

CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

16 ARALIK 1991 DESTEK REASÜRANS T.A.Ş.

(Hizmete Özel)

Yayıma Hazırlayan : Gülser AVŞARCAN

Yazan : Gülgün AYTUĞ



ŞİŞECAM

**Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Teknik Grup**

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU AÇIŞ KONUŞMASI

Renkli Float Camı Üretimi	1
Zeki KÖŞDERE-Ümit ÖZMERDİVEN-Hale HAYBAT	
Ultra-Viyole Işıklarının E-Camı Üzerine Etkileri	2
Dr. Kemal AYDIN	
Fiziksel Modelleme Yöntemi İle Throat Tasarımı	10
Atilla ÜNSAL	
Büyük Mamuller İçin Pres-Üfleme Makinesi Geliştirme	25
Ünal ÖZTÜRK-Selçuk ÖZER	
Throat'lu Fırınlarda Taban Barajı Uygulamasının Cam Kalitesine Etkisi	26
Tuncer AKMAN-Zeynep ELTUTAR	
Tavlama Fırınlarmn Sıcaklık Profillerinin Çıkarılması	37
İsmail USER	
Kırklareli Cam San. A.Ş. Soğutma Sonunun Modernizasyonu	46
Mustafa SAYGI-Hayrettin SEZER	
Paşabahçe-O.Z.F. Soğutma Fırınlarmda Dağıtılmış PID Uygulaması	55
Kürşad OKYAR-İlhan TUNALI	
Cam Elyaf San. A.Ş.'de Üretim Miktarı ve Proses Değişkenlerinin İzlenmesinde Bilgisayar Kullanımı	59
Dr. Kemal AYDIN	
Hammadde Atıklarından Cam-Seramik Yapımı	67
Dr. Baha KUBAN	
Hammadde Hazırlama Tesislerimizde Çevre Korumaya Yönelik Uygulamalar	76
Nurettin ÖZTÜRK	
Düz Camlarda Yeni Fonksiyon Tasarımları	93
Gülçin ALBAYRAK	
EKLER	
Sempozyum Programı	I
Sempozyuma Katılanların Listesi	III
Listede Kullanılan Kısaltmalar	VI
Yazar Dizini	VII

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

ÖNSÖZ

16 Aralık 1992 tarihinde, Destek Reasürans T.A.Ş. Konferans Salonu'nda yapılan

"7. Cam Problemleri Sempozyumu"nda

sunulan bildirileri içeren bu kitapçığı ŞİŞECAM'luların hizmetine bir kez daha sunmaktan mutluluk duymaktayız.

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

TEKNİK GRUP

1900-1901

1902-1903

1904-1905

1906-1907

1908-1909

SN. ADNAN ÇAĞLAYAN'IN SEMPOZYUMU AÇIŞ KONUŞMASI

Sevgili çalışma arkadaşlarım, değerli ŞİŞECAM'lılar.

Cam Problemleri Sempozyumunun 7.'sinde tekrar birlikte olmaktan duyduğum memnuniyetimi ifade ederek sözlerime başlamak istiyorum.

ŞİŞECAM'da geleneksel bir hale gelmiş olan Cam Problemleri Sempozyumunda bu yıl 3. defa sizlerle birlikte olmaktan gerçekten çok büyük bir mutluluk duymaktayım. Önceki yıllar dünyadaki ve ülkemizdeki değişimleri, artan rekabet koşullarını vurguluyarak yarınlarda var olabilmek için yüksek teknolojimiz, yüksek verimliliğimiz ve kalite seviyemizle pazarlarda yerimizi almak zorunda olduğumuzu, maliyetlerimizi düşürmenin hayati bir önem taşıdığını defalarca ifade etmiştim. Bugün dünyayı ve Türkiye'yi etkileyen, politikalarımızı belirleyen temel faktör hepimizin de bildiği gibi hızlı değişimdir. Bu nedenle hepimiz, içinde bulunduğumuz koşulları iyi değerlendirip, dinamik bir yapı içerisinde gerekli tedbirleri zamanında almak, fırsatları yaratmak, serbest piyasa koşullarının tüm kurallarını yerine getirmek için bütün gücümüzü kullanmak zorundayız.

Nitekim, bu yıl tahminlerimizin de ötesinde zorluklar yaşadık. Körfez krizini ve cam üretiminde bir ayı aşkın bir grevi birlikte yaşadık (Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. direnişleri ve diğer olaylar hariç olmak üzere). Yaptığımız toplu sözleşme ile bazı üretim türlerimizde maliyetler içerisindeki işçilik yüzdeleri, işçilik payları çok yüksek değerlere ulaştı. Bunun sonucunda bazı tedbirler almamız, teknolojisi eskien, yaşama imkanı olmayan bir tanesi düz cam, bir de el imalatı olmak üzere iki fırınımızı kapatmak, bazı işçi arkadaşlarımızın işine son vermek zorunda kaldık, bunu üzülenek yaptık ama yapmaya da maalesef mecburduk.

ŞİŞECAM'ı günün acımasız rekabet koşullarında yaşayabilen, kar ederek büyüyen daha sağlıklı bir yapıya kavuşturmak için tedbirler almak zorundaydık.

1992 yılında hedeflerimizi tutturabildiğimiz takdirde çok iyi sonuçlar alacağımızı şimdiden görüyor ve ifade edebiliyorum. Artık aydınlık bir geleceğe ümitle bakıyorum. ŞİŞECAM güçlüdür; dün de güçlüydü, bugün de güçlüdür. Değişimi yönetebildiğimiz ve yönlendirebildiğimiz takdirde ŞİŞECAM gelecekte de güçlülüğünü artırarak muhafaza edecektir. Ancak, yaptıklarımızı yeterli görmemiz de mümkün değildir. Her yeni gün yeni ufuklar açarken aşılması gereken yeni sorunları da maalesef devamlı olarak birlikte getirmektedir.

Maliyetlerimizi kesinlikle azaltmak zorundayız. Her gün daha düşük maliyetli, daha kaliteli üretim yolunda bir adım daha ileri atmak mecburiyetindeyiz. Dünya pazarlarında söz sahibi olabilmemiz ve bugün ulaştığımız pozisyonlarımızı muhafaza edebilmemiz için, verimliliğimizi daha da artırmak boynumuzun borcudur.

Teknik arkadaşlarımız; prodüktivitemizi artırmakta, maliyetlerimizde önemli yer tutan enerji giderlerimizi azaltmakta, otomasyona gitmekte, optimum stok seviyelerine ulaşmakta, yatırımlarımızda alternatif kaynakları iyi değerlendirerek yatırım maliyetlerimizi azaltmaya dönük her tedbir, geleceğimizin güvencesi olacaktır.

Bu alanlarda önemli çalışmalar yaptığımızı da biliyorum. Örneğin, enerji tasarrufu konusunda fırınlarımızın ulaştığı teknolojik düzey sonucunda kullanılan yakıt miktarları, gelişmiş ülkelerdeki rakiplerimizle aynı seviyelerdedir. Ancak, teknolojik gelişmenin sürekliliğine dayanarak sizin bilgi ve becerinizle hala ortaya çıkabilecek tasarruf potansiyellerinin olduğuna da kesinlikle inanıyorum.

Ayrıca, bu konu çevre koruması açısından da son derece önemlidir. Bugün çevre koruması dünyanın ve Türkiye'nin inanın en önemli bir sorunu haline gelmiş bulunmaktadır. Cam sanayii kirlenici vasfı yüksek bir üretim alanı olmamakla beraber, enerji yoğun bir sektördür. Fırınlarımızda sırasıyla doğal gaz kullanımına geçilerek baca gazı emisyonları açısından önemli iyileşmeler sağlanmaktadır. Ancak, Avrupa Topluluğu tarafından 2000'li yıllarda atmosferdeki karbondioksit seviyesini bugünkü seviyede tutmak üzere kararlar alınmaktadır. Dolayısıyla, fırınlarda yakıtın kontrolü bir başka boyut kazanarak bu alanda yeni teknoloji arayışlarını hızlandırmaktadır.

Su kirliliği de gerek tasarruf potansiyeli, gerekse çevre koruması bakımından son derece önem taşıyan bir diğer konudur. Üretim Şirketlerimizde genellikle arıtma tesisleri mevcuttur. Eksik olanlar da, yatırım programında vardır; kısa zamanda tamamlanacaktır. Ancak kirlilik faktörü ortadan kaldırılrsa dahi su fiyatlarındaki dikkat çekici artışlar, su tüketiminde tasarrufu ve yeniden kullanımı gündeme getirmiş bulunmaktadır.

Bütün bunlardan görüyoruz ki, yaptıklarımızla yetinmemiz kesinlikle mümkün değildir. Her alanda her zaman daha yapacaklarımız muhakkak vardır. Maliyetlerimizi düşürerek kar imkanları yaratırken, pazarın ihtiyaçlarına göre organize olup, sürekli yeni ürünler pazara sunarak pazar payımızı artırmak; beyin gücümüzü, yaratıcılığımızı en üst düzeyde kullanmamızla mümkün olacaktır.

Bu noktada, her zaman her vesile ile söylediğim gibi, tek güvencemiz siz bütün mesai arkadaşlarımsınız. Her zaman ŞİŞECAM'lılık ruhu içinde zorlukları aşacağımıza her gün daha güçlü bir ŞİŞECAM yaratacağımıza olan inancımı bir kez daha burada tekrar etmek ve de vurgulamak istiyorum.

En kıymetli hazinemiz olan bilgiyi yaratmanın ve paylaşmanın geleneksel bir hale geldiği ŞİŞECAM'da, bu yıl Cam Problemleri Sempozyumu'nun yanı sıra "Kalite Sempozyumu"nu da başlatmış bulunuyoruz. Bu yıl bir başka yeniliğimiz var. Araştırma Merkezimiz'de 1991 yılında yapılan yeni ürünleri bugün burada sergiliyoruz. Sempozyumda bildiri sunacak olan arkadaşlarımızı şimdiden kutluyorum ve de Sempozyumu açarken hepinize başarılar diliyor sevgiler sunuyorum. Teşekkür ederim arkadaşlar.

RENKLİ FLOAT CAM ÜRETİMİ

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

Ümit ÖZMERDİVEN-Zeki KÖŞDERE
Trakya Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Günümüzde mimari tasarımlarda güneş kontrol etkinliklerine sahip ve estetik görünümde olan renkli düz camların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu alanda iç ve dış pazarlarda da yerimizi alabilmek için Topluluğumuzda ilk defa bronz ve füme renkli float camı üretimi Trakya Cam Sanayii A.Ş. 1 no'lu firmında gerçekleştirilmiştir.

Bu bildiriye, hedef renkteki cam özelliklerinin float firmı koşullarında en az üretim kaybıyla elde edilmesini sağlayacak renk geçiş programının hazırlanışı ve uygulamasına yönelik çalışmalar ile uygulama sonucunda kazanılan deneyimler tartışılacaktır.

NOT: BİLDİRİ, GİZLİLİĞİ GEREKTİREN ÖZGÜN BİLGİLER İÇERDİĞİNDEN, BASILMASI UYGUN GÖRÜLMEMİŞTİR.

ULTRAVİYOLE IŞINLARININ E-CAMI ELYAFI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Kemal AYDIN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

Günümüzde E-camı elyafı takviyeli kompozitler günlük yaşamda olduğu kadar endüstriyel amaçlarla oldukça fazla kullanım alanı bulmaktadır. Kompozitler üzerine yapılan son çalışmalar, özellikle asidik ortamlarda mukavemet kayıplarının kompoziti oluşturan, polimer sisteminden çok takviye komponenti olan cam elyafından geldiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, belli bir % uzamaya karşılık gelen stres uygulanmış E-camı filamentlerinin asidik ortamda ultraviyole ışınları altında ve karanlıkta kopma süreleri tespit edilmiştir. Elyaf çapları 632 nm dalga boylu laser kullanılarak ölçülmüştür. Filamentlerin kopma süreleri bilgisayar kullanılarak büyük bir hassasiyetle bulunmuştur. Kopma sürelerini kısaltmak amacıyla % 0.3-0.4 arası % uzamayı verecek pyrex cam ağırlıklar filamentlerin uçlarına asılmıştır.

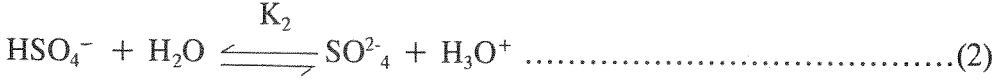
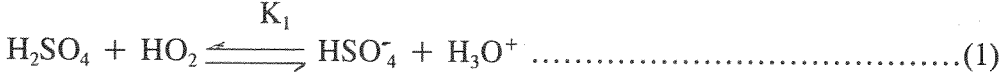
Sonuçlar Weibull istatistiği kullanılarak yorumlanmıştır. E-camı filamentleri 10-20 mikron çapında olup, her türlü dış etkenlerden etkilenerek mukavemet kaybına uğramaktadırlar. Bu nedenle kopma süreleri birbirinden oldukça farklı olmaktadır. Isımanın dışındaki parametreler sabit tutularak elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelenmiştir.

1. GİRİŞ

E-camı elyafı takviyeli kompozit malzemeler, gün geçtikçe değişik kullanım alanlarıyla karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde E-camı elyafı uygun matrix sistemleriyle asidik ortamlarda başarıyla uygulanmaktadır. Proses ekipmanları, donanımlar, depolama tankları, kanalizasyon boruları ve asidik ortamlarda korozyona karşı kaplama alanlarında büyük ölçüde kullanım alanı bulmaktadır. Kompozitlerin mukavemet kayıplarıyla ilgili çalışmalar özellikle asidik ortamlarda takviye komponenti olarak kullanılan E-camı elyafının matrix sisteminden daha çok etkilendiğini ortaya koymuştur (1). Camlarda "static fatigue" sabit yük altında yorulma, günümüze kadar çok detaylı incelenmiştir (2). E-camıyla ilgili son çalışmalarda statik yorulma yerine terminoloji olarak stres korozyonu kullanılmaktadır (3). E-camı elyafı takviyeli epoksi kompozitlerin asidik çözelti içerisinde stres korozyonları incelenirken çözelti içinde Fe (iii) iyonlarına rastlanmıştır (4). Daha sonra E-camı filamentlerinin 2M sülfürik asit çözeltisi içinde karanlıkta ve gün ışığında stres korozyon çalışması yapılarak filamentlerin gün ışığında daha kısa sürelerde koptuğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadan hareket edilerek UV ışınlarının E-camı elyafı üzerine etkilerinin daha detaylı araştırması gündeme gelmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada korozif çözelti olarak, 1M sülfirik asit kullanılmıştır. Aşağıdaki şekilde iyonize olmaktadır.



K_1 denge sabiti her konsantrasyonda oldukça yüksek olmasına karşın K_2 10M sülfürikasit çözeltisinde maksimum 0,012 olmaktadır. E-camı elyafı olarak bağlayıcısız elyaf kullanılmıştır. Deneylede kullanılacak filamentlerin yüzeyi kaplamasız olduğundan işlemler sırasında son derece dikkat edilmiştir. Alınan filamentler elyaf çaplarının ölçülmesi için kartlara yapıştırılmıştır. Filamentlerin çapları Şekil 1'de görüldüğü gibi 1mW gücünde, 632 nm dalga boylu He-Ne laseri kullanılarak ölçülmüştür. Aşağıdaki formül kullanılarak elyaf çapları bulunmuştur. Bu filamentler çok hassas olarak karttan kesilerek Şekil 2'de görüldüğü gibi bir uçlarından cam çubuğa diğer uçlarından pyrex ağırlığın asılacağı lastik banta yapıştırılmıştır.

$$N = 2r/L((\sin Q_2/2 + (\mu^2 + 1 - 2 \cos Q_2/2)^{1/2}) - \sin Q_1/2 + (\mu^2 + 1 - 2 \cos Q_1/2)^{1/2}) \dots\dots\dots(3)$$

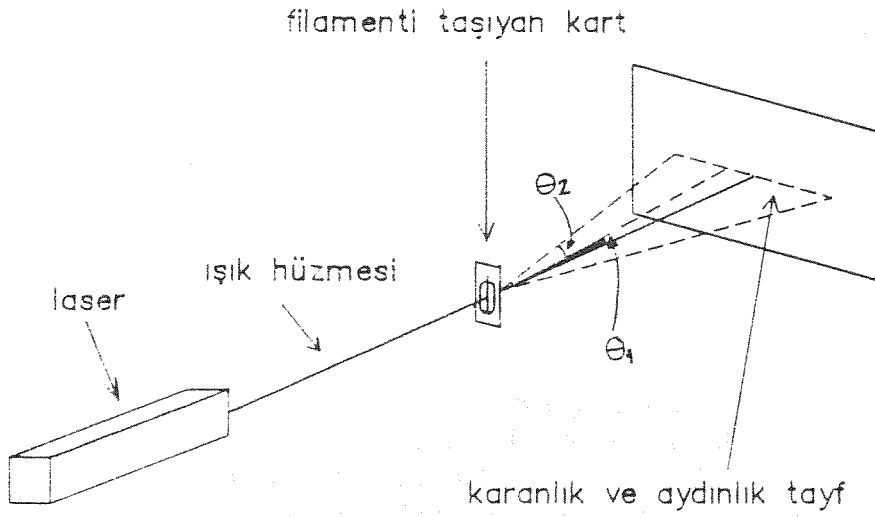
Bu formülde; Q,Q: Şekil 1'de tanımlanmıştır. N=Q-Q açıları arasındaki aydınlık tayf sayısı

- μ : E-camı refraktif indexi
- L: Laser ışını dalga boyu
- r: Elyaf yarı çapı

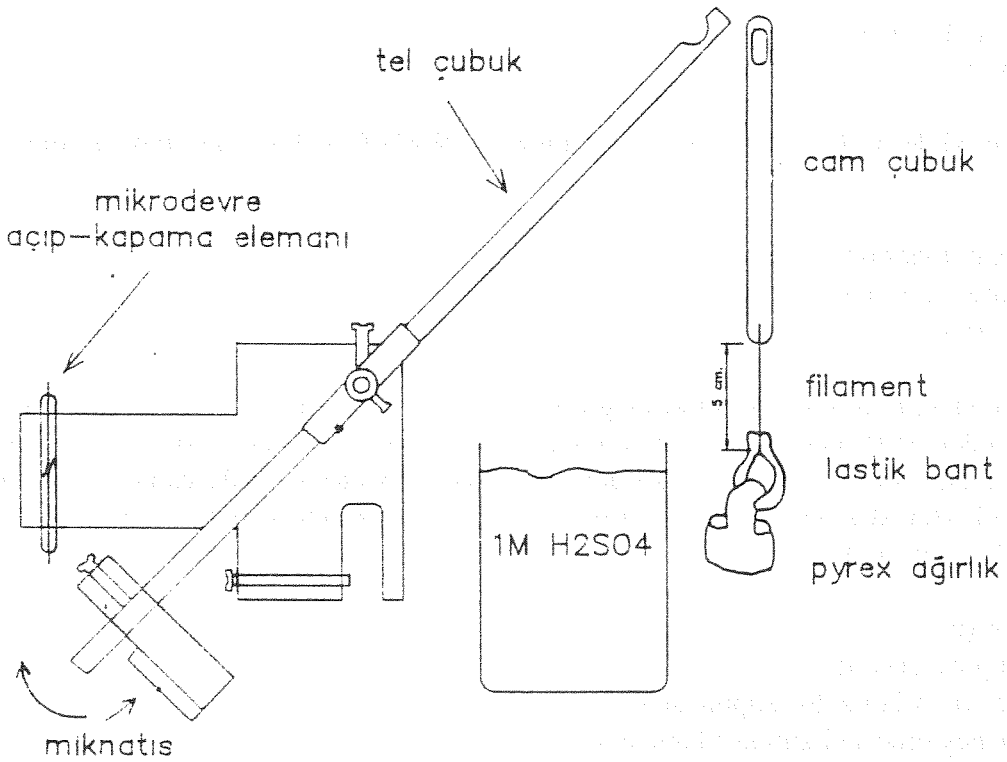
Mukavemetin lokal olarak farklılık gösterdiği cam, kompozitler gibi malzemelerde sabit bir mukavemet değeri bulmak oldukça zordur. Bu nedenle yapılan çalışmalarda istatistiksel yöntem kullanmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sonuçlar Weibull istatistiği kullanılarak yorumlanmıştır. Bu teknikte kopma olasılığı aşağıdaki eşitlikle verilmektedir.

$$P = 1 - \exp(-t/t_0)^w \dots\dots\dots(4)$$

- P: Kopma olasılığı, n/N+1
- n: Her bir filamentin kopma sıra no
- N: Deneylede kullanılan filament sayısı
- t: Her bir elyafın kopma süresi
- t₀: Karakteristik kopma süresi
- w: Weibull şekil faktörü



Şekil 1: Laser seti.



Şekil 2: Deney düzeneginin şematik görünüşü.

Sonuçların daha iyi yorumlanabilmesi için (4) ifadesi aşağıdaki şekilde lineerize edilebilir.

$$\ln \ln 1/(1-P) = w(-\ln t_0 + \ln t) \dots \dots \dots (5)$$

Bağlayıcı uygulanmayan elyaftan alınan 29 filament karanlıkta, 31 filament ise UV ışınları altında test edilmiştir. Filamentlerin kopma süreleri bilgisayar kullanılarak büyük bir hassasiyetle bulunmuştur. Toplu sonuçların özetleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1.

Işıma durumu	Test sayısı	Ort. elyaf çapı,	Ort. % uzama	Kopma süreleri (sn)	
				min.	maks.
Karanlık	29	15.2	0.348	2300	680100
UV	31	15.4	0.347	1600	181680

Şekil 3 kaplamasız filamentlerin karanlık ve UV ışınları altında 1M sülfürik asit içinde kopma olasılıklarına karşı kopma zamanlarının grafiğini göstermektedir.

4. SONUÇLARIN YORUMLANMASI

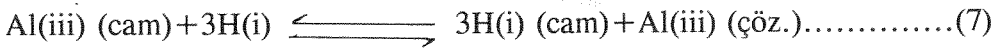
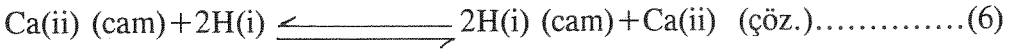
Karanlık ve UV ışınları altında elde edilen test sonuçları için Weibull parametreleri tespit edilmiştir. Sonuçlar Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2.

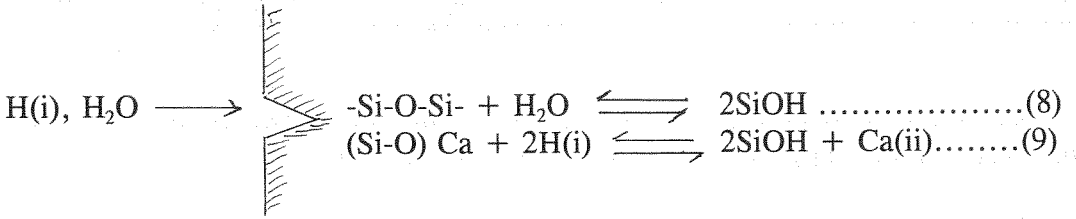
Işıma durumu	Ort. kopma süreleri (sn)	Karakteristik kopma süreleri (sn)	Weibull parametresi
Karanlık	145990	119400	0.719
U.V.	46200	37800	0.652

Şekil 4 Weibull grafiğini göstermektedir. Lineer doğrunun eğimi ve kayımı bilindiğine göre (5) eşitliğinden, karakteristik kopma süresi bulunabilir. Ayrıca karakteristik kopma süresinin $\ln \ln (1/(1-p))$ ekseninin sıfır olduğu konumdaki zaman olarak tanımlanmaktadır. Sonuçların karşılaştırılmasında önemli bir parametredir.

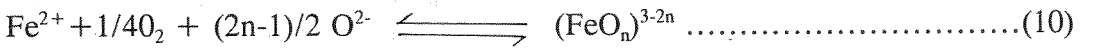
Tablo 2’de görüldüğü gibi ortalama kopma süreleri ve karakteristik kopma süreleri karanlıkta ve UV ışınları altında oldukça farklı bulunmuştur. Bu sonuç Şekil 3 ve 4’te daha açık olarak görülmektedir. Çalışmalarda kopma sürelerini kısaltmak amacıyla filamentlere stres uygulanmıştır. Bu değer karanlıkta ve UV ışınları altında yapılan testlerde birbirine mümkün olduğunca yakın tutulmuştur. Weibull grafiğinde eğimi ifade eden Weibull parametresi her iki durum için birbirine yakın olduğundan mekanizmanın aynı olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi asidik ortamda camın yapısında bulunan alkali, toprak alkali ve alüminyum gibi iyonlar asit protonu ile yer değiştirerek çözeltilmeye geçmektedir.



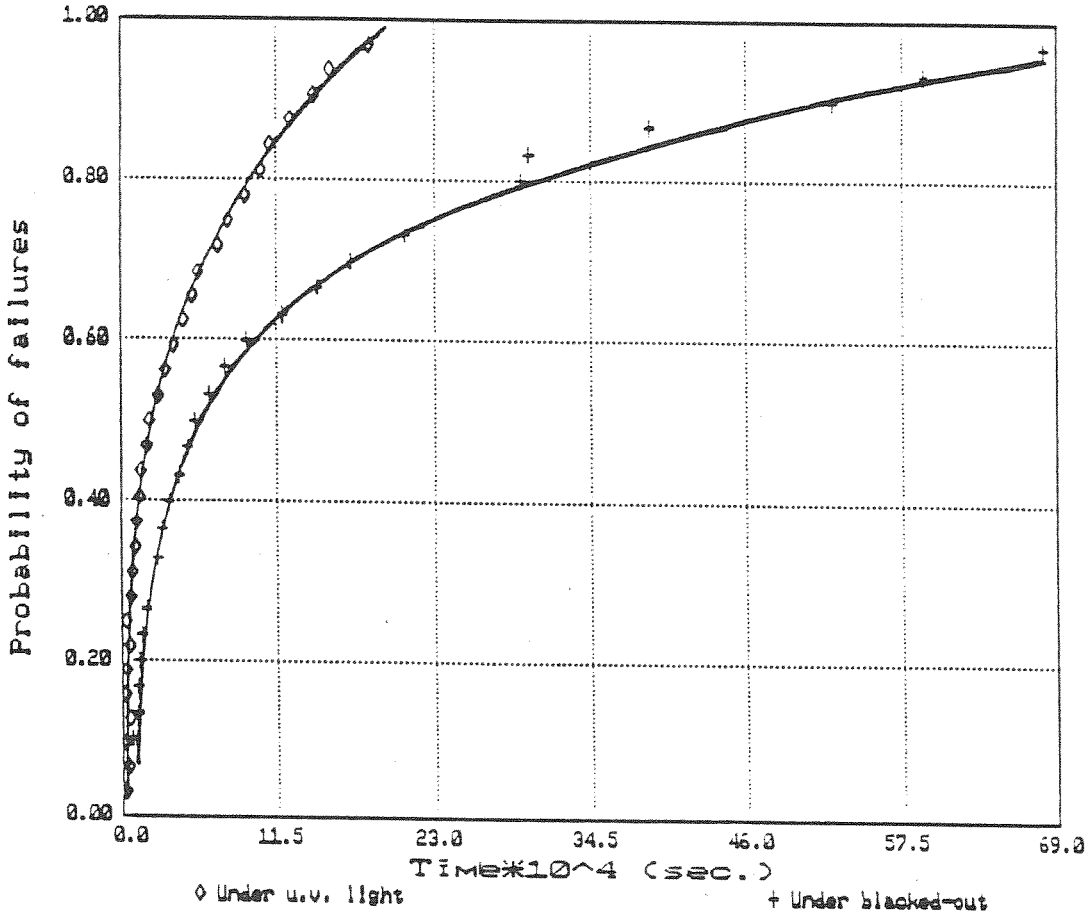
Camsı yapılarda kristal yapılarda olduğu gibi yapı elemanlarının düzenli durumu söz konusu olmadığından yüzeylerde mikro çatlakların oluşması daha kolaydır. Ayrıca yukarıdaki reaksiyonlar gereği yapıda çatlaklar meydana gelebilir veya mevcut olanlar büyüyerek kırılmalara neden olmaktadır.



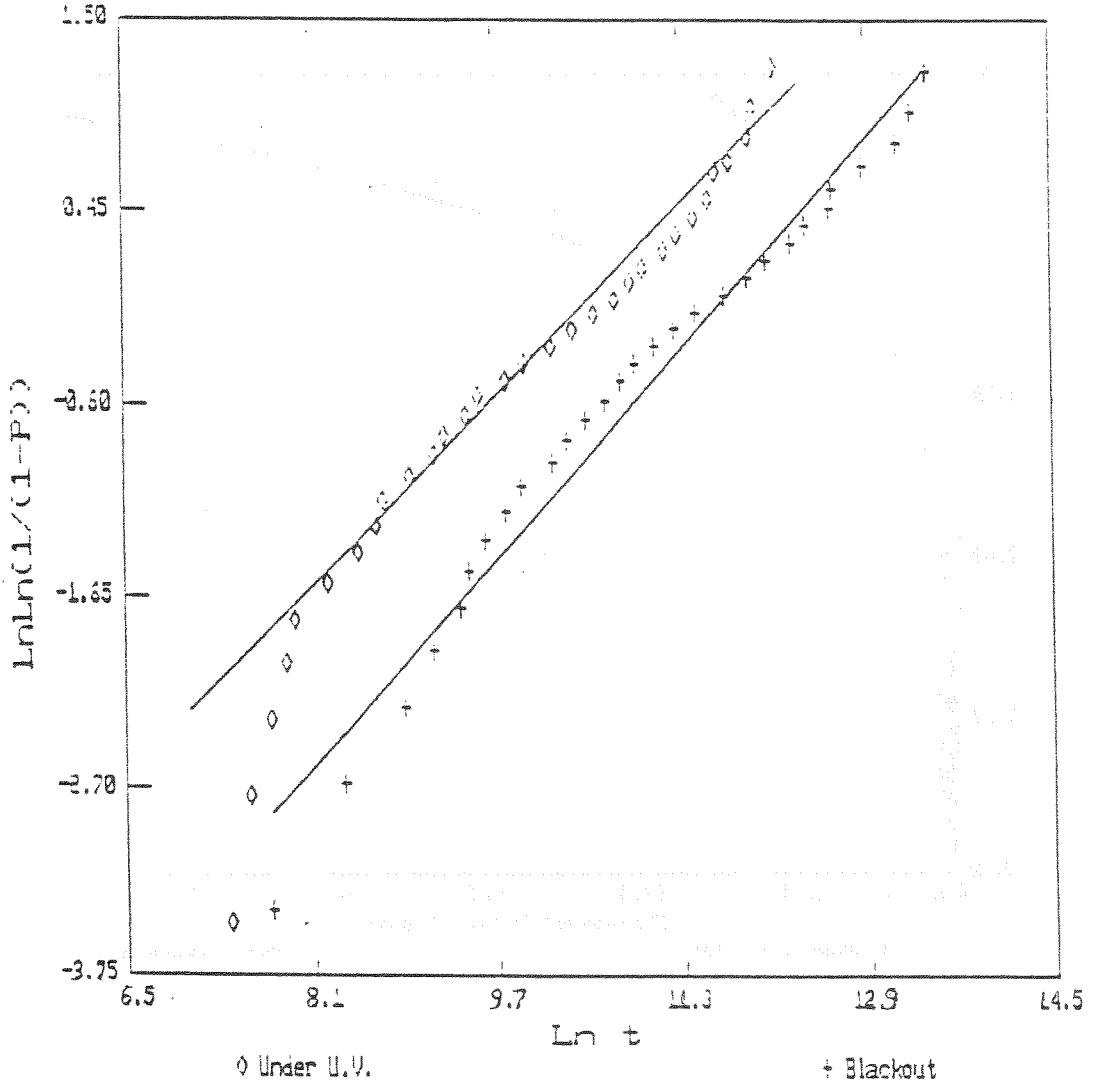
İyon transferi şeklinde olan bu korozyon mekanizması karanlıkta ve UV ışınları altında aynı derecede etkili olacaktır. Oysa ki sonuçlar UV ışınları altında stres korozyonunun daha hızlı olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni camda bulunan ve UV ışınlarından etkilenerek çözeltilmeye geçmesi sonucu yapıyı bozan bir komponent olmalıdır. E-camı içinde safsızlık olarak Fe(ii) ve Fe(iii) iyonları bulunmaktadır. Camdaki Fe(ii) ve Fe(iii) miktarı eritmenin oksidasyon derecesine ve bağ yapmamış oksijen miktarına bağlıdır. Genel olarak $1 < n < 4$ olmak üzere aşağıdaki denge eşitliği yazılmaktadır.



Yüksek oksidasyon derecesi ve yüksek toprak alkali komponent içeriği olan E-camında çoğunlukla demir (iii) bulunacaktır. Fe(iii) tetrahedral olarak yapıya girerek 4’lü kapalı zincir oluşturmaktadır. Sülfürik asit, Fe(iii) iyonları ile kompleks oluşturmaktadır. Bu reaksiyonlar aşağıdaki gibi yazılabilir:

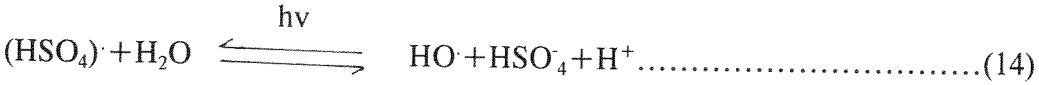
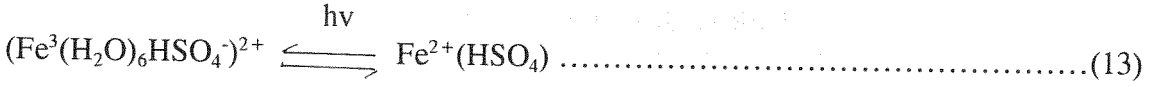
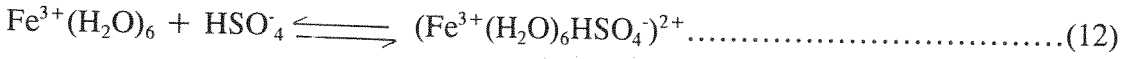
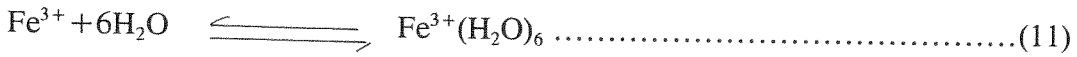


Şekil 3: Kaplamasız elyafların kararınlıkta ve UV ışınları altında kopma olasılığına karşı zaman grafiği.



Şekil 4: Kaplamasız elyafların karanlıkta ve UV ışınları altında 1M sülfürik asit çözeltisinde Weibull grafiği.

1. The figure is a Weibull plot showing the relationship between the natural logarithm of time ($\text{Ln } t$) and the natural logarithm of the inverse of the survival function ($\text{LnLn}(1/(1-P))$).



Ayrıca yapılan diğer çalışmalar korozif çözelti içinde UV ışınları altında daha fazla Fe(iii) iyonu bulunduğunu kantitatif olarak göstermektedir (5). Sonuç olarak UV ışınları altında yapı daha fazla bozulduğundan oluşan mikro çatlaklar daha hızlı büyüyerek kopmanın kısa sürede olmasına neden olmaktadır.

REFERANSLAR

1. ROBERTS, R.C., Reinforced Plastic Congress, Brighton, paper 19, 1978.
2. CHARLES, R.J., J.App.Phys., 29, p. 1549-60, 1958.
3. JONES, R.L., CHANDLER, H.D., J.Mat.Sci., 19, p. 3844, 1984.
4. SHEARD, P.A., PhD Thesis, University of Surrey, 1986.
5. AYDIN, K., Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1991.

FİZİKSEL MODELLEME YÖNTEMİ İLE THROAT TASARIMI

Atilla ÜNSAL
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

ÖZET

Günümüzde cam ev eşyası ve ambalaj alanında cam üretimi hala içinde bulunduğumuz yüzyılın ilk yarısında geliştirilen rejeneratif fırın teknolojisi ile yapılmakta, ancak daha düşük üretim maliyeti için fırın tasarımları özellikle kritik fırın bölgelerinde sürekli yenilenmekte, geliştirilen yeni refrakter malzemeler kullanılmaktadır.

Günümüz fırınlarında kampanya süresi, cam kalitesi ve yakıt tüketimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi de başlıca işlevleri;

- sadece afinasyonu tamamlanmış camın çalışma bölgesine geçişinin sağlanması ve
- ergitme ve çalışma bölgeleri arasında fiziksel bir engel oluşturarak cam sıcaklığının büyük miktarda düşürülüp foreheart'lar için gerekli sıcaklık değerine getirilmesi, olarak özetlenebilecek throat bölgesinin tasarımıdır.

Throat yapısı sağladığı faydalar gözönüne alınarak, fırınlarda ilk kullanımından itibaren farklı boyutlar, şekiller ve sayılarda tasarlanmış, sonraları en uygun tasarımı belirlemek amacı ile fırın koşullarında cam akımlarının izlenmesi güç olduğundan laboratuvarında fiziksel model üzerinde incelemeler ve matematiksel modelleme çalışmaları başlamıştır. Günümüzde uygulanan başlıca throat yapıları kullanılan refrakter malzemenin camla etkileşimi ve cam akımları sonucu aşınması da gözönüne alınarak genellikle; düz, dalma, ve eğimli olarak değişik şekil ve boyutlarda uygulanmaktadır (Şekil 1).

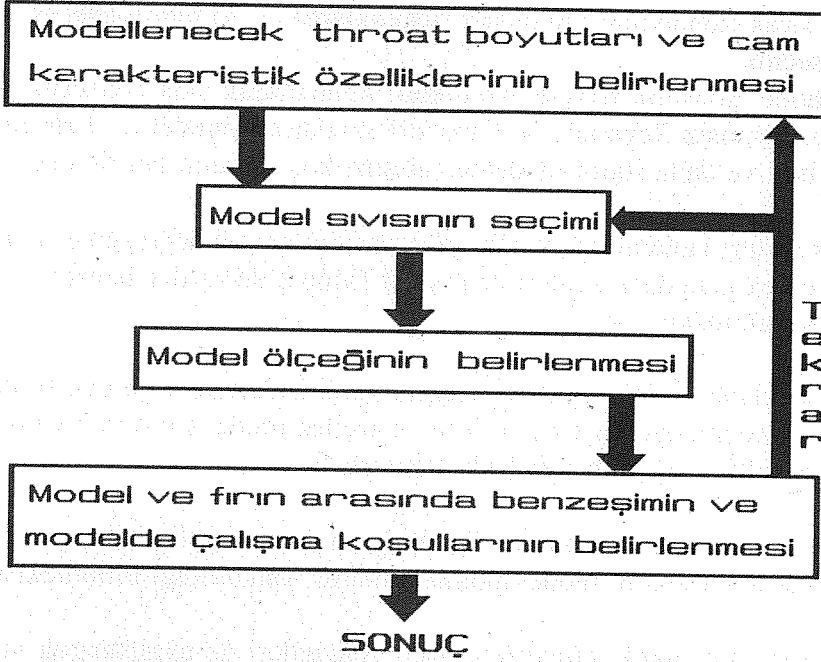
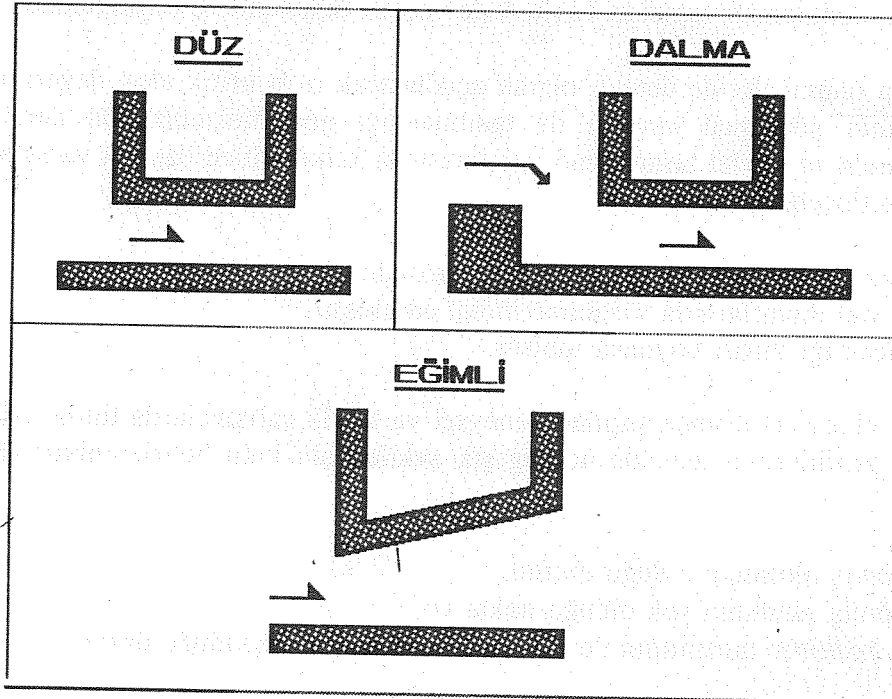
Bu çalışmada throat bölgesinde kritik cam akış hızı, cam geri dönüş akımlarının oluşumu ve throat boyutları gibi önemli tasarım parametrelerinin belirlenmesi amacı ile hazırlanan fiziksel modelin uygulama sonuçları teorik değerler ile karşılaştırılmış, ayrıca kampanya süresince refrakter aşınması sonuca throat kesit alanında meydana gelen artışın geri dönüş akımları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

TEORİ

Bir fiziksel model çalışması model tasarımı aşamasında gerçek sistem-model benzerliğinin sağlanması amacı ile birbirini izleyen işlemler sürecinin uygun benzeşim değerleri elde edilene kadar tekrarını gerektirmektedir. Gerçek sistemi gerek ısı gerekse akış özellikleri ile aynı fiziksel model üzerinde incelemek çok güç olmakla birlikte uygun sınır koşulları kabul edildiğinde sadece ısı veya akış özelliklerinin modellemesi de mümkün olmaktadır. Buna ek olarak fiziksel model çalışmasında throat gibi belirli bir fırın bölgesinin modellemesinde tüm fırını kapsayan bir model yapılması gerekmediği literatür çalışmalarında belirtilmektedir.

Bu çalışmada izlenen model tasarım yöntemi akış koşullarını incelemek üzere hazırlanmış olup genel başlıklar ile şu şekilde özetlenebilir (Tablo 1).

Tablo 1.

MODEL ÇALIŞMASI AKIM ŞEMASI**THROAT TIPLERİ**

Şekil 1.

1. Modellenecek throat boyutlarının ve sıcaklığa bağlı olarak yoğunluk, kinematik viskozite gibi cam karakteristik değişkenlerinin belirlenmesi,
2. Hazırlanacak modelin gerçek boyutlara göre hangi oranda küçültülerek yapılacağı belirlenmesi, ölçek,
3. Fırındaki sıcak cam akımlarını düşük sıcaklıklarda en iyi temsil edecek uygun model sıvısının seçimi,
4. Seçilen model sıvısının fiziksel özellikleri kullanılarak akış benzerliği için temel koşul olan birimsiz Reynolds ve Grashoff sayılarının model ile fırın arasında benzeşiminin ve daha sonra modelde çalışma koşullarının belirlenmesi.

Benzeşim kriterleri kullanılarak model çalışmasında çeşitli değişkenler için elde edilen sonuçların gerçek fırın değişkenleri ile ilişkisi Tablo 2'de verilen benzeşim denklemleri yardımı ile kurulmuştur.

Tablo 1'de açıklanan işlem sırası benzeşim denklemlerinden gerçek throat cam akış koşullarına en yakın değerler elde edilene ve seçilen model sıvısı ile uygulanabilir akış ve sıcaklık koşulları sağlanıncaya kadar tekrarlanır.

Cam akımlarını modellemek amacı ile özel akışkanlar geliştirilmiş ise de genelde Tablo 3'de verilen sıvıların model akışkanı olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Analitik ve son zamanlarda nümerik çözüm yöntemleri de uygulanarak yapılan teorik "akışkanlar dinamiği" çalışmaları, throat'a akış profillerini çeşitli katsayılar içeren denklemlerle tanımlama olanağı sağlamıştır. Bu çalışmalarda farklı katsayılar verilerek tanımlanan denklemler temelde Tablo 4'de verilen denklemlere dayanmaktadır.

Bu tabloda önemi ileride detaylı olarak açıklanacak olan kritik akış değerinin throat yüksekliğinin dördüncü kuvveti ile tanımlandığı görülmektedir. Bu denklemlerin bulunmasında ve model tasarımının yapılmasında kabul edilen başlıca varsayımlar şu şekilde özetlenebilir.

1. Cam akımları sadece yatay yönde oluşmaktadır.
2. Throat yan duvarlarında sürtünme ihmal edilmiştir.
3. Cam sıcaklığı throat boyunca sabittir.

Throat akımları konusunda yapılan deneysel ve teorik çalışmalarda throat bölgesinde cam akış profillerinin temelde üç değişik şekilde oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 2). Bunlar;

1. Geri dönüş akımının olduğu durum,
2. Geri dönüş akımının yok olduğu nokta ve
3. Throat kesitinin tamamının ileri akım tarafından doldurulduğu durum,

şeklinde özetlenebilir.

Tablo 2.

BENZEŞİM DENKLEMLERİ

● KİNEMATİK VİSKOZİTE :	$\mu_m = \mu_c \times [\text{ÖLÇEK}]^{3/2}$
● AKIŞ HIZI :	$V_m = V_c \times [\text{ÖLÇEK}]^{1/2}$
● DEBİ :	$M_m = M_c \times [\text{ÖLÇEK}]^{5/2}$
● ZAMAN :	$t_m = t_c \times [\text{ÖLÇEK}]^{1/2}$

m = model c = cam

TABLO 3

MODEL AKIŞKANLARI

Akışkan	Kullanım
Gliserin	Model sıvısı olarak yeterli, renksiz, büyük ölçekli model için viskozitesi düşük.
Gliserin + NaOH	NaOH viskoziteyi ve elektrik iletkenliğini artırır.
Gliserin + LiCl	LiCl viskoziteyi kontrol eder elektrikle ergitme modelleri için uygun bir akışkandır.
Gliserin + Citric Asit	Citric asit viskoziteyi kontrol eder, ancak viskozite sudan çok etkilenir.
Na-polymethacrylate	Yüksek alkali içeren camlar için uygundur, visko. ilave edilen su ile ayarlanır, ısı ile yüzeyi katılaştır.

KATI KATLI AKIŞTANIM

Tablo 4.

AKIŞ PROFİLİ DENKLEMLERİ

$$V_y = \frac{\beta \sigma_0 g (T - T_0)}{6 \sigma L} y \left[y^2 - \frac{h^2}{4} \right] \quad \text{KONVEKTİF AKIŞ}$$

$$V_p = \frac{-3 M}{4 \sigma b \left[\frac{h}{2} \right]^3} \left[y^2 - \left[\frac{h}{2} \right]^2 \right] \quad \text{ÇEKİŞ SONUCU OLUŞAN AKIŞ}$$

$$\text{TOPLAM AKIŞ : } V_T = V_y + V_p$$

KRİTİK ÇEKİŞ

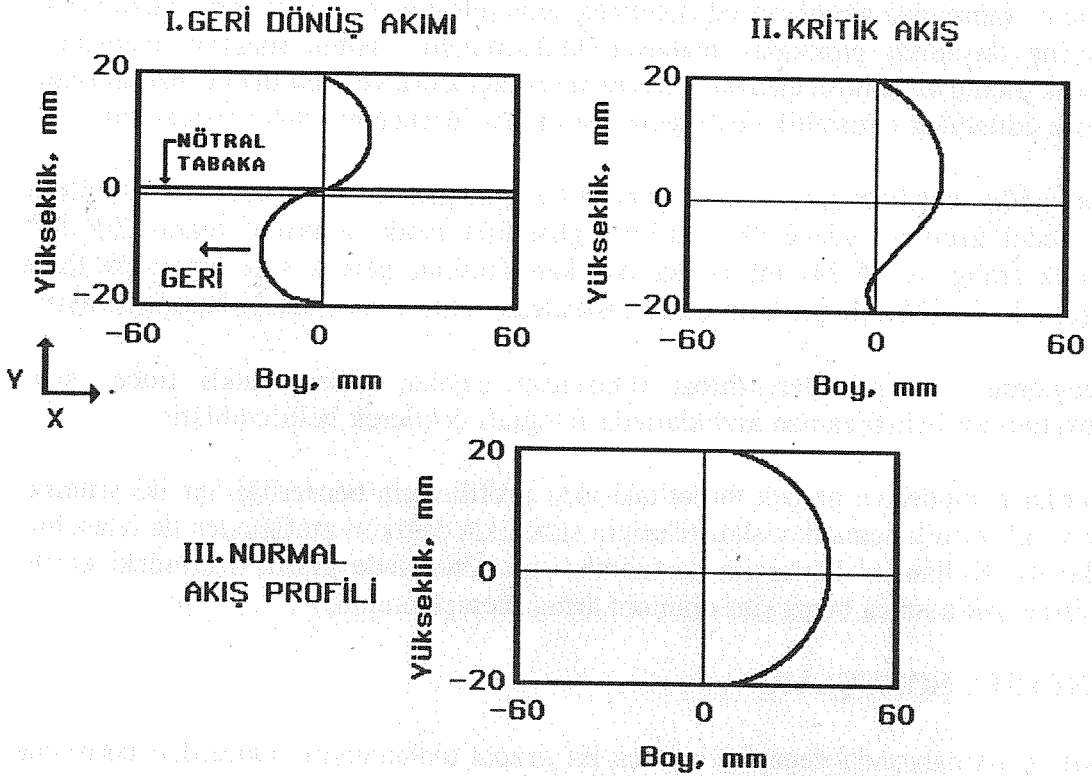
$$M_{cr} = \frac{g (\sigma - \sigma_0) b h^4}{24 \mu L}$$

OPTİMUM YÜKSEKLİK

$$h_{opt} = 2.81 \frac{M \mu L}{\sigma_0 \sigma b g k (T - T_0)}$$

bu çalışmada, 2D akış simülasyonu yapılarak, farklı hızlarda, farklı akış yönlerinde, farklı geometri ve farklı malzemelerde akışın, akış hızının, akış yönünün, akışın türünün ve akışın türünün etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, akışın türünün etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, akışın türünün etkileri araştırılmıştır.

THROAT CAM AKIŞ PROFİLLERİ



Şekil 2. 70000 mm/s hızda cam çıkarma A

bu çalışmada, 2D akış simülasyonu yapılarak, farklı hızlarda, farklı akış yönlerinde, farklı geometri ve farklı malzemelerde akışın, akış hızının, akış yönünün, akışın türünün ve akışın türünün etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, akışın türünün etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada, akışın türünün etkileri araştırılmıştır.

bu çalışmada, 2D akış simülasyonu yapılarak, farklı hızlarda, farklı akış yönlerinde, farklı geometri ve farklı malzemelerde akışın, akış hızının, akış yönünün, akışın türünün ve akışın türünün etkileri araştırılmıştır.

MODEL ÇALIŞMASI

Bu çalışmada 250 ton/gün kapasitede renksiz soda camı üreten şişe fırınının tasarım değerleri esas alınmıştır. Şişe fırınlarında ortalama değerler olarak kabul edilen 60 cm eni, 120 cm boyu ve 40 cm yüksekliği olan bir düz throat kullanılarak, 1200 mm cam derinliğinde ergitme ve çalışma havuzu tarafı taban cam sıcaklıklarının 1350°C ve 1250°C olarak sağlanacağı varsayılmıştır. Model çalışmasında kullanılan deney düzeneğinin şematik görünüşü Şekil 3'de verilmektedir.

Modelin yapımında akımların izlenebilmesi için şeffaf ve deney çalışma koşullarında gliserine dayanıklı pleksiglas malzeme kullanılmıştır. Isıtma/soğutma elemanları, sıcaklık ölçüm ve kontrol cihazları, tracer sıvısı enjektörü ve sabit debide hassas olarak kalibre edilebilen peristaltik çekiş pompası deney düzeneğinin diğer parçalarıdır.

Kabul edilen değerler çerçevesinde yapılan hesaplamalar 1:10 boyutunda küçültülmüş bir model üzerinde yüzde 98.2 saflıkta gliserinin model akışkanı olarak 20°-34°C sıcaklık aralığı ve 55-241 ml/dakika akış kapasitesinde gerçek şişe fırını için throat bölgesinde 60-250 ton/gün cam çekiş kapasitesini temsil edebileceği hesaplanmıştır.

Deneylerde akış profilleri throat ortasından enjekte edilen renkli tracer sıvısı hareketlerinin belirli zaman aralıklarında fotoğrafı çekilerek belirlenmiştir.

Tasarlanan model ve gerçek throat'taki akış profillerinin benzerliği her iki sistemde cam ve gliserin kinematik viskozitelerinin sıcaklıkla değişim grafiğinden de izlenebilir (Şekil 4). Kullanılan benzeşim denklemleri incelendiğinde grafik üzerindeki eğriler birbirine yaklaştıkça benzeşim oranının arttığı hesaplanmıştır.

DENEYSEL SONUÇLAR

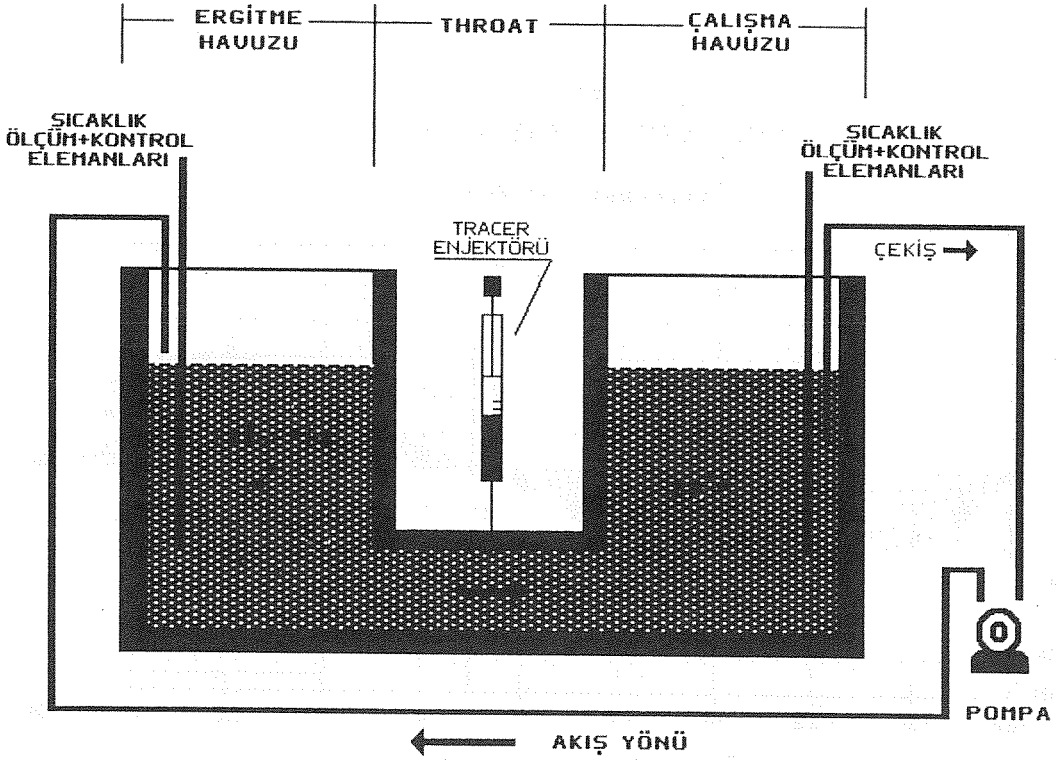
Model çalışmalarında deneyler başlıca iki grupta toplanmıştır. Öncelikle tasarlanan modelde tanımlaması daha kolay olan çekiş olmaksızın sıcaklık farklılığından oluşan konvektif akış koşulları incelenerek model tasarımının uygunluğu konusunda bilgi edinilmiş ve daha sonra değişik çekiş değerleri için deneylere geçilmiştir.

A. Konvektif Cam Akımı Model Sonuçları

Şekil 5'den izleneceği gibi ergitme havuzu kaynaklı sıcak ve yoğunluğu daha düşük cam, throat üst akımını oluşturarak çalışma havuzuna yönelmekte, buna karşılık çalışma havuzunun daha soğuk ve yoğun camı fırın tabanına doğru inerek throat tabanında ergitme havuzu tarafına ters yönlü bir akım oluşturmaktadır. Bu akımların hızlarının throat'un iki ucundaki sıcaklık farkıyla doğru orantılı olduğu ve akımları birbirinden ayıran nötral bir tabaka oluşumu da gözlenmiştir. Aynı koşullarda teorik olarak hesaplanan değerlere ait grafik ise Şekil 6'da verilmiştir.

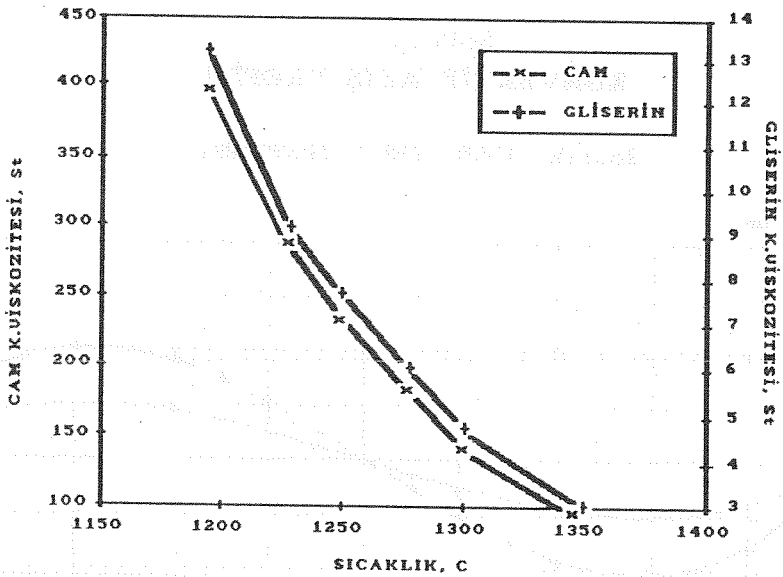
Deney ve teorik hesaplama ile bulunan hız değerleri karşılaştırıldığında teorik

DENEY DÜZENEGİ



Şekil 3.

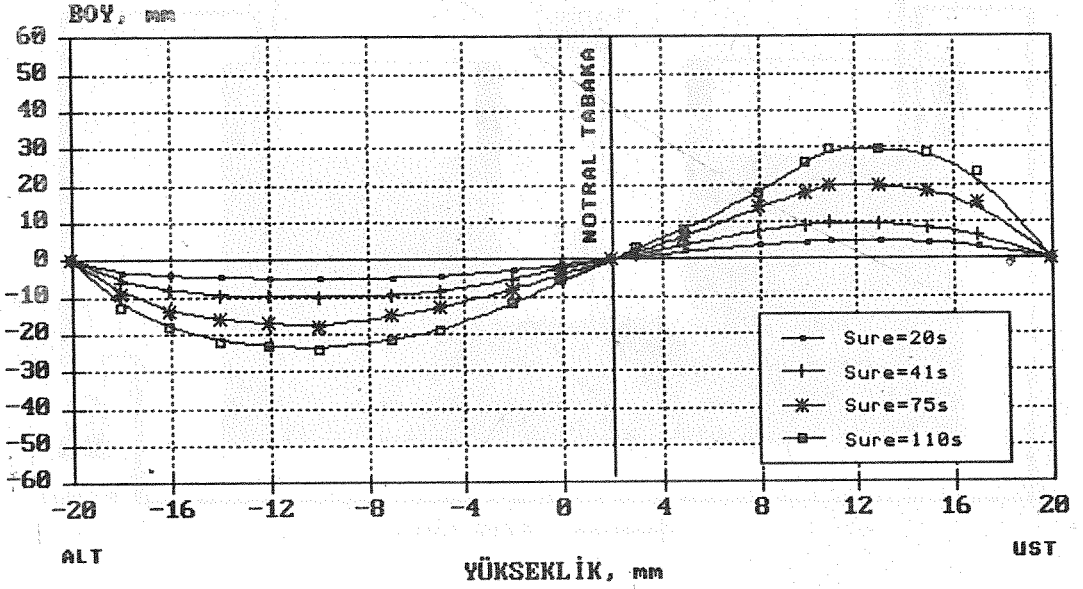
KİNEMATİK VİSKOZİTE-SICAKLIK GRAFİĞİ



Şekil 4.

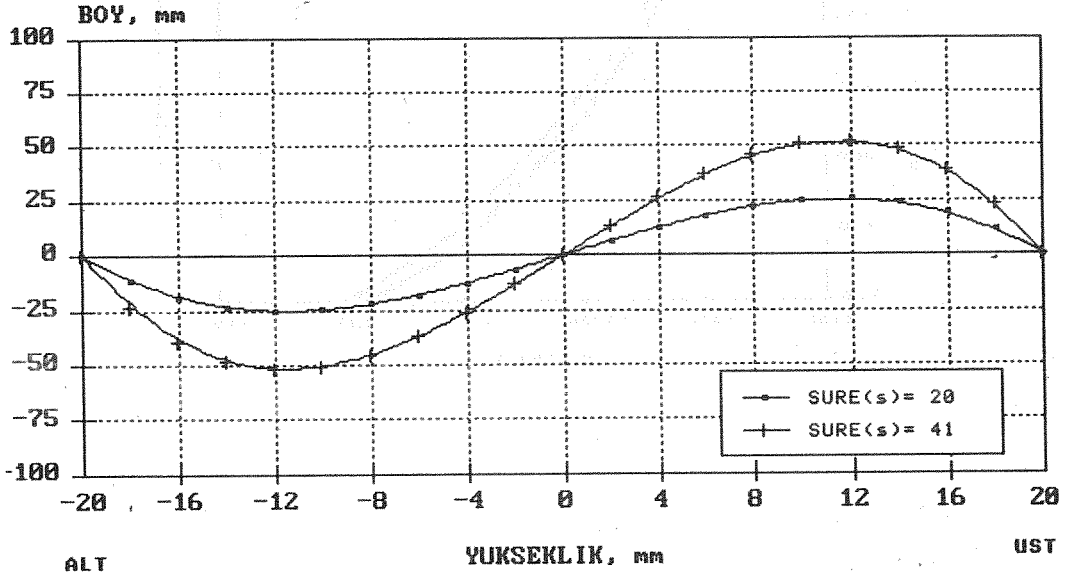
SEKIL - 5
KONVEKTİF AKIŞ PROFİLİ

Deneyisel, 33.4-20 C



ŞEKİL - 6
KONVEKTİF AKIŞ PROFİLİ

Teorik, 1350-1230 C [PEYCHES]



hesapların daha yüksek hız değerleri verdiği bulunmuş, ancak bu durumun teorik hesaplarda cam akımının throat yan duvarlarında sürtünme kaybı ihmal edilerek yapılmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, deney sonuçları teorik değerlerden farklı olarak nötral tabakanın throat eksenini üzerinde değil throat kapak taşına daha yakın bir yerde olduğunu göstermiştir.

Sıcak üst akım içerisinde en yüksek akış hızının olduğu nokta teorik olarak throat eksenininin 12 mm üzerinde belirlenirken deneysel sonuçlar modelde bu değerini 11.55 mm olarak gerçekleştirdiğini göstermiştir.

Sonuç olarak konvektif akış koşullarında modelde gözlenen akımların ve elde edilen hız profilinin gerçek fırın koşullarını incelenen değişkenler bazında simule edebilecek hassasiyette olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

B. Çekiş İçeren Model Sonuçları

Çekiş içeren deneyler 60-250 ton/gün aralığında kritik akış noktasını belirlemek amacı ile çeşitli çekiş değerleri için tekrarlanmıştır. Bu çalışmalardan 60 ton/gün cam çekiş değeri için elde edilen hız profili Şekil 7'de verilmektedir. Bu durumda çalışma havuzundan ergitme havuzuna throat tabanından soğuk cam geri dönüş akımının henüz yok olmadığı görülmektedir.

Bu çalışmalarda elde edilen akış profili eğrilerinden geri dönüş akımının tamamen ortadan kalktığı kritik çekiş noktası yaklaşık 114 ton/gün değerinde gözlenmiştir Şekil 8. Deneysel sonuçları doğrulayan ve aynı koşullarda teorik olarak belirlenen hız profili Şekil 9'da verilmektedir.

Teorik olarak beklendiği üzere, cam çekişi arttıkça geri dönüş akımının zamanla zayıflayarak throat kesitinin tamamının sıcak akımın oluşturduğu ergitmeden çalışma yönüne doğru hareket eden üst akım tarafından doldurulduğu gözlenmiştir. Ayrıca konvektif akış deneylerinde belirlenen nötral tabakada throat tabanına doğru inmekte ve geri dönüş akımı azaldıkça yavaş yavaş ortadan kalkmaktadır.

Fırın kapasitesinin 250 ton/gün, en yüksek çekiş, değerinde ise sıcak cam akımının throat kesitini tamamen doldurduğunu gösteren akış profili elde edilmiştir (Şekil 10).

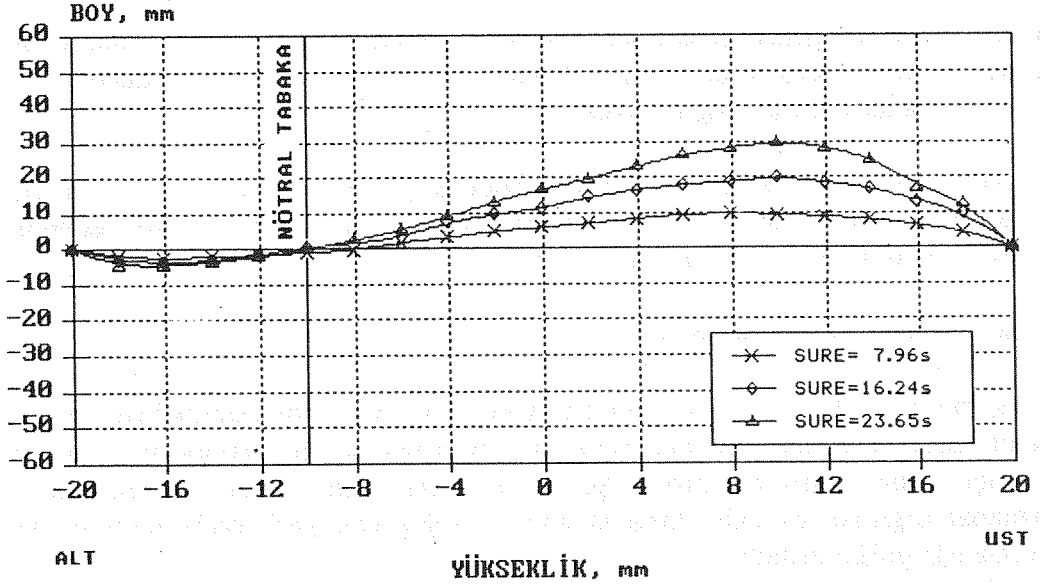
Teorik hesaplamalarda yan duvarlarda sürtünme ihmal edildiğinden akış hızlarında teorik olarak hesaplanan değerler konvektif akış deneylerinde olduğu gibi daha yüksek değerler olarak bulunmuştur.

DEĞERLENDİRME

Konu üzerine ileride yapılacak daha gelişmiş model çalışmalarına temel oluşturabilecek bu çalışmada tüm teorik beklentiler deneysel olarak doğrulanmakla birlikte; modelleme aşamasında kabul edilen varsayımlar, deneysel hatalar ve model

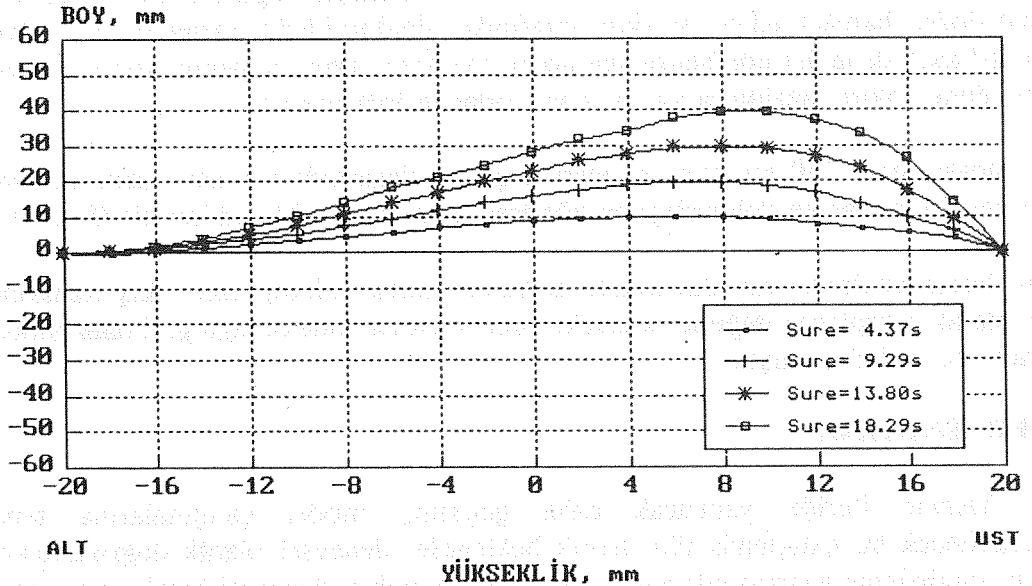
ŞEKİL 7
ÇEKİŞ : 60 TON/GÜN

DENEYSEL SONUÇLAR



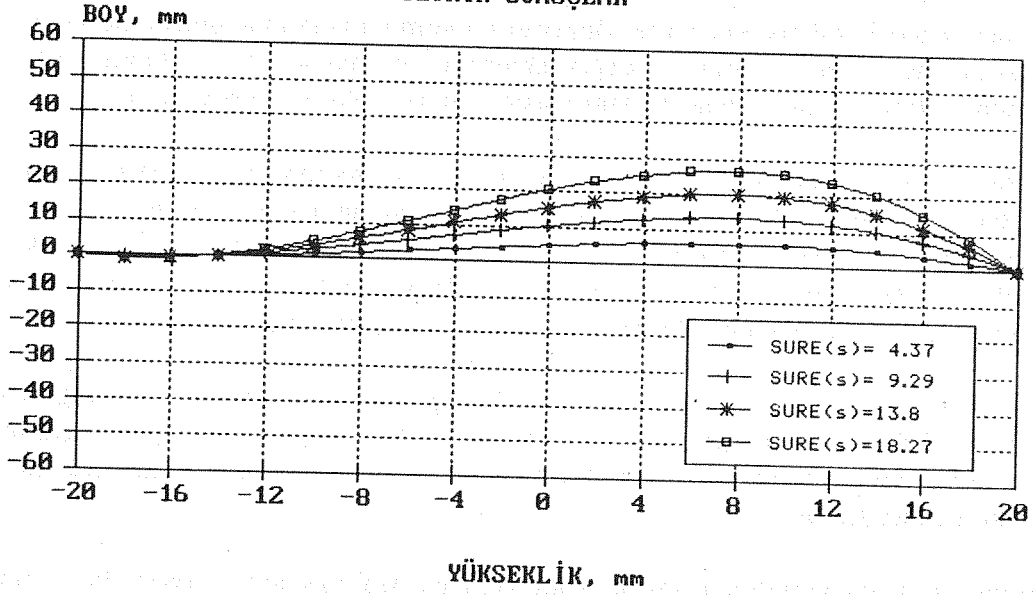
ŞEKİL 8
ÇEKİŞ : 114 TON/GÜN

DENEY SONUÇLARI



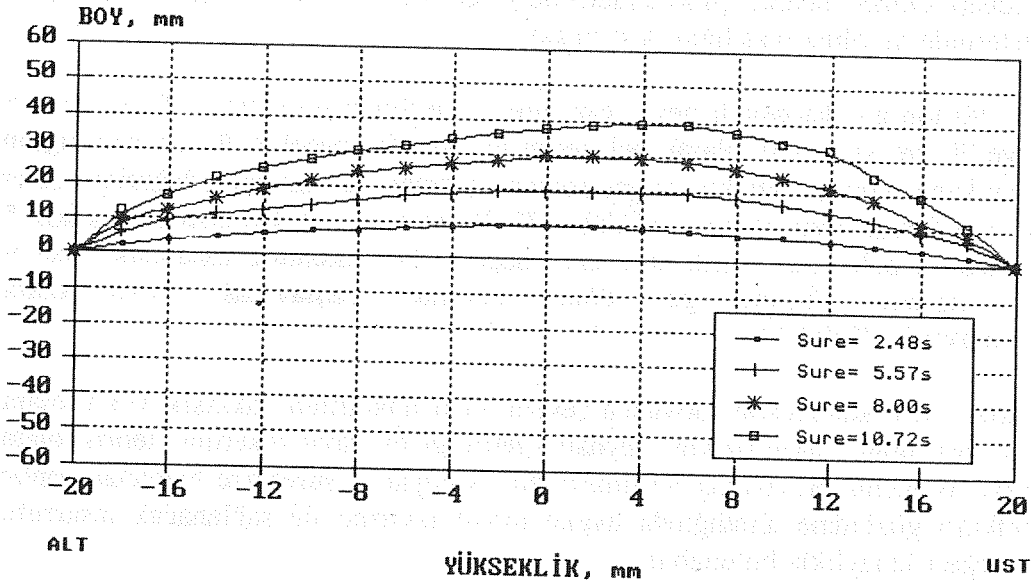
ŞEKİL - 9
ÇEKİŞ : 114 TON/GÜN

TEORİK SONUÇLAR



ŞEKİL - 10
ÇEKİŞ : 250 TON/GÜN

DENEY SONUÇLARI



üzerinde bulunan çeşitli kontrol/ölçüm ekipmanı hassasiyetlerinden ileri gelen farklılıklar, verilen nümerik değerlerin ancak üzerinde çalışılan model kapsamında doğruluğunu göstermektedir. Model çalışmaları throat tasarımı hakkında genelleme yapmayı sağlayacak bilgileri üretmekle birlikte asıl avantajı incelenen sistemin kendine özel karakteristik değerlerini belirleme olanağı sağlamasıdır.

DeneySEL ve teorik olarak elde edilen değerlerin uyumlu olduğunun gözlenmesi sonucu, bu çalışmada önemli tasarım değişkenlerinin bulunmasında kullanılan teorik denklemler, throat tasarımında faydanılmasının yararlı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Cam fırını tasarımında pek çok konuda kullanılan ve tecrübe ile belirlenerek genel kabul edilen oransal değerler throat tasarımında da bulunmaktadır. Bugün için throat kesitinin her desimetre karesinden 10 ton cam çekiş değeri ortalama olarak kabul edilmekle birlikte detaylı tasarım aşamasında ileride açıklanacak olan daha pek çok değişken gözönünde bulundurulmakta ve optimum değerler belirlenmektedir.

Bu çalışmada, deneySEL ve teorik çalışmalardan geri dönüş akımının başladığı kritik cam çekiş değeri 114 ton/gün olarak belirlenen, 250 ton/gün kapasitede tasarlanan fırında kabul edilen tasarım ölçüleri bazında % 45 kapasitede çalışırken geri dönüş akımının başlaması ile;

- ergitme havuzuna geri dönen soğuk camın yeniden ısıtılması için ek enerji harcanması sonucu fırın enerji tüketiminde artış,
- çalışma havuzu cam sıcaklığının düşmesi sonucu cam kalitesinin bozulması,
- çalışma havuzu tabanından muhtemelen kirlenmiş camın ergitme havuzuna geri dönüşü,

gibi problemlerle karşılaşılacaktır. Ortalama olarak kampanya süresince 2/3 oranında aşınmaya uğrayan throat kapak taşı kalınlığının, camın geçtiği throat kesit alanında artışa sebep olması benzer problemleri ilerleyen yıllarda daha yüksek cam çekiş kapasitelerinde de olma olasılığını arttırmaktadır.

Örneğin, 90 ton/gün kapasiteli beyaz cam üreten ve throat boyutları 120 cm boy, 50 cm en ve 30 cm yükseklik olarak belirlenen bir fırında, genelde 30 cm kalınlığında kullanılan kapak taşının cam korozyonu sonucu aşınması ile yükseklik değerinin 10 cm artması bile throat kesit alanının yaklaşık % 30 oranında ve kampanya başında 53 ton/gün olarak belirlenen kritik cam akış değeri, fırın nominal kapasitesi olan 90 ton/gün değerine ulaşarak geri dönüş akımının başlayacağı teorik olarak hesaplanmaktadır (Şekil 11).

Literatürde, fırın kampanyası boyunca çekilen cam miktarının yaklaşık 1/3'ü olarak belirtilen geri dönüş akımlarının meydana getirdiği ek yakıt tüketimi, teorik olarak hesaplarla, ortalama %3 olarak verilmektedir. Kampanya süresince harcanan toplam yakıt miktarı gözönüne alındığında uygun throat tasarımı ile sağlanacak tasarrufun parasal değeri kolaylıkla bulunabilir.

Örnelemek gerekirse yine 90 ton/gün beyaz cam üreten ve yakıt tüketimi 145 gr fuel-oil/kg cam olarak öngörülen bir fırında günümüz fiyatları ile geri dönüş akımlarının getirdiği ek maliyetin 100.000.000 TL/yıl mertebesinde olacağı hesaplanmaktadır.

Özel bir durum olarak, daha düşük taban sıcaklıklarında çalışan renkli cam fırınlarda oluşan geri dönüş akımları yakıt tüketimini arttırmakla birlikte, taban sıcaklığının artırılarak cam hatalarının azalması ve daha fazla karışım etkisi ile cam homojenitesinin artması yönünde fayda sağlamaktadır. Böyle üretimlerde uygun throat tasarımı daha büyük önem kazanmaktadır.

Literatürde verilen matematiksel model denklemlerinden de belirlendiği üzere throat yüksekliği;

- cam akış hızı, dolayısı ile refrakter korozyonu ve
- geri dönüş akımlarının oluşumu üzerinde diğer throat boyutlarına göre çok daha etkin bir parametredir.

Bu sebeple yüksekliğin belirlenmesinde cam akış hızını ve sıcaklığını en düşük değerde tutacak optimum koşulların sağlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada varılan sonuçların yanı sıra, yapılan literatür çalışması ve fırınlarımızda kampanya sonu yapılan gözlemlerle elde edilen tecrübelerle göre, throat tasarımında önem taşıyan başlıca unsurlar şu şekilde özetlenebilir;

- öncelikle cam türüne göre geri dönüş akımının istenip istenmediğine karar verilmesi,
- eğer geri dönüş akımı istenmiyor ise eni geniş, yüksekliği az ve boyu uzun throat kullanılması,
- üretilen cam türüne uygun, aşınmaya en dayanıklı elektrodöküm refrakter malzemenin seçimi, ZrO_2 ve CrO_2 içeren refrakter kullanımı, ayrıca eğer üretilen cam türü için gerekli ise yüzeyleri platin veya molibden kaplı throat kullanılması,
- throat blok yüzeylerinin pürüzsüz olması ve cam sızmalarının önlenmesi için blokların boşluksuz yerleşimi, fırın atrampajında çatlaklara ve blok kaymalarına izin verilmemesi,
- camla temas yüzeylerinde upward drilling'i yavaşlatmak için dik taş bağlantılarından kaçınılması,
- 10 -20 derece eğimli kapak taşı uygulaması ile upward drilling sonucu refrakter korozyonuna sebep olan gaz kabarcıklarının throttan uzaklaşmasının kolaylaştırılması,
- throat'ta cam sıcaklığının düşürülmesi ve geri dönüş akımı oluşumunun engellenmesi amacı ile dalma throat kullanılması,
- refrakter korozyonunu azaltmak amacı ile kapak taşında fırın kampanyasının başından itibaren blok soğutma uygulanması.

Sonuç olarak throat tasarımında ana hedef "istenilen orijinal cam akış profilinin kampanya boyunca korunması" şeklinde özetlenebilir.

Bu çalışmanın bir devamı olarak, cam akımlarının modellenmesi için geliştirilmiş model sıvılarını kullanarak ve daha geliştirilmiş bir model düzeneğinde, eğimli ve dalma throat yapılarının ve literatürde verilen akış profili denklem katsayılarının incelenmesi planlanmaktadır.

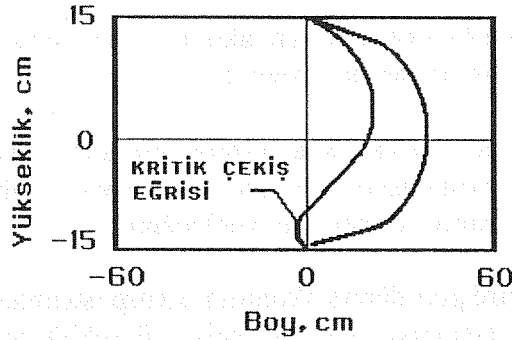
ŞEKİL - 11
ÖRNEK : 90 TON/GÜN KAPASİTELİ FIRIN

KRİTİK ÇEKİŞ

53T/G

YÜKSEKLİK

30 cm



BAŞLANGIÇ

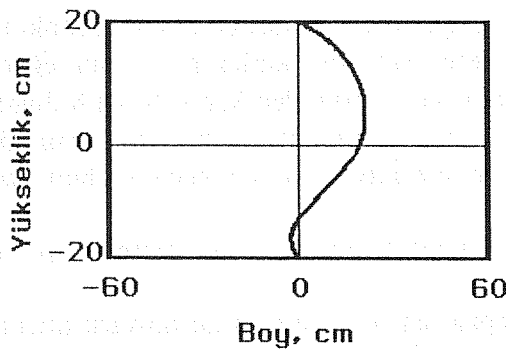
I. İSTENİLEN
AKIŞ PROFİLİ

KRİTİK ÇEKİŞ

90T/G

YÜKSEKLİK

40 cm



AŞINMA SONRASI

II. KRİTİK AKIŞ VE
GERİ DÖNÜŞ AKIMI
OLUŞMASI

BÜYÜK MAMULLER İÇİN PRES-ÜFLEME MAKİNASI GELİŞTİRME

Ünal ÖZTÜRK - Selçuk ÖZER
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Topluluğumuzda ve dünya züccaciye üretimin yaygın olarak kullanılan H.28 Pres Üfleme Makinalarında standart olarak max. 102 mm çapında ve 215 mm yüksekliğinde mamul üretilebilmektedir.

1979 yılında Crown Corning Ltd. firması ile yapılan teknik yardım anlaşması paralelinde sağlanan gelişmeler sonucunda da seksiyonlar üzerinde önemli boyutta yapısal değişikliğe gidilmeden üretilebilecek max. ürün boyutları capta 120 mm yükseklikte 245 mm'ye kadar artırılmıştır. Ürün boyutlarını daha da büyütme için 1989 yılından itibaren geliştirme çalışmalarına aralıksız devam edilerek seksiyon yapısında önemli dizayn değişiklikleri yapılmış ve 200 mm çapında üretim yapabilecek ilk prototip seksiyon 1990 yılında tamamlanmıştır.

Olumlu test çalışmalarını takiben proje çizimleri tamamlanarak 1992 Temmuz ayında devreye alınmak üzere M.K.S. tarafından makina üretimine başlanmıştır.

Ürün boyutlarında sağlanacak bu büyük aşama ile dünya otomatik züccaciye pazarında topluluğun pazar payının ve rekabet gücünün artmasına katkı sağlanacaktır.

**NOT: BİLDİRİ, GİZLİLİĞİ GEREKTİREN ÖZGÜN BİLGİLER
İÇERDİĞİNDEN, BASILMASI UYGUN GÖRÜLMEMİŞTİR.**

THROAT'LU FIRINLARDA TABAN BARAJI UYGULAMASININ CAM KALİTESİNE ETKİSİ

Tuncer AKMAN
Çayırova Cam Sanayii A.Ş.

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

ÖZET

Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 4 no'lu fırınında geçen kampanya döneminde yaşanan yoğun habbe sürekli bir kalite problemi yaratmıştır. Kampanya boyunca ortalama 150.000 adet/m² seviyesinde seyreden habbe sayısı kampanya sonunda 350.000 adet/m² değerlerine ulaşmıştır.

Yeni kampanya döneminde habbe problemini gidererek cam kalitesini iyileştirmek amacıyla mevcut bubbler sistemine baraj ilavesi ile fırın tasarımının geliştirilmesi öngörülmüştür. Bu doğrultuda Araştırma Müdürlüğünde 4 no'lu fırının fiziksel modeli ile bir çalışma yapılarak barajın getirilerinin neler olacağı incelenmiştir.

Soğuk tamiri sırasında fırında mevcut bubbler sistemine cam derinliğinin % 44'ü yüksekliğinde bir baraj ilave edilmiştir. Mart 1990'da başlayan yeni kampanya döneminde habbe sayısı 20.000-30.000 adet/m² seviyelerine düşmüş ve habbeden kaynaklanan kalite problemi giderilmiştir.

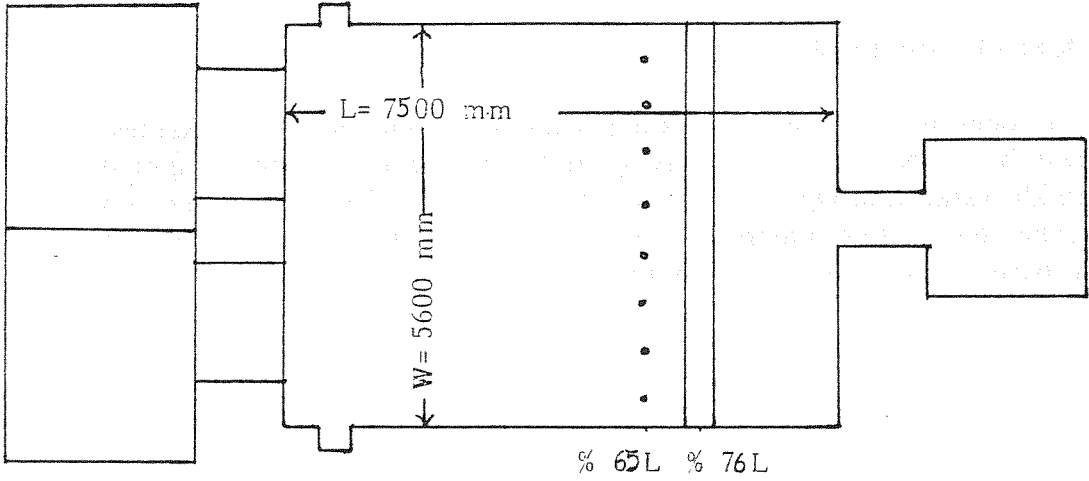
1. GİRİŞ

Günümüzde cam sanayiinde artan rekabet koşulları daha kaliteli ve maliyeti daha düşük cam üretme zorunluluğunu getirmektedir. Bu da hammadde, fırın işletme şartları ve fırın tasarımının gün geçtikçe daha da iyileştirilmesini gerektirmektedir.

Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 4 no'lu fırınında geçen kampanya döneminde yoğun habbe nedeni ile kalite problemi yaşanmıştır. Habbe problemi göz önüne alınarak, yeni kampanya döneminde fırın tasarımının geliştirilmesi öngörülmüştür. Mart 1990'da gerçekleştirilen soğuk tamir sırasında fırındaki mevcut bubbler sistemine ek olarak cam derinliğinin % 44'ü yüksekliğinde uygulanan bir baraj ile fırında habbeden kaynaklanan kalite problemi çözümlenmiştir.

2. 4 NO'LU FIRININ TASARIMI

Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 4 no'lu fırını rejeneratörlü, arkadan ateşlemeli throatlu, 60 t/g dizayn kapasiteli bir düzcam fırınıdır.



Şekil 1: Fırın resmi.

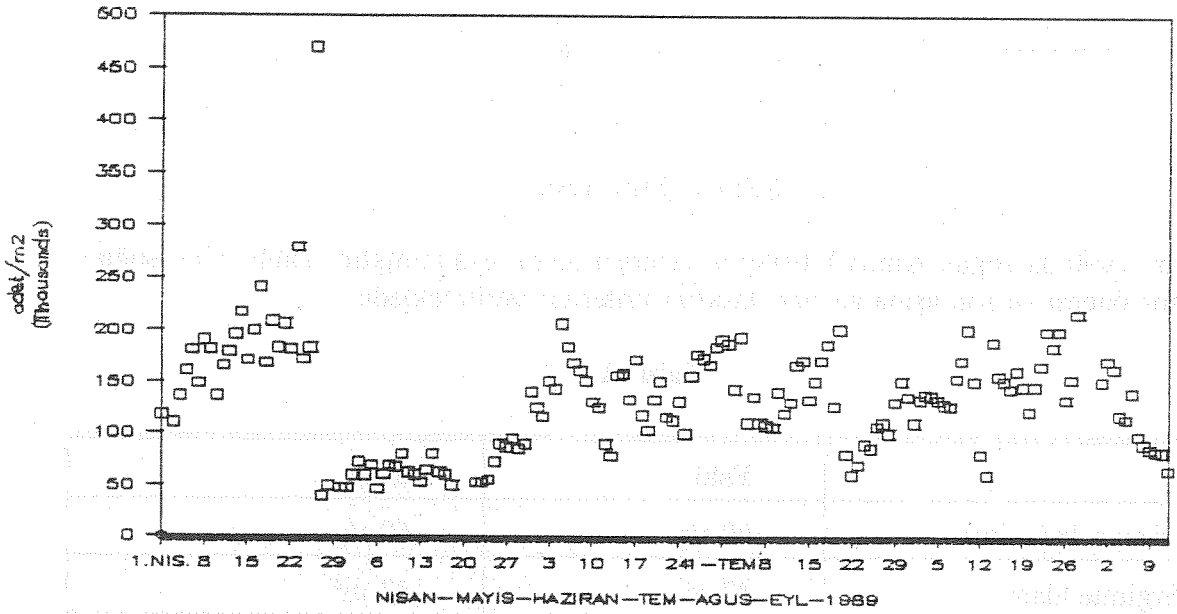
Mart 1990'da soğuk tamiri bitirilerek yeniden devreye alınmıştır. Tablo 1'de soğuk tamir öncesi ve sonrasına ait bazı tasarım kriterleri verilmektedir.

Tablo 1.

	Eski	Yeni
Dizayn kapasitesi	60 t/g	60 t/g
Ergitme alanı	42 m ²	42 m ²
Cam derinliği	1125 mm	1125 mm
Füzyon kapasitesi	110 t	110 t
Yan blok	İki parçalı blok	Soldier blok
Taban yapısı	150 mm taban izolesi 300 mm taban bloğu	200 mm taban izolesi 200 mm taban bloğu 50 mm ersol
Toplam kalınlık	450 mm	450 mm
Kemer yapısı	350 mm ana kemer tuğlası	400 mm ana kemer tuğlası
Baraj konumu	-	5750 mm
Baraj yüksekliği	-	500 mm
Bubbler konumu	4900 mm	4900 mm

3. KALİTE PROBLEMİ

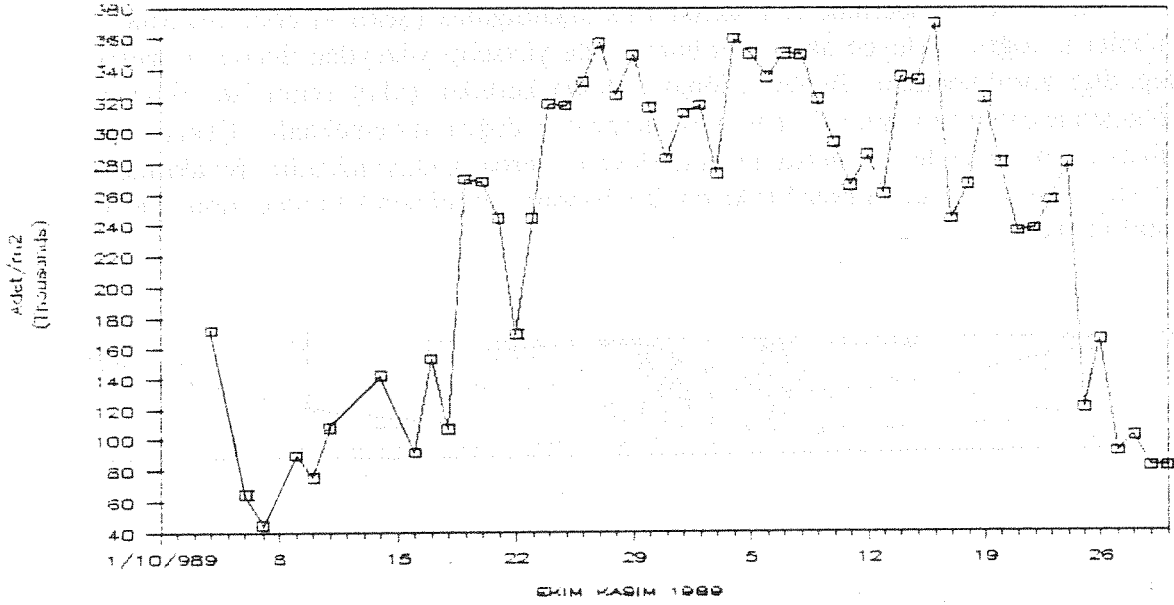
Geçen kampanya döneminde sürekliliğini koruyan yüksek habbe cam kalitesini bozan önemli bir problem olmuştur. 6 aylık süreyi içeren grafikte (Şekil 2) görüldüğü gibi ağırlıklı olarak 150.000 adet/m² mertebesinde seyreden habbe kampanya boyunca bu seviyeyi korumuştur. Kampanya sonuna doğru ise habbe sayısının 350.000 adet/m² boyutlarına ulaştığı Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 2: Geçen kampanya döneminde habbe değerleri.

Kalite problemi yaratan yüksek habbe miktarı renk geçişi dönemlerinde özellikle renksizden bala geçişlerde daha da yoğunlaşarak ticari üretime geçiş süresinin uzamasına neden olmuştur.

Yaşanan yoğun habbe problemini gidermek ve habbe nedeniyle uzayan renk geçiş dönemlerini kısaltarak ürün kayıplarını azaltmak amacı ile fırında mevcut bubbler sistemine ek bir baraj konularak tasarımın geliştirilmesi öngörülmüştür. Baraj uygulaması ile sıcak nokta kararlılığı sağlanmakta, cam kalitesi ve fırın kapasitesinin artırılması mümkün olabilmektedir. Bu doğrultuda bir fiziksel model çalışması yapılarak konulacak bir barajın getirilerinin neler olacağı incelenmiştir.



Şekil 3: Kampanya sonunda habbe değerleri.

4. BARAJIN FİZİKSEL MODEL İLE İNCELENMESİ

Araştırma Müdürlüğümüzde 4 numaralı fırının 1/20 ölçeğinde hazırlanan fiziksel modeli ile,

- fırının mevcut halde bulunan bubbler ile ve
- bubbler'a ilave konulması düşünülen baraj ile deneyler yapılmıştır.

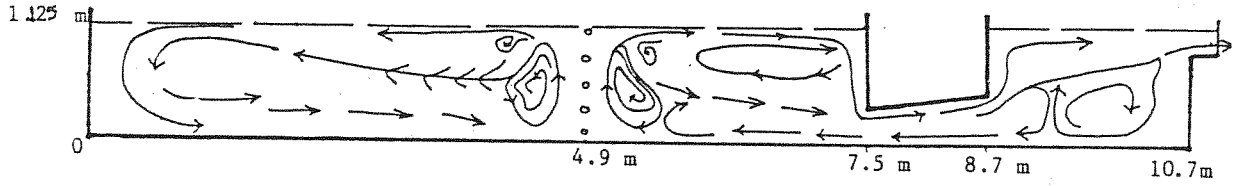
Bu deneylerle,

- cam akım dağılımı ve hızları,
- sıcaklıklar ve
- harmanda yapılan bir değişikliğin çekişte ilk gözlenme süresi belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar cam kalitesi ve fırın kapasitesi açısından değerlendirilmiştir.

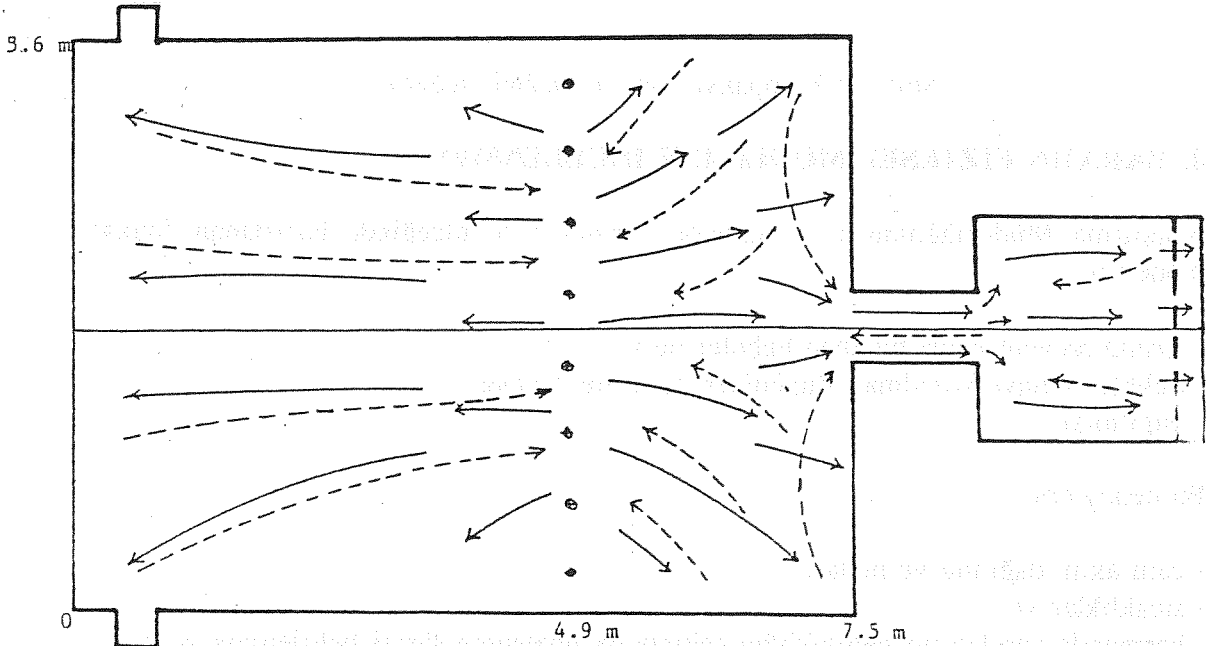
Bubbler ile taban sıcaklıklarının artırılması ve sıcak nokta kararlılığının sağlanması ile harman örtüsü altında akımların kuvvetlendirilerek harman erimesinin hızlandırılması sağlanmaktadır. Bubbler sistemine rağmen fırında habbe problemi yaşanmasından ötürü sıcak noktayı daha da pekiştirmek ve afinyasyonu geliştirmek üzere baraj ilave edilmesi düşünülmüştür.

4.1. Bubbler İle Yapılan Deneyler

- CY 4 no'lu fırın modelinde cam akımlarına bakıldığında (Şekil 4) arka duvardan bubbler'a doğru ilerleyen akımların bubbler'da yükselip yüzeyden ileriye ve geriye dağıldığı görülmektedir. Bubbler döngülerinden kurtulan çekiş akımı ise afinyasyon bölgesinde cam seviyesinin 70 cm altından throat'a doğru ilerlemektedir. Çekiş akımı afinyasyon bölgesinde 1.9 m/saat hızla ilerleyerek throat'a ulaşmaktadır. Bu akımların bir kısmı throat'tan çekilirken bir kısmı da tabandan geri dönerek bubbler döngülerine kapılmaktadır.



a) Yandan görünüş.



b) Üstten görünüş.

Şekil 4: Bubbler deneyi.

— Üst akımlar.

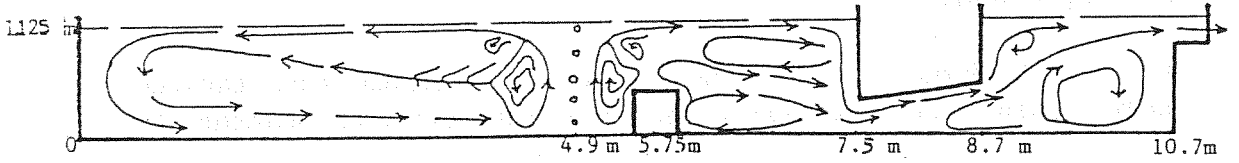
- - - - - Alt akımlar.

- Bu durumda harmanda yapılan bir değişikliğin çekişte ilk belirlenmesi için geçen süre 4.5 saat olarak bulunmuştur.

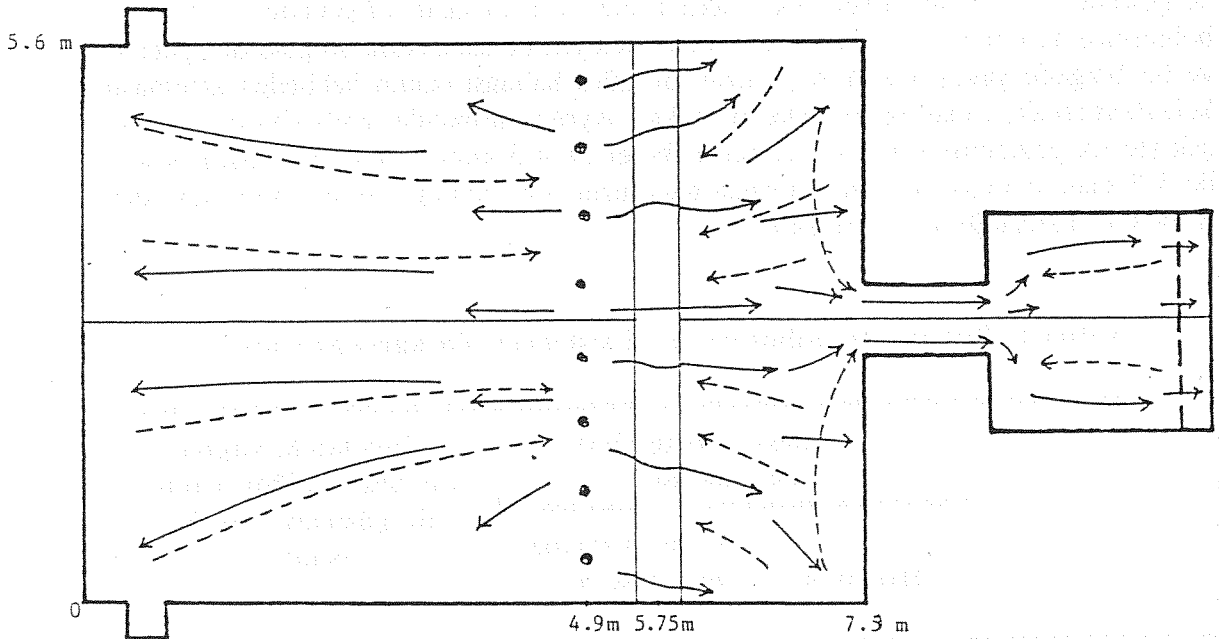
Barajın fırındaki konumu ve yksekliliğinin belirlenmesi amacı ile arkadan ateşlemeli diğer fırinlardaki uygulamalarımız göz önünde bulundurularak bubbler-baraj arası mesafenin 700 mm olmasına karar verilmiştir. Bubbler'dan sonra uygulanacak barajlarda aşınma söz konusu olabileceğinden baraj yüksekliliği genellikle cam derinliğinin % 40-50'si civarında tutulmaktadır. Bu çalışmada deneyler % 40 yksekliliğinde bir baraj ilavesi ile yapılmış ve aşağıdaki gözlemler elde edilmiştir.

4.2. Bubbler+Baraj İle Yapılan Deneyler

Arka duvar ile bubbler arasındaki bölümdeki genel akım düzeni sadece bubbler ile yapılan incelemedeki düzene benzemektedir (Şekil 5).



a) Yandan görünüş.



b) Üstten görünüş.

Şekil 5: Bubbler+baraj deneyi.

— Üst akımlar. - - - - - Alt akımlar.

- Bubbler'dan sonra akım döngüsünden çıkan akımlar baraj üstünden geçip, cam seviyesinin 40 cm altından, 1.5 m/saat hızla throat'a çekilmektedir. Throat'tan çekilemeyip, tabandan baraja kadar ulaşan akımlar, baraj yüksekliğince yukarı çıkıp tekrar throat'a yönelen ikinci bir döngü oluşturmaktadır.
- Harmanda yapılan bir değişikliğin çekişte ilk gözlenme süresi bu deneylerde 5.5 saat olarak bulunmuştur.
- Ayrıca bubbler ve baraj arasındaki cam kütesinin tamamıyla hareketli olduğu gözlenmiştir.
- Bubbler çerçevesinde oluşan döngülerden ileriye doğru çekilen akımlar baraj üstünden fırın eni boyunca yayılarak ilerlemiştir.

4.3. Değerlendirme

Araştırma Müdürlüğü'nde fırının farklı iki durum ile yapılan model çalışmalarında bubbler sistemine ek olarak konulan baraj ile kalitenin gelişeceği belirlenmiştir.

Mevcut bubbler sistemi ile throat'a çekilen akım, cam seviyesinin 70 cm altından çekilirken barajın ilave edilmesi ile Tablo 2'de görüldüğü gibi cam yüzeyine daha yaklaşmış ve 40 cm altından çekilmeye başlamıştır. Aynı zamanda yine afinasyon bölgesinde 1.9 m/saat olan çekiş akımı hızı 1.5 m/saate düşmüştür. Afinasyon bölgesinde akımın cam yüzeyine daha yakın dolayısı ile daha sıcak bölgelerden geçmesi ve bu bölgede yavaşlayarak daha uzun bir süre kalması camın habbeden arınmasını kolaylaştıracak, afinasyonunu iyileştirecektir. Ayrıca harmanda yapılan bir değişikliğin çekişte ilk gözlenme süresinin sadece bubbler ile 4.5 saatten, bubbler+baraj sistemi ile 5.5 saate çıkması da camın fırında daha uzun süre kaldığı ve afinasyon için daha fazla süre harcadığını göstermektedir.

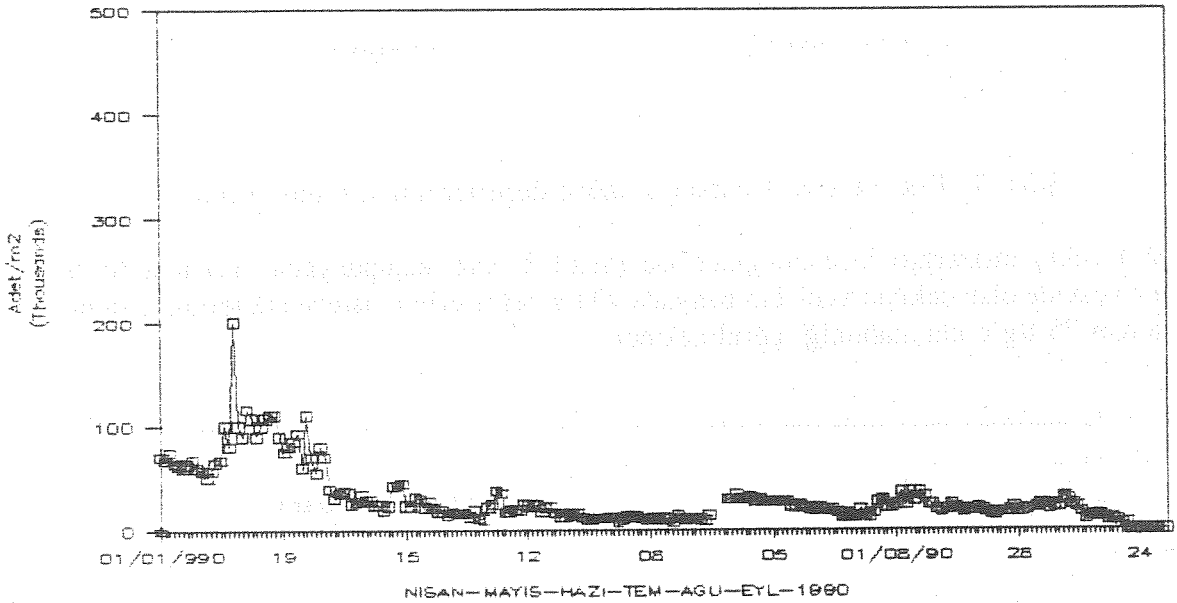
Tablo 2: Bubbler ve bubbler+baraj sistemlerinin karşılaştırılması.

	Afinasyon bölgesinde çekiş akımı		Harmanda yapılan bir değişikliğin üründe ilk gözlenme süresi (saat)
	Hızı m/st	Cam yüzeyine mesafesi cm	
Bubbler	1.9	70	4.5
Bubbler+baraj	1.5	40	5.5

5. FIRINDA BARAJ UYGULAMASININ SONUÇLARI

Model çalışmalarında belirlenen sonuçlar doğrultusunda, fırının genel tasarımı aynı tutularak, bubbler'dan 700 mm sonra cam derinliğinin % 44'ü yüksekliğinde bir baraj konulmasına karar verilmiş ve uygulanmıştır. Mart 1990 tarihinde soğuk tamir tamamlanmış, fırın devreye alınmıştır.

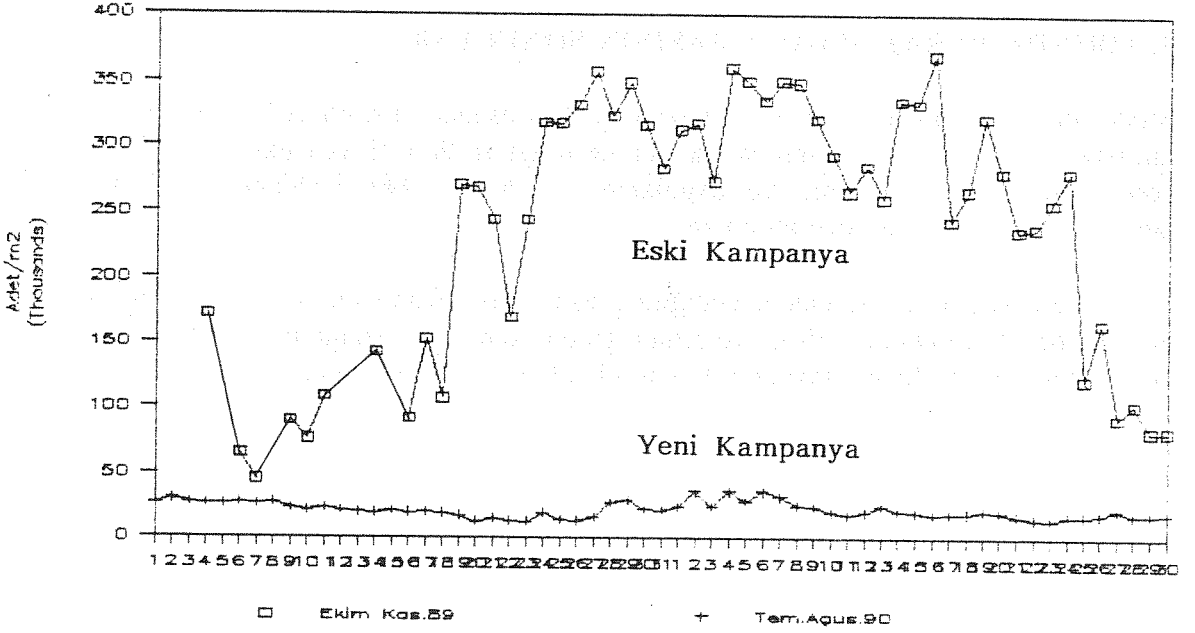
Yeni kampanyada cam kalitesi izlendiğinde, eski kampanyanın en büyük problemi olan ve genelde 150.000 adet/m² seviyelerinde giden, kampanya sonunda 350.000 adet/m² değerlerine ulaşan habbe sayısının büyük ölçüde düştüğü görülmüştür.



Şekil 6: Yeni kampanyada habbe değerleri.

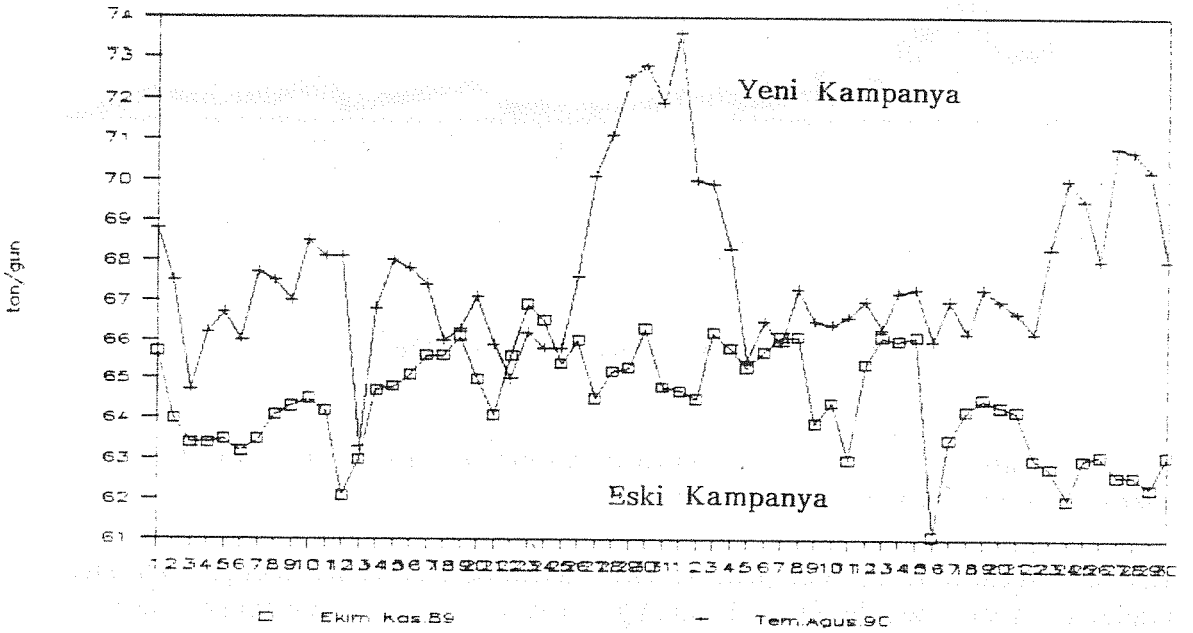
Şekil 6'da görüldüğü gibi yeni kampanya döneminde habbe sayısı 20.000-30.000 adet/m² civarında seyretmektedir.

Her iki kampanyada da, brüt çekiş ve yakıt tüketimlerinin benzer olduğu, cam kırığı oranının %30 mertebesinde bulunduğu renksiz üretim dönemleri seçilerek incelenmiştir. Bu dönemlere ilişkin habbe seviyeleri Şekil 7'de verilmiştir. Barajın afinyasyon açısından da önemli bir gelişme sağladığı şekilden de görülmektedir.



Şekil 7: Eski ve yeni kampanya habbe değerlerinin karşılaştırılması.

Brüt çekiş miktarları incelendiğinde ise (Şekil 8) eski kampanyada ortalama 65 t/g seviyesinde olan çekişin yeni kampanyada 70 t/g değerlerinin üstüne çıkabildiği, zaman zaman 75 t/g'e ulaşabildiği görülmektedir.



Şekil 8: Eski ve yeni fırın brüt çekişlerinin karşılaştırılması.

Fırında yine baraj ve bubbler sisteminin sıcak nokta kararlılığı sağlama ve harman erimesini kolaylaştırıcı etkileri ve artan afinasyon özelliği ile yüksek çekişlerin mümkün olabildiği görülmektedir.

Fırına baraj ilavesi ile afinasyon bölgesinde cam yüzeyine yakın dolayısı ile daha sıcak yerlerden ve daha yavaş ilerleyerek geçen camın afinasyonu gelişmiş, bu da kalite ve çekis artışını getirmiştir.

Barajın erime ve afinasyon, dolayısı ile cam kalitesi üzerindeki etkilerini gösteren bir örnek de Mart 1991 ve Kasım 1991 dönemlerinde yaşanmıştır.

3 numaralı fırında kaynağını harmandaki 5 mm'ye yakın iri feldspat tanelerinin oluşturduğu bir hata, üretimin 17 saat süre ile kırılmasına neden olmuştur. Çıplak gözle bakıldığında taş gibi görünen, aslında düğme içindeki birçok habbeden oluşan bu feldspatik hata aynı harmanın beslendiği 4 no'lu fırında ise kalitede bozulmaya neden olmamıştır. Bu olayın yaşandığı dönemde 3 ve 4 no'lu fırınlarda birim alandan çekilen cam miktarı, cam kırığı oranı ve eritme şartlarının benzer olduğu da dikkate alınır, 4 no'lu fırında kalitenin bozulmaması barajın sıcak noktayı kuvvetlendirerek, harman erimesini iyileştirmesi ve camın daha iyi afine olmasını sağlaması ile açıklanabilmektedir.

Renk geçişlerinin sıkça yaşandığı bir fırın olan 4 no'lu fırındaki eski kampanya döneminde özellikle renksiz camdan bal rengine geçerken yoğun habbe problemi ile karşılaşmıştır. Renksiz camdan, indirgen olan bal rengi cama geçişlerde camın farklı redoks seviyelerinde olması nedeni ile aşırı habbe ve köpük oluşmaktadır. Rengin belirlenen değişim programı çerçevesinde, istenilen sürede tutturulabilmesine rağmen bu dönemde oluşan aşırı habbe nedeniyle ticari üretime geçiş süreleri uzun olmuştur.

Tablo 3: Renksiz üretimden bal rengi üretime geçiş.

Tarih	Geçiş Süresi (saat)	Çekiş (ton/gün)
Eylül 85	73	67
Şubat 86	99	66
Haziran 87	75	67
Aralık 89	80	61
Eylül 90	73	66
Ağustos 91	49	69

Geçen kampanyada renksizden bal rengi cama geçişlerde, ticari üretime 73 ila 99 saat arasında ulaşılırken (Tablo 3) yeni kampanyada habbe probleminin ortadan kalkması

ile bu süre 49 ile 73 saat arasında değişmiştir.

Böylece renk geçişlerindeki üretim kaybı önemli ölçüde azalmıştır. Bir ton camın satış fiyatının ~2.5 Milyon TL olduğu düşünülürse her renk geçişindeki tasarrufun boyutu ortaya çıkmaktadır.

Barajın sıcak nokta kararlılığını sağlama ve camın afinyasyonunu iyileştirme yönündeki etkileri ile renk geçişleri sırasında ticari üretime geçişi belirleyici rol oynayan habbe problemi de giderilmiştir.

6. SONUÇ

Mart 1990'da fırın tasarımında yapılan geliştirmelerle yenilenen 4. fırında, bir önceki kampanya boyunca kalite problemi yaratan habbe sorunu mevcut bubbler sistemine %44 yüksekliğinde bir baraj ilave edilerek çözülmüştür.

Önceki kampanyada genellikle 150.000 adet/m² civarında seyreden ve kampanya sonuna doğru 350.000 adet/m²'ye ulaşan habbe seviyesi 20.000-30.000 adet/m² seviyesine düşürülmüştür.

Aynı zamanda baraj daha yüksek çekiş seviyelerine ulaşılmasına da imkan vermiştir. Fırında 75 t/g çekiş değerlerine ulaşılması mümkün olmuştur. Bu seviyelerde bile habbe sorun olmamıştır. Baraj ilavesi ile renk geçişlerinin sık olduğu bu fırında, renk geçişleri sırasında yoğunlaşan habbenin neden olduğu üretim kayıpları da azaltılmıştır.

4 no'lu fırında yaşanan tecrübelerle, kalite sorunu olan veya kapasite artışı planlanan fırınlarda baraj uygulamasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Ayrıca fırın işletmesinde ortaya çıkan bazı sorunların üretime yansımaması ve fırın şartlarının kararlılığının sağlanması açısından barajın getirdiği avantajlar da gözönünde bulundurulmalıdır.

TAVLAMA FIRINLARI SICAKLIK PROFİLLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

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

ÖZET

Şişe ve züccaciye üretiminde, tavlama fırınlarının sıcaklık profillerini belirlemek amacıyla Araştırma Merkezi'nde bir cihaz geliştirilmiştir. Pille çalışan bu cihaz özel muhafaza içinde ürünlerle birlikte tavlama fırınına girmekte ve ürünlerle birlikte çıkıştan alınmaktadır. Cihaz, tavlama fırınında ürünlerle birlikte ilerlerken her 4 saniyede bir bulunduğu ortamın sıcaklığını ölçüp kaydetmektedir.

Tavlama fırınından çıkan cihaz daha sonra özel koruyucu kabından alınıp okuma ünitesine bağlanmakta, yine bu üniteye bağlı bir yazıcıya sıcaklık profilini çizdirmesi sağlanmaktadır. Aynı işlem, kaydedici üniteye bağlanan bir ara birim yardımıyla cihazı bilgisayara bağlayarak da yaptırılabilir.

Cihaz, şişe ve züccaciye üretiminde tavlama fırınlarının eninde ve boyunda sıcaklık profillerini belirleyerek uygun tavlama şartlarının oluşturulmasına büyük imkan sağlamaktadır.

Tavlama fırınları sıcaklık profillerinin değişik şekillerde ölçülebildiği hem uygulamadan hem de literatürden bilinmektedir. ŞİŞECAM Araştırma Müdürlüğü'nde aynı işi yapmak amacıyla, bilinen yöntemlerden üstünlükleri olan bir cihaz geliştirilip yapılmıştır.

Amaç Ve Gerekçe

Tavlama fırınları zon sıcaklıkları otomatik kontrol sistemleriyle ölçülmekte ve sabit tutulmaktadır. Ancak zaman zaman mamulde tansiyon hatası oluşur ve şüpheler kontrol sistemi üzerinde toplanır. Yahut da kontrol mekanizmasının doğru çalıştığı bilinir ancak sensör yerlerinin mamulden uzak olması yüzünden ölçülen sıcaklığın mamul sıcaklığını yansıtmadığı düşünülür. İşte böylesi durumlarda sıcaklık profilini test edecek bağımsız bir başka yöntem ihtiyacı duyulur. Bu yazının konusu olan cihaz bu ihtiyaca cevap vermek üzere tasarlanmıştır.

Tavlama Fırınları

Tavlama fırınlarının işlevlerini kısaca gözden geçirmek gerekirse, bunlar;

1. Mamul cam malzemedeki istenmeyen kalıcı gerilimleri almak,
2. Bu gerilimleri istenen şekillerde dağıtmak, ve
3. Malzemeye ısıl işlemle bir takım yapısal özellikler kazandırmak

şeklinde özetlenebilir. Uygulamanın çoğunu istenmeyen gerilimleri almak amacıyla yapılan tavlama işlemi oluşturmaktadır.

Eskiden fırından çıkan malzemeyi kendi kendine soğumaya bırakmakla gerçekleştirilen tavlama işlemi, günümüzün büyük hacimli üretimlerinde sürekli çalışan tavlama fırınlarını gerekli kılmıştır. Aynı zamanda, hat boyunca kullanılan otomatik kalite kontrol cihazları, toplama, dizme, paketlenme, ambalaj v.s. makine ve donanım dolayısıyla tavlama fırınlarının boylarını da kısaltmak gerekmiştir.

Tavlama İşleminin Mekanizması

Tavlama işleminde annealing (tavlama) sıcaklığı ve strain (gerilme) sıcaklığı camın viskozite özellikleri açısından önemli parametrelerdir. Tavlama sıcaklığı log viskozitenin 13 olduğu yaklaşık 540-550°C sıcaklığı, gerilme sıcaklığı ise log viskozitenin 14.5 olduğu yaklaşık 500-510°C sıcaklığı olarak tarif edilir. Tavlama sıcaklığı üzerinde cam mamul gerilimsizdir. Mamul soğurken gerilmelerin oluşmaya başladığı sıcaklık gerilme sıcaklığı olarak anılır (Şekil 1).

Uygulamada, mamul tavlama sıcaklığının üzerine çıkarılarak bir süre bu sıcaklıkta bekletilir ve her tarafının homojen olarak ısınması sağlanır (Şekil 2, 1). Daha sonra süratle soğutulur tavlama sıcaklığını hızlı geçmesi, ama bu andan sonra soğuma hızının çok yavaşlayarak gerilme noktası civarında minimuma gelmesi istenir. Bu da logaritmik bir soğutma eğrisiyle mümkündür (Şekil 2, 2). Gerilme noktasında bir süre kalan mamul bundan sonra oda sıcaklığına süratle soğuyabilir (Şekil 2, 3).

Tavlama fırını sıcaklık profili eğrisi denildiğinde sözü edilen eğri budur.

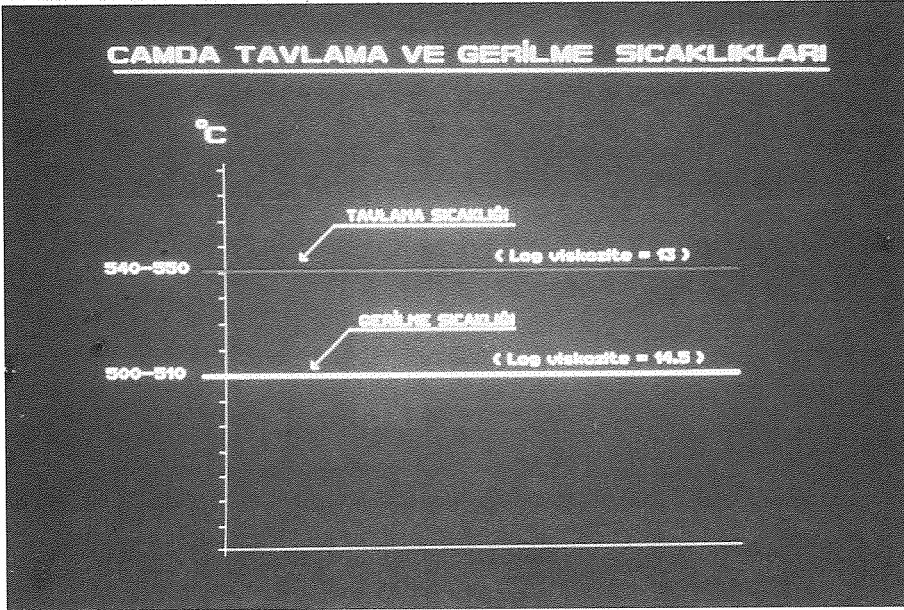
Tavlama Fırınları Sıcaklığı Ölçme Yöntemleri

Bu metotta fırının içine uzun bir termo eleman konulur. Elemanın geride kalan ucuna bağlanan bir yazıcıya ölçülen sıcaklık yazdırılır (Şekil 3). Burada hem ölçme yöntemi hem de kullanılan ekipman basittir. Ancak, çok uzun bir termo eleman kullanıldığından hem ölçüm hataları yüksektir hem de ölçümden sonra termo elemanın kullanılmaz hale gelme tehlikesi vardır.

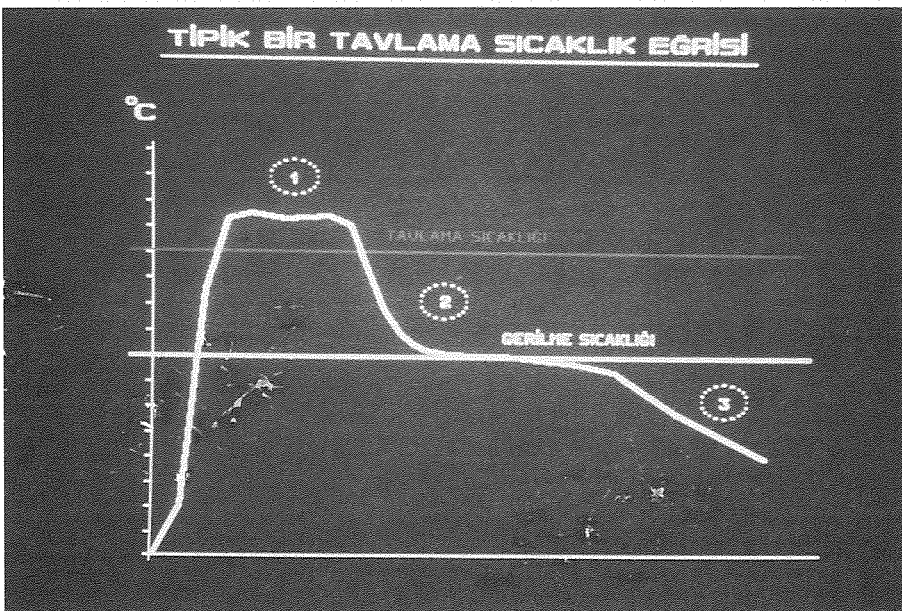
Telemetri (Şekil 4)

Literatürde rastlanan bu yöntemde fırın içine bir anten teli gerilir. Sıcaklık izolasyonu çok iyi yapılmış, bir koruyucu kap içine yerleştirilmiş ve sıcaklık stabilitesi yüksek özel elemanlarla imal edilmiş elektronik verici devre, bant üzerinde mamullerle birlikte hareket eder ve çevre sıcaklığını ölçüp yüksek frekanslı bir taşıyıcı dalga üzerinden yayınlar. Fırın içine gerili antenle alınan işaretler alıcıda demodüle edilir ve yazıcıya yazdırılır.

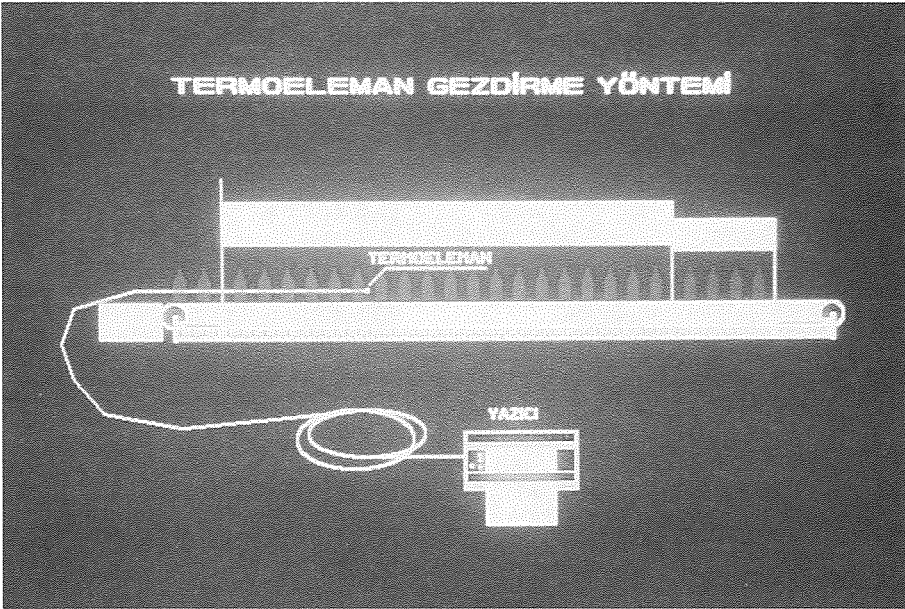
Sistem her fırın içine bir alıcı anten çekilmesini gerektirdiğinden kullanım açısından pratik değildir.



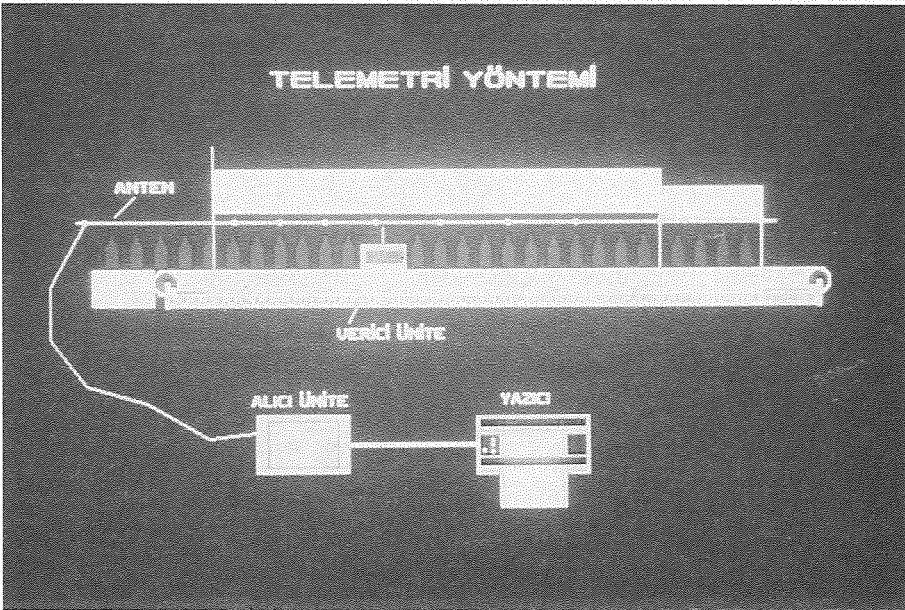
Şekil 1.



Şekil 2



Sekil 3.



Şekil 4.

Araştırma Merkezimiz'de Yapılan Cihaz (Şekil 5)

Bu yöntemde bir kayıt ünitesi fırın içine konur. Özel bir muhafaza içine yerleştirilmiş elektronik devre, T/C ile ölçtüğü fırın içi sıcaklığını belleğine kaydeder. Fırından çıkan devre okuma ünitesine bağlanır ve sıcaklık profili okunur.

Cihazın Tasarımı

Tasarım Kısıtları

Cihazı tasarlarken dikkate alınan tasarım kısıtları (Şekil 6) şunlardır:

- 600°C maksimum ortam sıcaklığı.
- 2 saat maksimum bu ortamda kalma süresi (böylece elektronik kısmının sıcaktan korunması gerektiği ortaya çıkıyor).
- Dışardan beslemenin söz konusu olmaması yüzünden cihazın kendi güç kaynağını yanında taşıması gereği.
- Değişik tavlama fırınlarında kullanılabilmesi için cihaz yapısının küçük olması gereği.
- Son olarak, yapımda yerli malzemeler temin edilmesi gereği ve güvenilir olma şartı.

Tasarım

Cihaz 600°C'lik bir ortamda 1-2 saat kalacağından koruyucu kap yapısı çok önemlidir. Devre elemanları çalışma sıcaklığı maksimum 70°C olduğundan koruyucu kaptan beklenen, içindeki elektronik devrenin maruz kalacağı sıcaklığın 70°C'nin üzerine çıkmasına izin vermemesidir.

Sonuçta ortaya çıkan izolasyon Şekil 7'deki gibidir.

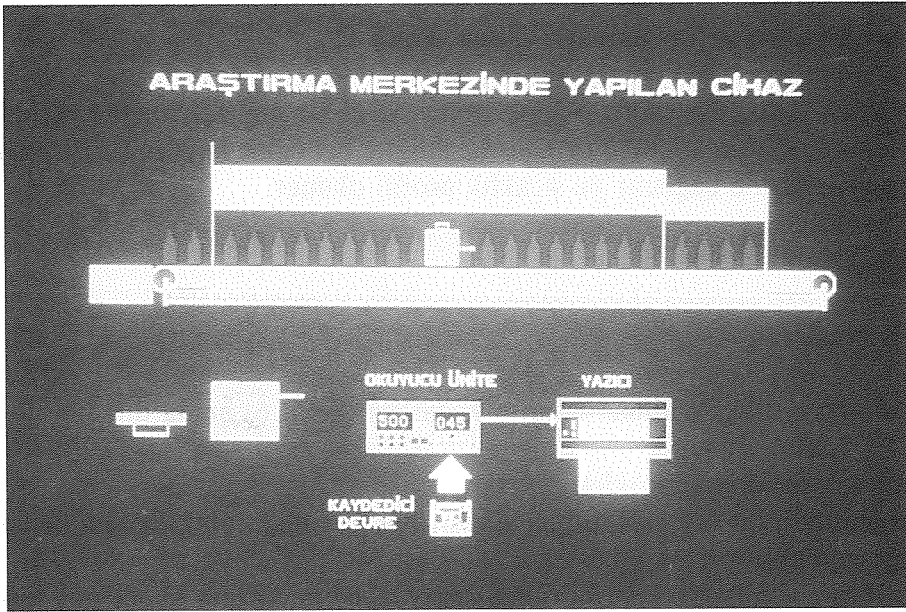
Elektronik Tasarım

Kaydedici Temel Yapı (Şekil 8)

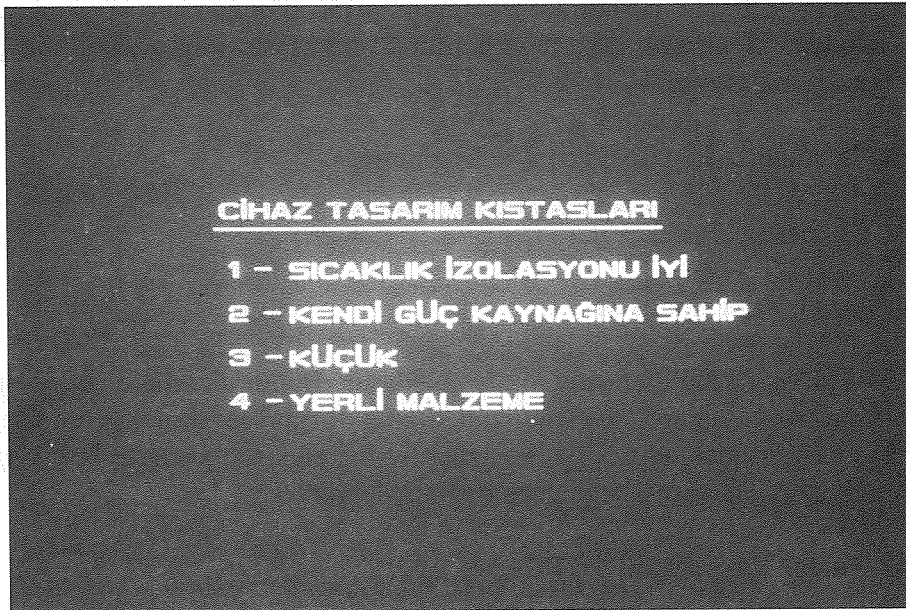
Sıcaklık "K" tipi bir termo elemanla algılanmaktadır. Bunun üzerinde ortam sıcaklığı düzeltilmesi yapılmakta, işaret güçlendirilip digital forma çevrilmekte ve elektronik bellek yongasına yazılmaktadır. Tüm bu işlemler bir elektronik saatle her 4 saniyede bir yenilenmektedir. Bu süre isteğe göre değiştirilebilir.

Alıcı Cihaz Temel Yapı (Şekil 9)

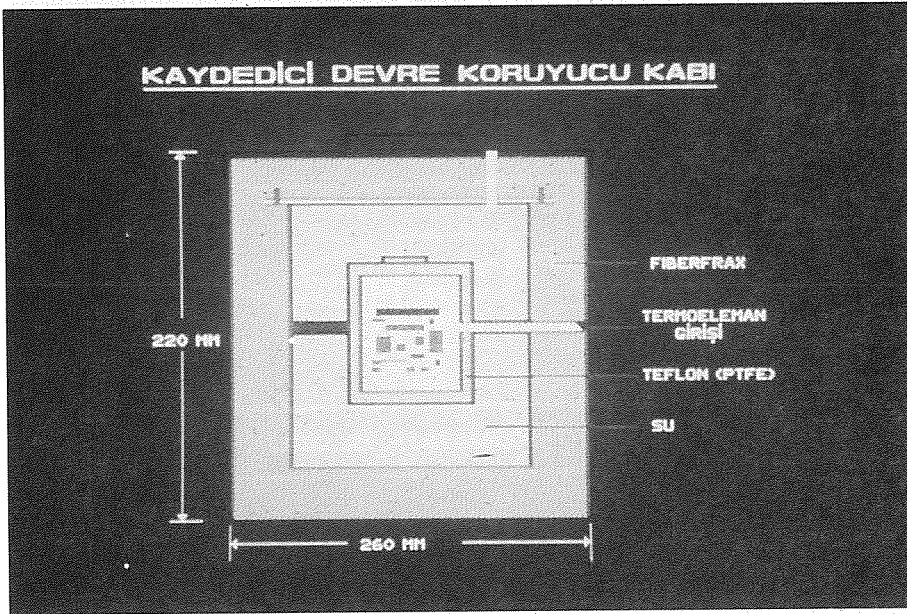
Koruyucu kap içine konulmuş kaydedici cihaz fırından çıktığında okuyucu üniteye bağlanır ve kaydettiği bilgilerin dökümü alınır. Ünite zor koşullara dayanmak zorunda olmadığından tasarım kısıtları daha rahat tutulmuştur. Okuyucu ünite kayıt ünitesinden gelen digital bilgiyi yazıcıya ve göstergeye gönderilecek analog forma çevirir. Kumanda bloğu vasıtasıyla kayıt eğrisinin yazıcıya çizdirilme hızını ayarlamak mümkündür.



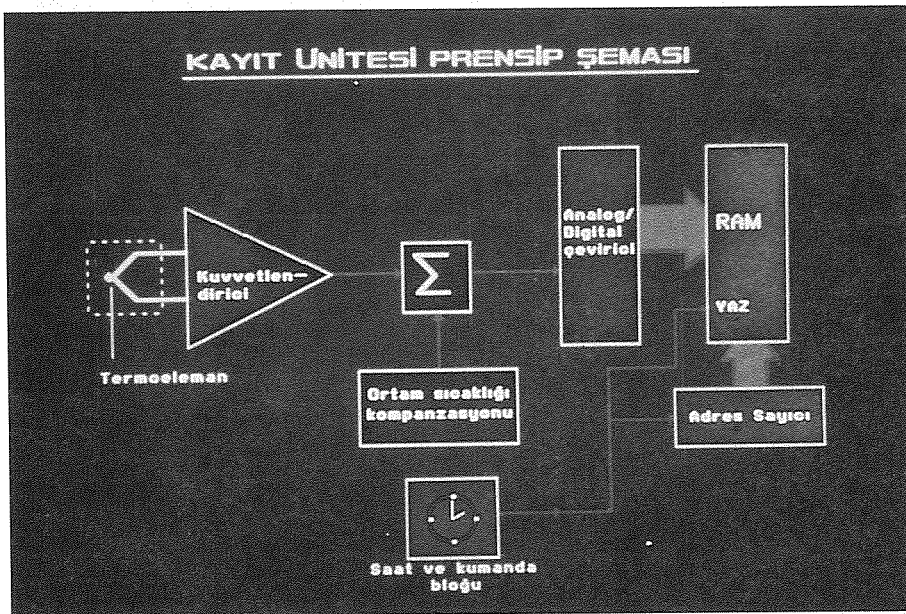
Şekil 5.



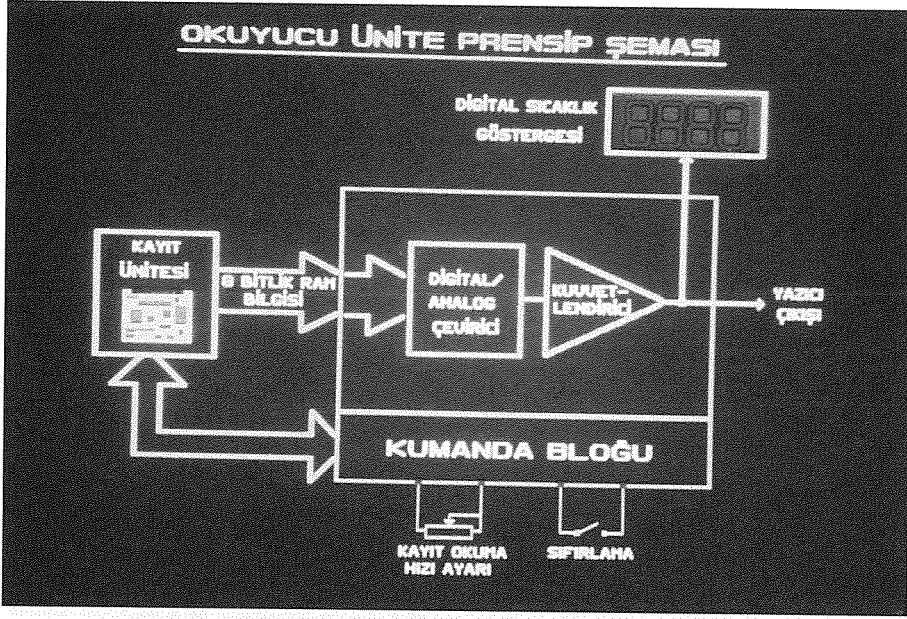
Şekil 6.



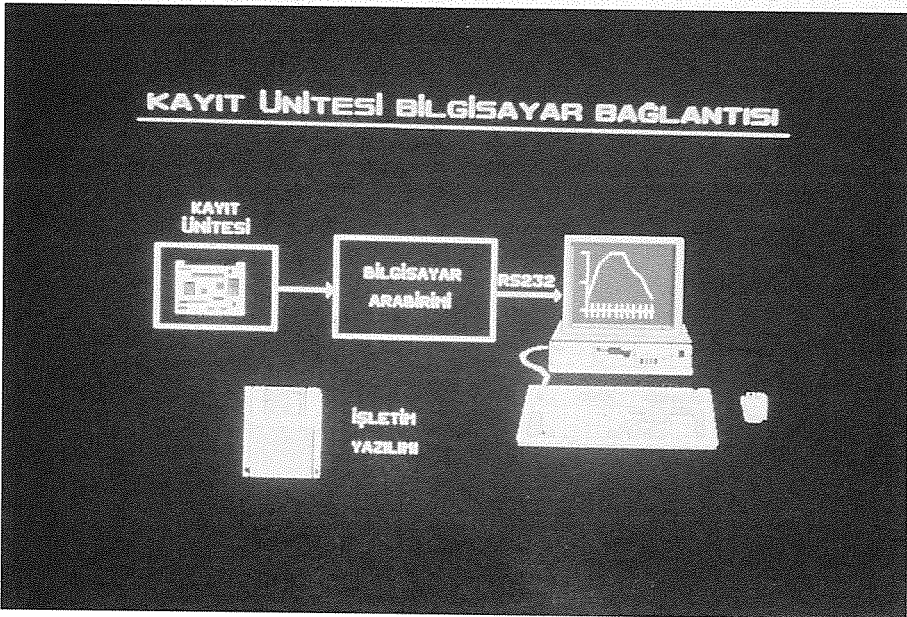
Şekil 7.



Şekil 8.



Şekil 9.



Şekil 10.

1 saatte ölçülmüş bir sıcaklık profili 2-12 dakika arasında seçilen bir sürede yazıcıya çizdirilebilir. Sıfırlama düğmesiyle çizdirme işi tekrardan yaptırılabilir. Gösterge ünitesiyle yazıcıya çizdirilen bilginin izlenmesi sağlanmıştır.

Bilgisayar Bağlantısı (Şekil 10)

Kayıt ünitesiyle toplanan bilgilerin arşivlenmesi amacıyla değişik yöntemler üzerinde durulmuş ve sonunda bilgisayar bağlantısı sağlayacak bir modül üzerinde karar verilmiştir. Modül aslında bir paralel seri dönüştürücüden ibarettir. Turbo basic ile yazılmış, bir sürücü programla kontrol edilmektedir.

Bu ara birim vasıtasıyla sıcaklık profili eğrisini veya istenen bir aralığını bilgisayar ekranında görüntülemek, bir kursor yardımıyla sıcaklık değerlerini nümerik olarak takip etmek mümkündür. Ancak, en faydalı uygulama alanı, herhalde sıcaklık değerini lotus, dbase gibi paket programlara girilebilecek şekilde kütükler halinde tutmasına ve bu programlarla değişik zamanlarda çıkarılmış, sıcaklık eğrilerinin karşılaştırmasına olanak vermesidir.

Sistem Sınırları (Şekil 11)

Sonuç

Bu bildiri Araştırma Müdürlüğü'nde yapılan ve tavlama fırınlarının sıcaklık profillerini ölçüp kaydedecek bir cihaz tanıtmıştır. Cihaz züccaciye üretimi yapan çeşitli kuruluşlarda başarıyla denenmiştir. Bunun, tavlama fırınlarının performanslarını rutin olarak test etmek amacıyla işletmelerimizde bulunmasının hem gereksiz yakıt harcamalarını önleyeceği hem de mamul kalitesini korumak için yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

<u>SİSTEMİN SINIRLARI</u>	
Doğruluk	: $\pm 2^{\circ}\text{C}$
Algıladığı Sıcaklık	: $0 - 600^{\circ}\text{C}$
Kullanım Sıcaklığı	: 600°C , 2 Saat
Boyutları	: $220 \times 260 \text{ mm}$
Ağırlık	: $8 \text{ Kg} + 2 \text{ Kg Su} = 10 \text{ Kg}$

Şekil 11.

KIRKLARELİ CAM SANAYİİ A.Ş. SOĞUTMA SONUNUN MODERNİZASYONU

Mustafa SAYGI-Hayrettin SEZER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Şirketimiz Soğutma Sonunda yapılan emek yoğun paketleme işçiliklerinde ve ambalaj malzemelerinde; tasarrufa yönelik olarak yapılan, Soğutma Sonu Modernizasyon çalışmaları 1987 yılında başlatılmış olup devam etmektedir.

Şirketimizde bugüne kadar yapılan tasarrufa yönelik Soğutma Sonu Modernizasyon çalışmalarını iki grupta toplamak mümkündür.

1. Tüm üretimlerin otomatik olarak paketlenmesinde işçilik ve malzeme tasarrufuna yönelik çalışmalar.
2. Üretimin ve en büyük sarf malzemelerinden olan ambalaj malzemelerinin; hareketlerini, stoklarını anında otomatik olarak takip etme ve optimum stokla çalışmaya yönelik modernizasyon çalışmaları.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda işletmede robotların ve otomatik sistemlerin kullanımıyla, işçiliklerden 62 kişi tasarruf edilmiştir. Kullanılan ambalaj malzemeleri çeşitleri azaltılmış ve hacimce de gerekli stok sahası en aza indirilmiştir. Ambalajların Camiş Ambalaj'da üretimi ve Şirketimize nakliyesi kolaylaştırılmıştır. Ambalajda standardizasyona gidilmesinin Soğutma Sonunda iş ve işçilikte tasarrufun yanında, paketleme kalitesini de artırdığı gözlenmektedir.

1. GİRİŞ

Soğutma Sonu Modernizasyonu çalışmaları 1987 yılında işçilik ücretlerinin artma temayülü gösterdiği anda başlamış ve günümüzde de bu çalışmalar sürdürülmektedir.

Şirketimiz içinde işgücünün yoğun olarak kullanıldığı bölüm, Soğutma Sonu işlemleridir.

Bu bölümde üretimi yapılan ürünlerin değişik formatlarda paketlenmesi yapılmaktadır. Müşteri ve pazarlama talepleri doğrultusunda bulk ambalajlama yerine, 6 ve 12'li iç adette olacak şekilde paketlemeye dönülmüştür. Bundan dolayı daha fazla sayıda elemana ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. İşçilik maliyetlerinin artış kaydetmeye başlaması sonucunda produktivitenin artırılmasına yönelik Soğutma Sonu Modernizasyon çalışmalarına ağırlık verilmiştir.

1987 yılı Düsseldorf Paketleme Fuarında çeşitli firmalarla yapılan görüşmeler sonucunda bir Alman firmasıyla anlaşmaya varılarak ilk otomatik paketleme hattı, çay bardağı için, 1989 yılında Fabrikamızda devreye alınmıştır.

Çay bardaklarının otomatik olarak paketlenmesi ile; kazanılan tecrübeler doğrultusunda, 1990 yılında, işgücü yoğun, farklı şekildeki ürünlerin de otomatik olarak aynı hatta paketlenebileceği düşünülmüştür. Bu düşünce doğrultusunda bir üfleme hattı ile bir pres hattında otomatik paketlenme sistemlerinin kurulmasına karar verilmiştir.

2. SOĞUTMA SONU MODERNİZASYON PROJELERİ

2.1. Otomatik Olarak Çay Bardaklarının Paketlenmesi

A. Projenin Adı : Otomatik Çay Bardağı Paketleme Sistemi

B. Sistemin Devreye Alınma Tarihi: 1989 Eylül

C. Paketlenen Ürünler: 42011 - Sade, Optikli Mamul
42211 - Optikli Mamul

D. Sistemin Proses Akışı:

1. Plakalar halinde kesilmiş malzemeler kutu haline getirilir.
2. Plakalar halinde kesilen seperatör katlanarak kutu içine konur.
3. 3x4= 12'li olarak bardaklar kutu içine doldurulur.
4. Dolu kutu kapakları katlanarak yapıştırılır.
5. Kutular üst üste dizilerek gruplanır.
6. Koliler shrink'lenir.

E. Sistemin Formatı: Kutulara (3x4)= 12 adet mamulü 8'li adetler halinde aynı anda iki kutuya olmak üzere doldurulur.

F. Günlük Paketlenen Mamul Sayısı: 360.000 ad./gün

G. Sistemin Kapasitesi: 23 kutu/dak.

H. Sistemin Maliyeti: 1.7 Milyon DM

I. Sistemin Getirdiği Personel Tasarrufu: 35 kişi/gün

K. Sistemin Makina Parkı Detayı:

- SKA tipi oto. kutu yapma makinası
- SNC seperatör hazırlama robotu
- SNC mamul doldurma robotu
- SLC kutu kapama, yapıştırma makinası
- İstifleme, gruplama makinası
- Shrink'leme makinası
- Mamul aktarma sistemleri

2.2. Köşem ve Silindirik Mamullerin Paketlenmesi

A. Projenin Adı: Köşem + silindirik mamul otomatik pasta kutulama sistemi.

B. Sistemin Devreye Alınma Tarihi: 1991 Subat

C. Projenin Tanımı: Bir hatttan gelen 11 çeşit köşem veya silindirik mamulleri 6'lı pasta kutulara paketler.

Paketlenen Ürünler: 1. 42082 - Köşem Mamul

2. 42083 - " " "

3. 42078 - " " "

4. 42088 - " " "

5. 42035 - " " "

6. 42402 - Silindirik Mamul

7. 42049 - " " "

8. 42439 - " " "

9. 42404 - " " "

10. 42405 - " " "

11. 42435 - " " "

D. Sistemin Proses Akışı:

1. Plakalar halinde kesilmiş malzemeler kutu haline getirilir.
2. Plakalar halinde kesilmiş seperatörler katlanarak kutu içerisine konur.
3. $2 \times 3 = 6$ 'lı olacak şekilde bardaklar kutu içerisine üçer üçer konur.
4. Dolu kutu kapakları katlanarak "track-in flep" metodu ile kutu içerisine sokulur.
5. Kutular üst üste istiflenerek gruplandırılır, shrinklenmeye hazırlanır.
6. Koliler shrink'lenir.

E. Sistemin Formatı: Pasta kutuya $2 \times 3 = 6$ 'li dolum yapılır.

F. Günlük Paketlenen Mamul: 70.000 ad./gün

G. Sistemin kapasitesi: 12 kutu/dak.

H. Sistemin Maliyeti: 1.5 Milyon DM

I. Sistemin Getirdiği Personel Tasarrufu: 7 kişi/gün

K. Sistemin Makina Parkı Detayı:

- SKA tipi oto kutu yapma makinesi
- SNC seperatör hazırlama robotu
- SNC mamul doldurma robotu
- SLC kutu kapama yapıştırma makinesi
- İstifleme - gruplama makinesi
- Shrinkleme makinesi
- Mamul aktarma sistemleri

2.3. Pencereleli Otomatik Paketleme Hattı

A. Projenin Adı: Pencereleli paketleme sistemi

B. Sistemin Devreye Alınma Tarihi: 1991 Nisan

C. Projenin Tanımı: 13 çeşit pres mamulünün 13 değişik formatta (3x2), (2x2), (4x1), (3x1) olarak pencereleli kutuya paketlenip dış kutuya doldurmaktadır.

Paketlenen Ürünler :

1. 52052 - Pres Mamulu
2. 52212 - " " "
3. 52192 - " " "
4. 52212 - " " "
5. 52442 - " " "
6. 52446 - " " "
7. 52449 - " " "
8. 52412 - " " "
9. 52138 - " " "
10. 52302 - " " "
11. 52232 - " " "
12. 52312 - " " "
13. 52262 - " " "

D. Sistemin Proses Akışı

Pres mamullerini önce pencereleli kutulara paketlenip daha sonra dış kutuya dolur yapar.

E. Sistemin Formatı

1. (000), 2. (0x0), 3. (000), 4. (xxx) 6'lı
(xxx) (x0x) (xxx) (xxx)
5. (00), 6. (00), 7. (xx), 8.(0x0x) 9. (0000) 10. (xxxx) 4'lü
(xx) (00) (xx)
11. (0x0), 12. (000), 13. (xxx) 3'lü

F. Günlük Paketlenen Mamul: 110.000 ad./gün

G. Sistemin Kapasitesi: 6'lı = 13 kutu/dak.
4'lü = 19 kutu/dak.

H. Sistemin Maliyeti : 1.4 Milyon DM

I. Sistemin Getirdiği Personel Tasarrufu: 14 kişi/gün

K. Sistemin Makina Parkı Detayı: 1. Pencereli paketleme robotu
2. Dış kutuya doldurma robotu

2.4. Palete Otomatik Dolum Sistemi

A. Projenin Adı : Palete otomatik dolum sistemi

B. Sistemin Devreye Alınma Tarihi : 1991 Eylül

C. Projenin Tanımı : Otomatik çay bardağı paketleme hattının sonunda shrinklenmiş olarak çıkan kolilerin paletlere otomatik olarak dizilmesini sağlar.

Paketlenen Ürünler : 1. 42011 - Sade, Optikli Mamuller
2. 42211 - Sade, Optikli Mamuller
3. 42081 - Köşem mamuller

D. Sistemin Proses Akışı

Stoğunda bulunan boş palet otomatik olarak beslenir, paletin üzerine koliler istiflenir. Dolu palet sistemden dışarı çıkartılır.

E. Sistemin Formatı : 72'li shrinkli koliler (16 koli x 7 kat) olarak dizilir.

F. Günlük Paketlenen Mamul : 120.000 - 360.000 ad./gün

G. Sistemin Kapasitesi : 5 koli/dak.

H. Sistemin Maliyeti : 200.000 DM

I. Sistemin Getirdiği Personel Tasarrufu : 3 kişi

K. Sistemin Makina Parkı Detayı : 1. Boş palet stoklama ve besleme sistemi.
2. Oto. palete yükleme sistemi.
3. Dolu paleti boşaltma sistemi.

2.5 Etiket Baskı ve Yapıştırma Sistemi

A. Projenin Adı : Etiket baskı ve yapıştırma sistemleri

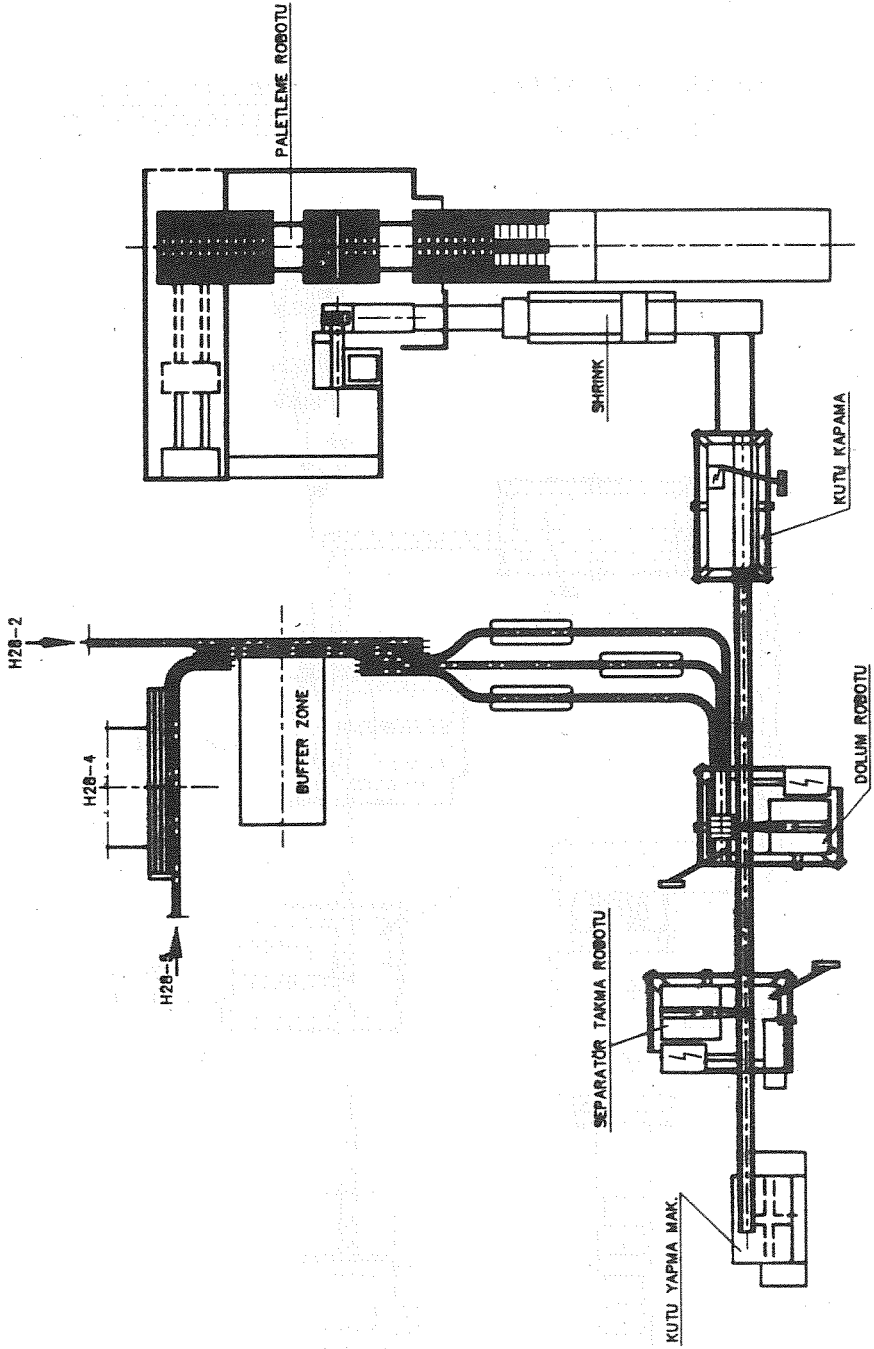
B. Sistemin Devreye Alınış Tarihi : Şubat 1991

C. Projenin Tanımı

Her türlü self-stik etikete veya düz printer kağıtlarına müşterinin özel logo ve

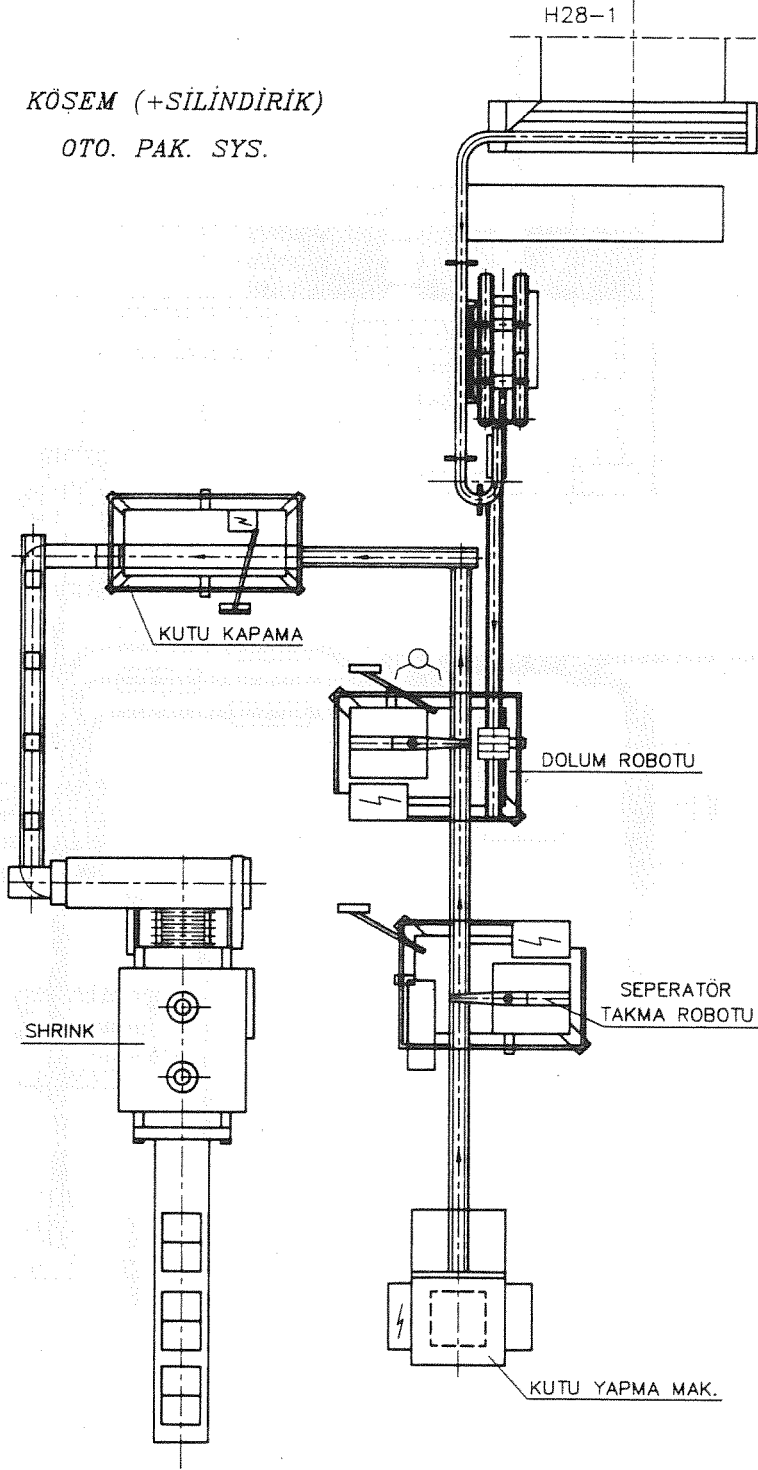
KIRKLARELİ CAM SANAYİİ A.Ş.

ÇAY BARDAĞI OTO. PAK. SYS.



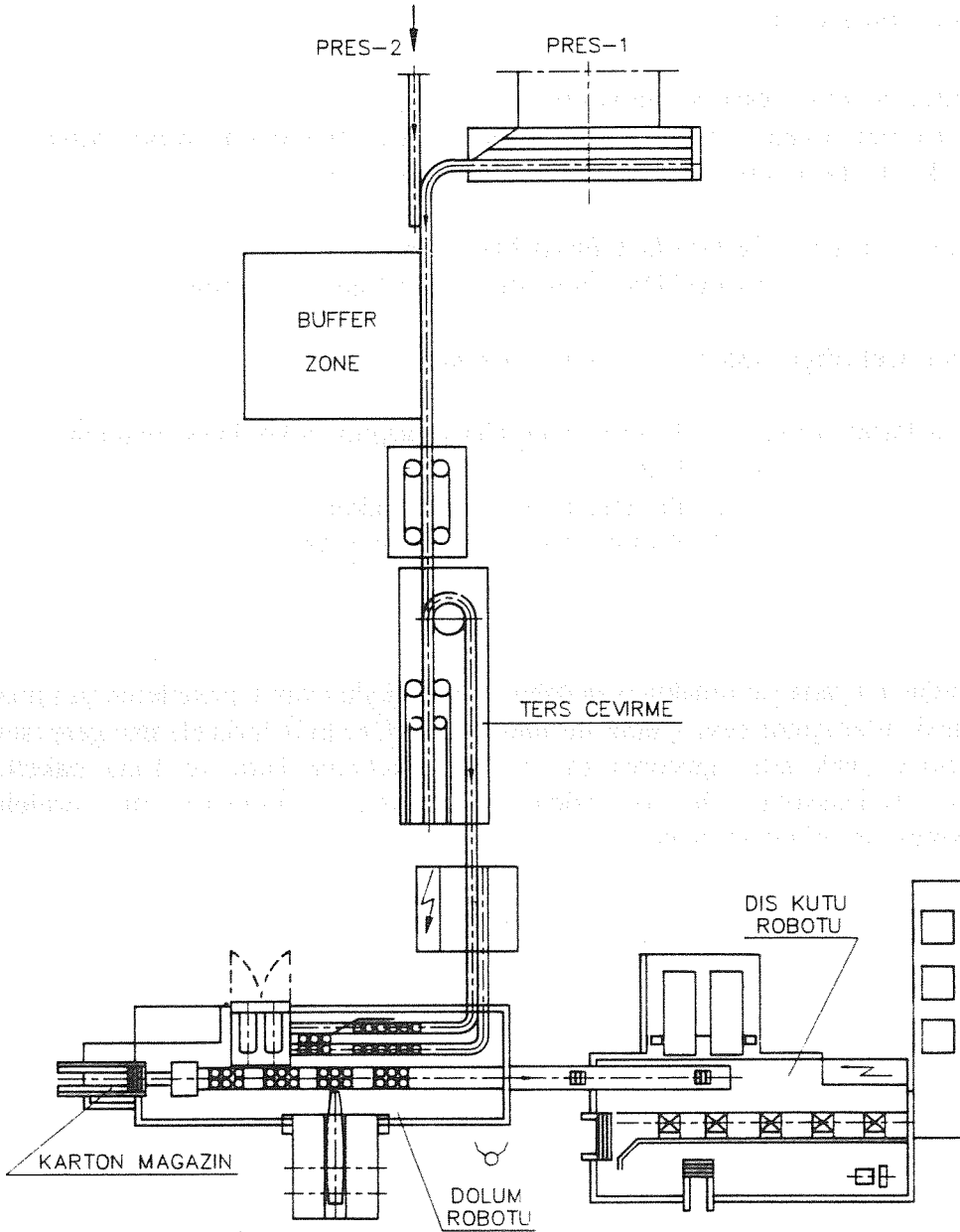
KIRKLARELİ CAM SANAYİ A.Ş.

KÖSEM (+SİLİNDİRİK)
OTO. PAK. SYS.



KIRLARELI CAM SANAYII A.S.

PENCERELI PAKETLEME SYS.



barkodlarını üretim programına göre zamanında otomatik olarak basılması, mamullere veya kutulara otomatik olarak yapıştırılmasıdır.

Ürün Çeşitleri : 1. Rulo halindeki self stik kağıda etiket basılması.
2. Printer kağıdına etiket basılması.
3. Düz normal kağıda etiket basılması.

D. Sistemin Proses Akışı

1. Her türlü etiketin flekso ve termal olarak basımı.
2. Her türlü pul etiketin mamullere üretim hattında on line olarak yapıştırılması.
3. Self-stik etiketlerin otomatik olarak kutulara yapıştırılması.

E. Sistemin Maliyeti : 28.000 DM Baskı Makinaları
64.000 DM Otomatik Etiket Yapıştırma Makinaları

F. Sistemin Getirdiği Tasarruf : 3 kişi/yıl eleman

G. Makina Parkı Detayı : 1. Rulo halinde termal kağıda etiket baskı makinası.
2. Printer.
3. Pul etiket yapıştırma makinası.
4. Kutuya etiket yapıştırma makinası.

SONUÇ

1987 yılından bu yana yapılmakta olan daha az iş gücüyle mamul paketleme çalışmaları önümüzdeki yıllar içinde devam etme durumundadır. Özellikle fazla eleman gereksinimi ile yıl içinde peak artış gösteren çay tabağı paketleme hattı ve kana paketleme hatlarının realizasyonu ile iş gücünden tasarruf yapılması bu projelerin gerçekleşmesiyle mümkün olacaktır.

PAŞABAHÇE - O.Z.F. SOĞUTMA FIRINLARINDA DAĞITILMIŞ PID UYGULAMASI

Kürşad OKYAR - İlhan TUNALI
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş. Otomatik Züccaciye fabrikasında bulunan 14 adet soğutma fırınında ideal ısı rejimlerini optimum derece büyüklükleri ve yakıt harcaması ile elde etmek için merkezi PID kontrol ve veri tabanı sistemi kurulması amaçlanmış, ilk adımda tüm kontrol panoları yapılan asma kata çıkartılarak temiz ve geniş bir ortama taşınmıştır. Projenin gelişim sürecinde dağıtılmış PID kontrol ve merkezi bilgi derleme sistemi gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sistemde ana algoritmayla aynı anda koşturulan batch prosesler vasıtasıyla sadece fırına yüklenecek mamul kodunun girilmesiyle fırın rejimi, mamul bant hızı ve benzeri gibi fırın temel donelerinin otomatik olarak set edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca sistemde ana yazılıma ilave bir network temeli kurulmuştur. Veri toplama ve analizinde yazılım standart imkanları dışında LOTUS, DBASE, CQC gibi yazılımlarda da toplanan verilerin analiz edilebilme imkanı vardır. Operatöre detaylı bilgi verecek ve yol gösterecek bir alarm (arıza) menüsü oluşturulmuş, alarm çeşidine göre problemi çözecek birimin bilgisayarına da bilgi gönderecek bir ağ hazırlığı yapılmıştır.

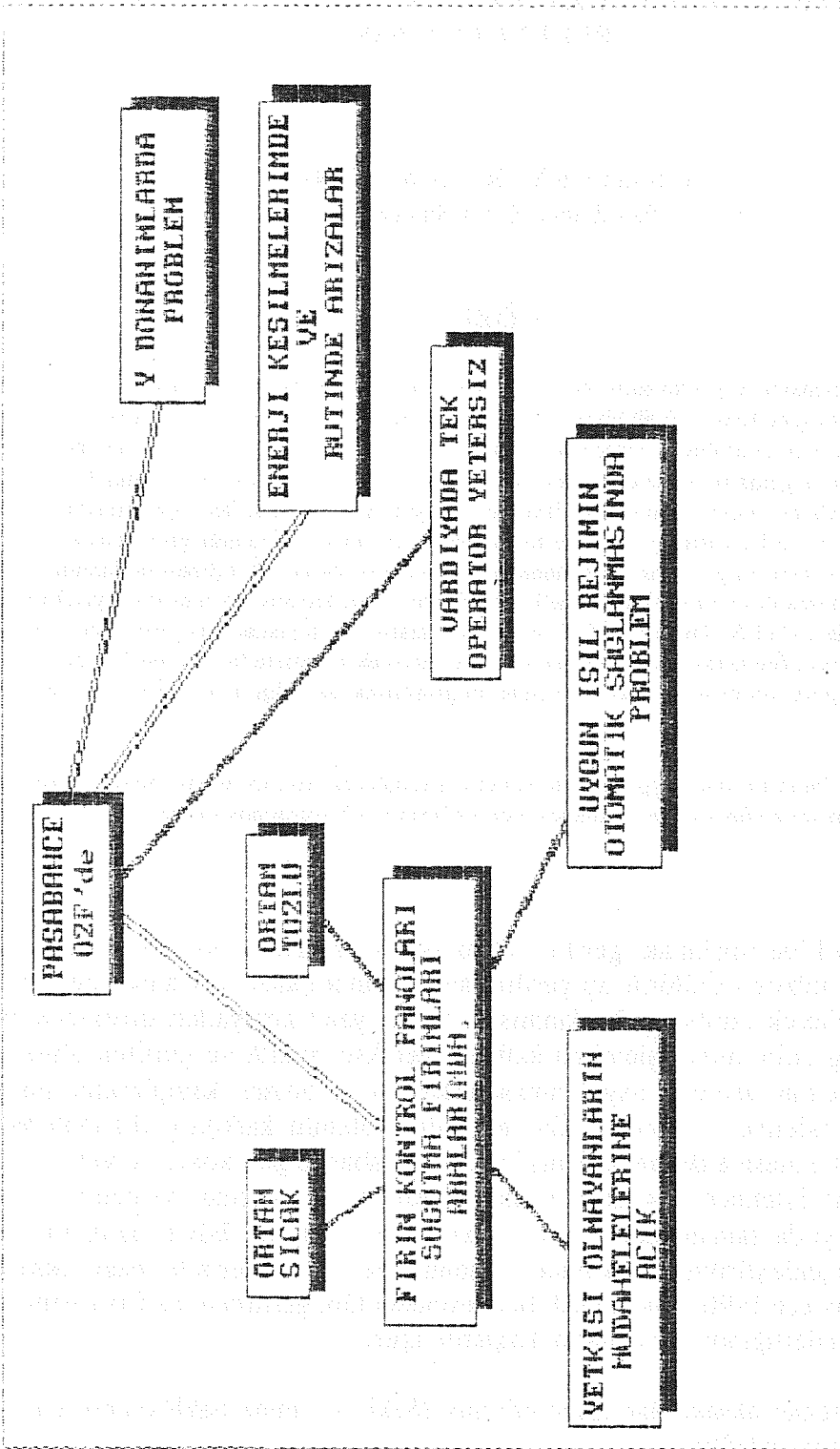
Bu projenin ve benzerlerinin uygulanması sonucu kazanılacak tecrübeler ile ileride fırın kontrol sistemlerinin camiamız bünyesinde kurulması için bir birikim oluşturulmuş olacaktır.

GİRİŞ

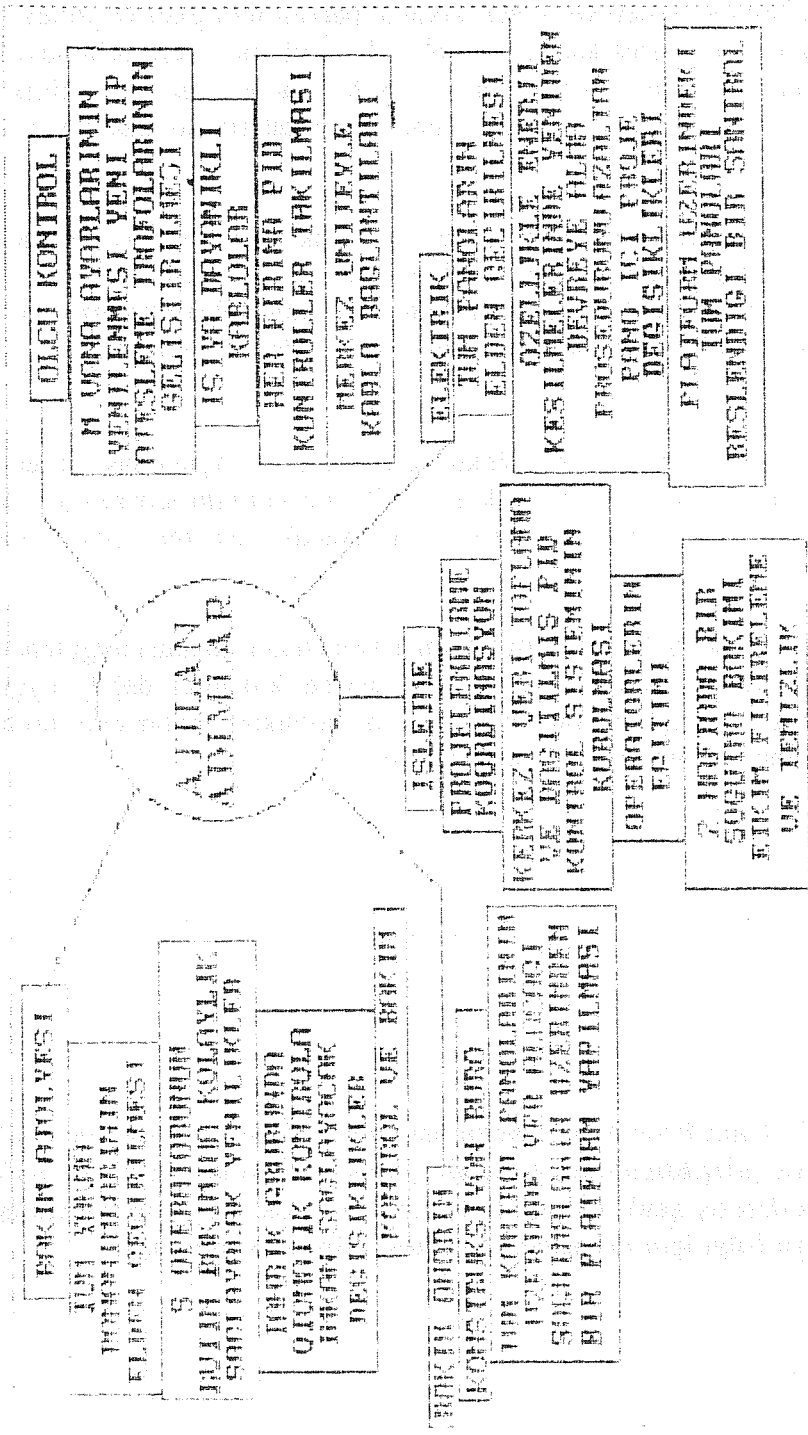
Paşabahçe OZF'de imalattaki gerilimi alma işlemi, gelişen teknolojiye bağlı olarak 1985 yılından itibaren brülörlü tip gerilim alma fırınlarından açık alevli gerilim alma fırınlarına geçilerek yapılmaya başlanmıştır. Gerek yakıt sarfiyatları üzerindeki pozitif etkisi, gerek gerilim alma işleminin kalitesi, gerekse iskarta ve gerilimi alınamamış imalatlara işlemin yeniden uygulanması esnasındaki proses kayıplarının minimize edilmesi gibi işletme ve şirket ürün imajındaki olumlu katkıları düşünülerek tüm fırınların yenilenmesine devam edilmiş, ancak Paşabahçe gibi köklü ve yerleşim alanı kısıtlı olan bir işletmede 14 adet fırının işletmeyi aksatmadan yenilenmesi süreci yaklaşık altı yılda tamamlanabilmiştir. Yenileme işleminin böyle uzun bir zaman diliminde gerçekleştirilmesi, fırınların montaj ve işletmelerinde bazı aksaklıklar doğurmuş, böylece 1990 yılında OZF bünyesindeki tüm gerilim alma fırınlarının ıslahı için işletme önderliğinde bir çalışma başlatılmıştır.

İlk aşamada temel aksaklıklar tespit edilmiş (Şekil 1), buna bağlı olarak en önemli aksaklıklar olarak gözüken;

- Vardiyadaki tek operatörün takibini ve özellikle işletmemizde çok sık yaşanan enerji kesilmelerinden sonra yeniden devreye alma işlemlerinde büyük zaman kayıpları,



Sekil 1.



Şekil 2.

dolayısıyla hatalı prosese sebebiyet veren kontrol panolarının plansız yerleşimi, fırın panoların yapılan bir asma kata çıkarılması ile çözülmüş. Ayrıca bu uygulama, daha önce soğutma aralarındaki sıcak, tozlu ve yetkili olmayanlar için tehlikeli yerlerde bulunan panolardaki ekipmanlarda görülen arızalarda da azalmalara imkan vermiştir.

Yakma donanımlarının kapasitelerindeki uygunsuzluklar ve yakma ayarlarındaki bozukluklar tüm yakma donanımlarının yeniden elden geçirilmesi ile ortadan kaldırılmış fırın kontrol sistemlerinde P kontrolden PID kontrol sistemlerine geçilmesi ile de yakıt sarfiyatlarında ve proses kalitesinde gözle görülür iyileşmeler kaydedilmiştir (Şekil 2).

14 adet soğutma fırınının sağlıklı ve efektif çalışmasının sağlanması süreci, tüm fırınlardaki PID kontrol modüllerinin merkezi bir PC ile iletişim kurmasının böylece tek noktadan kontrol ve veri toplamayı sağlayacak sistemin kurulması ile tamamlanmıştır.

Söz konusu bildirin amacı ŞİŞECAM bünyesinde hemen her noktada uygulama bulan merkezi kontrol ve veri toplama sistemlerinde sadece kullanıcı değil, uygulayıcı olmanın da getireceği avantajları (yatırım bedeli, arıza-bakım, potansiyel kullanımı) Paşabahçe-OZF örneği ile birkez daha belirtmektir.

NOT: Bu bildiri "7. Cam Problemleri Sempozyumu"nda bir PC demonstration'u ile sunulmaya çalışıldığından; sistemin yapısı, hardware bilgileri, software ve bunun kullanılış şekli hakkında bu metinde kısa bir bilgi verilmiştir. Ancak detaylı bilgi için demonstration disketine başvurulabilir.

CAM ELYAF SANAYİİ A.Ş.'DE ÜRETİM MİKTARI VE PROSES DEĞİŞKENLERİNİN İZLENMESİNDE BİLGİSAYAR KULLANIMI

Dr. Kemal AYDIN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

1990 ikinci yarısına kadar 1 ve 2 no'lu elyaf üretimde demetler askılı konveyör yardımı ile tartım platformunun bulunduğu yere iletilerek demet taşıma arabalarına aktarılmakta ve daha sonra tartılarak içerdiği nem ve mihver ağırlıkları düşülerek vardiyada üretim miktarı bulunmaktaydı.

Kek ağırlıkları zaman zaman tartılarak bushing akışları takip edilmeye çalışılmaktaydı. Proses manuel olarak yürüdüğünden kontrolü oldukça zordu. Tüm ŞİŞECAM olarak kaliteye verilen önem ortada iken ve dünya konjonktürü belligen bu sistemle devam etmek imkansızdı.

Yeni sistem ile vardiya ve günlük bazda üretim miktarı raporları doğru olarak alınmakta olup iş gücü tasarrufu sağlanmıştır. Bilinen proses değerleri sisteme girilerek kontrol için gerekli olan değerler anlık olarak ekrandan gözlenmekte, gerektiğinde raporlama imkanı doğmaktadır. Zamanla bushing akışları, makina randımanları, olması gereken makina değerleri, (hız, ramp down vs.), demet texlerinin takibi mümkün olmaktadır. Bu sistem bizi toplam kalite kontrol hedefine yaklaştırmakla birlikte yeni adımlar atmaya da imkan sağlamaktadır.

1. GİRİŞ

Son yıllarda dünyadaki E-camı elyafı takviyeli kompozit malzeme satış hacmindeki daralma iki önemli faktörü daha belirgin olarak gündeme getirmiştir. Bunlardan birincisi maliyet, ikincisi ise kalitedir. Sözünü edeceğimiz bu proje, insan gücü tasarrufu sağlaması yanında, büyük ölçüde kalite iyileştirmesine ön adım olmuştur.

Plastik takviyesinde kullanılan cam elyafı, bir kalsiyum-alümina-borosilikat camı olan E-camından üretilmektedir. Çalışma kanallarındaki cam, %80 Pt, %20 Rd'dan yapılmış ve tabanında 1.5-2 mm çapında nozüller bulunan plakadan filamentler şeklinde çekilerek yüzeylerine "bağlayıcı" uygulanarak makina koletlerinde kek veya roving formunda üretilmektedir. Sonuçta elde edilen elyaf çapları 10-20 mikron arası olduğu düşünülürse, prosesin ne kadar hassas olduğu ortaya çıkacaktır. Proses iki aşamada değerlendirilebilir: 1. Camın üretimi 2. Elyafın üretimi. Mikron mertebesindeki elyafın üretimi sırasında camın kalitesinin ve proses parametrelerinin elyaf kalitesi ve kapasite kullanımı yönünden önemi ortaya çıkmaktadır.

2. TANIMLAR

Elyaf üretiminde en önemli parametre tex'dir. Tex 1000 m elyafın gram olarak ağırlığı şeklinde tanımlanmaktadır. Tex her bir ürün cinsi için zamanla belli değerler arasında

tutulmalıdır. Örnek verilecek olursa, el-yatırması ile kompozit üretiminde kullanılan keçe demetleri yaş 18.5-+0.5 kg ağırlığında ve kuru tex 354-+35 g/1000 m olmalıdır. Sıcak kalıplama komponentleri üretiminde kullanılan SMC fitili demetleri yaş 8.5-+0.250 kg ve kuru tex 218-+11 g/1000 m olmalıdır.

Başlangıçta belli bir cam akışına (kg/h) sahip olan bushing'ten yukarıda açıklanan tex'te ve ağırlıkta elyaf üretmek için belli bir makina kolet devri ve üretim süresi ile üretime başlanır. Bu tex'e karşılık gelen bir elyaf çapı olacaktır. Bu durum aşağıdaki formül ile ifade edilebilir.

$$\text{Akış (kg/h)} = (\pi * d^2 / 4) * N * \rho * V = k(\pi * h * d^4 / \eta * L) \dots \dots \dots (1)$$

Burada; d: Elyaf çapı

N: Nozül sayısı

ρ : Yoğunluk

V: Makina kolet hızı

k: Katsayı

h: Forehearth cam seviyesi

η : Viskozite

L: Nozül boyu

Kaliteli bir üretimde elyaf çapı d zamanla sabit tutulmalıdır. Çünkü tex elyaf çapının bir fonksiyonudur.

$$\text{Tex (g/1000 m)} = (\pi * d^2 / 4) * \rho * N * 10^6 \dots \dots \dots (2)$$

Burada; d: Elyaf çapı

ρ : Yoğunluk

N: Nozül sayısı

(1)'de görüldüğü gibi üretim sırasında bushing akışı diğer parametreler sabit kalmak koşulu ile forehearth cam seviyesi, yoğunluk ve viskoziteye bağlı olarak değişmektedir. Sabit tex'le elyaf üretmek için ya akış sabit tutulmalı veya değişen akışa göre makina kolet devri ayarlanmalıdır.

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de 1990 sonlarına kadar bushing akışlarının anlık olarak izlenmesi mümkün değildi. Ayrıca makina randımanlarını izleme imkanı yoktu. Ancak çift koletli makinalarda, insan gücü ile randıman tespiti mümkündü. Makina başına üretim ile vardiyanın herhangi bir anında toplam üretim bilinmiyordu. Prosesin geçmişi ile ilgili herhangi bir doküman yine mevcut değildi. Kontrol açısından düşünüldüğünde, hiç bir parametresinin zamanla izlenemediği bir proses ile istenilen kalitede üretim yapmanın zorluğu ortadadır. Bu durumu ortadan kaldırmak amacıyla yeni bir proses izleme bilgisayar sistemi kurulmuştur. Sistem dört ana noktadan oluşmaktadır: 1. Elyaf üretim kanallarında bulunan elektronik tartım platformları (toplam altı adet) 2. Ana işlem bilgisayarı 3. Ana işlem bilgisayarından on-line olarak

gelen bilgileri düzenleyen ve dosyalar halinde gösteren, CIM-PAC software paket programını çalıştıran bilgisayar 4. Ana işlem bilgisayarından on-line olarak gelen kuru kek ağırlıklarını vardiya bazında IPK programı CQC'de kullanılacak şekilde dosyalayan IPK bilgisayarı. Sistem şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir.

Ana işlem bilgisayarı, her bir elyaf üretim makinasından toplam çalışma sürelerini (TWT) ve tam kek sayılarını (TKS) on-line olarak almaktadır. Her bir makinanın ürettiği ürünün cins kodu, tek veya çift koletli makina olduğu, bir kek için üretim süresi, tartım platformu alt ve üst yaş kek ağırlık limitleri, mihver ağırlığı ve % nem oranı ana bilgisayar modüllerine girilmektedir. Elyaf üretim operatörleri, makinaların tam keklerini ikişer saatte bir makina kodlarını yazarak üretim sahalarında bulunan tartım platformlarından gönderirler.

Ana işlem bilgisayarı aşağıdaki işlemleri yapmaktadır.

- Gelen yaş kek ağırlıklarından kuru kek ağırlıklarını hesaplar.
- Vardiya başlangıcından itibaren her bir makinanın çalışma süresi, tam bir kek için üretim süresi ve net kek ağırlığı bilindiğinden herhangi bir zamandaki üretim miktarını (RTU) hesaplar.
- Herhangi bir ürün cinsi için hangi makinaların çalıştığını bildiği için ürün cinsi bazında toplam üretim miktarlarını (CTU) hesaplar.
- Makinaların start-stop sürelerini bir tam kek için geçen süre ile karşılaştırarak toplam kek sayılarını hesaplar.

Ana işlem bilgisayarı bu bilgileri on-line olarak CIM-PAC'i çalıştıran PC'ye iletmektedir. CIM-PAC izleme ve kontrol olmak üzere iki amaçla kullanılabilir. Bizim sistemimizde izleme fonksiyonu kullanılmaktadır. CIM-PAC ana işlem bilgisayarından gelen reel değerleri de kullanarak çeşitli işlemleri yapma yeteneğine sahiptir. Bu amaçla her biri 8 işlem kapasiteli 400 adet nokta bulunmaktadır. Yapılan işlemler aşağıda özetlenmiştir.

- Her bir makinanın ürettiği net tam kek ağırlığı ve süresi bilindiğinden 1 saatte akan cam miktarı, akış (kg/h) olarak hesaplanır.
- Reel vardiya süresi ve her bir makinanın çalışma süresi bilindiğinden % çalışma süreleri oranı hesaplanır.
- Tam kek ve toplam kek sayıları bilindiğinden % tam kek oranları hesaplanır.
- (1) no'lu formülden akış bilindiğine göre ve fiili makina devri girilerek elyaf çapları hesaplanır.

- (2) no'lu formül kullanılarak elyaf çapları bilindiğine göre tex'ler hesaplanır.
- Akış, makina devri ve tex arasında şu eşitlik yazılmaktadır.

$$\frac{\text{Akış}}{\text{tex}} = \text{çizgisel makina hızı} \dots\dots\dots(3)$$

Akış bilindiğine göre ve her bir ürün için hedef tex girilerek, olması gereken makina devri hesaplanmaktadır.

- Makinaların herhangi bir andaki üretimleri bilindiğine göre toplam üretim, KTOP, hesaplanır.

PC'de 1. ve 2. elyaf üretim için ayrı ayrı iki CIM-PAC paket programı çalıştırılmaktadır. 1. elyaf üretim için aşağıdaki ekranlar oluşturulmuştur:

D1 : Demet üretim raporu, vardiyalar ve günlük
 AKIŞ1 : Makinaların akışları, kg/h
 FC11 : Makina değerleri ve randımanları
 FC12 : Makina değerleri ve randımanları
 TEXÇAP: Her bir makinanın texi ve elyaf çapı

2. Elyaf üretim için ise aşağıdaki ekranlar oluşturulmuştur:

D2 : Demet üretim raporu, vardiyalar ve günlük, Tablo 1.
 FC2A : A Kanalı makina değerleri, Tablo 2
 FC2B : B " " "
 FC2D : D " " "
 CAPTEX: Her bir makinanın elyaf çapı ve tex'i değerlerini gösterir, Tablo 3.

Demet üretim raporlarında "kopma" sayıları 1. ve 2. elyaf üretim için yer almaktadır. Bu değer bir makina başına birim zamanda (1 saat) kopma sayısı olarak tanımlanmakta olup prosesin durumunu göstermesi açısından önemli bir parametredir.

3. YORUM

Bilgiler 24 saat hafızada tutulmakta ve istenildiğinde çağırılabilir. Anlık, vardiya bazında ve günlük olarak raporlama imkanı bulunmaktadır.

Her bir makinanın kuru kek ağırlıkları on-line olarak IPK bilgisayarına ulaştırılmakta ve dosyalanmaktadır. Bu bilgiler daha sonra CQC programına yüklenerek gerekli grafiklerin alınması (kontrol grafikleri, histogramlar ve data analizleri) mümkün olmaktadır. Bu proje, yukarıda anlatıldığı gibi prosesin hassas bir şekilde izlenmesine

Tablo 1: 2. elyaf üretim demet raporu.

TARİH==>	19/11/1991	DEMET ÜRETİM RAPORU <	GÜNLÜK >	GÜN NO==>>323			
VAR-DİYA	DEMET TİPİ	BUSHING BUSHING TİPİ	TOPLAM ÜRETİM KEK (kg)	TOPLAM B. STD. G. VERİMİ (%)	DEMET VERİMİ (%)	TAM KEK ORANI	SARMA ZAMANI ORANI
	J14(16) 203	1200	22980	1843	90.5	81.5	66.6
	K22(3) ED-243	1200	2186	183	71.8	64.6	77.6
	H28(3) PU-16	1200	0	0	0.0	0.0	0.0
	H45(2) SU-7A	800	0	0	0.0	0.0	0.0
	K34(1) D-1	800	0	0	0.0	0.0	0.0
	J14(16) 203-U	1200	0	0	0.0	0.0	0.0
	H27(1) FRTP-SR	800	2260	328	80.5	72.4	64.3
	K 12 (1) S-2	1200	690	109	34.0	30.6	57.5
	K22(1) BMC-40	1200	0	0	0.0	0.0	0.0
	H37(1) FRTP-SR	1200	4142	393	81.6	73.4	61.9
	J25(1) BMC-40	800	0	0	0.0	0.0	0.0
	J38(2) ED-243	800	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	H28(3) PU-16	1200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	K16 (1) D-1	800	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	H28(3) P.B.T	1200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	J14(16) 204	1200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	GÜNLÜK TOP.	39	32258	2856	84.0	75.6	66.1
	KOPMA SAYISI=	1.33 Ad./h	GÜNLÜK ÜRETİM MİKTARI=	32258	kg		

Tablo 2: A-kanalı elyaf üretim koşulları.

Tarih: 19/11/1991 ELYAF SARMA MAKİNA DEĞERLERİ (DAILY)		GÜN NO=323													
MAKİNA NO=	DEMET CİNSİ	TAM URUN TOPL. SARMAMA ZAMANI (dak)		MAKİNA DEVRİ / (dev. / dak)	RAMP DÖNÜŞ ORANI (rpm/s)		KURU KEK AĞIRLIK (*109)		TAM KEK ORANI (%)		SARMA ZAMANI (%)		TOPLAM ÜRETİM (kg)		
		(dak)	(dak)		(rpm/s)	(rpm/s)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A1	H27(1)FRIP-SR	31	29.00	1258	2426	5.71	11.44	62.4	87.4	48.4					
A2	J14(16) 203	30	26.00	1103	1791	5.01	16.94	54.2	76.6	71.1					
A3	H37(1)FRIP-SR	50	20.00	1192	2840	3.50	7.62	69.4	82.8	89.4					
A4	H37(1)FRIP-SR	35	21.50	1099	2604	4.10	7.50	52.3	76.3	79.3					
A5	H37(1)FRIP-SR	44	22.25	1161	2554	4.33	7.62	68.0	80.6	79.4					
A6	H37(1)FRIP-SR	40	22.43	1146	2536	4.39	7.62	62.3	79.6	78.1					
A7	H37(1)FRIP-SR	38	21.85	1215	2617	4.15	7.66	57.7	84.4	88.0					
A8	J14(16) 203	56	20.00	1246	2369	2.91	16.35	77.8	86.5	100.6					
A9	J14(16) 203	55	19.75	1231	2461	2.77	16.75	75.4	85.5	107.1					
A10	J14(16) 203	49	22.50	1219	2122	3.66	16.47	76.6	84.7	89.8					
A11	J14(16) 203	50	20.00	1201	2374	2.91	16.38	69.4	83.4	96.7					
A12	J14(16) 203	54	19.16	1226	2386	2.77	16.63	71.9	85.1	105.3					
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12				
23.7	39.1	45.7	41.9	41.1	40.8	42.1	49.0	50.9	43.9	49.1	52.1				
A KANALI % TKO =66.4		ZAMAN=1440 dk.		URETİM= 32258 kg		A KANALI % SZO= 82.7									

olanak vererek kaliteli üretim yapılmasına imkan vermesi yanında, iş gücü tasarrufu da sağlanmıştır. Taşımada görevlendirilen günlük 6 işçi sayısı 3'e indirilmiştir. Projenin maliyeti 100 milyon olarak alınırsa, projenin kendini 10 ayda ödediği ortaya çıkacaktır.

Tablo 3: Elyaf çapları ve tex değerleri.

2. ELYAF ÜRETİM ELYAF ÇAPI VE TEX DEĞERLERİ												
A KANALI			B KANALI				D KANALI					
M.NO	E.ÇAPI	TEX	M.NO	E.ÇAPI	TEX	M.NO	E.ÇAPI	TEX	M.NO	E.ÇAPI	TEX	
1.	10.12	167.9	1.	13.52	449.4	1.	12.63	392.2				
2.	13.01	416.1	2.	13.05	418.7	2.	12.16	363.5				
3.	10.95	294.8	3.	12.69	395.9	3.	13.09	421.3				
4.	10.69	281.0	4.	12.59	389.7	4.	13.13	423.9				
5.	10.59	275.7	5.	12.61	391.0	5.	12.86	406.6				
6.	10.18	254.8	6.	12.82	404.1	6.	12.82	410.4				
7.	10.59	275.7	7.	12.54	386.6	7.	12.52	385.4				
8.	12.83	404.7	8.	12.58	389.1	8.	12.63	392.2				
9.	12.62	391.6	9.	12.82	404.1	9.	10.48	180.0				
10.	11.85	345.2	10.	13.08	420.6	10.	Data	Data				
11.	12.86	406.6	11.	12.78	401.6	11.	Data	Data				
12.	12.82	404.1	12.	12.52	385.4	12.	12.51	384.8				
TEORİK MAKİNA DEVİRLERİ												
NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	2283	1786	2847	2610	2561	2505	2610	2364	2451	2113	2374	2400
B	2665	2679	2121	2436	1990	1951	2278	2251	2148	2164	2011	1773
D	1843	2107	1893	2455	1992	2377	2235	1925	2068	3829	3829	1886
TARİH: 19/11/1991												
480												

HAMMADDE ATIKLARINDAN CAM-SERAMİK YAPIMI

Dr. Baha KUBAN
Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

ÖZET

Cam yapıcı sistemlerin kristallenme özellikleri çok uzun bir süreden beri bilinmesine karşılık bu özelliğin teknolojik olarak yeni bir malzeme grubuna yol açışı son 40-50 senede olmuştur. Bugün füze başlıklarından elektroniğe, biyolojik protezlerden mutfak eşyasına, cam seramikler çok sayıda uygulamada alternatif malzeme olmuşlardır.

Başka ülkelerde cüruf/atık malzemelerden üretilen örneklerinde olduğu gibi Araştırma Merkezinde de cam fırını hammaddelerinin atık niteliğindeki ince kısımlarından, sertlik ve mekanik mukavemetinin yanı sıra kimyasal dayanıklılığı da yüksek DİOPSİT-CAM SERAMİK geliştirilmiştir.

Kalsiya-Magnezya Alümino Silikat sisteminde sıvı-sıvı faz ayrımı gözlenen cam bölgesinde seçilen çok sayıda kompozisyon, değişik oranlarda kromit, manyetit çekirdeklendiriciler kullanılarak optimum erime ve işleme sıcaklık/viskoziteleri, ve özellikle kütle kristallenme eşikleri açısından incelenmiş; çekirdeklenme ve büyüme için en uygun ısı işlem sıcaklıkları araştırılmıştır.

Çalışmalar sonucu değişik mineralojik sistemlerde kristallenen kompozisyonlar arasında Diopsit sisteminde kristallenen kompozisyon seçilerek bu malzemenin özellikleri saptanmıştır. Diopsit-Cam Seramiğin sertlik ve mekanik mukavemetinin yanı sıra kimyasal dayanıklılığı da ana camlardan ve geleneksel yapı seramiklerinden çok üstündür. Özellikle yüksek sürtünme direnci aranan uygulamalara, endüstriyel yer karosu veya dış cephe uygulamalarına aday malzeme olabileceği anlaşılmaktadır.

1. GİRİŞ

Tanım olarak cam seramiklere; cam yapıcı sistemlerin sıvı halindeki termodinamik özelliklerinden yararlanılarak kontrollü çekirdeklenme ve kristallenmeleri sonucu üretilen malzeme türleri, denilebilir.

ŞİŞECAM bünyesinde, çeşitli hammadde işleme süreçleri ve cam hammaddelerinin spesifikasyonlarının geliştirilmesi çalışmaları kapsamında ortaya çıkan ince taneli kum, dolomit ve feldspatın cam seramik malzemeler için hammadde oluşturabileceği saptanmıştır. Hammadde atıklarının değerlendirilmesi çalışmalarına katkıda bulunmak ve yeni tür bir malzeme üretiminde birikim sağlamak amacı ile cam seramik malzemelerin bu ince taneli atıklardan üretilmesi çalışmalarına başlanmıştır.

Camın kristallenmesi camcıların pek iyi bildiği bir problemdir. Cam sanayiinde bu sorunu bertaraf edecek kompozisyonlar ve sıcaklıklar düşünülür, yani camın kristallenmesi üründe bir hata yaratır. Aslında malzeme bilimi ve teknolojisinde

istenmeyen olguların, reaksiyonların, hataların olumsuz özelliklerinin bertaraf edilerek önceden öngörülme yen olumlu nitelik kazandıkları olaylara rastlanmaktadır. Bunlardan belki de en iyi bilineni metalurji biliminde Fe-C sistemindeki karbonun safsızlık olarak demir matrisinde çözünmesi ve demirin teorik mukavemetini düşürmesidir. Binlerce yıl önce insanlık, yeterli miktarda katıldığında karbonun demir özelliklerine olumlu katkılarda bulunduğunu keşfetmişse de sementit (Fe_3C) sertleştirme mekanizmalarının çelik malzemeler için bilimsel kaynaklarının ortaya konması, gerçek çelik üstünlüğünü başlatmıştır. Burada da bilimsel yöntem, olumsuzluğu kontrollü olumsuzluk haline getirmektedir.

Camda da kristallenme yüzeysel ve lokal olduğunda sorundur ancak cam bilimindeki gelişmeler sıvı-sıvı faz ayrımı mekanizmalarını aydınlatıp bazı cam yapıcı sistemlerde 10^{15} çekirdek/cm³ kütle kristallenmesi oluşturabildiğinde sorun aşılmış, yepyeni bir malzeme teknolojisi doğmuştur. Cam seramikleri sayıları giderek artan cam yapıcı sistemlerde sıvı camın üfleme, pres, çekme, haddeleme, ekstrüzyon veya döküme uygun reolojik özelliklerinden yararlanılarak üretilen cam seramik malzemeler ilk ticari üretimleri üzerinden henüz 40 sene kadar geçmesine karşılık son derece geniş bir alanda yer bulmuşlardır.

2. CAM SERAMİK MALZEME TÜRLERİ

Camda kontrollü kristallenmenin tarihi 1750'de Fransız kimyacısı Reaumur'un yaptığı bazı deneylere dayansa da cam seramik malzemelerin tanımlanabilir ve tekrarlanabilir özelliklere sahip olarak ticari bir ürün şeklinde üretilmeleri 1950 yılına ve A.B.D.'de Corning şirketinde çalışan Stookey'in çalışmaları sonucu olmuştur. Ticari olarak ilk kez piyasaya sürülen cam seramik türü Fotoceram'dır. Zaman içinde temel kristallenme mekanizmalarının bilim adamlarınca ortaya çıkarılmaları, yeni analitik tekniklerin gelişimi ile füze başlığı ve teleskop aynasından, yer karoları ve mutfak malzemelerine cam seramikleri birçok alanda görmekteyiz. Tablo 1'de cam seramik sistemleri, genel özellikleri ve uygulama alanları ile özetlenmektedir.

Tablodan da görüleceği gibi çeşitli mineralojik sistemlerde kristallenen cam seramiklerin hacim olarak en çok üretilenleri yani inşaat malzemeleri ve ev eşyaları yapımında kullanılanlar $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ ve $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$ sistemlerinde üretilmekte, elektronik özellikleri için kullanılan malzemeler grubuna PbO ve ZnO ile Ba_2O_3 katılabilmektedir. Bu sistemlerden kullanılacak hammadde atıklarının kompozisyonları da düşünüldüğünde seçilen cam seramik sistemi belirleyen aşağıdaki ölçütlerden söz edilebilir;

1. Eldeki hammaddeleri çekirdeklendirip kristallendirmek için kullanılacak çekirdeklendiricilerden bir kısmı pahalıdır buna bazı hammaddeler de dahildir (örneğin ana bileşen olarak LiO_2 , ZnO, BaO, çekirdeklendirici olarak TiO_2 , ZnO_2)
2. Çok sayıda laboratuvar deneyinin yapıldığı çalışmalarda seçilen cam sisteminin erime sıcaklıklarının çok yüksek olmaması gerekmektedir.

Tablo 1: Cam Seramik sistemler ve uygulama alanları.

SİSTEM(katalist)	ANA KRİSTAL FAZ	ÖZELLİK	UYGULAMA ALANI
Li ₂ O-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ (ZrO ₂ ,TiO ₂)	β -kuvars. β -spodümen ökrİptit	düşük ısı genleşme yüksek sıcaklık direnci	mutfak eşyaları teleskop aynaları fırın üstü
Li ₂ O-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ (P ₂ O ₅)	Li ₂ O-2SiO ₂	dielektrik özellikler kimyasal direnç	elektronik yalıtım optik kodlama manyetik kayıt kafası
MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ (TiO ₂ ,P ₂ O ₅)	kordierit	radar geçirgen	füze başlığı
PbO-ZnO-B ₂ O ₃ -SiO ₂ (F)	rankinit	ısı ve vakum yalıtımı	elektroteknoloji mikroelektronik devreler
BaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ (TiO ₂)	selsian BaTiO ₃	yüksek mukavemet ısı şok direnci	mutfak eşyaları
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO-K ₂ O (F)	flogopit mika	tornalanabilir dielektrik özellikler	elektroteknoloji hermetik eklemler
SiO ₂ -CaO-Na ₂ O (P ₂ O ₅)	apatit	vücuda uyum. mukavim kimyasal direnç	dişçilik vücut protezleri
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO (TiO ₂)	Mg-Al titanat	sert, mukavim aşınmaya dirençli	inşaat malzemesi
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -CaO (ZnO)	wolastonit	sert, mukavim kimyasal dirençli	dış cephe malzemesi
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO-CaO (sülfür,florit,oksit)	wolastonit,anortit piroksen	sert, mukavim aşınma, kimyasal direnç	yer karosu, dış cephe pompa, boru

3. Saf hammaddeler ile çalışılmayacağından bileşenlerin kompozisyon sınımları açısından "bağışlayıcı" sistemlerin kullanılmasının yeğleneceği açıktır.
4. Yukarıdaki nedene bağlı olarak ergime ve ısı işlem prosesleri hassas olmayan bir sistemde çalışmak yararlı olacaktır.
5. Sonuçta, yeni bir malzemenin teknolojisine giriş yapmayı amaçlayan böyle bir çalışmada teknolojik sofistikasyonu düşük bir sistemle başlangıç yapmak yeğlenmelidir.

3. FAZ AYRIMI VE SIVI-SIVI KARIŞMAZLIK

Cam biliminde son yüzyılın en önemli gelişmelerinden biri kuşkusuz cam yapısına ilişkin tezlerin sınama taşı olarak ortaya çıkan faz ayrımı olgusunun neredeyse evrensel olduğunun ortaya çıkmasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi özellikle Sovyet araştırmacıların cam sistemlere uyguladığı SAXS (Small Angle X-Ray Scattering) ve MAS-NMR (Magic Angle Spinning-Nuclear Magnetic Resonance) teknikleri cam sistemlerinin yapısal yaşamını önce akademik bir ilgi alanı olmaktan çıkarmış, faz ayrımının nasıl bir teknolojik gizil güç taşıdığı anlaşılmıştır. Bir yüzyıldır etkisini yitirmeyen Zachariasen'in gelişigüzel ağ modeli (Random network) 1960'lardan itibaren yerini cam yapısının büyük moleküler gruplaşmalara eğilimli olduğu öngörüşüne bırakmaya başlamış sıvı-sıvı faz ayrımının neredeyse tüm cam yapıcı sistemlerde gözlenmiş ve bu malzemenin teknolojisinde kullanılması gereken can alıcı bir özellik haline gelmiştir.

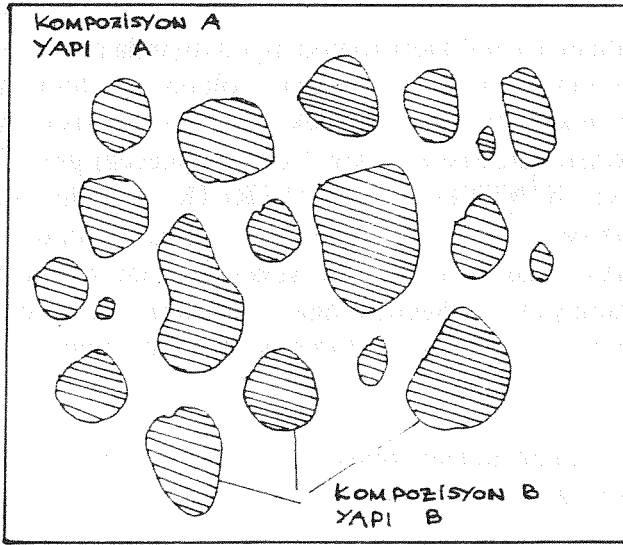
Cam yapıların moleküler düzeyde mikro-heterojen bir yapı taşıması Şekil 1'de ideal ve gerçek sistemler karşılaştırmasından anlaşılabilir.

Termodinamik olarak camdaki faz ayrımını örneğin zeytinyağı-su karışımında iki bileşenin birbirlerinden ayrılarak katmanlar oluşturmasına benzetebiliriz. Burada aradaki fark camdaki faz ayrımı bölgelerinin hareket kabiliyetlerinin düşük olması nedeni ile camın yoğunluğu farklı iki bölgeden oluşmaması buna karşılık moleküler düzeyde böyle bir ayrımın Şekil 1'de gösterildiği şekilde gerçekleşmesidir. Cam kompozisyonu bileşenlerin miktarı, soğutma hızı, eritme sıcaklığı ve süreleri, faz ayrımı bölgelerinin boyutlarını, mikro-heterojenitenin damlacık yapısı mı, bağlantılı damlacık yapısı mı şeklinde olacağını belirlemektedir. Cam mikro yapılarının karakteri, ürünün de özelliklerini kuşkusuz önemli ölçüde saptamaktadırlar.

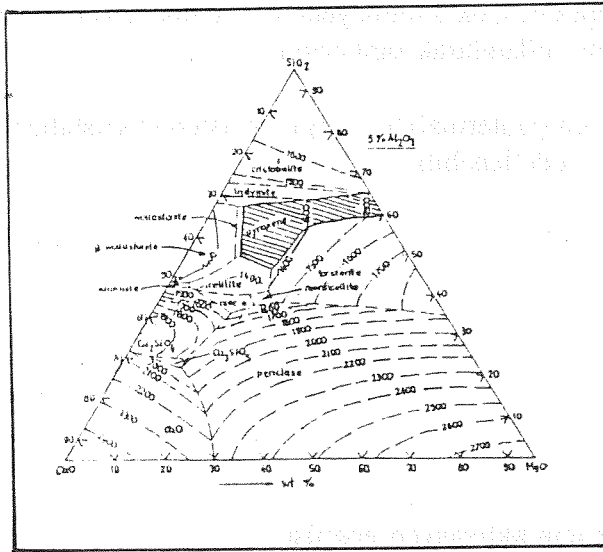
4. KALSIYA-MAGNEZYA-ALUMİNO SİLİKAT SİSTEMİ

İkinci bölümde ayrıntılandırılan ölçütler ışığında seçilen Kalsiya-Magnezya-Alumino Silikat (CMAS) sisteminde temelde cam yapıcı oksitlerin camsı yapılara yol açtığı büyük kompozisyon bölgeleri bulunmaktadır. Buna karşılık bu sistemde faz ayrımı gözlenen kompozisyon bölgeleri de oldukça geniştir. Şekil 2 bu sistemde çeşitli kompozisyon bölgelerini göstermektedir.

Bu oksitlerin bulunduğu sistemlerde faz ayrımının saptandığı karışmazlık



Şekil 1: Cam yapısında faz ayrımı.



Şekil 2: % 5 Al₂O₃ içeren Kalsiya-Magnezya-Alumina Silikat üçlü sistemi.

(immiscibility) alanları Tablo 2'de görülebilir.

Faz ayrımı ve kristallenme özellikleri kompozisyon dışında birçok parametre tarafından da belirlendiğinden eldeki ince taneli kum, dolomit ve feldspat çeşitli oranlarda karıştırılmış ve karışmazlık bölgeleri içindeki kompozisyon sistemleri için kristallenme ve kristal büyüme kinetikleri irdelenmiştir. Anlaşılabilirliği gibi **TERMODİNAMİK OLABİLİRLİK** ve **KİNETİK OLABİLİRLİK** bütünüyle ayrı kavramlardır. Dolayısı ile kompozisyon itibari ile faz ayrımı ve kristallenmeye uygun gözükse de bu sistem, tümüyle kinetik etkenler nedeni ile (yüzey gerilimi, çekirdekendirici cinsi vs.) kristallenmeye uğramayabilir. Seçilen ana sistemlerin çekirdeklenme ve büyüme kinetikleri, kristallendirici bileşenler katıldığında bu sistemlerin kütle kristallenmesine uğrayıp uğramayacağını gösterecektir.

Bu amaçla, eldeki hammaddeler bileşenleri Tablo 3'deki gibi değişen 16 ana kompozisyon oluşturacak şekilde karıştırılmışlardır.

Çekirdekendirici olarak katılmışlardır. Bu çekirdekendiriciler de tümüyle atık malzemelerdir.

Fe_3O_4 , Kıyıköy sahil kumu manyetiti,
 Cr_2O_3 , Kromit cevheri,
 $TiO_2 + ZrO_2$, Flotasyon atıklarıdır.

5. KRİSTALLENME KİNETİKLERİ

Camsı sistemlerin kinetik incelemelerinde en fazla kullanılan tekniklerden biri termal analiz yani DTA tekniğidir. Çok bilinmeyenli bir kompozisyonlar sisteminde bazı temel göstergeler bu yöntem kullanılarak saptanabilir.

Sabit sıcaklık şartlarında (izotermal) herhangi bir sistemin kristallenmesi Johnson-Mehl-Avrami denklemi ile modellenebilir.

$$\ln[-\ln(1-y)] = n \ln K + n \ln t \dots\dots\dots(1)$$

burada,

$$\ln K = \ln v - \Delta G/RT \dots\dots\dots(2)$$

Bu denklemlerde;

ΔG = Çekirdeklenme için aktivasyon enerjisi

T = Kristallenme sıcaklığı

n = Kristallenme türü: (Yüzey, kütle)

v = Çekirdeklenme frekansı

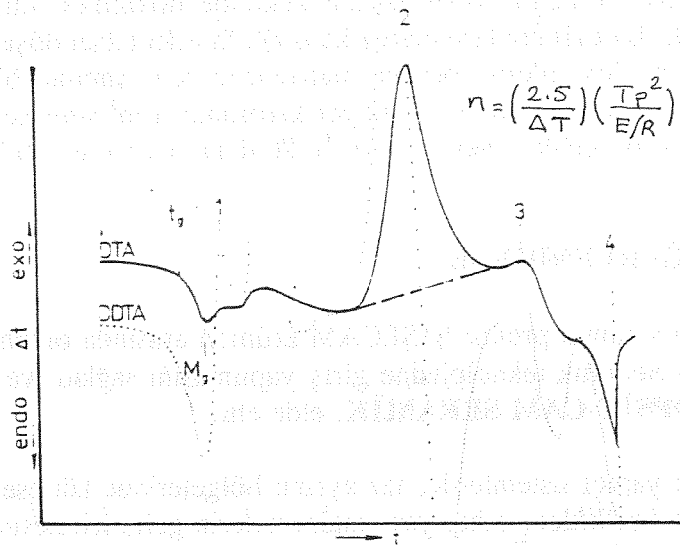
K = Reaksiyon sabiti

Tablo 2: $Me_xO_y-SiO_2$ sisteminde karışmazlık aralıkları.

BİLEŞEN	KARIŞMAZLIK ARALIĞI(%)
MgO	0.8 - 31
CaO	2 - 26

BİLEŞEN	% AĞIRLIK(Aralık)
SiO ₂	46 - 67
CaO	8 - 32
MgO	4 - 20
Al ₂ O ₃	6 - 13
Alkali	4 - 6

Tablo 3: Onaltı ana kompozisyon aralıkları.



Şekil 3: Faz ayırmasına uğrayan bir cam sistemi için DTA eğrisi, Mg yumuşama.

Şekil 3'de bir DTA ölçümünden çıkan sonuç ve kinetik parametreleri görülmektedir.

DTA incelemeleri en uygun "n" elde edebileceğimiz kompozisyon sistemlerini, bu sistemlerdeki kristallenme ve ısı işlem sıcaklıklarını, bütün bu parametrelerin elde edilmesinde en uygun çekirdeklendirici türünü saptama olanağı verir. Bu şekilde yapılan kompozisyon optimizasyonu sonucunda elde edilen minerolojik sistem X-Işını Difraksiyonu (XRD) ve Elektron Mikroskopisi ile saptanır.

6. DİOPSİT CAM SERAMİK

Kompozisyon Optimizasyonu ve kinetik parametrelerin saptanması, ortalama kompozisyonu 53 SiO₂, 10 Al₂O₃, 20 CaO, 10 MgO olan ve Diopsit olarak kütle kristallenmesine uğrayan bir sistem saptamamıza olanak vermiştir. Bu kompozisyon 1450°C'ta 2-4 saat eritildikten sonra iki kademeli bir ısı işlemine tabii tutulmakta (650°C, 900°C) ve kalıba dökülmektedir. Bu malzemenin sertliği, aşınma direnci ve asit direnci dış cephe kaplama, taban ve döşeme malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 4 ve Tablo 5 Diopsit Cam Seramiğinin çeşitli özelliklerini, rakip olabilecek malzemelerle karşılaştırmaktadır. Bu tablolardan anlaşılacağı üzere Diopsit Cam Seramik için 3 farklı uygulama alanı düşünülebilir.

1. Dış cephe kaplama, yer döşeme/karosu
2. Hammadde hazırlama
3. Kimyasal madde taşıma ve depolama

Bunlara ek olarak Cam Seramik malzemenin şekillendirme kolaylıkları gözönüne alındığında örneğin küvet/lavabo şeklinde dökülmesi düşünülebilir. Şiddetli darbe, sıcaklık, korozyon etkilere maruz kalacağı fabrika taban döşemesi gibi uygulama alanları bulabilir. Sovyetlerde benzer malzemeler için yapılan bir maliyet hesaplamasında, atıklardan yapılan cam seramik yer karosunun 1 m²'sinin seramik fayanslara göre %50, emaye kaplı çelik evyelere göre % 80 daha ucuz üretilebileceği ortaya çıkmıştır.

7. DEĞERLENDİRME

1. Cam seramik projesi ŞİŞECAM ürünleri arasında bulunmayan bir ürün çeşidi yani Cam Seramik teknolojisine giriş yapılmasını sağladı ve bu alanda bir ilk ürün; **DİOPSİT CAM SERAMİK**, elde etti.
2. Cam yapıcı sistemlerde, faz ayrımı bölgelerinde kütleli kristallenme elde edilerek üstün özelliklere sahip yeni malzemelerin geliştirilmesine ilişkin **TEORİK** ve **DENEYSEL YÖNTEM** birikimi sağlandı.

8. ÖNERİLER

1. Üretilen malzeme yani çalışılan sistemde kapsamlı bir özellik saptaması yapılarak bu malzemenin pazarlanma olasılıkları araştırılabilir. Bunun sonucu, Diopsit Cam seramik pilot bir tesiste üretilebilir.
2. Değişik cam seramik sistemlerde çalışılarak yeni özelliklere sahip değişik ürünler elde edilebilir. Bu yöntemle, giderek teknolojik sofistikasyonu daha yüksek malzemeler geliştirilerek malzeme teknolojisi alanı zenginleştirilebilir.

MALZEME	SERTLİK VHN(kg/mm ²)	SERTLİK (MOH'S)	BÜKÜLME MUKAVEMETİ (MPa)	ISIL GENLEŞME K ⁻¹ 10 ²	YOĞUNLUK (g/cm ³)
DİOPSİT CAM-SERAMİK	950-1000	7-7.5	90-130	60-85	3.1
NEOPARİ	600-620	6.5	50-60	60-65	2.7
MERMER	-	3.5	17	80-260	2.7
GRANİT	-	5.5	15	50-150	2.7
DÜZCAM	580-610	6	55-70	90	2.5
ÇELİK	550-650	5.5	> 300	650	7.8

Tablo 4: Diopsit Cam Seramik ve diğer bazı malzemelerin fiziksel özellikleri açısından karşılaştırmaları.

MALZEME	¹ Alkali(mg/cm ²)	² Asit(mg/cm ²)	³ Atmosfer(mg/cm ²)	⁴ Na ₂ CO ₃ (mg/cm ²)
DİOPSİT	etki yok	etki yok	etki yok	etki yok
Züccaciye Camı	0.8	0.05	0.09	1.5

Tablo 5: Diopsit ve soda-kireç camının bazı ortamlardaki ağırlık kayıplarının yani kimyasal dirençlerinin kıyaslanması. Bu tabloda 1- %5 NaOH (6 saat), 2- %5 HCl (24 saat), 3- Ca(OH₂) doyurulmuş 0.3 N NaOH(50°C, 72 saat), 4- 0.02 N² Na₂CO₃ (6 saat) şeklindedir.

HAMMADDE HAZIRLAMA TESİSLERİMİZDE ÇEVRE KORUMAYA YÖNELİK UYGULAMALAR

Nurettin ÖZTÜRK
Camiş Madencilik A.Ş.

ÖZET

Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Hammadde Hazırlama Tesisi atıkları pülp halinde DSİ'ye ait sulama kanallarına deşarj edilmiştir. Atığın ekili alanlara zarar vermesi üzerine su kanallarının kullanılamayacağı belirlenmiş ve gelişen bu koşullara göre pülpün tesisten uzaklaştırılması için yeni yöntemlerin bulunması zorunlu hale gelmiştir.

Hammadde Hazırlama Tesisinde proses gereği atık olarak çıkan pülpün içindeki katının % 98'i kil ve ince kuvarstır. Atıktaki suyun katı partiküllerden arındırılması ve suyun geri kazanımı için flokülasyon sisteminin uygulanması teknik ve ekonomik yönden diğer metotlara göre üstün bulunmuştur. Atık numuneleriyle yapılan flokülasyon testleri sonucunda flokülün sarfiyatı, flokların çökme hızları, çözeltinin berraklığı açısından en uygun flokülün magnofloc 351 olduğu tespit edilmiştir.

Süspansiyon içinde bulunan katı partikülleri floküle ederek çöktürmek için seçilen lamelli tikner; konvansiyonel ve yüksek kapasiteli dairevi tiknerlere göre gerek yatırım, gerekse de işletme dönemi giderleri bakımından rantabl bulunmuştur. Tikner alt akımının susuzlandırma işleminde kullanılacak olan filtrenin; tipi, boyutu ve çalışma koşulları pilot testler sonucunda belirlenmiştir.

Laboratuvar ve pilot çalışmalardan elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda akım şeması, genel yerleştirme projesi, detay ve temel mühendislik hizmetlerini kapsayan fizibilite raporu hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Bu projenin gerçekleşmesi sonucunda 216 m³ /saat pülp içinde bulunan suyun 213.7 m³ /saati temiz su olarak kazanılacak ve 3.8 ton/saat atık % 85 katı da tesisten uzaklaştırılacaktır.

GİRİŞ

Anadolu Cam Sanayii A.Ş.'de mevcut bulunan zenginleştirme tesisinde proses gereği atık olarak çıkan 216 m³ /saat pülp % 3.2 katı ihtiva etmekte olup, pülpteki katının % 98'i kil ve ince kuvarstır. Atık süspansiyonundaki suyun kil ve ince kuvarstan oluşan katı partiküllerden arındırılarak proses suyunun geri kazanımı, katı atık atımı ile ilgili olarak laboratuvar ve pilot çapta yapılan çalışmalarla hazırlanan fizibilite etüdü ve tesis uygulaması bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır.

1. ATIĞIN BOYUT DAĞILIMI VE KİMYASAL ÖZELLİĞİ

1.1. Boyut Dağılımı

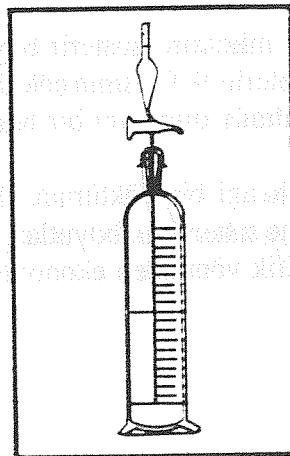
Boyut (mm)	Miktar (%)
+0,106	: 15,1
- 0,106+0,075	: 16,3
- 0,075+0,053	: 20,3
- 0,053+0,038	: 14,2
- 0,038+0,020	: 11,0
- 0,020	: 23,1

1.2. Kimyasal Özelliği

	%
SiO ₂	: 85,80
Fe ₂ O ₃	: 0,98
Al ₂ O ₃	: 8,90
CaO	: 0,62
MgO	: 0,55
K.K.	: 3,15

2. ATIĞIN TABİİ ORTAMDA ÇÖKELMESİNİN TESPİTİ

Sıvı ve durgun ortam içerisinde bulunan katı partiküllerin belirli bir zaman aralığında çöken tanelerin boyutu ile süspansiyon berraklığını tesbit etmek için sedimantasyon yöntemlerinden "Andreasan pipeti kullanılmıştır.



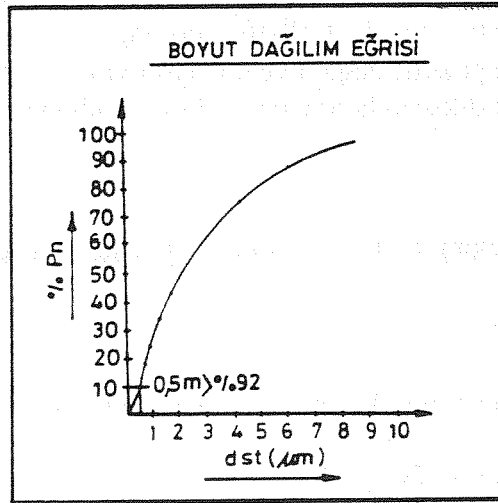
Andreasen pipeti ile yapılan test sonucunda elde edilen değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Süre		Pipette ölçülen num.deki küt. ağırl. (mg) (Pn)	Pipet hacmi (Wp)	Çökeltme silindiri hacmi (V) cm ³	Kalen seviye yüksekliği (h) (cm)	% tane miktarı (Pn) %	dst (mm)
Sn	Dk						
30		116,2	10,20	500,0	20,0	94,93	0,00856
	1	109,3	10,16	489,8	19,56	87,74	0,00595
	2	93,2	10,18	479,64	19,12	73,10	0,00419
	4	74,8	10,15	469,46	18,68	58,06	0,00293
	8	56,2	10,10	459,3	18,24	42,59	0,00204
	16	43,1	10,16	449,21	17,81	31,70	0,00143
	32	32,6	10,18	439,03	17,37	23,47	0,00998
	64	16,3	10,12	428,87	16,93	11,51	0,00069
	128	11,2	10,18	418,59	16,49	7,67	0,00048

Tablodan da görüleceği gibi 128 dakikalık çökeltme süresi sonunda 0,5 mikrondan daha iri tanelerin çöktüğü tespit edilmiştir.

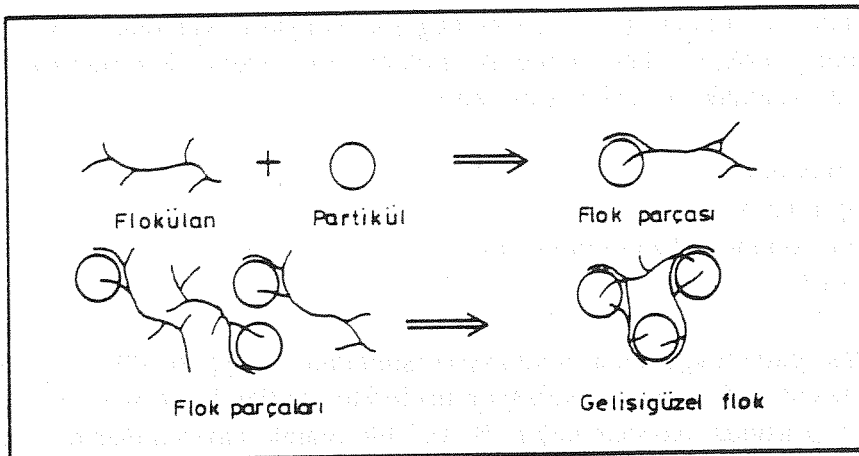
Stokes çapına göre tanelerin % miktarını gösterir boyut dağılım eğrisi çizildiğinde 128 dakikalık çökeltme sonunda tanelerin % 92'sinin çöktüğü ve çökmeyen tanelerden dolayı çözeltinin bulanık olduğu görölmüş olup tam bir berraklık için 12 saat beklenmiştir.

Bu sonuçlara göre ortama herhangi bir çöktürücü ilavesi yapmaksızın, tesis çapında gerçekleştirilecek olan çöktürme sisteminin boyutları çok büyük olup böyle bir sistemin kurulması yatırım ve işletmecilik yönünden ekonomik olmayacaktır.



Yatırım boyutunu küçültmek amacıyla dünyada uygulanan yöntem çözelti içerisine uygun bir flokülant ilavesi ile flokülasyonun sağlanması ve ince tanelerin çökme hızlarının artırılmasıdır.

Flokülasyonda tanelerin bir araya gelmesinin nedeni; tanelerin birbirini itmesini sağlayan elektriksel kuvvetlerin nötralize edilmesi ve polimer köprüsü ile taneler arasında bağlantılar oluşturularak hidrodinamik şartlar gereği tane çarpışmasının sağlanmasıdır.



Flokülasyonda en önemli etki flokülanın taneler arasında köprü oluşturarak birden çok taneyi bir araya getirerek çökmesini sağlamasıdır. Bunun gerçekleşebilmesi için flokülanın tane yüzeyine adsorbe olması gerekir.

Flokülanlar, suda çözünebilen yüksek molekül ağırlıklı organik polimerlerdir. Bunlar doğal (nişasta) ve sentetik orjinli (10^3 - 10^7 mol ağırlıklı) olabilirler. Flokülanlar moleküler yapılarına göre pozitif, negatif ve non iyoniktirler. Pozitif şarj taşıdıklarında katyonik, negatif şarj taşıdıklarında anyonik, yüksüz olduklarında noniyonik flokülan adını alırlar.

3. FLOKÜLASYON TESTLERİ VE UYGUN FLOKÜLANIN SEÇİMİ

3.1. Floküstasyon Testleri

Atık içinde bulunan ve genellikle kil ihtiva eden süspansiyon % 3,2 katıda;

1. Anyonik PAA (Poli akrilik asit)
2. Noniyonik PAA kullanımı ile floküle edilmeye çalışmış olup, Noniyonik yapıdaki flokülanlardan Allied Colloids firmasının;

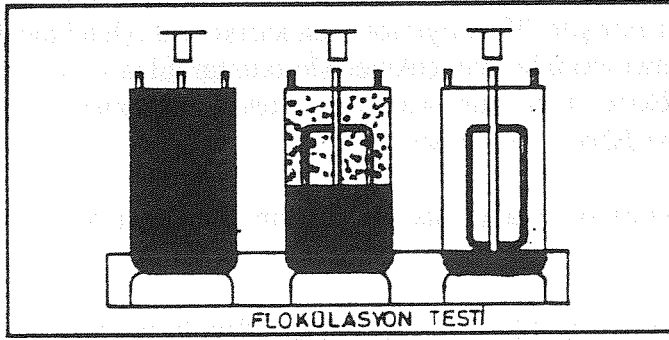
- Magnofloc 155
- Magnofloc 351
- Magnofloc 3107

Anyonik flokülanlardan Cynamid firmasının superfloc plus serisinden A-100, A-110, A-120, A-130 ve A-150 flokülanları denenmiştir.

Laboratuvarda yapılan floküstasyon testlerinde aynı anda 8 deney birlikte yürütülmüştür. Deneylere esas olan numuneler % 3,2 katı ihtiva edecek şekilde 1000 ml'lik mezurlarda süspansiyon halinde hazırlanmıştır. Tüm deney kapları yan yana koyularak çözelti halinde hazırlanan (% 0,2'lik) değişik kimyasal yapıdaki flokülanlar atık süspansiyonun içerisine ilave edilerek floküstasyon işlemi karşılaştırmalı olarak gözlenmiş ve aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir.

- Flokların büyüklüğü,
- flokların çökme hızları,
- floküstasyon sonunda çözeltinin berraklığı,
- flokülant sarfıyatı.

% 3,2 katıdaki pülpe uygulanan floküstasyon işleminde en uygun flokülanın magnofloc 351 olduğu tespit edilmiştir. Floküstasyon testlerinde kullanılan flokülan çözeltisinin % 0,01-0,05 arasında hazırlanmayıp % 0,2'lik olarak hazırlanmasının nedeni, su girdisini minimize etmek ve flokülan hazırlama sisteminde kullanılacak olan makina teçhizatın boyutlarını küçültmek içindir.



%3,2 katıdaki pülpe uygulanan flokülasyon işleminde en uygun flokülantın magnofloc 351 olduğu tesbit edildikten sonra pülpteki katı miktarı %4-5'e getirilerek yoğunluğun artmasının flokülasyon işlemine olan etkisi saptanmıştır.

1. Katı miktarının artırılıp, flokülant miktarının artırılmadığı durumda, flokülasyon işleminin meydana geldiği fakat elde edilen çözeltinin bulanık olduğu tespit edilmiştir.
2. Katı miktarının artmasına paralel olarak flokülant miktarı artırıldığında, flokülasyon işleminin meydana geldiği ve çözeltinin berrak olduğu görülmüştür.
3. Pülp içindeki % katı miktarı 10'a çıkarılarak flokülasyon testi yapıldığında flokülasyonun olmadığı tespit edilmiştir.

3.2. En Uygun Flokülasyonun Elde Edildiği Şartlar

Flokülant cinsi : Allied Colloids firmasının magnofloc 351 kod'lu flokülantı.
Ortam pH'si : 7,2
Flokülant çözeltisi : % 0,2'lik
Flokülant miktarı : 6 ml.
Pülpteki katı miktarı: % 3,2

4. ÇÖKTÜRME SİSTEMİNİN SEÇİMİ

Flokülasyon sonuçlarından hareketle tesisten atılan atığın miktarı da göz önüne alınarak çöktürme işleminin endüstriyel boyutlarının tespiti için laboratuvar testleri yapılarak "Sıkıştırma Eğrisi" (Compression Curve) bulunmuştur.

4.2. Sıkıştırma Eğrisinin (Compression Curve) Tespiti

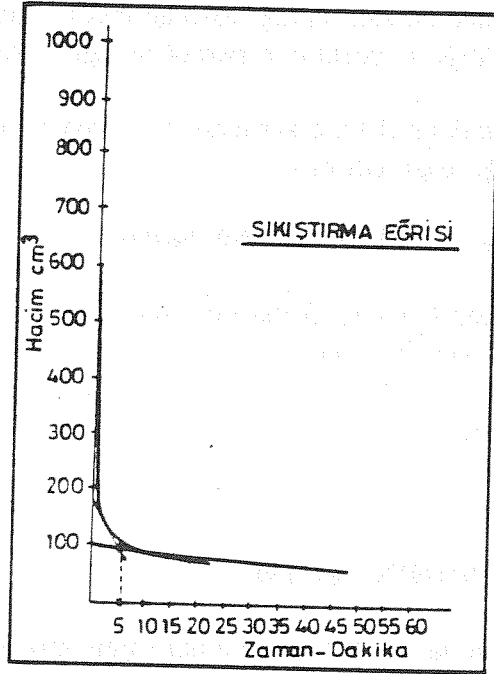
1000 ml'lik mezur içine 33 pr. katı madde koyularak üzeri suyla 1000 ml'ye tamamlanmış, numune karıştırılarak süspansiyon haline getirilmiş ve hazırlanan deney

numunesi içine % 0,2'lik magnofloc 351'den 6 ml. ilave edilerek 30 saniye 50 dev./dak.'da karıştırılmıştır. 30 saniye sonunda karıştırma işlemi durdurularak oluşan flokların belirli zaman aralıklarında çökmesiyle oluşturdukları hacim mezurdan okunarak apsiste çökme süresi, ordinatta ise çökelen malzemenin hacmi gösterilmek suretiyle "Sıkıştırma Eğrisi" çizilmiştir.

Çökmenin 2. dakikasında çökelen hacmin 150 cm^3 olduğu ve % 20,1 katı ihtiva ettiği hesaplanmıştır.

Şekilde gösterilen sıkıştırma eğrisinin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, ortalama sıkıştırma noktası (Point of Compression) 5,2 dakikalık çökme sonrasında elde edilmiş olup, bu durumda çökemiş kısmın hacminin 110 cm^3 olduğu ve % 26,6 katı ihtiva ettiği tespit edilmiştir.

Çökme süresi uzadıkça sıkışan hacmin küçüldüğü görülmüş olup 20 dakikadan sonraki ilk bir saat içinde sıkışan hacim minimum seviyede artmıştır.



4.2. Tikner Tipinin Seçimi

Tesisten süspansiyon halinde atılan $216 \text{ m}^3/\text{saat}$ pülp içinde bulunan katı partiküllerin flokülan kullanarak çökme hızlarının artırılması ve bu katıların sudan arındırılma işlemi endüstride "Tikner" adı verilen mekanik sistemlerle gerçekleştirilmektedir.

Endüstride kullanılan çok çeşitli çöktürme sistemleri mevcut olup öngörülen kapasite için dünyada uygulanan üç ayrı tip tikner sistemi mevcuttur.

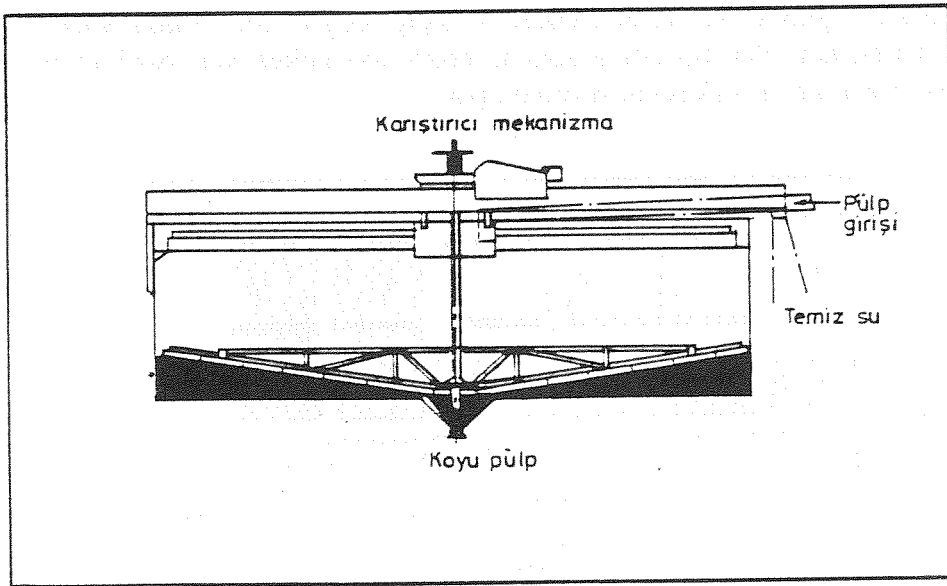
1. Konvansiyonel dairevi tiknerler,
2. Yüksek kapasiteli dairevi tiknerler,
3. Lamelli tiknerler.

4.2.1. Konvansiyonel Tiknerler

Silindir şeklindeki tank içersine beslenen pülp içindeki katı taneciklerin serbest bir ortamda çökmesi ve çökelen katının mekanik bir sıyrıcı vasıtasıyla toplanıp, alttan alınması ile tankın üstünden temiz suyun taşması prensibine göre çalışır.

Bu sistemin dezavantajları;

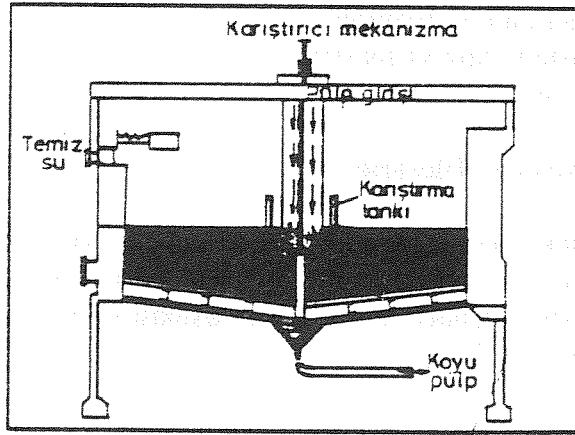
- çok büyük hacimli tanklara ihtiyaç duyulması,
- tesislerde fazla yer işgal etmesi,
- mekanik sistemden dolayı bakım ihtiyacının fazla olmasıdır.



4.2.2. Yüksek Kapasiteli Tiknerler

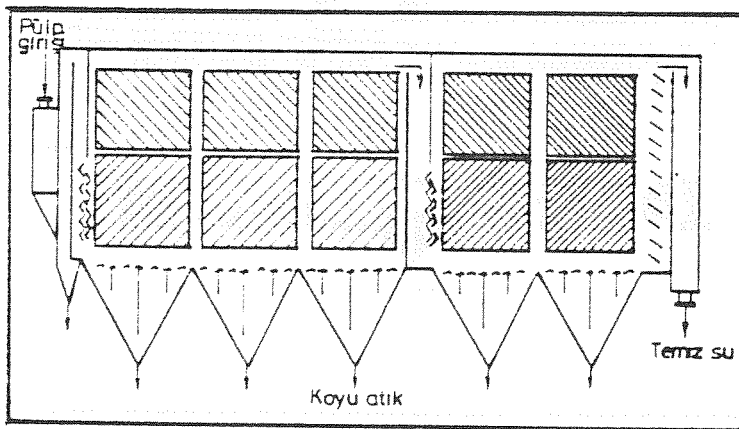
Esas prensip itibariyle konvansiyonel tiknerlere benzer en önemli farkı pülp beslemesinin tank üstü yerine ortasına yerleştirilen bir kondisyonerin altından tikner içine yapılmasıdır. Bu tiknerlerin yükseklikleri konvansiyonel dairevi tiknerlere göre

daha fazla olup, hacimsel olarak 1/3 oranında küçüktür.



4.2.3. Lamelli Tiknerler

Lamelli tiknerlerin esas prensibi engelli çöküştür. Belirli açıyla yerleştirilmiş iki plaka arasına giren taneler bir taraftan akışkan kuvvetin etkisiyle yukarı doğru çekilirken diğer taraftan gravite kuvvetinin etkisi ile aşağı doğru itilir. Plaka yüzeyine ulaşan taneler hareketsiz olan boşaltma zonuna doğru kayarken katı partiküllerden arınan temiz su hızla lamel plakasının üzerine çıkar.



Yukarıda ana hatlarıyla açıklanan tikner tipleri;

- ilk yatırım giderleri,
- kapladığı alan (aynı işi yapan konvensiyonel tiknerlerin 1/7-1/10'u),

- işletme dönemi giderleri,
- işletme kolaylığı gibi kriterlere göre incelendiğinde lamelli tiknerler, konvensiyonel ve yüksek kapasiteli Dairevi Tiknerlere göre üstün bulunmuştur.

5. FİLTRASYON SİSTEMİNİN SEÇİMİ

Lamelli tikner alt akımından min. % 20 katıda pülp alınacak olup bu ürünün susuzlaştırılma işleminde kullanılacak olan filtre tipinin seçimi için 4 ayrı yapıda çalışan filtre incelenmiştir. Filtre tipi seçimine etki eden en önemli parametreler;

- filtrelenecek olan malzemenin kimyasal yapısı ve boyut dağılımı,
- filtreye beslenecek olan katının % miktarı,
- filtre kekinin rutubeti,
- filtrat suyunun temizlik derecesi.

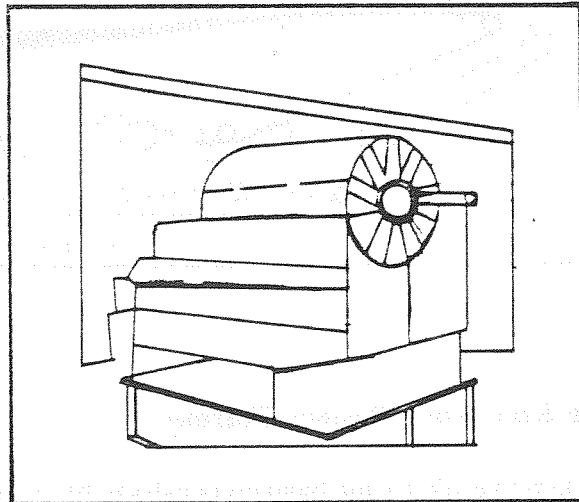
5.1. Filtre Tipleri

5.1.1. Vakumlu Filtreler

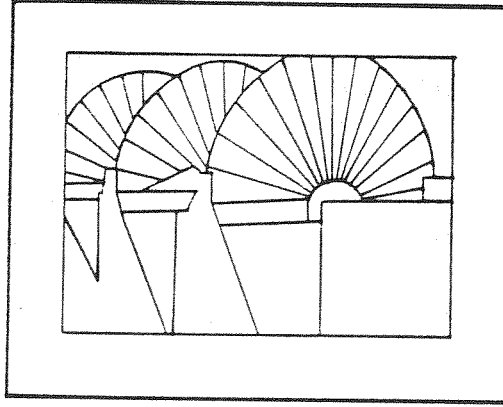
Bu tip filtrelerin çalışma prensibi gereği, filtre edilecek olan malzeme 400-500 kg/cm²'lik bir vakumla emilerek süspansiyon içinde bulunan su, katı malzemeden ayrılırken, katı partiküllerde filtre bezi üzerinde kalır. Bu tür filtreler daha çok iri (+0,036 mm) ve kil ihtiva etmeyen özellikle metalik madenlerin filtrasyon işleminde kullanılırlar. Kekin rutubeti malzemenin cinsine ve boyutuna bağlı olarak % 25-35 arasında değişir.

ACS'nin atık malzemesi % 20-25 - 0,020 mm boyutlu katı malzeme ihtiva etmekte olup ayrıca kil bulunmaktadır. Bu tür malzemelerin filtrasyonunda vakumlu filtrelerin kullanılmasının randımanlı olmayacağı tespit edilmiştir. Vakumlu filtre tiplerinden en yaygın olarak kullanılanları Tanbur ve Diskli olanlardır.

5.1.1.1. Tanbur Filtreler

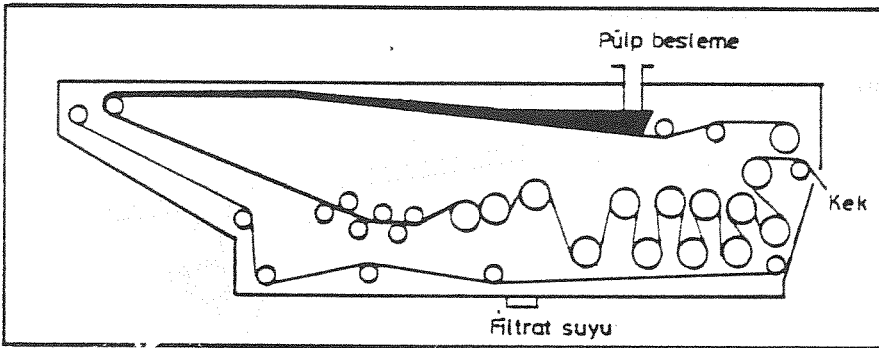


5.1.1.2. Diskli Filtreler



5.1.2. Makaralı Bant Filtreler

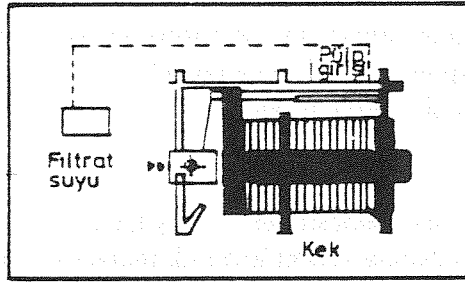
Bu filtrelerde filtrasyon işlemi; iki filtre bezi arasında kalan malzemenin değişik konumlarda yerleştirilmiş makaralar vasıtasıyla sıkıştırılmasıyla gerçekleşir. Bu tip filtrelerde ince ve kil ihtiva eden malzemenin filtrasyonunda filtre kekinin rutubeti % 25-30 olarak gerçekleşmekte olup, ACS'nin atık malzemesinin tane boyut dağılımı ve kimyasal yapısı gereği bu tür filtre kullanılması halinde filtre kapasitesinin düşük ve kekin rutubetinin yüksek olacağı tespit edilmiştir.



5.1.3. Elle Kumandalı Basınçlı Filtreler

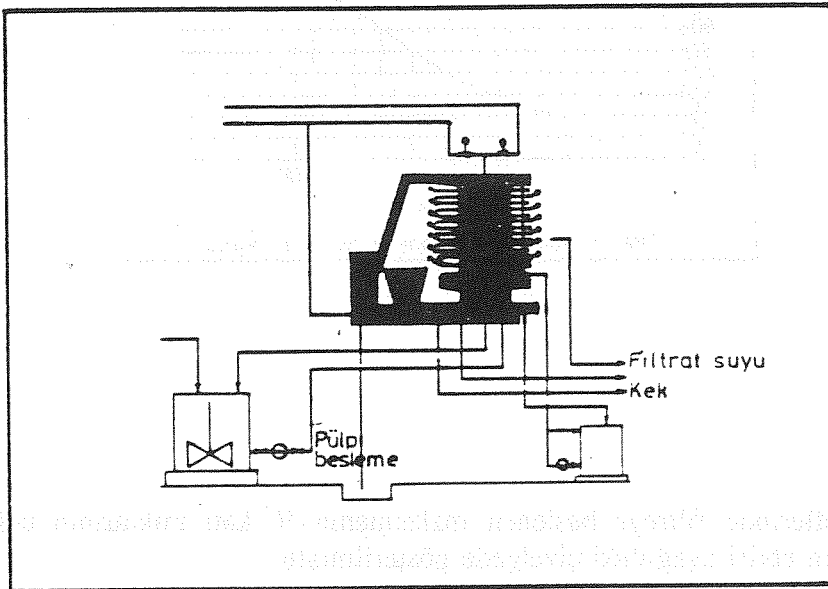
Düşük besleme ve sıkıştırma basıncıyla çalışan bu filtrelerde iki plaka arasını dolduran

pülp tatbik edilen basınçla filtre edilir. İnce malzemenin filtrasyonunda bu tip filtreler uygulanır. Ancak yeterli pompalama ve sıkıştırma basınca ulaşamadığı için kapasite çok düşük, kek rutubeti ise yüksek olmaktadır. Ayrıca elle kumandalı olduğundan fazla işçiye ihtiyaç vardır. ACS'nin atık malzemesini bu tür filtre kullanarak süzmek mümkündür. Ancak kapasitenin düşük olması nedeni ile çok sayıda filtre gerektiği gibi işletmeciliği el ile yapıldığından işçilik giderleri yüksek olacağından bu tür filtre uygun bulunmamıştır.



5.1.4. Otomatik Basınçlı Filtreler

İnce malzemelerin filtrasyonunda en gelişmiş filtreler bunlardır. 6 bar basınçla filtreye doldurulan malzeme 16 bar basınçla sıkıştırılarak filtrat suyu alınır.



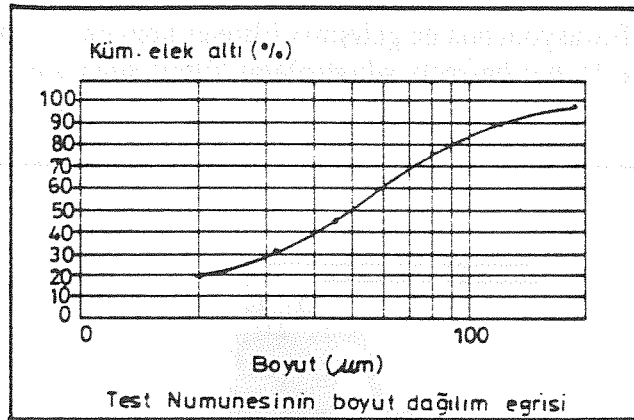
Filtre kekinin rutubetini minimize etmek için kek üzerinden 6 bar basınçla kurutma havası geçirilir. Bu işlem bittikten sonra filtre açılarak her katta oluşan kek boşaltılır.

Kek genellikle % 15 nem içerir. Bu tür filtrelerde ulaşılan kekin rutubetine diğer filtrelerin hiçbirinde ulaşmamaktadır. ACS'nin atık malzemesinin fiziksel yapısı ile filtrasyondan elde edilecek olan kekin istenilen rutubetinin ancak basınçlı filtrelerle karşılanabileceği bu dört tür filtreyi kullanan işletmelerde yapılan tetkikler ve literatür çalışmalarıyla belirlenmiştir.

6. FİLTRASYON TESTLERİ

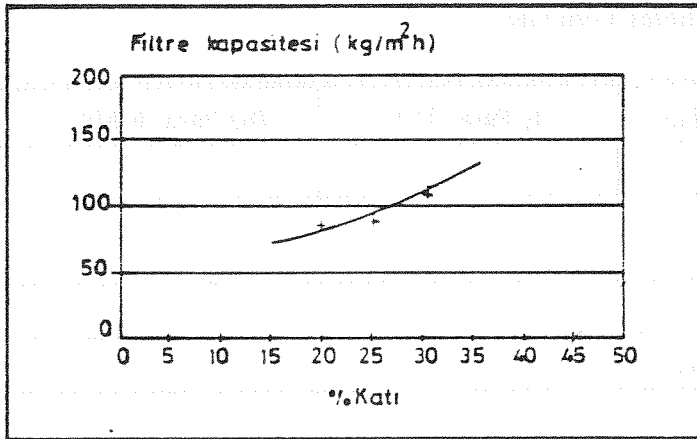
ACS'den alınan temsili atık numuneleriyle Finlandiya'da bulunan Larox firmasının pilot tesislerinde, filtrasyonun olabilirliği ve filtre boyutlarını tespit etmek amacıyla değişik pülp yoğunluklarında, besleme, sıkıştırma, kurutma ve boşaltma sürelerinde çalışılarak 21 adet test yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda 35 m² yüzey alanlı otomatik basınçlı filtre kullanılarak 3.8 ton/saat katıyı filtreleyip % 15 rutubetli kek elde edilebileceği belirlenmiştir.

Boyut dağılım eğrisinin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, filtrasyonu yapılan malzemede % 20-25 mertebesinde -20 mikronluk malzeme bulunmakta olup bu boyut filtrasyonu kapasitesine doğrudan etki eden bir parametredir.



Filtrasyon testlerinde filtreye beslenen malzemenin % katı miktarının değişiminin kapasiteye olan etkisi aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

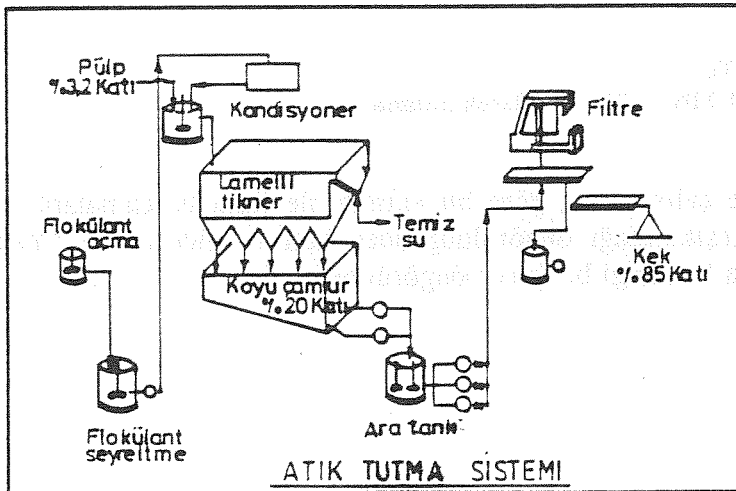
Eğrinin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere filtre kapasitesine etki eden en önemlifaktörlerden birisi de beslenen katının % miktarıdır. Aynı filtre yüzey alanında % katı miktarı arttıkça filtre kapasitesi de artmaktadır.



7. PROJE HİZMETLERİ VE UYGULAMASI

Laboratuvar ve pilot çapta yapılan çalışmalar sonucunda "atık tutma sisteminin"

- proses akım şeması,
- makina-teçhizatın özellikleri,
- genel yerleştirme projesi,
- detay ve temel mühendislik hizmetlerini kapsayan fizibilite raporu hazırlanmış ve proje uygulama hizmetlerine Eylül 1990 tarihinde başlanmış olup proses akım şeması, yatırım dönemi giderleri ile işletme dönemi giderleri aşağıda verilmiştir.



7.2. Yatırım Dönemi Giderleri

Harcamann Türü	İç Para (TL) ^x	Dış Para (FIM) ^{xx}	Toplam (TL)
Etüt-Proje	50	-	50
Teknik Yardım ve Lisans	-	-	-
Arazi Alımı	-	-	-
Arazi Düzenleme	25	-	-
İnşaat İşleri	50	-	50
Ulaşım	-	-	-
Ana Tesis Makina Donanımı	770	1.728	2.031
Elektrik Teçhizatı	25	-	25
Nakliye Sigorta	125	-	125
İthalat ve Gümrük Gideri	150	-	150
Montaj Giderleri	150	-	150
İşletmeye Alma Giderleri	50	-	50
Beklenmeyen Giderler	100	-	100
Yedekler (Yurt dışı)	-	168	122
Yatırım Dönemi Faizi	-	-	-
TOPLAM	1.495	1.896	2.878

NOT: (x) Milyon TL

(xx) Bin FIN (1 FIN = 730 TL olarak alınmıştır).

Yapılan fizibilite çalışmasına göre bu yatırım ile ilgili harcamaların tamamının öz kaynaklardan karşılanacağı öngörüldüğünden yatırım giderlerine "Yatırım Dönemi Faizi" adı altında herhangi bir gider öngörülmemiştir.

7.3. İşletme Dönemi Giderleri

Gider Türleri	Toplam Yıllık Gider	Üretilen Kumun Miktarı (Ton/Yıl)	Silis Kumuna İlave (Maliyet(TL/Ton))
Flokülant	191.874.375	135.000	1.421
Enerji	76.800.000	"	569
Personel	186.150.000	"	1.379
Amortisman	291.800.000	"	2.161
Malzeme	100.000.000	"	740
Bakım Onarım	54.920.000	"	407
Finansman Gideri	-	"	-
Toplam	901.544.375	135.000	6.677

Bu prosesin işletmeye alınmasıyla yılda 901.544.375 TL harcama yapılacak olup üretilen net kumun tonu başına 6.677 TL'lik ilave şarj geleceği hesaplanmıştır. Atık malzemenin tesisten uzaklaştırılması ile ilgili gider bu rakama ilave edilmemiştir.

8. TESİSİN İŞLETMEYE ALINMASIYLA İLGİLİ VERİLER

Teşkil edilen bu prosesi Ekim 1991 tarihinden itibaren işletmeye alma çalışmalarına başlanmıştır.

Öngörülen proses üç ana üniteden meydana gelmiş olup, 1.5 aydır yapılan çalışmalar sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

8.1. Atık Malzemenin Flokülasyonu

Atık malzeme flokülant hazırlama ve kondisyonerde başarılı bir şekilde floklanmıştır.

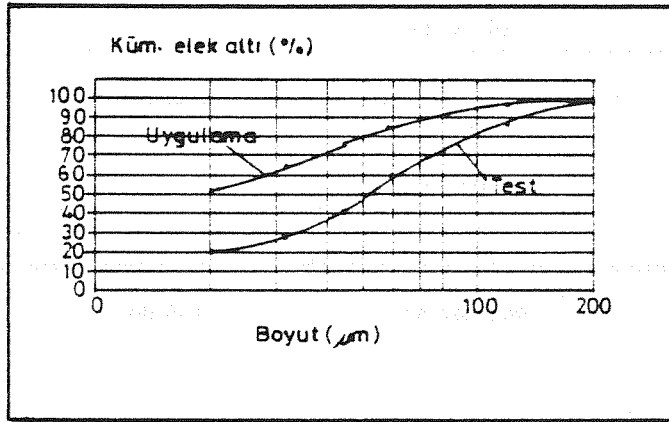
8.2. Çöktürme

Floklanan malzeme teşkil edilen lamelli tikner ünitesinde çöktürülmüş ve 216 m³/saat pülüp içinde bulunan 213 m³/saat suyun 200 m³/saati temiz su olarak tikner üst akımından alınmıştır. Tikner altına yerleştirilen ve otomatik olarak çalışan "pinch valf sistemiyle" % 20-25 katıda sürekli çamur alınarak projede öngördüğümüz hedefe tamamen ulaşılmıştır.

8.3 Filtrasyon

8.3.1. Filtrasyon Kapasitesi

Bir aylık deneme çalışmaları sonucunda % 75 kapasiteye ulaşılmıştır. Kapasiteye tam olarak ulaşamamasının nedeni filtre kapasitesine etki eden 20 mikrondan daha küçük tane miktarı Finlandiya'da yapılan filtrasyon testlerinde % 20-25 iken uygulamada % 55-60'a çıkmıştır.



İnce malzeme miktarının % 100'ün üzerinde artması nedeniyle;

- Filtreye yeteri kadar besleme yapılamamış ve süzme süresi uzamıştır. İnce malzemeyi azaltmak için öğütme ve sınıflandırma ünitelerindeki çalışmalar sürdürülmektedir.

8.3.2. Filtre Kekinin Rutubeti

Filtreden elde edilen kekin rutubeti % 15-16 mertebesinde olmaktadır ki, bu sonuç projede öngörülen değere uygundur.

REFERANSLAR

- N.L. Werss : SME Mineral Processing Handbook, Thickening-Fitering-Drying, Part 2.
- Prof. Dr. Güven Önal : İ.T.Ü. Maden Fakültesi, "Parça Mekaniği".
Dewatering : Mineral processing technology, 3rd Edition, Chapter 15.
- Prof. Dr. Raşit Tolun,
Doç. Dr. Nusret Bulutçu : Etibank Kırka Boraks tesislerinde Palet flokülasyonu ile ilgili proje raporu.
- Herald Anlouf : University of Karlsruhe (TH), Germany Development trends and new concepts for the improved solid-liquid separation of superfine suspension in the mineral dressing Industry (XVII. International Mineral Processing Congress)

DÜZ CAMLARDA YENİ FONKSİYON TASARIMLARI

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

ÖZET

2000'li yıllara sadece 8 yılın kaldığı günümüzde, bilimsel ve teknolojik gelişmeler sonucunda düz camlar, kullanıcının görünüş, ekonomi, konfor ve emniyet açısından pek çok taleplerini karşılayabilecek niteliklere erişmiştir. Örneğin, renkli kaplamalı float camların üretimi, bu camların çok katlı pencere sistemlerinde tek başlarına veya aralarına gaz doldurularak kullanılması, cam/polimer'in birlikte kullanıldığı lamine sistemler ve gelişme sürecinde olan "akıllı camlar", bugün yukarıda sayılan özellikleri, diğer pek çok yapı malzemesine oranla daha iyi bir şekilde sağlamaktadır.

Ancak varılan nokta 21. yy'ın beklentilerine cevap vermeyecektir. Bu nedenle, temel cam üretim yöntemlerinde kalite ve verimliliğin artırılması, ince film tekniklerinin geliştirilmesi, temel ürünün bükme, kesme ve/veya temperleme ile değiştirilmesi ve camın polimer veya metallerle birlikte kullanılarak yeni özelliklerin oluşturulması gibi konulardaki araştırmalar tüm hızıyla sürdürülmelidir.

1. GİRİŞ

Cam, pencerelerde iç mekanı atmosferden tecrit etmek üzere kullanılan ışık geçirgen paravan olma niteliğini iki olumsuz özelliği olan;

- kolay kırılma ve
- yüksek ısı iletme özelliğinin

büyük ölçüde giderilmesiyle değiştirmiştir. Günümüzde cam çok amaçlı bir inşaat malzemesidir.

Bu işlevi çerçevesinde cam üreticileri müşterilerinin,

- görünüş,
- ekonomi,
- konfor ve
- emniyet

unsurlarından kaynaklanan taleplerini karşılamakla mükellef olurlar.

2. GÖRÜNÜŞ

Giydirme cepheler ve camın önemli rol oynadığı diğer mimari stiller düz cam için

önemli fırsatlar oluşturmaktadır. Yansıtıcı cam, ticari binalar için ana tercih olma özelliğini korurken renkli camlar ve Paris Louvre müzesinin önündeki piramitte olduğu gibi ışık geçirgenliği çok yüksek olan camlar da bazı mimarlar tarafından tercih edilmektedir.

Hala devam eden çift cam uygulamalarında, dıştaki cam binanın dış görünüşünü belirlerken ısı izolasyonunda çeşitlendirme imkanları doğmaktadır. Bazı mimari tercihlerde görüntü ve spandrel alanı birlikte kaplayan camların kullanılmasıyla dış görünüş daha tek düze bir nitelik kazanmaktadır. Ancak, çok değişik tercihlerin olduğu bu alanda spandrellerde kullanılan opak camlara olan talep de devam etmektedir.

Avrupa konut pazarında, yansıtıcı nötr veya mavimsi bir renge sahip low-E kaplamalı camlar önemli pay almaktadır. Tavandan aydınlatmada, ışığın difüze olabilmesi için opal camlar veya iki cam arasına beyaz veya yarı saydam PVB tabakası konularak yapılan lamine camlar kullanılmaktadır.

3. EKONOMİ

Özellikle soğuk iklimlerde ve konut uygulamalarında, kışın iç mekandan dışarıya olan ısı kayıpları, iki veya üç katlı pencere sistemlerinde low-E kaplamalı camların kullanılması ve araya Argon gazı doldurulması ile çok azaltılmıştır.

Sıcak iklimlerde ve özellikle ofis binalarında soğutma giderlerinin azaltılabilmesi için renkli ve yansıtıcı camlar kullanılmaktadır.

3. jenerasyon camlar olarak adlandırılan renkli veya yansıtıcı camlara low-E kaplamaların uygulanması ise özellikle Akdeniz ülkeleri gibi ılıman iklim ülkelerinde, ısı ve güneş kontrolünü birlikte gerçekleştirmesi itibariyle tercih edilmektedir.

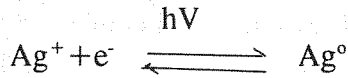
Konutlar ile ofis binaları arasındaki temel fark güneşin ısıtma etkisine karşı tutumdur. Konutlarda renksiz camların yüksek solar faktörü özellikle kış aylarında tercih edilen bir özelliktir. Ofis binalarında ana faktör konfordur. Aydınlatma giderlerinden taviz verilerek iç mekanın serin olması istenir. Bu durumda ortaya çıkan tabloda yapay aydınlatmaya olan ihtiyaç artar, bulutlu günlerde dışarı çok karanlık görünür.

Bu nedenlerden dolayı ofis binalarında optik özellikleri değişen ortam koşullarına bağlı olarak değiştirilebilen **AKILLI CAMLAR**'a ihtiyaç vardır.

Akıllı camlara optik özelliklerini değiştirebilme imkanını tanıyan dört ana olgu,

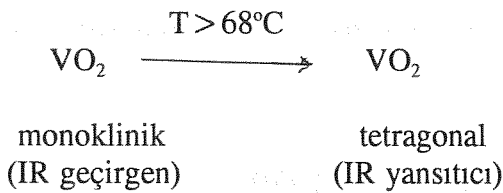
- FOTOKROMİZM
- TERMOKROMİZM
- ELEKTROKROMİZM, ve
- SIVI KRİSTALLER'dir.

- Fotokromik camlar bünyelerinde bulundurdukları gümüş halojenürlerin güneş ışınlarının etkisiyle dekompoze olması ve kolloidal halde gümüş açığa çıkmasıyla renklenir.



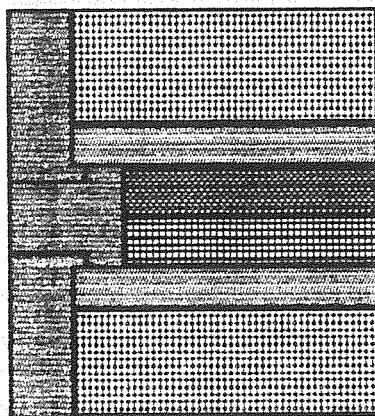
Renkli hale gelen bu camlar karanlıkta bırakıldığında veya ısıtıldığında renksiz hale geçer. Ancak UV ışınları nedeniyle ömrünün yeterli olmayışı veya güneş ışınlarının her zaman kararmaya yetmeyişi bu tür camların pencerelede kullanılmasına henüz olanak tanımamaktadır.

- Termokromik camlar geçirgenliği ısı etkisiyle değişen malzemelerdir. Pek çok cam termokromik özellik gösterir, ancak düşük sıcaklıkta böyle bir etki göstermesi nedeniyle VO₂ kaplama iyi bir örnek olabilir.



Monoklinik formda iken IR ışınları geçiren VO₂, 68°C'in üstüne ısıtıldığında tetragonal kristal formuna geçer ve IR ışınlarını yansır.

- Elektrokromik camlar, aralarında elektrik akımıyla redoks gerçekleştirerek renkli forma geçebilen bir malzeme ihtiva eden çok katlı sistemlerdir (Şekil 1).



CAM

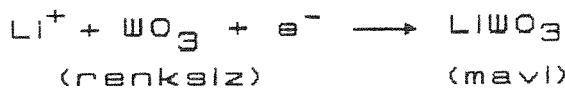
İLETKEN KAPLAMA

ELEKTROKROMİK MALZ.

ELEKTROLİT

İLETKEN KAPLAMA

CAM



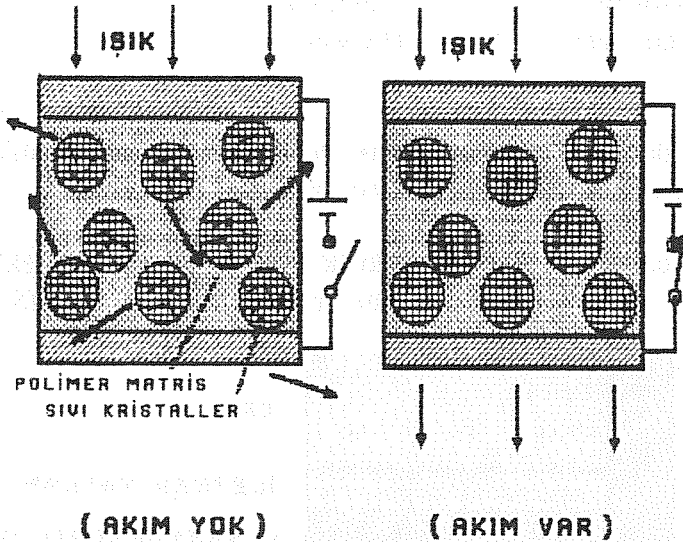
Sistemde görülen WO₃ en yaygın olarak kullanılan elektrokromik malzeme olup bu

reaksiyonla renksiz formdan mavi forma geçer. Bu reaksiyon, WO_3 filme -1.5' volt, elektrolite +1.5 V akım vererek gerçekleştirilir. Akım uygulaması devam ettikçe renk koyulur ve devre açıldığında renk sabit kalır. Akımın yönü değiştirildiğinde ise renk açılır. Elektrokromik camların en önemli avantajları, işlemin 1.5 volt gibi düşük bir enerjiyle gerçekleştirilmesi, ışık geçirgenliğinin %10-75 arasında değiştirilebilmesi ve istenilen herhangi bir seviyede sabit tutulabilmesidir. Ancak bugüne kadar gerçekleştirilebilen en büyük boyut 30 x 30 cm geçememiştir. Bu tür camların mimari uygulamalara aktarılabilmeleri için;

- Büyük boyutta üretilebilmesi,
- renk çeşitliliğinin sağlanması ve
- yaşlanma etkisinin önlenmesi

gerekmektedir.

- Şekil 2'de polimer içinde dispers halde bulunan bir sıvı kristal sistemi görülmektedir.



Sisteme akım verildiği zaman, polimer ile kristalin optik indeksleri birbirlerinden farklı olduğundan malzeme ışığı yayma etkisi gösterir. Akım uygulandığı zaman ise sıvı kristal molekülleri elektrik alanın yönüne bağlı olarak düzenlenir ve malzeme ışık geçirgen hale gelir. Sıvı kristal sistemleri de, tıpkı fotokromik camlarda olduğu gibi, UV ışınlarının olumsuz etkileri nedeniyle çok yaygın kullanıma sahip değildir.

4. KONFOR

Daha önce bahsedilen konularda konfor konusuna değinilmişti. Bunlara ilaveten low-E camlar, ısı kayıplarının güçlü rüzgarlarla şiddetlendiği kış aylarında, cam kenarlarında

dahi soğuk etkisini azaltmaktadır. Ayrıca iç mekana bakan cam yüzeyi sıcak olduğundan pencerelerde buğulanma da azalır.

Özellikle şehir merkezlerindeki binalarda aranan diğer bir konfor unsuru ses izolasyonudur. Konveksiyonel kalın ve asimetrik çift cam sistemleri bugün yerini;

- Araları, He, Ar ve SF₆ karışımı doldurulmuş çok katlı pencere sistemlerine, ve
- aralarına camlardaki vibrasyonu absorplayabilmek için yeterli akışkanlığa sahip polimerler konularak yapılan lamine sistemlere bırakılmaktadır.

Gizlilik diğer bir konfor unsurudur. Sıvı kristal akıllı camlar dahili separasyonda, örneğin hastane ve ofislerde, gerektiğinde gizliliği sağlayabilmek için kullanılırlar.

5. EMNİYET

Camın kullanıldığı alanlar m² olarak büyüdükçe camın mekanik dayanıklılığının artırılması gerekli olmuş ve bu özellik temperleme ve laminasyonla sağlanmıştır.

Emniyet kavramının diğer bir önemli konusu yangına karşı korunmadır. Burada camın etkisi yangının yayılmasını geciktirmektedir. Kullanılan cam türleri ise temperlenmiş camlar, telli camlar, ısı genleşme katsayısı düşük borosilikat camlar, ısı genleşme katsayısı çok düşük saydam cam seramikler ve aralarına hidratlı bileşikler konularak yapılan lamine sistemlerdir. Yangının yayılmasını geciktirmek amacıyla kullanılan bu cam türleri arasında saydam cam seramikleri sıcakta bütünlüğünü koruyarak dumanın yayılmasını engellemesi, saydam olduğu için içerinin görünmesine mani olmaması ve istendiğinde kırılabilme özellikleri nedeniyle gelecekte sıkça kullanılacak bir malzemedir.

Terör eylemlerine ve soyguna karşı çeşitli cam/polimer lamine sistemler kullanılmaktadır. Sıvı kristaller de özellikle soygun sırasında opak hale getirilerek önemli bir koruma işlevi yaparlar.

Elektromanyetik dalgaların kullanım alanlarının genişlemesi elektromanyetik çevrenin kirlenmesine neden olmuştur. Özellikle bilgisayarlara olan enterferansın engellenmesi, gizli bilgilerin bu dalgalar yoluyla dışarıya sızdırılmasına mani olunması ve elektromanyetik dalgaların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin azaltılması amacıyla elektromanyetik dalgaları absorplayan veya yansıtan camlar geliştirilmiştir.

6. SONUÇ

Günümüzde düz camlarda varılan nokta, gelecekteki talepleri karşılayamayabilecektir. Bu nedenle de araştırma çalışmaları bütün yoğunluğuyla devam etmektedir. Çalışmalarda ana hedefler;

- yüksek optik kaliteye sahip renkli ve renksiz float camı üretimi,

- camın optik özelliklerinin ince film ile değiştirilmesi,
 - temel ürünün kesme, bükme, ve/veya temperleme ile değiştirilmesi,
 - cama, polimer veya metallerle birlikte kullanarak yeni özellikler kazandırılması
- olarak geliştirilebilir.

Yukarıda belirtilen hedeflere ulaşabilmek için üzerinde çalışılması gereken temel bilim dalları;

- cam kimyası,
- polimer kimyası,
- yüzey kimyası,
- ince film bilimi,
- optik, mekanik ve
- işlembilim'dir.

Cam sanayii sürdürdüğü bilimsel ve teknolojik atılımlarla ilk çağlardan kalan bu malzemeyi 21. yüzyıla mal etmiştir.

Ancak camın bu seçkin konumunu koruyabilmesi için gerekli olan bilgi, temel bilimsel disiplinlerdeki araştırma faaliyetlerinin sürdürülmesi ve buradan edinilen birikimin cam bilim ve teknolojisi ile birleştirilip pekiştirilmesi ile sağlanabilir.

7. CAM PROBLEMLERİ SEMPOZYUMU

16 Aralık 1991

Destek Reasürans T.A.Ş.

PROGRAM

10.00-10.10 SUNUŞ
GENEL MÜDÜR ADNAN ÇAĞLAYAN'IN AÇIŞ KONUŞMASI

I. OTURUM (10.10-11.10)

Başkanlık: Yücel CANDEMİR - Gürol DEMİRKOL

10.10-10.30 Renkli Float Camı Üretimi
Zeki KÖŞDERE-Ümit ÖZMERDİVEN Hale HAYBAT
Trakya Cam San. A.Ş. T.Şişe ve Cam Fab.AŞ
Araştırma Müdürlüğü

10.30-10.50 Ultra-Viyole Işıklarının E-Camı Elyafı Üzerine Etkileri
Dr. Kemal AYDIN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

10.50-11.10 Fiziksel Modelleme Yöntemi İle Throat Tasarımı
Atilla ÜNSAL
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü

11.10-11.50 Çay Arası

II. OTURUM (11.50-12.50)

Başkanlık: Atilla DİDİN - Erol ERGÜN

11.50-12.10 Büyük Mamuller İçin Pres-Üfleme Makinesi
Geliştirme
Ünal ÖZTÜRK - Selçuk ÖZER
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

12.10-12.30 Throat'lu Fırınlarda Taban Barajı Uygulamasının Cam
Kalitesine Etkisi
Tuncer AKMAÑ Zeynep ELTUTAR
Çayırova Cam Sanayii A.Ş. T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

12.30-12.50 Tavlama Fırınlarnn'nın Sıcaklık Profillerinin Çıkarılması
İsmail USER
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

13.00-14.30 Yemek (Destek Reasürans T.A.Ş. Yemek Salonu)

III. OTURUM (14.30-15.30)**Başkanlık:** Çetin GÜNEY - E. Yeşim KAYA

14.30-14.50

Kırklareli Cam Sanayii A.Ş. Soğutma Sonunun Modernizasyonu
Mustafa SAYGI - Hayrettin SEZER
Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.

14.50-15.10

Paşabahçe-O.Z.F. Soğutma Fırınlarında Dağıtılmış PID Uygulaması
Kürşat OKYAR - İlhan TUNALI
Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.

15.10-15.30

Cam Elyaf Sanayii A.Ş.'de Üretim Miktarı ve Proses
Değişkenlerinin İzlenmesinde Bilgisayar Kullanımı
Dr. Kemal AYDIN
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

15.30-16.00

Çay Arası

IV. OTURUM (16.00-17.00)**Başkanlık:** Metin ÜNLÜER - Teoman YENİGÜN

16.00-16.20

Hammadde Atıklarından Cam-Seramik Yapımı
Dr. Baha KUBAN
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

16.20-16.40

Hammadde Hazırlama Tesislerimizde Çevre Korumaya Yönelik Uygulamalar
Nurettin ÖZTÜRK
Camiş Madencilik A.Ş.

16.40-17.00

Düz Camlarda Yeni Fonksiyon Tasarımları
Gülçin ALBAYRAK
T. Şişe ve Cam Fab. A.Ş.
Araştırma Müdürlüğü

17.00

KAPANIŞ

17.30-19.30

KOKTEYL (Destek Reasürans T.A.Ş.)

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİNDE KULLANILAN KISALTMALAR

GENEL MÜDÜRLÜK

SC	Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
SC-ARŞ	Araştırma Müdürlüğü
SC-EM	Eğitim Müdürlüğü
SC-FGM	Finansman Grup Müdürlüğü
SC-HİM	Halkla İlişkiler Müşavirliği
SC-İM	İnşaat Müdürlüğü
SC-Mİ	Mali İşler Grup Müdürlüğü
SC-OM	Organizasyon Müşavirliği
SC-PM	Personel Müdürlüğü
SC-PTHM	Proje ve Teknik Hizmetler Müdürlüğü
SC-SMM	Sanayi Mühendisliği Müdürlüğü

ŞİRKETLER

AC	Anadolu Cam Sanayii A.Ş.
CE	Cam Elyaf Sanayii A.Ş.
CI	Cam İşleme Sanayii A.Ş.
CM	Camiş Madencilik A.Ş.
CMK	Camiş Makina ve Kalıp Sanayii A.Ş.
CP	Cam Pazarlama A.Ş.
CS	Camsar Sanayi Ara Malları Pazarlama A.Ş.
CT	Camtaş Düzcam ve Ambalaj Pazarlama A.Ş.
CY	Çayırova Cam Sanayii A.Ş.
FD	Ferro Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.
KC	Kırklareli Cam Sanayii A.Ş.
PB	Paşabahçe Cam Sanayii A.Ş.
PS	Paşabahçe Perakende Satışlar Ltd. Şti.
PT	Paşabahçe Ticaret Ltd. Şti.
SP	Sinop Cam Sanayii A.Ş.
TC	Teknik Cam Sanayii A.Ş.
TK	Topkapı Şişe Sanayii A.Ş.
TR	Trakya Cam Sanayii A.Ş.

SEMPOZYUMA KATILANLARIN LİSTESİ

(10.12.1991 tarihine kadar tarafımıza yapılan bildirimler itibariyle soyadına göre alfabetik sıralanmıştır.)

(A)

Afacan, Yavuz (PB)
 Akacun, Ayşegül (SC-ARŞ)
 Akay, Mustafa (AC)
 Akçakaya, Reha (SC-ARŞ)
 Akın, Fahir (SC-ARŞ)
 Akıncı, Ahmet (CE)
 Akıncı, Alpaslan (SC)
 Akıncı, Hilmi (SC-PTHM)
 Akman, Tuncer (CY)
 Akmaz, Fehiman (SC-ARŞ)
 Akmoran, Esra (SC-ARŞ)
 Akray, Malik (AC)
 Aktürk, Çetin (TR)
 Akviran, Muammer (KC)
 Akyavaş, Oktay (SC)
 Alaca, Hatice (SC-ARŞ)
 Albayrak, Gülçin (SC-ARŞ)
 Alimoğlu, Zeki (PB)
 Alpsar, Dilek (SC-PTHM)
 Altınay, Oktay (PB)
 Altınar, Ali (KC)
 Apak, Günay (CA)
 Araç, Süha (CE)
 Arman, Bülent (SC-ARŞ)
 Asar, Metin (KC)
 Asilkazancı, Şevket (TR)
 Atay, F. Mine (SC)
 Atıkkın, Gökhan (TR)
 Avşarcan, Gülser (SC-ARŞ)
 Ayaydın, F. Tankut (SC-ARŞ)
 Aydın, Eşref (SC-ARŞ)
 Aydın, Ferit (TK)
 Aydın, Kemal (CE)
 Aydın, Yaşar (PB)
 Aykul, Kazım (CY)
 Aytuğ, Gülgün (SC-ARŞ)

(B)

Barhana, Selçuk (SC)
 Barlas, Ekrem (CP)
 Başakar, Abdülkadir (SC-PTHM)
 Başaran, Metin (FD)
 Bayhan, Nilgün (CE)
 Baykara, Nilgün (HIM)

Bayrak, Esen (CP)
 Bayram, Jülide (SC-PTHM)
 Berçin, Ömer (CY)
 Berkkan, Ahmet Naim (TR)
 Bilsen, Engin (PB)
 Bolcan, Dilek (SC-ARŞ)
 Boyacıoğlu, Ömer (CI)
 Bozkurt, Rüştü (SC-PEAM)
 Büke, Savaş (KC)
 Büyükkapu, Semih (TC)

(C)

Can, Alper Ahmet (TR)
 Candemir, Yücel (TK)
 Cansever, Ahmet (CY)
 Cebecioğlu, Tahir (PB)

(Ç)

Çağlayan, Adnan (SC)
 Çavdar, Taner (PB)
 Çiftci, Vahit (CY)
 Çizmeci, Emin (TK)
 Çorumluoğlu, Orhan (SC-ARŞ)

(D)

Demir, Atilla (SC-PM)
 Demircan, Bayram (CE)
 Demirkıran, Selçuk (CY)
 Demirkol, Gürol (TC)
 Demirli, Şükran (SC-ARŞ)
 Deniz, Ahmet (CY)
 Didin, Atilla (CE)
 Doğanlarlı, Suat (KC)
 Dönmez, Nevin (TR)

(E)

Elibol, Mustafa (PB)
 Eltutar, Zeynep (SC-ARŞ)
 Erdal, Tarık (SC-ARŞ)
 Erden, Mehmet (CM)

Erel, Derya (TR)
 Erentürk, Alpaslan (SC-ARŞ)
 Erginay, Cihat (CY)
 Ergün, Erol (TR)
 Erinç, Nedim (SC-ARŞ)
 Erkal, Cahit (TC)
 Erkin, Asuman (TK)
 Eroğlu, Mehmet (SC-ARŞ)
 Eroğlu, Ramazan (TR)
 Esen, Erkut (SC-ARŞ)
 Eyigüngör, Tunç (CE)

(F)

Feke, Hadi (CMK)

(G)

Geçen, Osman (TC)
 Girişmen, Süreyya (CY)
 Göçtü, Ruhiye (CE)
 Göker, Doğan (AC)
 Gökmenoğlu, Selçuk (KC)
 Gönen, Süha (CMK)
 Görkey, Sabri Mehmet (TR)
 Gül, Hayrullah (TR)
 Güldal, Ünay (SC-ARŞ)
 Günceler, Sabahattin (SC-ARŞ)
 Günertürkün, Esat (SC-ARŞ)
 Güven, M. Ali (CE)
 Güven, Osman (CM)

(H)

Hacılioğlu, İsmail (CE)
 Haksöz, Orhan (TK)
 Haybat, Hale (SC-ARŞ)

(İ)

İçli, Atilla (SC-PTHM)
 İnal, Nilay (SC-ARŞ)

(K)

Kabacan, Adnan (PS)
 Kalıpçı, Ali (PB)
 Karabıyık, Celil (TR)
 Karabulut, Ömer (SC-ARŞ)
 Kavrakoğlu, İbrahim (SC)
 Kaya, E. Yeşim (PB)
 Kaya, Levent (SC-ARŞ)

Kaya, Hikmet (SC-ARŞ)
 Kaynak, Gür (PT)
 Keçecioglu, Selçuk A. (TC)
 Keretli, Bilsay (CT)
 Kerimoglu, Kerim (PT)
 Kılıçalp, Nurettin (SC-ARŞ)
 Kılıçalp, Sevinç (SC)
 Kınayyigit, Fersen (CE)
 Kınılı, Ersin (SC-ARŞ)
 Koç, Süleyman (KC)
 Konuk, Ali Nafiz (EİM)
 Kotan, Gül (SC-ARŞ)
 Kösekul, Neşe (CE)
 Köşdere, Zeki (TR)
 Kuban, Baha (SC-ARŞ)
 Kut, Ateş (SC)
 Kutay, Coşkun (CE)
 Küntay, Cankaya (TK)

(M)

Mahmutluoğlu, Muhteşem (TC)
 Masmanacı, Ayşegül (CY)
 Misoglu, Tuğrul (SC-PTHM)

(O)

Ocak, Engin (SC-ARŞ)
 Oğuz, Metin (SC-PTHM)
 Okan, Ahmet (PB)
 Okuş, Adli (SC)
 Okyar, Kürşad (PB)
 Oran, Mustafa (SC-ARŞ)

(Ö)

Ökten, Bahattin (SC-PTHM)
 Öner, Turan Ahmet (SC)
 Önsel, Lale (SC-ARŞ)
 Örs, Ateşhan (TK)
 Özal, M. İlker (SC-PTHM)
 Özaydın, Murat Celal (TC)
 Özcan, O. Akif (SC-ARŞ)
 Özçetin, Ö. Faruk (TC)
 Özdemir, Semih (TR)
 Özer, Selçuk (PB)
 Özer, Serdar (SC-SMM)
 Özer, Ümit (CY)
 Özercan, Mustafa (SC-OM)
 Özhan, Canan (TK)
 Özmerdiven, Ümit (TR)
 Özöğren, Ender (TR)
 Özsoy, M. Uran (SC)

Öztürk, Murat (CMK)
Öztürk, Nurettin (CM)
Öztürk, Ünal (PB)

(P)

Parlar, Hüseyin (SC-ARŞ)
Peker, Güngör (TR)
Pınarlı, Mehmet (CY)
Polatkan, Ahmet F. (Mİ)

(R)

Rabuş, Mehmet (PB)
Reisoğlu, Sefa (SC)

(S)

Sağlam, Zafer (CY)
Sander, Faruk (SC-ARŞ)
Saraç, Yusuf (SC-ARŞ)
Sarpege, Fedai (CE)
Say, Sami (TK)
Saygı, Erkin (PB)
Saygı, Mustafa (KC)
Sengel, Hande (SC-ARŞ)
Sert, Esat (CY)
Sezer, Hayrettin (KC)
Sütlüpinar, Hüsni (CY)

(Ş)

Şahin, Hasan (SC-PTHM)
Şahin, Seyit (SC)
Şardağ, Haluk (SC-PTHM)
Şener, Ulus (TR)
Şenkür, Cüneyt (SC-ARŞ)
Şentürk, Hikmet (İM)

(T)

Telatar, Semih (CY)
Teoman, Yıldırım (SC-PTHM)
Tiryaki, Mehmet Ali (TR)
Topçuoğlu, Ferhan (SC-ARŞ)
Tuğran, Hikmet (PB)
Tunalı, İlhan (PB)
Tunalı, Yıldız (TR)
Tuncay, Tülay (PB)
Tümay, Vedat (CM)
Tümerkan, Işıl (SC-PTHM)
Türk, Muzaffer (CM)

(U)

Uğurlu, Günay (SC-PTHM)
Uluçay, Gülay (SC-PTHM)
User, İsmail (SC-ARŞ)
Uslan, Mehmet (CY)
Ustaoğlu, Cavit (KC)
Uz, Taner (PB)
Uzun, Hüseyin (SC-PTHM)

(Ü)

Ünlüer, Metin (CY)
Ünsal, Atilla (SC-PTHM)

(V)

Vatansever, Salih (CY)

(Y)

Yalçinkaya, Muhammed (KC)
Yaraman, Alev (SC)
Yay, Ertuğrul (SC-PTHM)
Yazıcıoğlu, Tuğrul (SC-ARŞ)
Yenigün, Teoman (KC)
Yıldırım, Gülser (CA)
Yiğit, Murat (KC)
Yuluğ, Hüseyin (CMK)
Yücesoy, Deniz (SC-EM)