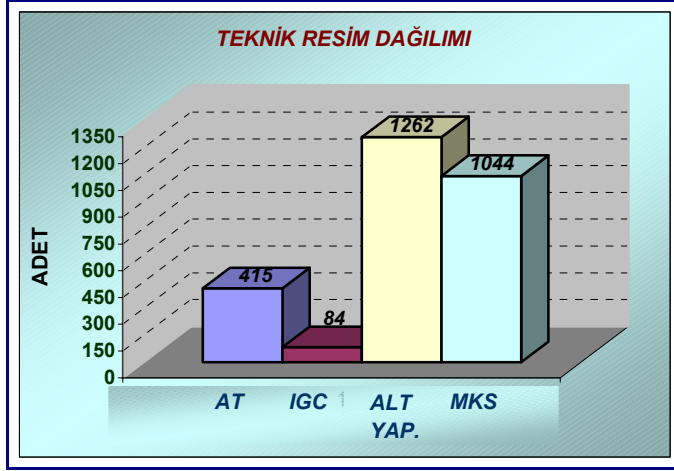
Tablo.3: Aksesuar Envanteri Örneği

MERK. M	FİRMA	MONTAJ NO	ADI	KOL SAYISI	TOPLAM ADEDİ	
5"	DG	HEYE	221010012	QC GÖBEK MEKANİZMASI	78	87
4 1/4"	DG	EMHART	62-11014AT	QC GÖBEK MEKANİZMASI	32	38
B2	SG	AT	22100009AT	QC TEK DAMLA GÖBEK MEK	8	10
B1	SG	EMHART	62-3071AT	QC TEK DAMLA GÖBEK MEK	8	10
5"	DG	EMHART	62-11016AT	QC GÖBEK MEKANİZMASI	18	23
5 1/2"	DG	EMHART	62-3058	QC GÖBEK MEKANİZMASI	8	10

Tablo.4: Mekanizma Envanteri Örneği

2. Dokümantasyon ve Teknik Resimlerin Düzenlenmesi

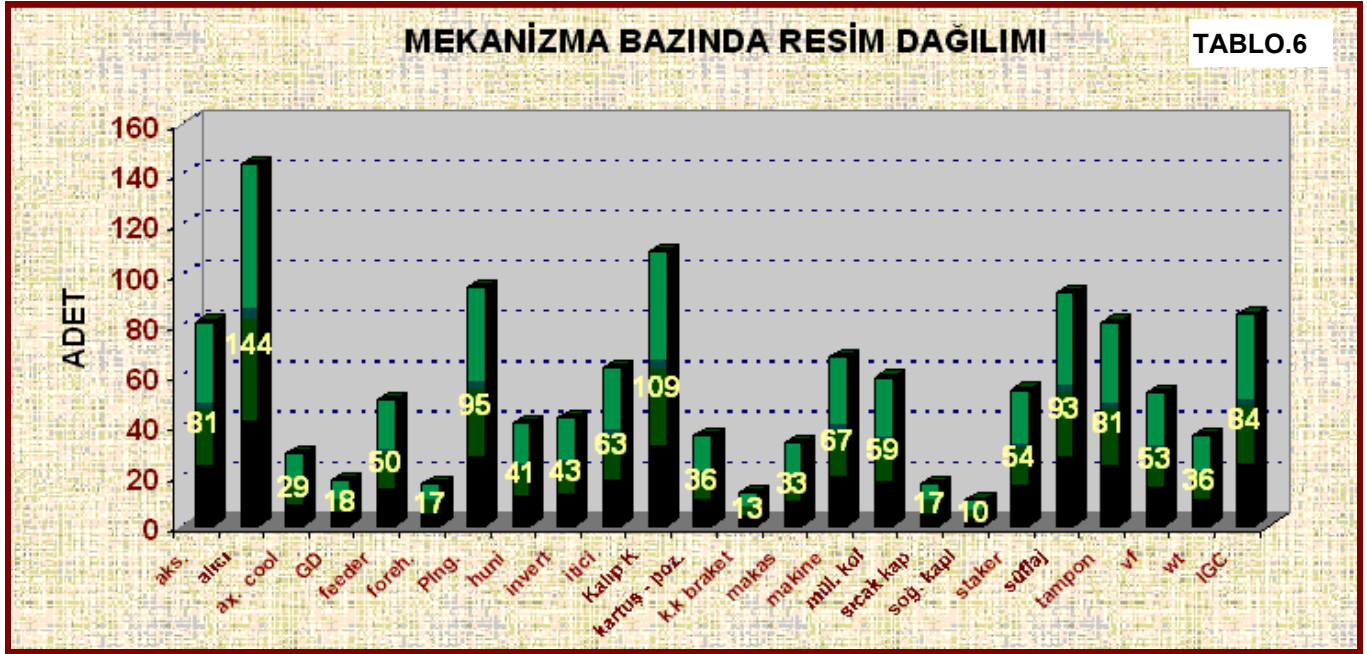
Geliştirme çalışmaları teknik dökümantasyon ile desteklenmelidir. Üzerinde değişiklik, geliştirme yapacağımız tüm mekanizma veya makina parçalarının imalat ve montaj resimlerine; dolayısıyla gerekli teknik dataya (tölarans, malzeme vb.) sahip olmanız gereklidir. Aksi takdirde üzerinde çalışabileceğiniz, fikir geliştirebileceğiniz bir temeliniz olmayacaktır.



Tablo.5: Teknik Resimlerin Dağılımı

AT	415
IGC	84
ALT YAP.	1262
MKS	1044

Bu nedenle mekanizmalara ait ulaşabildiğimiz tüm teknik resimleri toplayarak [5] bir arşiv oluşturduk. Bu resimler içerisinde en büyük payı alt yapımcılarımıza numune vererek çizdirdiğimiz mekanizma resimleri kaplamaktadır. Arşivde bulunan resimler içerisinde AT, IGC ve Alt Yapımcılar tarafından çizilenler en güncel durumdakilerdir. Bu resimlere göre prototip üretimleri yapılmış aksaklık var ise düzeltilmiş ve resme işlenmiştir.



TABLO.6

MKS tarafından hazırlananlar resimler taslak durumundadır ancak malzeme bilgisi ve toleranslar konusunda ön bilgi vermektedir. Toplanan tüm resimler mekanizma bazında sınıflandırıldı [6].

3. Makina Standartlarının Oluşturulması

Makina parkının tam olarak tanımlanması elimizde aynı görevi yapan çok farklı tip ve markada mekanizma olduğunu ortaya koydu. Tabii bir okadar da yedekleri tutuluyordu. Bu nedenle yeni makina standartları oluşturduk ve tüm makinalara uygulamak için çalışmalara başladık. Tüm makinalarımızı tek tip QC VF üst blok, AT tipi BB kartuş, QC huni kolu, QC tampon kolu, IGC tipi kartuş valf, IGC tipi itici tırnak ve AT tipi on/off valfler ile donatmak için aksiyon planı oluşturduk. Tablo [7] de makinalarımız son hali görülmektedir. Ayrıca tüm makinalarımız QC süflaj kolu ve kayışlı alıcı braketi ile donatıldı.

	QC VF ÜST B.	GÖBEK KARTUŞ	QC HUNİ KOLU	QC TAMP. KOLU	KARTUŞ VALF	İTİCİ TIRNAK	ON OFF
A1		Nis.04	Eyl.04		May.03		
A2		Ağu.04	Ağu.04		May.03	Mar.04	Ağu.04
A3		Haz.04			May.03		Ağu.04
A4	May.04	Oca.04	May.03		May.03	Eyl.04	
B1	May.04	May.04	Tem.04				
B2	Ağu.03	Oca.04	Oca.04	Nis.04			
B3		May.04	Ağu.04				
B4							
C1	Mar.04	Şub.04		Tem.04	Eki.03	Mar.04	
C2	Oca.04	Oca.04	Oca.04	May.04	Tem.04	Oca.04	Tem.04
C3	May.04	Şub.04	Ağu.03	Ağu.03	May.04	May.04	
D1	Eyl.03	Oca.04		Eyl.03	Şub.03	Nis.04	
D2	Oca.04	Oca.04	Oca.04	Haz.04		Oca.04	
D3	Mar.04	Mar.04	Eyl.03	Eyl.03	Nis.04	Oca.04	
D4	May.03	Şub.04	May.03		May.03	Mar.04	

Tablo.7: Makinalarda Standartlaştırılmış Mekanizma ve Aksesuarlar

4. Alt Yapımcıların Organize Edilmesi ve Yetkin Hale getirilmesi

Bu projenin en önemli ayaklarından birisi nitelikli alt yapımcıların oluşturulmasıdır. Kaliteyi üretmek ancak kaliteli girdi kullanmakla mümkündür. Alt yapımcıları seçerken değerlendirme kriterlerimizi oluşturduk

- Yeterli teknik donanımına sahip olması
 - imalat bilgisi
 - makina parkı
 - kalifiye eleman
 - malzeme bilgisi
- Ulaşılabilir olması

Cam sanayii üretimini bilen, isteklerimizi kısa sürede algılayabilen ve istenen mekanizmaları ortaya çıkarırken kendi edindikleri bilgi ve tecrübeleri bütün çalışmalara katabilen alt yapımcılar oluşturmak zorundaydık. Bu nedenle genelde Şişecam bünyesinde daha önceden makina imalat fabrikalarımızda çalışmış ve emekli olunca küçük atölyeler kurmuş alt yapımcıları seçtik.

Her firmayı sahip oldukları kriterlere göre farklı işlere kanalize ettik [8]:

META	KALIP KOLU
	GÖBEK MEKANİZMASI
	KARTUŞ-POZİSYONER
	TAMPON MEKANİZMASI
	ALICI MEKANİZMASI
	MÜLDEBAK MEKANİZMASI
	ON OFF MEKANİZMALARI
	KALIP KOLU İNSERT
	ALICI KOLU

CEMTAŞ	MÜLDEBAK KOLU
	HUNİ KOLU
	SÜFLAJ MEKANİZMASI
	İNVERT MEKANİZMASI
	RADIAL-AXIAL COOLİNG
	VERTİFLOW MEKANİZMASI
	İNSERT

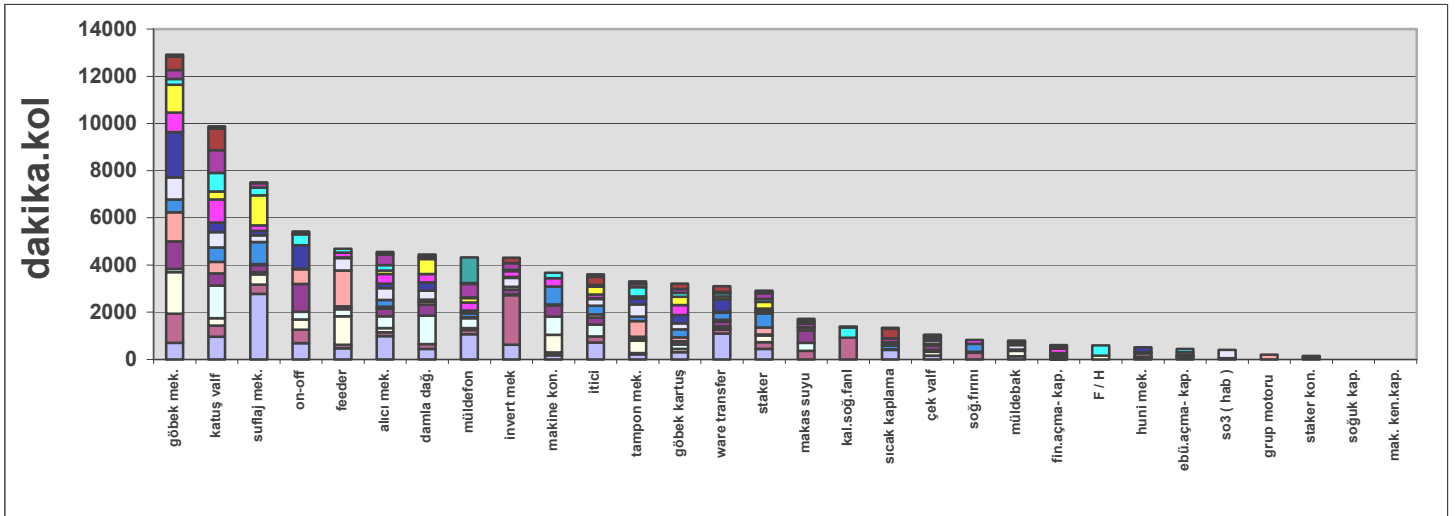
Tablo.8: Alt Yapımcılar

BİRCAN MAK.	HUNİ MEKANİZMASI
	TAMPON KOLLARI
	YÖRÜNGE KAMI

FLO KONTROL	KARTUŞ VALF
	SOĞUK KAĞPLAMA SİS.
	PALLETİZER ÜNİTELERİ
	MERKEZİ YAĞLAMA ÜNİTESİ

5. Mekanizmalardaki Geliştirme ve Özgün Dizayn Çalışmaları

İlk geliştirme çalışmaları arıza duruşu fazla olan mekanizmaların iyileştirilmesi için yapılmıştır. Tablo [9] da 2003 Ağustos ayına kadar birikimli arıza duruşları görülmektedir.



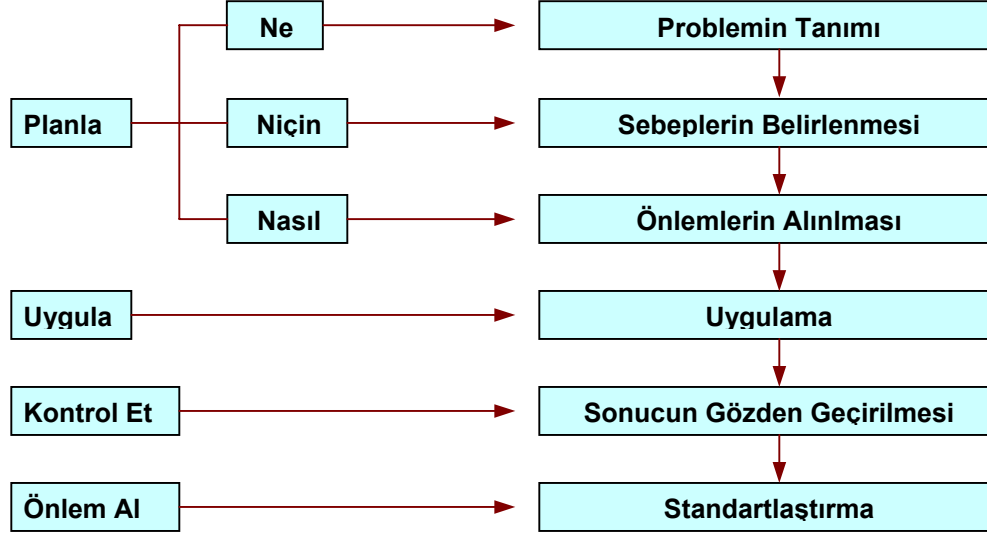
Tablo.9 : 2003 Ağustos Ayı Sonuna Kadar Birikimli Arıza Duruşları

Arıza süresi ve tekrarlama sıklığına göre öncelikle müdahale isteyen ilk 5 mekanizma geliştirme çalışmalarında pilot olarak seçilmiştir ;

- Göbek mek.

- Kartuş valf
- Süflaj mek
- On-off mek.
- Müldefon (vertiflow) mek.

Karşılaşılan problemlerin çözümünde izlenen yol, artık işletme faaliyetlerimizin her alınında yer bulan şekil [1] de görülen PUKÖ döngüsüdür ;



Şekil.1: Geliştirme Çalışmalarında PUKÖ Döngüsü

5.1 Göbek Mekanizması:

Problemin Tanımı	:Emhart mekanizmalarda göbek miline takılı mastörlerin sökülememesi Mastör soğutucularının kırılması Göbek mili kilitlemelerinin kırılması
Sebepler	:Uzun süre sıcakta çalışan mekanizmada dişli bağlantının kaynama yapması ve demontajda kilitme mekanizmasının kırılmasına neden olması
Alınan Önlem	:Dişli bağlantı kaldırılarak Emhart tipi göbeklerin millerinde geliştirme yapılarak Heye tipi kelepçeli bağlantı tipine geçildi.
Uygulama	:Bir set göbek mekanizmasında gerekli tadilatlar yapılarak AT D3 hattında 2 ay süre ile imalat yaptırıldı.
Sonucun Gözden Geçirilmesi	:Deneme süresince daha önce karşılaşılan problemlerin hiç biri Geçirilmesi yaşanmadı.
Standartlaştırma	:Tüm Emhart tipi göbek mekanizmalarında gerekli tadilatlar yapılarak kelepçeli sistem standart hale getirilmiştir.

5.2 Kartuş Valf :

Problemin Tanımı	:Kartuş valflerin sık sık takılı kalması, dağılması
------------------	---

Sebepler	:Mevcut kartuş valflerde malzeme ve valf nüvesi yataklamasının problemlili olduğunu tesbit ettik. Nüve ve karşılığı çok kısa sürede aşınıyordu.
Alınan Önlem	:IGC tipi örnek alınarak iç piyasada IGC tipi kartuş valf yaptırıldı.
Sonucun Gözden Geçirilmesi	:2004 Mart ayında ilk deneme kartuş valfi yaptırılarak A3 makinasının tampon mekanizması çalıştırma havası kontrolüne takılarak Mayıs ayı sonuna kadar gözlemlendi. Hiç bir problem gözlenmedi.
Standartlaştırma	:C2 hattı Temmuz 2004 ve C3 hattı Mayıs 2004 tarihlerinde komple iç piyasada yaptırılan kartuş valfler ile donatıldı. Bu hatlarda bu güne kadar kartuş valf arızası yoktur.

5.3 Süflaj Mekanizması :

Problemin Tanımı	:Devirli imalatlarda gale ve süflaj kolu kırılması; uzun süreli duruşa sebep vermesi
Sebepler	:Kam profilinin çok sert olması
Alınan Önlem	:Maul tipi yörünge kamının kalkış hareketini daha yumuşak yaptığı tesbit edildi. Orjinal Maul bir kola takılarak 5 ay süre ile çalıştırıldı.
Sonucun Gözden Geçirilmesi	:Deneme süresince süflaj mekanizmasının daha rahat çalıştığı ve yastıklama kontrolünün daha rahat yapıldığı gözlemlendi.
Standartlaştırma	:Maul tipi yumuşak kamların iki makineyi donatıcak şekilde iç piyasaya siparişi verildi.

5.4 On-Off Mekanizması :

Problemin Tanımı	:Klape kırılması, klape silindirinin dağılması
Sebepler	:Mevcut emhart tipi klapelelerin yastıklama problemi nedeniyle özellikle yüksek devirlerde vuruntulu çalışması
Alınan Önlem	:Bottero tipi örnek alınarak tüm makina çeşitlerine (Emhart-Heye-Bottero) takılacak şekilde yeniden dizayn edildi.
Sonucun Gözden Geçirilmesi	:1 adet iç piyasada imal ettirilerek 3 ay süre ile A3 makinasında denendi
Standartlaştırma	:80 adet yerli üretimi yapıldı ve A2, A3 ve C2 makinaları donatıldı.

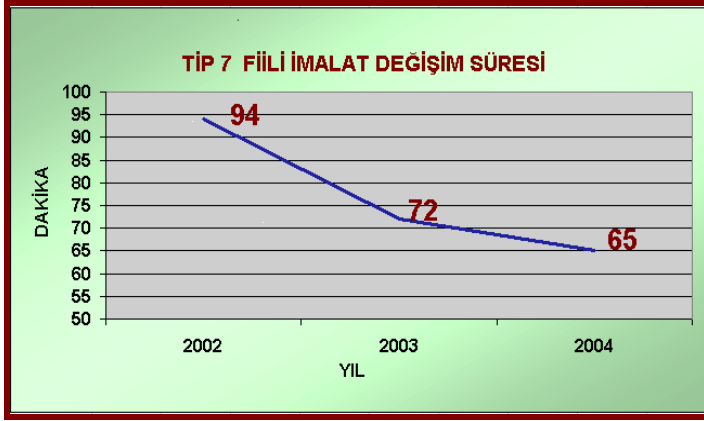
5.5 Vertiflow Mekanizması :

Problemin Tanımı	:Vakum devrelerinin tıkanması ve zor temizlenmesi
Sebepler	:Uzun süre çalışan vakumlu imalatlarda vakum devresi içinde yağlamadan dolayı oluşan kurumlaşmadan ve devreye kaçan cam kırıklarından devrenin tıkanması ve ancak matkapla delinerek açılabilmesi
Alınan Önlem	:VF mekanizması içindeki vakum manifoldu QC yapıldı ve metal filtre takıldı
Sonucun Gözden Geçirilmesi	: Kol başına 60 dak. Süren temizlik süresi 20 dak.lık vakum manifoldu değişimine dönüşmüştür.
Standartlaştırma	:Tüm 5'' makinalar QC manifoldlu hale dönüştürülmüştür.

5.6 Göbek Kartuşları :

Problemin Tanımı	:Proses değişimi olan imalat değişimlerinde, kartuş değişimlerinin uzun sürmesi
------------------	---

Sebepler :Kartuşların iki parçadan oluşması (adaptör kelepçeleme)
Alınan Önlem :Kartuşlar imalat değişiminde tek parça olarak takılacak şekilde yeniden dizayn edildi.
Sonucun Gözden Geçirilmesi :Tip 7 proses değişimi süresinin Tablo [10] da görüldüğü şekilde iyileşmesinde yardımcı olmuştur.



YIL	2002	2003	2004
TIP 7 İM.DEĞ. SÜRESİ	94	72	65

Tablo.10 : Tip 7 Fiili İm.Değ.Süreleri

Standartlaştırma :Tüm 5” ve 41/4” makinaların kartuşları tek parçalı yapıldı.

5.7 QC İtici tırnakları :

Problemin Tanımı :İtici tırnak değişimi ve ayarı uzun sürüyordu
Sebepler :Bağlantı şekli civatalı olması
Alınan Önlem :IGC tipi örnek alınarak alın plakası ve QC tırnak sistemi uygulandı.
Sonucun Gözden Geçirilmesi :Tırnak değişimi ve ayarı bir damlalık süre içinde yapılabilmektedir.
Standartlaştırma :8 makina donatılmıştır.

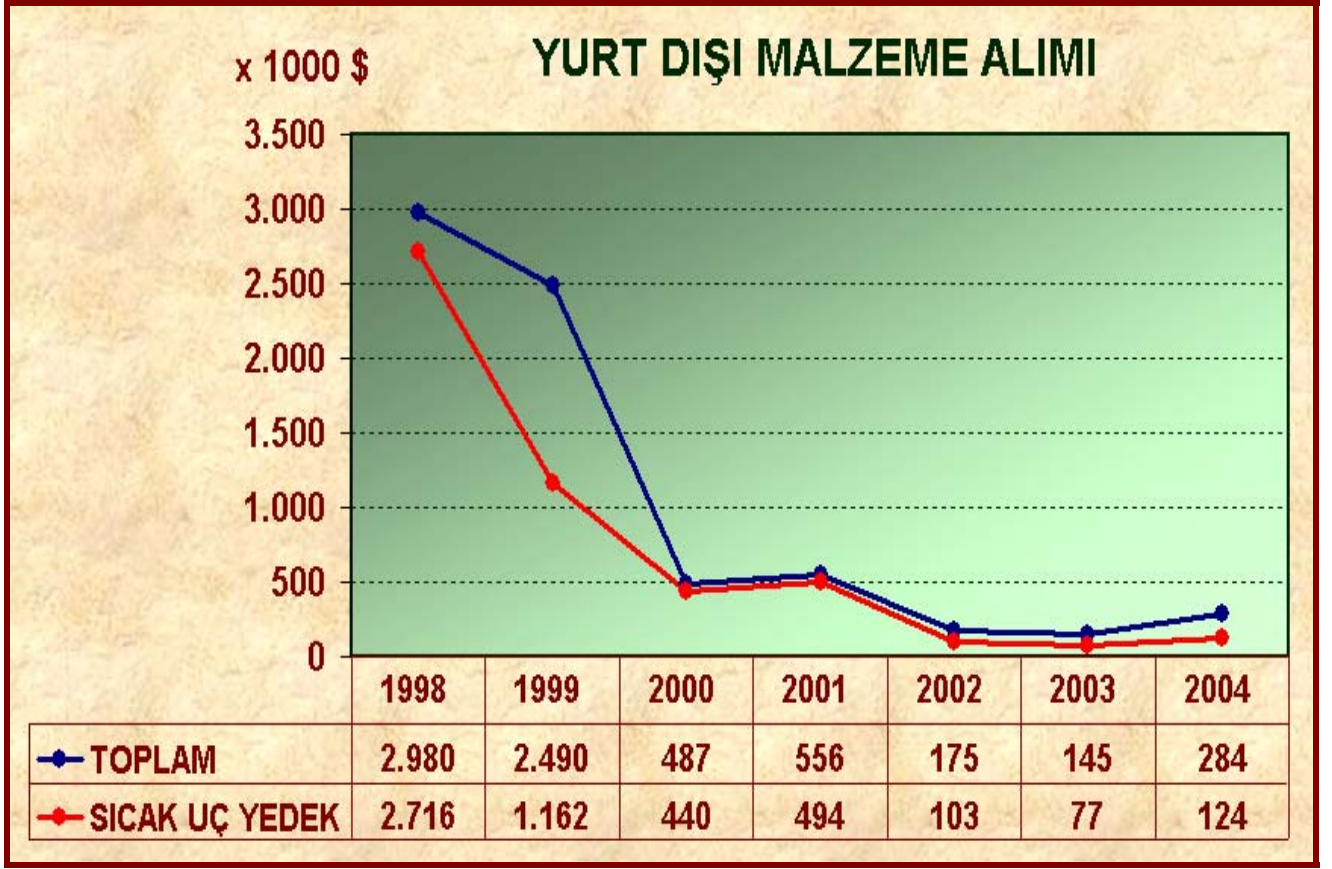
6. Mekanizmaların Detaylı Olarak Teknik Resimlerinin Hazırlanması

Halen alt yapımcılarımızda aşağıdaki mekanizmaların tüm iyileştirme çalışmaları işlenmiş olarak detaylı teknik resimlerinin çizimi sürmektedir;

- tampon mekanizması
- huni mekanizması
- müldebak mekanizması
- invert mekanizması
- süflaj mekanizması
- alıcı mekanizması

7. Mekanizmaların Yurt İçinde İmal Edilmesi

1999 yılına kadar sürdürülen tüm yedek parça temininin yurt dışından yapılması 2000 yılı ile vazgeçilmiş ve iç piyasaya önem kazanmıştır. Tablo [11] de yıllara göre yurt dışından alınan yedek parça giderleri görülmektedir.



Tablo.11 : Yurt Dışı Malzeme Alımı

Tablo [11] deki değerler incelendiğinde 1998 yılında **3 Milyon \$** mertebesinde olan yurt dışı malzeme alımının 2004 yılında **100 Bin \$** mertebelerine indiği görülmektedir.

2000 Yılından itibaren yıllık kazancımız ortalama **2,5 milyon \$** olarak değerlendirilirse 2004 yılı dahil toplam kazancımız;

ORTALAMA YILLIK KAZANÇ	2.500.000 \$
2004 DAHİL TOPLAM KAZANÇ	10.000.000 \$

Tablo [12] de seksiyon üzerindeki ana mekanizmaların yabancı ve yerli piyasadan temin fiyatları görülmektedir:

TANIMI	FİYATI	
	YURT DIŞI	YERLİ
TAMPON MEKANİZMASI	4.958 \$	2.550 \$
HUNİ MEKANİZMASI	4.093 \$	2.349 \$
SÜFLAJ MEKANİZMASI	3.728 \$	2.685 \$
GÖBEK MEKANİZMASI	4.759 \$	1.611 \$
İNVERT MEKANİZMASI	3.879 \$	2.685 \$
MÜLDEBAK MEKANİZMASI	1.666 \$	1.530 \$
ALICI MEKANİZMASI	9.915 \$	3.507 \$
VERTİFLOW MEKANİZMASI	4.000 \$	2.282 \$
TAMPON KOLU	2.196 \$	805 \$
SÜFLAJ KOLU	1.110 \$	570 \$
BBKARTUŐ	952 \$	285 \$
PB POZİSYONER	1.983 \$	252 \$
ALICI BRAKETİ	1.110 \$	570 \$
ALICI MAŐA	1.031 \$	419 \$
KARTUŞ VALF	80 \$	28 \$
KALIP KOLLARI	2.062 \$	815 \$
HUNİ KOLU	1.281 \$	470 \$
İNİERT	178 \$	101 \$
MÜLDEBAK KOLU	611 \$	369 \$
ON OFF MEKANİZMASI	666 \$	128 \$

Tablo.12 :

*Mekanizmaların Yerli ve Yabancı Fiyatları
(Emhart Fiyatları Baz Alındı)*

Tablo [12] deki fiyatlara göre bir seksiyonun yerli ve yabancı mekanizmalarla donatılmasının maaliyetini kıyaslayacak olursak:

YABANCI MEKANİZMALAR KULLANILARAK	56.000 \$
YERLİ MEKANİZMALAR KULLANILARAK	26.000 \$

Görülen büyük farkı buluruz. 10 kollu bir IS makinasının yerli mekanizmalar ile donatılmasının sağlayacağı kazanç **300.000\$** dır.

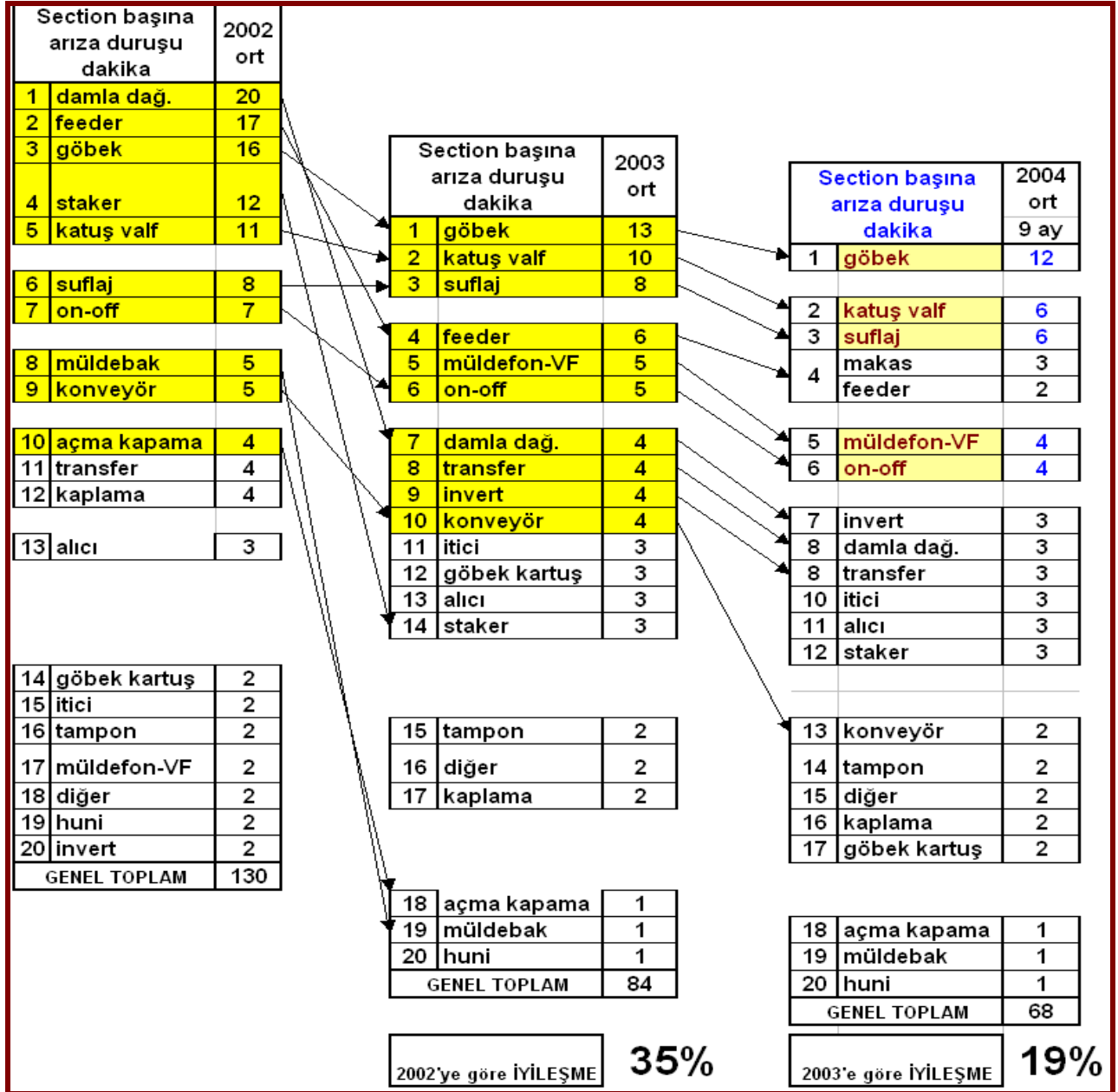
8. Test Çalışmaları , Revizyonlar ve Kullanıma Hazır Hale Getirilmesi

Her yapılan mekanizma önce atölyemizde yaptığımız test standına takılarak izlendi. Daha sonra gerçek çalışma şartlarında, makinarya takılarak bir deneme sürecine tabii tutuldu ve herhangi bir probleme sebep vermediğine kanaat getirilinceye kadar sürekli izlendi. İlk yapılan mekanizmaların çalışmasında çeşitli tolerans problemleri yaşadık. Bu problemler üretici firma ile karşılıklı görüşülerek analiz edildi ve düzeltildi.

9. AT Teknik Resim Bankasının ve İleriye Dönük Geliştirme Çalışmaları için Kaynak Oluşturulması

AT de her IS makinasının kendine özel mekanizma katalokları oluşturulmaya başlamıştır. Tüm mekanizma resimleri ve makinarya ait teknik verilerin içinde yer alacağı kalok çalışması henüz başlangıç aşamasındadır.

SONUÇ:



Şekil.2: Geliştirme Çalışmaları Sonunda Seksiyon Başına aylık Ortalama Duruşun Mekanizmalara Göre Dağılımı

Yerleştirme çalışmaları sonunda gelinen noktada yıllık kazancımız ortalama ;

2.500.000 \$ dır.

Ayrıca geliştirme çalışmaları sonunda 2003 yılı duruşlarına göre seçilerek iyileştirme yapılan mekanizmalarda, 2004 Eylül ayı sonunda gelinen nokta Şekil 2’de görülmektedir. 2003 yılına göre %19 iyileştirme sağlanmıştır.

Arıza duruşlarındaki %19 luk iyileşmenin maddi karşılığı:

YIL	DURUŞ DAK.KOL/AY	KARŞILIĞI TON CAM/AY
2003	84	42
2004	68	32,67

Aylık Kazanç : **9,33 toncam/ay** ‘dır.

Eylül ayı sonuna kadar toplam kazanç: $9 \times 9,33 = \mathbf{84 \text{ toncam}}$ ’dır.

1 ton cam maliyeti 250 USD kabulü ile; 9 aylık toplam 84 ton camın maliyet kazancı :

21.000 \$ dır.

AT de 2005 B fırını montajı kapsamında BDF firmasından aldığımız IS makinalarının göbek mekanizmalarının bir kısmı (3 damla QC göbek mekanizmaları HEYE ve BDF’den), tüm kartuş valfler, itici üst üniteleri, vertiflow mekanizması alt üniteleri, on/off valfler, TG kalıp kolları, insertler, kartuş-pozisyonerler, tüm DG aksesurlar yerli yapılacaktır.

Tüm bu aksesuar ve mekanizmaların yurt dışında alınması halinde maaliyeti:

331.544 \$ olacaktır.

Yurt içinden temin bedeli ise toplam:

112.965 \$ dır.

Cebimizde kalan fark :

218.578 \$ dır.

Projenin başladığı 2002 yılından bugüne gelinen noktada IS makinalarında da artık Şişecam teknolojiye sahip olmaya başlamış ve SÜREKLİ GELİŞME için sağlam bir altyapı temin edilmiştir.

Projenin geldiği son durum itibari ile, AT artık sadece tekil yedek parçaların değil, mekanizmaları için de kendi tasarımlarını hazırlayabilen ve yurtiçinden temin edebilen bir fabrika konumuna gelme süreci de başlamıştır.

Kaynaklar ;

- 1- Masaaki İmai, “ Kaizen ” Kalder Mart 1999
- 2- S.Özbay, M.Ünaldı “ IS Hatlarında Uygulanan Planlı Bakım Sistematiği “
18.Cam Problemleri sempozyumu

CAM EV EŞYASI SEKTÖRÜNDE METAL KAPLAMA YÖNTEMLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Yüksel Soykut İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu
Kaan Say Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu
Dr.Hakan Sesigür Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü /Şişecam

Sanayileşmiş ülkelerde aşınma ile GSMH'nin % 7'sine eşdeğer bir kaybın olduğu tahmin edilmektedir. Buna malzemenin korozyon sonucu bozulması ile meydana gelen kayıpları da eklersek, bu oran % 10-12 civarına yükselmektedir. Aşınma ve korozyona dayanıklı malzemelerin pahalı olması nedeni ile, kullanılan parçaların sadece yüzeylerinin kaplanmasıyla istenilen özelliğe sahip malzemeler elde edilerek maliyetler düşürülmesi yoluna gidilmektedir.

Malzeme sektörü son yıllarda ülkemizde çok önemli gelişmeler kaydetmiş ve gelişmiş ülkelerde kullanılan birçok teknolojiyi rahatlıkla uygulayabilir hale gelmiştir. Makine üretiminde kullanılan malzemelerin seçimi ve bu malzemelere uygulanan ısıtım işlemler de teknolojiye paralel olarak oldukça gelişmiştir.

Klasik ısıtım işlemlerin yanı sıra artık ileri teknoloji gerektiren yüzey işlemleri de başarıyla uygulanmaktadır. Yüksek yüzey sertliği ve düşük sürtünme katsayısıyla aşınma dayanımını arttırmasının yanında, bir çok korozif ortama da dayanıklı olan çeşitli yüzey kaplamaları kullanılabilir.

Cam sanayinde de, aşınmaya uğrayan metal malzemeler üretim sırasında önemli problemler yaratmaktadır. Cam ürünlerinin şekillendirme aşamasında kullanılan kalıp, kalıp kolu, cam kesme makasları ve damla yolları gibi makina parçalarının ömürleri ve özelliklerinin değişimi bu ürünlerin yüzey özellikleri açısından büyük önem taşımaktadır.

Metal malzemenin seçimi sıcaklık, korozyona dayanım, kayganlık, makine hızına uyum, maliyet v.b. özellikler göz önüne alınarak yapılmaktadır. Ayrıca, cam-metal etkileşiminin yoğun yaşandığı kalıp yüzeylerinin performanslarının

arttırılması ve daha iyi kontrol edilebilir özellikler için çeşitli yüzey iyileştirme çalışmaları da yapılmaktadır.

Bu yazıda, aşınma nedeni ile önemli sorunlar yaratan kalıp kollarının farklı yüzey işlemleri ile aşınmaya daha dirençli hale getirilmesi konusu incelenmiştir. Çok kapsamlı olarak yürütülen proje diğer makina parçaları ve kalıplar için sürdürülmektedir.

1. Kapsam

Cam sanayinde aşınmaya uğrayan metal malzemeler üretim sırasında önemli problemler yaratmaktadır. Bu sorunları önlemek amacı ile yüzey sertliği, aşınma direnci ve yorulma dayanımını arttırmak amacıyla kullanılan yüzey işlemleri; mikro-yapısal, kimyasal difüzyon ve iyon implantasyon olmak üzere üç grupta incelenebilir. İlk iki işlem çoğunlukla demir esaslı malzemelere uygulanır.

Birinci kategoride, malzeme yüzeyinin mikro -yapısı değişirken, malzemenin iç kısımlarında herhangi bir değişim olmamaktadır. İkinci kategoride, hem yüzeyin mikroyapısı hem de kompozisyonu değişmektedir.

Üçüncü grup, ana malzeme ile alaşım oluşturan iyonik parçaların malzemenin üst yüzeyini (0,1 μ m üzerinde) değiştiren implantasyon işlemini içerir.

Mikro-yapısal işlemler, kimyasal yayılım işlemleri gibi ucuz ve özel malzeme gerektirmez. Fakat kimyasal difüzyon işlemi ile sertleştirme derinliği daha iyi kontrol edilerek yüksek sertlik ve malzemedeki daha az çarpılma elde edilir.

Kalıp kolu malzemesi olarak işletmelerimizde AISI420 çelik kullanılmaktadır. Kalıpla birlikte sürekli

temas halinde olan bu mekanizmada çeşitli aşınmalar meydana gelmektedir.



Şekil 1: Kalıp Kolu

Cam şekillendirme makinelerinde maliyete yansıyan en önemli parametre makinenin kalıp kolu (Şekil 1) ve buna benzer parçalarının değişmesi için durmasıdır. Birçok parçanın makine çalışırken değiştirme imkanı varken kalıp kolu değişimi için makinenin durdurulması gerekmektedir. Bu da doğrudan üretim kaybına neden olmaktadır. Bu duruşların azaltılması ile kayıp süreler azaltılacak ve maliyete doğrudan olumlu etki yapacaktır.

Cam sanayiinde kullanılan metal malzemelerdeki aşınmayı önlemek amacı ile en yaygın uygulama alanı bulan kaplama türü sert krom kaplamadır. Bu tür kaplamada amaç, hem yüzeyi aşınmalara karşı korumak, hem de mamul yüzey düzgünlüğünü sağlamaktadır. Ancak, kalıp şekline bağlı olarak, bazı uygulamalarda sert krom kaplamaların gerekli niteliklerde kaplanılamamasından kaynaklanan ciddi problemler mevcuttur. Bununla birlikte çevresel etkileri de göz önünde bulundurulduğunda; krom kaplama bir çözüm olmaktan uzaklaşmaktadır.

Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan kalıp kolu malzemesi AISI420'ye alternatif olarak C1040, C4140, C4340, C5140

malzemeleri seçilmiş ve sert krom kaplama, akımsız nikel kaplama, nitrürleme ve borlama yöntemleri uygulanarak birbirleri içerisinde kıyaslanmıştır.

2. Yüzey İşlemleri

Demir esaslı malzemelere uygulanan yüzey sertleştirme işlemleri Şekil 3' de verilen şemada özetlenmektedir.

2.1. Borlama

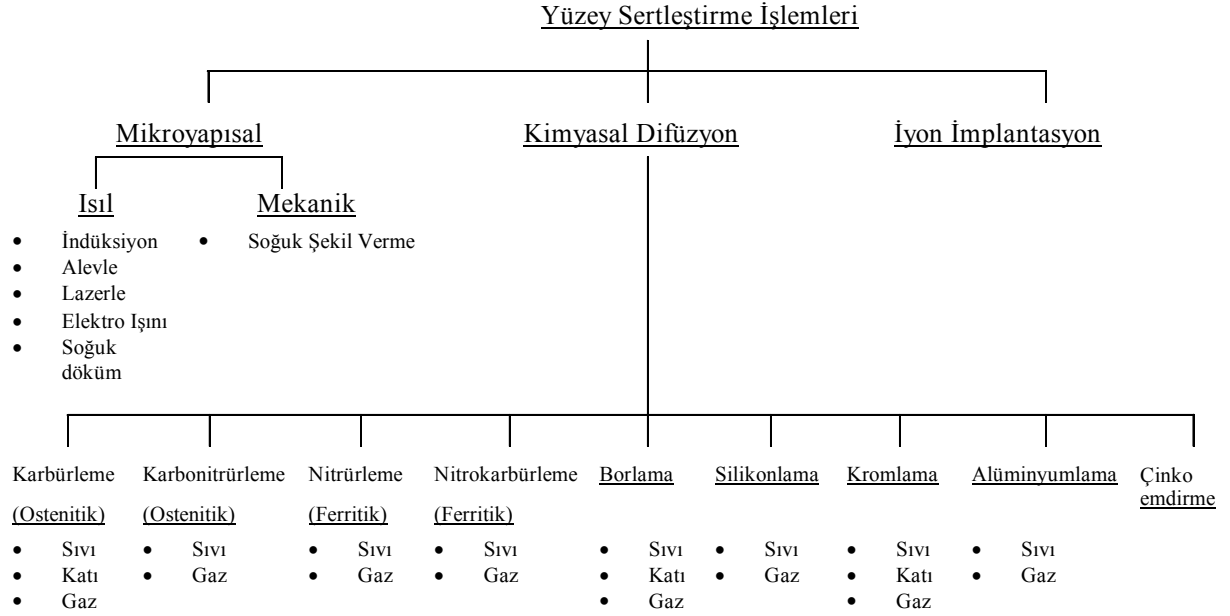
Borlama yüksek sıcaklıkta ana metalin yüzeyinde bor atomlarının difüzyonuyla borür tabakası oluşturulması işlemidir. Borlama günümüzde yalnızca metallere değil, sermet ve seramik malzemelere de uygulanmaktadır.



Şekil 2: Borlanmış yüzey

Bor kaplama, yüzeyde bileşik oluşturacak şekilde bor atomlarının difüzyonu olarak da bilinmektedir.

Borlama işlemi, yüzeyi iyi temizlenmiş malzemelerde, 700-1000°C sıcaklık aralığında, 1-10 saat sürelerde katı, sıvı, gaz veya pasta gibi çeşitli ortamlarda uygulanabilmektedir.



Şekil 3. Isıl ve Kimyasal Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması

Son teknolojik gelişmelerle birlikte termokimyasal borlama metotlarının dışında, elektro-kimyasal borlama, plazma borlama ve akışkan yatakta borlama gibi yeni olan teknikler de kullanılmaktadır. Ayrıca termo kimyasal olmayan fiziksel buhar biriktirme(PVD), kimyasal buhar biriktirme(CVD), plazma sprey ve iyon biriktirme yöntemleri de borlama amacıyla kullanılan yöntemlerdir.

Borlama, metal ve alaşımların yüzeylerinde sertlik, aşınma direnci ve korozyon direncini artırırken, aynı zamanda bu özellikleri yüksek sıcaklıklarda korur ve erozyon direncini de artırır. Borlama işlemi, endüstriyel olarak daha çok demir esaslı alaşımlara uygulanmaktadır.

2.2. Nitürleme

Nitrürleme işleminde azot alaşım elementleri ile birleşerek yüzeyde sert bir tabaka oluşturur. Bu teknikte difüzyon hızlı, oluşan tabakalar kontrol edilebilir. Yüzeyde oluşan sert tabakadan dolayı çarpılma yoktur, yorulmaya karşı dayanıklıdır.

2.3. Akımsız Nikel

Nikel sülfat, nikel klorür ve nikel asetat gibi tuzlardan elde edilen çözeltilerden nikelin fosfor ya da bor bazlı katalizörler yardımıyla redüklenerek bir yüzeye toplanması esasına dayanan, metalin açığa çıkması ile elektrik akımı gerektirmediği için akım kaynağına ihtiyaç göstermeyen aşınma ve korozyon yaşandığı pek çok alanda başarı ile uygulanan bir yüzey iyileştirme yöntemidir.

2.4. Sert Krom Kaplama

Sert krom kaplama işlemi, metal yüzeyleri yüksek sertlikte ve korozyona karşı dayanıklı bir tabaka ile kaplama metodudur. Bu işlem uygulama alanı farklı olmasına rağmen çoğu zaman dekoratif krom kaplama ile karıştırılmaktadır. Sert krom kaplamayı dekoratif krom kaplamadan ayıran özellikler; kaplama metodu, yüksek tabaka sertliği ve yüksek kaplama kalınlığıdır. Sert krom tabakasının düşük sürtünme katsayısı, kaplanan malzemeye üstün bir yıpranma dayanımı kazandırır. Sert kromun uygulanmasının başlıca sebebi aşınmaya, yüzey yıpranmalarına ve korozyona karşı üstün dayanımıdır. Ayrıca sert krom kaplama ile ölçüden düşen veya hatalı işlenen rulman yataklarını, krankları, kalıpları ve diğer

makine elemanlarını tamir etmek ve doğru ölçüsüne getirebilmek de mümkün olmaktadır.

3. Yapılan Çalışmalar

Paşabahçe bünyesinde kalıp kolu çiftlerinin ömür sorunlarının incelenmesine yönelik yapılan çalışmaların ilk aşamasında kullanım süreleri ve yaşanan problemleri belirlemek amacı ile kapsamlı bir araştırma ve dokümantasyon çalışması yapılmıştır. Bugüne kadar bu konu üstünde yapılmış çalışmalar özellikle yazılı raporlar kütüphaneden ve fabrikalarımızdan temin edilmiş, geliştirme çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

Araştırmalar sonucunda; işletmelerimizde kalıp kolu ömrü ile ilgili istatistik çalışması tutulmadığı belirlenmiştir. Kalıp kollarının ömürleri

araştırma yapılmıştır. Halen kullanılmakta olan dökme demir kalıpları ve AISI 420 kalıp kolları

ve değişme sıklıkları ile ilgili olarak işletme çalışanlarının da katkıları ile tüm veriler bir araya getirilmiş ve eksik bilgilerin tamamlanmasına çalışılmıştır.

Bu çalışmalarla kalıp kolları sırasıyla;

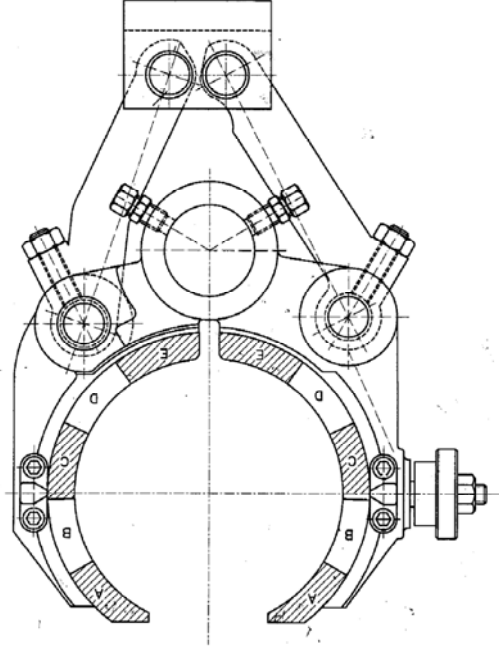
- Boyut
- Ağırlık
- Taşıdığı kalıp büyüklüğü
- Çalıştığı ürün hızı
- Durmadan çalıştığı süre
- Yağlama ve soğutma koşulları
- Malzemesi
- Yapılan yüzey işlemleri
- Çalışma ömrü
- Çalışma süresi
- Toplam ömür

açısından kayıtlanmıştır.

Daha önce fabrikada kullanılmış ve kullanım ömrünü tamamlamış toplam elli kalıp kolu üzerinde ayrıntılı

Bu çalışmada öncelikle kalıp kolları temizlenerek etiketlenmiş ve fotoğraflanmış, daha sonra sağ ve sol olarak iki parçaya ayrılmış, çizilen teknik

incelenerek bozulma mekanizmalarının ortaya çıkartılmasına çalışılmıştır.



resimler üzerinde sağ ve sol kollarla yapılan incelemelerde saptanan aşınmalar, eğer varsa parça kayıpları ve bunun gibi yüzey düzgünlükleri ölçülerek teknik resimlerin üzerine işlenmiştir. Bu çalışmalar kapsamında; kalıp kolunun kalıpla yaptığı temas noktaları da tespit edilmiştir. Ayrıca yeni takılan kalıp kollarının istatistiği tutulmaya başlanmıştır.

Özellikle kalıp koluna gelen yükler belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun iki önemli nedeni vardır. Bunlardan ilki pinon disk ve abresive aşınma deneyleri sırasında uygulanacak yükü belirlemek ve bu sayede yapılacak çalışmalarda daha doğru ve gerçekçi sonuçlar elde etmek, ikinci olarak da çalışma esnasında uygulanan yüke uygun karakteristikte ekipmanın kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesidir. Kalıp kolunda birçok hareketli eklem yeri vardır ve zamanla bu parçalarda çeşitli sorunlar görülmektedir. Yapılan çalışmada bu sorunlar belirlenip

aşınma problemine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

İşletmelerimizde AISI 420 çelik malzemeden imal edilen kalıp kollarında yaşanan bu sorunların çözümlenmesine yönelik olarak yürütülen çalışmada; kompozisyon olarak ikincil işlem (*borlama, nitrüleme, kaplama v.b.*) uygulamaya elverişli dört farklı tür çelik seçilmiştir. Bunlar C1040, C4140, C4340 ve C5140 olup bunların seçilmesinde maliyet faktörü de göz önünde bulundurulmuştur.

Yukarıda belirlenen malzeme ve kaplamalar, kalıp kollarındaki gerçek aşınma şartlarını simule edebilecek şekilde tasarlanan laboratuvar deneyleri için standart numuneler olarak hazırlanmıştır (Şekil 4).

3.1 Deney Parametreleri

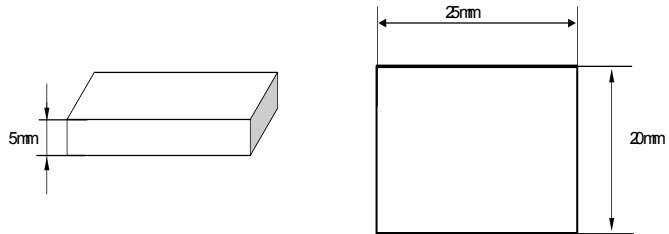
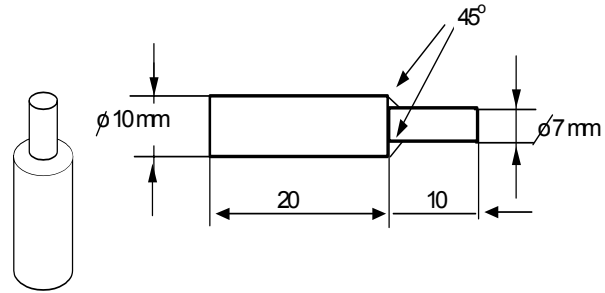
3.1.1 Nem ve Sıcaklık

Laboratuvar deneyleri esnasında $50 \pm 5\%$ nem oranı ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ile çalışıldı.

3.1.2 Aşınma Testlerinde Uygulanan Yük:

Deneylerde işletme şartlarını simule edebilmek için kalıp kolu üzerine gelen yük hesaplandı. Bunun için maksimum kalıp ağırlığı (*5 inch kalıp kolu*) 2 kg ve kalıbın kalıp kolu üzerinde oturduğu yüzey alanı 3744 mm^2 olarak tespit edildi. Buradan birim alana düşen yük $5,342 \text{ gr/mm}^2$ olarak belirlendi. 4 mm çaplı pim yüzey alanı $12,56 \text{ mm}^2$ olduğuna göre kullanılması gereken ağırlık yaklaşık 67 gr olarak belirlendi.

Pin-on disk deneyinde kullanılan mekanizmada pim, bağlandığı kolun yaklaşık $2/3$ 'ünde çalışmakta olup kullanılması gereken yükün yaklaşık 100 gr olması gerektiğini göstermektedir. Emniyetli alanda kalabilmek için 500 gr'lık bir yük seçilerek pin-on disk deneyi gerçekleştirildi. Aynı şekilde abresive aşınma deneylerin de 250 gr çalışma yükü ile yapıldı.



Şekil 4: Deney numunesi örnekleri

İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yaptığımız deneylerde kullanılan pim ve plakalar KOSGEB laboratuvarlarında;

- Sertlik dağılımı
- Mikro sertlik
- Yüzey pürüzlülüğü

- Kaplama kalınlığı

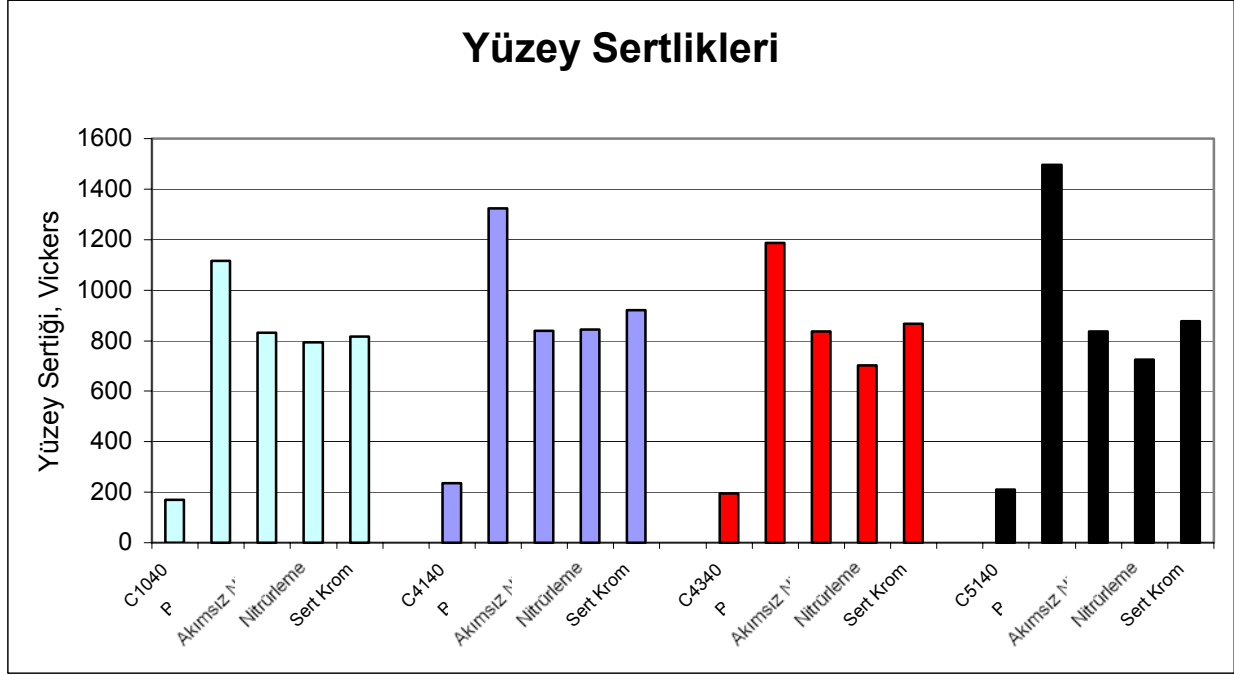
gibi özellikleri ile karakterize edilmişlerdir.

4. Sonuçlar

Deneyisel amaçla seçilen çelik malzemelerin kaplama öncesi ve kaplama sonrası ölçülen yüzey sertlikleri Şekil 5' te verilmektedir.

uygulanarak gerçekleştirilen aşınma dayanımı testlerinden elde edilen sonuçlar; halen kullanılmakta olan AISI 420 çelik malzeme için Şekil 5 ve alternatif çelik ve kaplama türleri için ise Şekil 6' da % ağırlık kaybı cinsinden verilmektedir.

Halen kullanmakta olduğumuz AISI 420 malzemenin sertliği 270 HV olup sert krom kaplama sonrası bu sertlik yüzeyde

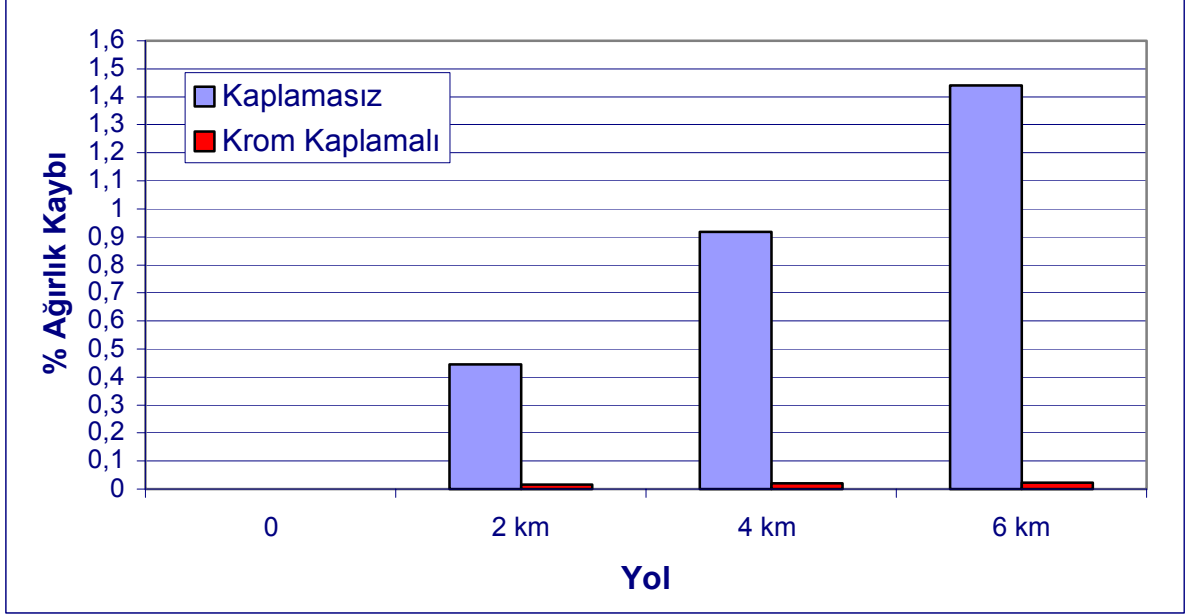


Şekil 5: Deneysel çalışmada ikinci işlemler sonucu sertlik değişimi 757 HV' e kadar

Şekilden de açıkça görülebileceği gibi ikincil işlemler öncesi 170-210 HV arasında olan yüzey sertlikleri Akımsız Nikel Kaplama, Nitritleme ve Sert Krom Kaplama işlemleri sonrasında ortalama 800 HV'e ulaşmıştır. Buna karşılık Borlama işlemi sonrası çelik türüne bağlı olarak 1110-1495 HV sertlik değerleri elde edilmiştir.

Yukarıda yüzey sertliklerinin değişimleri verilen 20 örnek üzerinde mekanik aşınmalara karşı dayanımlarını simule etmek amacı ile aşınma dayanımı testleri yapılmıştır. Eşit sürelerde 25N yük

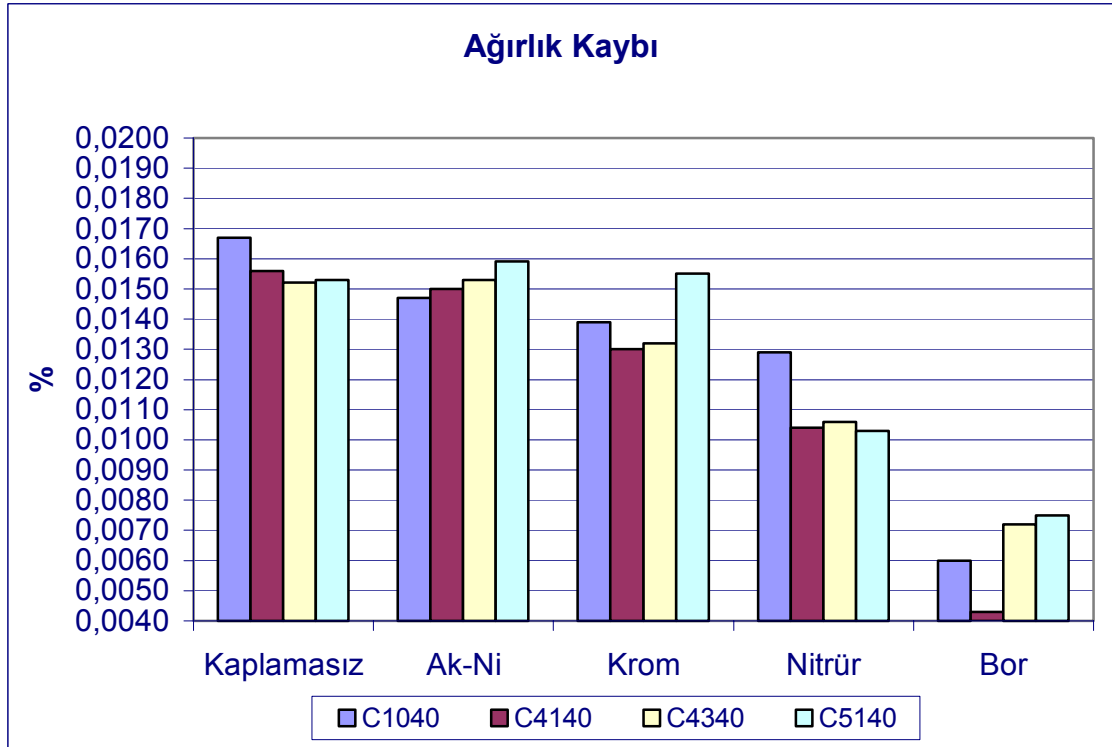
ulaşmaktadır. AISI420 çelik malzeme kaplamalı ve kaplamasız olarak aşınma deneylerine tabi tutulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda aşınma deneyinde alınan yola bağlı olarak %0.015 ile %0.023 arasında ağırlık kaybı tespit edilmiştir.



Şekil 6: AISI 420 malzemeye ait test sonuçları

AISI 420 malzeme ve sert krom kaplamaya alternatif olarak düşünülen çelik ve kaplama türlerine ait deney sonuçlarının verildiği Şekil 6'nın irdelenmesinden görülebileceği gibi, akımsız nikel kaplama uygulaması

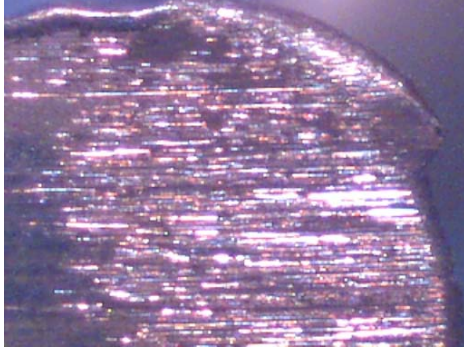
kaplamasız numunelerle benzer bir aşınma sergilerken, sert krom kaplama %15, nitrüleme ise %40 daha az aşınmaya neden olmuştur. Borlama uygulamasında ise 2.5 kat daha az aşınma tesbit edilmiştir.



Şekil 7. Aşınma dayanımı deney sonuçları

5. Değerlendirme

Tüm gelişmiş sanayilerde önemli bir problem olarak karşımıza çıkan aşınma ve korozyon nedeni ile yaşanan malzeme ve ürün kayıplarının, cam şekillendirme makinalarında minimuma indirmek ve söz konusu bu nedenlerden kaynaklanan duruş ve üretim kayıplarını azaltmak amacı ile gerçekleştirilen bu çalışmada H-28 makinalarında kalıp kolu malzemesi olarak halen kullanmakta olduğumuz AISI 420 malzemeye alternatif malzeme ve kaplama türleri denenmiş olup, seçilen dört çelik türü için de borlama uygulamasının en yararlı seçim olacağı belirlenmiştir. Şekil 8a-b de eş koşullarda denenmiş C4140 malzemesinin kaplamasız ve bor kaplı örneklerinde aşınma farkı açıkça görülmektedir.



Sekil 8-a C4140 Kaplamasız



Sekil 8-b C4140 Bor

Kapsamlı olarak sürdürülen proje aşınma problemi olan diğer makina ve kalıp aksamında, makas bıçaklarında ve kalıplarda laboratuvar koşullarında denenmiş, pratik uygulamaları ise Kırklareli fabrikasında ikinci aşama olarak sürdürülmektedir.

6. Kaynaklar

- 1- A.J.Swith, "Modern Surface Analysis Materials Science" Metals and Materials, Kasım 1988,.
- 2- C.G.S. Saunders, "Ion Techniques in Surface Engineering" Metals and Materials, Kasım 1988.
- 3- K.Tokmakoglu, "Ark Tekniği ile Seramik Kaplamalar ve Uyg.", 1997.
- 4- A.F.Çakır "Akımsız Nikel Kaplamalı ve Uygulamaları" Yüzey İşl. 1997.
- 5- P.X. Yan *, X.M. Zhang, J.W. Xu, Z.G. Wu, Q.M. Song, Materials Chemistry and Physics 71
- 6- A.G. Mathuschka, Boronising, vol 1-100, Carl Hanser Verlag, , 1987.
- 7- S. Sen, I. Ozbek, U. Sen, C. Bindal, "Surface and Coatings Technology".
- 8- C. Bindal, A. H. Üçışık, "Surface and Coating Technology", 122 (1999)
- 9- www.mm-europe.com.
- 10- C. Bindal, "Az Alaşımli ve Karbon Çeliklerinde Borlama ile Yüzeğe Kaplanan Borürlerin Bazı Özelliklerinin Tespiti" İTÜ, Doktora Tezi, , 1991.
- 11- E. Melendez *, I. Campos, E. Rocha, M.A.Baron, "Materials Science & Engineering"
- 12- J. H. Yoon, Y. K. Jee, S.Y. Lee, "Surface and Coatings Technology".
- 13- B. S. Mann, "Wear", 208 (1997) .
- 14- U. Şen, "Küresel Grafitli Dökme Demirlerin Borlanması ve Özellikleri", İTÜ, Doktora Tezi,
- 15- P.X.Yan, Y.C.Su, "Materials Chemistry and Physics", 39 (1995) .
- 16- B. Selcuk, R. Ipek, M. B. Karamis, V. Kuzucu, "Journal of Materials Processing Technology".
- 17- I. Ozbek, C. Bindal, "Surface and Coatings Technology", 154 (2002) .
- 18-E.Atik, 'Farklı bir Yüzey Sertleştirme Yöntemi', Mühendis ve Makine, 1997.
- 19- S.C. Singhal, Thin Solid Films 45 (1977)
- 20- U. Yapar, G. Başman, C. F. Arısoy, M. Kelami Şeş, "Çeliklerde Borlamanın Bazı Mekanik ve Korozyon Özelliklerine Etkisi"

SAYDAM İLETKEN KAPLAMALAR

Seniz Türküz - Hüseyin Parlar

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü / Şişecam

Özet

Saydam iletken kaplamalar, yüksek görünür bölge ışık geçirgenliği özelliklerini korurken, bunun yanında yüksek yüzey iletkenliği özelliği gösteren kaplamalardır. Türlerine göre: ITO, ATO, AZO, gibi terimlerle ifade edilen bu tür kaplamalar uygulanmış camlar; mimarı alandaki ısı yalıtımı amaçlı yaygın kullanımlarının yanında, güneş pilleri , elektrokromik camlar, plazma ekranlar, sıvı kristal gösterge panelleri, anti statik yüzeyler, manyetik sınırlayıcılar, ısıtmalı camlar, gibi alanlarda kullanım yeri bulmaktadır. Kullanım alanları ve miktarları hızla artan saydam iletken kaplamalar, büyük ölçekte pirolitik ve sputtering metotlarıyla elde edilebilmektedirler.

Sunuştta, saydam iletken camların özellikleri, elde edilme yöntemleri, kullanım alanları ve bu konuda kuruluşumuzda gerçekleştirilmiş olan çalışmaların ve yine aynı kapsamda değerlendirilebilecek ve ticari amaç için geliştirilmiş olan “Negatif Cam” tanımlı ürünün geliştirilmesine yönelik gerçekleştirilmiş olan çalışmanın aşamaları anlatılacaktır.

Anahtar sözcükler: *İletken Cam, Low-e, Sputtering*

1. Giriş

Enerji tasarrufu sağlayarak mimarinin vazgeçilmez bir malzemesi haline dönüşmüş olan low-e camlar, elektrokromik camlar, günümüzün ucuz ve alternatif bir enerji üretim aracı olarak ortaya çıkan güneş pilleri, yaşamımızda gün geçtikçe daha fazla yer almaya başlayan, plazma ve lcd ekranlı televizyonlar, özellikle otomotivde kullanım alanı bulan ısıtmalı camlar ve daha birçok ürün, saydam iletken oksitlerin bir uygulamasıdır veya saydam oksitleri alt cam yani adeta bir hammadde olarak kullanılmaktadır.

Sunuştta iletken camlar aşağıdaki başlıklar altında incelenecektir:

- Saydam iletken oksitlerin tanıtımı ve özellikleri.
- Çalışma mekanizması
- Üretim yöntemleri
- Uygulama alanları
- Şişecam’ da yürütülen çalışmalar
- Sonuç

2.Saydam İletken Oksitlerin Tanıtımı ve Özellikleri

Saydam iletken oksit görünür bölgede yüksek geçirgenlik özelliği gösteren, aynı zamanda da elektrik iletkenliği sağlayan bir malzemedir. Karakteristik bir iletken camın görünür bölge geçirgenliği %80, yüzey direnci ise 10 ohm / kare mertebesindedir. Ancak bu değerler kullanım amaçlarına göre değişmektedir.

Üretim yöntemlerine ve kullanım amaçlarına göre; farklı malzemelerle güçlendirilmiş kalay oksit, indium oksit, çinko oksit gibi oksitler, veya oksit filmleri arasında korunmuş gümüş, bakır, altın gibi metal filmleri, İletken Kaplamaları oluştururlar.

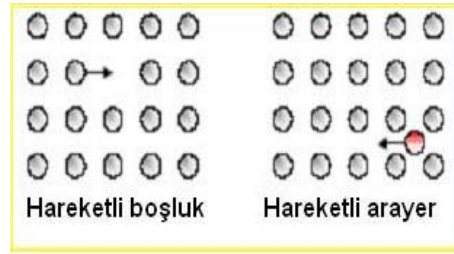
En yaygın olarak kullanılanlar:

Kalay ile güçlendirilmiş indium oksit: ITO
Antimon ile güçlendirilmiş kalay oksit: ATO
Flor ile güçlendirilmiş kalay oksit: FTO
Aluminyum ile güçlendirilmiş çinko oksit: AZO ve

mimari amaçlı ve iletken metal filmi içeren low-e türü çok katlı bileşenlerdir.

3.Saydam İletken Oksitlerin Çalışma Mekanizması:

İletken camlarda elektronik ve iyonik olmak üzere iki tür iletim mekanizması söz konusudur. Oksit filmde daha yüksek valans elektronuna sahip doplama veya güçlendirme ismi verilen bu safsızlık etkisi kontrollü valans mekanizmasına neden olmaktadır. Katyonun yerini bir safsızlığın almasıyla n tipi iletkenlik artarken, daha küçük valans elektronlu katyonunki n tipi yarı iletkende bir tuzak gibi davranan bir boşluk oluşturmaktadır.



4. Saydam İletken Oksit Kaplamalı Camların Üretim Metotları:

En çok kullanılan kaplama yöntemleri, Hat dışında ve vakumda uygulanan : “Sputtering” metodu ile, atmosferik basınçta, hat üstünde uygulanan bir pirolitik metot olan, Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) yöntemidir. Her iki metot da özellikle büyük boyut uygulamaları için uygundur.

4.1. Sputtering Metodu:

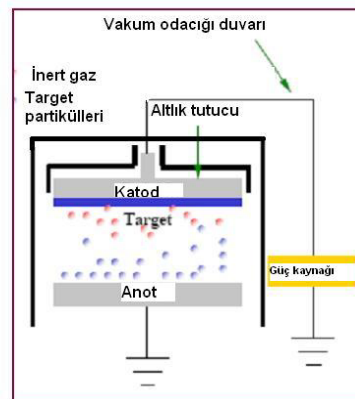
Vakum ortamında uygulanan bir PVD yani fiziksel biriktirme yöntemidir. Vakum ortamına alınan cam altlığın üzerine, yine vakum ortamında bulunan ve target ismi verilen kaplama malzemesinden iyonik bombardıman ile kopartılan parçacıkların gerek metalik gerekse oksit veya diğer bileşikler halinde yönlendirerek biriktirilmesi esasına dayanır.

fiziksel buhar biriktirme(PVD) prosesi

- Sputtering
- Yüksek gerilim → target
- Target çevresinde plazma boşalımı
- Target yüzeyine iyon bombardımanı
- Ayrılan atomlar altlık üzerinde biriktirilir

• Çeşitli fiziksel proseslerin enerji gereksinimi

İyon enerjisi (eV)	reaksiyon
<3	fiziksel yapışma
4 ~ 10	yüzeyden sıçratma
10 ~ 5000	sıçratma
10K ~ 20K	implantasyon



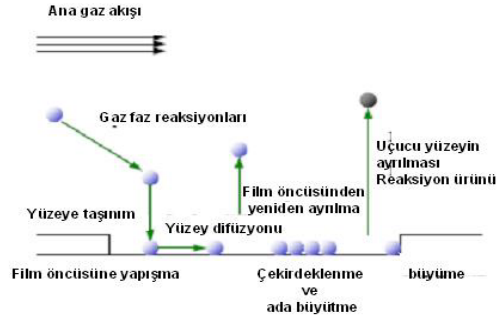
4.2. Kimyasal Buhar Biriktirme (CVD) metodu:

Genellikle organo-metalik esaslı kimyasal bileşiklerin buhar halinde, ve bir sürükleyici gaz ile hızlandırılarak sıcak cam yüzeyine uygulanarak reaksiyona sokulması esasına dayanır. Uygulama kaplama hattı üzerinde yapılır ve istenilen sıcaklığa göre yer seçimi yapılır. Gerek üretim hızı gerekse maliyet yönünden en uygun olan olanıdır, ITO, FTO, ATO türü iletken kaplamalar bu yöntemle elde edilebilir.

Kimyasal buhar biriktirme(CVD) prosesi

Reaksiyon mekanizması

- Reaktanların balk malzemede kütle transferi
- Gaz-faz reaksiyonları(homojen)
- Yüzeyde kütle transferi
- Yüzeye adsorbsiyon
- Yüzey reaksiyonları(heterojen)
- Yüzey göçü
- Film öğelerinin birleşimi
- Ada oluşumu
- Ürüne ayrışma
- Balk malzeme içinden ürün ile kütle taşınımı



4.3. Vakumda Termal Buharlaştırma:

Sputtering metoduna benzer şekilde vakum altında uygulanır. Uygun yöntemle ısıtarak buharlaştırılan kaplama malzemesi cam üzerinde yoğunlaştırılarak kaplama filmi oluşturulur. Daha küçük boyutlu camların kaplanması için uygun bir metottur.

fiziksel buhar biriktirme(PVD) prosesi

✳ Vakum termal buharlaştırma

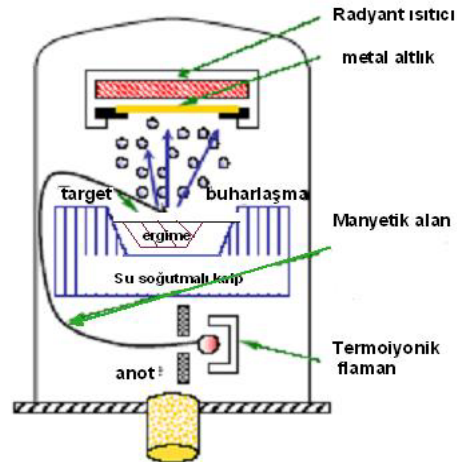
Düşük basınç altında(10^{-6} ~ 10^{-5} torr)

Biriktirilecek target malzeme buharlaşmaya dek ısıtılır
Soğuk altlık malzeme yüzeyinde ince film yapısında yoğunlaştırılır

➤Termal buharlaştırma tekniklerinde altlık yüzeyi ile temas kuran buhar atomların ortalama enerjisi genellikle düşüktür

✳ Çeşitli ısı kaynakları :avantaj&dezavantaj

Isı kaynağı	avantajlar	dezavantajlar
Direnç	Radyasyon(-)	Kontaminasyon(+)
E-beam	Düşük kontaminasyon	Radyasyon(+)
RF	Radyasyon(-)	Kontaminasyon(+)
lazer	Radyasyon(-)	pahalı
	Düşük kontaminasyon	



4.4 Diğer metotlar

Sol gel, elektrokimyasal biriktirme, fotolitografi, dağlama metotları ile de kullanım yerlerine bağlı olarak değişik özelliklerde iletken kaplamalar yapılabilmektedir.

5 Uygulama alanları

Değişen uygulama alanlarına göre, değişik yapıda iletken kaplamalar kullanılmaktadır.

target	film	uygulamalar
InSn	ITO	Gösterge ekranları
ITO	ITO	Buzlanmayan oto ön camları
CdSn	Cd_2SnO_4	Mimari kullanım
Zn:In	$Zn_2In_2O_5$	Mimari kullanım

Başlıca uygulama alanları aşağıdadır:

5.1 Mimari Kullanım: Low-E Camlar

Mimari amaçlı olarak kullanılan ve cam sistemlerinin yalıtım özelliklerini iyileştirerek kışın ısınma giderlerinden tasarruf sağlayan Low -e camlar da saydam iletken oksit özelliği taşımaktadır. Bu camlardan beklenen özellikler yüksek görünür bölge ve güneş enerjisi geçirgenliği ve düşük yayınımdır. Yüksek geçirgenlik iç mekanların kışın güneş enerjisinden yararlanmasını sağlarken, elektrik iletkenliği ile ters olarak değişen yani azalan yayınım özelliği ısı yalıtım özelliğinin iyileşmesini sağlar. Bu ürünler, cam yüzeylerine gerek üretim hattı üzerinde pirolitik metotlarla elde edilen FTO, ATO veya hat dışı sıçratma (Sputtering) yöntemiyle elde edilen ve metal filmi içeren çok katlı kaplamalar uygulamak suretiyle elde edilirler.

5.2. Isınan Camlar

İletken camlar akım uygulandığı zaman bir ısıtıcı rezistans gibi davranırlar, özellikle otomotivde, camlarda ve aynalarda buğu – buz çözme amacıyla kullanılırlar.



5.3. Elektrokromik camlar

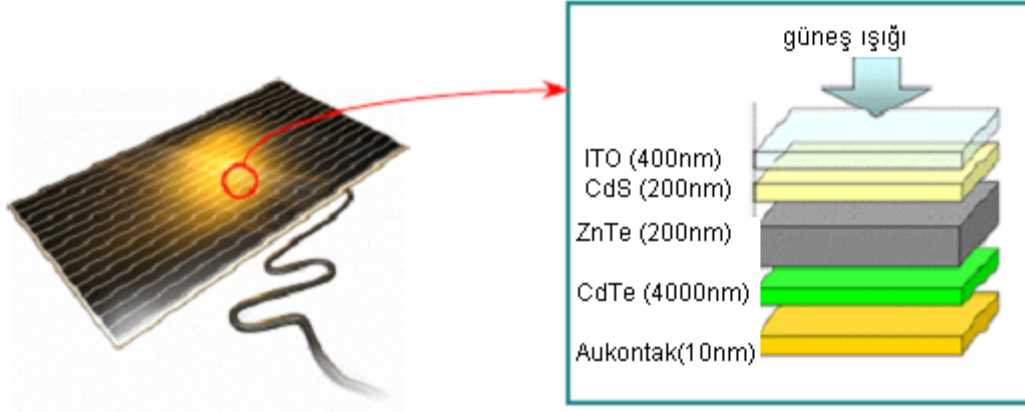
Akım uygulanmak suretiyle optik özellikleri değiştirilebilen camlardır. Elektrokromik kaplama, saydam iletken tabakalar(ITO) arasına yerleştirilmiş iyon kaynağı sağlayan tabaka ve elektrokromik tabaka sandviçi ile oluşturulur. Çok sayıda kaplama filmi içeren bu ürünlerin başlangıç malzemesi iletken kaplamalı camdır. Gerilim uygulaması elektrokromik tabaka içinde iyon göçü oluşturur.



Günümüzde elektrokromik uygulamalarında iki malzeme kullanılmaktadır: WO_3 ve $Ni(OH)_2$; ilki görünür bölge geçirgenliğini $\sim 80\% - 10\%$ aralığında tutmak; ikincisi ise kızılötesi bölgeyi ayarlamak üzere kullanılmaktadır. WO_3 'ün pratik uygulamaları uzak görüş aynalarından yansımayı sönmüştürmek içindir.

5.4. Güneş Pilleri

Aynı şekilde güneş pilleri de iletken kaplamalı camları altlık olarak kullanırlar. Güneş pillerinin gelişimi saydam iletken ince filmlerin iletkenliğinin artırılması ile sağlanabilir. TCO' ların avantajı görsel olarak neredeyse görünmez oluşu ve aynı zamanda yarı iletkenden dış devre elemanına iyi bir köprü oluşturmasıdır.



Fotovoltaik dönüştürücüler: SnO₂, ITO, ZnO ...gibi saydam iletken oksitlerdir.

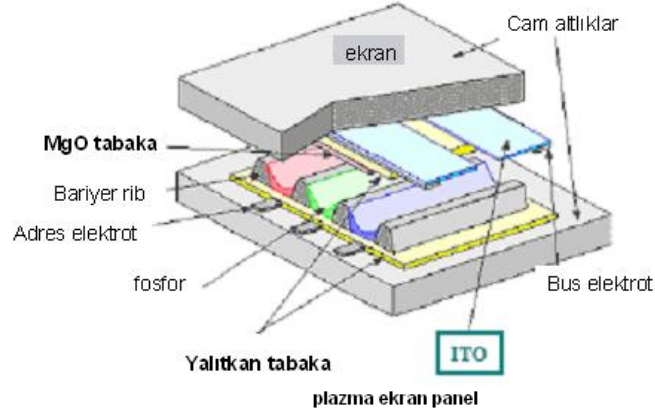
5.5. Dokunmatik Ekranlar

İletken saydam film kaplanmış camların bir diğer uygulama alanıdır. Sistem basit olarak şekildeki gibi şematize edilebilir. ITO kaplı cam altlık ve ince film yüzeyine voltaj uygulanıp dokunmatik ekrana basıldığında ince film yüzeyi ile ITO kaplı cam altlık temas eder. Bunun sonucu temas noktalarında potansiyel farkı oluşur.

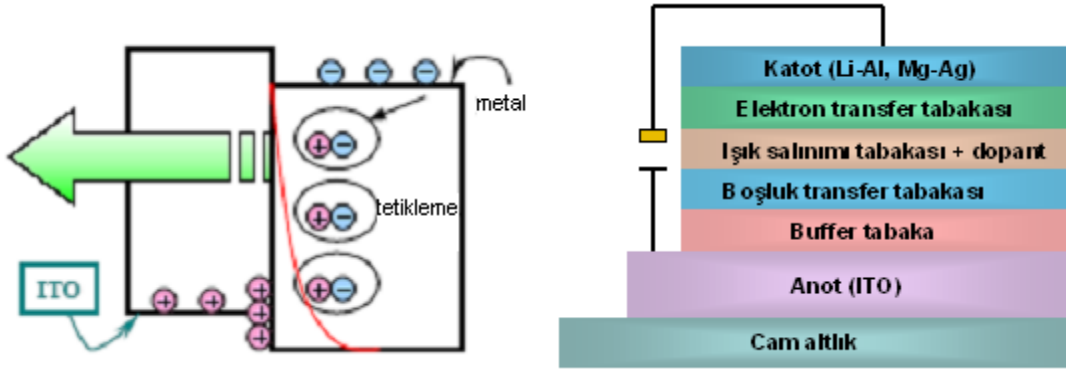


5.6. Düz-Kare Ekranlar

FPD'ler uçaklar ve otomobiller için araç panelleri; tüketici elektronikleri; video telefonlar; ev aletleri için ekranlar; televizyonlar ve video oyunları ile askeri ve medikal özel gereksinimler için fonksiyonel ekran uygulamalarında oldukça yaygın biçimde kullanılır.



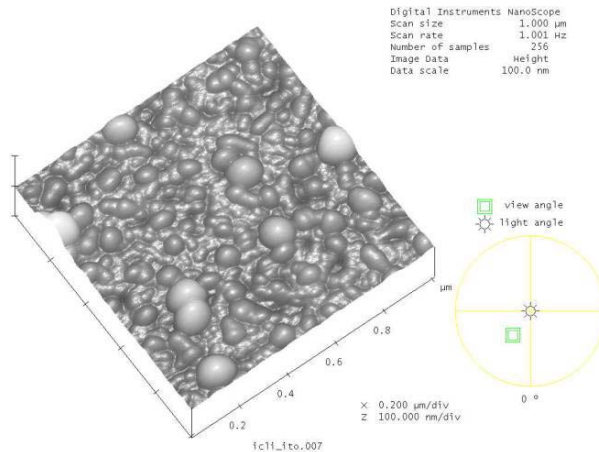
5.6. Işık Emisyon Diodlar(LED)



6. Şişecam' da İletken Cam Çalışmaları

6.1. Sputtering Sistemiyle ITO Türü Kaplamalar

CAM Araştırma Merkezi' nde yürütülmüş olan bir çalışma ile Sputtering sistem ile ITO, İndium Kalay Oksit türü iletken cam geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalarda seramik tür ITO target kullanılmıştır. Geliştirilen örnekler ODTÜ' de yürütülen elektrokromik cam ve Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü' nde yürütülen güneş pili geliştirme çalışmalarında kullanılmakta, karşılıklı görüşmelerle, örneklerin özellikleri kullanım amaçları doğrultusunda iyileştirilmektedir.



6.2. Isıtma Amaçlı İletken Kaplamalar

Yine CAM Araştırma Merkezi' nde geliştirilmiş olan, “kalay oksit – bakır – kalay oksit” sisteminin çok hassas bir kalınlık optimizasyonu sonucunda elde edilmiş olan kaplamalı cam ticari uygulama alanı bulmuştur. Negatif cam ismi verilmiş olan ürün low-e cam ile çift cam ünitesi haline getirilerek dondurulmuş gıda dolaplarında ön kapak olarak kullanılmaktadır. Ünite doğrudan 220 volt ile ısıtılmakta, ve sonucunda dış yüzeyde oluşacak olan buğulanmanın önüne geçilmektedir. Söz konusu sistem ayrıca evsel amaçlı kullanılabilen bir ısıtıcı eleman oluşturacak niteliktedir. Ayrıca cephelerde kullanımı ısı kaybını önleyecek bir mimari alternatif sunmaktadır..



6.3. Hat Üstü, Pirolitik İletken Kaplamalar

Float hattı çıkışında uygulanmak üzere, katı, sıvı, ve gaz fazı pirolitik prosesleriyle low-e türü kaplamalar elde etmeye yönelik geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir.

6.4. Sputtering Sistemiyle Elde Edilen Low-E Türü Kaplamaları İyileştirme Çalışmaları

Yine bir tür iletken kaplama sayılan mimari amaçlı low-e türü kaplamalı camların gerek mekanik ve kimyasal dayanımını , gerekse optik ve ısı performanslarını iyileştirmek üzere laboratuvar çalışmaları sürdürülmektedir. Bu amaçla özellikle yeni alaşım metal oksitler ve koruyucu filmler elde etmeye yönelik TÜBİTAK destekli bir proje başlatılmıştır.

7. Sonuç

Gelişen teknolojilere bağlı olarak gerek artan talebi, gerekse malzeme özelliklerine ilişkin beklentileri karşılamak üzere “Saydam İletken Kaplama” ların üretimi artmakta, özelliklerini iyileştirmeye yönelik geliştirme çalışmaları hızla sürmektedir.

Bunlar; iletkenliği, görünür bölge geçirgenliğini, ısı ve kimyasal kararlılığı, yüzey yapısını ve yüzey dayanımını iyileştirmeye, üretim hızını artırmaya yönelik çalışmalardır.

3 DAMLA PRES MAKİNALARINDA ÇİFT PARÇALI KALIP ÇALIŞMASI

Arif Karahan - Mesut Irmak

Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası / Cam Ev Eşyası Grubu

Cam ev eşyası üretimi olarak grubumuz içerisinde ve dışarısında 1850 mm.çapında tablası olan 3 damla pres makinalarında şimdiye kadar çift parçalı kalıp ile herhangi bir ürün yapılmamıştır.Günümüze kadar çift parçalı ürünler,pres makinalarında hep tek damla ya da çift damla pres makinalarda üretilmişlerdir. Düşük maliyet ve yüksek kalite anlayışının hakim olduğu Pazar şartlarında,4 damla pres makinasında yakalanan başarı bizleri daha farklı proseslerin olabirliği konusunda araştırmaya yöneltmiş ve sonuç olarak yine grubumuza özel olan 3 damla pres makinasında çift parçalı kalıp projesi hedeflenmiştir. Hedefimiz doğrultusunda mart 2004 içerisinde atölye şartlarında simülasyon çalışmalarımız başlamış ve 11/06/2004 tarihinde sıcak olarak 55029 imalatı deneme üretimi başarıyla tamamlanmıştır.

GİRİŞ

Çift parçalı kalıp teknolojisi,tek parça kalıp ile üretimi yapılamayan derin gravürlü,tablalı ve kulplu mamüllerin üretilmesi için tasarlanmış ve Paşabahçe olarak ilk kez 1982 yılında Paşabahçe Beykoz Fabrikası'nda tek ve çift damla olarak pres makinalarında üretime girmiştir.Çift parçalı ürün imalatı için pres makinalarında standart ekipmanlara ilaveten;

- a) Kapama Mekanizması
- b) Göbek Mekanizması
- c) Kalıp Kolu
- d) Ön Açma Silindirleri
- e) Sizer Silindiri
- f) Açma Silindiri

Gibi yardımcı mekanizmaların makinaya montajı gerekmektedir.Bahsi geçen yardımcı ekipmanlar 1983'ten günümüze kadar grubumuzda hep tek damla veya çift damla makinalara uygun olacak şekilde tasarlanmış ve çalışılmıştır.Edindiğimiz bilgilere göre yurtdışında da sadece tek ve çift damla kulplu ürün imalatı olduğu yönündedir.

Normal şartlarda diğer pres ürünlerine göre katkıyı zaten yüksek olan çift parçalı ürünlerin, 3 damla pres makinalarında sade,renkli ve kırılmaz olarak üretilmesi katkıyı daha da arttıracaktır.

AMAÇ

Amacımız,1850 çapa sahip 3 damla pres makinasında 74mm.çapa kadar olan çift parçalı ürünleri çift damla pres makinalarına göre aynı sayıda personel ve aynı devirlerde üretim adetlerini %45-50 oranında arttırarak sını maliyeti düşürmek,daha da önemlisi bir İLK'i grubumuza kazandırmaktır.

YAPILAN ÇALIŞMALAR

1) Mekanizmaların tasarımı ve projelendirilmesi.

- Üç damla pres makinasının tabla çapı olan 1850 mm.'ye göre göbek mekanizması tasarımı yapıldı.
- Üç damla pres makinasına özel (standartlarda olmayan)120mm.çapında kalıp kollarının ve portlarının tasarımı yapıldı.
- Üç damla pres makinasına özel kalıp kapama mekanizmaları ve şaseleri tasarlandı.
- Üç damla pres makinasında çalışan mamul soğutma davlumbazı çift parçalı kalıp mekanizmalarının yerleşimine engel olduğundan buna uygun yeni mamul soğutma sistemi tasarlandı.

2) SİMÜLASYON

Üç damla pres makinası tablası ve direkleri projelendirilip,imal ettirilmiş ve çift parçalı kalıp mekanizmalarının montajı yapılmıştır. Böylece kapama mekanizması,göbek mekanizması, soğutma davlumbazı, kalıp kolları ve diğer ekipmanlarda yapılacak tasarımlar tespit edilip yaptırılmıştır.

3) MAKİNA HASSASİYETİ

Pres makinalarında mekanik dayanım gerek çift damla gerekse üç damla makinada belli motor torkları ile sınırlandırılmıştır.Bu kritik tork değerine etki eden iki faktör ise; Makina devri ve tahrik grubunun döndürmek zorunda olduğu yük miktarlarıdır.Yapılan hesaplamalarda, 3 damla pres makinasında çift parçalı kalıp için ilave montajı yapılan mekanizmaların bir tork artışına neden olmadığı görülmüştür.

Makina üzerinde imalat kalitesine yönelik,tabla paralelliği ve silindir diklikleri kontrol edilmiştir.

4) DENEME ÜRETİMİ

Mekanizmaların tasarımından ve makinaya ölçüsel olarak uyumundan,simülasyon çalışmalarının sonunda emin olduktan sonra 11/06/2004 tarihinde deneme üretimi yapılmıştır. Deneme üretimi 3 kalıp ile yapılmış olup şekillendirme ve çift parçalı kalıp mekanizmalarına yönelik herhangi bir olumsuzluk görülmemiş ve yakalşık olarak 10 saat süren deneme üretimi başarıyla gerçekleştirilmiştir.

5) KARŞILAŞTIRMALAR

3 damla pres makinasında 55029 nolu ürünümüzün deneme üretimi üç kalıpla gerçekleştirilmiş olduğundan aşağıdaki kıyaslama tablosunda deneme sonucunda ulaştığımız tahmin edilen standart devir ve verimler çift damla pres makinası performansı ile karşılaştırılmıştır.

	<i>Çift Damla</i>		<i>Üç Damla (sade)</i>	<i>Üç Damla (Renkli)</i>	<i>(Üç Damla) Hedef</i>	
	Standart	Fiili	Standart	Standart	Sade	Renkli
Ağırlık	280	290	290	290	-	-
Devir	46	48	72	69	75	75
Verim	84	84	86	86	90	90
Üretim (30 Gün)	1.669.248	1.814.400	2.674.944	2.563.488	2.916.000	2.916.000

6) SONUÇ

11/06/2004 tarihindeki deneme sonuçlarına göre yapılan değerlendirmeler sonucu nihai değişiklikler hem kalıp seti, hem de mekanizmalar bakımından tamamlanmış ve siparişleri açılmıştır. Aralık 2004 gibi makinamızda set olarak 36 kalıp ile 55029 üretimini yapmayı hedefliyoruz.

3 damla pres makinasında çift parçalı kalıp projesi ile 74 mm.çapa kadar olan 55029,55171,55241,55041 ve 55111 gibi ürünlerinde adet olarak %50 artış hedeflerken aynı zamanda sinai maliyetlerde de %20 civarında bir düşüş gerçekleştirilecektir.

TEŞEKKÜR

3 Damla Pres Makinasında çift parçalı kalıp çalışması projesini fikir olarak önümüze koyan, tasarım ve deneme sürecinde bizleri sürekli cesaretlendirerek projenin başarıya ulaşmasını sağlayan başta fabrika müdürümüz Sn.Muhammed YALÇINKAYA ve Üretim Müdürümüz Sn.Sinan ULUFER olmak üzere ve projede emeği geçen diğer tüm teknisyen,ustabaşı ve ressam arkadaşlarımıza huzurunuzda teşekkür ederiz.

FLOAT CAM ÜRETİMİNDE SICAK BÖLGEDE ONLINE KALINLIK ÖLÇÜMÜ

Serhat Artunç – Haşim Ekici
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası/ Düzcam Grubu

GİRİŞ

Float hatlarında üretilen camın kalite standartlarına uygunluğu periyodik olarak alınan numuneler üzerinde yapılan test ve ölçümlerle manuel olarak yapılmaktadır.

Müşterilerin artan kalite beklentilerinin karşılanması, kayıpların azaltılarak randımanların artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi için son yıllarda manuel ölçümlerin yerini tüm şerit eninin sürekli kontrol edildiği online cihazlar almaktadır. Bu cihazlara hata dedektörleri, gerilim, kalınlık, geçirgenlik ve yansıtma ölçümü örnek verilebilir.

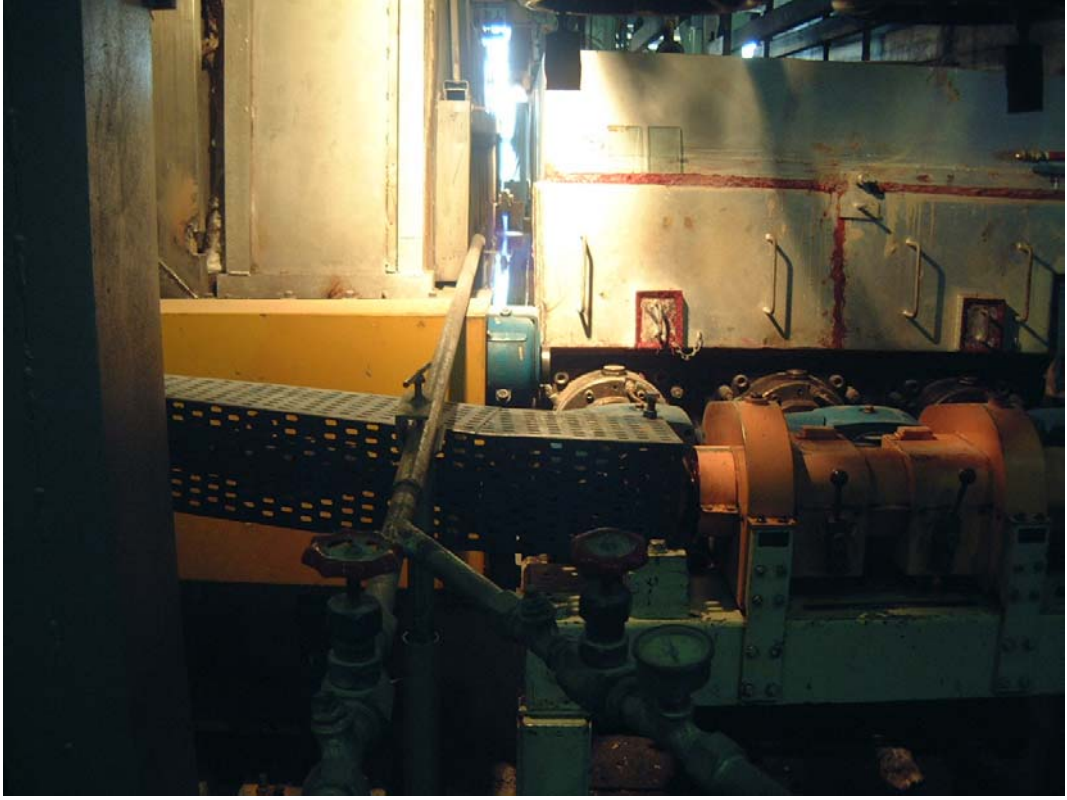
Bu bildiride float hatlarımız için TR2 Soğuk Onarım kapsamında ISRA GLASS VISION (Almanya) firmasından temin edilen ve sıcak bölgede kullanılan Floatscan Hotgauge online kalınlık ölçüm cihazından bahsedilecektir.

Firmadan temin edilen bilgiye göre Şişecam dışında Pilkington, Glaverbel ve Guardian'ın toplam 12 hattında Floatscan Hotgauge kullanılmaktadır.

Bu cihazın yardımı ile float hatlarında sıkça yapılan, kalınlık ve tonaj değişimi gibi işlemler sırasında kalınlık, genişlik ve tonaj bilgilerinin prosesin en erken noktasında takibi mümkün olmaktadır. Bunun sonucu olarak cam kalınlık standartlarına çabuk girilmesi, banyo tasarımının elverdiği ölçüde konturun (şerit eni boyunca kalınlık dağılımı) düzgün tutulması, tonaj ve brüt genişliğin yakın takip edilmesi ve kalınlık standartları içinde kalarak mümkün olduğu kadar ince çalışılması (aynı fırın tonajından daha çok m² üretimi) sağlanmaktadır.

1.YERLEŐİM

Sıcak bölgede ölçüm yapan cihazlarımız float banyosunun çıkışında yer almaktadır ve camın alt kısmından ölçümü gerçekleştirmektedir.



Float banyosu çıkışı cihazın çalıştığı aralık



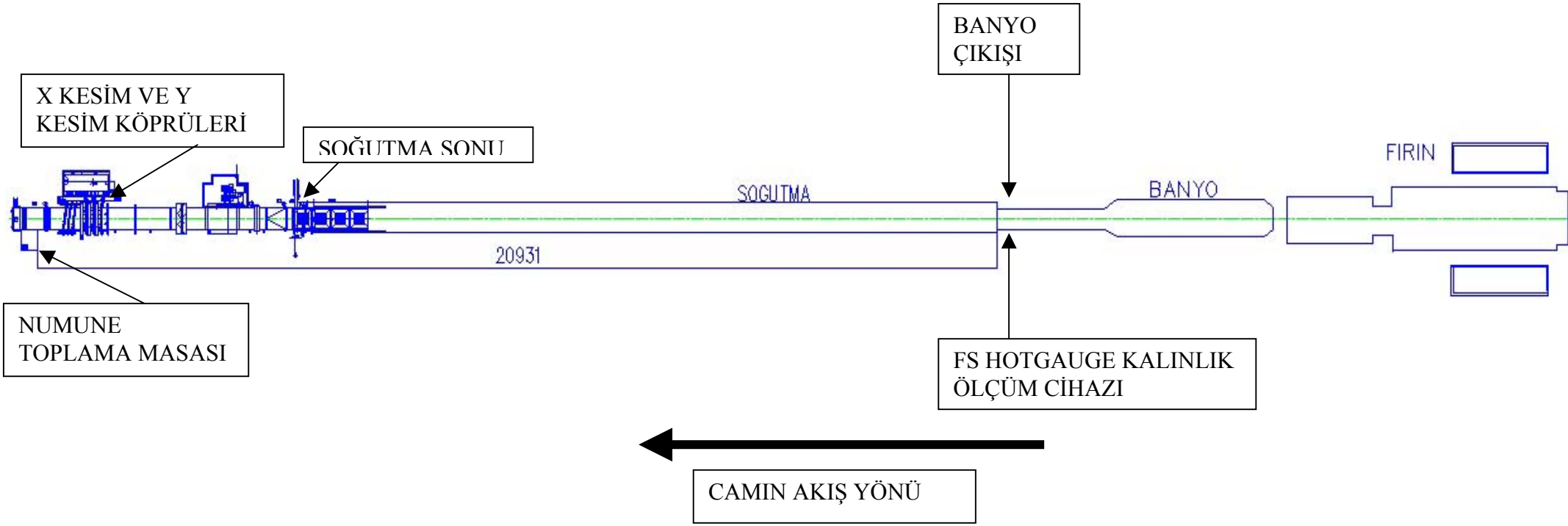
Float banyosu ıkışı



Float banyosu çıkışında banyonun altında bulunan cihazın yerleşimi

Banyo çıkışından kesme hattı (şu anda kullanılmayan) gözlemci kulubelerine camın yaklaşık ulaşma zamanları;

<u>Tonaj</u>	<u>Kalınlık(mm)</u>	<u>Şerit Hızı(m/saat)</u>	<u>Banyo çıkışından(dakika)</u>
650	10	300	40
660	8	400	30
620	6	500	24
500	4	600	20
500	3,5	700	17
540	3,2	800	15
600	3	900	13
540	2,5	1000	12
540	2,2	1100	11



2.SICAK BÖLGE KALINLIK ÖLÇÜM CİHAZININ ÇALIŞMA PRENSİBİ

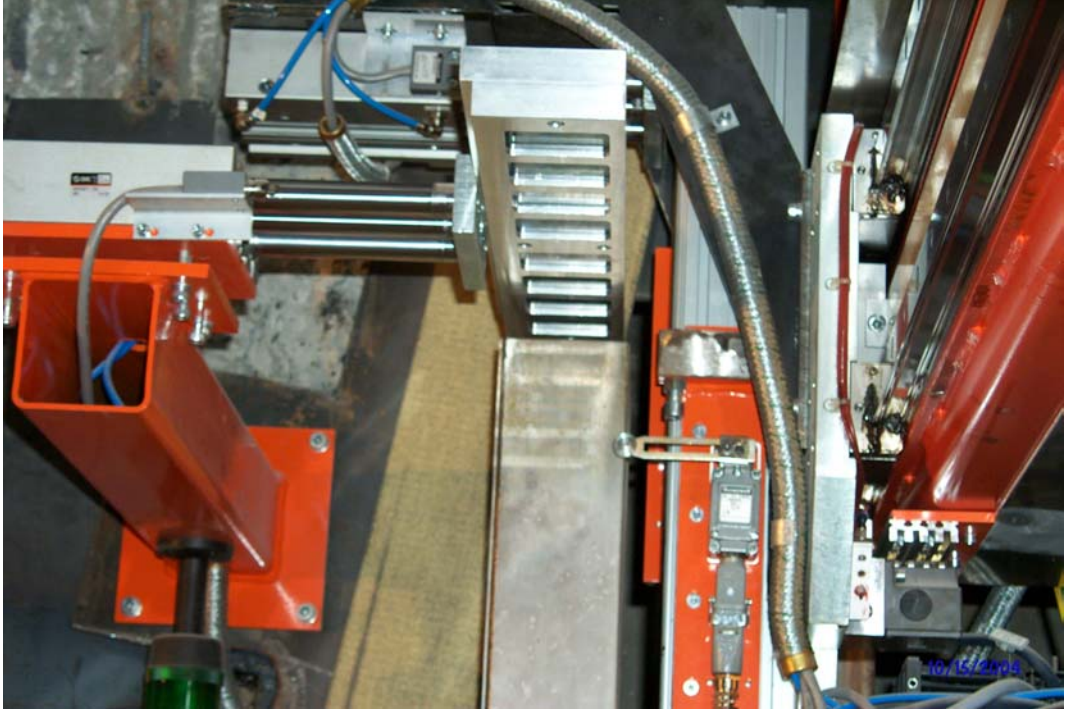
Sıcak bölgede kalınlık ölçüm cihazı camın akış yönüne dik bir şekilde cam'a 5mm yaklaşacak şekilde pozisyon aldıktan sonra camın brüt eni boyunca,top roll izlerinin bulunduğu yer dahil, ilerleyerek oluşturduğu datalarla kalınlık bilgilerini oluşturmaktadır. Burda ölçümün doğruluğunu etkileyecek 2 temel sebep olabilir; bunlardan birincisi cihazın yüksek hızda çalışarak ve titreşimlerden dolayı eksik bilgi toplaması,ikincisi ise camın ilk ruloya binişinde almış olduğu şekil farklılıkları. Fakat bu durumlar cihazı yapan firma tarafından gerekli testler yapıp elde etmiş oldukları tecrübe sayesinde software programında yapılan düzeltmelerle aşılmıştır. Kalınlık bilgileri dataları cihazın içinde bulunan lazer beam'den gönderilen lazer ışığı doğrultusunda yine cihazın içerisinde bulunan CCD kameralar tarafından okunarak camın alt ve üstündeki ışığın kırılım farkına alarak ve gerekli pozisyon bilgilerini software programına aktararak bize kalınlık profilimizi oluşturmaktadır. Ölçüm prensibi olarak double yansıma prensibi kullanılmaktadır. Bu metodda camın kalınlığı lazer beam'in ön ve arka yansımaları arasındaki mesafe hesaplanarak bulunmuştur. Matematiksel analiz olarak gösteriyorki bu lineer olmayan ve kolay hesaplar,iki kısmi kalınlığın ortalaması gibidir, ama bu bize doğru sonucu vermez. Lineer olmayan bu yapı cam yüzlerindeki açı farklılığından dolayı oluşmaktadır.Bu açı farklılığı kullanılarak iterative hesaplamalarla doğru kalınlık hesaplanmaktadır. Sensör head elektronikleri ölçüm değerlerini seri data link yolu ile PC 'ye göndermektedir. PC'de ölçüm dataları daha fazla işleme tutulup değerlendirilmektedir. Brüt genişlik olarak 2700 mm ile 3900 mm arasındaki genişliği, kalınlık olarak 2 mm ile 12 mm arasındaki cam kalınlıklarını ölçebilmektedir. Opsiyonel olarak 0,8mm ile 32 mm arasını ölçebilme kapasitesine sahiptir. Geçirgenlik olarak normal ışığın büyük eşit %35'ini geçirebilme özelliğine sahiptir. Cihaz dataları camın brüt genişliği boyunca her 1 mm'de bir aşağı yukarı 2ms ölçüm süresi ve 300 mm/sn ölçüm hızı ile toplamaktadır. Cihazın ölçüm aralığı yani ne kadar zamanda bir ölçüm almak isteği operatöre bağlı olarak 90 sn ile 8 saat arasında değişmektedir. Brüt genişliğini okuyacağı camın sıcaklığının maksimum 640 °C'de olması gerekmektedir. Cihazın bulunduğu ortam sıcaklığının maksimum 50 °C'de olması ve dataları takip ettiğimiz kontrol kabinin bulunduğu ortam sıcaklığının maksimum 45 °C olması gerekmektedir. Camın kalınlığına göre soğutma (cam şeridi) hızımız değişmektedir,cihazda minimum 200 m/saat ile 1400 m/saat aralığındaki soğutma hızlarında çalışabilmektedir. Cihaz 50Hz'lik kesintisiz güç kaynağı ile beslenen 3 fazlı 10 kVA'lık bir güç ile çalışmaktadır.

Sıcak bölgede ölçüm yapabilen kalınlık cihazı enine ölçüm haricinde operatörün belirleyebileceği bir noktadan yani tek noktadan ölçüm alabilmektedir. Bunun anlamı 3600mm bir brüt genişlikteki camın herhangi bir noktasına mesela 2000 mm'ye cihaz gönderilip o noktadan sürekli ölçüm alabilmektedir.

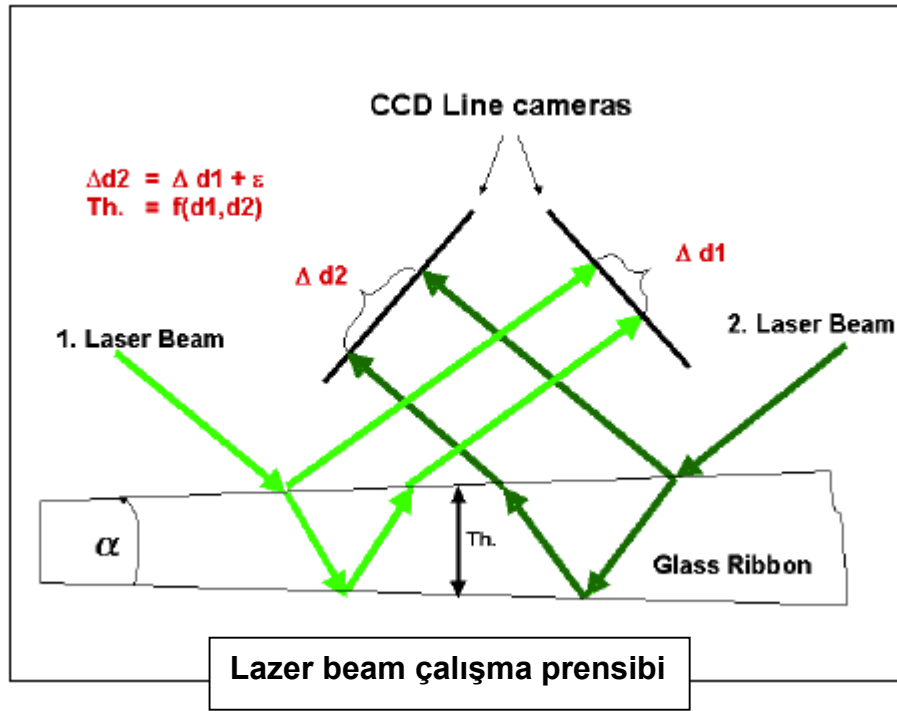
Cihaz shaft hızını yani soğutma hızımızı shafta bağlı olan bir encoder ile okuyabilmektedir. Bunun sayesinde ortalama kalınlık bilgisine ve soğutma hızı bilgisine sahip olan cihaz bize tonajı da hesaplayabilmektedir. Tonaj bilgisini ,ortalama kalınlık ve tüm kalınlık profili ve soğutma hızını kontrol odalarından online takip edebilmekteyiz.

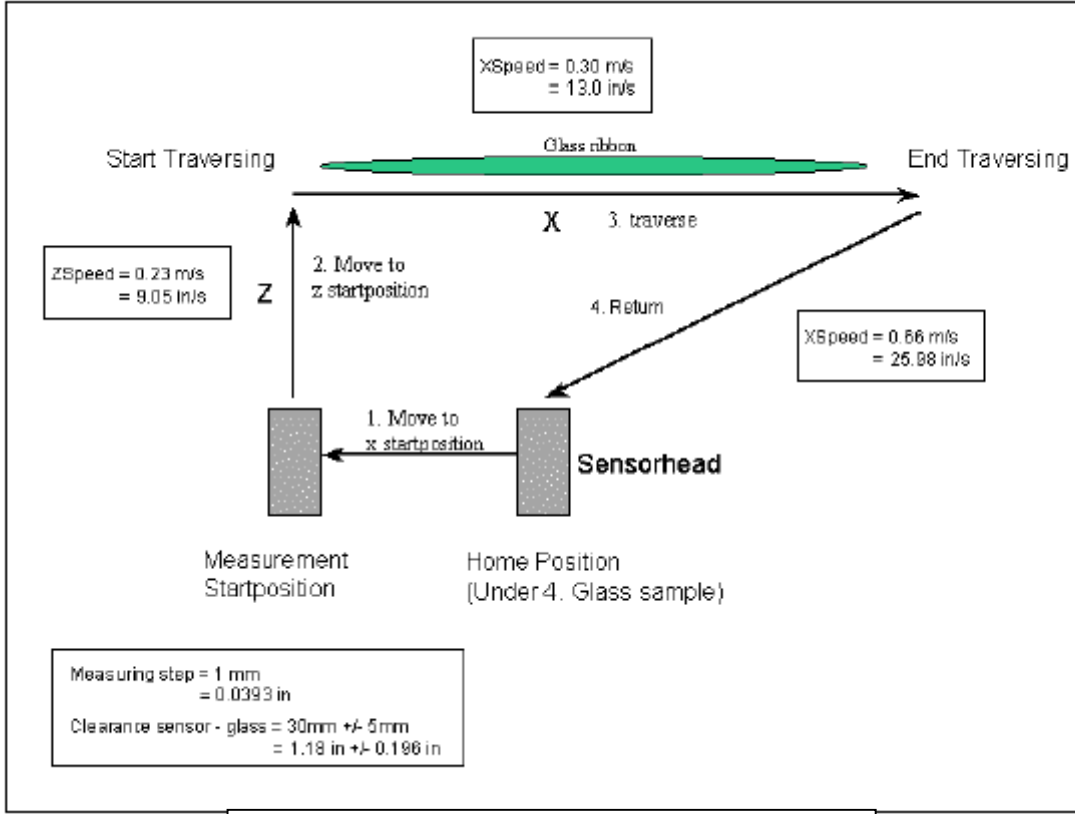
Cihaz devreye alınmadan önce firma yetkilileri ile birlikte ölçülen kalınlığının doğruluk testi firmanın belirlemiş olduğu testlerle doğrulanıp teslim edilmektedir. Belirlenmiş olan bu doğruluk testi daha sonra bütün kalınlıklar için belirlenip yapılmalıdır. Bu doğruluk testleri yapıldıktan sonra düzenli olarak üretim şartları gereği bulunulan kalınlıkta doğruluğunun ayda bir kontrolü yapılmaktadır. Ayrıca sistemin üzerinde bulunan kalibrasyon testi vardır ki bu işlemde cihaz tarafından otomatik olarak bizim belirlediğimiz bir çevrim süresi içinde yapılmaktadır. Bu kalibrasyon,cihazın kurulum aşamasında hatlarda çalışılmış olan farklı kalınlıklardaki camların belli noktalarının

ölçülüp ve bu kalınlıkların cihaza tanıtılmasından sonra bu referans camlardan faydalanarak yapmış olduğu işlemdir.

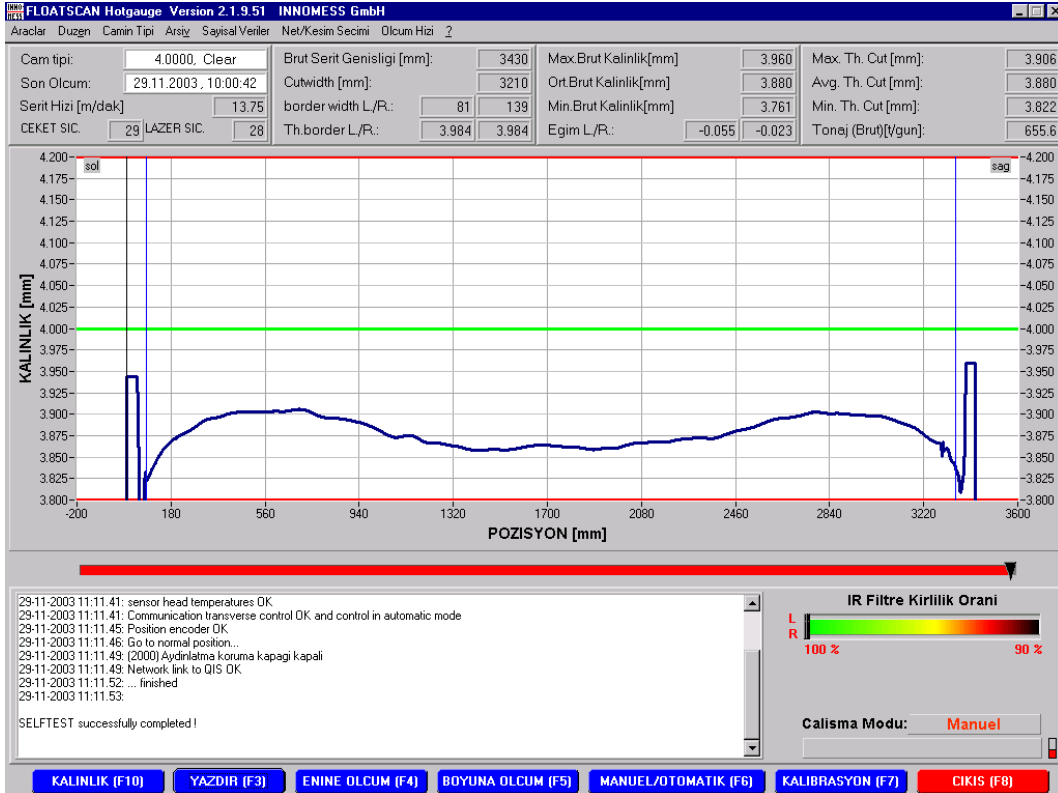


Kalınlık cihazının kalibrasyon camları ve kalibrasyon işlemi





Cihazın çalışma sırasındaki hareketi



Kalınlık cihazının brüt ölçüm sonucu

3.SICAK BÖLGEDE ÖLÇÜM YAPABİLEN KALINLIK CİHAZININ AVANTAJLARI

3.a. Sıcak bölgede kalınlık ölçümü yapabilen bu kalınlık cihazı ile kalınlık değişimlerinde kalınlık yakından takip edebilip zamanında gerekli müdahale yapılabilmektedir.

Kalınlık değişimleri sırasında kalınlıkların standart dışına çıkması nedeniyle cam bir süre kırılmaktadır. Bu süre ekip, ekipman, yöntem ve dönülen kalınlığa bağlı olarak normal şartlarda 5-45 dk arasında değişmektedir. Kalınlık cihazı olmadığı dönemlerde kalınlığın standarda girip girmediği numune toplama masalarından belli aralıklarla (2-3 dk) alınan cam plakasında manuel kalınlık ölçümü ile yapılmaktaydı. Tonaj ve kalınlığa bağlı olarak camın kalay banyosu çıkışından kesme hattında bulunan numune alma masalarına ulaşması 10-40dk sürmektedir. Örneğin 10 mm üretiminde cam banyo çıkışından numune alma masasına yaklaşık 40 dakikada ulaşmakta ve manuel ölçüm sonuçlarına göre camın standarda girip girmediği operasyonun yapıldığı banyo kontrol odasına bildirilmektedir. Camın standarda girmemesi durumunda tekrar müdahale yapıp sonucun alınması için bir en az bir 40 dk daha zaman geçecektir. Bu da ilave cam kaybı demektir.

Ancak banyo çıkışına konulan kalınlık ölçüm cihazı ile yapılan müdahalelerin sonuçları kısa sürede görülmektedir. Çünkü banyoda cama yapılan müdahalenin sonucu tonaj ve kalınlığa fazla bağlı olmaksızın 5-7 dk içinde kalınlık cihazına ulaşmaktadır. Bu durum kalınlık değişimleri sırasında daha az cam kaybedilmesini sağlamaktadır.

3.b. Cihaz kalınlık ile birlikte brüt genişlik ve tonajı da hassas olarak ölçmektedir. Bu durum tonaj artırma ve düşürme işlemlerinin daha kısa sürede ve daha emniyetli yapılmasına yardımcı olmaktadır.

3.c. Kalınlık değişimi ve tonaj işlemleri dışında normal üretim sırasında kalınlığın sürekli izlenmesi sayesinde cihaz kalınlık standardının alt limitlerine yakın çalışmayı sağlamaktadır. Bu aynı tonajdan daha fazla m² cam üretimi demektir.

Çalıştığımız kalınlıkların maksimum ve minimum standartları ;

2 mm --1,9-2,1 mm
2,2 mm – 2,1-2,3 mm
2,5 mm – 2,3-2,7 mm
3 mm – 2,8-3,2 mm
3,2 mm – 3,1-3,3 mm
3,5 mm – 3,4-3,6 mm
4 mm – 3,8-4,2 mm
5 mm – 4,8-5,2 mm
6 mm – 5,8-6,2 mm
8 mm – 7,7-8,3 mm
10 mm – 9,7-10,3 mm
12 mm – 11,7-12,3 mm

Bu kalınlık standartlarına göre bizim her zamanki hedefimiz standartlar içinde minimum kalınlıktaki camı üretmektir. Kalınlık kontrolleri kalite kontrol departmanı tarafından manuel olarak yapıldığı zamanlarda kalınlıkların standart dışına çıkıp cam kaybını önlemek için ortalama kalınlıklar daha emniyetli değerlerde tutulurken, kalınlık cihazı devreye alındıktan sonra ortalama kalınlıklar aşağı çekilebilmiştir. Bu yukarıda

bahsedildiği gibi cihazın prosesin en erken noktasında olması ve herhangi bir anormallik ihtimalinde çok kısa sürede (5-7 dk) müdahale olanağı sağlaması ile mümkün olmaktadır. Örnek olarak TR2 hattında cihaz öncesi 4mm ortalama kalınlıkları 3.85 mm iken, cihazın devreye alınmasından sonra 3.83 mm'ye çekilmiştir. Hedef 3.82 mm'dir.

Bu çıkan farklı ortalama kalınlıklarla 720 ton'da 4mm çalışıldığı düşünöldüğünde; 3,85 mm ortalama kalınlık ve 3400mm brüt genişlik ile cam şerit hızı 917 m/saat, 3,83 mm ortalama kalınlık ve 3400mm brüt genişlik ile 921 m/saat olacaktır. Şerit hızları arasındaki 4 m/saat fark; 96 m/gün, 326 m²/gün, 3 ton/gün brüt cam ve 2.7 ton/gün net cam kazancı demektir. Üretimlerin %50'sinin 4mm olduğu düşünöldüğünde bu yıllık yaklaşık 500 ton cam demektir. Tüm kalınlıklarda bu durumun sağlanması ile hat başına yıllık yaklaşık 1000 ton kazanç potansiyeli vardır.

4.SONUÇ

Sıcak bölgede online olarak kullanılan kalınlık ölçüm cihazı ile müşteri ve kalite odaklı üretime bağlı kalarak hem şirketimizin karlılığını hem de müşteri memnuniyetini geçmişe göre arttırdığımıza inanmaktayız. Şirketimizin geçmişte olduğu gibi bugün de son teknolojiyi kullanması rekabet gücümüzün korunması ve artırılmasında yardımcı olacaktır.

NARROW NECK PRESS BLOW PROSESİNDE AKSİYAL SOĞUTMA YERİNE RADYAL SOĞUTMA UYGULANMASININ AVANTAJLARI

Zeynel Abidin Bilgin – M. Önder Çiğdem
Anadolu Cam Sanayi A.Ş. Mersin Fabrikası/ Cam Ambalaj Grubu

ÖZET

Cam ambalaj üretiminde mevcut üç procesten Narrow Neck Press Blow prosesi düşük gramajda ve yüksek hızlarda üretim yapma imkanı sağladığı için son yıllarda giderek önem kazanmıştır.

Cam ambalaj üretim proseslerinin tamamında, oluşan hataların büyük çoğunluğu hazırlayıcı kalıp kaynaklıdır. Dizayn kaynaklı sorunlar bir kenara bırakıldığı zaman hazırlayıcı kalıplarda yaşanan en büyük problem, cam ile kalıp arasındaki ısı transferi sorunlarıdır. NNPB prosesinde hazırlayıcı kalıplarının soğutulmasında kullanılan aksiyal soğutma tipinde yaşanan sorunları ortadan kaldırmak üzere, kalıpların radyal soğutulması denemeleri yapılmıştır. Bu deneme çalışmalarının olumlu sonuçlanması üzerine bu tip soğutma uygulaması yaygınlaştırılmıştır.

Aksiyal kalıp soğutma ile radyal kalıp soğutma uygulamasının karşılaştırılması ve radyal soğutmanın tercih edilme nedenleri ile getirilerinden bahsedilmektedir.

Radyal soğutma kullanılması ile birlikte;

- Üç proceste de ortak ekipman kullanılması sonucunda imalat değişim süreleri kısalmakta,
- Kalıplarda sıcaklık dağılımında iyileştirmeler yapılmakta,
- İmalat sorunlarının çözülmesinde değişik soğutma seçenekleri sunulmakta,
- Ürün kalitesinde iyileştirmeler yapılmakta,
- Randıman artışı sağlanmakta ve kalıp maliyetleri aşağı çekilmektedir .

1. GİRİŞ

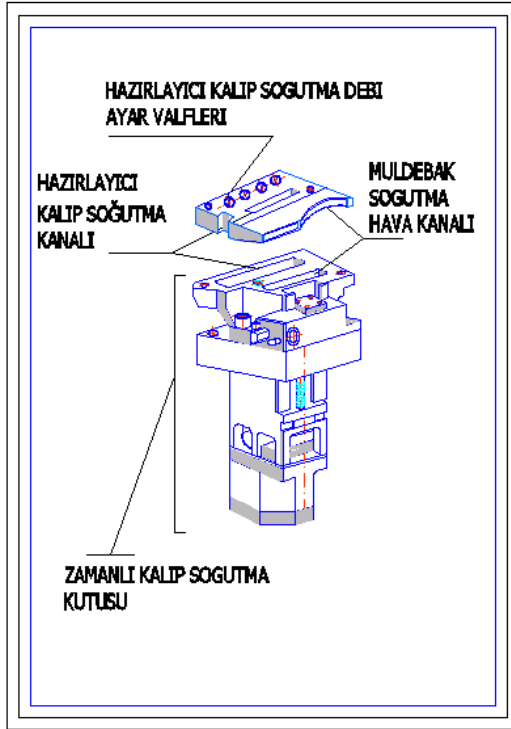
Günümüzde artan rekabet koşullarıyla birlikte kapasitenin etkin kullanımı, maliyetlerin azaltılması, müşteri memnuniyeti ve kalite kavramları son derece ön plana çıkmıştır. Bu nedenle cam ambalaj üretiminde yaşanan ürün gramajını hafifletme ve birim ürün sabit maliyetini aşağı çekebilmek için hız artırımı çalışmaları birer zorunluluk haline almıştır.

2. SİSTEMİN TANITILMASI

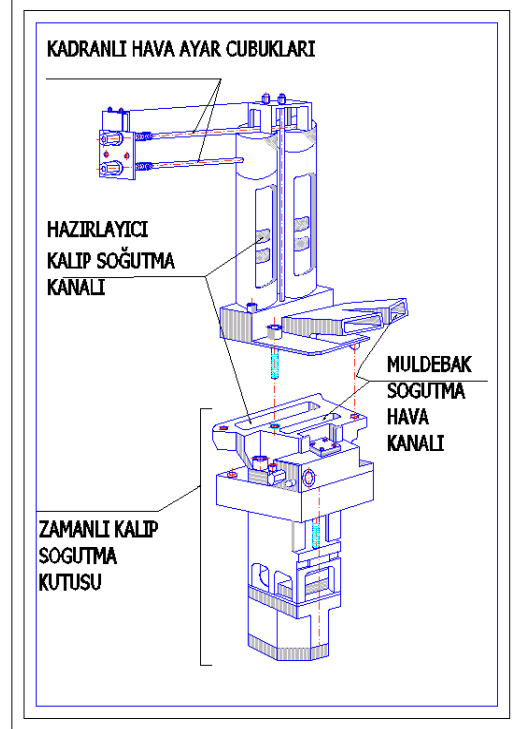
Sistem her seksiyon için sağ ve sol olmak üzere iki adet zamanlı kalıp soğutma kutusu ve zamanlı kutunun üzerine yerleştirilen soğutma havası yönlendirme kulelerinden oluşmaktadır. Zamanlı soğutma kutusunun içerisinde müldebak (kafa kalıbı) soğutma ve ebişör (hazırlayıcı kalıp) soğutma kanalları bulunmaktadır. Bu kanallarda bulunan kapaklar , zaman kontrol ünitesi tarafından kumanda edilmekte ve valfler aracılığı ile müldebak ve ebişör soğutma havaları zamanlı olarak çalıştırılabilmektedir. (Şekil-1)

Radyal soğutma sisteminde (Şekil-2) hazırlayıcı kalıp soğutma kanalının yüksekliği mekanik olarak değiştirilebilmektedir. Hava çıkış kanalının yüksekliğinin değiştirilmesi

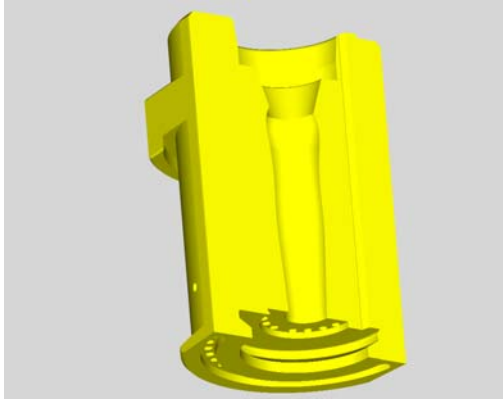
için kanallı silindir parçanın el ile yukarıya kaldırılması ve 120 derece döndürülmesi gerekmektedir. Kadranlı hava ayar çubukları sayesinde ise ön ve arka kalıpları soğutacak havanın debi ayarı yapılmaktadır.



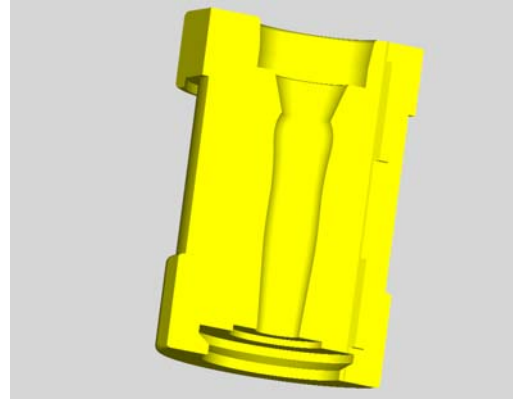
Şekil 1 Aksiyal Soğutma Ekipmanları



Şekil 2. Radyal Soğutma Ekipmanları



Şekil 3. Aksiyal Soğutmalı Kalıp



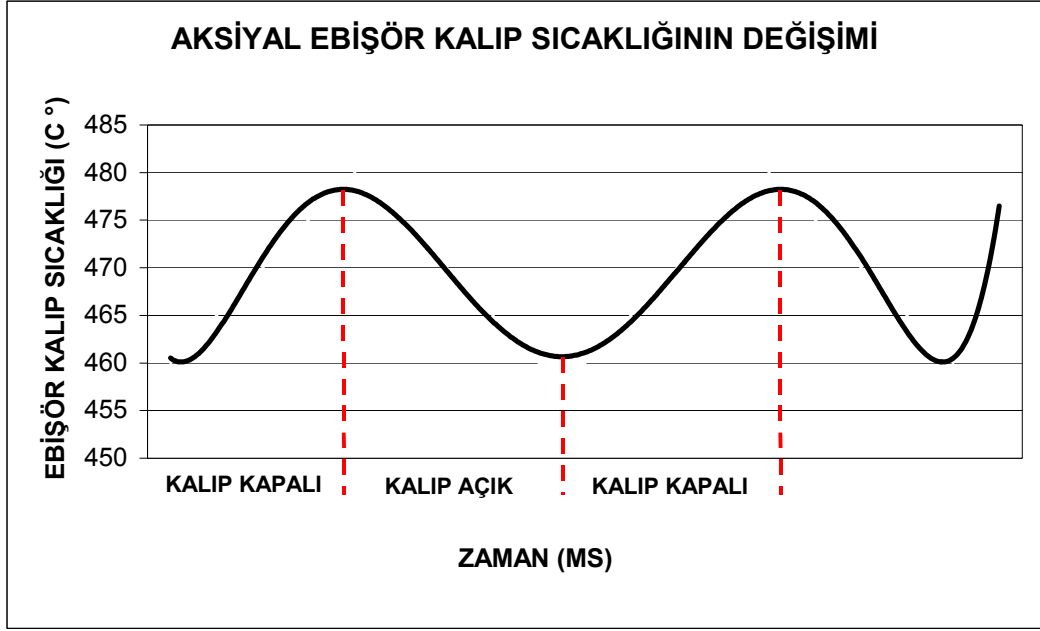
Şekil 4. Radyal Soğutmalı Kalıp

3. SİSTEMİN GETİRİLERİ

Narrow Neck Press Blow (Dar Boyunlu Basma-Üfleme) prosesi ile cam ambalaj üretiminde hazırlayıcı kalıplarda kullanılmakta olan aksiyal (*Havanın dikey yönde hareketi ile kalıpların soğutulması Şekil-3*) soğutma, yerine radyal (*Havanın yatay yönde hareketi sonucu kalıpların soğutulması Şekil-4*) soğutma uygulamasına geçilmesinin sağladığı avantajlar ve getiriler aşağıda anlatılmıştır.

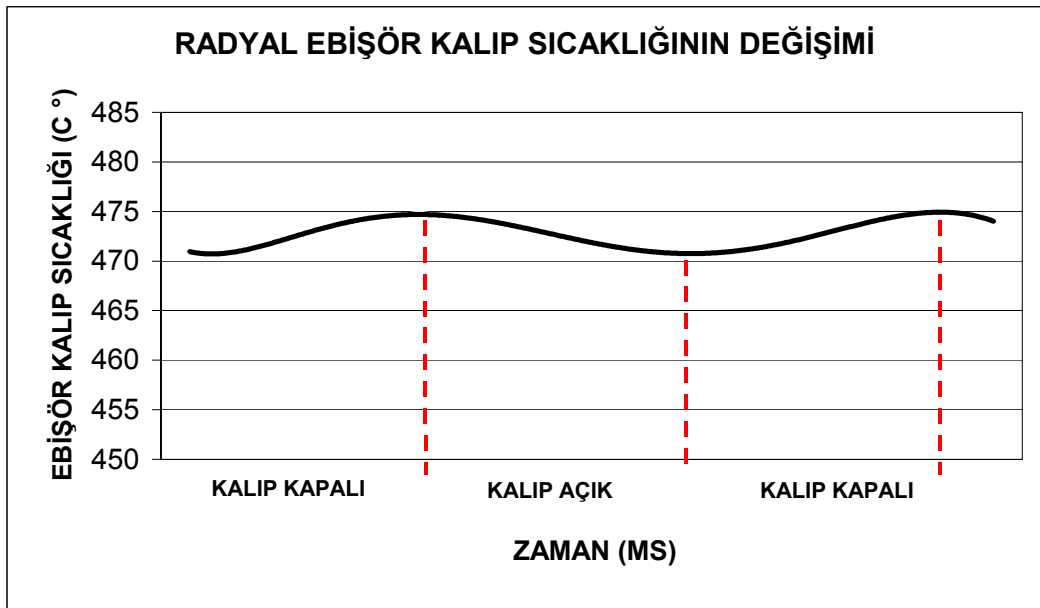
3.1. Kalıp Soğutma Zaman Ayarı Esnekliği Sağlaması:

Aksiyal soğutmada kalıplar sadece açık iken soğutulabilmekte, cam soğuk kalıba temas ederek ani soğumaya uğramakta bu ani soğuma sonucunda da ,yırtık cam, dalgalı görünüş gibi hatalar ortaya çıkabilmektedir. Camdan aldığı ısı ile sıcaklığı yükselen kalıp, sadece camla temasını kestikten sonra soğutulabilmektedir. Bu nedenle kalıbın sıcaklığı geniş bir aralık içinde değişmektedir. (Şekil-5)



Şekil 5. Aksiyal Soğutma İle Soğutulan Hazırlayıcı kalıp Sıcaklık Değişimi.

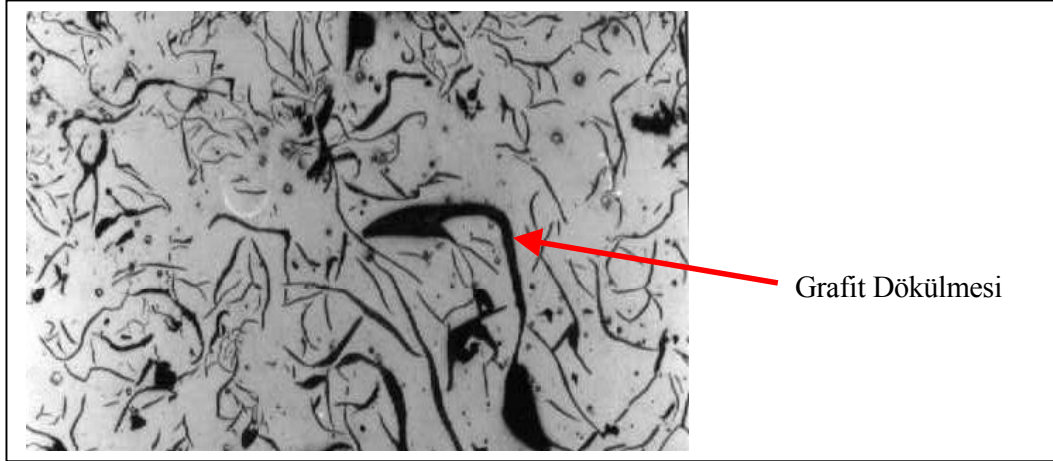
Radyal soğutmada ise kalıp soğutma zamanı ile ilgili bir kısıt bulunmamaktadır. Kalıp cam ile temas halinde iken camdan transfer ettiği ısıyı, soğutma havası ile üzerinden atmaktadır. Bu nedenle kalıp sıcaklığı daha dar bir aralıkta değişiklik göstermektedir (Şekil-6).



Şekil 6. Radyal Soğutma İle Soğutulan Hazırlayıcı Kalıp Sıcaklık Değişimi.

Kalıbın sıcaklık değişimi daha dar aralıklar içerisinde gerçekleştiği için, kalıp termal şok altında çalışmamaktadır. Termal şok altında çalışan kalıpların yüzeyinde mikro çatlaklar oluşmaktadır. Daha sonra bu mikro çatlaklar büyüyerek makro çatlaklara dönüşmektedir ve grafit dökülmeleri yaşanabilmektedir.

Kalıp sıcaklığında sağlanan kararlı termal durum , kalıp çarpılmalarını engellenmekte ve kalıbın grafit yapısı korunmaktadır. Kalıbın grafit yapısının değişmemesi sayesinde kalıp yüzeyinde yaşanan ve ürüne de aynı şekilde yansıyan karıncalanma hatasının önüne geçilebilmektedir.



Şekil 7. Kalıp Yüzeyindeki Karıncalanmanın Mikroskopik Görüntüsü

3.2. Kalıp Sıcaklık Dağılımının İyileştirilmesi

Aksiyal soğutmada kalıp soğutma havası, kalıbın boyunca açılmış olan dikey deliklerden geçer. Kalıpta havanın geçtiği yerin değiştirilmesi mümkün olmadığı için kalıbın herhangi bir bölgesini ekstra soğutma imkanı yoktur. Kalıp soğutma havasının süresi uzatıldığında, kalıbın kendi içinde dikey sıcaklık farklılıkları artmaktadır. Kalıp sıcaklığındaki bozukluk parizona da aynı şekilde yansımaktadır.

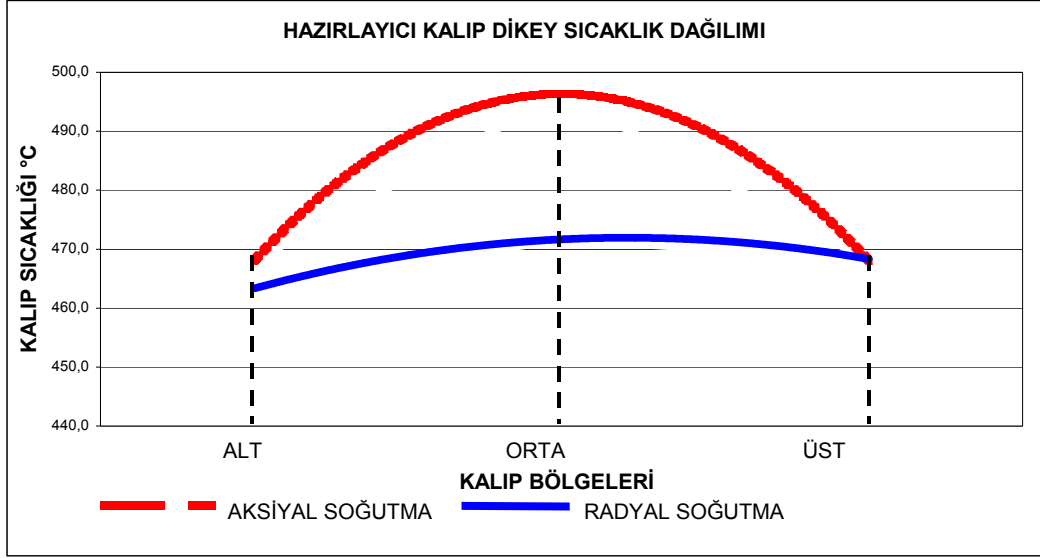
Aynı ürüne ait bir adet aksiyal soğutmalı hazırlayıcı kalıp yarısının ve bir adet radyal soğutmalı hazırlayıcı kalıbın cam ile temas halinde olan formu; Alt, orta ve üst olmak üzere üç bölgeye bölünmüştür. Bu üç bölgede kendi içerisinde sağ, merkez ve sol olmak üzere üç parçaya bölünmüştür. Elde edilen dokuz farklı noktadan alınan sıcaklık ölçüm sonuçları aşağıdaki gibidir.

ÖLÇÜM BÖLGESİ	AKSİYAL SOĞUTMA			RADYAL SOĞUTMA		
	SAĞ	MERKEZ	SOL	SAĞ	MERKEZ	SOL
ÜST BÖLGE	464 °C	470 °C	470 °C	465 °C	465 °C	460 °C
ORTA BÖLGE	495 °C	498 °C	496 °C	475 °C	467 °C	473 °C
ALT BÖLGE	467 °C	469 °C	468 °C	471 °C	465 °C	468 °C

Tablo 1. Aksiyal Soğutmalı Ve Radyal Soğutmalı Hazırlayıcı Kalıp Sıcaklık Dağılımı

Radyal soğutmada mekanik olarak havanın kalıba çarptığı yerin pozisyonunu değiştirebilmek mümkündür. Bu esnekliğe ilave olarak kalıbın dış yüzeyinde istenilen bölgeye finler (kanatçık) açılarak daha etkin soğutma imkanı bulunmaktadır. Bu finler ve mekanik yükseklik ayarı sonucunda kalıbın dikey sıcaklık dağılımında istenilen iyileştirmeler yapılabilmektedir.

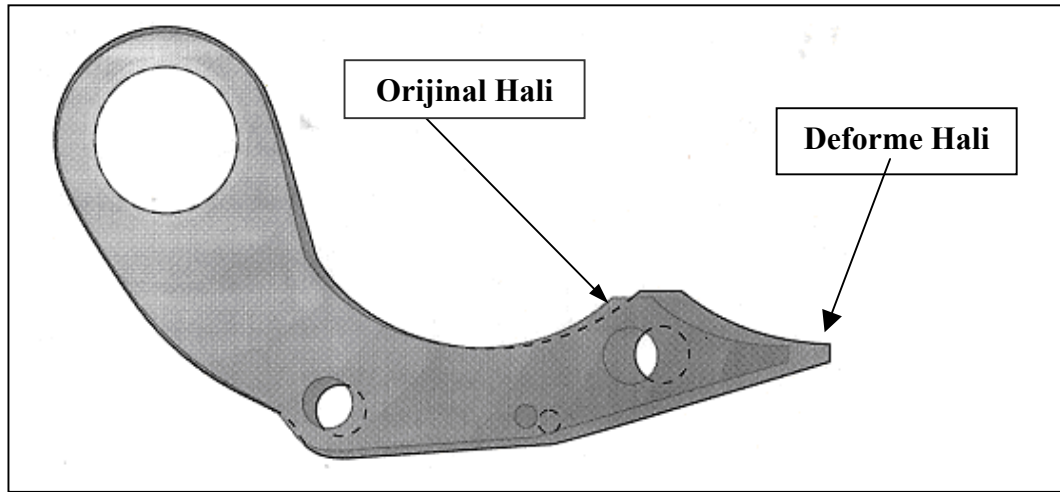
Şekil 8’de, radyal ve aksiyal soğutma tiplerinin hazırlayıcı kalıp dikey sıcaklık dağılımına yansımaları gösterilmektedir.



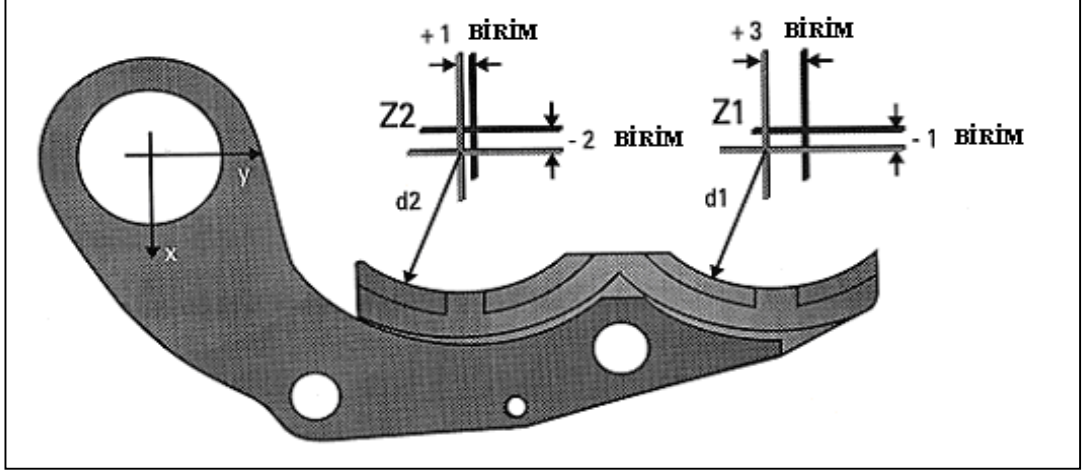
Şekil 8. Hazırlayıcı Kalıp Dikey Sıcaklık Dağılımı

3.3. Kalıp Kolu Değişim Sayılarının Azaltılması

Aksiyal soğutmalı kalıplarda kalıp soğutma havasının kalıbın içinden geçmesi sebebiyle soğutma havası kalıp koluna temas etmemektedir. Bu yüzden kalıp kolu sıcaklıkları, 300-330 °C’ye ulaşmaktadır. Kalıp kolunun ve kalıp kolu insertinin yüksek sıcaklıkta çalışmasının ve mekanik kuvvetlerin etkisi ile kalıp kolu deforme olarak orijinal şeklinden değişikliğe uğrayabilmektedir (Şekil 9-10) . Bunun sonucunda ise kalıp aşınmaları ve kalıp kaynaklı ürün hataları ortaya çıkmaktadır .



Şekil 9. Kalıp kolunun sıcaklık ve mekanik kuvvetlerin etkisi ile deformasyona uğraması.

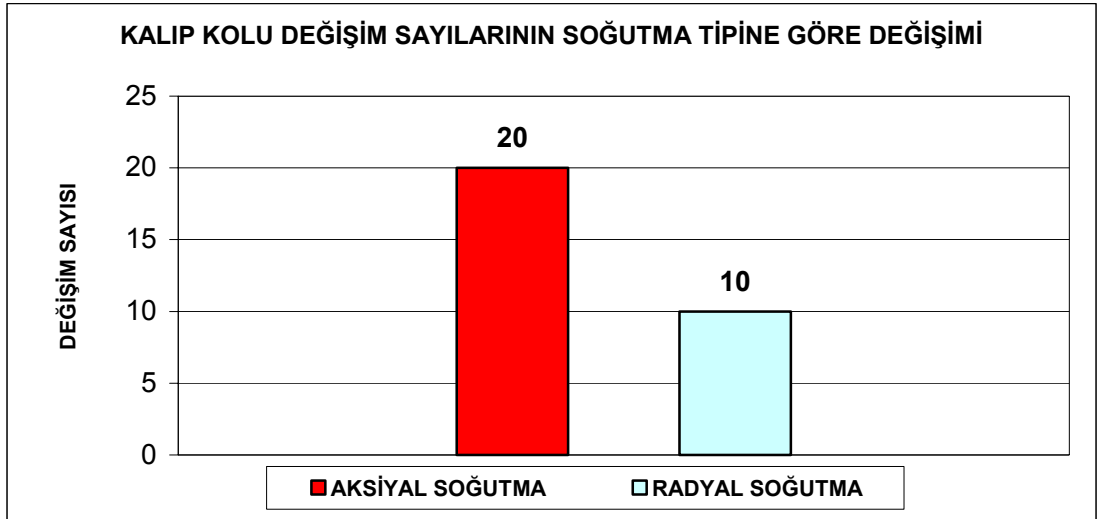


Şekil 10 Kalıp kolu insertinin sıcaklığın etkisi ile deformasyona uğramış hali.

Yüksek sıcaklığın etkisi ile kalıp kolundaki hareketli parçalar, toz ve yağ gibi dış etkenlerin de etkisi ile hareket edemeyecek hale gelmektedir. Bu hareketli olması gereken parçaların hareket edememesi sonucunda kalıp yaralanmaları, kalıp izi, derin tampon izi gibi hatalar meydana gelmektedir.

Radyal soğutmalı kalıp kullanıldığı zaman kalıbı soğutmak için kullanılan hava, kalıp kolunu da soğuttuğu için , kalıp kolunun sıcaklığı 130 °C civarında olmaktadır

I.S. makinesinde radyal soğutmalı kalıplar çalıştığı zaman kalıp kolu değişim sayılarında Aksiyal soğutmalı kalıp kollarına göre %50 oranında iyileşme yaşanmıştır. (Şekil-11)



Şekil 11. Kalıp Kolu Değişim Sayılarının Soğutma Tipine Göre Değişimi.

3.4. İmalat Değişim Sürelerinin Kısaltılması

Cam ambalaj üretimindeki mevcut üç procesten ikisinde (Press Blow ve Blow Blow) kalıp kolları, kalıp kolları açma kapama hareketi iletim elemanları ve kalıp soğutma ekipmanları ortaktır. Aksiyal soğutmalı Narrow Neck Pres Blow prosesinin ebişör kalıplarının kalıp kolları, açma kapama hareket iletim elemanları ve soğutma ekipmanları

ise farklıdır. Narrow Neck Press Blow prosesinde aksiyal soğutma yerine radyal soğutma kullanıldığı zaman kalıp kolları, hareket iletim elemanları ve soğutma ekipmanlarında standartlaşmaya gidilebilmektedir.

İmalat değişimlerinde değişecek ekipman sayısı azaldığı için (aksiyal soğutmaya özel ekipmanlar olmadığı için) değişim süreleri azalmaktadır. Değişim sürelerinin azalmasıyla birlikte imalat değişimlerinde boşa akan cam kayıpları azalmakta, maliyetler aşağı çekilmekte ve daha esnek üretim şartları oluşmaktadır. Ekipmanların ortaklaştırılması sonucunda proses değişiminde süreler 15 dakika kısaltılmış olup ayrıca yedek parça stok maliyetlerinin azaltılması da söz konusudur.

3.5 Kalıp Maliyetlerin Azaltılması

Radyal hazırlayıcı kalıpların (ebişör) maliyeti, kalıp kütlesinin daha az olması ve kalıp üretim işçiliğinin daha az olması nedeni ile aksiyal hazırlayıcı kalıp maliyetlerine göre %17 daha düşüktür. Radyal kalıplar ile çalışılarak kalıp maliyetleri aşağı çekilebilmektedir. Aksiyal kalıplar yerine radyal kalıplar ile çalıştığı zaman fabrika genelinde yılda 72,000 \$ getiri sağlanmaktadır

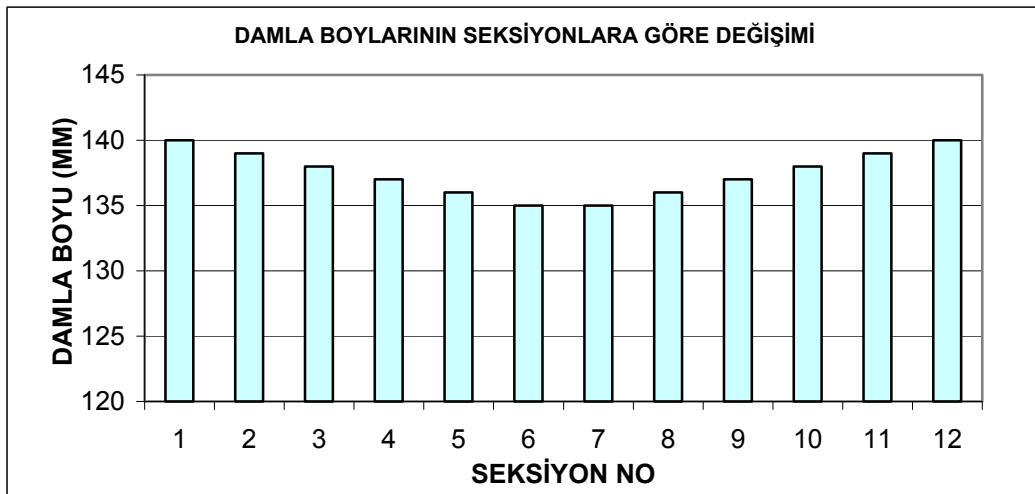
3.6. Kalıp Ömürlerinin Artması

Radyal kalıplarda grafit yapı korunduğu için, kalıp ömürleri uzamaktadır. Aksiyal soğutmalı hazırlayıcı kalıp setine ömrü boyunca ortalama 42 milyon damla düşmektedir. Aynı kalıp sayısına sahip radyal soğutmalı hazırlayıcı kalıp setine ise ortalama 52 milyon damla düşmektedir. Kalıp ömürlerindeki artış %23 dür.

3.7. Ürün Randımanlarında İyileştirme Sağlanması

I.S. makinesinde her seksiyonun damla geçiş ringine olan mesafesi farklı olduğu için , makas tarafından kesilen damla boyu ile kalıba düşen damla boyu arasında sürtünme kuvvetlerinin etkisi ile farklılıklar oluşmaktadır.

Tek bir feeder ünitesi ile maksimum makine çekişinin sağlandığı on iki seksiyonlu makinelerde kenar kollar ile orta kollar arasında damla boylarındaki farklılık daha da artmaktadır (Şekil 12).



Şekil 12. Damla boyunun seksiyonlara göre değişimi.

Damla boylarında meydana gelen farklılıklar nedeni ile kenar seksiyonlarda damla yükleme problemi yaşanmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için hazırlayıcı kalıplarda parizon boylarını uzatma çalışmaları yapılmış olup , tüm imalat tiplerinde ebişör boyları , seksiyonlar arasındaki damla boyu farklılıklarını giderecek şekilde düzenlenmiştir .

Ebişör boyları uzatıldığı zaman, kalıp soğutma aksiyal deliklerinin de boyu da uzadığı için soğutma havasının kalıba giriş sıcaklığı ile ve çıkış sıcaklığı arasındaki fark artmaktadır. Isınan hava yol aldıkça kalıptan daha az ısı transfer edebileceğinden , kalıplarda soğutma havasının ilk başladığı yer daha soğuk, üst kısımlar ise daha sıcak kalmaktadır.

Radyal soğutmaların istenilen bölgeyi soğutma avantajına daha çok ihtiyaç duyulmakta bu anlayışa göre kalıp dizaynı yapılmaktadır.

Ürün hazırlayıcı kalıplarının boylarının uzatılması , radyal soğutma uygulaması ile gelişen kalıp dizayn anlayışının NNPB çalışan tüm imalat tiplerine yaygınlaştırılması sonucunda , ürün randımanlarında ortalama %1.17 lik bir artış yaşanmıştır.

4. SONUÇ

Narrow Neck Press Blow prosesi ile çalışan on iki kollu bir I.S. makinesinde, aksiyal soğutma yerine radyal soğutma uygulanması durumunda, hat başına yıllık kazanç 125,000 \$ (USD) olarak gerçekleşecektir.

Narrow Neck Press Blow prosesi ile diğer proseslere oranla daha hafif ve daha hızlı ürün üretilmektedir. NNPB prosesinin anlatılan kazanımlarla desteklenmesi durumunda, yoğun rekabet ortamının yaşandığı pazar şartlarında fabrikalarımıza ilave destekleyici güç sunacağı açıktır.

5. KAYNAK

1. Bilgin, Zeynel Abidin. “Cam Ambalaj Üretim Sektöründe Ebişör Tarafı Zamanlı Radyal Soğutma Uygulamaları” , 15. Cam Problemleri Sempozyumu Bildiriler (2000): 24-27.
2. Sesigür, Hakan. “Cam Kalıp Malzemeleri”, Türkiye Şişecam Fabrikaları , Cam Araştırma Merkezi (2002)
3. Grüninger, William “ Wear On Mold Equipment On Blank Side Causes And Remedies” Emhart Glass Technical Symposium, (1994)

Basınçlı Hava Devrelerinde Performans Artırıcı Bir Yöntem: Düşük Basınçlı Hava Devresi

A.Zeki Alimoğlu* – Murat Aşkın – Bahtiyar Dalgıç – Erdal Balhan – Osman Öztürk

**İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu*

Paşabahçe Eskişehir Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. / Cam Ev Eşyası Grubu

Cam Ev Eşyası şekillendirme prosesinde, basınçlı hava elektrik enerji maliyetlerinden en büyük payı almaktadır. Basınçlı hava sistemlerinde, ilk yatırım maliyeti ve işletme giderleri çok yüksek kompresörler kullanılmaktadır. Bu nedenle basınçlı havanın maliyetini düşürücü yeni yöntem ve uygulamaların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

İşletmelerimizde fan havası ile kompresör havası arasında ara bir kademe bulunmadığı için 0.1 – 0.5 bar basınçın yeterli olduğu soğutma havalarında fan basınçları yeterli olmadığı için kompresör havası kullanılmaktadır. Bu basınç aralığındaki yüksek debideki ihtiyacı kompresör kullanmadan karşılamaya yönelik olarak düşük basınçlı hava devresi özgün bir proje olarak üretilmiş ve Eskişehir fabrikası A-fırınında uygulamaya geçilmiştir. Daha önce 2.5 bar(g) basınçlı hava kullanılan soğutma noktalarında artık 0.4 bar(g) basınçlı ve otomatik kontrollü blower havası kullanılmaktadır .

Elde edilen ilk sonuçlara göre 1000Nm³/saat hava için harcanan elektrik enerjisi basınca bağlı olmak üzere aşağıdaki sunulduğu şekilde %640'a varan oranlarda azalmaktadır.

Ø 4.5 bar kompresör 103 KW.h

Ø 2.5 bar kompresör 80 KW.h

Ø 0.4 bar blower 16 KW.h

Bu sonuçlar proje için yapılan yatırımın 7 ay içinde geri döneceğini göstermektedir.

Proje ile kompresör hava devrelerinin işletme içinde dağılımı da önemli ölçüde sınırlanmakta; dolayısı ile devrelerdeki kayıp ve kaçaklarının azaltılabilmesi için fırsat doğmaktadır. Yapılan araştırmalar işletmelerde kompresör gücünün %10-%30'u kaçaklar nedeniyle kaybedildiğini ortaya koymaktadır.¹

1. Kompresör Hava Devreleri

Kompresör havası işletmelerimizdeki en pahalı enerji kaynağıdır. Aynı zamanda da en kolay ulaşılabilen ve kullanımı en pratik olan enerjidir de. Sonuç olarak alternatif enerji kaynaklarının daha ekonomik olacağı yerlerde dahi kompresör havası yaygın olarak kullanılmakta ve bu da işletmelere oldukça pahalıya mal olmaktadır.

Kompresörler ülkemizde en pahalı enerji olan elektriği kullanır; daha üretim aşamasında harcanan elektrik enerjisinin büyük kısmı ısı olarak kaybedilir. Basınç yükseldikçe maliyet daha da artar.

Araştırmalar göstermektedir ki işletme içinde boru şebekesi içinde kayıp ve kaçaklar sebebiyle %10-30 oranında daha kullanılmadan basınçlı hava boşa gider. Boru şebekesi karmaşıklıkla kayıplar da artmaktadır.

Ayrıca yanlış kullanım da maliyeti artıran en önemli etkenlerden biridir. Sosyal olaylarda olduğu gibi bu alanda da işletmede çalışanlara getirilen yasaklayıcı tedbirler çoğunlukla işe yaramamaktadır.

Bu nedenle kompresör havası kullanılan ancak alternatif bir enerji kaynağı ile yapılabilecek prosesler araştırılmalı ve dönüşüm imkanları incelenmelidir. Örneğin kompresör havası kullanılan;

- Ø açığa hava üfleyen manifoldlarda blower havası,
- Ø venturi-vakum jeneratörleri yerine vakum pompaları,
- Ø yakma havaları ve atomizasyon havaları yerine blower havası,
- Ø diyafram pompalar yerine normal pompalar

iyi birer çözüm olabilir.

Makalenin konusu olan düşük basınçlı hava devresi, açığa üfleyen manifold sistemlerinde kompresör yerine blower

¹ Improving Compressed Air System Performance, U.S.Department of Energy

havasına geçiş için geliştirilen alternatif yeni bir tekniktir.

İlk uygulamanın yapıldığı Eskişehir fabrikası A fırınında düşük basınçlı blower ünitelerinin beslediği, basıncı otomatik olarak kontrol edilen 0,4 bar(g) basınçlı yeni bir devre oluşturulmuştur.

2. Düşük Basınçlı Hava devresi

Pozitif deplasmanlı blower üniteleri ile 1 bar(g) basınca kadar çıkılabilmektedir. Bu tip bir blower ünitesi ile beslenen proseste vana ya da regülatörler ile basınç ayarı mümkün değildir. Bunun nedeni herhangi bir kısıcı ile hava kısıldığı takdirde tüm devrede basıncın hızla artmasıdır.

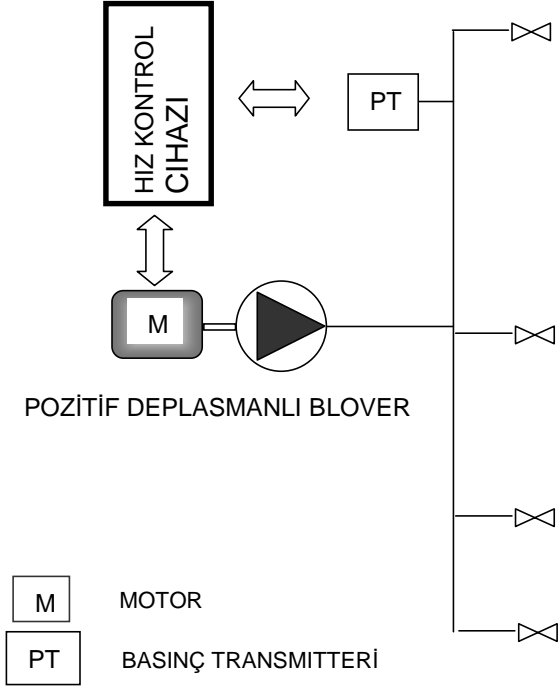
Bu nedenle pozitif deplasmanlı blower ünitesi ile beslenen bir sistemde hava talebi değiştiği takdirde blower debisinin değişmesi gereklidir. Bu da ancak hız kontrol ünitesi ile blower motor devrinin ayarlanması ile mümkündür.

Şekil.1'de prensip şeması görülen düşük basınçlı hava devresinin ana elemanları;

- Ø Pozitif deplasmanlı blower ünitesi
- Ø Hız kontrol cihazı
- Ø Basınç transmitteri 'dir.

Pozitif deplasmanlı blower, belirli bir motor devrinde sabit debide hava üretir. Devre üzerindeki tüketim noktalarında hava talebinde bir değişim olduğu takdirde devre basıncı değişecektir. Bu değişim basınç transmitteri vasıtası ile algılanır ve hız kontrol cihazı motor devrini değiştirerek basıncı sabit tutarak debiyi artırır ya da azaltır. Bu şekilde hava talebine paralel olarak blower kapasitesi otomatik olarak ayarlanır. Bu yöntemle devre basıncı istenen değerde ± 1 mbar hassasiyette kontrol edilebilmektedir.

Ayrıca bu teknikle birden fazla blower ünitesinin aynı devrede paralel olarak çalışması mümkün olabilmektedir. Bu durumda her bir blower ayrı hız kontrol cihazı ile sürülmektedir. Hava talebine göre blower üniteleri sistem tarafından bir PLC yardımıyla otomatik olarak devreye sokulmakta ya da devreden çıkarılabilmektedir.



Şekil.1- Tek blower ünitesine sahip düşük basınçlı hava devresi örneği

3. Hedefler ve Elde Edilen Sonuçlar

3.1. Enerji Tasarrufu

1000 Nm³/saat hava tüketiminin kompresör ve blower sistemlerinden elde edilme enerji maliyeti aşağıda tekrar verilmektedir.

Ø 4.5 bar(g) kompresör	103 KW.h
Ø 2.5 bar(g) kompresör	80 KW.h
Ø 0.4 bar(g) blower	16 KW.h

Görüldüğü gibi 0.4 bar blower sisteminde spesifik enerji maliyeti sırasıyla 4.5 bar kompresöre göre 6.4 kat, 2.5 bar'a göre 5 kat daha düşüktür.

Yapılan ölçümler ve hesaplamalar proje tamamlandığında toplam 765 KW kompresör gücünün tasarruf edilebileceğini göstermektedir. Bu durumda projenin toplam yatırım tutarı 250,000 USD ve geri ödeme süresi 7.2 ay olarak ortaya çıkmaktadır.

3.2. İşletim Kolaylığı (Basitlik)

Blower üniteleri kompresörlere göre oldukça basit makinalardır. Periyodik olarak izlenmesi gereken en önemli ekipman filtre donanımıdır.

Kompresörlerde olduğu gibi su soğutma devresi, after cooler, kurutucu ve şartlandırıcılara ihtiyaç duyulmaz. Bu nedenle ilave işletme maliyetleri bulunmamaktadır.

3.3. Kısıtlar

Blower üniteleri için azami basınç 1 bar(g)'dir. Bu basıncın üzerinde bir değere bu teknolojiyle ulaşmak mümkün değildir. Ancak CEE prosesinde daha yüksek basınçlı bir soğutma havası gereksinimi olmadığı için problem teşkil etmemektedir.

Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta blower'lerin ortam sıcaklığından, basınca bağlı değişmek üzere ortalama 50 °C daha sıcak hava üflemeleridir. Yine CEE prosesinde soğutma istenen noktalarda sıcaklıklar çok yüksek olduğu için, 50°C sıcaklık artışının dikkate değer bir etkisi yoktur.

4.Devre Tasarımı

4.1 Kapasite Hesabı

Düşük basınçlı hava ile beslenmesi planlanan manifoldlarda debi aşağıda verilen yöntem ile hesaplanabilir:

(1) Manometrik basınç (mbar)

$$P = \frac{1}{2} \times D^{-1} \times V^2 \times 10^{-2}$$

(2) Hava hızı (m/san)

$$V = 0,76 \times (P \times (273 + T))^{1/2}$$

(3) Hava debisi (m³/saat)

$$Q = N \times \pi \times d^2 \times V \times 900 \times 10^{-6}$$

Ø D hava yoğunluğu

Ø T hava sıcaklığı

Ø d delik çapı (mm)

Ø N delik sayısı

Örnek: 200 mbar istenen basınçlı, üzerinde 3 mm çapında 50 adet delik bulunan bir manifolddan çıkan havanın hızı (30°C sıcaklığında):

$$V = 0,76 \times (200 \times (273 + 30))^{1/2} = 187 \text{ m/san}$$

hava debisi;

$$Q = 50 \times \pi \times 3^2 \times 187 \times 900 \times 10^{-6}$$

$$Q = 238 \text{ m}^3/\text{saat} \text{ 'dır.}$$

4.2 Düşük Basınçlı Hava Devrelerinde Tavsiye Edilen Hava Hızları

Düşük basınçlı hava devrelerinde basınç kayıplarını optimum seviyede tutabilmek için kesitlerin uygun seçilmesi gerekir.

Burada en önemli kriter hava hızlarıdır.

Tavsiye edilen hava hızları:

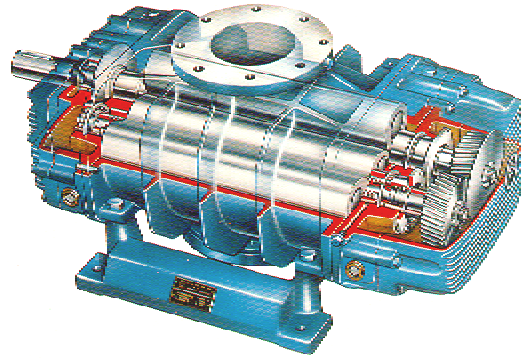
§ Ana hatlarda 15-20 m/sn

§ Branşmanlar ve manifold girişlerinde 20-30 m/sn 'dir .

Bu nedenle kompresör havasından blower sistemine geçişte tesisat kesitleri tekrar değerlendirmeye alınmalı ve yeniden hesaplanmalıdır.



Şekil 4 : Pozt. Deplasmanlı Blower



Şekil 5 : Blower Kesiti

SONUÇ

Bu proje ile oluşturulan çözüm ve kurulan sistem tamamen bünye içinde geliştirilmiştir. Bu nedenle proje, özgün bir enerji tasarrufu projesidir.

Düşük basınçlı hava devresi,

- hassas basınç kontrolü,
- yaklaşık 6/1 oranında daha az elektrik enerjisi gerektirmesi,

nedeniyle 0.1-1.0 bar basınç aralığında kompresör havasına bir alternatiftir.

Kapasite kullanımının değişmesiyle ortaya çıkan basınç oynamalarını kontrol altına alan akıllı bir sistemle çok kararlı ve düşük maliyetli soğutma havası temin edilebilir. Bir adım ileriye giderek PLC kontrollü bir uygulama ile birden fazla blower'dan oluşan bataryalarla yüksek kapasitelere emniyetli olarak ulaşılabilir.

Sistemin pilot uygulamasının yapıldığı Eskişehir Fabrikasında toplam 250,000 USD yatırım maliyeti ile yıllık 450,000 USD enerji tasarrufu mümkün olacaktır. Pilot aşama sonrasında sistemin tüm CEE hatlarında yaygınlaşması halinde tasarruf potansiyeli 2,000,000 USD/yıl mertebesinde önemli bir tutardır.

Düşük işletme maliyetleri ve nispeten düşük yatırım maliyeti bu tekniği cam sanayi için ciddi bir çözüm haline getirmektedir.

Kaynaklar

- Improving Compressed Air System Performance, U.S.Department of Energy

AKRİLİK YÜZEY UYGULAMALARI İÇİN POLYESTER GELİŞTİRME EVRELERİ

Sevinç Erdoğan- Banu Demirboğa Aslan
Cam Elyaf Sanayii A.Ş. / Kimyasallar Grubu

Özet

Son yıllarda banyo küveti, eviye gibi sıhhi gereçlerin kullanılan yüzeylerinde seramik yerine akrilik plastiklerin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Akrilik banyo küvetleri parlak ve dekoratif yüzeyleri, hafiflikleri ve üretim kolaylığı açısından seramik küvetlerden üstündür. Özellikle yeni çapraz bağlanmış akriliklerin kullanımı ile “çizilmeyen” yüzeylerin elde edilmesi bu ürünleri daha da çekici yapmıştır.

Akrilik küvet ve eviyeler, akrilik levhanın vakum kalıplama (vacuum forming) tekniğiyle kalıplanmasıyla modellenmektedir. Hem akrilik polimerin pahalı olması, hem de vakum kalıplama için kullanılacak levhanın belli bir incelikte olması gereği dolayısıyla modelleme sonrası elde edilen küvet çok ince et kalınlığına sahip ve çok zayıf bir parçadır. Bu parçanın insan ağırlığını çekecek şekilde güçlendirilmesi, değişik sıcaklıklarda kuvvetini muhafaza edebilmesi ve esnekleşmemesi için parçanın alt (görünmeyen) yüzeyi 6-8 mm kalınlığında polyester-cam elyafi ile takviye edilmektedir.

Akrilik levhanın tek tarafının takviye edilmesi genellikle püskürtme (spray-up) tekniği ile yapılmaktadır. İnce bir akrilik levhanın takviyeli polyester ile güçlendirilmesi bu iki farklı malzemenin birlikte çalışmasını ve aralarında oldukça yüksek bir ara yüzey kopma mukavemeti (adhesion) gerektirmektedir.

Bu bildiriye amaca uygun özellikleri sağlayan modifiye polyester ürününün geliştirilmesi sırasında yaşanan evreler özetlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Akrilik, Adhezyon, Kohezyon*

1. Geliştirme Aşamasında Modifiye Polyester İçin Öngörülen Hedefler:

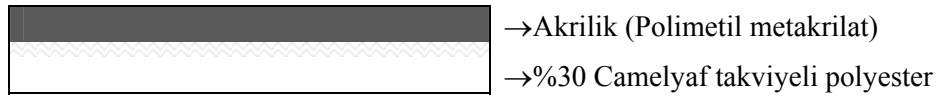
Modifiye polyesterin, akrilik banyo küveti üretiminde kullanıma uygun olması için aşağıda belirtilen özellikleri sağlaması gerekmektedir.

- i- *Akrilik (polimetil metakrilat) yüzeye yüksek yapışma sağlamalıdır. Kırılmanın oluşacağı darbe uygulaması sonrası dahi delaminasyon oluşmamalıdır.*
- ii- *Kür^[1] sırasında parçanın ısınmasına ve deforme olmasına neden olmamalıdır. Polyesterin pik ekzotermi^[2] düşük olmalıdır.*
- iii- *Bu sektörde alışılmış dolgu olan kalsit ile uyumlu olmalı ve standart püskürtme prosesine uygun akışkanlık ve tiktotropiyi^[3] aynı aşamada sağlamalıdır.*
- iv- *Akrilik levha üretimi sırasında kullanılan ve modelleme aşamasında üzerinde kalan kalıp ayırıcıyı çözmeli, bu malzemedeki etkilenmemelidir.*
- v- *Bu parçaların üretiminde; likid uygulama safhasında jelleşme süresinin uzun olması, buna karşılık üretim hızını belirleyen ‘kür’ süresinin ise kısa (~70 dakika) olması gerekmektedir.*

- vi- Küvet üretiminde modelin konturlarında destek amaçlı kullanılan MDF, çita ve çerçevelere karşı yeterli yapışma sağlamalıdır.
- vii- Akrilik küvet testleri 90°C' lik sıcak suda yapılmaktadır^[4]. Küvetin, bu sıcaklıkta dahi, ayakta duran bir insanın ağırlığını taşıyabilmesi için 6-8mm'lik %30 camelyaf takviyeli polyester tabakasının yeterli tokluğu sağlaması gerekmektedir.

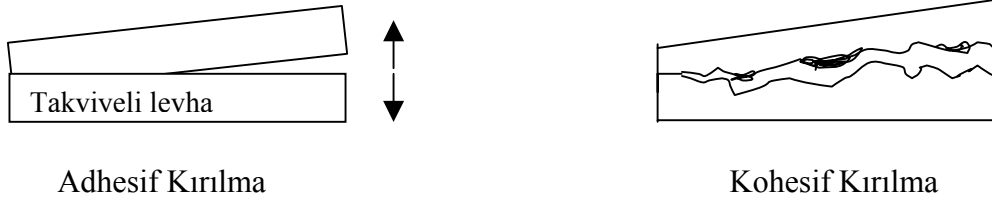
1.1 Polimer ve Plastiklerin Ara Yüzeylerinde Kopma Mukavemeti

İki değişik katı polimer levhanın bütünleşik olarak oluşturulmasında meydana gelen ara yüzeyde yüksek adhezyonun sağlanmasında zorluklar yaşanmaktadır.(Şekil 1)



Şekil 1

Polyesterin akrilik levhaya uygulanıp kurlenmesinden sonra bütünleşik levhada yapılan kırılma testinde adhesive kırılma yerine kohesif kırılma göstermesi ara yüzeyin kuvvetini ölçen en iyi kıstastır. (Şekil 2)



Şekil 2

Genelde iki değişik polimerin ara yüzey kuvvetini artırmanın bazı bilinen yolları mevcuttur.

- i. Ara yüzeyde yüzey pürüzlülüğünü artırmak. (Bu projede kullanılan akrilik levhanın iki yüzünün de çok muntazam, hatta kalıp ayırıcı ile kaplı olması kohesif yapıyı imkansız kılmaktadır.)
- ii. İki polimerin polarite ve yüzey gerilimlerini mümkün olduğu kadar birbirine yaklaştırmak.
- iii. Polimerin ikisine de uyumlu blok-kopolimerik bağlayıcılar kullanmak.
- iv. Polimerlerden birine, diğeri ile yüksek yapışma sağlayan katkı maddeleri eklemek.

2. Geliştirme Çalışmaları ve Değerlendirme

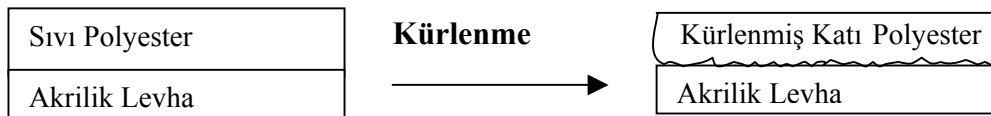
Geliştirme çalışmasını kısıtlayan etken; akrilik levhaya hiçbir müdahale yapılamayacağından, bütün adhezyon sağlayıcı katkıların sadece polyestere eklenebilmesidir. Bu nedenle, polyestere adhezyon artırıcı 26 değişik katkının eklenmesi ile oluşturulan bütünleşik iki levha arasında elde edilen ara yüzey kuvvetinin belirlenmesi, darbe ile kırma yöntemiyle yapılmıştır. Aşağıda verilen tabloda yapışmayı artırıcı katkılar ile elde edilen ara yüzey kopma mukavemeti sonuçları görülmektedir. (Tablo 1)

Tablo 1

Katkı Maddesi	Ara Yüzey Kopma Mukavemeti
Akrilik asit	Düşük
2-Hidroksietil akrilat	Düşük
Metil metakrilat	Düşük
Butil akrilat	Düşük
Tripropilen glikol diakrilat	Orta
Hekzandiol akrilat	Düşük
Metakril Silan	Düşük
Azobisisobutironitril	Düşük
Tetrahidrofurfuril akrilat	Düşük
Epoksi türevleri	Yüksek

Polyesterin reaktif seyrelticisi stirenin; akrilik malzemeyi çözememesi, istenilen yapışmanın sağlanmasını imkansız kılmaktadır. Çalışmada akrilik levhayı çözen monomerlerin reaktif monomer ile birlikte kullanılması denenmiş ve bu malzemeler arasında çift fonksiyonlu akrilatlar ve epoksi türevleriyle olumluluk kaydedilmiştir.

Polyesterin kürlenme sırasında %7 civarında hacimsel çekme gösterdiği bilinmektedir. Katı akrilik levha üstüne uygulanan sıvı polyesterin kürlenme sırasında çekmekte olması iki malzeme arasında oluşan bağların daha kürlenme sırasında kopmasına neden olduğu düşünülmektedir. Polyesterin çekmesinin iki yüzey arasında boşluklar yaratması da bir başka sorundur. Bu olay aşağıda gösterilmektedir. (Şekil 3)



Şekil 3

Bu oluşum, polyesterin kr sırasında çekmesini azaltan katkıları gündeme getirmiş ve böylece inorganik dolgu maddelerinin (kalsit, mika, talk, kil gibi maddeler) hiç beklenmedik bir şekilde akrilik yüzeye yapışmayı artırdığı belirlenmiştir. Böylece yapışma artırıcı monomerlerle birlikte inorganik dolguların kullanımı, polyesterin akriliğe olan ara yüzey kopma mukavemetini oldukça artırmış ve yapılan testlerde ‘‘adhesif kırılma’’ yerine ‘‘kohesif kırılma’’ sağlanmıştır. Bu değişiklik ara yüzey bağ kuvvetinin iki malzemeden de daha kuvvetli olduğu anlamına gelmektedir.

Bundan sonraki çalışmada, kullanılan polyesterin kr sırasında yüksek sıcaklığa çıkması ile temas ettiği akrilik levhada deformasyona neden olması sorununu gidermeye yönelik olmuştur. Bunun için, polyester tasarımında bilinen teknikler kullanılarak, polyesterin reaktivitesi azaltılmış ve kr sırasında açığa çıkan ısı, dolayısıyla oluşan sıcaklık düşürülerek piyasadaki her türlü akrilik levha ile kullanımına uygun bir polyester geliştirilmiştir. Geliştirilen polyesterin viskozite ayarının yanısıra havadaki oksijenin kürlenmeye olan olumsuz etkisini giderici katkı maddelerinin de ilavesi ile ticari ürün elde edilmiştir.

Müşteri uygulamalarına bağlı olarak dolgulu ve dolgusuz olmak üzere iki ana ürün geliştirilmiş ve standart ürün kapsamına alınmıştır.

[1] Sıvı reçinenin ısı / radyasyon veya kimyasal katkı maddeleri kullanılarak yapısındaki çapraz bağlanmanın tamamlanması, sıvı fazdan katı faza geçmesi sürecidir.

[2] Reinedeki ester grupların stirendeki çift bağ ile yaptığı çapraz bağlanma sırasında oluşan ‘‘ekzoterm tepkime’’ nedeniyle açığa çıkan ısının verdiği maksimum sıcaklıktır.

[3] Aynı reçinenin farklı hızlarda akışkanlık değişim oranıdır.

[4] Banyo Kvetleri-Akrilikten Yapılan Ev Ve Benzeri Yerlerde Kullanılan zellikler (TS EN 198)

KALIP VE KALIP AKSESUARLARINDA SFERO MALZEME KULLANIMI, YAYGINLAŞTIRILMASI

Kemal Özkan

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası /Cam Ambalaj Grubu

Dr. Hakan Sesigür

Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü / Şişecam

Cam Ambalaj sanayiinde, kalıp ve kalıp parçalarının üretiminde yaygın olarak kullanılmakta olan pik döküm malzemelerde zaman içerisinde yaşanan bazı yüzey hataları ve pürüzlenmeler neticesinde alternatif malzeme arayışları başlamıştır. Deneme yapılan malzemeler içerisinde (dameron, bronz, çelik vs.) sfero dökme demir malzeme gerek ısı iletimin, gerekse aşınmaya, pürüzlenmeye gösterdiği direnç itibariyle kullanımında en fazla başarı sağlanan malzeme olmuştur. Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası'nda bu konuda yapılan geliştirme faaliyetlerinde muhtelif kalıp parçalarında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

1) Sfero Tampon Gövdesi Kullanımı

NNPB imalatlarda kullanılmakta olan sfero post type tamponlar, pik dökümden yapılmış tamponlara göre daha dayanıklı olduğundan yaklaşık % 40 ömür artışı sağlanmıştır. Tamponda oluşan aşınmaların azalması ile tampon izi hatasında azalmalar ve kalıp ömrünün uzaması yoluyla tasarruflar sağlanmıştır.

2) Sfero Müldebak Kullanımı

B&B imalatlarda pik müldebaklar yerine kullanılmaya başlanan sfero müldebaklar ile kafada oluşan çatlaklarda azalmalar ve pik müldebaklara göre aşınmaya dayanım ve ömür artışı sağlanmıştır. Yaygınlaştırma devam etmektedir.

3) Sfero NNPB Ebişör Kullanımı

NNPB imalatlarda ebişör profil yüzeylerinde oluşan yüzey bozulmaları ve pürüzlenmeleri imalatlarda damlanın yüklenmesinde preslemelerde zorluklar yaratmakta ve zaman zaman bu sorunlar yırtık cam hatasına neden olabilmektedir. Bu sebepten başlanılan çalışmalar neticesinde sfero malzeme ile yapılan ebişörlerde başarı sağlanmış ve daha sonraları yüzeyde borlama yoluyla da yüzey sertliği ve kalitesi arttırılmıştır. Bu kapsamda sfero ebişör kullanımı yoluyla kalıp ömürleri arttırılmış ve set kalıp sayıları % 25 azaltılmıştır. Şuan tüm NNPB ebişörlerinde sfero kullanılmakta olup, imalat randımanlarında, yırtık cam hatasında ve kalıp maliyetlerinde gelişmeler sağlanmıştır.

4) Sfero Finişör Kullanımı

NNPB finişörlerle başlanan çalışmaların temel nedeni finişörlerde yaşanmakta olan pürüzlenme ve yüzey hatalarıdır. Yapılan denemeler neticesinde sfero finişörlerde oldukça iyi bir yüzey sağlanmış ve pürüzlenme hatası son bulmuştur. Pürüzlenme hatasının yarattığı aşağıdaki kayıplarda bu vesile ile sona ermiştir:

- şişe yüzey kalitesinde sorunlar ve görünüş hataları,
- kalıp değişimi duruşları ve kayıpları,
- yüzey deformasyonu oluşan bölgelerde meydana gelen çatlaklar,

- parlatma ve polisaj için harcanan işgücü ve malzeme,
- kalıplarda yaşanan geniş hacim ve geniş çap sorunları,
- kalıplara oluşan silik etiket yeri ve
- kalıplarda oluşan silik etiket yeri ve silik gravür sorunları,

Ayrıca imalat değişimlerinde kalıp hazırlama zamanı düşmüş ve kalıp ömürlerinin artışından dolayı kalıp planlama sorunları sona ermiştir. 2004 yılı hedeflerimizde set kalıp ömürlerimizde % 50 artış hedeflenmiş olup, yapılan kol bazında denemelerinde % 80'lere varan ömür artışlarına ulaşılmıştır. B&B ve P&B finişörler için sfero malzeme kullanımı çalışmaları sürmektedir.

Anahtar Sözcükler: kalıp, malzeme, şekillendirme

-GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR-

KURŞUNSUZ / KADMIYUMSUZ SERAMİK BOYALARDA TEKNOLOJİNİN BUGÜNKÜ DURUMU

Haluk Erdem

İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu

1) Giriş

Son yıllarda artan tüketici ve çevre bilinci, üreticilerin proseslerinde direkt ya da dolaylı olarak ağır metallerin hammadde olarak kullanımını sorgulamalarına neden olmaktadır. Müşteri ve üreticiden gelen bu talep de, hammadde üreticilerini, ağır metalleri içermeyen ya da insan sağlığını tehdit etmeyecek boyutlarda ağır metal içeren hammaddeler üretmeye zorlamaktadır.

Cam süslemede kullanılan geleneksel seramik baskı boya, ağır metallerden Kurşun(Pb) ve Kadmiyum(Cd) içerirler. Genel uygulama yiyecek ve içeceklerle temas eden cam kaplarda ağızdan başlayarak 20 mm.lik kısımda (dudak payı) bu tür boyaların kullanılmaması şeklindedir. Uygulanması durumunda ise, standartlarda belirtilen limitler dahilinde kurşun ve kadmiyum içermesi zorunluluğu doğmaktadır. Son yıllarda şirketimizin ürün sattığı pazarlarda da kurşun ve kadmiyum içeren boyalara karşı bir hassasiyet olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmada piyasadaki 4 büyük boya üreticisinin önerdiği 8 farklı seri boya; kurşun-kadmiyum çözünürlüğü, alkali direnci, uygulama ve renk kriterlerine göre incelenmiştir.

İnceleme sonuçlarına göre boya üreticileri, şimdilik 2 farklı çözüm yolu bulmuş görünüyorlar:

- Pb-Cd içermeyen fakat onun yerine Lityum, Bizmut gibi insan sağlığını çok daha az tehdit potansiyeli olan hafif metalleri içeren boyalar,
- Pb-Cd içeren fakat bunların kimyasal olarak çok daha kararlı bileşiklerini bünyesinde barındıran ve dolayısıyla

asidik veya alkalik ortamlardaki çözünürlüğü insan sağlığına zarar vermeyecek kadar düşük olan boyalar.

2) Kurşun-Kadmiyum ve İnsan Sağlığı

Ağır-metal terimi yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten yüksek metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko başta olmakla birlikte 60'tan fazla metal dahildir.

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, 4-5 bin yıl önce antik uygarlıklar tarafından gümüş üretim prosesinin bir yan ürünü olarak keşfedilmiştir. Romalılar döneminde suyun nakli ve saklanması amacıyla kurşun borular ve kanallar kullanıldığı bilinmektedir. 1920'lerde kurşun bileşikleri benzine ilave edilmeye başlamıştır ve bu ekolojik sisteme kurşunun yayılımında önemli rol oynamıştır. Bugün benzin, kurşunsuz benzin kullanımının artmasına rağmen en önemli kirlilik kaynağıdır. Kurşun, 20 yy.da yüksek oranda, paslanmaya karşı oksit boya hammaddesi olarak da kullanılmıştır. Kurşunoksitin tatlımsı tadı çocukların bu boyaların döküntülerini yemelerine ve ciddi sağlık problemlerine sebep olmuştur. Bunun sonucunda 1971'de boya maddelerinde ve 1979'da ise yemek saklama kaplarında kurşun kullanımına sınırlama getirilen yasalar uygulamaya konulmuştur. Kurşunun yoğun olarak halen kullanıldığı alanlar ise kurşun-kalay alaşımli kaplar, seramik sıraları, böcek ilaçları, akülerdir. Kozmetik ve boya sanayinde kullanılan pigmentler de kurşun içerirler.

İnsan vücudundaki ortalama kurşun miktarı 150-200 mg civarındadır ve normalde metabolizma günde 1-2 mg kurşunu atabilmektedir. Vucuttaki fazla kurşun kan yoluyla diğer organlara taşınmakta ve ciddi sağlık problemlerine yol açmaktadır.

Kadmiyum ise çinko üretimi sırasında bir yan ürün olarak ortaya çıkmıştır. Çinko üretimiyle ortaya çıkana dek doğaya önemli oranlarda karışmayan kadmiyum günümüzde nikel-kadmiyumlu pillerde, çelik kaplamada, boya sanayinde ve elektronik sanayinde kullanılmaktadır.

İnsan vücudunda 40 mg'a kadar kadmiyum bulunabilmektedir ve günde 40 µg'a kadar kadmiyum vucuttan uzaklaştırılabilir. Kadmiyum ve bileşikleri genelde böbrekler ve karaciğerde birikirler ve beraberinde birçok sağlık problemine neden olurlar.

3)Testlerde Kullanılan Standartlar

Numuneler Paşabahçe Eskişehir Fabrikası Tezyinat bölümünde hazırlanmıştır. Boya baskıları tek istasyonlu Dubuit makinasında gerçekleştirilmiştir. Boya pişirme sıcaklığı boya üreticilerinin tavsiyesi üzerine mamullerin deforme olmayacağı mümkün olan en yüksek sıcaklık olan 590 °C olarak belirlenmiş ve uygulanmıştır.

- a) **EN 1388-2 Yiyecek ve içeceklerle temas halindeki silikat yüzeylerde açığa çıkan kurşun ve kadmiyumun tayini:** Bu standart çerçevesinde deneme bardaklarında (44402 kalıp nolu mamul)

baskı boyasının uygulandığı 20 mm.lik kısımdan açığa çıkabilecek Kurşun ve Kadmiyum miktarı, % 4 lük asetik asit çözeltisi içine daldırılarak 22±2 °C'de 24±0,5 saat bekletilmesiyle açığa çıkan Pb ve Cd miktarları atomik absorpsiyon spektrometresi alevli sistemi (FAAS) ile belirlenmiştir. DIN 51032 standardında verilen limitlere göre 20 mm.lik boyalı bölümde açığa çıkmasına izin verilen maksimum Pb-Cd miktarları şu şekildedir:

Pb	Limit değer (mg/dudak payı)
	2
Cd	0,2

Tablo-1 DIN 51032'de dudak payı için verilen Pb ve Cd limitleri

Analiz sonrasında boya uygulanmış yüzey pamukla silinmek suretiyle boyanın çıkma durumu gözlenmiştir. Boyanın çıkması ve pamuk üzerinde fazla miktarda renk bırakması da boyanın yeterince pişip pişmediğini gösteren önemli bir işarettir. Pamuk üzerine fazla miktarda çıkan veya silinen boyalar yetersiz kabul edilmişlerdir.

- b) **ASTM C 676-93 “Cam sofraya eşyaları üzerindeki seramik dekorların deterjan dayanımı”:** Üzerine tamamen boya uygulanmış 25x25 mm büyüklüğündeki numuneler % 5'lik sodyum pirofosfat çözeltisi içinde ve 60 °C sıcaklıkta 2 saat bekletildikten sonra görsel olarak parlaklık ve opaklık kriterlerine göre

Üretici	Boya Tipi	Boya Pişme Sıcaklığı (°C)	Pb	Cd	Serbest Bıraktığı Ağır Metal	Asit-Alkali Direnci	Bulaşık Makinası Direnci
Heraeus	H-15 (powder) (5 renk)	580-630	Var	Var	Kötü	İyi	200 yıkama
	H-52 (powder-metallic) (6 renk)	580-630	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İyi	İyi	200 yıkama
	H-52 (drinking) (5 renk)	580-620	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	<0,2 mg Pb/dm ² <0,02 mg Cd/dm ²	İyi	200 yıkama
Ferro	VM Serisi (4 renk)	540-580	Var	Var	<10 mg Pb/dm ² <2 mg Cd/dm ²	Kötü	-
Johnson-Matthey	23000 Serisi (10 renk)	590-630	Yok	Yok	-	Orta	Beyaz-800 Renkliler-100 yıkama
GCC	CX Serisi (3 renk)	593	Yok	-	-	-	-
	BX Serisi (5 renk)	621	Yok	-	-	-	-
	TX Serisi (2 renk)	632	Yok	-	-	-	-

Tablo-2 Alternatif boyalar ve özellikleri

değerlendirilmişlerdir. Değerlendirme standartta verilen 4 farklı sınıf çerçevesinde yapılmıştır. Buna göre;

Sınıf 1 - Parlaklık kaybı yok

Sınıf2 -Parlaklık kaybı var, opaklık kaybı yok

Sınıf 3 -Dikkati çeken ölçüde opaklık kaybı var

Sınıf 4 -Dekorun tamamen bozulması

değerlendirmede ortaya çıkması olası durumlarıdır. Sınıf 1 ve Sınıf 2 koşullarını sağlayan boyalar bu testlerde (mevcut kullandığımız yüksek Pb-Cd içeren baskı boyaalarının durumu gözönünde bulundurularak) yeterli kabul edilmişlerdir.¹

Bu test sonunda da boyalı yüzeye pamuk sürterek boyanın çıkma durumu gözlenmiştir. Pamuk etkisiyle silinen boyalar yetersiz kabul edilmişlerdir.

4)Piyasadaki alternatif seramik boyalar, özellikleri ve test sonuçlarının değerlendirilmesi

Yapılan araştırma sonucunda 4 farklı boya üreticisinin 8 farklı seri boyasına ait 40 farklı renk kullanılarak numune üretilmiştir. Boya üreticilerinin verdiği bilgiler Tablo-2’de özetlenmiştir.

Elde edilen boyalarla asit ve alkali direnci için üretilen numuneler CAM-Analitik Kimya grubu tarafından yukarıda anılan standartlar çerçevesinde teste tabi tutulmuştur.ⁱⁱ

Yapılan değerlendirme sonucunda 3.a’da anlatılan, boyalardaki Pb-Cd miktarları ve asit direnci kriterleri doğrultusunda test edilen boyalar ve yeterlilik durumları Tablo-3’de verilmektedir.

Tablo-3’den görüleceği gibi her 3 kriteri sağlayabilen 3 boya bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla Heraeus H-52 (powder-metallic), Heraeus H-52 (drinking) ve Ferro VM serileridir. Bu testte dikkati çeken nokta tüm firmalara ait 40 renk numunesi arasında sadece 2 tanesinin Pb ve Cd miktarı açısından gerekli kriterleri sağlamamış olmasıdır. Yeterli olmayan diğer tüm boyalar, pişirme sırasında boya üreticilerinin tavsiye ettikleri yüksek sıcaklıklara -camın deforme olması yüzünden- çıkılamaması nedeniyle silinmiş ya da dökülmüşlerdir.

Üretici	Boya Tipi	Numune Renk Sayısı	Testi Geçen Renk Sayısı (Pb için)	Testi Geçen Renk Sayısı (Cd için)	Testi Geçen Renk Sayısı (Boyanın silinme-dökülmesi)
Heraeus	H-15 (powder)	5	4	4	4
	H-52 (powder-metallic)	6	6✓	6✓	6✓
	H-52 (drinking)	5	5✓	5✓	5✓
Ferro	VM Serisi	4	4✓	4✓	4✓
Johnson-Matthey	23000 Serisi	10	9	9	1
GCC	CX Serisi	3	3✓	3✓	0
	BX Serisi	5	5✓	5✓	0
	TX Serisi	2	2✓	2✓	0

Tablo-3 Pb-Cd miktarı ve asit direncine göre boyaların yeterlilik durumları

Üretici	Boya Tipi	Numune Renk Sayısı	Testi Geçen Renk Sayısı
Heraeus	H-15 (powder)	5	3
	H-52 (powder-metallic)	6✓	6✓
	H-52 (drinking)	5✓	5✓
Ferro	VM Serisi	4✓	4✓
Johnson-Matthey	23000 Serisi	10	1

Üretici	Boya Tipi	Numune Renk Sayısı	Testi Geçen Renk Sayısı
GCC	CX Serisi	3	0
	BX Serisi	5	2
	TX Serisi	2	0

Tablo-4 Alkali direncine göre boyaların yeterlilik durumları

3.b’de açıklaması yapılan, boyaların alkali dirençlerinin değerlendirilmesi ise Tablo-4’de verilmektedir.

Görülebileceği gibi Tablo-3’de yeterli olduğu görülen Heraeus H-52 (powder-metallic), H-52 (drinking) ve Ferro VM serisi boyalar alkali direnci testinden de başarıyla geçen boyalar olmuşlardır. Diğer tüm boyalarda, boyanın pişmesi için gereken sıcaklıklara ulaşılması mümkün olmadığından ya yeterli parlaklığa ulaşamamış ve opaklık kaybı gözlenmiş (Sınıf 3) ya da dekor tamamen bozulmuş ve silinmiştir (Sınıf 4) (Tablo-4).

5) Dezavantajlar

Mevcut Pb-Cd’si yüksek seramik baskı boyalarımıza alternatif olarak ortaya çıkan boyaların dezavantajları ise şunlardır:

Renk skalası: Pb-Cd’u yüksek boyalardaki kadar renk serbestisi olmadığı anlaşılmaktadır. Üreticiler bunun Pb ve Cd sayesinde elde edilebilen bazı renklerin yerinin henüz tam olarak doldurulamamasından kaynaklandığını belirtiyorlar. Yine de birçok rengin problemsiz olarak elde edilmesi mümkün.

Fiyat: Yeni geliştirilmiş sistemler olması, ar-ge maliyetlerinin bu aşamada yüksek olması ve henüz yeterli talep ve kitle üretim koşullarının oluşmamış olması nedenleriyle bu boyaların fiyatları oldukça yüksektir. Mevcut kullanılan boya ile karşılaştırıldığında Ferro VM serisinin yaklaşık 2 kat, Heraeus 52 serisinin ise 3,5-4 kat daha pahalı oldukları söylenebilir.

6) Sonuç

Boya üreticilerinin piyasadaki gelen talepler doğrultusunda Pb-Cd problemi üzerine ciddiyle eğildikleri ve

alternatifler ortaya koymaya başladıkları görülmektedir.

Kurşun ve Kadmiyumun ikamesinin yarattığı temel problem yüksek pişirme sıcaklığı ihtiyacıdır. Yüksek sıcaklıklar camın yumuşaması nedeniyle bir kısıt oluşturmaktadır. Kısa vadede züccaciye camı için yumuşama sıcaklığının artırılması sözkonusu değildir. Daha düşük sıcaklıklarda ve düşük bant hızlarında çalışmak camın yumuşamasının engellenmesi için bir çözüm olarak görülebilirse de düşen üretim hızı üretimcilerin tercih etmek istemeyeceği bir seçenektir

Kurşun ve Kadmiyum ikamesinin henüz tam olarak çözülememiş sorunlarından bir diğeri de bazı renklerin tatminkar olarak elde edilememesidir. Bununla ilgili süren çalışmalar yakın gelecekte sorunun çözümünde önemli aşamalar kaydedileceğinin işaretlerini veriyor.

Bu boyaların maliyetleri mevcut boyalara göre oldukça yüksektir. Kullanımın yaygınlaşması, kitle üretim koşullarını sağlayacağından orta vadede maliyetlerin düşmesi beklenebilir. Buna rağmen fiyatlarının mevcut boyalara göre 2-4 kat fazlalığı bu boyaları şu an için cazip kılmamaktadır.

ⁱ Mevcut tezyinat boyalarımızın (Pb-Cd si yüksek) aynı standartlara göre değerlendirmesi için bkz. ARM-Analitik Kimya Grubu'nun 02/10/2003 tarih ve 13928 nolu analiz raporu.

ⁱⁱ Çalışma kapsamında yapılan test analizlerinin detayı için bkz. ARM- Analitik Kimya Grubu'nun 18/11/2003 tarih ve 14545 nolu analiz raporu.

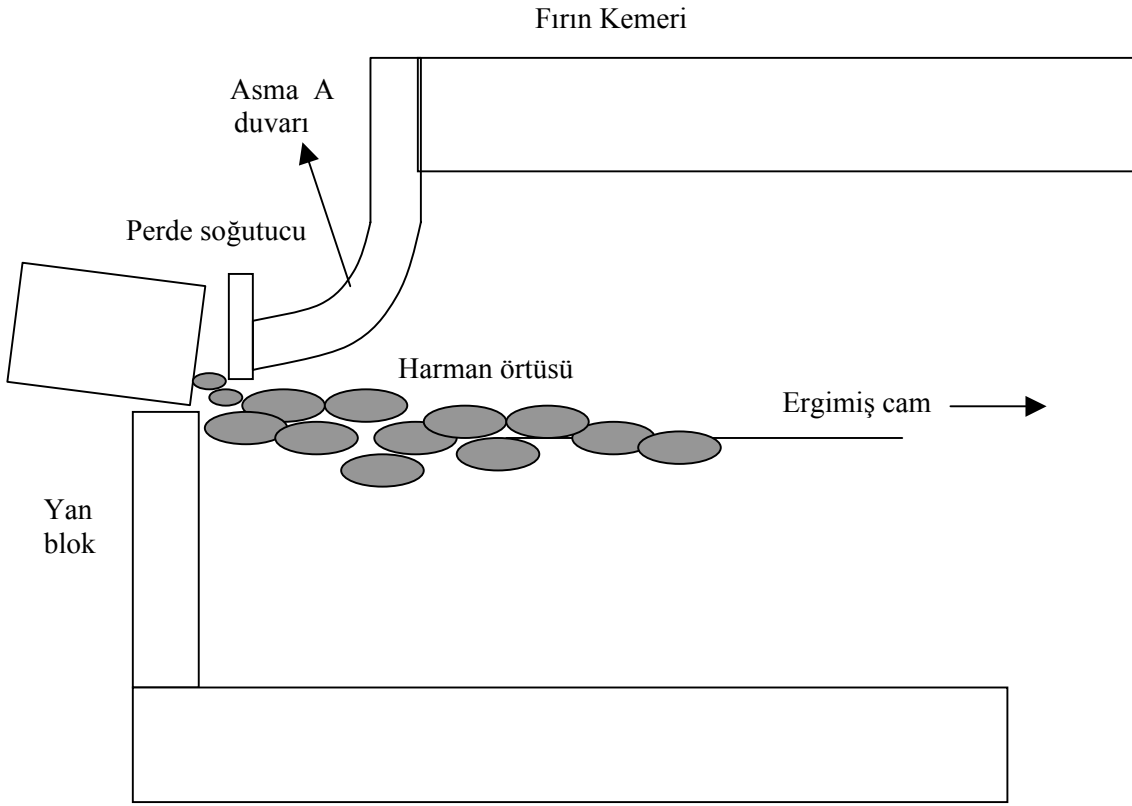
TR3 FIRINI ASMA A DUVARININ SİLİKA İLE KAPLANMASI

Habib Yıldırım – Gökhan Atikkan

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası / Düzcam Grubu

1.GİRİŞ

Float fırınlarında harman beslemesinin yapıldığı bölgede bulunan ve besleme ağzı(dog-house) bölgesinin dış ortamla irtibatını kesen bölüme A duvarı adı verilir . Yapısı genel olarak çelik tutuculara asılmış refrakterlerden oluşmuştur .

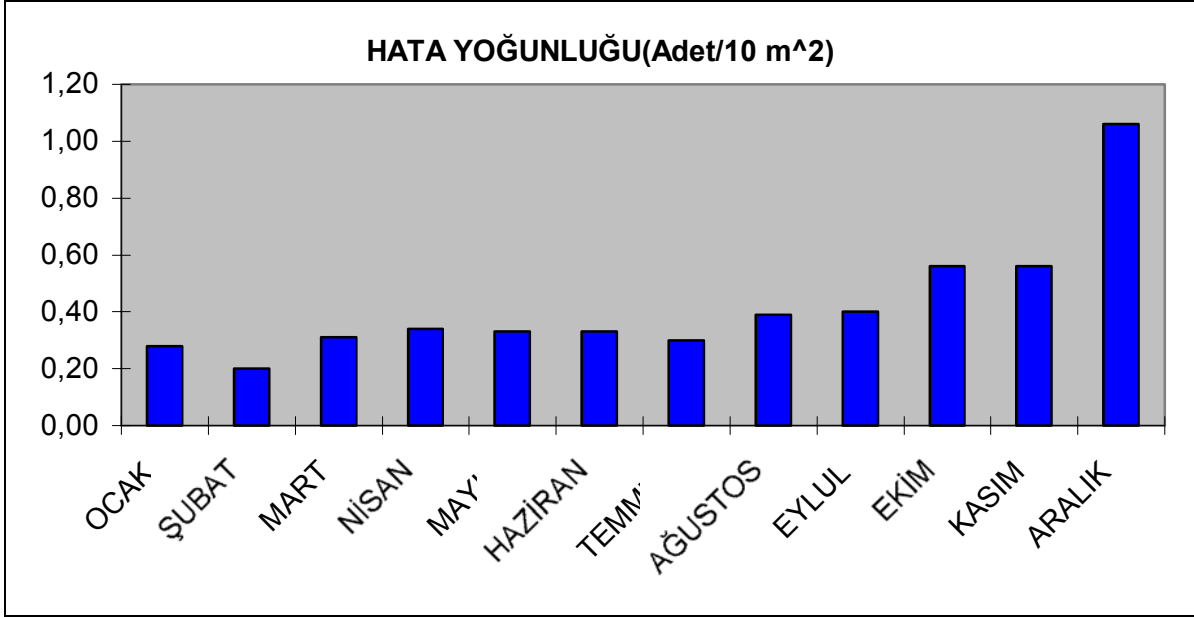


Haziran 1996 tarihinde üretime başlayan TR3 fırını asma A duvarı Merkle firmasından temin edilmiştir . Teknik adı Zirmul 57 C olan A duvarı refrakter malzemesi kimyasal bileşenleri açısından aşağıda değerlendirilmektedir.

Al ₂ O ₃	% 58,36
ZrO ₂	% 27,50
SiO ₂	% 13,20
Na ₂ O	% 0,26
CaO	% 0,24
Fe ₂ O ₃	% 0,18
K ₂ O	% 0,14
SO ₃	% 0,07
P ₂ O ₅	% 0,05

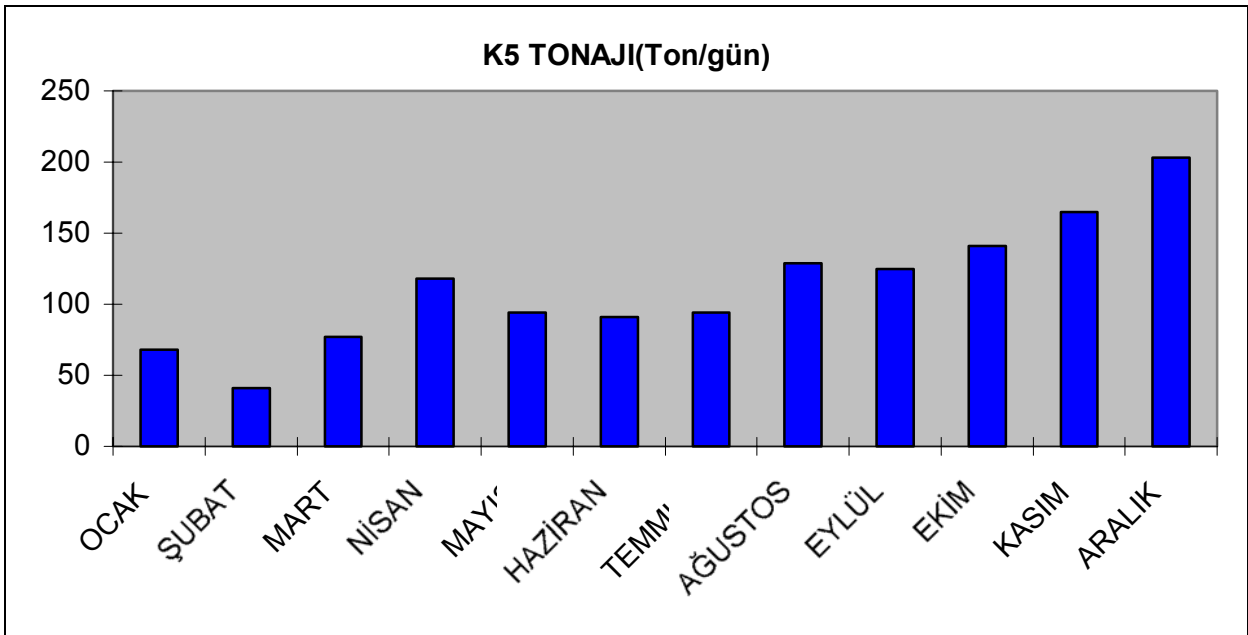
2.HATANIN TESPİTİ

Normal işletme şartlarında 0.30(adet/10 m²) olan hata yoğunluğu , 2003 yılı ağustos ayından itibaren giderek artmış ve aralık ayına kadar 1(adet/10 m²) değerine yükselmiştir .



Grafik 1

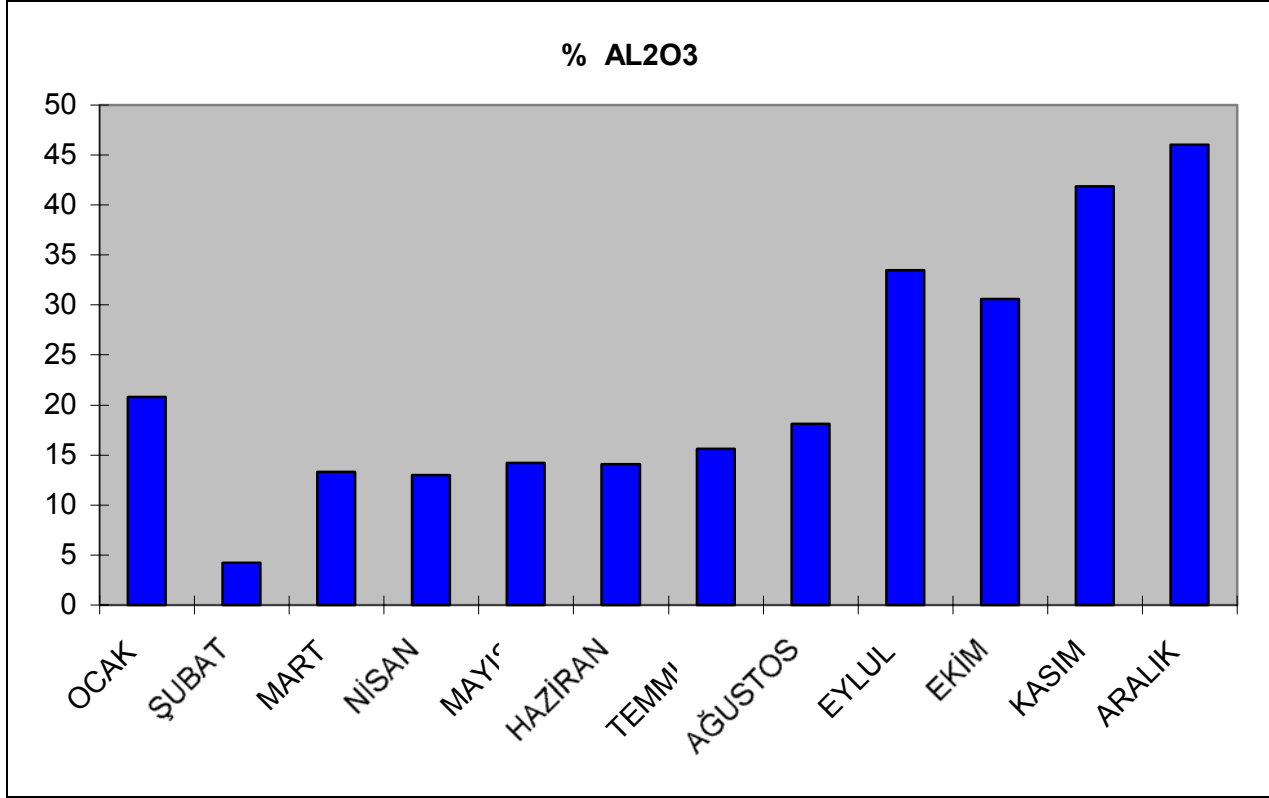
Ağustos ayına kadar günlük ortalama 83 ton olan K5 tonajı , ağustos ayından itibaren ortalamada 153 ton/gün değerine yükselmiştir .



Grafik 2

Hatalardaki bu artış gerek randıman azalmasına gerekse kaliteli cam (ayna ve oto camı) üretimine engel olmaktadır . Hatalarda artışın görüldüğü ilk günlerden itibaren yapılan çalışmalar ve alınan numunelerin cam araştırma merkezi tarafından incelenmesi sonucu hatalar içerisindeki en büyük payın , normal işletme şartlarında seyrek görülen ve alüminöz malzeme (alümina taş) adı verilen hata olduğu tespit edilmiştir .

2003 Yılı aylık alümina taş hatalarının , toplam hatalar içindeki yüzde dağılımı aşağıdaki şekilde görülmektedir .



Grafik 3

3.HATANIN ANALİZİ VE KAYNAĞININ SAPTANMASI

Camdaki alümina taş hatalarının hammadde ve fırın olmak üzere başlıca iki temel kaynağı vardır . Camış madencilik A.Ş. tarafından işletilen yataklarda ve diğer hammaddelerde refrakter nitelikli alüminyum minerali(özellikle korund) yoktur . Diğer bazı ülkelerde sık rastlanan bu mineral camda taş hatasına yol açmaktadır . Ülkemizdeki yataklarda bol ve iri boyutlu korund veya zirkon mineralinin olmaması bizim açımızdan bir şanstır . Ancak bizde de bilindiği gibi kromit ciddi bir tehdit oluşturmaktadır .

Fırından kaynaklanan alümina hatalarının başında çeşitli bölgelerde kullanılan alümina harç malzemeleri gelmektedir . Sıcak tamir esnasında veya çeşitli müdahaleler neticesinde meydana gelen döküntüler birer kaynak olabilmektedir Son 10-15 yıl içerisinde Cam araştırma merkezi tarafından yapılan çalışmalar sonucu hata kaynakları birer birer tespit edilmiş , işletme tecrübelerine paralel olarak geliştirme faaliyetleri neticesinde sorunlar ve dolayısı ile alümina harç kullanımı asgari düzeye çekilmiştir .

Taş hatası tespitinde optik gözlemlerle çok önemli ipuçları elde edilebilmektedir . Hatanın formu , kristal yapısı , camla temas yüzeyi , ergime derecesi , sekonder fazları , şekil , boyut ve şerit üzerindeki dağılımları , sürekliliği ve hatanın seyri(zamana bağlı hata yoğunluğu) önemli ipuçları olup hatanın kaynağının tespit edilmesine yardımcı olurlar . TR3 fırınında bu dönemde gelen alümina taş hataları; yuvarlak şekilli ,

polikristalin yapılı(birbirine kenetli birçok yassı , birincil korund kristalleri) , kristal bünyelerinde aşırı derecede habbe, bazen arkalarında kuyruk şeklinde nefelin teşekkülü bulunan oluşumlardır .

Yapısal farklılıktaki bu hatalara sebep olan bölgenin tespiti için , cam araştırma merkezi ve işletme personeli ortaklaşa gözlem ve çalışmalar yapmışlar , A duvarının fırın içi alt eteğindeki aşınmış bölgeden düşen parçaların yapısı ile hataların yapısı arasındaki ilişkiyi hata kaynağının asma A duvarı olduğu tespit edilmiştir .

4.HATANIN SEBEPLERİ

Asma A duvarının aşınmasının başlıca nedenleri aşağıda sıralanmıştır .

- Fırın iç basıncı
- Yakıt cinsi , miktarı ve dağılımı
- Harman rutubeti

Aşağıda A duvarının aşınmış ve dökülerek cama hata(alumina taş) veren kısmını gösterir fotoğraflar yer almaktadır .



Fotoğraf 1



Fotoğraf 2

5.ÇÖZÜM ARAŞTIRMALARI

Bu tespitten sonra bu konuda uzman bir firma olan Fosbel ile temasa geçilerek sorunun çözülebilirliği üzerinde görüşüldü ve çözüm(sıcak tamir) için yapılacak çalışmada aşağıdaki belirsizlikler giderildi.

- Fosbel firmasının bu konu hakkında başka firmalarla tecrübesi varmı ? Evet var .
- Sıcak tamirin hangi kaynak malzemesi ile ve nasıl yapıldığı ? Silika tozu kullanarak , sıcak kaynak yöntemi ile .
- Yapılan işlemin ömrü ? Çalışma şartlarına bağlı olmakla birlikte 9-24 ay .
- Yapılacak işlemin A duvarının tüm yüzeyine mi yoksa aşınmış yüzeye mi uygulanacağı ? Sadece aşınmış yüzeye uygulanacak , ancak önce o bölgede temizlik yapılacak .
- Aynı bölgeye hata gelmesi durumunda yeni bir uygulama daha yapılabilir mi ? Evet .

5.1 Fosbel firmasının operasyon için gönderdiği ekipmanlar;

- Eritme torçu
- Kaynak torçu
- Su pompası(1adet 11,5 kw , 1 adet 7,5 kw)
- Soğutucu
- Mikser
- Basınçlandırma ünitesi
- Propen gazı

- Silika kaynak harcı
- Ekipmanların ilgili hortumları

5.2 Trakya Cam tarafından operasyon için sağlanan malzemeler;

- Oksijen tüpü(8x12lik set=96 adet)
- Azot tüpü(2 adet)
- 380 Volt enerji
- Soğutma suyu(min. 3.5 barg)
- Basınçlı hava(min 7 barg)

5.3 Operasyon

Operasyona , A duvarı için gerekli olan çalışma alanını hazırlamak amacıyla sırasıyla sağ taraftaki baskı plakası, kapama tuğlaları ve perde soğutucu sökölüp dışarı alınarak başlandı. Çalışma esnasında A duvarından kopacak parçaların fırın içine dökülmesini engellemek için 1 adet su soğutucu fırın içerisine alındı(Fotoğraf 3'e bakınız).



Fotoğraf 3

İki kişi tarafından gerçekleştirilen temizlik operasyonu , temizlik torçuyla propen gazını temizlik yapılacak bölgeye püskürteterak hata veren bölgedeki refrakter yapıyı eritmek(8 cm kalınlığında bir refrakter tabaka eritildi) ve fırın içerisine dökülerek hata vermesini engellemek için soğutucu üzerine dökmek esasına dayanmaktadır . A duvarının eritme torcuyla temizlenmesi işlemine merkezden başlayarak sağ tarafa doğru 1,5 metrelik adımlarla hareket edecek şekilde başlandı. Bir kişi eritme torcuyla temizlik işlemini yaparken bir diğeri duvardan kopan parçaların fırın içerisine dökülmesini engellemek amacıyla su soğutucuyu sürekli olarak torçun altında tuttu. Yaklaşık 1,5 saat süren bu işlem bittikten sonra eritme torçu ve su soğutucu dışarıya alındı .

Kullanılan harcın hazırlanışı:

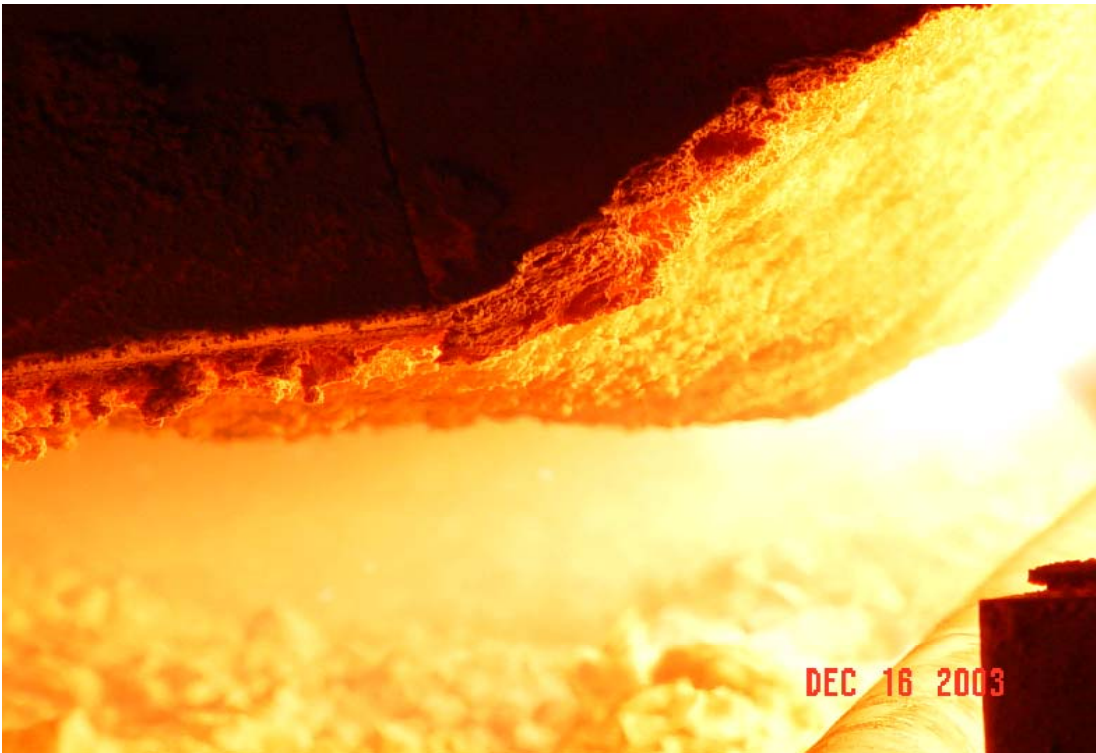
- 1 paket silika harcı karıştırma variline boşaltıldı
- Karıştırma varilinin kendi eksenine etrafında dönmesiyle homojen hale getirilen silika harcı daha sonra basınçlandırma haznesine döküldü
- Burada O₂ gazı ile basınçlandırılarak (0,6 bar) kaynak torcuna gönderildi

Yukarıda belirtilen işler bittikten sonra A duvarının temizlenen bölgesinin silika toz ile kaplanması işlemi için kaynak torcu içeriye alındı . Hazırlanan harç temizlenen kısmın üzerine püskürtülerek (sıcak kaynak) temizlenen bölge silika ile kaplandı . Bu işlem her 1,5 metrelik kısımda benzer şekilde yapılarak ikinci günün sonunda A duvarı merkezinden sağ kenara kadar olan kısımda operasyon bitirildi.

Operasyon sonrasında sağ taraf kapama tuğlaları örülüp, baskı plakası yerine monte edildikten sonra perde soğutucu eski yerine alındı.

Sol tarafta yapılan çalışma sağ tarafta yapılan çalışmaların aynısı olup operasyonun üçüncü ve dördüncü gününde gerçekleştirildi. Üç günlük çalışma sonrasında A duvarının temizlik ve silika ile kaplama işlemi bitirildi.

Temizlik sonrası A duvarının görüntüsü aşağıdaki fotoğrafta görülmektedir .

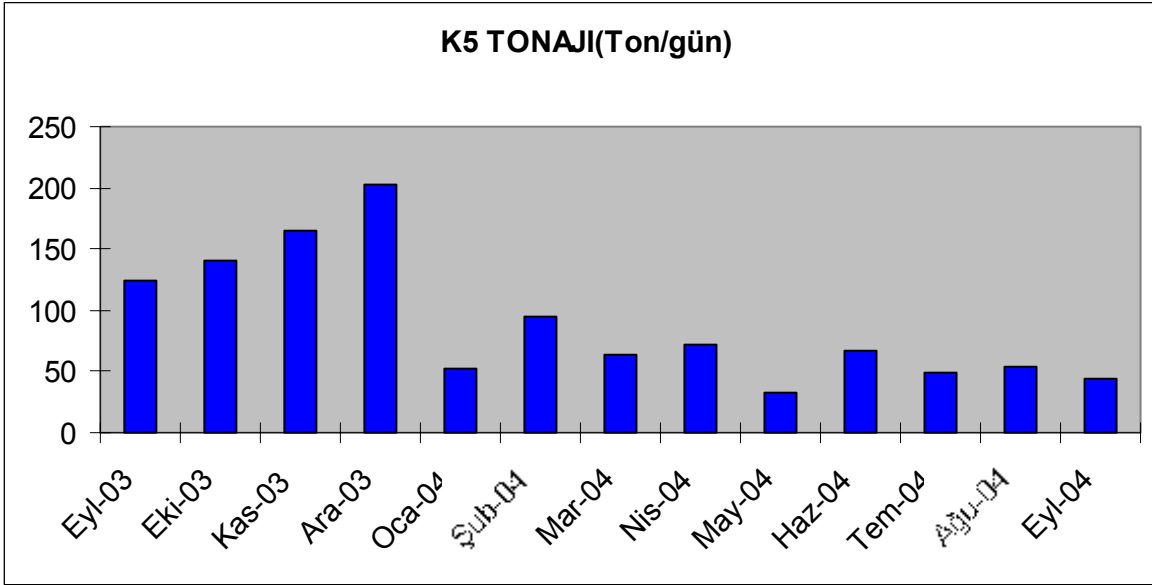


Fotoğraf 4

6. OPERASYON ETKİSİ

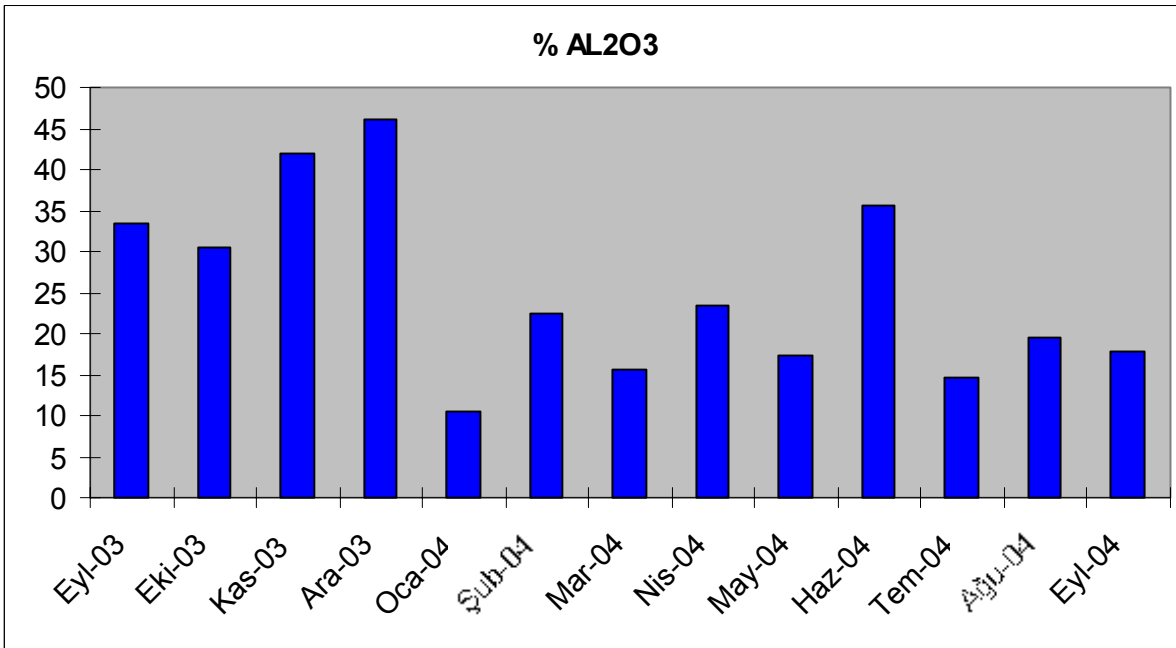
Operasyon öncesi ve sonrası durum aşağıdaki , K5 tonajı , alumina taş hatalarının diğer hatalar içindeki yüzde dağılımı ve kalite kaybı grafiklerinde görülmektedir .

6.1 Günlük K5 tonajının operasyon öncesi ve sonrası seyri;



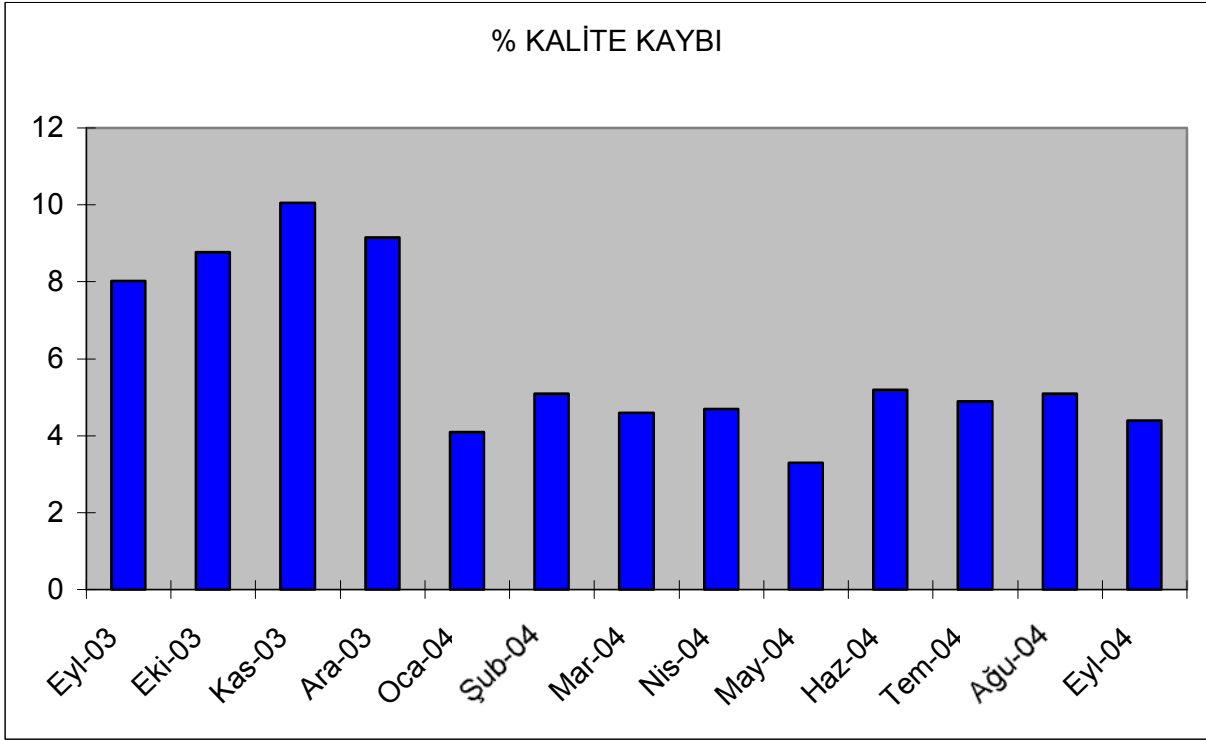
Grafik 4

6.2 Alumina taş hatalarının operasyon öncesi ve sonrası seyri ;



Grafik 5

6.3 Kalite kaybının operasyon öncesi ve sonrası seyri ;



Grafik 6

7. SONUÇ

Sonuç olarak grafiklerden de görüldüğü üzere , operasyon sonrası 2004 yılı içinde grev ve renkli cam üretiminden sonra alumina taş hatalarında azalma olmuştur . Alumina taş hatalarının azalması kalite kaybında yaklaşık %2'lik iyileşme sağlamıştır . Bu orandaki kayıp azalması yıllık 4500 ton cama karşılık gelmektedir . Fosbel firmasına bu işlem için yapılan ödeme 80.000 Euro olmuştur .

8. KAYNAKLAR

1. Aydın , Eşref . Özcan , Akif . “TR-3 Float hattında alumina(korund) hatalarının kaynağını belirlemeye yönelik çalışmalar ve A-duvarı ile ilgili gözlem ve öneriler” , Rapor no:561 (1999)
2. Yıldırım , Habib . Özkan , Şener . Bay , Ahmet . “ Fosbel çalışması raporu” , 2003

ELEKTROSTATİK DİSK BOYAMA TEKNOLOJİSİ VE CAM EV EŞYASI UYGULAMASI

Zeki Alimoğlu - Haluk Erdem – Eylem Çelik
İş Geliştirme Müdürlüğü / Cam Ev Eşyası Grubu

1)Giriş

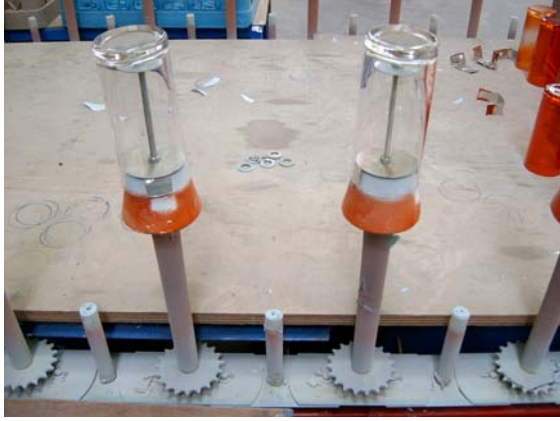
Objeleri ya korumak ya da istenilen rengi vermek için boyamak endüstri devriminin başlangıcından bu yana devam eden bir süreçtir. Elektrostatik disk boyama teknolojisi de günümüzde uygulanmakta olan en verimli boyama teknolojilerinden biridir. Bu teknolojinin temeli 1888 yılında tıp doktoru Dr. Allen DeVilbiss'in hastalarının boğazına ilaçları püskürtmek için keşfettiği atomizörle atılmıştır. 1936'da Harold Ransburg elektrostatik üzerine çalışmaya başlamış, boyayı elektrikle yüklemek ve kaplama yapılacak yüzeyin topraklanması gibi prensipleri geliştirmiş ve 1941 yılında "elektrostatik püskürtme kaplama prosesi" için Birleşik Devletler patent ofisinden patent almıştır. Burada anlatmaya çalışacağımız Elektrostatik Disk Boyama Teknolojisinin temeli de bu tekniğe dayanmaktadır.

2)Elektrostatik Boyama Prensibi

Geleneksel püskürtme tekniklerinde boyanın % 30-40 civarında bir bölümü hedefe aktarılabilmektedir. Elektrostatik boyamada amaç mümkün olduğunca boyanın hedefe gitmesini sağlamaktır. Bunun için atomize olmuş boya parçacıkları negatif elektrik yüküyle yüklenir ve bu durumdaki boya topraklanmış (nötr) durumdaki boyanacak parçalar tarafından çekilirler. Boyayı atomize eden disk üzerinde yükleyici bir elektrod bulunur. Atomize olan boya elektrodan geçerken boya parçacıkları ionize olur ve negatif yükü yüklenirler. Böylece yükleyici elektrod ve

topraklanmış olan boyanacak parça arasında bir elektrostatik alan yaratılmış olur ve oluşan atomize boya bu alan içinde konsantre olur. Atomize parçacıklar, birbirlerini negatif yükleri sebebiyle itmeleri sayesinde, daha da küçük parçalara bölünerek çok ince bir boya bulutu oluştururlar. Elektrostatik çekim sonucunda, normalde kaybedilecek olan boya, oluşan bir sarma etkisiyle, boyanması istenen parçanın yan ve arka yüzeylerini de kaplar.

Elektrostatik boyama prosesinin camda uygulanmasının en büyük zorluğu camın elektriksel iletkenliğinin yok denecek kadar az olmasıdır. Literatürde camın elektrostatik olarak boyanmasının mümkün olmadığı yönünde ifadeler de rastlanmaktadır. Gerçekten de kötü elektriksel iletkenliği yüzünden camın topraklanması mümkün olamamaktadır. Bu önemli zorluk, tabak gibi derinliği az olan ürünlerde, camı taşıyan parçaların iletkenliği yüksek malzemelerden seçilmesi (alüminyum plaka gibi) sayesinde; derinliği yüksek ürünlerde ise (bardak vb) ürün içine iletken çubuk ve plakaların yerleştirilmesi ile aşılabilmektedir. Böylece negatif yüklü boya, topraklanmış iletkene yönelir fakat cam yüzeyle karşılaşarak camın boyanmasını sağlamış olur (cam taşıyıcı ataçman örneği için bkz. Resim-1).



Resim-1 Cam Taşıyıcı Ataçmanlar

3)Disk Uygulaması

-Yüksek voltaj jeneratörü: Jeneratör standart AC hat voltajını yüksek frekanslı ve düşük voltajlı bir sinyale dönüştürür. Bu sinyal de DC yüksek voltaja dönüştürülmek üzere yüksek voltaj çoğaltıcısına gönderilir. Bu DC yüksek voltaj, yüksek voltaj jeneratöründen bir yüksek voltaj kabloyla diske yollanır. Disk uygulamalarında kullanılan jeneratörlerde 100 kV DC'a kadar voltaj elde etmek mümkündür.

-Disk ve disk devir kontrolü: Disk yüksek devirlerde dönebildiği için çok daha ince boya partikülleri oluşmasını sağlayabilmektedir. Disk devri, tahrik havası azaltılıp artırılarak ayarlanabilir. Bu şekilde 30.000 devir/dakika'lık dönme hızlarına ulaşılabilir. Türbün döndükçe türbün rotoru üzerinde bulunan 2 mıknatıs, bir fiber optik transmitter manyetik probunun önünden her bir geçişten önce, ışıklı bir geri besleme sinyali gönderir. Bu sinyalin frekansı da türbün devriyle doğru orantılıdır. Bu sayede disk devri 0-30.000 devir/dakika aralığında istenilen şekilde ayarlanabilir. Disk ile 1500 cc /dakika debiye dek boya atılabilmektedir.

-Aşağı-yukarı hareket mekanizması (resiprokatör) ve kontrolü: Disk ve disk rotoru ile birlikte fiber optik ve yüksek voltaj kabloları, boya ve solvent hortumlarının dikey eksenindeki ortak

hareketi, aşağı-yukarı hareket mekanizmasıyla (resiprokatör) sağlanmaktadır. Dikey ekseninde diskin yapmış olduğu hareket badana hareketinin bir simülasyonudur. Boyanacak mamulün geometrisine göre bir hareket döngüsü maksimum 64 adımı geçmeyecek şekilde programlanabilmektedir (örneğin; hareket-1: 20 cm yukarı 0,15 m/sn hızla git; hareket-2: 10 cm aşağı yönde 0,3 m/sn hızla git; hareket-3: 0,5 sn beklemeden sonra 10 cm aşağı 0,5 m/sn hızla gittikten sonra hareket-1'i tekrar et, gibi).



Resim-2 Omega konveyör yapısı ve aşağı-yukarı hareket mekanizması



Resim-3 Elektrostatik disk

-Omega konveyör yapısı: Disk aşağı-yukarı hareket ederken, boyanacak mamuller diskin etrafında omega şeklinde bir konveyör boyunca ilerlemektedir. Cam ürünler bu esnada kendi etraflarında dönmekte olduklarından omega hareketi sonlandığında boyama işlemi de tamamlanmış olur.

-Boya debi kontrolü: Boya, devri (ve dolayısıyla debisi) bir inverterle ayarlanabilen bir pompa tarafından diske gönderilmektedir.

4)Su ve solvent bazlı organik boyalar ve elektrostatik boyama

Bu sistemle su bazlı tüm organik boyalar ile elektriksel iletkenliği 100 k Ω -1000 k Ω arasında olan solvent bazlı organik boyalar kullanılabilir. İnorganik boyalar içinde aynı kriter geçerli olmakla birlikte, boyanın içerdiği sert metal partiküllerinin teflon boya hattına ve diske zarar vermesi nedeniyle, farklı ekipman kullanılması tavsiye edilmektedir.

Sistemin her doldurulduğunda –boya hattının uzunluğuna bağlı olarak değişmekle birlikte- yaklaşık 0,5 litre boya fire olarak atılmaktadır. Hattın temizliğinde su bazlı boyalarda su; solvent bazlı boyalarda ise tiner kullanılır.

5)Emniyet ve bakım

Yüksek voltajdaki elektrik nedeniyle üretici firma tarafından azami emniyet tedbirleri alınmış olmakla birlikte operatör ve bakım personelinin de aynı hassasiyeti göstermesi gereklidir. En büyük risk yapılabilecek bir dikkatsizlik sonucu oluşabilecek yangınlardır. Sistemin neden olabileceği elektrik kaçakları için de personelin çabası (dikkat, uygun koruyucu malzeme kullanımı vb) önemlidir. Sistemin sağlıklı olarak çalışması için –diğer tüm sistemlerde olduğu gibi- bakım ve temizlik şarttır. Sistemde kullanılan boya tarafından kirletilen tüm ekipmanlar (disk, hortum, kablo, filtre, konveyör ve ürün taşıyıcı ataçmanlar) düzenli olarak temizlenmelidir.

6)Bir uygulama örneği:Tuzla Tezyinat İşletmesi Organik Boyama Hattı

Elektrostatik organik boyama hattı, elektrostatik disk teknolojisinin sunduğu

düşük maliyet, yüksek verimlilik, yüksek üretim adetleri gibi rekabetçi avantajları nedeniyle tercih edilmiş ve 2004 yılında Tuzla Tezyinat İşletmesi'nde devreye alınmıştır (organik boyama hattı yerleşimi Resim- 5'de gösterilmektedir). Hattın inşasındaki ana amaç, altyapımcılara yaptırılmakta olan organik boyama işlerinin daha kaliteli ve katma değeri daha yüksek bir şekilde kendi bünyemizde yapılmasını sağlamaktır.



Resim-4 Elektrostatik disk prosesiyle boyanmış çift renk uygulaması cam ürünler

Boyanacak cam ürünler önce bir endüstriyel bulaşık makinasında yıkandıktan sonra hatta yüklenirler. Ardından yüzeyde kalmış olan parmak izi, kir vb.nin ortadan kaldırılması için alevden geçirilirler. Daha sonra yüzeyde yanma sonucu kalan kirleticilerin temizliği için deionize hava uygulaması yapılır. Bütün bunların sonucunda camın yüzeyi kaplama yapmaya uygun hale gelmiş olur. Disk ünitesinde boyanan ürünler boyanın içindeki uçucu bileşenlerin pişirme öncesinde uzaklaştırılması için, sıcaklığı 50-60 °C civarındaki Flush-off bölümüne girerler. Burda 1.5-2 dakika kaldıktan sonra boya pişirmeye hazır hale gelir ve ürünler fırına girerler. Boya tipine göre değişmekle birlikte, organik boya 160-200 °C'de 10-20 dakikada pişmektedir.

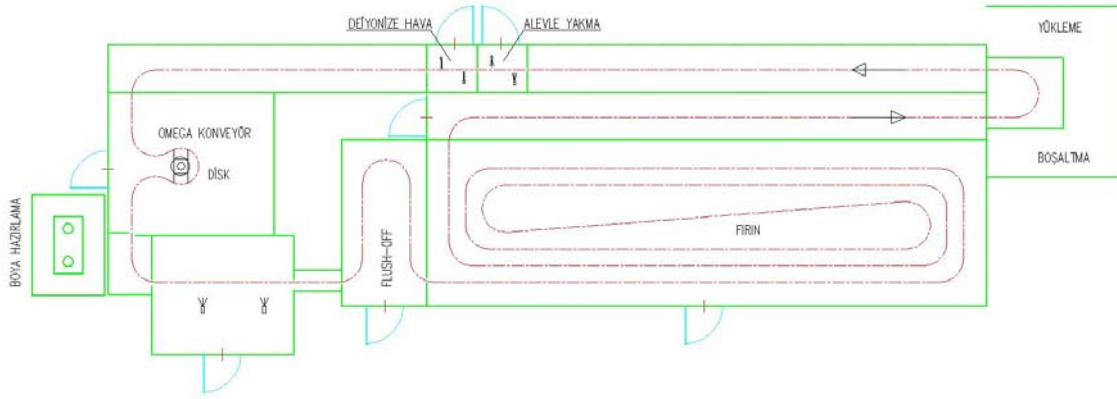
7)Sonuç

Elektrostatik disk prosesi, eksenden simetrik objeler için, en gelişmiş boyama teknolojisidir. Bu proses cam ev eşyası yanında cam ambalaj için de son derece uygun bir proses olup, çoğu cam ambalaj kaplamacısı tarafından da kullanılmaktadır.

Geleneksel teknolojilerdeki % 30-40'lık boya verimleri bu proste % 90'lara ulaşmaktadır. Yüze istenen kalınlıkta ve homojen olarak boya

püskürtülebilmektedir. Diskin aşağı-yukarı hareketinin programlanabilmesi sayesinde değişik boyama etkilerinin elde edilmesi mümkündür.

Proses için gereken yüksek yatırım maliyeti ise artan boya verimlilikleri, yüksek üretim adetleri nedeniyle bir dezavantaj oluşturmamaktadır.



Resim-5 Tuzla Tezyinat İşletmesi Organik Boyama Hattı Uygulaması

CAM AMBALAJ ÜRETİMİNDE KULLANILAN EBİŞÖR VE FİNİSÖR KALIPLARINDA KALİTE ARTIŞINA YÖNELİK YAPILAN GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

Murat Ünalı – Tamer Öztürk – Eyüp Yağcı
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. – Topkapı Fabrikası / Cam Ambalaj Grubu

1. EBİŞÖR KALIPLARINDA YATAY VE DİKEY KANAL UYGULAMALARI

Ebişör kalıplarında **kalıp açılma eksenini (PL)** ile **kalıp eksenini (CL)** arasında oluşan ısı dengesi en aza indirilerek, cam dağılımını ve özellikle BB (Blow & Blow) ürünlerde yerleştirme izini iyileştirecek çalışmalarını kapsamaktadır.

Kalıplarda ısı dengesinin sağlanması, bu nedenle oluşan hataların (katlanma, ince cidar, yarıklı damar, oval gövde) önlenmesi amacıyla, kalıp birleşme yüzeyinde dikey, kalıp dış yüzeyinde ise yatay **ısıtma kanalları** açılmıştır.

2. VALF TİPİ TAMPON

BB (Blow & Blow) ürünlerde yerleştirme izini iyileştirecek, bu bölgede oluşabilecek ince cidar hatasını önleyecek, homojen cidar kalınlığı elde edecek ve en önemlisi ürün ağırlığını düşürecek çalışmalarını kapsamaktadır.

Bu çalışmada, 503870 700 cc rakı şişesinde yatay ve dikey kanal uygulaması yapılmış ebişör kalıpları, valf tipi tamponlar ile beraber çalıştırılmıştır. Valf tipi tampon uygulaması huni kullanımını ortadan kaldırmıştır. Huni mekanizmasının hareket süresi kadar kazanılan zaman, parızonda reheat zamanı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca kazanılan bu zaman makinada devir artırımını olarak kullanılabilir olup, bu konuda da çalışmalar gerçekleştirilecektir.

3. 1000 cc SERUM FİNİSÖR KALIPLARINDA ETKİN SOĞUTMA YÖNTEMLERİ

Finisör kalıplarının etkin ve homojen olarak soğutulmaması sonucunda oluşan hataların önlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır.

5 ½" kalıplar ile üretilen 1000 cc serum ürünlerinde finisör kalıplarının sıcaklık farklılığı nedeniyle oluşan göçük gövde, şiş gövde ve oval gövde hatalarına karşı, finisör açılma yüzeyine yakın olan " **VF soğutma** " delikleri kapatılmıştır. Ayrıca kalıbın dış yüzeyinde soğutma alanını arttırmak amacıyla yatay soğutma kanalları açılmıştır.

4. MÜLDEBAK VE EBİŞÖRDE SOĞUTMA KANALI UYGULAMALARI

IS makinası ebişör tarafında, müldebakların daha etkin soğutulması için makinaya devir verme çalışmalarını kapsamaktadır. Özellikle PB kavanoz üretimlerinde makinaya devir verme kısıtının

en büyük nedeni, yüksek hızlarda sıcaklık artışı nedeniyle ürün kafasında yaşanan deformasyondur. Bunu aşabilmek için, müldebak soğutma havasının etkinleştirilmesi amacıyla müldebakların üzerine dikey kanallar ve ebişörlere de müldebak kanalları karşılıklarında delikler açılmıştır.

Anahtar Sözcükler :

ACS :Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
AT :Anadolu Cam Sanayii A.Ş.- Topkapı Fabrikası
KGM :Anadolu Cam Sanayii A.Ş. – Kalıp Geliştirme Müdürlüğü
IGC : Ishizuka Glass Company- Japonya

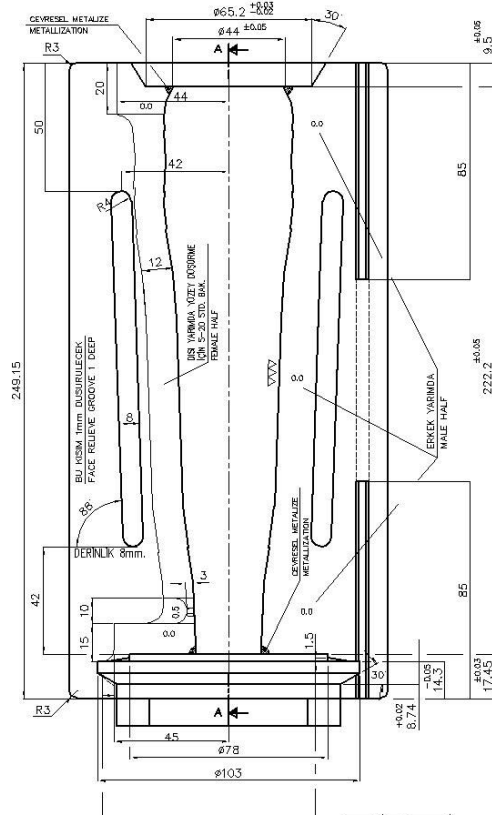
1. EBİŞÖR KALIPLARINDA YATAY VE DİKEY ISITMA KANALI UYGULAMALARI

Japon IGC firmasının 2004 yılı ilk ziyaretinde, kendileri tarafından da yeni denemeye başlanılan ebişör kalıplarında dikey kanal uygulaması konusunda bilgi alışverişinde bulunulmuştur. IGC ziyareti sonrasında AT fabrikası olarak KGM ile birlikte konu detaylı olarak değerlendirilmiş, ebişör kalıplarında **kalıp açılma eksenini (PL)** ile **kalıp eksenini (CL)** arasında oluşan ısıl dengesizliği en aza indirerek, cam dağılımını ve özellikle BB (Blow & Blow) ürünlerde yerleştirme izini iyileştirecek, kalıplarda ısıl dengesizlik nedeniyle oluşan hataların (katlanma, ince cidar, yarıklı damar, oval gövde) önlenmesi amacıyla, kalıp birleşme yüzeyinde dikey, kalıp dış yüzeyinde ise yatay olmak üzere belirli ölçülerde **ısıtma kanalları** açılarak, BB ürünlerde deneme yapılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. **Tablo.1**'de ısıtma kanalı ölçüleri verilmektedir.

İlk çalışmalar için 503470 kod nolu 700 cc rakı şişesi ele alınmış, iki adet ebişöre 8 mm genişliğinde 8 mm derinliğinde dikey kanal açılmıştır. (**Şekil.1**)

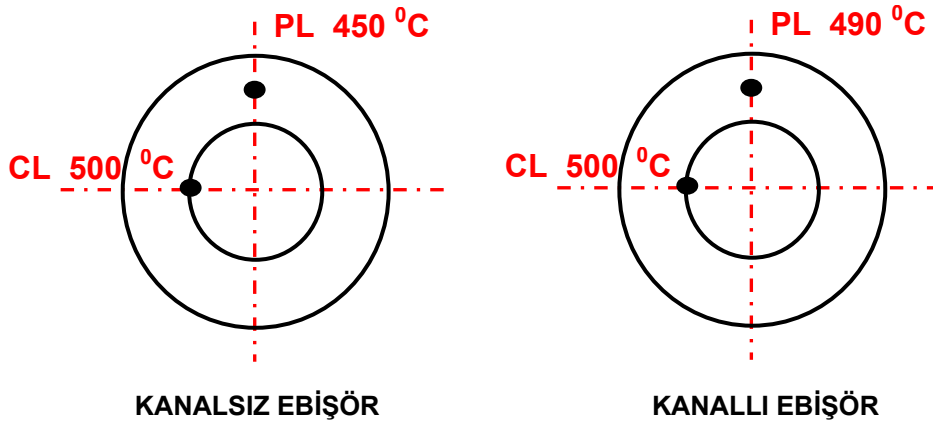
KANAL ENİ	DERİNLİK	KANAL YERİ
6 mm	8 mm	Ebişör formasından 12 mm içeriden (Yeterli kalınlık olmadığı zaman 9 mm) Ebişör siğilinden minimum 2-3 mm
8 mm	8 mm	
10 mm	8 mm	
UZUNLUK		
BB	Parizon omuzundan yerleştirme izi bölgesine kadar	
PB & NNPB	Tampon bölgesinden müldebak çizgisine kadar	

Tablo.1 Dikey ısıtma kanalı ölçüleri



Şekil.1 503470 ebişöründe dikey kanal uygulaması

Kanallı ve kanalsız ebişör kalıplarında elde edilen sıcaklıklar **Şekil.2**'de verilmiştir.



Şekil.2 Kanallı ve kanalsız ebişörlerde sıcaklıklar

Kanalsız ebişörde PL'de (kalıp açılma yüzeyi) 450 °C, CL'de (ebişör iç yüzeyi) 500 °C, VF soğutma zamanı 93 derece ve kalıp soğutma klape açıklığı 1/3'tür. Kanallı ebişörde PL'de (kalıp açılma yüzeyi) 490 °C, CL'de (ebişör iç yüzeyi) 500 °C, VF soğutma zamanı 93 derece ve kalıp soğutma klape açıklığı 1/3'tür. Görüldüğü gibi, kalıp eksen ve kalıp açılma eksen boyunca

oluşan sıcaklık farkı 50 °C'dan, 10 °C'a kadar düşmüştür.

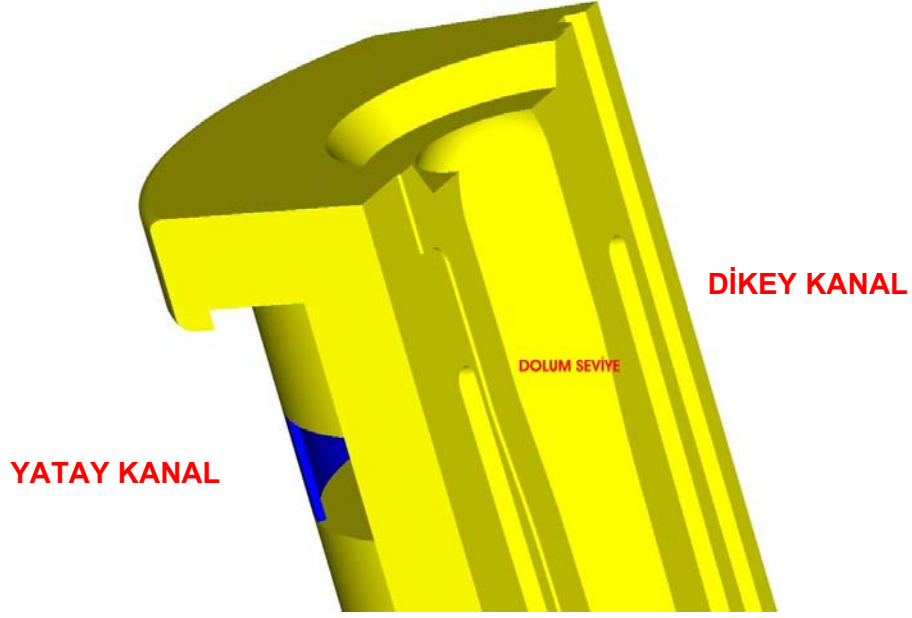
Kanallı ve kanalsız ebişörlerden elde edilen kesitler **Resim.1**'de verilmiştir.



Resim.1 503470 şişe kesit resimi

Deneme kalıplarından elde edilen sonuçlar ışığında 503470 ve 503870 kod nolu 700 cc rakı şişesi ebişör kalıplarına dikey ısıtma kanalı açılmasına karar verilmiştir.

503470 kod nolu üründe yerleştirme bölgesindeki cam dağılımında genel bir iyileştirme görülmekle beraber, izin olabilecek en az seviyeye indirilmesi konusunda 503870 kod nolu üründe dikey kanal ile birlikte yerleştirme izi bölgesinde ebişör kalıbının dış yüzeyine yatay bir ısıtma kanalı daha açılması düşünülmüştür. (**Şekil.3**) 503870 kod nolu ürün için iki adet deneme kalıbı hazırlanmış ve kalıpların makina performansı izlenmiştir.



Şekil.3 Ebişör dış yüzeyinde yatay ısıtma kanalı uygulaması

Deneme ebişörleri fiziki koşulların benzer olması için aynı kola takılmış ve aynı finisör ile deneme yapılmıştır. Alınan numune şişe kesitlerinde, yerleştirme bölgesi cidar dağılımında iyileşme olduğu görülmüştür. Omuz bölgelerinde de cam kalınlığında artma tespit edilmiştir. Ayrıca deneme ebişörleri makinede gövde ince hatası yapan ebişörler ile yer değiştirildiğinde ince cidar hatasının giderildiği tespit edilmiştir.

Yatay ve dikey ısıtma kanalı denemelerinden elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak 503470 ve 503870 kod nolu ürünlerde her iki ebişör setine yatay ve dikey ısıtma kanalının açılarak, set performanslarının izlenmesi ve değişikliklerin kalıp resimlerine işlenmesine karar verilmiştir.

503470 ve 504070'e (503870 ile ortak ebişör) ait son çalışma dönemi row-sort hata analizlerinin, 2004 yılı diğer çalışma dönemlerine ait row-sort hata analizleri ile karşılaştırılması **Tablo.2** ve **Tablo.3**'de verilmiştir.

Her iki ürün içinde ürün hatası oranlarının eski çalışma dönemlerine göre azaldığı görülmektedir.

ÇALIŞMA DÖNEMİ	HATALAR (%)				
	Y.DAMAR	DAMAR	OMUZDA İNCE CİDAR	GÖVDEDE İNCE CİDAR	KATLANMA
28.01-18.02	0,20	0,15	0,49	0,20	0,83
07.04-15.04	0,59	1,02	0,52	0,25	0,49
26.05-01.06	0,08	0,32	0,53	0,25	0,31
23.07-27.07	0,6	0,13	0,40	0,20	0,10
31.08-08.09	0,21	0,21	0,07	0,00	0,30

Tablo.2 503470 2004 yılı row-sort hata analizleri (%)

ÇALIŞMA DÖNEMİ	HATALAR (%)				
	Y.DAMAR	DAMAR	OMUZDA İNCE CİDAR	GÖVDEDE İNCE CİDAR	KATLANMA
10.05-15.05	0,23	0,20	0,08	0,71	0,78
06.08-11.08	0,16	0,16	0,13	0,11	0,60

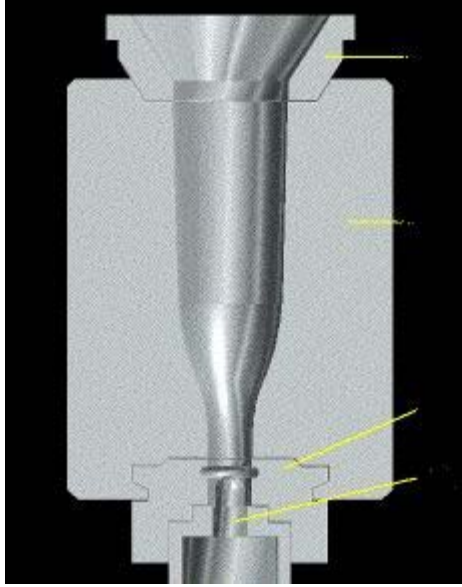
Tablo.3 504070 2004 yılı row-sort hata analizleri (%)

Bu noktadan hareketle ebişörde açılan ısıtma kanallarının diğer Blow and Blow ürünlere de yaygınlaştırılması kararı alınmış ve ilk etapta 503735-503935 kod nolu 350 cc rakı şişesi 519933 kod nolu 330 cc Efes Pilsen Bira şişesi, 505770 kod nolu 700 cc Efe Rakı şişesi, ve 505635 kod nolu 350 cc Efe Rakı şişesine yatay ve dikey ısıtma kanalları işlenmiştir. Önümüzdeki dönemde AT'de yatay ve dikey ısıtma kanallarının yaygınlaştırılması devam edecektir.

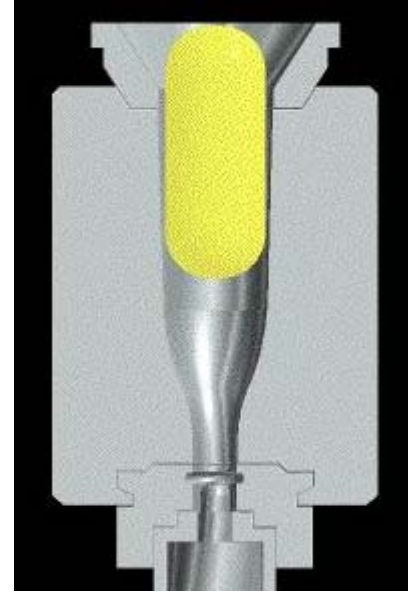
2. VALF TİPİ TAMPON

BB (Blow & Blow) ürünlere yerleştirme izini iyileştirecek, bu bölgede oluşabilecek ince cidar hatasını önleyecek, homojen cidar kalınlığı elde edecek ve en önemlisi ürün ağırlığını düşürecek çalışmalar, 2004 Haziran ayı içerisinde başlamıştır. Bu çalışmalarda pilot ürün olarak 503870 700 cc rakı şişesi seçilmiş, yatay ve dikey kanal uygulaması yapılmış ebişör kalıpları, valf tipi tamponlar ile beraber çalıştırılmıştır.

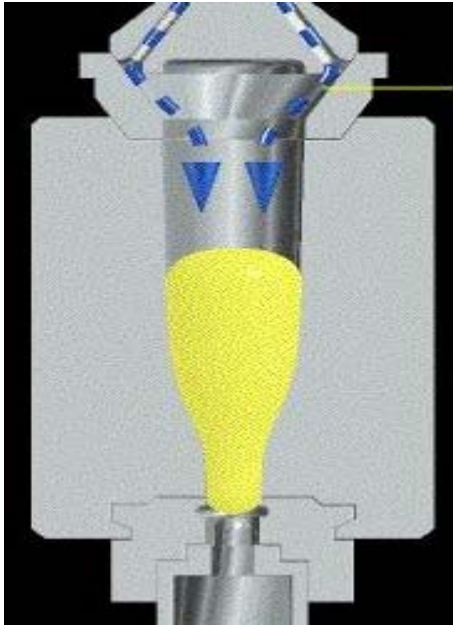
Klasik BB şişe üretiminde ebişör kalıplarının kapanması ile huni ebişöre oturmakta ve damla yüklemesi gerçekleşmektedir. (**Şekil.4 ve Şekil.5**) Huni üzerine tamponun oturarak tampon üzerinden yerleştirme havası verilerek ürünün kafası oluşturulmaktadır. (**Şekil.6**) Daha sonra tampon ve huni kalkarak, tampon ikinci kez ebişör üzerine oturur. Mandrenden verilen persaj havası ile birlikte parizon oluşumu tamamlanır. (**Şekil.7**)



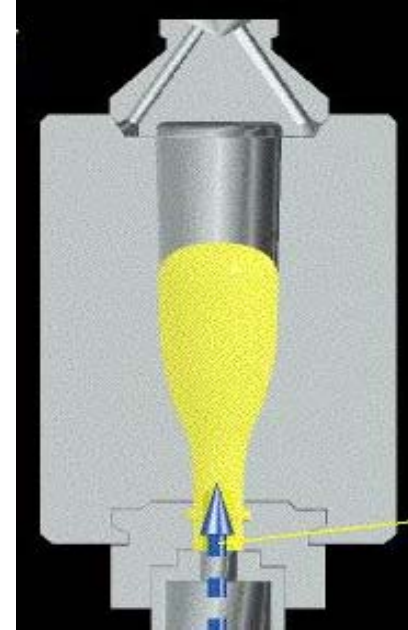
Şekil.4 Kalıp parçaları



Şekil.5 Damla yüklemesi

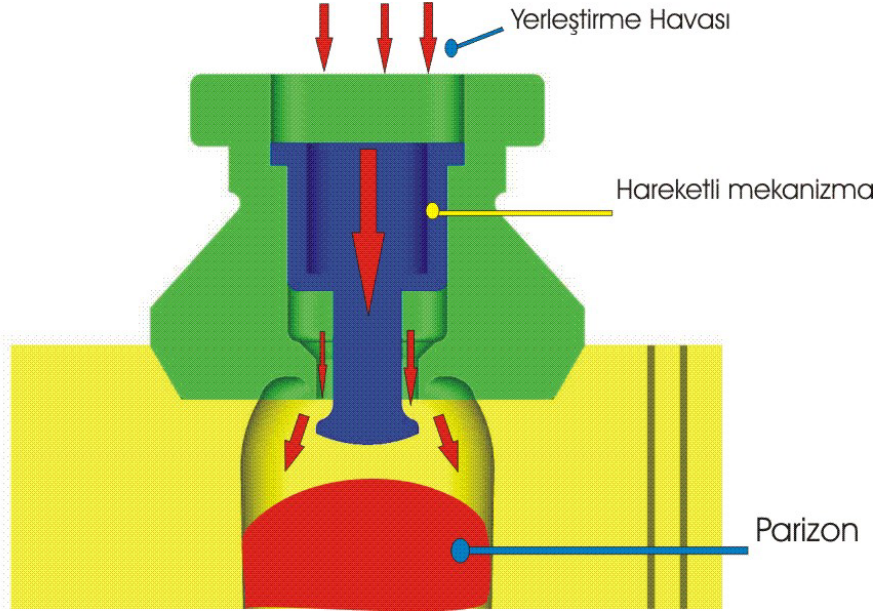


Şekil.6 Yerleştirme havası
Kafa oluşumu

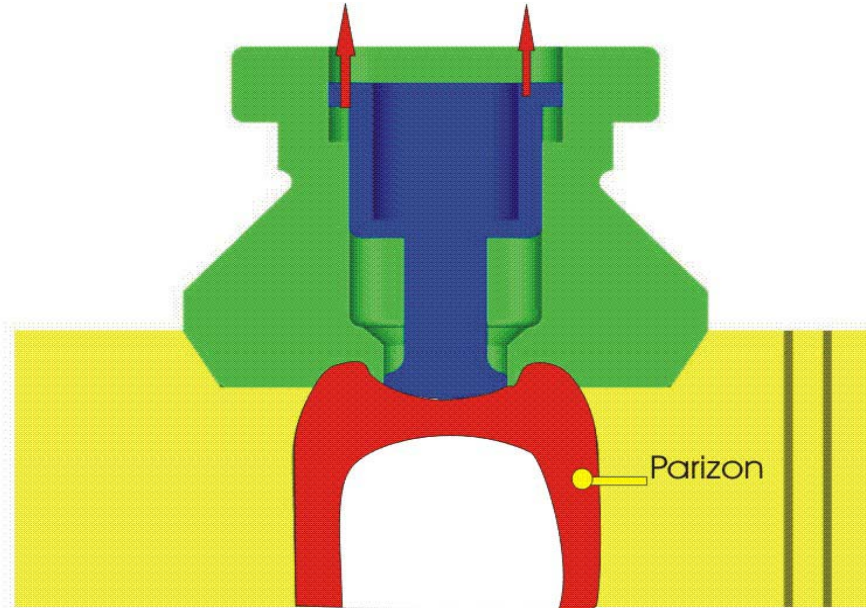


Şekil.7 Persaj havası
Parizon oluşumu

Valf tipi tampon sisteminin çalışma prensibi olarak huni kullanılmamaktadır. Tampon, bir gövde ve içeride hareketli bir piston mekanizmasından oluşmaktadır. Ebişör kapandıktan sonra tampon ebişör üzerine oturmaktadır. Tampon içindeki hareketli mekanizma kendi ağırlığı ile aşağı düşerek yerleştirme havasının verilmesini sağlar ve ürün kafasını oluşturur. (**Şekil.8**) Yerleştirme havasının verildikten sonra tampon ebişör üzerinde sabit kalıp, mandren üzerinden persaj havası verilir. Persaj havası ile şişen cam tampon içindeki hareketli mekanizmayı yukarı doğru iter ve parizon şekillendirilmiş olur. (**Şekil.9**)

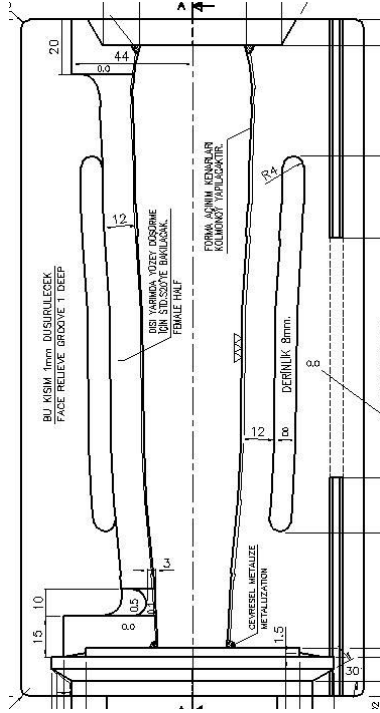


Şekil.8 Valf tipi tampondan yerleştirme havası verilmesi

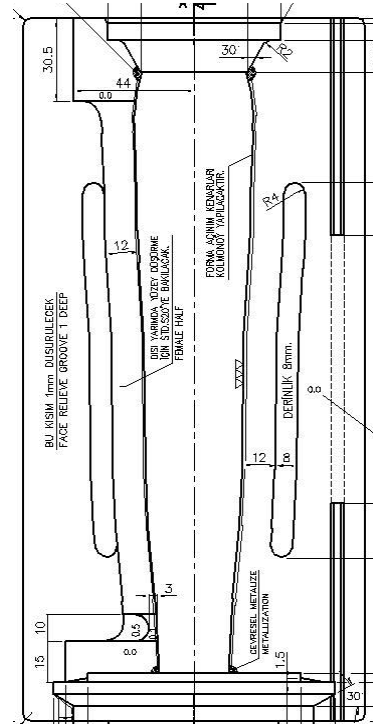


Şekil.9 Valf tipi tampon ile parizon oluşumu

Deneme çalışmaları için daha önce yatay ve dikey ısıtma kanalı açılmış iki adet ebişör kullanılmış, valf tipi tampon AT’de yapılmıştır. İlk deneme çalışmasında mevcut ebişörler kullanıldığından damla yüklemesinde sorunlar yaşanmış, ayrıca tamponun aşırı ısınması sonucunda tampon içindeki mekanizma kilitlemiştir. Bu nedenle makina valfbloğu üzerinden bir boru yardımıyla huni mekanizması çalıştırma havası devresinden soğutma havası çekilmiş ve tamponlar, zamanlı soğutma kullanılarak soğutulmuştur. Ancak yapılan denemeden istenilen sonuçlar alınamamıştır. Bu nedenle konu tekrar ele alınarak damla yüklemesini kolaylaştıracak post-baffle tipi yeni bir ebişör ile, pistonun çalışmasını kolaylaştırıcı malzeme ve ölçü değişikliklerini içeren yeni bir tampon dizaynı yapılmasına karar verilmiştir. İlk denemede kullanılan ebişör ve yeni dizayn ebişör resimleri **Şekil.10** ve **Şekil.11**’de, ilk denemede kullanılan tampon ve yeni dizayn tampon resimleri **Resim.2** ve **Resim.3**’te görülmektedir.



Şekil.10 İlk deneme ebişörü



Şekil.11 Post-baffle ebişör



Resim.2 İlk deneme tampon



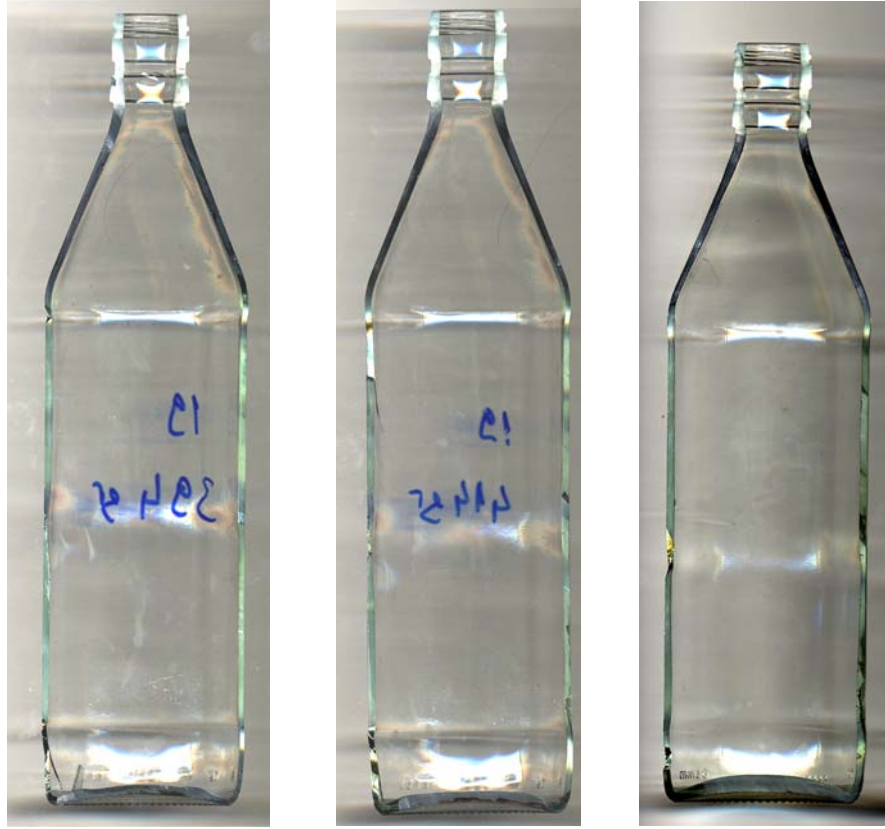
Resim.3 Yeni tampon

Yeni dizayn edilen iki adet deneme ebişör ve tampon, bir sonraki üretim dönemi içerisinde makinada çalıştırılmış, ölçüsel ve ürün hatası yönünden herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. Deneme kalıplarına ait ölçüsel bilgiler **Tablo.4**'te verilmiştir.

KALIP NUMARASI	ÖLÇÜLER	BOY	DİŞÜSTÜ ÇAPI	DİŞDİBİ ÇAPI	BİLEZİK ÇAPI	GÖVDE ÇAPI
	MİN		27,95	25,85	27,60	72,4
	MAX	285,80	28,60	26,50	28,25	75,2
24	MAX	284,71	28,26	26,16	28,17	73,68
	MİN		28,04	25,98	28,03	73,13
19	MAX	284,75	28,19	26,17	28,02	73,84
	MİN		28,05	25,91	27,81	73,92

Tablo.4 Deneme kalıpları ölçüm değerleri

Üretim döneminde ağırlık azaltılmasına yönelik deneme çalışması da yapılmıştır. Ürün ağırlığı fiili ağırlık olan 438 gramdan 395 grama kadar düşürülmüş ve bazı ağırlık noktalarından ürün kesitleri alınmıştır. Değişik ağırlıklardaki kesitler **Resim.4**'te verilmiştir.



394 gram **414 gram** **420 gram**
Resim.4 Değişik ağırlıklarda elde edilen şişe kesitleri

Yapılan değerlendirmeler sonucunda yeni ebişör set siparişinin valf tipi tamponlu olmasına karar verilmiş ve kalıplar yaptırılarak 25.08.2004 tarihinden itibaren D3 makinasında üretime başlanmıştır. Tamponların soğutulması için huni çalıştırma havasından devre çekilmesi yerine, bu devreden alınarak oluşturulan yerleştirme 2 hareketi ile tamponlara ikinci bir soğutma havası zamanlı olarak verilmiş ve tamponların içeriden daha uygun soğutulması sağlanmıştır.

503870'in 2004 yılı önceki çalışma dönemlerine ait hata ve verim bilgileri ile valfli tampon ile çalışma dönemine ait hata ve verim bilgilerinin karşılaştırılması **Tablo.5**'te verilmiştir.

HATA ADI	15/10/2003 28/01/2004	14/04/2004 10/05/2004	02/06/2004 18/06/2004	05/07/2004 06/08/2004	28/08/2004 27/09/2004
Yarıklı Damar	0,81	0,51	0,30	0,51	0,28
Om. İnce Cidar	0,36	0,71	0,27	0,55	0,05
Göv. Katlanma	0,23	0,39	0,29	0,46	0,85
Damar	0,22	0,25	0,59	0,29	0,12
Göv. İnce Cidar	0,08	0,63	0,25	0,13	0,13
Oval Gövde	0,06	0,12	0,21	0,18	0,05
Ağ.Dikey Çatl.	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00
Gövde Çatlağı		0,16	0,11	0,26	0,12
MAKİNA	D4	D3	D2	D3	D3
KOL SAYISI	10	10	8	9	10
DEVİR	140	140	126	132	146
AĞIRLIK	438	438	438	440	435
VERİM (adet)	86,1%	85,3%	84,5%	86,5%	90,0%
VERİM (ağırlık)	84,0%	84,6%	83,5%	85,2%	88,1%

Tablo.5 503870 2004 yılı row-sort hata analizleri ve verim bilgileri (%)

Ağırlığın düşürülmesine yönelik çalışmalar, ürün hacim değerlerinden dolayı gerçekleştirilememiştir. Son çalışma döneminde ortalama fiili olarak 435 gram çalışılmış ve bu ağırlıkta nominal hacimler elde edilmiştir. Üretim dönemi sonrasında ağırlık 420 grama düşürülmüş ve bu noktada ölçüsel, ağırlık ve hacimsel değerler kontrol edilerek, şişe kesitleri alınmıştır. 420 gramda hacim ve ağırlık bilgileri **Tablo.6**'da, şişe kesitleri ise **Resim.5**'de verilmiştir. Ürün kalitesi olarak son derece tatminkar sonuçlara ulaşılmıştır.

	AĞIRLIK	DOLMA HACİM
ÜST LİMİT	458	713
ALT LİMİT	422	687
ORTALAMA	420,67	707,11
MAX	422,60	711,87
MİN	419,2	702,24
CPK	-0,58	0,89

Tablo.6 503870 420 gramda ortalama ağırlık ve hacim değerleri



Resim.5 420 gramda şişe kesit örnekleri

Tablo.6'dan da görülebileceği gibi ağırlık düşürüldükçe hacim ortalama değerleri üst sınır değerine yaklaşmaktadır. Müşterimizin, şişe hacimlerinin üst seviyelere yakın olması ile ilgili şikayetinin de olduğu bilindiği için, bu noktada yapılacak çalışma, finisör hacimlerinin tekrar değerlendirilmesi, müşteri onayınında alınarak finisör dizaynında değişiklik yapılması olacaktır. Bu değişikliğin yapılması ile ürün ağırlığının fiili olarak 415-420 gramlara düşürülmesi mümkün olacaktır.

Ağırlık düşürülmesi ile sadece 503870 kod nolu 700 cc Rakı şişesinde önümüzdeki dönemlerde elde edilebilecek kazançların değerlendirilmesi ise **Tablo.7**de verilmektedir. Bu

değerlendirmede 2004 yılı AT bütçe ve ortalama fiyat değerleri kullanılmıştır.

503870 700 cc Rakı Şişesi	
Ürün Resim Ağırlığı	430 gram
Ürün Fiili Ağırlığı	435 gram
Çalışılabilen Ağırlık	420 gram
Şişe Başına Kazanılan Ağırlık	15 gram
2004 AT Bütçesi	38.000.000 şişe
Yıllık Kazanılabilir Cam Miktar	570 ton
Yıllık Kazanılabilir Harman Miktar	678 ton
Ergimiş Camda Ortalama Harman Maliyeti (TL)	87.930 TL/kg
Elde Edilebilecek Kazanç (TL)	59.616.540.000 TL
2004 Yılı Ortalama USD Değeri (8 Aylık)	1.417.602
Elde Edilebilecek Kazanç (USD)	42.000

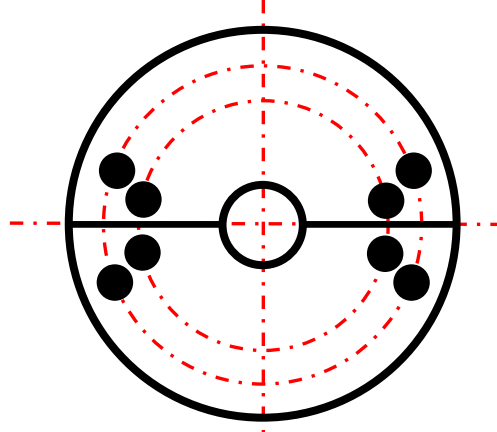
Tablo.7 503870 Kazanç tablosu

Val tipi tamponun 300-450 gram aralığında üretim yapılan diğer BB ürünlerede uygulanabilmesi çalışmalarını önümüzdeki dönemde devam edecektir. Özellikle kalıp ömürleri tamamlanmış, bu ağırlık dağılımında üretilen kalıplara uygulanmasında herhangi bir sorun görülmemektedir.

3. 1000 cc SERUM FİNİSÖR KALIPLARINDA ETKİN SOĞUTMA YÖNTEMLERİ

1000 cc serum finisör kalıplarının etkin ve homojen olarak soğutulamaması sonucunda oluşan ürün hatalarının önlenmesi için, dikey ve yatay ısıtma kanallarına benzer bir çalışma, finisör kalıplarında uygulanmıştır. Ebişör kalıbında yaşanan kalıp ek yüzeyi ile iç yüzeyde arasındaki sıcaklık farkının, finisör kalıplarında da olduğu tespit edildikten sonra bu bölgenin ısıtılması için en etkin yöntemin, VF soğutma deliklerinde yapılacak düzenlemeler ile olabileceği görülmüştür.

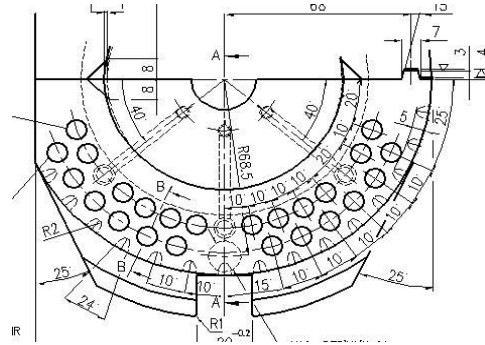
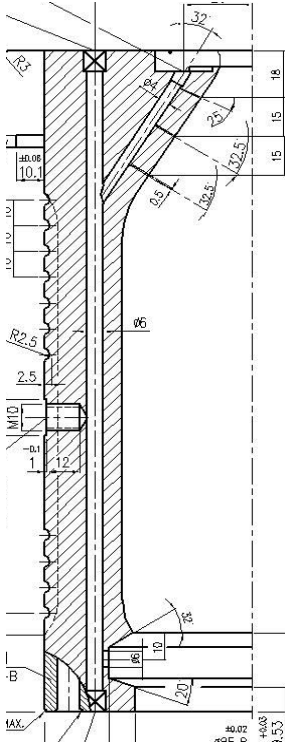
5 ½" kalıplar ile üretilen 742299 ve 742499 1000 cc serum ürünlerinde finisör kalıplarının sıcaklık farklılığı nedeniyle oluşan göçük gövde, şiş gövde ve oval gövde hatalarına karşı, tek bir finisör yarımında, açılma yüzeyine yakın olan 7 mm çaplı 4 adet " **VF soğutma** " deliği kapatılmıştır. **(Şekil.12)**



Şekil.12 Kapatılan 7 mm VF delikleri

Ayrıca kalıbın dış yüzeyinde soğutma alanını arttırmak amacıyla yatay soğutma kanalları açılmıştır.

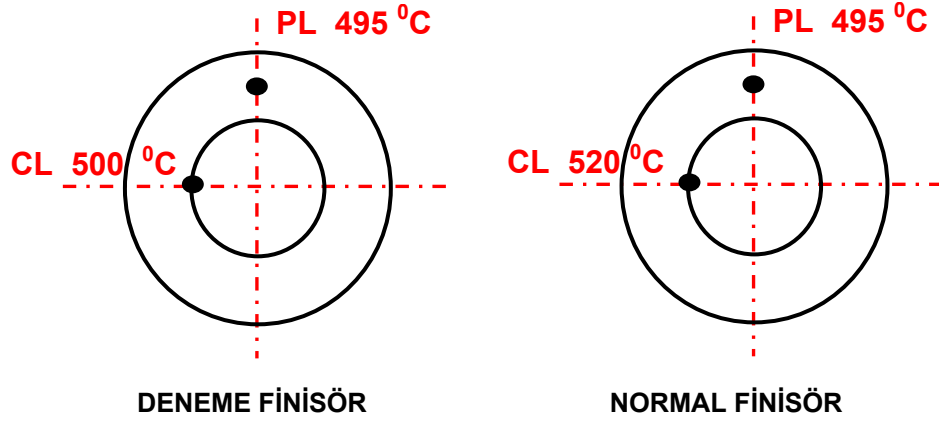
Finisör üzerinde yapılan değişikliklerin makina üzerindeki performansı için 2 adet deneme finisörü ile Mayıs 2004'te B4 makinasında deneme çalışması yapılmıştır. Deneme kalıplarından alınan sonuçlar ışığında, finisör kalıplarının ömürlerini doldurmuş olması nedeniyle, yeni finisör seti siparişi, yapılan değişiklikler üzerinden verilmiştir. Yeni finisör kalıp resimleri **Şekil.13** 'de, yeni finisör kalıbı ile eski finisör kalıbı sıcaklık dağılımı ise **Şekil.14** de verilmiştir.



VF SOĞUTMA DELİKLERİNİN GÖRÜNÜŞÜ

FINİSÖR YÜZEYİ YATAY SOĞUTMA KANALLARI

Şekil.13 Yeni finisör kalıp resimleri



Şekil.14 Deneme ve normal finisörlerde sıcaklıklar

İlk defa Eylül 2004 içerisinde çalışan kalıplarda daha önce büyük üretim kaybına neden olan şiş gövde, göçük gövde, oval gövde hatalarının hemen hemen sıfırlandığını söylemek mümkündür. Buna bağlı olarak ürün veriminde de %4-%6 arası bir artış sağlanmış olması dikkat çekicidir. Prolazer'dan alınan ölçümler çerçevesinde gövde çaplarındaki ovalliklerde de %40-%20 arasında bir iyileşme göze çarpmaktadır. 742499 ve 742299 kod nolu ürünlerde 2004 yılı üretim dönemlerine ait row sort hata analiz bilgileri sırasıyla **Tablo.8** ve **Tablo.9**'da, gövde çap ölçülerinin karşılaştırılması **Tablo.10**'da ve aynı dönemlerde elde edilen verim bilgilerinin karşılaştırılması ise **Grafik.1** ve **Grafik.2**'de verilmiştir.

HATA ADI	2004 YILI ÜRETİM DÖNEMLERİ				
	1	2	3	4	5
	29/01/2004 19/02/2004	12/03/2004 19/03/2004	21/05/2004 25/05/2004	12/07/2004 21/07/2004	16/09/2004 27/09/2004
Göçük Gövde	3,51	1,92	0,85	0,52	0,00
Şiş Gövde	3,42	1,13	0,72	0,34	0,00
Oval Gövde	1,14	0,00	0,00	0,30	0,00

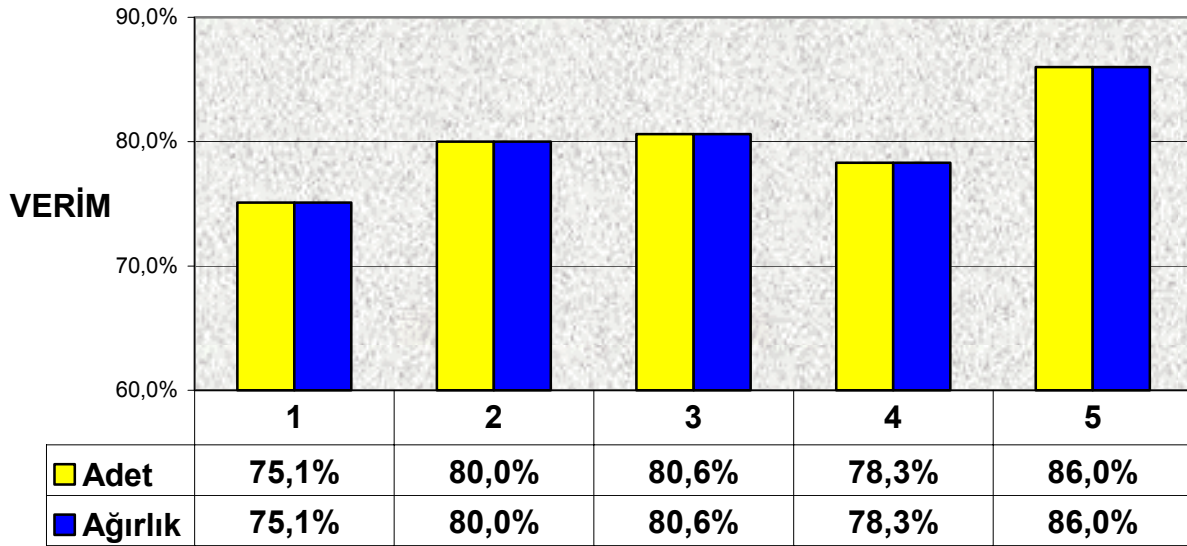
Tablo.8 742499 2004 yılı row-sort hata analizleri (%)

HATA KODU	HATA ADI	2004 YILI ÜRETİM DÖNEMLERİ					
		1	2	3	4	5	6
		20/01/2004 29/01/2004	04/03/2004 12/03/2004	26/03/2004 30/03/2004	14/05/2004 21/05/2004	02/07/2004 12/07/2004	03/09/2004 16/09/2004
51	Göçük Gövde	0,27	0,85	1,60	0,96	0,17	0,09
52	Şiş Gövde	0,27	0,70	6,59	3,93	0,00	0,00
53	Oval Gövde	0,15	0,14	0,24	0,12	0,28	0,00

Tablo.9 742299 2004 yılı row-sort hata analizleri (%)

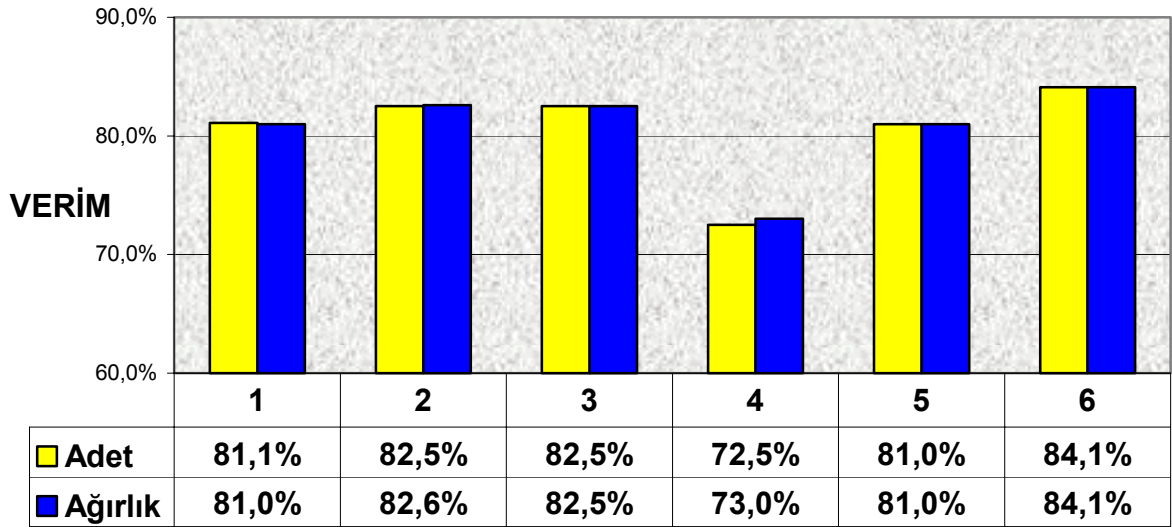
	742499			742499			742299			742299		
	25.05.2004			22.09.2004			21.05.2004			08.09.2004		
	Govde max	Govde min	Fark	Govde max	Govde min	Fark	Govde max	Govde min	Fark	Govde max	Govde min	Fark
Ort.	96,23	94,77	1,46	95,41	94,55	0,86	96,04	94,53	1,52	95,52	94,31	1,21
Max	96,59	95,21	1,38	95,70	94,87	0,83	96,51	95,02	1,49	95,77	94,94	0,83
Min	96,04	94,09	1,95	95,19	94,08	0,86	95,65	93,76	1,89	95,29	93,58	1,71

Tablo.10 742499 ve 742299 ortalama gövde çapı ölçüm değerleri (mm)



742499 2004 yılı üretim dönemleri

Grafik.1 742499 2004 yılı adet ve ağırlık verimleri (%)



742299 2004 yılı üretim dönemleri

Grafik.2 742299 2004 yılı adet ve ağırlık verimleri (%)

Ayrıca soğutma etkisinin artırılması ile birlikte makinaya devir verme çalışmaları yapılmıştır. Son çalışma döneminde 104 damla/dakikaya çıkılmış ve ürün hatası yönünden herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. Bundan sonraki çalışma dönemlerinde fırın çekiş kısıtı olmaz ise 104 damla/dakika ile çalışılacak ve daha üst devirlere çıkma çalışmalarına devam edilecektir. Verim artışı ile 742499 kod nolu 1000 cc serum şişesinde son çalışma döneminde elde edilen ürün kazanç değerlendirilmesi **Tablo.11**'de verilmektedir.

742499 1000 cc Serum Şişesi	
İlk 4 çalışma dönemi ortalama verimi	%80,0
Son çalışma dönemi verimi	%86,0
Son çalışma dönemi net üretim adeti (%86,0)	1.385.000
Son çalışma dönemi net üretim adeti (%80,0)	1.274.000
Elde edilen net üretim adet kazancı	111.000
2004 yılı ortalama birim maliyeti (TL)	174.104
2004 yılı ortalama satış fiyatı (TL)	285.090
Elde edilen kazanç (TL)	12.319.446
2004 Yılı ortalama USD Değeri (8 Aylık)	1.417.602
Elde edilen kazanç (USD)	8.600

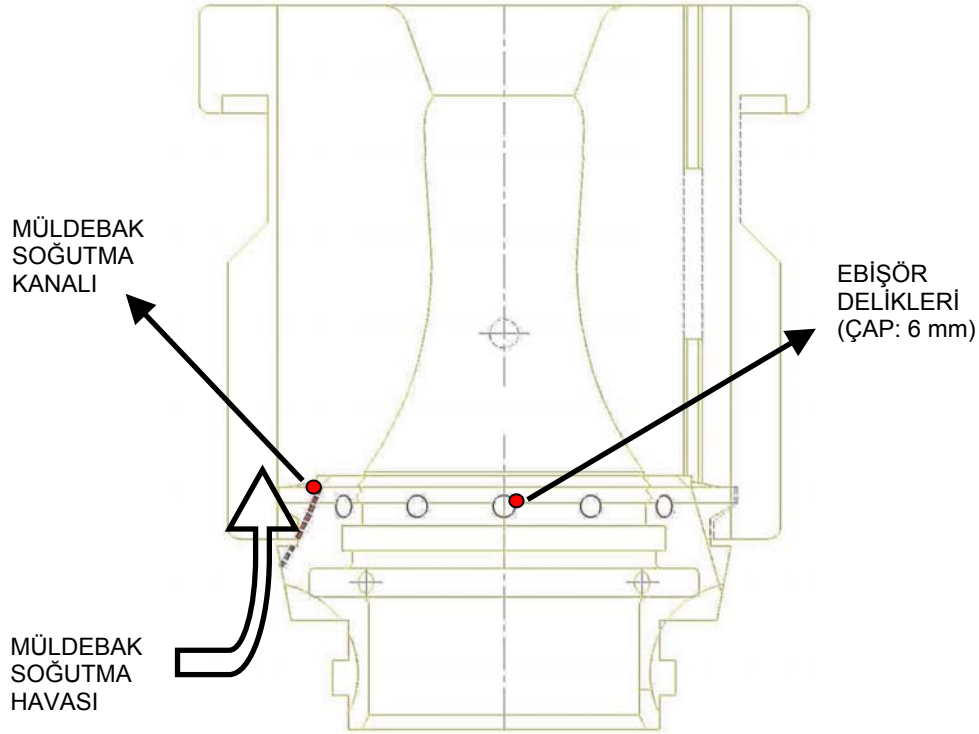
Tablo.11 Verim artışından elde edilen kazanç

Gelecek dönemde Serum şişesi gibi ağırlık ve gövde çap ölçüsü yüksek ürünlerde finisör üzerinde yapılacak iyileştirme çalışmalarına devam edilecektir.

4. MÜLDEBAK VE EBİŞÖRDE SOĞUTMA KANALI UYGULAMALARI

IS makinası ebişör tarafında müldebakların daha etkin soğutularak makinaya devir verme çalışmalarını kapsamaktadır. Özellikle PB kavanoz üretimlerinde makinaya devir verme kısıtının en büyük nedeni yüksek hızlarda sıcaklık artışı nedeniyle ürün kafasında yaşanan deformasyondur. Bunu aşabilmek için, müldebak soğutma havasının etkinleştirilmesi amacıyla müldebakların üzerinde bulunan mevcut soğutma kanallarının yanında daha derin dikey kanallar, ebişörlere de bu derin kanalların karşılıklarında delikler açılmıştır. Bu sayede müldebak soğutmadan gelen soğutma havasının, müldebağı soğutarak, ebişördeki delikler üzerinden bölgeyi terk etmesi sağlanmıştır. (**Şekil.15**)

Eylül ayı içerisinde devir verme çalışması yapılan ürünler ve devir artış oranları **Tablo.12**'de verilmektedir. Görülebileceği gibi ortalama olarak %5 oranında bir devir artışı sağlanmıştır.



Şekil.15 Müldebak soğutma kanalı ve ebişör delikleri

MAKİNA	PROSES	TARİH	ÜRÜN	BÜTÇE DEVİRİ (d/d)	YENİ DEVİR (d/d)	% ARTIŞ
D1	PB	05.09.2004	102921	216	226	% 5,0
C2	PB	06.09.2004	148366	160	168	% 5,0
C2	PB	09.09.2004	144966	174	178	% 2,0
C2	PB	13.09.2004	101066	172	180	% 5,0
C2	PB	18.09.2004	154366	172	180	% 5,0
C2	PB	28.09.2004	150572	172	176	% 2,0
D4	PB	05.10.2004	107037	190	200	% 5,0

Tablo.12 Devir artışı sağlanan ürünler ve devir artış oranları

Devir verme çalışması yapılan ürünler için 2004 yılı AT bütçe ve ortalama fiyat değerleri üzerinden önümüzdeki dönemlere ışık tutması amacıyla bir değerlendirme yapılmış ve bu değerlendirme **Tablo.13** ve **Tablo.14**'te verilmiştir.

ÜRÜN	2004 YILI ÇALIŞILACAK GÜN SAYISI	BÜTÇE DEVİRİ (d/d)	YENİ DEVİR (d/d)	2004 YILI ÜRETİLMESİ PLANLANAN ADET	YENİ DEVİR İLE ÜRETİLEBİLECEK ADET	ÜRETİM FARKI (ADET)
102921	32	216	226	7.102.000	7.193.000	91.000
148366	7	160	168	1.315.000	1.380.000	65.000
144966	18	174	178	4.000.000	4.090.000	90.000
101066	24	172	180	4.912.000	5.139.000	227.000
154366	6	172	180	1.218.000	1.274.000	56.000
150572	41	172	176	8.883.000	9.092.000	209.000
107037	33	190	200	7.222.000	7.556.000	334.000

Tablo.13 Yeni devir ile elde edilebilecek ürün adetleri

ÜRÜN	ÜRETİM FARKI (ADET)	2004 YILI ORTALAMA BİRİM MALİYET (TL)	2004 YILI ORTALAMA SATIŞ FİYATI (TL)	ELDE EDİLEBİLECEK KAZANÇ (TL)	ELDE EDİLEBİLECEK KAZANÇ (USD)
102921	91.000	49.245	115.070	5.990.075.000	4.225
148366	65.000	100.048	227.095	8.258.055.000	5.825
144966	90.000	85.126	216.280	11.803.860.000	8.327
101066	227.000	86.944	216.310	29.366.082.000	20.715
154366	56.000	85.732	227.095	7.916.328.000	5.584
150572	209.000	91.988	232.310	29.327.298.000	20.688
107037	334.000	66.054	155.540	29.888.324.000	21.084
TOPLAM				86.000 USD	

Tablo.14 Yeni devir ile elde edilebilecek kazançlar

Tüm standart kavanozlar ele alındığında elde edilebilecek kazanç daha da yukarı değerlere ulaşmaktadır. 2005 yılında AT olarak öngörümüz, tüm standart kavanoz çeşitlerinde ortalama %5 oranında devir artışı sağlamak olacaktır.

Ayrıca, müldebakların soğutulmasında zorluk yaşanan, kafa yüksekliği fazla BB ürünlere de uygulanması konusunda çalışmalar başlatılmıştır.

5.SONUÇ

AT olarak geliştirme çalışmalarımız bu yılın ikinci yarısından sonra başlamış, yapılan çalışmalardan önümüzdeki dönemlere ışık tutabilecek çok tatminkar sonuçlar ve kazanımlar elde edilmiştir. Bu noktada, geliştirme kazanımlarını özetleyecek olursak;

- Ürün kalitesinin artırılması,
- Ürün maliyetlerinin azaltılması
- Fırın kapasitelerinin maksimum kullanımının sağlanması,
- Daha fazla üretim adetlerine ulaşılması,
- Müşteri beklentilerinin karşılanması,
- Müşteri şikayetlerinin azaltılması
- Kısa süre ve kısa lotlar ile üretim yapılması,

olacaktır.

Yapılan çalışmalar, Ambalaj Grubu olarak gelecekteki hedeflere ulaşılmasında birer basamak oluşturacaktır.

6.KAYNAKLAR

1. *IS Glass Forming Machine Type EF 4 ¼", 5"*
2. *Mold Design Book, Emhart*
3. *Bottle Design Seminar, AGR*

BORCAM BANT TEMPERLEME HATTI

Erhan İter - Zeki Alimoğlu

İş Geliştirme M¼d¼rl¼đ¼ / Cam Ev Eşyası Grubu

Yalçın G¼ney

Kırklareli Fabrikası / Cam Ev Eşyası Grubu

zet

Cam Ev Eşyası r¼n yelpazesi incelendiğinde, geniş bir grup r¼n¼n, geometrilerindeki çeşitlilikten dolayı fabrikalarımızdaki mevcut klasik turnet tipi temperleme hatlarında istenilen kalitede ve verimli bir şekilde temperlenmesine olanak olmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan teknik değerlendirmeler sonucunda elimizdeki bu hatların en önemli zaaf noktalarının, mamul y¼kleme zorlukları, y¼ksek üretim hızlarında mamul¼ gereken sıcaklığa homojen bir şekilde ulaştırmak için gereken s¼relere ve y¼kleme yapısına izin vermemeleri, soğutma havasının cam y¼zeyine verimli bir şekilde aktarılamaması olduğu belirlenmiştir.

Bu doğrultuda yapılan inceleme ve araştırmalar bant tipi bir temperleme hattının, gözlemlenen bu sorunları ortadan kaldıracakđı belirlenmiş, Cam Ev Eşyası Grubu İş Geliştirme M¼d¼rl¼đ¼nce, temperleme hatları konusunda uzun seneler çalışmış bir Fransız danışmanın eşliğinde bant tipi bir temperleme hattının tasarımı yapılmıştır.

Tasarım projesini takiben imalatı tamamlanan hat, Kırklareli Fabrikası Borcam P8 hattının sonuna yerleştirilmiş ve 6 aydan beri çalışmaktadır. Borcam P9 ve P10 hatlarında üretilen r¼nlerin aynı anda besleneceği ikinci bir bant temperleme hattının üretimi ve montajı tamamlanmış kasım 2004 itibari ile devreye alınacaktır.

Giriş

Camın mekanik, termal şok ve darbe dayanım direncini b¼y¼k l¼de artırdığı için, cam üretiminde en çok kullanılan proseslerden biri temperlemedir. Bu proses, cam ev eşyası ve sınai cam mamul üretiminde daha sık olarak bardak, ayaklı bardak, fincan, tabak, fırın kabı, çamaşır makinesi gözetleme camı gibi y¼ksek adetlerde talep edilen, y¼ksek darbe dayanımına ihtiyaç duyulan ve kullanım alanları gereği ani sıcaklık değerişimlerine maruz kalan r¼nler için kullanılmaktadır.

Temperleme oldukça temel ve yaygın bir proses olarak göz¼kmekle birlikte, özellikle cam ev eşyası üretiminde r¼nlerin geometrilerindeki çeşitlilikler, içerdikleri kalınlık, şekil değerişimleri ve kompozisyon farklılıkları nedeniyle, hem teoride hem de pratik uygulamalarda t¼m incelikleri net olarak ifade bulmamış, bir ucu devamlı yeni araştırmalara, deneysel çalışmalara ve uygulama çeşitliliğine açık bir prosesidir.

1. Projeye Baz Olan Deneyimlerimiz ve çalışmalarımız, Bug¼n hangi noktadayız?

Cam Ev Eşyası Grubu içerisinde mevcut ve uzun yıllardır uygulanan klasik CMT turnet tipi temperleme prosesinin tekniğini geliştirmeye yönelik çalışmalar ilk olarak, alternatif bir temperleme tekniğini ve prosesini simule etmek üzere geliştirilen bir ‘‘Temperleme Test nitesinin’’ kurulumu ve 1999 yılı sonunda başlayan deneysel ve teorik temperleme çalışmalarıyla başlamış, elde edilen sonuçlar ilk olarak 15. Cam Problemleri Sempozyumunda sunulmuştur.

Daha sonraki aşamada, bu deneysel çalışmalarla elde edilen bulgular ışığında, pres-¼fleme ve ayaklı bardak r¼nler için ‘‘Döner şoklama Tekniği’’ ile temperleme yapan iki hat tasarımı CEE m¼hendislik kaynakları ile gerçekleşmiş, ağustos 2001 tarihinde Kırklareli Fabrikası H28/5 ve ocak 2003 tarihinde Eskişehir Fabrikası OCMİ retim hatlarının sonunda devreye alınmıştır. (Bkz. ¼fleme Bardak ve Ayaklı Bardaklarda Temperleme, 17. Cam Problemleri Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı)

2. Neden Bant Temperleme Hattı?

Temperleme çalışmalarımızın en yakın aşamasında araştırmalarımız ve gözlemlerimiz bize şunu gösteriyor : Az kayıpla en uygun mamul yükleme olanağını veren, gereken sıcaklığa homojen bir şekilde ısıtma şartlarını sağlayan, geniş alana yayılmış üste ve alta yerleştirilmiş üfleme nozzle'ları yapısıyla soğutma havasını oldukça verimli bir şekilde cam yüzeyine aktaran, basit, kolay, seri işleyişe olanak tanıyan yapısı ile Bant Temperleme Hattı, Borcam ürün grubu göz önüne alındığında oldukça verimli ve uygun.

Bant tipi temperleme hattı çalışması geniş bir perspektifle bakıldığında, ileride tamamlanması planlanan çok aşamalı ve uzun soluklu bir çalışmanın başlangıç aşamasını oluşturuyor.

Bu uzun soluklu ve çok aşamalı çalışmanın şu anda bahsedilebilecek ilk aşamasında, tercih edildiği takdirde, devreye alındığı Borcam üretim hattı üzerinde temperleme ile mamullerin artan fiziksel mukavemeti balonlu naylonu, kraft kağıdı ile değiştirmemize, bazı ürünlerde pasta kutudan pencereci kutuya geçmemize, bazı dış kutulara da daha fazla sayıda pencereci kutu yerleştirmemize ve daha düşük maliyetli bir ambalajlamaya olanak tanıyacaktır.

3. Ön Mühendislik Çalışmaları

Bant temperleme hattının tasarımına başlanmadan önce, Kırklareli Fabrikası Borcam hattı ürün yelpazesinde yer alan minimum ve maksimum üretim hızı, gramaj, çap ve çekiş aralığında tüm mamuller incelendi. Bu aralıktaki tüm ürünlerin temperlenebilmesi için uygun olan bant hızı, bant genişliği, cama ve banda aktarılması gereken ısı kapasitesi, mamullerin fırın içerisinde kalma süreleri, bek sayısı, ortalama bek kapasiteleri, fırın uzunluğu, fırın kesit yapısı, bant hatve ve helezon aralığı, tel ve şiş çapları, üfleme nozzle çapları ve yerleşimleri, gerekli fan basınçları, fırın set sıcaklık aralığı, fırın ısı yalıtımı hesaplarla belirlendi..

Max. Çekiş :	954 kg/saat	
ΔT :	500 °C	
Bant Sıcaklığı :	750 °C	
Mamulun fırın içinde kalma süresi :	6 dak.	
Zone :	2250 mm	Süre kontrol : 5.7 dak.
Bant Genişliği :	0.75 m	

	Mamul	Çap/Boyut	ppm	Çekiş (kg/saat)	Sıra Ara	Mamul/ sıra	İtiş/ dak.	Bant Hızı (mm/dak)	Q Toplam (kCal/saat)	Bek ortalama kapasite (kCal/saat)	Bek Sayısı	Zone Sayısı	Fırın Boyu
Min. ppm	59204	400 x 270	7	777	316	1	7.0	4100	766,969	40,000	20	10	23,400
Max. ppm	59223	223	17	513	259	2	8.5						
Min Gramaj	59233	193	20	420	217	2	10.0						
Max. Gramaj	59204	400 x 270	7	777	316	1	7.0						
Min. Çap	59414	170	15	405	650	3	5.0						
Max. Çap	59014	320	13	923	336	2	6.3						
Max. Oval	59204	400 x 270	7	777	316	1	7.0						
Min Çekiş	59233	193	20	420	217	2	10.0						
Max. Çekiş	59014	320	13	923	336	2	6.3						

4. Bant Temperleme

Bant temperleme hattını incelediğimizde, hattın yapısı iki ana bölümden oluşur. Bu iki bölüm aynı zamanda iki farklı prosesi de birbirinden ayırır.

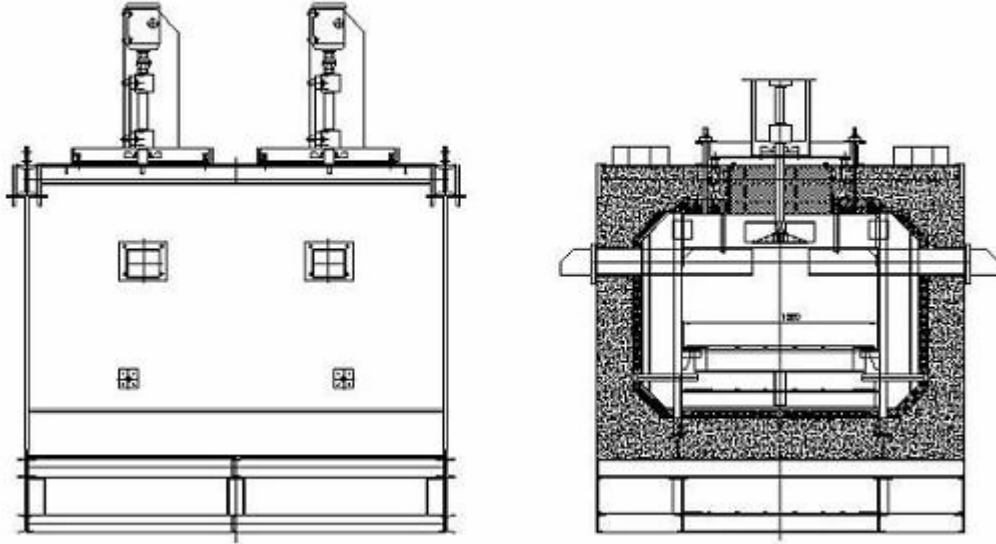
4.1. Fırın / Isıtma Prosesi

Isıtma aşamasında ürünler yumuşama sıcaklığı civarına kadar ısıtılır ve o sıcaklıkta tüm cam kalınlığı içerisinde sıcaklık homojenitesine erişmek üzere bir süre tutulur. Genellikle bu sıcaklık borosilikat cam için 680-700 °C dir.

Ulaşılmaması gereken en yüksek sıcaklık, ürünün özelliklerine, kimyasal kompozisyonuna, geometrisine ve kütlesine göre değişiklik gösterir.

Bant üzerinde temperleme hattında, ısıtma prosesi olarak, süreksiz ısıtmalı cebri konveksiyon kullanıldı. Bu, cam hacmi içerisindeki sıcaklık homojenitesini sağlarken, mamullerin direkt ısıtmaya maruz bırakılmayarak deforme olmalarını önledi.

Isıtma tüneli, cebri konveksiyon havasının devridaimini sağlayan sirkülasyon fanları ve beklerin yerleştirildiği modüllerden oluşturuldu. Modüllerin yüksek ısıya direkt maruz kalan yüzeylerinde AISI 310s malzeme kullanıldı.



4.1.1. Atmosferik bekler

Bant temperleme hattında ısıtma amaçlı kullanılan bekler ve kontrol sistemi, soğutma ve CMT turnet tipi temperleme fırınlarında sıkça kullanılan bek ve kontrol sistemlerinden farklı bir yapı içermektedir. CMT turnet tipi temperleme fırınlarında tüm beklere bir fan dan sağlanan yakma havası bir devre vasıtasıyla dağıtılır. Soğutma fırınlarımızda kullanılan bekler ise genellikle, her bir bek üzerinde kendi yakma havasını sağlayacak bir mini fan içerir. Her iki sistemde de, bekin ısıtma kapasitesi, oransal kontrollü bir yakma sistemi vasıtasıyla beke gönderilen yakıtın ve yakma havasının miktarının değiştirilmesi ile ayarlanır. Bant Tipi Temperleme hattında ise atmosferik bek kullanıldı. Bu bek, yakıtı yakmak için gereken havayı direkt açık ortamdan kendi emer. Her bir bek kendi içinde eşit ısıtma kapasiteli ikiz iki bekten oluşur. İşleyiş sırasında kontrol panelinde belirlenen sınır iki set sıcaklığı aralığına göre, bu ikiz beklere ya ikisi birden ya bir tanesi yanar durumdadır yada ikisi birden sönmük konumdadır. Atmosferik bekler basit yapıları, sorunsuz işleyişleri ve kolay bakımları ile oldukça avantajlıdır.



4.1.2. Tel bant

Bant temperleme hattında bant ile ilgili önemli iki unsur ön plana çıkar. Bunlardan ilki, temperleme sırasında her seferinde mamulle birlikte bandında şok soğumaya maruz kalmasıdır. Bu nedenle bant malzemesinin uzun süreli yüksek sıcaklıklara ve tekrarlayan yüksek termik şoka dayanabilir özel malzemeden seçilmesi gerekmektedir. İkinci unsur ise şoklama havasının kolay nüfuzunu ve tahliyesini sağlayabilmesi amacıyla tel bant hatve ve helezon aralıklarının belli bir genişlikte tutulması gerekmektedir.

4.2. Üfleme Manifoldları / Temperleme Prosesi

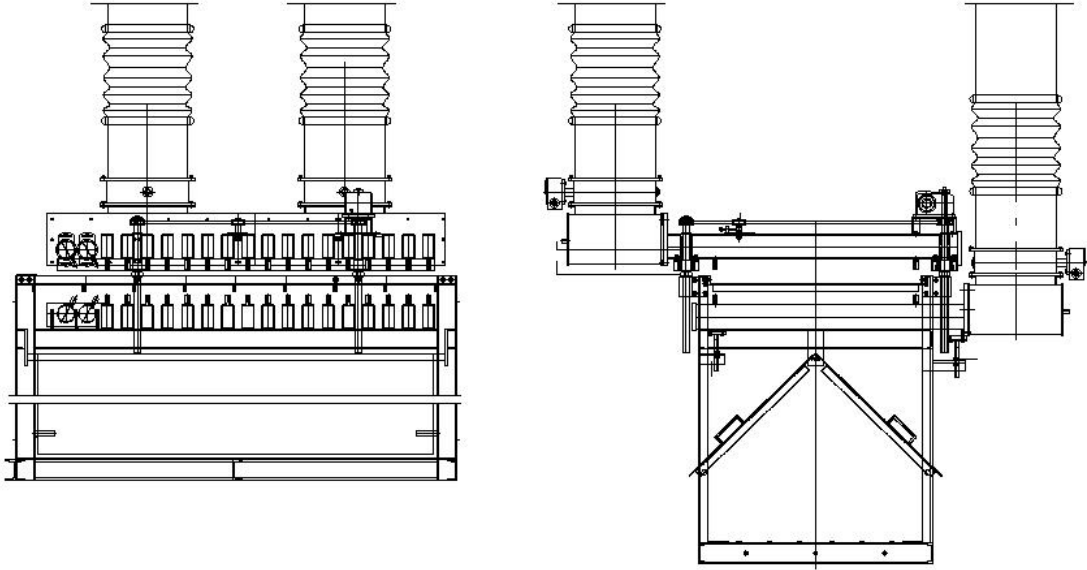
4.2.1. Hızlı soğutma (Şoklama)

Bu aşamanın tanımı, yüksek ısı iletimi faktörlü konveksiyon ile sağlanan yüksek soğutma hızları ile ısıtma prosesinden gelen mamulleri gerilme noktası sıcaklığına (PK-E, Borcam için 525 °C) düşürmektir.

Bu aşama temperlemenin kalitesini ve temperleme derecesini belirleyen en önemli aşamadır.

Bu aşama sırasında mamulün yüzeyi ve iç sıcaklığı arasındaki fark, üfleme nozzle'larından mamul üzerine yönlendirilen havanın hızı/basıncı, tasarlanan ve ulaşılmaması istenen temperleme derecesini belirler.

Bant temperleme hattında şoklama havası, bandın üst ve altına yerleştirilmiş, yükseklikleri ayarlanabilir, bant ilerleme yönünde ve eninde geometrik bir ağ oluşturacak şekilde yerleştirilmiş nozzle'lar vasıtasıyla mamulün üst ve alt tarafına dik hava jetleriyle üflenir. Şoklama, fırın çıkışından sonraki ilk 1+1 metrelik bölümdür. Üfleme manifoldlarında okunan maksimum basınç temperleme için kritik süreyi kapsayan ilk 1 metrede ikinci 1 metrede olduğundan daha yüksektir.

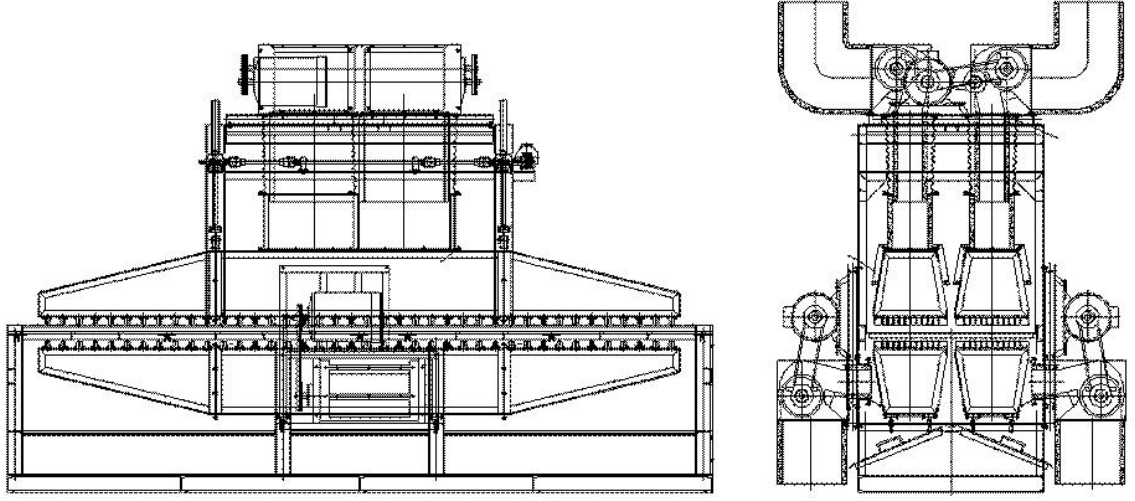


Bu kısımda, hat üzerindeki değişik ayar sistemleri, hava basıncını/hızını, bant hızını ve üfleme başlıklarının mamule olan mesafelerinin değiştirilmesine izin vererek üfleme koşullarının ve buna bağlı olarak temperleme koşullarının değiştirilmesine izin verir.

4.2.2. Soğutma

İlk 1+1 metrelik şoklama bölümünde gerilme noktası sıcaklığının altına düşmüş mamullerin, hemen sonraki 4 metrelik bölümde daha yavaş soğutma hızı, daha düşük hava basıncıyla,

paketlemeye girebilecek sıcaklığa kadar düşürüldüğü bölgedir.



5. Temperleme Kalitesinin ve Derecesinin Belirlenmesi / Termal Şok Dayanım Testleri

Kırklareli fabrikasında, Bant Temperleme Hattında temperlenen ürünlere uygulanan termal şok testlerinde, hat sonundan alınan 3 mamulden ilki 300 mesh zımpara kullanılarak iç tarafından, ikincisi dış tarafından zımparalanarak, üçüncüsü ise zımparalanmadan bırakılarak, termal şok sıcaklık farkı ΔT 150 °C 'tan başlayıp, bu sıcaklık farkı her seferinde 10 °C artırılarak, maksimum termal şok dayanım sıcaklık farkı belirlenir. Kırklareli fabrikası Borcam P8 hattı ürün grubu göz önüne alındığında;

0 – 60/70mm derinliğe kadar olan mamullerin;

- iç zımparalı olarak 180-220 °C
- dış zımparalı olarak 190-220 °C
- zımparasız olarak 200-250°C aralığında bir termal şok dayanımı

60/70mm derinliğin üzerinde olan mamullerin;

- iç zımparalı olarak 150/170-190 °C
- dış zımparalı olarak 180-200 °C
- zımparasız olarak 190-230 °C aralığında bir termal şok dayanımı gösterdiği belirlenmiştir.

6. Sonuç

Tasarım projesini takiben imalatı tamamlanan Bant Temperleme Hattı, Kırklareli Fabrikası Borcam P8 hattının sonuna yerleştirilmiş ve 6 aydan beri çalışmaktadır. Borcam P9 ve P10 hatlarında üretilen ürünlerin aynı anda besleneceği ikinci bir bant temperleme hattının üretimi ve montajı tamamlanmış kısım 2004 itibari ile devreye alınacaktır.

Az kayıpla en uygun mamul yükleme olanağını veren, gereken sıcaklığa homojen bir şekilde ısıtma şartlarını sağlayan, geniş alana yayılmış üste ve alta yerleştirilmiş üfleme nozzle'ları yapısıyla soğutma havasını oldukça verimli bir şekilde cam yüzeyine aktaran, basit, kolay, seri işleyişe olanak tanıyan yapısı ile Bant Temperleme Hattı, Borcam ürün grubu göz önüne alındığında oldukça verimli ve sorunsuz çalışıyor.

Bant tipi temperleme hattı çalışması geniş bir perspektifle bakıldığında, ileride tamamlanması planlanan çok aşamalı ve uzun soluklu bir çalışmanın başlangıç aşamasını oluşturuyor. Bu uzun soluklu ve çok aşamalı çalışmanın şu anda bahsedilebilecek ilk aşamasında, tercih edildiği takdirde, devreye alındığı Borcam üretim hattı üzerinde temperleme ile mamullerin artan fiziksel mukavemeti balonlu naylonu, kraft kağıdı ile değiştirmemize, bazı ürünlerde pasta kutudan pencereli kutuya geçmemize, bazı dış kutulara da daha fazla sayıda pencereli kutu yerleştirmemize ve daha düşük maliyetli bir ambalajlamaya olanak tanıyacaktır.

Cam Ev Eşyası Grubu bünyesinde bir temperleme fırınında ilk defa kullanılan atmosferik bekler basit yapıları, sorunsuz işleyişleri ve kolay bakımları ile oldukça avantajlı.

Cam Ev Eşyası Grubu bünyesinde ilk defa bir temperleme hattına iki ayrı üretim hattından gelen mamuller aynı anda yükleniyor. Proje öncesinde ~3.3m'lik geniş yapılarıyla oldukça fazla yer kaplayan 3 soğutma hattı yerini 1.97m'lik oldukça dar yapılarıyla 2 temperleme hattına bırakacaktır.

VAKUMDA İNCE FİLM KAPLAMA YÖNTEMİNDE KULLANILAN KALAY TARGETLERİN YERLİ İMKANLARLA ÜRETİMİ

M. Can AKYÜZ

Trakya Cam Sanayii A.Ş Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikası/Düzcam Grubu

Hüseyin PARLAR - Seniz TÜRKÜZ

Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü /Şişecam

Doç.Dr. Ali ASLANKAYA

Tübitak / MAM

Kuruluşumuzda DC Magnetron Sputtering Sistemiyle Kaplamalı Cam üretimi yapan bir adet kaplama hattı mevcut olup, elde edilen gerek güneş kontrol gerekse ısı kontrol (Low-E) ürünleriyle ülkemiz pazar taleplerinin büyük bir bölümü karşılanmaktadır. Ayrıca Cam Araştırma Merkezi'miz laboratuvarında mevcut Laboratuvar - Pilot boyutta DC Magnetron Sputtering cihazı ile yeni kaplamalı cam ürünleri geliştirilmekte, Şişecam ürün yelpazesi zenginleştirilmektedir.

Güneş Kontrol ve Low-E camların elde edilmesi için Cam yüzeyine uygulanan kaplama işleminde, çok katlı metal ve metal bileşenleri kullanılmaktadır. Proseste kullanılan en önemli yardımcı hammadde Kalay Targeti, bakır bir levha üzerine yapıştırılmış olarak yurt dışından temin edilmektedir. Kullanım sırasında Kalay metali sarfiyattan dolayı incelmekte, ve yüzey şekli bozularak zamanla kullanılamaz hale gelmektedir. Zaman içinde kaplama verimi düştüğü ve yüzey homojenliği bozulduğundan ötürü target kaplama hattından sökülerek değiştirilmektedir. Bakır levhaya yapışmış olan kalay ayrılıp yeni kalay malzemesinin bakır levhaya yapıştırılması yani targetin yenilenmesi gerekmektedir. Bu işleme "refill" (yeniden dolun) ismi verilmekte ve yurt dışında yaptırılmaktadır.

Kalay Targetlerinin yurt içinde yenilenmesi için bir proje gerçekleştirilmiştir. TİDEB destekli olarak yürütülmüş olan projede TÜBİTAK MAM dan hizmet alımı gerçekleştirilmiş olup, proje 18 ayda başarıyla sonuçlandırılmıştır.

CAM laboratuvarında bulunan kaplama cihazında kullanılan kalay targetleri boyutlarında denemelerin olumlu sonuçlarını takiben endüstriyel ortamdaki kaplama hattında kullanılan boyutlarda denemeler yapılmıştır. Burada da olumlu sonuç alınmış olup ticari anlamda seri üretime geçiş aşamasına gelinilmiştir. Targetlerin yurt içinde seri üretim halinde ticari anlamda "refill" yapılabilme imkanının yaratılması ile; ülkemiz için yurt dışına döviz çıkışının önlenmesine, şirketimiz için ise gerek targeti stokta bekletmenin yarattığı stok maliyeti ve finansman giderinden tasarruf sağlanmasına gerekse tedarik maliyetinin azaltılmasına yol açacağından **1 yılda 120.457 Euro** tasarruf sağlanacaktır. Projenin diğer bir önemi de yeni malzeme geliştirmesine olanak sağlayacak olmasıdır. Farklı malzemeler ve bunların alaşımları ile elde edilecek targetlerle laboratuvar ölçeğinde deneme çalışmaları yapılabilecek, yurt dışına bağlı olmaksızın yeni ürünler geliştirilebilecektir.

Anahtar Sözcükler: Kalay , Target , Kaplama,

1.Giriş

Magnetron sputtering teknolojisi ile çalışmakta olan Kaplamalı Camlar Üretim Hattımızda, cam üzerine ince bir metalik film oluşturularak, muhtelif iklim ve güneş kontrol kaplamalı camları üretilmektedir. Kaplamalı camın ana hammadde ise cam ve target malzemesidir. Cam üzerindeki metalik (Metal, metaloksit, metalnitür) filmin oluşturulabilmesi için gümüş (Ag), kalay (Sn), nikelkrom (NiCr), krom (Cr), titanyum (Ti) gibi targetler kullanılmaktadır.

Kalay targeti Kaplamalı camların İklim kontrol (Low-E , IMF Konfor) ve Güneş Kontrol (ISS , ITR) ürünlerinde ortak olarak kullanılan bir malzemedir.Üretim hattında en çok kullanılan kalay targetinin bu yılki bütçe değerlerine göre yıllık kullanım miktarı 106 adettir.

Teknolojinin bir gereği olarak, target üzerindeki kalay metalinin %25 civarındaki bir oranı target bünyesinden ayrılarak cama geçmekte geriye kalan %75 lik miktar ise kaplama üretimi açısından hiçbir değeri olmayan kalay talaşı haline gelmektedir.Targetin % 25 lik kısmı kullanılırken aşınan kısımlar frezede 2-3 kez düzeltilmektedir.

Freze işleminden geçirilerek elde edilen kalay talaşı ise hurdaya atılmamakta,Topluluk kuruluşlarından Ferro Döküm A.Ş'ne 7.500.000 TL/Kg bedelle satılmaktadır.Ancak Yurt içinde kalay target üretimi sırasında kullanılacağı için kalay talaşı satışı durdurulmuş olup halen Malzeme Ambarında 2338 kg bu şekilde ayrılmış kalay talaşı vardır. (kalayın hammadde fiyatı 13.500.000TL/ kg'dır.)

Kalay targeti yaklaşık 4 metre boyunda olan bakır taşıyıcı levha üzerine 20mm kalınlığındaki %99,9 saflıktaki kalay metalinin yine aynı boyutlarda tek parça olarak yapılandırılması suretiyle elde edilmekte ve bu işlemde ara bağlayıcı malzeme olarak Indium metali alaşım halinde kullanılmaktadır.

Kalay targeti Kaplamalı Camlar işletmesinin kurulduğundan beri Yurt dışından (Leybold ve Heraeus / Almanya) yeniden dolum işlemi (refill) yaptırılarak temin edilmektedir. Refill , Kullanım ömrü biten kalay targetlerin yeniden kullanılabilir hale getirilebilmesi amacıyla yurtdışına tamire gönderilmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır.

Kalay target üzerinde kalan yaklaşık 0,5-1 mm kalınlığındaki kalay metali ve bakır taşıyıcı levha ile birlikte yurt dışına gönderilmekte ve Yurt dışında taşıyıcı levha üzerindeki kalay arındırılarak, 20 mm kalınlığındaki kalay ile aynı bakır plakanın birleştirilmesi yapılmaktadır.

2. Kalay Targetin Yurt İçinde Üretilmesi Projesi Kapsamında yapılan Çalışmalar

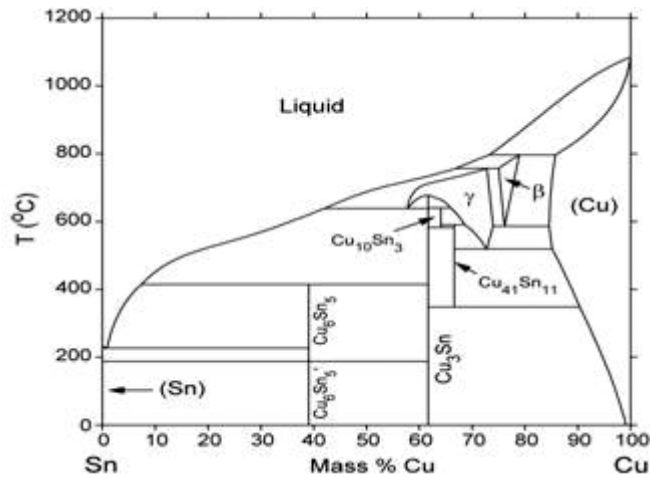
Bu projenin amacı, Kaplamalı Camlar hattımızın ticari üretime geçtiği 1995 yılından beri yurt dışından temin etmekte olduğu kalay targetin yurt içinden üretim imkanlarını yaratmak, stokdaki 46 Adet kalay target sayısını 12 adete düşürmek ve tedarik çevrim süresini de 120 günden 9 güne indirerek, stok maliyetini ve finansman giderlerini azaltmaktır.

Ayrıca Dış Satınalmanın, yurtdışına “refill” için kalay targeti gönderimini de ortadan kaldırarak çok zaman ve emek isteyen bürokratik işlemleri ve kalayın tekrar yurda getirilmesi sırasında gümrükte yaşanan problemleri sona erdirmektedir.

2.1.Proje Kapsamında Cam Araştırma Merkezi (CAM) ve TÜBİTAK ile Sürdürülen Ortak Çalışmalar

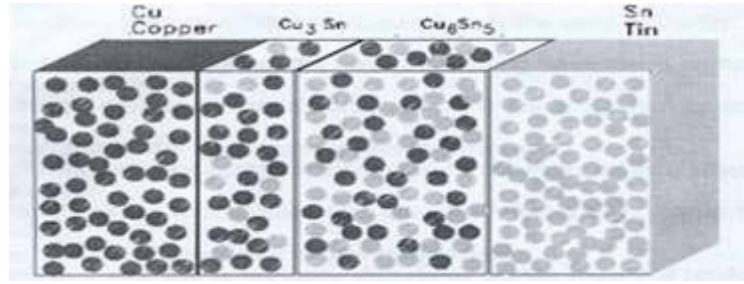
Tübitak ile CAM tarafından “ Vakumda ince film kaplama yönteminde kullanılan kalay targetin yerli imkanlarla üretimi ” projesi 2003 yılında başlatılmıştır. Proje başlangıcında bakır-kalay metal çiftinin yapılandırılması ile ilgili literatür bilgileri araştırılmıştır.

İki metalin birbirine yapıştırılması mekanik tutunma veya metalürjik bağ oluşturarak, yani yayınım (difüzyon) kontrollü bir proses ile gerçekleştirilebilir. Bu çalışmanın amacı, yayınım kontrollü bir prosesle Cu/Sn metalik çiftinin birleştirilmesidir. Söz konusu metallerin iyi hazırlanmış yüzeyler ile yeterli sıcaklıkta temasları sağlandığında oksidasyon ciddi bir problem yaratmadığı taktirde atmosfere açık ortamda birbirlerine tutunması beklenir. Atom çapının büyük olması nedeniyle kalayın yayınımı güçtür. Sıcaklığın etkisiyle daha küçük olan bakır atomları kalay içerisine doğru yayınmaktadır. Bu yayınım, ara yüzeyin kalay tarafında bazı metaller arası bileşiklerin (intermetalikler) oluşumu yoluyla gerçekleşir [1]. Şekil 1’ de verilen Sn-Cu denge diyagramında görülebileceği gibi bakır ve kalayın oluşturdukları farklı metaller arası bileşikler mevcuttur.



Şekil 1. Cu-Sn ikili faz diyagramı [2].

Denge diyagramından görüldüğü gibi Sn bakır içerisinde katı çözünebilirliğe sahiptir, ancak bunun tersi gerçekleşmez. Bakırın, kalay ile kuvvetli reaksiyonu sayesinde yapıştırma prosesi esnasında bakır-kalay ara yüzeyindeki yayınım bölgesinde bakır, Şekil 2’de şematik olarak gösterildiği gibi kalay içerisinde metaller arası bileşikler oluşturarak ilerler. Oluşan bu metaller arası bileşikler yapışma ara yüzeyinin mekanik özelliklerini belirleyen önemli bir süreçtir.



Şekil 2. Bakır- Kalay ara yüzeyi şematik görüntüsü.

Bu intermetalik zon, zamana ve sıcaklığa bağlı olarak büyüyen bir tabakadır. Intermetalik zonun iki bölgeden oluştuğu söylenilebilir; bakıra yakın bölümde Cu_3Sn intermetalikleri, kalaya yakın bölgede ise Cu_6Sn_5 intermetalikleri oluşur. Difüzyon bölgesinde oluşan metaller arası bileşiklerin genel karakteristiği olarak bu zon, bileşen her iki metalin saf hallerine kıyasla daha serttir.

2.1.1.Kullanılan malzemeler

Kullanılan malzemeler min %99.9 saflıkta ve yüzeyleri frezede işlenerek düzeltilmiş bakır ve kalay levhalardır. Bakır ve kalay metallerini incelediğimizde, fiziksel özellikleri açısından birbirinden oldukça farklı malzemeler olduğunu görmekteyiz. Tablo 1.de her iki malzemenin bazı temel fiziksel özellikleri verilmiştir. Tablo 2 ve 3' de üretimi hedeflenen target boyutları ve metal ağırlıkları verilmiştir. Yapıştırılacak metal yüzeyleri özellikle yağ türü kirliliklerden arındırılmak amacıyla yapıştırma işlemi öncesi alkol ile temizlenmelidir.

Tablo 1. Bakır ve kalay metallerinin bazı fiziksel özellikleri.

	T_{erg}	Termal İletkenlik [$W m^{-1} K^{-1}$]	Termal genleşme katsayısı [K^{-1}] * 10^{-6}	Elektrik iletkenliği	Kristal Yapı
Cu	1084	400	16.5	60.7	YMK
Sn	231	66.6	22	8.7	BCT (>13°C)

Tablo 2. Küçük target boyut ve ağırlığı.

	Kalınlık	Boy	Genişlik	Metal Ağırlığı
Sn	6mm	487.5mm	87mm	1.908kg
Cu	8mm	487.5mm	87mm	3.040kg

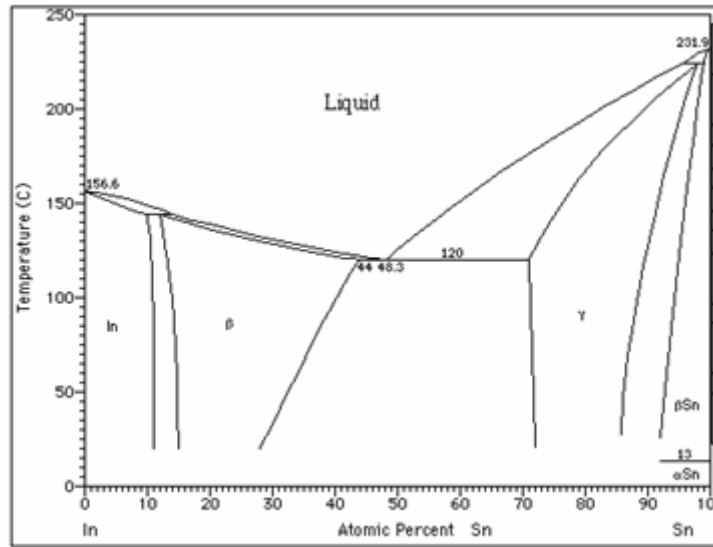
Tablo 3. Büyük target boyutları ve ağırlığı.

	Kalınlık	Boy	Genişlik	Metal Ağırlığı
Sn	20mm	3660mm	230mm	123.07kg
Cu	8mm	3700mm	280mm	74.26kg

2.1.2. Bakır-Kalay metal çiftinin üçüncü bir metal (Indium) yardımıyla birbirine yapıştırılması

Cu/Sn çifti oluşturmak üzere yapılan yapıştırma çalışmalarının bu aşamasında ergime sıcaklığı her iki metalden daha düşük bir yardımcı ajanın arayüzeyde kullanılması ele alınmıştır. Tüm Cu/Sn arayüzeyinde her noktada her iki yüzeyi de aktif hale getirebilmek için bir ara bağlayıcının kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılacak en uygun metal ergime sıcaklığı düşük olan indium metalidir. Indium metalinin ergime sıcaklığı yaklaşık 157°C dir. Ancak ekonomik olması ve daha düşük sıcaklıklarda ergime sağlanabilmesi amacıyla indium saf halde kullanılmamıştır. Bunun yerine %50-50 oranlarında hazırlanan Sn-In alaşımı tercih edilmiştir. Şekil 3’ de verilen In-Sn faz diyagramından görüleceği gibi bu oranda hazırlanmış bir alaşımın ergime sıcaklığı 120°C civarındadır. Bu alaşımın hazırlanmasında min. %99.9 saflıkta indium metali kullanılmıştır. Ara bağlayıcı Sn-In alaşımı kullanılarak iki tür deneme yapılmıştır.

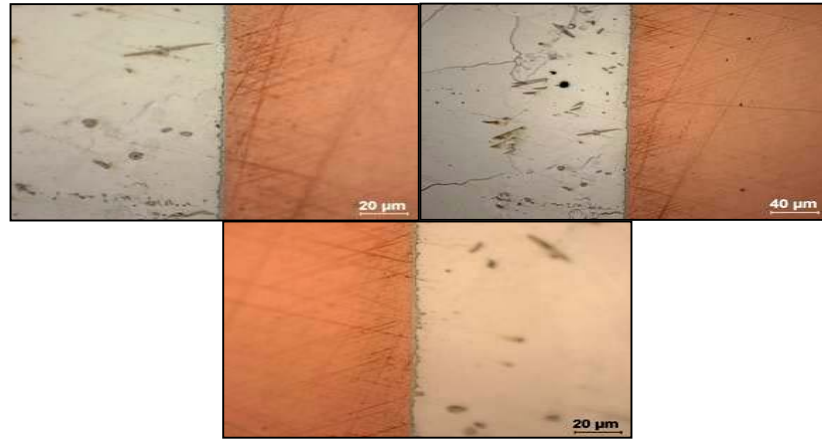
Birinci denemede Şişecam AR-GE’ de kullanılan küçük target boyutlarında Cu ve Sn plakalar hazırlanmıştır. Düşük ergime sıcaklığına sahip alaşım küçük bir kroze içerisinde ergitilerek 170-180°C arası sıcaklıkta tutulan Sn ve Cu plakalardan Cu yüzeyine sürülerek, Sn plakanın yapışma pozisyonunda sıvı alaşımın sürüldüğü yüzeye oturtulup yük altında (~1-2 Kg/cm²) maksimum sıcaklıkta 30 dakika bekletilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Ara yüzeyde oluşan ince intermetalik tabaka Şekil 4’ de verilen ışık mikroskobu ve Şekil 5’ de verilen SEM mikrograflarında görülmektedir. Bu intermetalikler Tablo 4’ de verilen EDS analizlerinden de anlaşılacağı üzere muhtemelen üçlü metaller arası bileşiklerdir. Yapıştırma sonucu elde edilen Cu-Sn metalik çiftinin görüntüsü Şekil 11’ de verilmiştir.



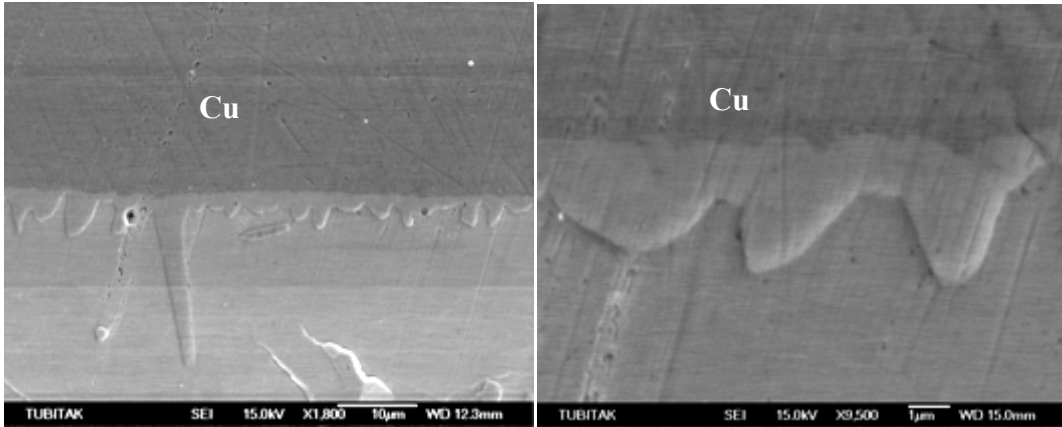
Şekil 3. In-Sn ikili faz diyagramı [2].

Tablo 4. Arayüzeyde Sn-In alaşımı bağlayıcı kullanarak elde edilen Cu-Sn ara yüzey bölgesi EDS analiz sonucu.

Element	Ağırlıkça %	Atomik %
Cu (L α)	41.73	57.16
In (L α)	4.34	3.29
Sn (L α)	53.93	39.55
Toplam	100.00	100.0



Şekil 4. Arayüzeyde Sn-In alaşımı kullanarak elde edilen Cu-Sn ara yüzeyi ışık mikroskobu görüntüleri. Parçaların büyük olması nedeniyle parlatma yüzeylerinin yüksek büyütmeleme uygun düzeyde düzgün olarak elde edilmesi güçtür. Dolayısıyla odak dışı bölgeler görülmektedir.



Şekil 5. Arayüzeyde Sn-In alaşımı bağlayıcı kullanarak elde edilen Cu-Sn ara yüzey bölgesi SEM görüntüleri.

Bu yöntem kullanılarak, ŞİŞECAM Topkapı tesislerinde kullanılan AR-GE amaçlı kaplama cihazı için 'küçük target' imal edilmiştir. Bu target, adı geçen tesiste kaplama yapmak amacıyla kullanılmış ve hem targetin kendisi hem de yapılan kaplama kalitesi ŞİŞECAM AR-GE grubu tarafından test edilerek başarılı bulunmuştur.



Şekil 6. Şişecam A.Ş.' de Ar-Ge amaçlı kullanılan 'küçük target'e yakın boyutlarda olan ve Sn-In ara bağlayıcı ajan kullanılarak yapıştırılmış Cu/Sn metal çifti görüntüsü.

İkinci tür deneme ise ŞİŞECAM Trakya Cam Sanayii A.Ş. Cam İşleme ve Kaplamalı Cam Fabrikasındaki Kaplama Hattında kullanılmak üzere imal edilecek olan büyük boyutlu Cu/Sn target imalatıdır. Yapılan çalışmaların ışığında bu denemede Sn-In alaşımı sıvı halden yüzeye sürülerek değil, haddelme yolu ile yaklaşık 70-80micron kalınlığında folyo haline getirilerek kullanılmıştır. Bu alaşımın sertliği 10-12 HV olup son derece düşüktür ve deformasyon sertleşmesi göstermez. Bu nedenle kolaylıkla folyo formuna getirilebilmektedir. Bu formun tercih edilmesinin nedeni ise sözkonusu alaşımın ergitilip yüzeylere fırça ile tatbikinde tüm yüzeyde homojen bir dağılım elde edilememesi endişesidir. Özellikle büyük target üretiminde bu problem ciddi boyutlarda yaşanabileceği için alaşım folyo formunda ve yüzeyler henüz oda sıcaklığında iken yüzey üzerinde önceden belirlenmiş yapışma bölgesini örtecek şekilde serilmek suretiyle tatbik edilmiştir. Folyonun tatbik edildiği yüzey bakır yüzeyidir ve bunun üzerine kalay blok uygun konumda dikkatle yatırılır. Oda sıcaklığındaki bu sandviç sistem endüstriyel boyutlu sıcak tabla üzerine yerleştirilerek ısıtma yapılmış ve ~200°C maksimum sıcaklığa çıkılarak sıcak tabla üzerinde var olan mengeneler ile yük uygulanmak suretiyle 12 saatlik bir bekleme sonucu yapışma işlemi tamamlanmıştır. Kullanılan endüstriyel boyutlu ve maksimum 250°C kapasiteli sıcak tabla görüntüsü Şekil 7' de verilmiştir. Cu/Sn target' in yapıştırma işlemi sonrası kesitleri ve ŞİŞECAM Trakya Cam Sanayii A.Ş. Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikasında bulunan Kaplama Hattında kullanıldığı andaki görüntüleri Şekil 8 ve 9 de verilmiştir.



Şekil 7. Büyük target imalatında kullanılan ve yük uygulamak için sabit mangelere sahip endüstriyel boyutlu sıcak tabla görüntüsü. Fotoğrafta tablanın yanında ‘refill’ için gelen Cu/Sn target üzerinden kalayın sökülmesinde kullanılan fırın görülmektedir.



Şekil 8. Cu/Sn target’ in yapıştırma ve yüzey temizleme işlemleri sonrası iki ayrı bölgeden fotoğrafları.



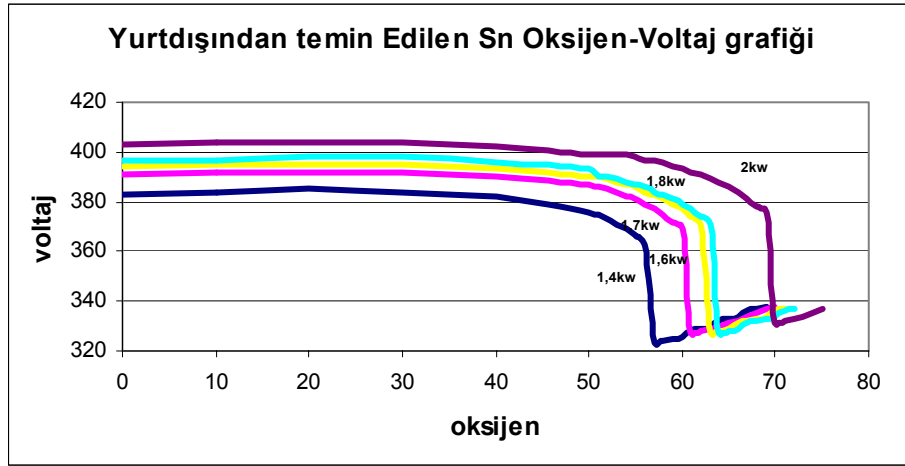
Şekil 9. TÜBİTAK-MAM, MKTAE’ de üretilen Cu/Sn target’ in ŞİŞECAM Trakya Cam Sanayii A.Ş. Cam İşleme ve Kaplamalı Camlar Fabrikasında bulunan Kaplama Hattında kullanıldığı andaki görüntüsü.

2.2.Proje Kapsamında Cam Araştırma Merkezi (CAM)'de yapılan test Çalışmaları

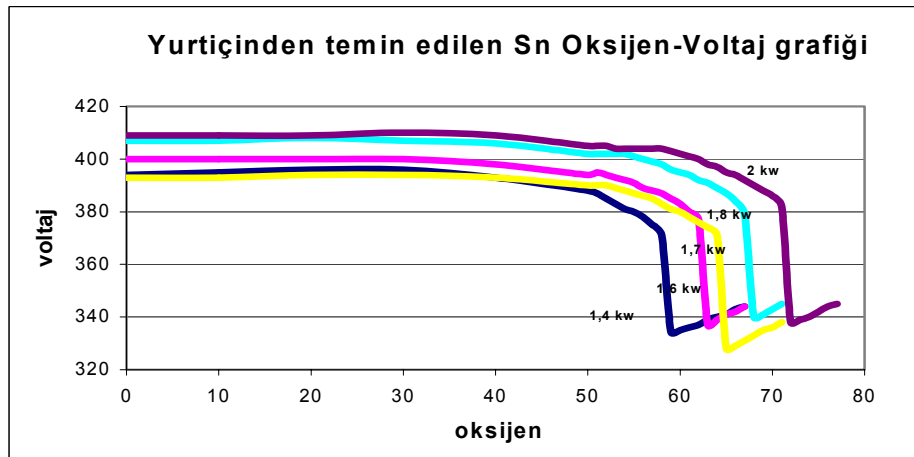
Proje kapsamında, Tübitak laboratuvarlarında, İndium ara malzemesi kullanılarak birleştirilmiş laboratuvar boyutu target CAM İnce Film laboratuvarında, aşağıdaki testler yapılarak denenmiştir.Yapılan denemeler:

2.2.1.Plazma eldesi ve ön kaplama denemesi: Target Z600 Kaplama sistemine monte edilmiş, kontrollü olarak artırılan güç değerlerinde sadece Argon gazı verilerek, target yakılmış, değişen güç değerlerinde plazmanın elde edildiği görülmüştür.

2.2.2.Oksidasyon eğrisinin çıkartılması ile eski ve yeni targetin karşılaştırılması: Her iki target için değişik güçlerde, değişen oksijen debisi karşılığı gerilimler belirlenerek Targetin oksidasyon karakterini gösteren Oksidasyon eğrileri çıkartılmış, ithal ve yerli yapım targetlerin eğrileri karşılaştırılmıştır.



Şekil 10. İthal target Oksijen – voltaj değişim eğrisi



Şekil 11. Yerli target Oksijen – voltaj değişim eğrisi

10 ve 11 no lu şekillerde görüldüğü gibi eğriler benzer karakter göstermektedirler.

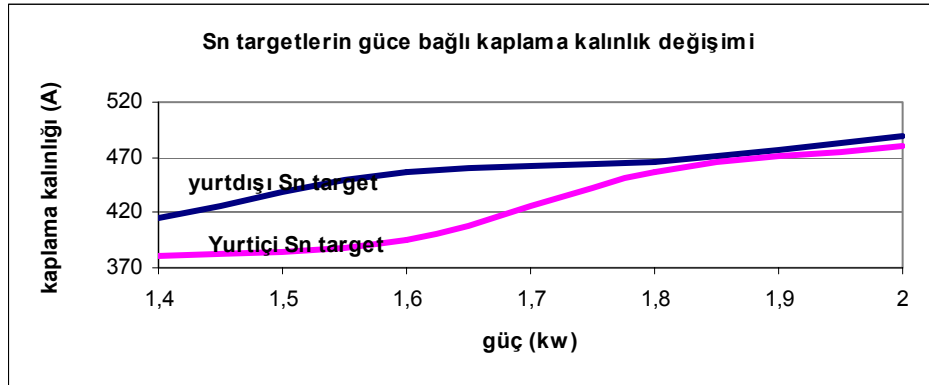
2.2.3.Kaplama çalışmaları: Oksidasyon voltaj eğrilerinden elde edilen sonuçların kullanılması ile elde edilen parametrelerle her iki target kullanılarak kaplama çalışmaları yapılmış, elde edilen kaplamaların kalınlıkları ve sistemin geçirgenlik ve performansları incelenerek karşılaştırılmıştır.1.4 kw ile 2 kw arası değişen güç değerleri ile yapılan kaplamalara ait parametreler, kaplama kalınlıkları ve 550 nm dalga boyundaki geçirgenlik değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Kalınlık değerleri yüksek güçlerde birbirlerine çok yakındır, düşük değerlerde ise yerli yapım kalaya ait olanlar daha incedir.

Tablo 5. Yurtdışından gelen Kalay target

no	Güç	Oksijen	550nm %T kalınlık	550nm %T kalınlık
2543	1,4	58	76.631	415
2544	1,6	62	74.372	457
2545	1,8	68	73.613	466
2546	2	72	72.652	490

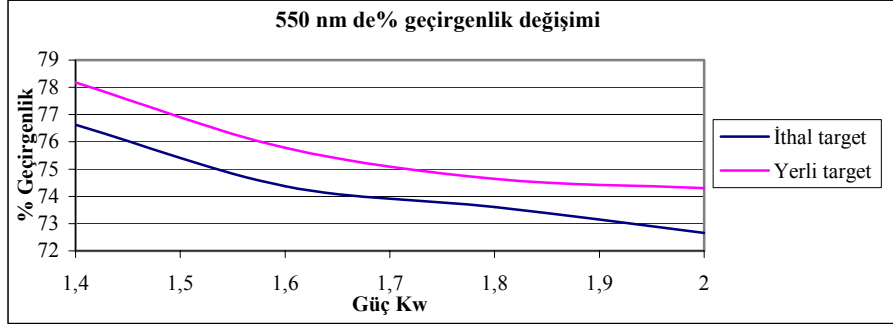
Tablo 6. Yerli yapım Kalay target

no	Güç	Oksijen	550nm %T kalınlık	550nm %T kalınlık
2534	1,4	60	78.178	380
2535	1,6	64	75.778	396
2536	1,8	70	74.641	456
2537	2	74	74.303	480



Şekil 12. İthal ve yerli yapım targetlerle elde edilen kaplama kalınlıklarının karşılaştırılması.

Örneklerin 550 nm deki geçirgenlikleri karşılaştırıldığı zaman, yerli yapım targetle elde edilen kaplamalarında daha geçirgen olduğu görülmektedir ki bu istenilen bir özelliktir.

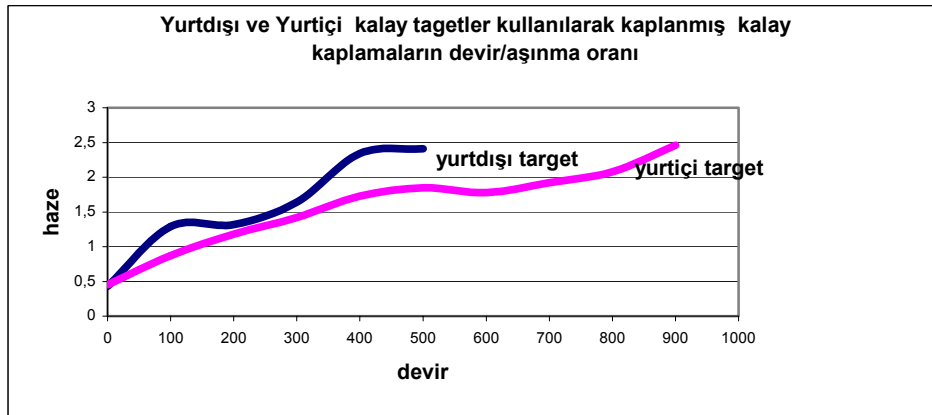


Şekil 13. 550 nm dalga boyu için ölçülen % geçirgenlik değerlerinin karşılaştırılması.

2.2.4.Mekanik testler: İthal (eski) ve Yerli yapım (yeni) kalay targetler kullanılanak yapılmış kaplamaların taber testi sonucu performansları; 10x10 boyutlarında 4 mm cam üzerine uygulanmış kaplamalar, düzenli devir aralıklarıyla “Taber” aşındırma testine tabi tutulmuş, her aşındırma periyodu sonunda Haze ölçümü yapılarak aşındırma etkisi % Haze olarak belirlenmiştir. Aşındırma işlemi Aşındırılmamış konumda ölçümüş olan Haze değerinin % 2 üzerine çıkıncaya kadar devam edilmiştir. İthal ve yerli yapım targetlerle ve eşdeğer parametrelerle 400 Angstrom kalınlığında kalay oksit kaplamaları elde edilmiş, aşağıdaki tabloya uygun aşındırma testleri uygulanmıştır.

Tablo 7.Aşındırma test tablosu

devir sayısı	haze(eski)	haze(yeni)
0	0,43	0,45
100	1,29	0,87
200	1,32	1,18
300	1,64	1,42
400	2,34	1,73
500	2,41	1,85
600		1,78
700		1,92
800		2,08
900		2,46



Şekil 14. İthal (eski) ve Yerli yapım (yeni) targetlerle elde edilmiş Kalay oksit kaplamalarının aşınma dayanımlarının karşılaştırılması.

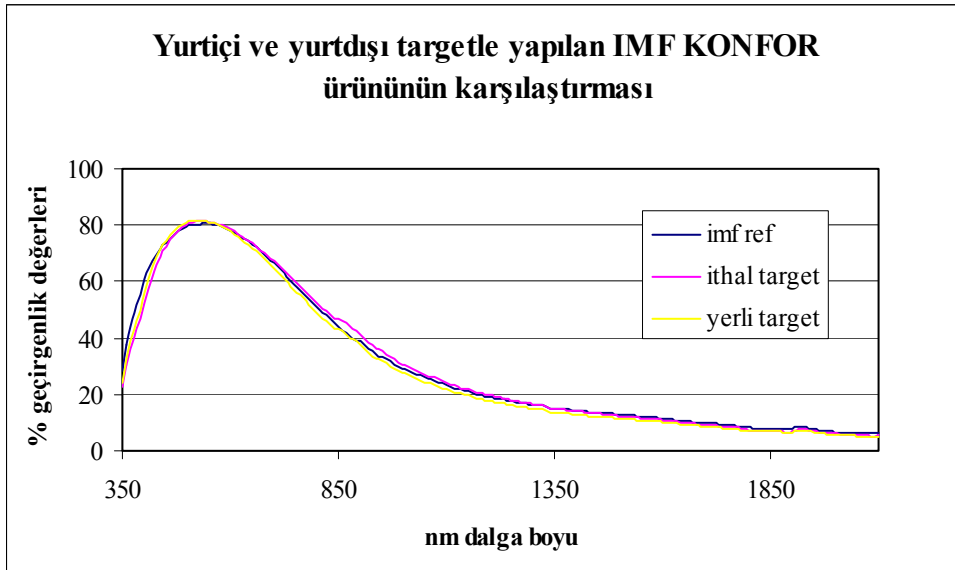
Sonuç: Değerlerden anlaşıldığı gibi, ithal target ile elde edilmiş Kalay Oksit kaplama 500 turluk aşınmaya dayanırken, yerli yapım targetle 900 tur değerine ulaşılmaktadır.

2.3.Proje Kapsamında Kaplamalı Camlar üretim hattında yapılan Çalışmalar

CAM'de yapılan çalışmaların olumlu sonuçlanması üzerine, TÜBİTAK'a Kaplamalı Camlar işletmesi stoklarında refill edilmek üzere bulunan bir adet kalay targeti ile frezeden gelen kalay talaşı verilmiş ve bunları kullanarak endüstriyel boyuttaki targetin yapılması sağlanmıştır.

2.3.1.Plazma eldesi ve ön kaplama denemesi: Kaplama hattında söz konusu target 24/05/2004 – 29/05/2004 tarihleri arasında kullanılmıştır. İlk etapta Kaplama sistemine monte edilen target ile kontrollü olarak artırılan güç değerlerinde sadece Argon gazı verilerek, target yakılmış, değişen güç değerlerinde plazmanın elde edildiği görülmüştür. Daha sonra normal değerler ile üretime geçilmiş ve ISS ürününden 5400 m² , Low-E ve IMF-Konfor ürününden ise 5300m² olmak üzere toplam 10750 m²'lik üretim yapılmıştır.

2.3.2.Oksidasyon eğrisinin çıkartılması ile eski ve yeni targetin karşılaştırılması: Her iki target için değişik güçlerde, değişen oksijen debisi karşılığı gerilimler belirlenerek Targetin oksidasyon karakterini gösteren Oksidasyon eğrileri çıkartılmış, ithal ve yerli yapım targetlerin eğrileri karşılaştırılmıştır.



Şekil 15. Yurtiçi ve yurtdışı targetle yapılan IMF KONFOR ürününün karşılaştırılması

2.2.3.Kaplama çalışmaları: Oksidasyon voltaj eğrilerinden elde edilen sonuçların kullanılması ile elde edilen parametrelerle her iki target kullanılarak kaplama çalışmaları yapılmış, Elde edilen ürünlere Cam Araştırma Merkezinde Isıcam (TS 3539) ve Kaplamalı Camlar (TS EN 1096-1) standartlarına göre testler uygulanmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Ayrıca yurt içinde yapılan targetin kaplama hattındaki kullanım süresi boyunca targete uygulanan proses değerleri ile yurt dışından getirilen diğer kalay targetlerine uygulanan proses değerlerinin mukayasesinde de herhangi bir problemle karşılaşılmaştır.

3. Kalay Targetin Ticari Üretimine yönelik Yapılan Çalışmalar

Laboratuvar ve endüstriyel ortamda yapılan denemelerin başarılı olması üzerine kalay targetin ticari boyutta üretim imkanları araştırılmaya başlanmıştır. Öncelikle numune üretimini başaran ve teknik yönden tüm bilgiye sahip olan Tübitak ile ticari üretim koşulları görüşülmüş, ancak Tübitak'ın kalay targetin kendileri tarafından üretiminin üstlenilmesi durumunda birim fiyatın **6575 Euro/adet** olacağını belirtmesi üzerine bu düşünceden vazgeçilmiştir. Tübitak tarafından teklif edilen fiyat, kalay targetin şu anda yurt dışı tedarikçisinden alınan fiyatın yaklaşık **2 katı (2915 Euro/adet)** daha pahalıdır.

Ayrıca Tübitak seri üretim imkanına sahip olmadığını ayrı ayrı projeler düzenleyerek proje bazında çalışmalar ile ihtiyacımızı karşılayabileceğini de ifade etmiştir. Bunun üzerine internet aracılığıyla bulunan çeşitli büyüklüklerdeki firmalarla temasa geçilmiş ve bu firmalara teknik ziyaretlerde bulunulmuştur. Firmalar görüşmeler sırasında sadece kalay dökümü konusunda yardımcı olabileceklerini ifade etmişler proje kapsamında yapılması gereken yüzey işleme ve kalay ile bakırın yapıştırılması işlemleriyle ilgili herhangi bir katkılarının olamayacağını söylemişlerdir.

Bu gelişmeler üzerine konu hakkında deneyimi olan ve Tübitak'ın bu projede taşeron olarak çalıştığı iki firma ile temasa geçilmiştir. Projede taşeron olarak çalışan firmaların her ikisi de kalay target üretiminin tüm aşamalarının kendileri tarafından yapılarak, kullanıma hazır halde kalay targetin teslim edilmesini kapsayan fiyat teklifinde bulunmuşlardır. Teklif veren iki firmadan birinin diğerine göre daha uygun bir alt yapı ve birikime sahip olduğu kanaatine varılmış ve Firma ile yapılan görüşmeler ve pazarlıklar sonucunda kalay target için **2.850.000.000 TL/adet** (kullanılan malzeme hariç) teklif alınmıştır. Yapılan hesaplamalarda da bu birim fiyat dikkate alınmıştır. Söz konusu firmanın seri üretimi başarı ile tamamladığı görüldüğü kadar, yurt dışından da belirli bir süre target tedarik edilmeye devam edilmesi yani kademeli bir geçiş öngörülmektedir.

4. Kalay Targetin yurt içinden üretimi ile yurt dışından temin edilmesinin karşılaştırılması

	Yurtdışı	Yurtiçi
1) Stok Miktarı	46 Adet	12 Adet
2) Tedarik Çevrim Süresi	120 Gün	9 Gün
3) Tedarik Çevrim Süresinin ve Stokta Bulundurma'nın Finans Gideri	5248 €	706 €
4) 106 Adet (1 yıl için)Targetin şirkete yurtdışından tedarik masrafı		
- Mal bedeli	280.900 €	196.475 €
- Navlun + Gümrük	28.090 €	(Nakliye Dahil)
- Toplam	308.990 €	196.475 €
5) 34 Adet Kalay targetin bakır plakalarının satışının vergi+finans olumluluğu	-	3400 €
TOPLAM GİDER	314.238 €	193.781 €

Tablo 8. Kalay targetin Yurtiçinden üretimi ile yurtdışından temin edilmesinin karşılaştırma tablosu

Yurt içinde üretimin sağladığı toplam tasarruf :120.457 €

5. Sonuç

“*Vakumda İnce Film Kaplama Yönteminde Kullanılan Kalay Targetin Yerli İmkanlarla Üretilmesi*” projesi, kapsamında Tübitak MAM tarafından, mevcut bakır “ Backing Plate” üzerine yapıştırılmak suretiyle oluşturulmuş olan target için yapılan deneme çalışmalarında elde edilen kaplamalar, gerek optik özellikleri, gerekse mekanik dayanımları bakımından uygun vasıfta bulunmuşlardır.

Kalay targetin Yurt içinden üretilmesi ile Yurt dışından temin edilmesinin karşılaştırılması sonucunda, kullanılmış kalay targetin yurtdışına refill işlemine gönderilmesi yerine yurt içinde seri olarak ticari anlamda üretilmesi, gerek targeti stokda bekletmenin yarattığı stok maliyeti ve finansman giderinden tasarruf sağlanmasına gerekse tedarik maliyetinin azaltılmasına yol açacağından **1 yılda 120.457 Euro** tasarruf sağlanacaktır.

Öte yandan bu uygulama, Dış Satınalma departmanı tarafından refill işlemi için gönderilen kalayın Yurda tekrar getirilmesi sırasında gümrükte yaşanan problemleri de ortadan kaldıracaktır.

6. Kaynaklar

1. *Suri, A.K. and Banerjee, S. , Chp.1, Tin, vol.8, Structure and Properties of Nonferrous Alloys, volume ed. K.H. Matucha, Materials Science and Technology Series, eds.R.W.Cahn, P.Haasen and E.J.Kramer, Publisher VCH, 1996.*
2. *Massalski,T.B, Binary Alloy Phase Diagrams , Metals Park, OH, ASM, 1986.*
3. *Parlar, Hüseyin . Türküz Seniz . “Vakumda İnce Film Kaplama Yönteminde Kullanılan Kalay Targetlerin Yerli İmkanlarla Üretilmesi” projesi, Target karakterizasyonu ve optik ve mekanik testler inceleme raporu ,Şişecam Cam Araştırma Merkezi, 2003.*

ŞİŞECAMDA YURT İÇİ İMKANLARLA GELİŞTİRİLEN CİHAZLAR

Osman BİLALOĞLU - Mehmet Ali TİRYAKI
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası/ Düzcam Grubu

Prof.Dr. Fikret HACIZADE
TÜBİTAK UEKAE

ÖZET

Teknolojideki gelişme ile birlikte float hatlarında camın fiziksel özelliklerinin anında kontrolü de gündeme gelmiştir. Buradan hareketle TÜBİTAK UEKAE ile yapılan çalışmalarda hat üstü gerilim, hat dışı gerilim, striagraf ve lazer seviye kontrol cihazları talebe uygun olarak TÜBİTAK UEKAE tarafından geliştirilip Trakya Cam Sanayii Trakya Fabrikası tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

Bu bildiri de hat üstü gerilim, hat dışı gerilim, striagraf ve lazer seviye kontrol cihazlarının ürettikleri bilgileri sıcak ve soğuk cam üretim prosesinin ihtiyacı doğrultusunda geri beslemesi ile proses kontrolünün artırılması dolayısıyla soğuk cam üretim prosesindeki verimin artışı ve şirket hafızasındaki bilgi birikmesinin yanı sıra cihazların yapısı, kullanım amaçları, faydaları ve çıktılarından da bahsedilecektir.

Anahtar Sözcükler: float cam, geçici gerilim, kalıcı gerilim, striagram

1. GİRİŞ

Düzcam üretimi sırasında çok sayıda optoelektronik kontrol cihazı kullanılmaktadır. Bu cihazlar sürekli üretim zincirinin bir halkası ve üretilen camın kalitesinin yanısıra satış fiyatını da etkileyen unsurlardandır.

Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası ve TÜBİTAK Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) Optoelektronik bölümünün işbirliği çerçevesinde hat üstü gerilim, hat dışı gerilim, striagraf ve lazer seviye kontrol cihazları geliştirilmiştir. Mevcut sistemlerden farklı olarak bu cihazlarda çağdaş teknolojiler kullanılmıştır. Trakya Fabrikası personelinin katkılarıyla sözkonusu cihazlar talebe uygun olarak fabrikada mevcut üretim ve kalite kontrol sistemi ile uyumlu çalışır hale getirilmiştir.

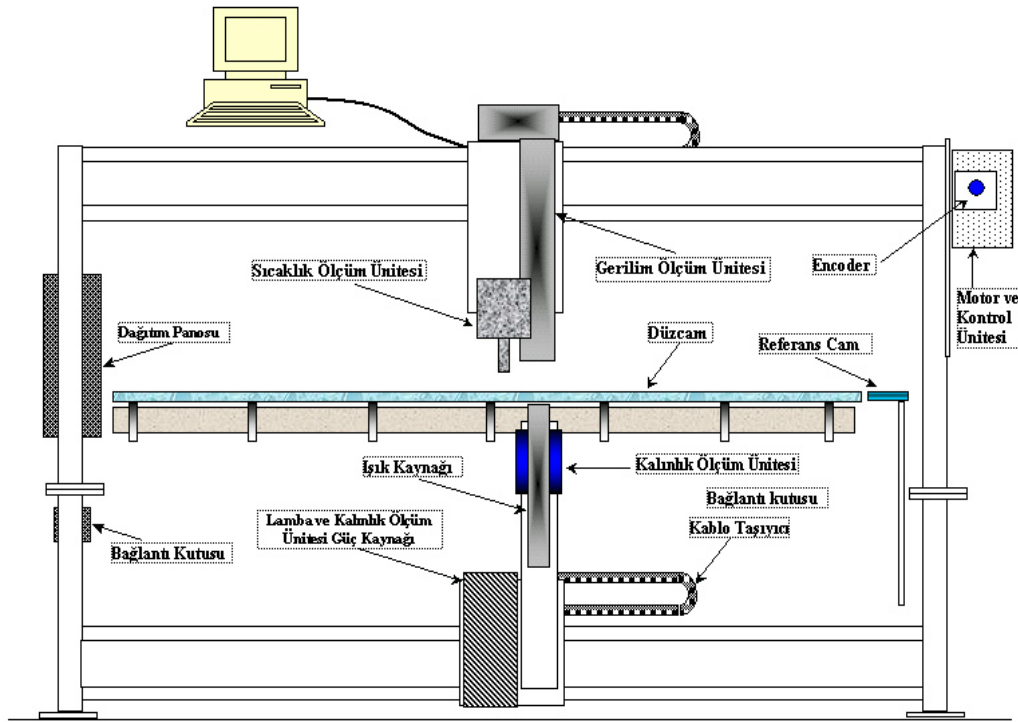
2. HAT ÜSTÜ GERİLİM CİHAZI

Üretilen düzcamin bir taraftan aşırı kırılma eğiliminin önlenmesi, diğer taraftan da elmas uç ile çizme yöntemiyle daha kolay ve kontrollü kesilmesinin sağlanması için float camda üretim sırasında oluşan gerilimler belirli değerler civarında olmak zorundadır. Düzcam prosesinin hassasiyeti dikkate alındığında, camdaki gerilimlerin üretim sırasında hassas otomatik algılama yoluyla kontrol edilmesi gerekmektedir. TR2 hattının kuruluşu sırasında Pilkington firmasının paket halinde sunduğu gerilim cihazının bu ihtiyaçları karşılayamadığı ve randımanlı çalışmadığı için yeni bir cihaza ihtiyaç duyulmuştur. İhtiyaca uygun olarak TR2 hattında bu işlevi gören Gerilim Ölçme Sistemi (GÖS-1-1) adı altında bilgisayar destekli optoelektronik sistem ve yazılımı geliştirilmiştir.

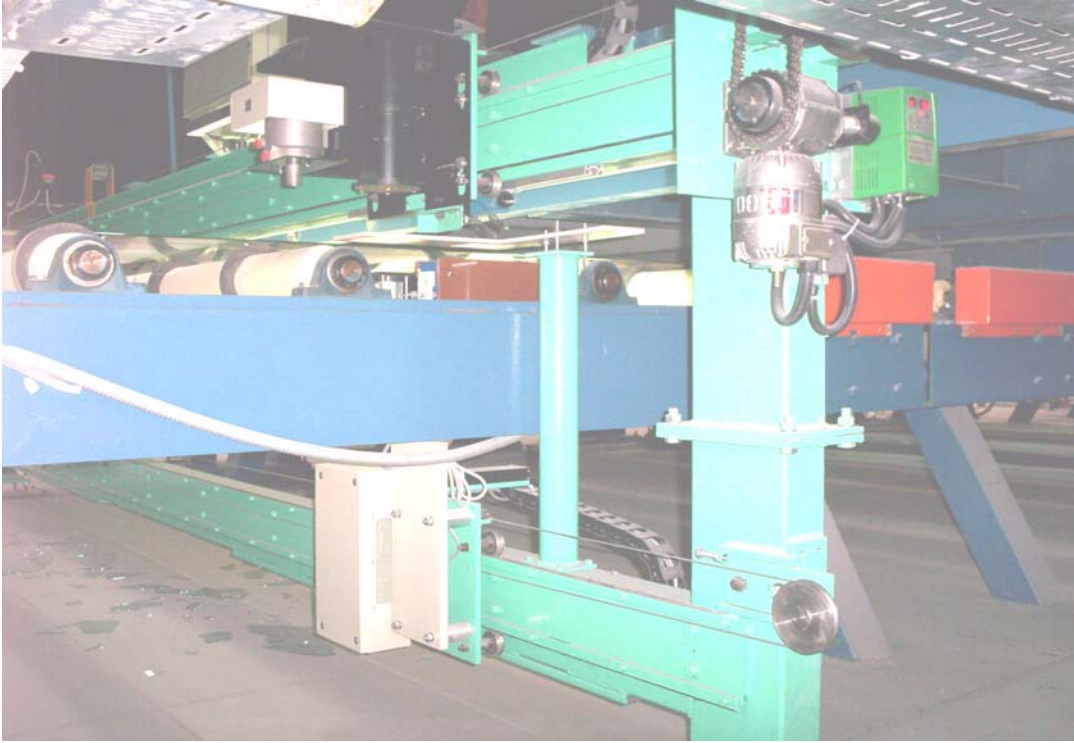
TR1 hattına kurulacak olan (GÖS-1-2) ise 2004 yılının yatırımında yer almakta ve yıl sonuna kadar kurularak devreye alınması planlanmaktadır.



Şekil 1: GÖS-1-2 cihazının mekanik aksamı



Şekil 2: GÖS-1-1 hat üstü gerilim cihazının şematik görünüşü



Şekil 3 : GÖS-1-1 cihazının TR2 hattı üzerindeki görünüşü

2.1. GÖS-1 ile gerilim ölçümü yapılacak düzcamın özellikleri

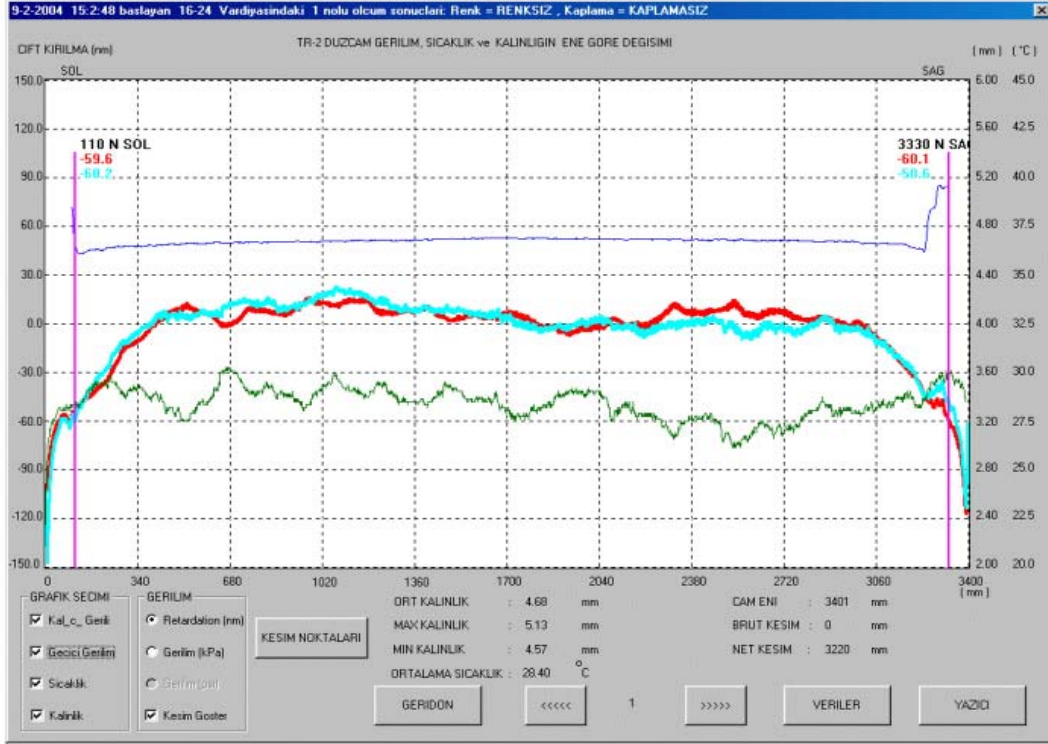
Tasarım aşamasında Trakya Fabrikası tarafından istenen özellikler şöyledir:

- Cam kalınlığı: 1-20 mm
- Şerit genişliği: 3860 mm max.
- Şerit hızı: 22 m/dk max.
- Cam yüzey sıcaklığı: 80 °C max.
- Cam rengi : Renksiz, Renkli, Renkli / Renksiz kaplamalı
- Işık geçirgenliği: % 25 min.
- Yansıtma: % 60 max.
- Ondülasyon (buckle): $\pm 10\text{mm}$ (≤ 3 mm kalınlıklarda şerit kenar bölgelerinde dalgalanma)

2.2. GÖS-1' in özellikleri

- Otomatik Düzcam Gerilim Ölçüm Sistemi (GÖS-1) günde 24 saat kesintisiz olarak yukarıda özellikleri belirtilen camın üzerinde insan gözü kullanmadan gerilimi tespit edebilmektedir.
- Ölçülen gerilimler, camın soğuması sırasında eni boyunca sıcaklık farklılıkları sebebiyle oluşan geçici ve kalıcı yüzey gerilimleridir.
- Çağdaş spektral ölçüm yöntemlerine dayalı teknoloji kullanılarak, hareket halindeki cam şeridinin üretim hattının dikey ekseninde kalınlığı, sıcaklığı, ışığın çift kırılması ve üretim esnasında camda oluşan gerilimler ölçülebilmektedir.

- Ölçülen anlık kalınlık, sıcaklık, çift kırılma ve gerilim değerleri ve bunların cam şeridi üzerindeki dağılımları bilgisayar ekranında grafiksel olarak takip edilebilir ve arşivlenebilir.
- Arşivlenen bilgiler haftalık olarak saklanıp bu süre içindeki herhangi bir gün ve saatteki gerilim değerleri tablo ve grafik olarak görülebilmektedir. Grafiklerde kalıcı gerilim, geçici gerilim, sıcaklık ve kalınlık bilgileri farklı renklerle gösterilmektedir.



Şekil 4 : GÖS-1 Cihazının Çıktısı

2.3. GÖS-1 ile cam şeridi üstünde ölçülebilen parametreler

- Lazer teknolojisiyle 1-20 mm kalınlıktaki şeffaf, düzenli (üniform) ve üretim hızıyla hareket eden cam şeridinin 0.01 mm doğrulukla kalınlık dağılımı ölçümleri yapılabilmektedir.
- Kızılötesi radiometri teknolojisiyle 0-250 °C aralığında cam şeridinin sıcaklık dağılımı +/- 1.5 °C doğrulukla ölçümleri yapılabilmektedir.
- Beyaz ışık bileşenlerinin gerilimli cam şeridinde yayılmasının spektral ölçme teknolojisiyle tespiti ve oluşan gerilim dağılımının 3 mm kalınlığındaki camda 1.5 Psi hassasiyetle ölçümleri yapılabilmektedir.
- Gerilim dağılımı grafiğinde gerilimler (MPa) veya çift kırılma (optical retardation) (nm) seçmeli olarak görülebilmektedir.
- Sistemin görme alanı çapı 30 mm'dir ve camın eni boyunca seçilen noktalarda gerilim değerleri görülebilmektedir.
- Ölçüm hızı ayarlanabilir. Örneğin, cam şeridinin her 0.5 mm'sinden ölçüm yapılması durumunda 3500 mm genişlikteki camın gerilim ölçümü yaklaşık 80 sn sürmektedir.

3. HAT DIŞI GERİLİM ÖLÇME CİHAZI

Hat dışı gerilim ölçme cihazı laboratuvar şartlarında float cam numunelerinde camın kalınlık kesiti boyunca yüzeylerdeki ve bünyedeki kalıcı gerilimlerin dağılımını ölçmektedir. Bu ölçümler günümüze dek ASTM F218 Standart Test yöntemine uygun olarak operatör tarafından noktasal olarak renk değerlendirmeleri yapılarak çok yavaş ve düşük doğruluğu olan bir yöntemle yapılmakta idi.

Geliştirilmiş yeni bilgisayar destekli Laboratuvar Gerilim Ölçme Cihazı (LGÖS-1) ile bu ölçümler bir dakika içinde yüksek doğrulukla ve insan gözüne dayalı ve izafi değerlemelere gerek kalmadan yapılmaktadır.

LGÖS-1 cihazı çağdaş görüntü algılama ve ölçüm yöntemine dayalı teknoloji kullanarak düzcamların kalınlık kesitinde ışığın çift kırılmasını ve üretim esnasında camda oluşan kalıcı gerilimi (Residual Stres) ölçmektedir. Ölçülen çift kırılma, gerilim değerleri ve onların düzcamların içinde dağılımları bilgisayar ekranından grafiksel olarak takip edilip elektronik ortamda arşivlenmektedir. İsteğe bağlı olarak geliştirilmiş özel yazılım yardımıyla düzcamların içinde oluşan gerilimler bilgisayar ekranında üç boyutlu ve renkli olarak sunulabilmektedir.



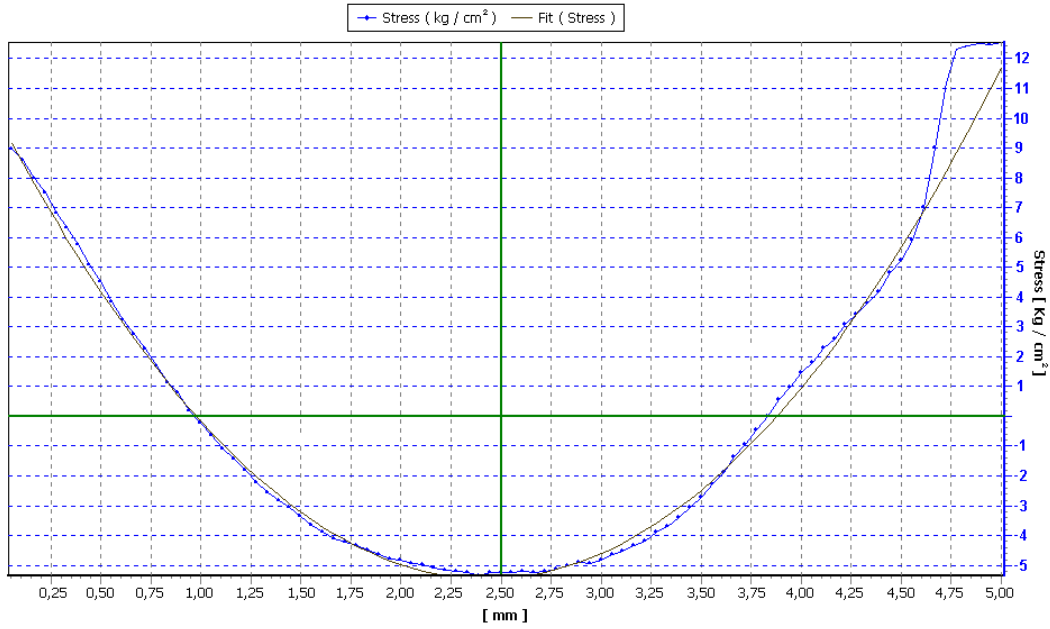
Şekil 5 : LGÖS-1 cihazının görünüşü

3.1. LGÖS-1 cihazında gerilim ölçümü yapılacak düz camın özellikleri

Cam kalınlığı :	1-40 mm
Cam rengi :	Renksiz, renkli, renkli-renksiz kaplamalı
İşık geçirgenliği:	%1 min.
Yansıtma :	%60 max.

3.2. LGÖS-1 cihazıyla float cam ve cam kitlelerde ölçülebilen parametreler

- Çağdaş sayısal görüntüleme ve ölçme teknolojisiyle 1-40 mm kalınlıkta ve camın kırılma indisiyle aynı olan bir sıvı içindeki şeffaf veya tek renkli numunelerin 1 nm doğrulukla çift kırılmasının kalınlık yönünde dağılımı görülebilmektedir.
- 650 nm dalga boyundaki ışık ile gerilmeli camda 0.075 MPa (0.75 Kg/cm²) çözünürlükle kalıcı gerilim ölçümleri yapılabilmektedir.
- Kalıcı gerilimin kalınlığa göre dağılım grafiğinde gerilimler (MPa veya Kg/cm²) ve çift kırılma (nm) seçmeli olarak görülebilmektedir.
- Camın kalınlığı yönünde ölçülen gerilim değerleri ekran üzerinde görülebilmekte ve bu değerlere en yakın teorik parabolik dağılım eğrisi otomatik olarak çizilerek en yüksek tansiyon ve kompresyon değerleri ve gerilim dağılımının asimetrisi bulunmaktadır.
- Camın kalınlığı yönünde ölçülen tansiyon ve kompresyon değerleri göz önünde bulundurularak, bunların camda kompanse olup olmadığı tespit edilmektedir.
- İstatistiki bilgiler saat ve gün bazında görülebilmektedir.



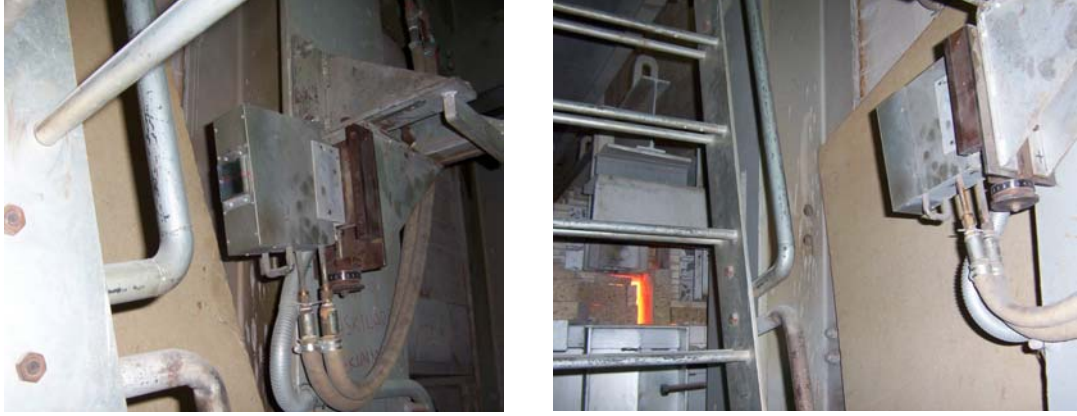
Şekil 6 : LGÖS-1 cihazının çıktısı

3.3. LGÖS-1 cihazının faydaları

- Cihaz çıktılarından (grafik ve sayısal değerler) yararlanılarak ıslah prosesine bilgi geri beslemesi yapılır.
- Cam şeridinin kesiminde x ve y kesimlerin kalitesi hakkında bilgi verir.
- Cam şeridinin sol, orta ve sağ bölgesinden üç ayrı numune alınarak test yapıldığı için camın genişliği boyunca kalınlık kesitindeki gerilim bozuklukları hakkında bilgi verir.
- Cihazın çıktısından alt ve üst yüzeylerin gerilimlerine bakılarak cam şeridinin kamburluğu hakkında bilgi edinilir.
- Cihaz çıktıları hatların ıslah kalitesinin karşılaştırılmasında kullanılabilir.
- Soğutma tunelini tasarlayan firmanın taahhüt ettiği farklı tonaj ve soğutma hızlarındaki gerilim değerlerinin karşılanıp karşılanmadığı kontrol edilir.

4. LAZER SEVİYE ÖLÇME CİHAZI

Float hatlarında kullanılmakta olan başlıca iki tip seviye ölçme cihazı vardır. Bunlar pnömatik seviye ölçme ve lazer seviye ölçme cihazlarıdır. Trakya fabrikasında bu cihazların iki tipi de kullanılmaktadır. Fakat pnömatik cihazın dinlendirmedeki basınç oynamalarına karşı hassasiyetinin olmayışı ve Pilkington lazer seviye ölçme cihazının çok eski teknolojiye sahip oluşu yeni teknoloji lazer seviye cihazını gündeme getirmiştir.



Şekil 7 : Lazer Seviye ölçme cihazının görünüşü

Yeni lazer seviye ölçme cihazı uzun ömürlü yarıiletken lazerden ve 5150 pikseli çizgisel sayısal kameradan oluşmaktadır. Cam yüzeyinden yansıyan lazer demeti sayısal kamera tarafından algılanıp hızla sayısallaştırılarak pozisyonu saniyede 167 defa ölçülür. Ölçülen değerlerin ortalamaları alınarak ölçümler istenilen doğrulukta yapılmaktadır.

4.1. Lazer seviye ölçüm cihazının kullanım amaçları

- Fırındaki cam seviyesini sabit tutmak için kullanılır.
- Lazer seviye cihazı şarjör ile elektronik haberleşme yaparak seviyenin azalması veya artmasına göre şarjöre daha hızlı veya daha yavaş çalışması yönünde geri besleme sinyali gönderir.

4.2. Lazer seviye cihazının pnömatik seviye cihazına göre avantajları

- Pnömatik seviye ölçme cihazına göre çok daha hassastır.
- Pnömatik seviye ölçme cihazından farklı olarak cihazın çıktı sinyali ölçülen cam seviyesi ile doğru orantılıdır.
- Fırındaki ani basınç oynamalarından etkilenmez.
- Sıvı cam ile doğrudan temasta olmadığı için pnömatik seviye cihazında olduğu gibi tıkanma meydana gelmez.

4.3. Pilkington lazer seviye ölçme cihazına göre avantajları

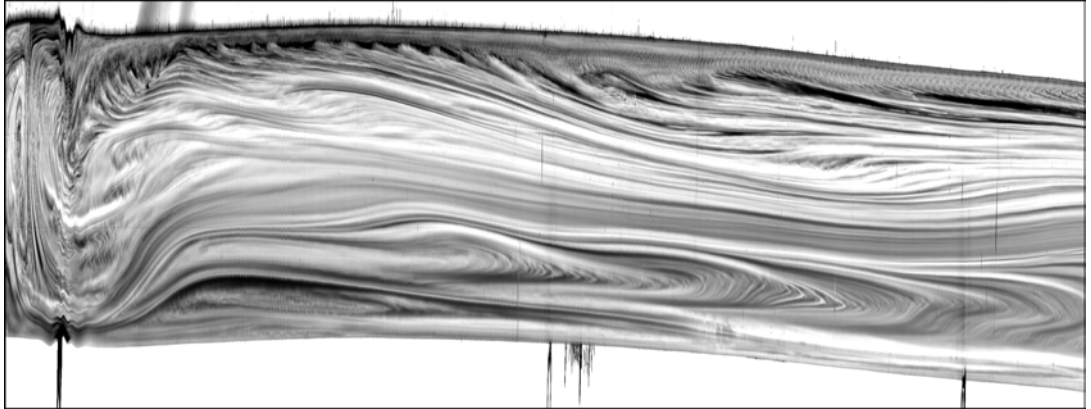
- Pilkington lazer seviye cihazına göre daha hassastır.
- Pilkington lazer seviye ölçme cihazına göre seviye değerleri soğutma suyunun sıcaklığından etkilenmez.

5. STRİAGRAF CİHAZI

Striagraf cihazı kullanılarak düzcam şeridinin eni boyunca kalınlık kesitinin görüntüleri alınmaktadır. Bu görüntülere striagram denir ve bu görüntülerde float camın katmanları, camdaki düzensiz (inhomojen) hat veya ream' a sebep olan yapılar görülebilmektedir.

Trakya Fabrikasında Pilkington firmasının patenti ile alınıp halen çalışır durumda olan eski sistem bir striagraf cihazı vardır. Fakat bu cihazın fotoğraf çekiminin yaklaşık 1 saat alış (tek bir numune), kullanım zorluğu, optik ayar yapma zorluğu ve sarf malzeme kullanımının fazla oluşu sebebiyle yeni teknoloji ürünü striagraf cihazı gündeme gelmiştir.

Son zamanlara kadar striagram çekimi eski striagraf cihazında mevcut özel şerit foto kağıdına fotoğraf basma yöntemiyle karanlık oda şartlarında yapılmakta idi. Çağdaş teknolojiler kullanılarak geliştirilmiş olan yeni striagraf cihazı bilgisayar kontrollü olup, güçlü ve uniform ışık kaynağı, 5150 pikseli "akıllı" çizgisel sayısal CCD kamera ve bu parçaları 1,5 m uzunlukta titreşimsiz ve sabit hızla süren mekanik aksamdan oluşmaktadır. Yeni striagraf cihazını kullanarak, cam şeridinin eni boyunca üç eşit parçaya bölünmesiyle alınan numunelerin kalınlık kesitlerinin yüksek çözünürlüklü sayısal görüntülerini 3,5 dakika içinde çekmek mümkündür.



Şekil 8: Striagraf cihazının çıktısı

Çağdaş float cam üretiminde yüksek kaliteyi tutturmak amacıyla:

- Renk geçişlerinde rengin bozulması veya renk oturmasına striagramlara (fotoğraflara) bakılarak karar verilmektedir.
- Görüntülerde camın fırından dinlendirmeye geçerken boyun soğutucu ve karıştırıcıların etkisi net bir şekilde görülmektedir.
- Tonaj hareketleri veya sıcaklık değişiklikleri sonucu fırın akımlarında meydana gelen değişiklikler bir önceki görüntülere bakılarak kıyaslanabilmektedir.
- Görüntüler fırın ve dinlendirme akımları hakkında bilgiler vermektedir.

Eski striagraf cihazından farklı olarak, yeni cihazın üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- Striagram görüntüleri normal laboratuvar şartlarında, karanlık odaya gerek kalmadan ve banyo işlemleri kullanmadan alınmaktadır.
- Eski teknolojiyle en az 1 saat içinde yapılan işlemler 1 dakikada yapılmaktadır.
- Sarf foto malzemeleri (şerit, kağıt ve tabaj kimyasalları) kullanılmamaktadır.
- Alınan görüntüler yüksek çözünürlüklü ve yüksek kalitelidir.
- Yapılan ölçümler sayısal ortamda arşivlenerek bilgisayar ağından yetkili kişilerce izlenmekte ve karşılaştırma yapılabilmektedir.



Şekil 9: Eski striagraf cihazının görünüşü



Şekil 10: Yeni Striagraf cihazının görünüşü

SONUÇ

TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş. TRAKYA FABRİKASI' nda TÜBİTAK UEKAE ile geliştirilen yeni teknolojilere dayalı hat üstü gerilim, hat dışı gerilim, striagraf ve lazer seviye kontrol cihazları talebe uygun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu cihazlar yurtdışından temin edilen cihazlardan daha ekonomik olarak Trakya Fabrikasının tüm isteklerini karşılayabilecek şekilde tasarlanmıştır. Milli imkanlarla geliştirilen son teknoloji cihazları üretilen camın zayıflığının azalmasında ve kalitesinin artırmasında önemli katkılarda bulunmaktadır. Bu dört yeni cihazın kullanımıyla üretilen camın kalitesinin ölçülebilir parametrelerle kontrolü daha da kolaylaşmıştır.

TEŞEKKÜR

TÜBİTAK UEKAE' nin katkısı geçen tüm personeline ve yardımlarını esirgemeyen tüm Trakya Fabrikası çalışanlarına emeklerinden dolayı teşekkür ederiz.

İŞIK YÜZYILI CAMLARI

Dr. Baha Kuban

İş Geliştirme Müdürlüğü / Şişecam

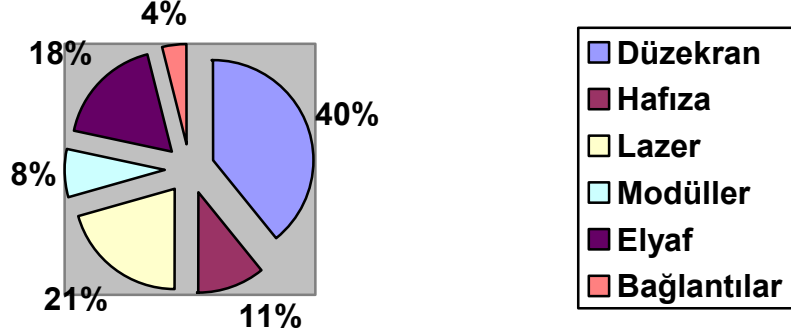
Giriş

Fotonik (ya da bazen opto-elektronik), yani optik ve elektronik teknolojilerinin izdivacı olan teknoloji, pek çoklarına göre, dün silikon yonga/entegre devre teknolojisi neyse bugün odur. Bugünden tanık olduğumuz gibi, çeşitli biçim ve türlerdeki iletişim hacminin artış hızı mevcut aktarma ve depolama teknolojilerinin yeteneklerinin sınırına dayanmıştır. Optik ortamların kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Bir zamanlar her yeni değişimin temel teknolojisi olan elektronik, artık ön sırayı opto-elektronik' ya da fotonik teknolojisine bırakmaktadır. Artan işlem ve aktarma hızları açısından bu durum kaçınılmaz görünmektedir. Sayısal elektronikte nano-saniyelerden söz ederken fotonikte femto saniyeler geçerlidir (yani bir milyon kat daha hızlı).

Fotonik teknolojilere bu geçiş silikon yonga/entegre devre dönüşümünden çok daha hızlı gerçekleşmekte, İnternet'in, sayısal iletişimin ve ses, video, veri aktarımının toplumsal yaşamda, ve ekonomideki kullanımının yaygınlaşması bu durumun başlıca nedenini oluşturmaktadır. Televizyon, basın-yayın sektörlerinin ve eğlence hizmetlerinin gelişme yönü, elektronik bankacılık ve ticaret, hatta eğitimden tıbbı pek çok hizmetin verilmesindeki yeni sunum olanakları, bu jenerik teknolojinin yerini sağlamlaştırıp genişlemesini sağlamaktadır. İnternet üzerinde veri akışının yaklaşık her 12 ayda bir ikiye katlandığı hesaplanmaktadır. Buna karşılık, özellikle opto-güçlendiriciler ve DWDM adı verilen dalga boyu kullanımı teknikleri sayesinde altyapının genişleme maliyetleri asgari olmaktadır.

Fotonik bileşen pazarının bileşimi Şekil 1. de gösterilmektedir. Enformatik ve telekomünikasyon sektörleri, bilindiği gibi fotonik bileşen pazarının da biricik sürücüleridir. Bu sektörlerde 2001 yılıyla başlayan dramatik çöküş ve pazar kaybı 2003'ün son çeyreğiyle birlikte yeniden büyüme işaretleri vermeye başlamıştır. Yine de %4 gibi rakamların önceki on yılın %25-30 yanında çok düşük kaldığı belirtilmelidir. Fotonik bileşenlerin kilit rol oynadıkları dünya pazarının büyüklüğü, 2003 yılı itibarıyla, enformatik için 1 trilyon ABD \$ ve telokomünikasyon için 1 trilyon ABD\$'ı olmak üzere yaklaşık 2 trilyon ABD \$ büyüklüğündedir.

Fotonik Bileşen Pazarının Dağılımı



Şekil 1. Fotonik bileşen pazarının dağılımı

Optik Elyaf

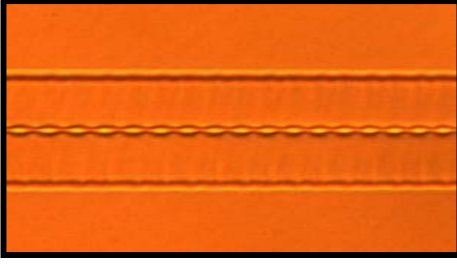
Fotonik sektörünün en iyi bilinen bileşeni kuşkusuz optik elyaftır. Bu pazarın hacim ve değeri olarak da en büyük kısmını optik elyaf oluşturmaktadır. Telekomünikasyon şebekelerinin 1970'lerde başlayan modernleşmesi ile bakır kablolanın yerini almaya başlayan optik elyaf, kısa sürede eski teknolojinin asla olanak veremeyeceği bant genişlikleri, transfer hızları ve teknik özellikler sağlamaya başlamıştır. Optik elyafın bakır kabloya karşı temel avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Hafif
- Güvenli
- Yüksek kapasiteli
- Atmosfer koşullarından etkilenmez
- Karışma ve arka plan gürültü riski yok
- Analog yada sayısal iletim mümkün
- Bakıra göre 20 kere daha az sayıda güçlendirici gerekiyor



Artan uygulamaların kaçınılmaz biçimde dayattığı geniş bant teknolojisi ve bu teknolojinin gerektirdiği daha yetenekli optik elyaf teknolojileri durmaksızın

geliştirilmektedir. 2004 yılı itibarı ile 2 yıllık büyük çöküntünün ardından %7 dolayında büyüyen telekom pazarı kıtalararası, kentlerarası ve metro(kent içi) olarak adlandırılan uygulamalarda terabit/s sınırı aşılmıştır. NTT'nin çalışmaları, 50-75 terabit/s 'lik elyaf başına teorik sınırın bugüne kadar geliştirilenlerden çok farklı optik elyaflar ile zorlanacağını düşündürmektedir. Şekil 2'de spiral yapılu bir optik elyaf görülmektedir. Biçimde yapılan değişikliklerle şaşırtıcı özelliklerin saptandığı belirtilmektedir. 100 mikronluk bir spiral dönüş verilen optik elyafta foton enerjilerine göre belirli bir seçiciliğin ortaya çıktığını saptayan araştırmacılar bu özelliğin ilginç uygulamaları olacağını belirtmişlerdir.



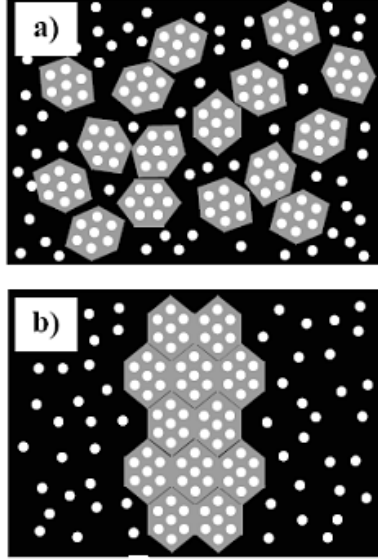
Şekil 2. Çevresi yaklaşık 100 mikrometre kadar spiral olarak bükülmüş optik elyaf. Chiral Photonics isimli ABD firmasının geliştirdiği bu malzemenin optik elyafa beklenmedik bazı özellikler kazandırdığı belirtilmektedir.

Optik elyafa önemli bir rakip çıktığı da gözlerden kaçmamaktadır. Şu anda yalnızca yakın mesafelerde kullanılan polimer elyafların özellikle otomotivdeki uygulamaları hızla artmaktadır .

Diğer fotonik bileşenler

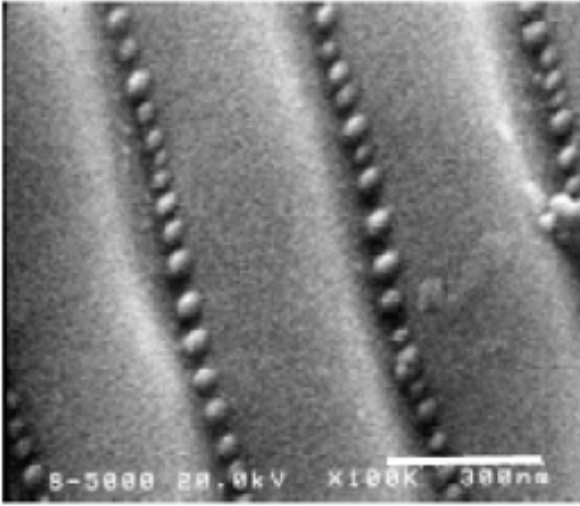
Cam açısından bakıldığında, bilinen, kullanılan tüm camların klasik amorf malzeme olduğu varsayılır. Bu nedenle cam optik olarak pasif uygulamalarda kullanılabilir ki, zaten iletim ve kayıt davranışları da dahil olmak üzere tüm uygulamalar böyledir. Bu varsayım temelde camın optik olarak evirme yada enversiyon simetrisine sahip malzemelerin önde geleni olduğu saptamasına dayanır ve ikinci dereceden optik doğrusallık-dışı davranış göstermeyen malzemeler aktif uygulamalarda kullanılmaz. Oysa elektro-optik dönüşüm ve anahtarlama dalgaboyu dönüştürme gibi işlemler fotonik enformasyon işleminin temel taşlarıdır.

Yeni analitik tekniklerin ve nano-lazer işleminin gelişmesi bu yerleşmiş varsayımları ve anlayışları hızla değiştirmektedir. Tellürit esaslı camlarda UV lazer kullanarak üretilen nano-heterojen dokunun görüntüsü Şekil 3'de verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, bilinen kristallenmeye karşılık mekan-seçici kristallenmede optik açıdan ikinci derece doğrusallık-dışı özellik yaratılabilmektedir. Bu sıradışı yapının morfolojisi ile oynayarak fotonik tümleşik devre üretme olanağı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3. Kristallenme dokuları a) bilinen kristallenme, b) mekan - seçici kristallenme. Her ikisinde de oluşan yapının nano boyutlarda olduğu ve bu sayede optik olarak camın bilinen pasif davranışlarına ters özellikler yaratılabildiği belirtilmelidir.

Benzer bir davranış $15\text{K}_2\text{O}-15\text{NbO}_2-70\text{TeO}_2$ (%mol olarak) camlarında lazer- güdümlü yapı çalışmalarında da elde edilmiştir. Şekil 4'de görüldüğü gibi, saydam bir cam matrisin içinde UV lazer kullanılarak gerçekleştirilen kristallenme, 40 nm boyutlarında çizgisel bir nano-yapı oluşturmaktadır.



Şekil 4. $15\text{K}_2\text{O}-15\text{NbO}_2-70\text{TeO}_2$ (%mol olarak) camlarında lazer- güdümlü yapı. Oluşan nano-yapının aktif anahtarlama ya da dönüştürücü özellikler gösteren, fotonik tümleşik devre üretimine uygun olduğu gösterilmiştir.

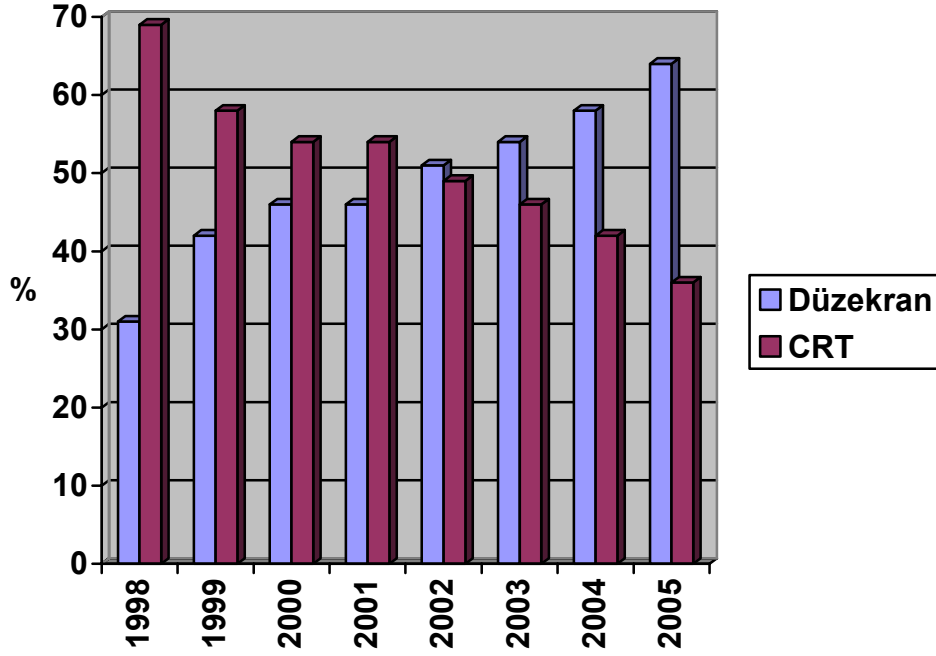
Çeşitli aktarıcı ve yükseltici fotonik yardımcı teknolojilerin de geliştirilmesiyle şu anda fotonik anahtarlama, bu teknolojinin sınırlayıcı parçası olarak görülmektedir. Yeni mikro ve nano işleme, lazer tekniklerinde gelişmelerin bu eşiği aşacağına kesin gözüyle bakılmaktadır.

Fotonik dönüştürücüler, elektriksel bir girdiyi optik bir sinyale ya da optik bir sinyali bir elektrik sinyaline dönüştüren cihazlardır ve son nesil sayısal aygıtların hemen tümünde kullanılmaktadırlar. Bunlar; sayısal video kameraları, DVD çalarlar, taşınabilir bilgisayarların tümü, cep telefonları gibi artık tüketim elektroniği sınıfına giren pek çok günlük kullanım malıdır. fotonik bileşenlerin en kritik olanlarından biri lazerlerdir. Bilimkurgu hikayelerinin nesnesi olmaktan çoktan çıkarak, tıptan tahribatsız muayeneye ve kimyasal analize pek çok uygulama sahası bulan lazerler yarı-iletken diyotlar olarak bu gelişen teknolojinin de olmazsa olmaz bir parçası olmuşlardır.

Daha önce belirtildiği gibi, fotonik, en çok veri iletişimi ve depolaması bağlamında ortaya çıkan altyapısal zaafaların bertaraf edilmesinde öne çıkmaktadır. Grafik arayüzey hemen tüm yazılımların, veri iletişiminin olmazsa olmaz unsuru haline gelmekteyken veri stoklama CD-ROM ve CD-RW'lerden DVD bazlı DVD+RW, DVD-RAM araçlarına doğru gelişmektedir. Veri depolamada yukarıda sözü edilen lazer teknolojisi de canalcı bir rol oynamakta, sayısal holografik depolama yeni lazer dalga boylarına örneğin mavi diyot lazerin geliştirilmesine yol açmaktadır. Spektrumdaki en kısa ışık dalga boyu olan mavi lazerin kaynağı olan galyum nitrid vaferlerini birarada tutan safir madeni bu alanın en yeni gelişmesidir.

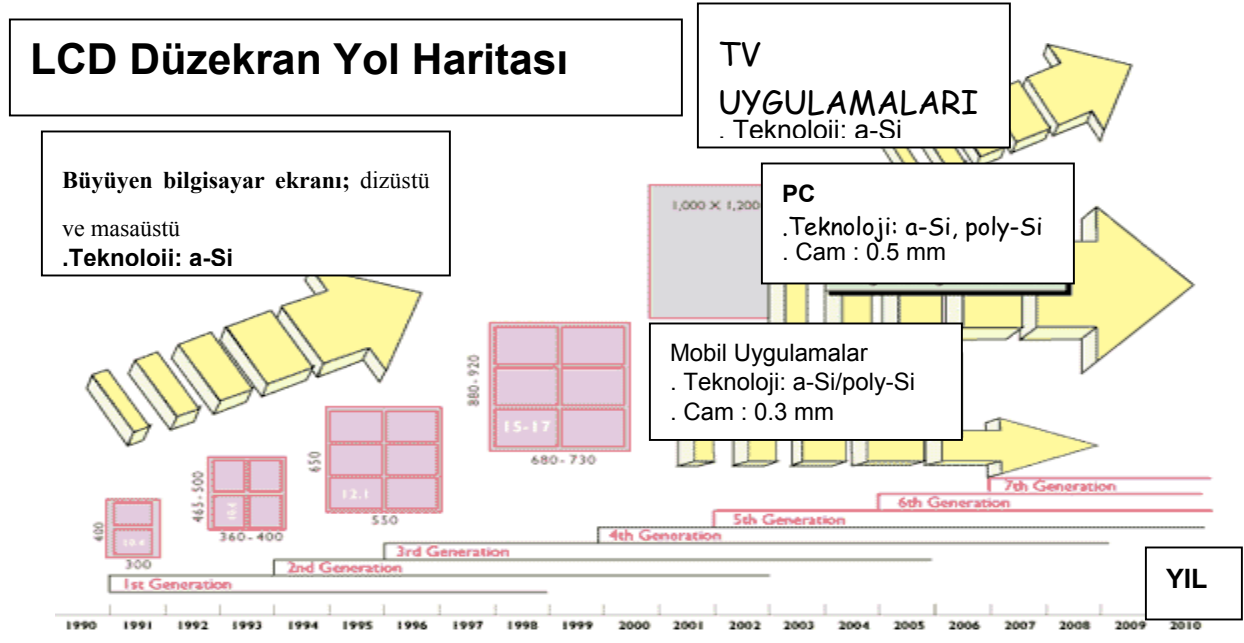
Düzekran

Ekran, makine/insan arayüzeyinin baş oyuncusudur. En yaygın olarak kullanılan televizyon ve bilgisayarların yanısıra bugün artık hemen tüm cihazların küçüklü büyüklü ekranlarla işlevlerini yerine getirdiklerini görmekteyiz. Daha küçük elektronik aletlerin; çağrı cihazlarının, cep telefonlarının, el bilgisayarlarının ve oyunlarının, çok uzak olmayan bir gelecekte, kalitesi artan, fiyatları düşen düz ekranlarla donatılacaklarını öngörebiliriz. Bazı tahminlere göre, 2004 yılında üretilen cep telefonlarının % 15'i yüksek enformasyon içeriğine sahip olması istenecek düz ekranlarla donatılmış olacaktır. Bu sayı bile bir yıl içinde 2 milyar ABD\$ büyüklüğünde bir talebe işaret etmektedir. Askeri ve uçak/uzay sektörleri de kaliteli ve hafif düz ekranlara gereksinim duymaktadır. Düzekran pazarında ezici bir üstünlüğe sahip olan sıvı kristal ekranların fiyatlarının hızla düşmesiyle, televizyon ve bilgisayarlarda yenileme piyasasının, sayısal televizyonun yaygınlaşması ve TV-bilgisayar geçişli sistemlerin endüstri standardı haline gelmesiyle de orta vadede TV ve bilgisayar ekranları pazarını ele geçirmelerine kesin gözüyle bakılmaktadır. Şekil 5, sıvı kristal ekran CRT rekabetinin kaçınılmaz gelişimini özetlemektedir.



Şekil 5. AM-LCD ve CRT ekranların pazar payları.

Yaygın kullanım için teknik üstünlüklerinin yansira LCD ekranlar, uzun bir öğrenme eğrisini arkalarında bırakmışlar, 70'lerin başlarından beri önce küçük, monokrom ekranlarla başlayan geliştirme ve üretim yolculuğunda bugün ölçek ekonomisi, özellikle Japon firmalarınca sürdürülen muazzam teknoloji yatırımlarıyla en ileri entegre devre teknolojileriyle uyumlu standartları yaratmışlardır. Bütün büyük teknolojik sistemlerde gördüğümüz 'kilitleme' olgusu en geniş pazarı bu teknolojiye adeta kilitlemiştir. LCD'ler, ileri tüketici elektroniğinin ulaştığı milyarlarca dolarlık piyasa hacmiyle, yeni nesil gelişmelerini de rahatlıkla finanse edebilecek bir yapıya kavuşmuştur. Diğer teknolojilerin, LCD'nin zaaflarının çok bariz olacağı küçük niş pazar kısımlarında rekabet edebileceğine kesin gözüyle bakılmaktadır. Şekil 6, sektör ve teknoloji uzmanları arasında yaygın kabul gören düzekran yol haritasını göstermektedir.



Şekil 6. LCD yol haritası.

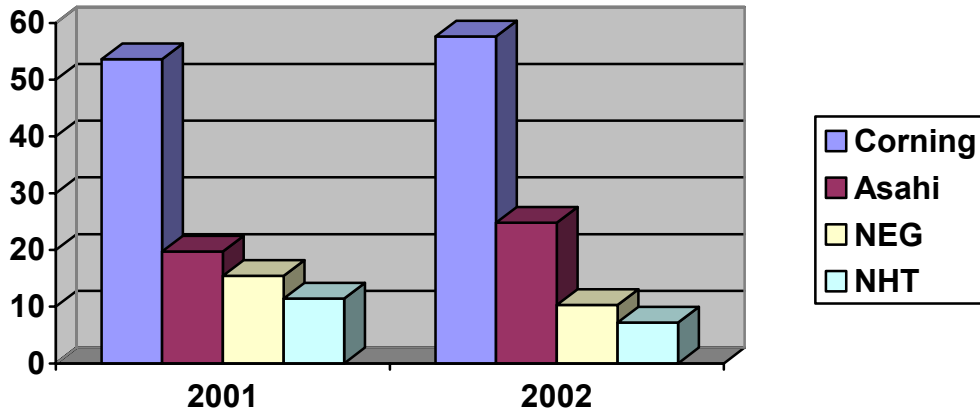
LCD teknolojisi CRT sonrası pazara hakim olmaya başlayınca sayıları 10'u bulmayan Japon firmaları bu stratejik alanı hakimiyetleri altına alacak gibi görünmektedirler. Özellikle Sharp, Matsushita, Hitachi, Toshiba ve Seiko-Epson firmaları ileri ekranların ve sistemlerin daha ilerideki nesillerinin üretilmesinde söz sahibi olacaklardır. Bu şirketler zaten dikey olarak entegre olmuş elektronik bileşen ve sistem üreticileridirler.

Konunun ABD, Avrupa firmaları açısından önemi öyledir ki, ABD firmaları şimdiden tedarik bağlantılarıyla ilgili olarak kendilerini baskı altında hissetmektedirler. Modern elektronik sistemlerin ABD'li üreticilerinin sistemin en kritik elemanı olan düz ekranı tedarik etme esaslı bir rekabet kaygısı taşıdıkları, faaliyetlerini bu teknolojiye hakimiyetin tartışmasız olduğu Japonya'ya taşınmalarından açıkça anlaşılabilir. IBM, dizüstü ve daha küçük boyda bilgisayarların geliştirilmesi etkinliğini ABD'den Japonya'daki IBM-Japonya şirketine aktarmıştır. Aynı nedenle Philips taşınabilir televizyonlarının geliştirilmesini Japonya'da satın aldığı Marantz firmasına aktarmıştır. Dünyada pek az firma, Japonların sahip oldukları teknolojik üstünlüğü kendi geliştirdikleri elektronik sistemlerine uyarlamadan piyasaya sürmeyi düşünebilmektedir. Apple ve Compaq gerekli teknik beceri için Sony ve Citizen ile hassas beraberlikleri yaşatmaya çalışmaktadırlar. Japonya'yı takip ederek düz ekran teknolojisini öğrenen Güney Kore ve Taiwan'da ABD ve Avrupa firmalarının göçünden yararlanmaya başlamışlardır.

Japon firmaları, dünyadaki AMLCD satışlarının %90'ını, PDP satışlarının %69'unu, ELD

satışlarının ise %29'unu kontrol etmektedirler. En az 10 büyük Japon elektronik firması bu alanda uzun vadeli araştırma-geliştirme yapmakta ve yeni nesil üretim hatları için bugüne kadar bu pazarda görülmemiş üretim tesisi yatırımı yapmaktadırlar. Ekran camlarında Corning firması dünya pazarında hakim konumunu sürdürmekle birlikte, üretimini komponent üreticilerinin asıl faaliyet coğrafyasını oluşturan Asya'ya kaydırmıştır. Şekil 7, ekran camlarında pazar dağılımını göstermektedir.

Düzekran camlarında firmaların payları



Şekil 7. Düzekran camlarında dünya pazarının dağılımı. Teknoloji üstünlüğü ile Corning yüksek pazar payına sahip olmakla birlikte G. Kore ve Taiwan firmaları ile ortaklıkları artmaktadır.

SİSTEMİK DALGALAR

Elektronik sistem teknolojileri ve pazarlarındaki öngörüler genellikle son kullanım sektörleri itibarıyla yapılırlar; tüketici elektroniği ve malları, bilgisayarlar ve veri işleme, ofis otomasyonu ve telekomunikasyon, bunlarda endüstriyel, askeri ve ofis uygulamaları olarak bölünürler. Bu tür ayrımlar, bütün bu sektörlerin büyümesinin altını çizen bazı ortak özelliklerin ve teknolojilerin sektör adlarının arkasında kalmasına yolaçarlar. Aşağıda sayılan ürün kategorilerine bakılacak olunursa; dizüstü ve diğer el bilgisayarları, optik diskli veri saklama sistemleri, akıllı kartlar, taşınabilir faks cihazları, fotokopi aygıtları, yazıcılar, cep telefonları ve çağrı cihazları, sayısal fotoğraf makineleri ve video cihazları, compact disk çalıcılar, DVD gibi yeni video ve sayısal teyp sistemleri, elde taşınabilir küçük televizyon setleri, sayısal kontrollü takım tezgahlarının kontrol sistemleri, robotlar ve diğer endüstriyel makineler, motorlu taşıtların motor, difransiyel, ABS-fren ve suspansiyon kontrol sistemleri, elektronik seyrü-sefer sistemleri.

Bütün bu ürünlerin altında yatan teknoloji, kontrol ve uygulamalar için içerilmiş yazılımlar ihtiva eden mikro-işlemciler etrafında mimarisi kurulmuş minyatürleştirilmiş sistemlerdir. Bu sistemler çok-işlevli çözümlere yatkın, iletişim, veri işleme fonksiyonlarına sahip aynı zamanda tüketici için kullanım kolaylığı sağlarken ağ yapılarında kullanılabilme özelliklerine de sahiptirler. Teknik yeteneklerin çok küçük boyutlarda tekrarlanabilmesi nedeniyle bu sistemler giderek taşınabilir olmakta, şebekeler içinde kullanılabilir olma özellikleri nedeniyle, hiyerarşik olarak daha üstte yer alan enformasyon ve kontrol sistemlerinin içinde rahatlıkla yer alabilmektedirler.

Bütün bunlardan belki de daha önemlisi bu ürünlerin altını çizen teknolojilerin, endüstriyel olarak karmaşık ve çok kritik bileşenleri bünyelerinde toplarken aynı zamanda büyük hacimli tüketici pazarlarına yönelik olarak sunuluyor olmalarıdır. Birlikte ele alındıklarında büyük hacimli yeni bir elektronik sanayii sektörünün çerçevesini çizdikleri görülebilir. Muhtevastaki malzeme, makine-teçhizat ve bileşen teknolojilerinin nesil nesil geliştirilmesinde katlanılması gereken maliyetler geniş pazar hacimlerine dağıtılabildiğinden, bu ürünler, maliyetleri üstlenebilecek askeri harcama, herhangi bir devletin Arge teşviği ya da monopol karlardan yararlanmadan otonom bir piyasa mantığı içinde gelişmesini sürdürebilmektedir. Yanısıra, geniş tüketici elektroniği sektörlerinin ana ürünleri olmaları nedeniyle en düşük üretim maliyetlerini yüksek performans ve sıfır hata güvencesiyle gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Yarı-iletkenlerden optik depolamaya, elektronik paketlemeden, optik iletişim, arayüzey fiziğine ve bunları birleştiren makine, bileşen ve sistem teknolojilerine, yeni fotonik teknolojilerin girmediği alan yok gibidir. 30 yıl öncenin elektronik devrimini yaratan silikon yonganın akrabası olan bu sistem ve teknolojiler bütün bir endüstriyel topografyayı değiştirmeyi vadetmektedirler.

Kaynaklar

1. “Exploiting the electromagnetic spectrum” , DTI, Office of Science and Technology, UK,2004
2. “Roadmapping a Durable Photonics Industry in Europe”, EPIC, www.epic-assoc.com
3. “Optical Technologies in Motion for the IST Programme”, www.ist-optimist.org
4. Fotonik sanayii ile ilgili siteler; www.osda.org.uk , spie.org, www.photonics.org.uk , www.pida.org.tw , www.displaysearch.com , www.distec.com , www.atip.or.jp
5. T. Honma, R.Sato, “Photonic Functional Structures in Crystallized Glasses”, ICG 2004
6. S. Inoue, et al, “New Routes to Functional Glasses”, ICG 2004
7. Photonics and Communications, Aralık 2003