Yayına Hazırlayanlar

A. Semih İŞEVİ
Dr. Hakan SESİGÜR

ŞİŞECAM

Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.

Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcılığı
(Hizmete Özel)

TŞCFAŞ, Cam Araştırma Merkezi Kütüphanesi Kataloğu

15. Cam Problemleri Sempozyumu bildiri metinleri:
23 Kasım 2000 Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı
yay. haz. A. Semih İŞEVİ - Dr. Hakan SESİGÜR - İstanbul: TŞCFAŞ, ATGMY, 2001.

Şekil Tablo - (Cam Araştırma Merkezi Kütüphanesi Sempozyumlar dizisi; 15)

Dizin

1. GLASS TECHNOLOGY	2. GLASS PROBLEMS	3. CONGRESSES
II. İŞEVİ, A. SEMİH	II. TŞCFAŞ, ATGMY	III. SERİ

UDC: 666 1 (56) "2001" (063) = 943.5 CAM 2001

KAPAK FOTOĞRAFI:
"Çayırova Buzlu Cam Fırını-III"
İlker ÖZEN

YAPIM:
AJANS REPA LTD. ŞTİ.
Tel : 0212 - 227 26 82/83
Faks : 0212 - 259 10 34

GRAFİK TASARIM:
Selma ÇAKIR

BASKI:
LEBİB YALKIN YAYIMLARI ve BASIM İŞLERİ A.Ş.
4. Levent/İstanbul

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ŞİŞECAM

ŞİŞECAM

ÖNSÖZ

15. Cam Problemleri Sempozyumu
yaklaşık 350 kişinin katılımı ile
23 Kasım 2000'de
Lütfi Kırdar Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı' nda gerçekleştirilmiştir.
Şişecamın en önemli bilimsel ve teknolojik
paylaşım ortamlarından biri olan bu
sempozyumda 21 bildiri sunulmuştur.

Sempozyuma destek veren

Genel Müdürümüz Sn. Ahmet Doğan ARIKAN
başta olmak üzere tüm katılımcılara ve emeği geçenlere şükranlarımızı sunarız.

Editörler

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

GENEL MÜDÜR SN. DOĞAN ARIKAN'IN SEMPOZYUMA GÖNDERDİĞİ MESAJ

Çok Değerli Mesai Arkadaşlarım,

Topluluğumuz, tek başına ülke cam sanayini ağırlıklı olarak temsil eden, ulaştığı üretim ölçeği, yayıldığı uluslararası pazar ve yarattığı imajı ile ayrıcalıklı bir kuruluştur.

Topluluğumuz, gelişen iş çerçevesinin fırsat ve tehlikelerini ele alarak;

- Şeffaf bir kuruluş yaratarak,
- Entellektüel verimi yükselterek,
- Konuşan insanı olan bir iklim oluşturarak,
- Paylaşılan bir vizyonu sürekli geliştirerek,
- Moral değerini sürekli yükselterek,
- Verimli çalışma ilkesini sadakatla koruyarak,
- Uluslararası pazarın gerektirdiği rekabet gücünü sürekli arttırarak,

Geleceğini güven altına almak durumundadır. Hepimiz bu ortak hedefe ulaşmak için çabalıyoruz.

Cam Problemleri Sempozyumu,

- Dünya genelindeki gelişmelerin felsefesini irdeleyen genel içeriği,
- Ayrıntıdaki sorunları ele alan proje zenginliği

olan, gelenekselleşmiş, kurumsallaşmış ve katkısını kanıtlamış bir ortak çabadır.

Sempozyumun hazırlanmasında emeği geçen ve katılan herkese en içten teşekkürlerimi iletmek istiyorum.

Başarılarınızın devamını diliyorum.

Saygılarımla,

A.Doğan ARIKAN
Genel Müdür

TEKNOLOJİYİ KULLANAN BİR KURUMDAN, ÜRETEN BİR KURUMA

Dr. Yıldırım Teoman
Araştırma ve Teknoloji Genel Müdür Yardımcısı
Açış Konuşması

Ünlü bir iktisatçı ülkeleri teknoloji üreten, kullanan ve ne üreten ne de kullanan olmak üzere 3 grupta sıralamıştı. Benzer bir sıralamayı şirketler için de yapmak mümkün olsa gerek. Topluluğumuzun 70 yıllık geçmişi bir anlamda teknolojiyi kullanan bir kurum olmaktan üreten bir kurum olmaya dönüşümü olarak da değerlendirilebilir. Bunu çok daha fazla ve hızlı yapmamız gereği de tartışılmaz.

Bugün giderek artan ve uluslararasılaşan rekabet karşısında teknik yeteneklerimizin iki temel ayağı var; mevcudu en iyi işletmek ve yeni gelene en iyi hazırlanmak. Daha açık bir deyişle biraz satın alarak, biraz da geliştirip uyarlayarak sahip olduğumuz teknolojilerimizi kalite verimlilik ve maliyet üçgeninin en optimum noktasında çalıştırmak zorunluluğu.

Acımasız rekabet koşulları bu konuda herhangi bir ödün vermemize imkan tanımıyor. Geleneksel bir ürünü en az dünyadaki diğer rakiplerimiz kadar ucuza aynı kalite ve verimliliklerle üretmemiz gerekiyor. Bu hammaddelerden üretime ve ikinci işlemlere asgari şart konumundadır. Öyleyse, performans arttırma, problem çözme ve iyileştirme olmazsa olmaz koşullardır. Topluluğumuzun iyi yetişmiş insan gücü, modern makine ve teçhizatı ve bunların uzun vadede birlikte çalışmasından kaynaklanan teknolojik gücü bunu başarmamızın güvencesidir.

Yeni modelleme ve bilişim araçlarından azami yararlanmak bu amaçla kullanacağımız silahlardan bazıları olabilir, ancak yeterli olamaz. Bunlar ancak Topluluğumuzun yenilenmesinin ve mevcut konumunda tutunmasının teminatı olabilir. Küçülen dünyada Pazar ve teknoloji dinamiklerinin sürekli olarak yenilediği tehdit ve fırsatlar, uzun vadeli bekamız için mutlak olarak yeteneklerimizi yoğunlaştırmamız gereken alanlardır.

Ürünlerimizi Pazar talepleri doğrultusunda devamlı yenilemek, iyileştirmek ve onlara yeni özellikler katmak mecburiyetindeyiz. Bunu yapabilmek için, yani rakiplerimizle başabaş rekabet edebilmemiz için, yeni ve alternatif hammadde kaynaklarını ya da renk tekniklerini, yeni yüzey teknolojilerini, yeni sentezleme tekniklerini öğrenmek, geliştirmek ve uygulamak zorundayız. Bugün malzeme teknolojileri ile sanayi alt sektörlerinde çok yüksek düzeyde bir çakışma, teknolojik hibritleşme sözkonusu.

Polimer, metal, seramik hatta biyolojik malzeme alanları, nanoteknikler, opto-elektronik teknikler ve yüzey teknolojileri yepyeni malzeme özellikleri ve ürünler ortaya çıkarmak için bir araya geliyorlar. Artık ürünlerin birden çok işlevli olmaları bekleniyor. Akıllı, düşünen, zeki kelimeleri ürünlerin tanımlanmasında anahtar sözcükler durumunda ve geleceğin değil, bugünün ürünlerini tarif ediyorlar.

Yüzey her bakımdan kritik bir alan durumunda. Geçtiğimiz Glasstech fuarında bir Alman araştırmacı "cam hiçbirşey, cam yüzeyi herşeydir" saptamasını yaptı. Artık camın yüzeyi ile oynamadan camda fazla gelecek beklemek mümkün değil.

Topluluğumuz bu konuda önemli birikimlere sahip ve bunları hızla zenginleştirmeye, çeşitlendirmeye ve rekabet üstünlüğünü yakalamak üzere hayata geçirmeye hazırlanıyor.

Bu durum yalnızca düzcam alanında değil, ambalaj, hatta cam ev eşyası alanları için de geçerlidir.

Üretimde ve Ar-Ge'de işbirliklerinin günümüzde kaçınılmaz duruma gelmesini hep birlikte izliyoruz. Topluluğumuz açısından işbiriliği fırsat-larını azami ölçüde değerlendirmek bilgi birikimimize, insan kalitemize ve stratejik bakışımıza son derece bağlıdır. Bunun altını tekrar tekrar çizmemiz gerekir. Teknolojik işbirlik-lerini ve teknolojik öğrenme fırsatlarını akıl ve bilgi ile kullanmadan bugün rekabet etme imkanı da kalmamıştır.

Yeni çevre bilinci ve tüketici tercihleri, küreselleşen pazarlar, fırsatlar kadar tehditleri de beraberinde getiriyor. Çevre düzenlemeleri, fikri haklar mevzuatı, yani patentlerin hem saldırı hem de savunma aracı olarak kullanılması bugün her zamankinden çok gündemimizdedir.

Bugün yine her zamankinden çok Şişecam'ın 5 yıl, 10 yıl hatta 20 yıl sonra nasıl bir şirket olması gerektiğine, hangi yeni doğan ya da hiç ortaya çıkmamış alanları hedeflemesi gerektiğine, bunu yapmak için neleri hangi hızla ve ne ağırlıkta öğrenmeye ihtiyacımız olduğuna kafa yormamız gerekiyor.

TİCARİ BAŞARI YOLUNDA AR-GE: ÜRETİCİ İÇİN AR-GE'NİN ANLAMI

Reha Akçakaya
TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

GİRİŞ

Ar-Ge (araştırma - geliştirme) herkesin yararları üzerinde anlaştığı, ama bir çoğunun hayata geçiremediği yararlı bir alışkanlıktır. "Buldum!" diye dışarı fırlayacağı güne kadar fildişi kulesinde kapanıp anlaşılmaz cihazlar ve kavramlarla boğuşan bilimci imajının yanıltıcı etkisi altında kalan ortalama bir sanayici, getirilerinin boyut ve vadesini kestiremediği bir Ar-Ge macerasına atılmaktansa teknolojik birikiminin oluşumunu bütünüyle dış kaynaklara ihale etmeyi yeğler. Türkiye gibi yeni teknoloji ürünlerini hızla benimseyen ve bunlara sahip olmayı teknoloji toplumu olmakla karıştıran bir toplumun parçası olan sanayicimiz de, aynı teslimiyetçi yaklaşımla yeni çıkan makineleri, malzemeleri, yöntemleri gücü yettiğince satın alarak, aynı alt yapıyı kuran rakipleriyle girdiği yarışı sürdürmeye çabalar. Bu özel şekliyle rekabet, girdi maliyetleri, finansal yaratıcılık, dampingler ve devlet desteği gibi unsurlardan oluşan teknoloji dışı bir alana sıkışmaya mahkumdur.

Oysa gerçek teknolojik güç, yeni ürün ve teknoloji yaratma yeteneği olsa gerektir. İster haberleşme, biyogenetik, üstün malzemeler gibi öncü alanlarda, isterse de hazır gıda, ev aletleri, temizlik malzemeleri ya da inşaat gibi olgun alanlarda olsun, sınai üretimde teknolojik yenilik yaratmanın gerekli koşulu, nitelik ve niceliği özenle belirlenmiş Ar-Ge'dir. Rekabetçiliğin payandası haline getirilen Ar-Ge, hem bir hayat felsefesi hem de bir uygulama alanı olarak üretim şirketinin bütün teknik operasyonlarına nüfuz eder. Bu haliyle Ar-Ge sanayici için faaliyet değil sonuç, amaç değil araç, maliyet değil kar anlamı taşıyacaktır. Teknolojik değişim yaratma yeteneği ve bunun temel taşı olan Ar-Ge, hem teknoloji üreten, hem de gelişmekte olan ülkeler ve şirketler için rekabet üstünlüğü elde etmenin koşulu haline gelmiş bulunmaktadır. Bu bildiride sanayici için Ar-Ge'nin anlamı üzerinde durulacak, yaşanmış örneklerden de yola çıkarak "Niçin Ar-Ge?", "Hangi Ar-Ge?" ve "Nasıl bir Ar-Ge?" sorularına yanıt aranacaktır.

NİÇİN AR-GE?

Ar-Ge çoğu zaman bilim ve teknoloji kavramları ile birlikte anılan, üzerine farklı anlamlar yüklenmiş bir kavramdır. Bilimi en geniş şekliyle doğayı anlamak, doğa olaylarının kurallarını yazmak, bu kurallardan yola çıkarak olası doğa olaylarını öngörmek olarak tanımlayabiliriz. Teknoloji ise, analitik bilgi ve pratik deneyimlere dayanarak işlevsel nesnelerin tasarlanması, üretilmesi ve iyileştirilmesidir diyebiliriz (1).

Teknolojik araştırma ise yeni teknoloji kavramlarının yapılabilirliğinin elle tutulur gösterimlerini üretme sürecidir. Bundan daha farklı olan teknoloji geliştirme ise, ister malzeme, ister kavram, ister proses ve yazılım olsun, bu teknolojik gösterimlerin ürün kavramsallaştırma, tanımlama ve üretilebilirlik için şart olan bütünleşik spesifikasyonlara dönüştürülmesi demektir. Ar-Ge bütün bu kavramlar üzerine oturan bir teknoloji yönetimi aracı, ekstremler arasında uzanan bir dengedir. Örneğin Gilman (2), araştırma ve geliştirmeyi zeytinyağı ve sirkeye benzetir: Her ikisi de salatada gereklidir ama birbirlerine karışmazlar. Hatta bütçeden daha fazla pay kapmaya çalışan birer düşmandırlar.

Teknik süreçlerin ve kuruluşların yönetimi üzerine yazılmış olan çok geniş bir literatür, Ar-Ge'nin sınai kuruluşların ve ülkelerin gelişimindeki temel faktörlerden biri olduğunu netlikle ortaya koymaktadır. Ar-Ge'nin üretim şirketlerinde üstlendiği görevlerden en önemlilerini şöyle sıralayabilirz;

- Yeni ürün geliştirme
- Yeni teknoloji geliştirme
- Yeni iş alanları bulma
- Proses geliştirme
- Üretimde sorun çözme
- Müşteri teknik hizmeti
- Mühendislik hizmeti
- Analiz hizmeti
- Stratejik teknoloji yönetimi (istihbarat, öngörü, seçme, satınalma, özümseme, planlama)
- Yatırım yönetimi
- Eğitim
- Kanuni zorunluluklara uyma.

Bu listeden de görüleceği gibi Ar-Ge örgütü, yenilik yaratma işlevi yanında, sahip olduğu araçlar sayesinde teknik operasyonların pürüzsüzce yürütülmesi yönünde çok önemli işlevler de görebilmektedir.

O halde Ar-Ge'nin işlevlerini **yenilik yaratma** ve **üretim desteği** olarak iki büyük bölüme ayırabiliriz. Bu kaba sınıflandırma bile Ar-Ge'nin pazarlama, üretim ve stratejik planlama unsurlarıyla kurması gereken güçlü organik ilişkiye işaret etmektedir. Bu iki işlevin birarada varolmasının şirket için, tek başlarına olduğundan çok daha büyük bir itici güç yaratacağı tahmin edilebilir: Bir yandan üretim süreçleriyle sorun çözme, mühendislik ve analiz desteği platformunda yaşanan yakınlaşma geliştirme faaliyetleri için entellektüel bir kaynak oluşturacak, diğer yandan yenilik yeteneğinin altyapısı olması icap eden bilimsel ve sorgulayıcı yaklaşımlar üretime verilen desteğin kalite ve verimini yükseltecektir.

Kuşku yok ki, sınai Ar-Ge'nin bu iki eksen üzerindeki serbest hareketinin kısıtlanması, onun temel şirket unsurları arasında sinerji yaratma yeteneğinin de kısıtlanması anlamına gelecektir.

Tüm dünyaya yayılmış olan ve 10 temel endüstriyi temsil eden 669 şirket üzerinde 1997 yılında yapılan kapsamlı bir araştırma (3) yenilik yaratmanın yakın dönemde tüm sektörler için ne denli hayati bir işlev halini aldığını göstermiştir. Bu şirketler ağırlıklı olarak yeni ürün ve hizmet geliştirme işini daha hızlı yapabilmeyi, geri ödeme sürelerini kısaltmayı, yeni ürün sayısını arttırmayı, ürün ve yatırım maliyetlerini en aza indirmeyi başta gelen sorunları olarak ifade etmişlerdir. Ankete katılan firmaların %84'ü, yenilik yaratmanın 5 yıl öncesine göre çok daha kritik bir iş başarısı süreci haline geldiğini düşünmektedir.

Yine, bu şirketlerin yalnızca %13'ü mevcut inovasyon yeteneklerinin olması gereken düzeyde olduğunu iddia edebilmiştir. En iyi durumda olan Amerikan şirketleri dahi, inovasyon performanslarının olması gerekenin ortalama %19 gerisinde olduğunu düşünmektedirler.

Her ne kadar Ar-Ge'nin nitelik ve miktarının bir sınai kuruluşun içinde yer aldığı sektörel koşullara ve o şirketin özel ihtiyaçlarına göre planlanması zorunluluğu varsa da, Ar-Ge yoğunluğu (cirodan Ar-Ge'ye ayrılan pay) ile karlılık arasında pozitif bir ilişkinin var olduğu bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında Ar-Ge, şirketin geleceği için yapılmış bir yatırım olarak görülecektir. Yani bugünün kazançlarının bir bölümü, gelecekteki kazançları garanti altına alacak teknolojik bilgiyi yaratmak için ayrılacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken ve ortalama sanayicinin kabullenmekte zor-

landığı konu, her yatırımda olduğu gibi Ar-Ge yatırımlarında da getiri ve riskler arasında pozitif bir ilişkinin varolabileceğidir. Nasıl reel kazanç beklenen hiç bir yatırım risksiz olamazsa, Ar-Ge yatırımları da riskleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Bunun doğal sonucu olarak da, nasıl parasal birikimler yatırım araçları üzerine bir portföy mantığı güdülerek dağıtılıyorsa, Ar-Ge'de de katastrofik yıkımları önlemek için proje boyutu ve proje vadesi bakımından farklı düzeylerde taahhütlerin altına girilmesi gereklidir.

Yakın ve uzak vadede şirket kasasına somut kar olarak girecek Ar-Ge getirilerinden başka, üretim ve pazarlama süreçlerinin Ar-Ge ile bütünleştirilmesi sonucunda, çoğunlukla paraya dönüştürülemeyen çok önemli kazançlar da sağlanabilir. Bunları kabaca şöyle sıralayabiliriz:

- Bilimsel yöntemlerin bütün iş süreçlerine taşınması,
- Üretime özgü "sürdürme" ve "kararlılık" motivasyonunun Ar-Ge'ye özgü "geliştirme" motivasyonu ile desteklenmesi,
- Dışarıdan alınan teknolojilerin (makinalar, sistemler, malzemeler, metodolojiler, yan ürünler) deşifre edilmesi ve özümsenmesi,
- Üretim - Ar-Ge ortak dilinin oluşması, tepe yönetimin bu dili öğrenmesi,
- Üretim (ve Ar-Ge) körlüğünün önlenmesi, ufuk genişlemesi,
- Şirketin, müşterileri, çıkar ortakları,devlet ve uluslararası camia gözünde"tekniğe hakim şirket" imajının güçlenmesi,
- Ülkenin sanayi yasama, yürütme, planlama vb. birimleri ile stratejik düzeyde yakın ilişkilerin kurulabilmesi,
- Gelecekte ortaya çıkabilecek pazar, teknoloji değişimi ve üretim aksaması risklerine karşı hazırlıklı bulunma,
- Pazarlama üretim ve stratejik planama işlevleri arasında tartışma zemini, ortak dil ve sinerji oluşturma olanağı,
- Tüm çalışanların deneyimleri sonucu oluşan örtük bilginin deşifre olarak diğer çalışanlarca özünsenmesini kolaylaştırmak.

Doğaldır ki Ar-Ge'nin şirket rekabetçiliğine katkısı son derece karmaşık faktörlerin etkileşmesine bağlıdır. Ar-Ge, bilimsel düşünme, temel bilimsel bilgiler, teknolojik birikim, teknolojik deneme, yaratıcılık, girişimcilik, şirket kültürü ve değişimle dost olma gibi geniş bir kavramlar yelpazesini kapsayan, toplumların ve şirketlerin lokomotifi haline gelen teknolojinin de çekirdeğini oluşturan kritik bir yetenektir.

HANGİ AR-GE?

Ar-Ge sınai üretici için küresel rekabet alanında önde giden rakipleriyle arasındaki teknik boşluğu kapatmanın akılcı bir aracı olduğuna göre, sınırlı kaynakları akıllıca kullanarak tüm vadelerde optimum getiriyi elde etmek hayati önem kazanmaktadır.

Bir önceki bölümde Ar-Ge'nin farklı unsurları bünyesinde barındıran karmaşık bir süreç olduğunu iddia etmiştik: Kısa ve uzun vade, yenilik yaratma ve üretim desteği, temel ve uygulamalı yaklaşımlar, vb. Ar-Ge yatırımlarına ve Ar-Ge'ye ayrılacak diğer kaynaklara karar verme süreci içinde bu farklı eksenlerin sektör için ne anlama geldiği dikkatle gözden geçirilmeli, geliştirme planlarının şirket stratejik planları ile entegre olması mutlaka sağlanmalıdır. Bunun başarılamaması, Şirketin kısa ve uzun vadeli ihtiyaçlarından kopuk, kendi kendini besleyen, üretim ve pazarlama teşviğindan yoksun bir Ar-Ge faaliyetinin ortaya çıkmasına yol açacaktır. Yukarıda sözü edilen uluslararası ankete (3) katılan şirketlerin %41'i, inovasyon faaliyetinin şirket stratejileriyle uyumunu garanti edemiyor olmalarını, yenilik yaratmaları karşısındaki en önemli 5 engel arasında saymıştır.

Sınai üretici için başarılı Ar-Ge planlaması, Ar-Ge kaynaklarını konular, vadeler ve proje büyüklükleri üzerinde titizlikle dağıtmak olmalıdır. Kaynakların ne kadarının küçük, adımsal proses iyileştirme çalışmalarına, ne kadarının sıçrama yaratacak öncü çalışmalara, ne kadarının bugün ticari anlamı olmayan ama gelecekte nakit akışı sağlayabilecek konulara, ne kadarının temel araştırmalara, ne kadarının da sorun çözme ve diğer hizmetlere ayrılması gerektiği saptanmalı, her grup içinde hedeflere hasıl ulaşılacağını, yani hangi alt projelere girişileceğini gösteren master planlar yapılmalıdır (4, 5). Bu şekilde oluşacak olan teknolojik stratejinin şirketi oluşturan bütün diğer işlevlerin mutabakatı ile hayata geçirilmesi, Ar-Ge'nin şirketin geleceğini garanti altına alma görevini yerine getirmesini sağlayacaktır.

NASIL BİR AR-GE?

Çeşitli büyüklük ve niteliklerdeki sınai kuruluşlar için en iyi Ar-Ge pratiğinin ne olması gerektiği üzerinde çok zengin bir literatür bulunmaktadır. En iyi Ar-Ge pratiği, doğaldır ki, teknoloji yönetimi özel alanı dışında genel yönetim anlayışı, şirket kültürü, ülkenin içinde bulunduğu sosyo-politik konjonktür gibi faktörlerin etki alanı içindedir. Ar-Ge'de büyük başarı hikayelerinin ardında yatan bu kültürel altyapı girdilerini görmezden gelmek, onu şirket bütününden yalıtmak, hayali beklentilere girmek, bir bakıma da onu fildişi kulesine hapsetmek anlamına gelecektir.

Teknoloji ve ticarette başdöndürücü değişimleri yaşadığımız şu dönemde Ar-Ge pratikleri de hızlı bir değişim içindedir. Nixon'a göre yakın geçmişin ve geleceğin Ar-Ge eğilimleri şöyledir (6):

AR-GE Eğilimleri

Dün	Bugün	Yarın
Bilim/Teknoloji itişi	Pazar/Müşteri çekişi	Kavramdan müşteriye kesintisiz inovasyon
Bilim ve teknolojik mükemmelliğe katkı	Karlılığa hızla katkı	
Temel ve uygulamalı araştırma	Pazara yakın geliştirme	
Uzun vade	Yakın vade	
Çizgisel geliştirme	Paralel geliştirme	
Ar-Ge işlevi	Disiplinlerarası takımlar	Kişisel ağlar ve sanal labarotuvarlar
Yalıtılmış çaba	Bütünleşik işlevler	
Gevşek kontrol	Sistematik, disiplinli yaklaşım	
	Performans ölçümü	Yaratıcılık ve değer yaratmayı teşvik eden performans ölçütleri
Az sayıda yönetim tekniği	Geniş yöntemler yelpazesi	
	Ar-Ge proje lideri	Şirket yöneticisi
	Teknik perspektif	Çoklu perspektif

Arıkan'ın (7) vurguladığı bir başka değişim süreci ise toplumların teknoloji politikalarına daha fazla dahil olması, ve devlet kaynaklarının çevre, eğitim ve sağlığa daha fazla ayrılması sonucunda Ar-Ge'ye ayrılan devlet desteğinin kesilmesidir. Soğuk savaşın sona ermesi ve küreselleşme temel araştırmaları zayıflatılmış, bugün Ar-Ge yükü %80 oranla sınai kurumlara geçmiştir (8). Yani bilim ve teknoloji öncülüğü yapan ülkeler uzun vadeli bilgi yaratma çabasından bir anlamda vazgeçmiş, kısa vade getirileri için uzun vadeyi gözden çıkarmıştır.

Başarılarıyla tanınmış 79 Ar-Ge kuruluşu üzerinde yapılan bir inceleme, Ar-Ge karar verme kalitesini etkileyen en önemli 10 faktörü şöyle sıralamıştır (9):

- En iyi elemanları işe alın ve uzmanlığı koruyun.
- Son kullanıcıya odaklanın.
- Son kullanıcı ihtiyaçlarını saptayın, ölçün ve anlayın.
- Sınai değişimin nedenlerini anlayın.
- Disiplinlerarası ekiplerle çalışın.
- Formel bir geliştirme prosesi uygulayın.
- Geliştirme ile ticarileştirmeyi koordine edin.
- Ölçülebilir, açık hedefler üzerinde anlaşın.
- Uzun vadeli şirket ve Ar-Ge planlarını uyumlandırın.
- Sürekli müşteri geri beslemesi ile projeleri gözden geçirin.

Bugünün kârının bir bölümünü gelecek ürünler için ayırmayan üreticinin rakiplerce şekillendirilen bir pazar ortamına sürükleneceğini iddia eden Prahalad da şirket yönetimlerine şu önerilerde bulunuyor (10):

- Mevcut fiyat-performans varsayımlarını sorgulayın. Yüksek performans ucuz olabilir.
- Müşteriyi yönlendirin, sadece ne istediğini sormayın.
- "Hizmet edilen pazar" diktasından kurtulun, mevcut iş alanlarına değil gelecek iş fırsatlarına odaklanın.

Müşteri girdisinin inovasyon sistemi içine alınması yaygın olarak önerilmekle birlikte, müşterinin istedikleri kadar isteyebilecekleri üzerinde de çalışılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Örneğin SONY'nin Walkman'i ya da Pilkington'un yüzdürme (float) camı bir pazar araştırması sonucunda ortaya çıkmamıştır. Entegre devre tasarımcıları bilişim dünyasını her 6 ayda bir yerinden oynatan yeni ürünlerini tasarlarken Intel'e sormuyorlar. Özellikle çığır açıcı araştırmalarda müşterinin tasarım sürecine dahil edilmemesinin daha yaratıcı sonuçlar ortaya çıkardığı iddia edilebilir. Ancak bu istisnalar dışında pazar - Ar-Ge bağının tüm tasarım-üretime geçiş-geliştirme süreci boyunca etkinliğini koruması neredeyse bir zorunluluktur.

Teknolojik ilerlemenin temelinde başarılı Ar-Ge yönetimi yatıyorsa, Ar-Ge başarısının temelini de sürdürebilir yenilikçilik oluşturmaktadır. Yenilikçilik (inovasyon) bir çoğumuzun zannettiği gibi ilginç fikirler üretmekten ibaret olmayıp, bunun ötesinde ticarileştirmeye kadar uzanan bütün süreçleri kapsayan bir anlayış ve davranışlar bütünüdür.

Yenilikçiliği çok kaba çizgilerle yaratıcılık ve girişimcilik diye iki kısma ayırabiliriz. Ticari kazançlar elde etme, topluma yeni ürün ve tekniklerle hizmet etme dürtüsünden yoksun bir yaratıcılık, ticari bir işletme için kaybedilmiş fırsatlar anlamına gelecektir. Amerikan kimya sanayiini inceleyen Gilman (2), her 10,000 yeni fikrin 1000 yazılı öneriye, 100 patent başvurusuna, 10 ticari bakım-

dan önemli patente ve yalnızca 1 tane sektörü değişime uğratabilecek uygulamaya dönüştüğünü bulmuştur.

Ticarileştirme dürtüsü yenilikçilik için ne denli önemliyse, değişim yaratma yeteneği de ticarileştirme dürtüsü için o denli önemlidir. Ürün ve teknoloji geliştirmede dünyanın en önde gelen şirketleri, kendi ürünlerini öldürmeyi sistematik hale getirmiş, gelirlerinin belli bir yüzdesini yeni ürünlerden elde etmeyi taahhüt etmiş şirketlerdir. Örneğin 3M, gelirinin %30'unu son 4 yılda piyasaya sürdüğü ürünlerden elde etme hedefini koymuştur (11).

Her ne kadar geliştirmede en iyi uygulamalara ortaklanan literatür daha çok ileri teknoloji, elektronik veya ilaç gibi hareketli sektörleri ele alsa da, burada tartışmakta olduğumuz temel kavramların küçük değişikliklerle olgun bir proses sanayii olan cam üretimi için de geçerli olduğunu iddia edebiliriz.

Dünya çapındaki sanayi kuruluşları üzerinde yapılan çalışma (3), şirketlerin yenilik yaratma çabaları karşısında gördükleri en büyük 5 engeli şöyle belirlemiştir:

1. Yeni fikirleri değerlendirecek bilgiye ulaşamıyor olma,
2. En iyi fikrin hangisi olduğunu bulamıyor olma,
3. Ar-Ge çabasının şirket stratejik vizyonuna uygunluğunu garanti edememe,
4. Geliştirme projelerinin zaman ve para bütçesi dışına sarkmasını engelleyememe,
5. Ürünler, prosesler ve hizmetlerden yeni fikirler türetememe, yeni iş yapma usülleri geliştirememe.

Bu dünya şirketleri içinde özellikle başarılı olanların düşüncesine göre yenilik yaratmanın sırrı şuralarda yatmaktadır:

1. Yetenekli liderler ve yöneticiler,
2. Üst yönetimin açık destek ve taahhüdü,
3. Pazarlama ve teknoloji birimlerinin birarada bulunması,
4. En üst düzey teknoloji yöneticisinin görevini etkinlikle uygulayabilmesi,
5. Vizyon oluşturma ve fikir üretme süreçleri,
6. Eksiz ve değer yaratmaya dayalı inovasyon süreci.

Bu iki soruya üst düzey sanayi yöneticilerinin verdiği cevaplar, teknik değişimden değer yaratmanın koşullarının yeni fikir kaynakları, fikirleri sınama yöntemleri, şirket kültürü ve yönetim yaklaşımlarına dayandığını açıkça ortaya koymaktadır. Daha çok insan davranışı ve yönetim kalitesiyle ilgili olan bu kavramlar, teknik konuların tümünü geride bırakarak, inovasyonla rekabet gücü elde etme konusunda en üst düzeyde belirleyici hale gelmişlerdir.
Bir başka kapsamlı çalışmada piyasaya sürülen 203 yeni ürünü ele alan Cooper ve Kleinschmidt (12) ticari başarısızlık karşısında başarıyı belirleyen unsurları şöyle saptamışlardır:

1. Yeni, üstün bir ürün,
2. Geliştirme öncesi faaliyetlerin kalitesi,
3. Kesin ve erken bir ürün tanımı,
4. Güçlü bir pazar odağı, ve
5. Teknolojik ve üretim faaliyetlerinin uygulama kalitesi.

İnovasyon denen karmaşık süreç kendi içinde birçok çelişkiler, birbirine karşı işleyen mekanizma-

lar barındırmaktadır. Yaratıcılığın yeşermesi için bütün kural ve varsayımları yok etmek gerekirken, proje başarısının temini için disiplinli çalışma, kontrol ve yazılı süreçlere uyma şarttır. Yenilik yaratarak yücelen şirketlerin yönetim sırlarından biri, disiplin içinde kaosu yeşertebilmeleri olsa gerektir.

İnovasyonu yaratıcılık ve girişimciliğin toplamı olarak ifade etmek, parasal getiri elde etme dürtüsünden yoksun bir yaratıcılığın teknolojik yeniliği ticarileştirme yolunda fazla ilerleyemeyeceği iddia edilebilir. Engel Yaratıcılık konusunu inceleyen Butcher (13), inovasyon için örgütsel koşulların hazır olması gerektiğini, örgüt ilke ve temelleri ile inovasyon arasında doğal bir çelişki bulunduğunu söylemektedir. Gelişmenin temelinde yeraltı politik faaliyeti yatmaktadır. Butcher yaratıcılığın yeşerebilmesi için şunları önermektedir:

- Küçük, samimi, ateşli, gayrı resmi gruplar,
- Değer yaratma taahhüdü,
- Yönetimce resmen tanınmamış "yeraltı" faaliyeti,
- Her düzeyde liderlik,
- Yerel otonomi,
- Resmi prosesleri atlayıp "yapıvermek",
- Kaosa olanak sağlamak,
- İnsiyatifleri korumak, ve
- Gerekli olmadıkça bütünleştirmeye gitmemek.

Yaratıcılık dürtüsüne sahip bir kültürü şart kabul eden Lundberg (14) ise, okuldan analiz ve kurallara uyma yetenekleriyle gelen genç katılımcıya sentez, sorgulama ve reddetme yeteneklerinin aşılanması gerektiğini belirtiyor. Lundberg'e göre değişim yeni yetenekler gerektirir. Statüko rahat, değişim ise rahatsız edicidir.

Yaratıcılık yönetimi üzerine eğilen birçok uzman, yaratıcılığın büyük, olgun, hiyerarşik yapılanma içindeki şirketlerde yeşermesinin çok zor olduğunu, bu şirketlerin büyük olmalarını sağlayan koşulların (hedefler, program, disiplin, ekip çalışması) aynı zamanda onların büyüme ve yenileşmelerini engellediğini vurgulamakta, tek çıkar yolun küçük inovativ şirket atmosferinin (belirsizlik, kaos, deney, risk, bulanık cephe (fuzzy front end)) büyük konglomera içinde yaratılması olduğunu belirtmektedirler (15).

SONUÇ

İleri teknoloji şirketi paradigmasının hayali bir yansıması halinde idealize edilerek istemeden de olsa sık sık gerçek potansiyeli zaafa uğratılan Ar-Ge kavramı değişik toplumlara, üretim sektörlerine ve şirketlere özel yaklaşımlarla tasarlanmalı, sürekli gelişmenin dayanağı olarak değerlendirilmelidir.

Sınai Ar-Ge, temel bilimlerde derinleşmeyi, sektörler ve kurumlararası etkileşimi, yaratıcılık, üretkenlik ve sorgulamayı ödüllendiren yönetim yaklaşımlarını, strateji ile spontanlığı, akıl ile çılgınlığı, disiplin ile kaosu birarada barındırmayı gerektiren verimli bir yatırım alanıdır. Bütün kurumlara şifa verecek tek bir Ar-Ge hapı aramak ne kadar nafile ise, Ar-Ge'yi aktif bir iş süreci haline getirmemek de o denli risklidir. Çünkü, herşeyden çok "tehdit" kavramına yakın düşen teknik değişim, onu izleyerek değil, öngörerek bir avantaja dönüştürülebilir. Aynı şekilde, teknoloji satın alınarak değil, kısmen de olsa yaratılarak rekabet üstünlüğüne hizmet edebilir.

Günümüz Türk sanayicisi için gittikçe küçülen dünyada rekabeti sürdürebilmenin yolu, stratejik planlama, etkin pazarlama, kaliteli ve ucuz üretim kadar, bütün bunları bir sinerjiye dönüştürebilecek olan özgün araştırmacı bir tavrın benimsenmesinden geçmektedir.

KAYNAKLAR

1. J.Mort, "Science, technology and innovation: An evolutionary perspective", Int. J. Tech. Man., Vol 9, No.1, 1994.

2. J. Gilman, "Research Management Today", Physics Today, Mart 1991.

3. "Findings of the Arthur D.Little Global Survey on Innovation", Arthur D. Little, 1997.

4. S.Wheelright and K.Clark, HBR, Mart-Nisan 1992.

5. Geliştirme Stratejileri, ATGMY, Şişecam, 1999.

6. B. Nixon, "R&D performance evaluation and the changing management environment", Performance Measurement Symposium, University of Cambridge, 15-17 Temmuz 1999.

7. C. Arikan, Endüstriyel Ortaklık Programı Paneli, Tubitak MAM, Haz. 2000.

8. L. Geppert, "Industrial R&D: The New Priorities", IEEE Spectrum, Eylül 1994.

9. M.M. Menke, Research Technology Management, Kasım-Aralık 1997.

10. C.K. Prahalad, "The role of core competencies in the corporation", Research Technology Management, Kasım-Aralık 1993.

11. R.G. Weiss, "Innovation and Cross-Fertilization in R&D", Sustaining Innovation Symp., Eylül 1999, Paris.

12. R.G.Cooper and E.J.Kleinschmidt, "Screening new products for potential winers", Long Range Planning, Vol 26, No. 6, 1993.

13. Butcher, "Managing People for Innovation", Sustaining Innovation Symp., Eylül 1999, Paris.

14. O. Lundberg, "Innovation-Driven Culture", Sustaining Innovation Symp., Eylül 1999, Paris.

15. S.A. Buckler, "The spiritual nature of innovation", Res.Technology Man, Mart-Nisan 1997.

BİR TEKNOLOJİ DEĞİŞİKLİĞİ ÖYKÜSÜ

E. Asuman Haksal
Kimyasallar Grubu, Geliştirme Grup Müdürlüğü

ÖZET

Kromsan Fabrikası Sovyet teknolojisi ile 1984 yılında devreye alınmıştır. Bu teknolojide sodyum monokromat; kromit, soda ve dolomit (veya kireç) ile hazırlanmış harmanların 1100-1200°C de kalsinasyonu, liçlenmesi ve filtrasyonu ile elde edilerek uygun çözelti saflığına getirildikten sonra sodyum bikromat kısmına gönderilir. Türk Kromitlerinin kimyasal yapısı gereği fırın harmanına CaO bileşiklerinin katılması ile kromitin diğer bileşenlerinin suda çözünmeyen bileşiklerine dönüştürülmesi mümkün olmaktadır.

Bu teknoloji ile, bazı iyileştirmeler de yaparak 1998 yılına kadar çalışılmıştır. İçinde katkı maddelerinin çokluğu nedeni ile ilk yıllarda 1:3.5 (Dolomitli), ilerleyen yıllarda ise 1:2 (Kireçli) ton ürün:ton atık oranı ile çalışılmıştır. Altı değerlikli krom içermesi nedeniyle tehlikeli atık niteliğindeki atıklar, Kromsan'ın çevresinde satın alınan sahalarda özel sızdırmazlık önlemleri alınarak depolanmıştır.

Kromsan'ın bu koşullarda çalışması kendi geleceği açısından büyük riskler yaratmaktaydı. Çevreye saygılı üretici imajı ile kendini tanıtmış ŞIŞECAM'ın bu riski ortadan kaldırması ve ekonomik çalışmayı sağlayacak teknolojinin kullanılması gerekliydi.

Krom bileşikleri üretiminde teknolojinin satın alınması mümkün görünmediğinden, 1995 yılında Batılı üreticilerin kullandığı "Kireçsiz Teknoloji"nin kendi olanaklarımızla geliştirilmesi kararı alındı.

Laboratuvar ve pilot çalışmalardan sonra teknolojik ve ekonomik olabilirlik görüldü, 1996 yılı sonunda yatırım kararı alındı, projelerin hazırlanmasından sonra inşaat ve montajı tamamlanan tesis 1998 ortasında devreye girdi.

Verimli çalışan ve önemli dış pazar bağlantıları olan Kromsan Fabrikası'nda gerçekleştirilen bu Çevre Koruma amaçlı projede; Türk kromitlerinin kimyasal yapısının uygun olmaması, Kireçsiz teknolojide fırın verimlerinin düşük olması, mevcut liçleme ve filtrasyon sisteminin uygun olmaması, çalışan bir tesiste kapsamlı bir teknoloji değişikliğine gidilmesi gibi, ortaya çıkan darboğazlar uygun teknolojik ve ekonomik çözümlerle aşılmıştır.

Sonuç olarak;

- Marjinal maliyette %15-20 olumluluk sağlanmış,
- Üretim kapasitesi % 40 artmış,
- Çıkan atık çamur yarıya inmiş,
- Atık çamur "inert atık" sınıfına girmiştir.

Bu projede Geliştirme, Üretim ve tüm ilgili birimler iyi bir iş birliği ve eşgüdümün örneğini vermişler ve ŞIŞECAM üst yönetiminin maddi ve manevi büyük destekleri ile teknolojinin geliştirilmesi kararından uygulamasına kadar başarılı bir çalışma sergilenmiştir.

1. GİRİŞ

Kromsan Fabrikası sodyum bikromat, bazik krom sülfat, kromik asit, sodyum sülfür ve yan ürün olarak sodyum sülfat üreten Mersin'de kurulu bir fabrikamızdır. Ana ürün olarak üretilen sodyum bikromat kromit ve değişik bileşenlerden oluşan harmanın döner fırınlarda 1100 - 1200°C sıcaklıkta oksijenli ortamda kalsinasyonu esas reaksiyonu ile elde edilir. Kromit minerali Cr_2O_3, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, FeO, SiO_2 gibi II ve III değerlikli katyonların oksitlerinden oluşur. Kromitin erime noktasını düşürerek reaksiyona girmesini sağlamak için ve sodyum kaynağı olarak sodyum karbonat (Na_2CO_3) kullanılır. Kromitin diğer safsızlıklarını çözünmeyen bileşikler olarak tutan katkı maddeleri ve dolgu malzemesi olarak proses çamuru harmana katılan diğer malzemelerdir. Değişik ara basamaklar olmakla birlikte ana reaksiyon kromun +3 değerlikten +6 değerliğe oksidasyonu reaksiyonudur.

$$Cr_2O_3 + 3/2\ O_2 + 2\ Na_2CO_3 \rightarrow 2\ Na_2CrO_4 + 2\ CO_2$$

Reaksiyona girmeyen krom oksit ve kromit içinde bulunan diğer safsızlıklar su ile liçlemeden sonra suda çözünmeyen tuzları halinde proses çamuru olarak atılırlar. Sovyetler Birliğinden satın alınan ilk teknoloji katkı maddesi olarak dolomit ($CaCO_3$. $MgCO_3$) kullanmaktaydı. Bu prosesten kromitin safsızlıkları yanısıra kalsiyum ve magnezyumun hidroksitleri de çıktığından 1:3.5 ürün/çamur oranında çamur çıkmaktaydı.

Daha sonra çamuru azaltmak için proseste gerekli teknolojik değişikliklerden sonra kireç kullanımına geçilmiştir. Harmana magnezyum karbonat girişi olmadığından çamur miktarı 1:2 ürün:çamur oranına inmiştir.

Her iki harmanda da kalsiyum bileşikleri bulunduğundan çamurda Cr^{+6} kalsiyum kromat bileşikleri halinde yaklaşık % 3,5 - 4 CrO_3 mertebesinde kalmaktaydı. Çamurların zararsız hale getirilmesi prosesinin yatırım ve işletme maliyetleri çok yüksek çıktığından geliştirilen teknolojinin uygulanması ertelenmişti.

Kromsan Fabrikası'nda Sodyum Bikromat Üretiminde gerçekleştirilen Kireçsiz Teknoloji yatırımı, yatırımın yapıldığı dönemlerde Fabrikanın ekonomik yaşamını sürdürebilmesi açısından hayati önem taşıyordu. Kromsan'ın bu dönemdeki öncelikli sorunları şunlardı:

- Çevresinde önemli miktarda tehlikeli katı atık birikmişti. Bunların kontrolü ve yönetimi maddi, manevi ve yasal sorunlar yaratıyordu.
- Bu atıkların zararsız hale getrilmesi Ca içermeleri nedeni ile zor proses koşulları ve yüksek maliyetli yatırım ve işletme giderleri gerektiriyordu.
- Önlem alınmadığı takdirde benzer nitelikli yıllık yaklaşık 60 bin ton tehlikeli atık çıkmaya devam ediyordu.
- Bu atıkların depolanması için arazi bulunması zorlaşıyor ve pahalılaşıyordu. Ayrıca bu atıklar tehlikeli atık olarak dahi depolanabilir karakterde değildi.
- Evsel yerleşim alanlarının gittikçe fabrikaya yaklaşıyor olması buralarda yaşayan insanların sağlığı açısından önemli riskler yaratıyordu.

Fabrikanın yaşadığı çevre sorunlarının hızla artması Krom işinin karlı olsa dahi tercih edilebilir bir iş kolu olmasını ortadan kaldırıyordu. Bu sorunların giderilmesi ekonomik nedenlerden dolayı fabrikanın ekonomik ömrü içinde gerçekleştirilmeliydi. Konu üst yönetimin gösterdiği hedef doğrultusunda aşağıdaki şekilde belirlenmişti:

1. Çevre Yönetmeliklerine uygun olarak arıtılmayı neredeyse imkansız hale getiren Kireçli Teknoloji değiştirilecektir.

2. Yeni geliştirilecek teknoloji atıkları, yönetmeliğin belirlediği inert atık özelliğine erişilecek şekilde indirgenecektir.

3. Sahalarda birikmiş kireçli teknoloji atıkları için bir atık yönetim planı hazırlanarak en ekonomik ve güvenli şekilde kalıcı bertaraf yöntemi bulunacak ve uygulanacaktır.

Bu gösterilen hedefler doğrultusunda çalışmalar sürdürülmüş, ilk iki hedef bu bildiri kapsamında anlatılan teknoloji değişikliği ile gerçekleştirilmiştir. Üçüncü hedefe erişmek için ise yeni bir teknoloji geliştirilmiş, mühendislik çalışmaları tamamlanmıştır. Ancak daha ekonomik bir başka çözüm üzerinde de çalışılmaktadır.

1998 yılında Kireçsiz Teknoloji yatırımının devreye alınması ile Kromsan Fabrikası'nın yıllık 30 bin ton olan Sodyum Bikromat üretimi 43-45 bin ton seviyelerine kadar yükselmiştir. Bu üretim tonajı projenin başında hedeflenmeyen ama projenin getirdiği bir olumluluk olarak ortaya çıkmıştır.

Kireçsiz Teknoloji projesi bir know-how satın alınması veya anahtar teslimi tesis satın alınması şeklinde yürütülen bir proje değildir (böyle bir teklif elde etmekde krom üretiminde mümkün değildir). Prosesin tüm aşamaları bir yabancı uzmanla birlikte çalışılarak laboratuvar ve pilot ölçekte yürütülen deneme çalışmalarında sınanarak/geliştirilerek oluşturulmuştur.

Temel mühendislik kendi olanaklarımızla tamamlanmış detay mühendislik ve montaj kontrolümüzde yürütülmüş, ekipman seçimi ve alımları tarafımızca yapılmıştır.

Kromsan Fabrikası'nda kurulan teknoloji herhangi bir rakip tarafından birebir uygulanmış bir proses değildir.

- Benzer bir akım şeması ile ön ısıtma sistemi kullanan bir rakip yoktur.
- Iki kademeli filtrasyon uyguladığı bilinen bir rakip yoktur.
- Katı atıklarını Kireçsiz Teknoloji Inert atığı mertebesinde indirgeyen bir rakip firma yoktur (Türkiye'deki yönetmelik koşulları çok ağır bir yönetmeliktir. Tesbit edilebildiği kadarı ile krom bileşikleri üreticileri için zorunlu yönetmelik olarak uygulayan bir ülke de yoktur.)

Bu bildiride Kromsan Fabrikası'nda uygulanan Kireçsiz Teknolojinin geliştirme ve uygulama öyküsü anlatılmıştır.

2. ÖN ÇALIŞMALAR

1995 yılında ŞIŞECAM'da yaşanan organizasyon değişikliğinde geliştirme fonksiyonunun üretim fonksiyonunun dışında örgütlendirilmesi, sadece "geliştirme" den sorumlu bir ekiple çalışıyor olmasının bu projenin başarıya ulaşmasında büyük katkısı olmuştur.

Kireçsiz teknoloji çalışmaları ŞIŞECAM içinde değişik birimlerde 1990'lı yılların başından itibaren çalışma programlarına girmesi tartışılıyordu.1995 yılında konu acil çözüm üretmek üzere Kimyasallar Grubu'nun gündemine girdi.

Eldeki bilgiler derlenerek bir termin çalışması yapıldı. Laboratuvar ve pilot tesis kurulması ve sonuca erişilmesi için beş seneye ihtiyaç olduğu tespit edildi.

Süreyi kısaltmak için hazır pilot tesis kullanılabilirliği araştırıldı. Kazakistan Aktubinsk Krom Bileşikleri Fabrikası'na pilot tesislerinden yararlanma koşullarını belirlemek üzere bir ziyaret yapıldı.

Afyon Kocatepe Üniversitesi'ne TÜBİTAK' ın verdiği henüz kurulmamış olan imkanlar incelendi. Sonunda A.K.Ü.'deki pilot tesisin devreye alınmasına yardım ederek fırın çalışmasının orada yapılmasına karar verildi.

Bu koşullarda sonuca 2 senede erişilecek yeni bir iş planı yapıldı ve çalışmalara hızla başlandı.

Afyon'da çalışmalar sürerken ekibimize krom bileşikleri üretiminde deneyimli bir uzman kazandırıldı. Uzmanın ekibe girmesi ile deney programlarında yer alan alternatif çalışmaların sayısı azaldı; laboratuvar ve pilot çalışmaları 1996 yılı sonuna kadar tamamlanarak yatırım kararı alındı.

Yürütülen araştırma çalışmaları için TÜBITAK AR-GE teşviklerine başvuruldu. 152.000 USD teşvikten yararlanıldı.

2. KARŞILAŞILAN TEKNOLOJİK SORUNLAR VE ÇÖZÜMLERİ

3.1. Kireç kullanmadan kromitteki safsızlıkların ürüne geçmesinin engellenmesi

Silis :

Kromitin soda ile fırında kalsinasyonunda çözelti fazına geçmesi muhtemel iyonların silis, demir ve alüminyum olduğu tesbit edildi. Çözelti fazında en zor uzaklaştırılan iyon ise silisti. Bunun çözümü ise Türk Kromiti yerine Afrika Kromiti kullanmaktı. Kireçsiz Teknoloji ile çalıştığını bildiğimiz tüm rakiplerimiz Afrika Kromiti kullanıyordu.

Bu bilgiyi de kullanarak % 4 - 6 SiO_2 içeren Türk Kromiti yerine max. % 1 SiO_2 içeren Afrika Kromiti kullanımına karar verildi.

Alüminyum - Demir :

Alüminyum ve demirin çözeltiye geçmesinin engellenmesi için fırından çıkan malzemenin bir tanka alınması ve pH değerinin ayarlanarak demir ve alüminyumun çamurda kalması sağlandı. 1000oC'deki kekin suyla karşılaşması sırasında parçalanması ile buradaki soğutucu ve değirmen ihtiyacı ortadan kalktı. Kekin suyla karşılaşmasında ortaya çıkan çok miktardaki buhar ise toplanarak toz ve Cr^{+6} bileşiklerinden yıkanarak temizlendi, yoğunlaştırılarak proseste tekrar kullanıma sunuldu.

Vanadyum :

Afrika Kromitinde Türk Kromitinden farklı olarak bulunan vanadyumun bir kısmı çözeltiye geçmekteydi. Vanadyumun temizlenmesi sorunu çözeltinin önce fazla kireç ile muamelesi ile kalsiyum vanadat oluşturulması ve filtrasyonu; fazla kirecin de soda ile muamele edilerek kalsiyum karbonata dönüştürülmesi ve filtrasyonu olarak çözümlendi.

3.2. Reaksiyon kinetiğinin yavaşlaması :

Fırına beslenen harman içinde kalsiyum bileşiklerinin olmaması reaksiyonu yavaşlatmakta ve prosesin verimliliğini düşürmekteydi. Rakiplerimizin kalma süresini uzatmak için daha büyük çaplı ve daha uzun fırınlar kullandığı bilinmekteydi. Ancak yeni fırın yapımı çok yüksek maliyetli bir işti. Teknolojinin uygulanabilirliği görülmeden böyle bir yatırım kararı alınamazdı.

Çimento endüstrisinde kapasiteleri 3.5 - 4 misli arttırdığı bilinen siklon tip ısı değiştiriciler kullanılarak harmanın fırına ısıtılarak verilmesi çözümü oluşturuldu.

Bu çözüm kapsamında kireçli proseste kullanılan Toz tutma kamaraları, atık ısı kazanı, elektro filtreler ve proses fanları devre dışı bırakılarak yerine fırından çıkan sıcak gazlarla harmanı ısıtan iki kademeli siklon tip ısı değiştirici, fırında kullanılan sekonder havayı ısıtan bir borulu ısı değiştirici, torbalı filtre ve fanı yerleştirildi. Bu çözümle;

1. Harmanın 650°C' ye ısıtılması ile 45 m olan fırın boyu sanal olarak yaklaşık 60 m'ye çıkartılmış oldu.

2. Sekonder havanın fırına sıcak girmesi ile fırında fuel-oil sarfiyatı azalarak fırında daha zengin oksijen atmosferi sağlandı.

Her iki sonuçda fırındaki reaksiyon verimliliğini arttırdı.

3.3. Fırından çıkan kekin ekstraksiyonu :

Ekstraksiyon için proseste çözelti miktarını arttırmadan, üç kademeli ekstraksiyon imkanını sağlayan bant filtre kullanımına karar verildi. Birinci kademe filtrasyon çıkışında çamurda % 1 CrO_3 değerinin altına inilmesi hedeflendi.

Bu ekipmanın kullanımı ile Kireçli Teknolojide 180 gr/lt CrO_3 olan çözelti konsantrasyonu 300 - 350 gr/lt CrO_3 değerlerine yükselmiş, önemli enerji tasarrufu sağlanmıştır.

3.4. Prosesten çıkan atığın Tehlikeli Atıklar Yönetmeliği'ne uygun olarak zararsız hale getirilmesi:

Çamurun zararsız hale getirilmesi için, içinde Cr^{+6} bileşiklerinin en düşük seviyeye kadar alınması gerekiyordu. Bu nedenle prosese ikinci bant filtre yerleştirildi. Ikinci kademe filtrasyondan sonra çamurda % 0,1 CrO_3 değerinin altına inilmesi hedeflendi. Ikinci filtreden çıkan çamur bir katı - katı karıştırıcıya verildi, burada nitrik asitle pH'sı ayarlandıktan sonra $FeSO_4$ ile karıştırılarak indirgenmesi sağlandı. Bu uygulama ile 1 ppm Cr^{+6} ya karşı gelen yönetmelik değerlerinin altına inildi.

4. UYGULAMA

Proses kurgusu kesinleştirildikten sonra ekipman alımı için firmalarla yazışmalar, yüz yüze temaslar, laboratuvar testleri yapılarak uygun ekipmanlar seçildi.

Temel Mühendislik çalışması kendi grubumuz içinde tamamlandıktan sonra bir mühendislik firması (Foster Wheeler -Bimaş) ile detay mühendislik çalışmaları yürütüldü.

Imalat, inşaat-montaj çalışmaları Gülermak şirketiyle götürülerek tesiste 1998 yılı Mayıs ayında ekipman testlerine başlandı.

Kireçsiz Teknoloji yatırımı 50.000 ton/yıl sodyum bikromat üretimine uygun olarak tesis edilmiştir. Toplam yatırım tutarı aşağıda verilmiştir.

Etüt Proje	1.194.000 USD
Makina Donanım	5.640.000 USD
Inşaat-Imalat Montaj	3.406.332 USD
Işletmeye Alma	350.000 USD
Genel Giderler	369.953 USD
Yatırım Dönemi Kredi Faizi	236.050 USD
TOPLAM	**11.196.335 USD**

Toplam yatırım % 4.4 sapma ile gerçekleştirilmiştir.

Kireçsiz Teknoloji Yatırımının Sonuçları :

- Projenin başında hedefler arasında yer almamasına rağmen Kireçsiz Teknoloji uygulaması ile tesisin kapasitesi 30.000 ton/yıl'dan 45.000 ton/yıl değerine çıkmıştır.
- Prosesten çıkan çamur miktarı 1 ton ürün için 1.1 ton çamur değerine inmiştir.
- Prosesten çıkan çamur Tehlikeli Atıklar Yönetmeliği'ne göre "inert atık" kapsamına girecek şekilde indirgenmiştir.
- Proses parametrelerinde önemli iyileşmeler olmuştur. Ayrıca Güney Afrika Kromiti fiyatı Türk Kromiti fiyatlarından daha ucuz olduğundan maliyet avantajı sağlanmıştır.

Iki prosesin maliyetlerinin karşılaştırılması aşağıda verilmiştir.

	Kireçli	**Kireçsiz**	**Olumluluk**
Marjinal Maliyet, $/ton	411	363	48
Sınai Maliyet (Amortismansız), $/ton	561	505	56
Sınai Maliyet (Amortismansız), $/ton*	582.3	505	77

* Yeni prosesten çıkan atık, inert atıktır. Oysa kireçli teknoloji atıklarının inert hale getirilmesi için yapılacak işletme giderleri 21.2 USD/ton üründür. Bu değer Kireçli Teknoloji Sınai Maliyetine ilave edilmiştir.

Sadece Ar-Ge çalışmaları için 4 - 5 sene öngörülerek başlanan proje tesis devreye alma da dahil olmak üzere 2.5 sene gibi bir sürede tamamlanmıştır. Bu başarı, konuyla ilgili tüm birimlerin eş güdümlü ve fedakar çalışması ve ŞİŞECAM üst yönetiminin maddi ve manevi desteklerinin sonucu olarak elde edilmiştir.

CAM AMBALAJ ÜRETİM SEKTÖRÜNDE EBİŞÖR TARAFI ZAMANLI RADYAL SOĞUTMA UYGULAMALARI

Zeynel Abidin Bilgin
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

ÖZET

Cam ambalaj, şekil ve ağırlık gibi kriterlere bağlı olarak değişik proseslerde imal edilebilmektedir. Üretim proseslerinde, eski uygulamalardan yeni teknolojilere geçişte, ürün kalitesini iyileştirmek, ekipman donanımı ve işletme zaman kayıplarını azaltmak için, yeni teknoloji ile klasik uygulamaların bir potada karışımının gerekliliği açıktır.

Bütün üretim proseslerinde, IS (individual sections: birbirinden bağımsız hareket kabiliyetli) makinalarında ürün hatalarının büyük çoğunluğu ebişör (hazırlayıcı kalıp), tarafından kaynaklanmaktadır. Kalıp dizaynından oluşan problemler düşünülmezse, bu hataların en büyük sebebi cam-kalıp arasındaki ısı transferi sorunlarıdır. Prosese uygun parizon sıcaklığını sağlamak hem cam dağılımı yönünden ve hem de finişör tarafındaki şekillendirmenin kolaylığı açısından önemlidir. Elde ettiğimiz uygun parizon sıcaklığına diğer seksiyonlarda da ulaşabilmek ve yeniden aynı imalatı tekrar bağladığımızda yine aynı sıcaklık dengesine erişebilmek için, mekanizma ayar parametrelerini oluşturmak gereklidir.

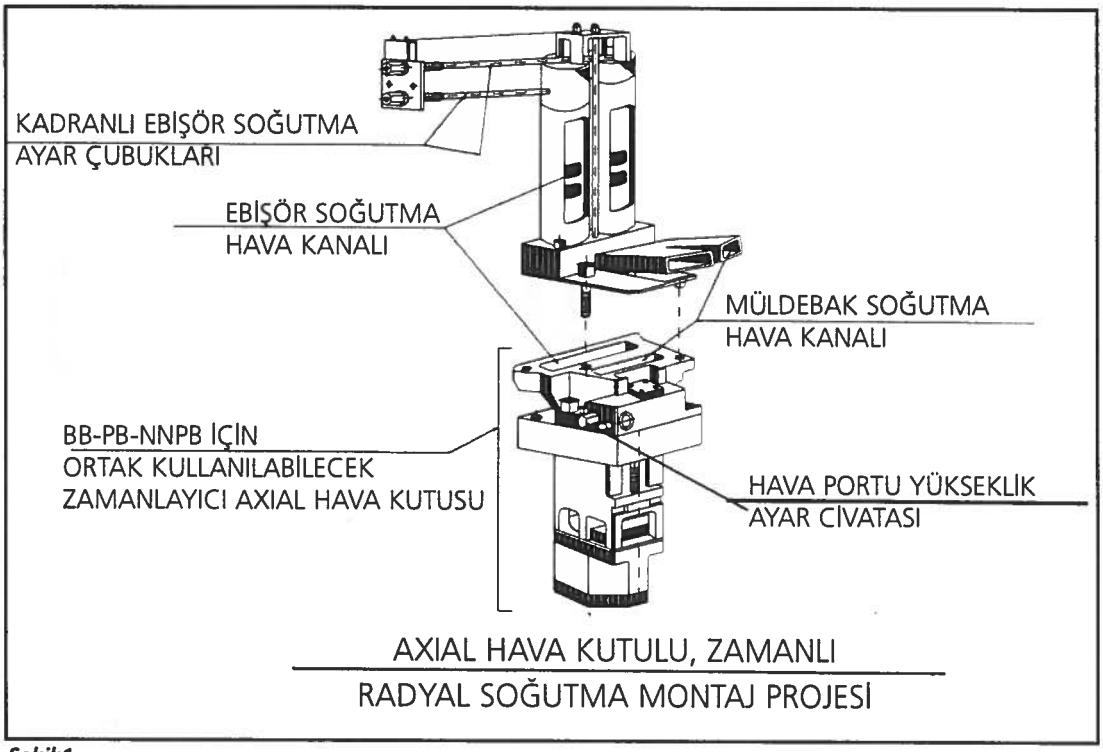
Zamanlı radyal soğutma, kalıbın nereden soğutulduğunun belirlenmesi ve birim zaman değeri olarak ortaya koyulması ayrıca imalata yönelik operasyon esnekliği sağlanması nedenleri ile üretim yeteneklerimizin gelişmesini sağlamıştır.

1. SİSTEMİN TANITIMI

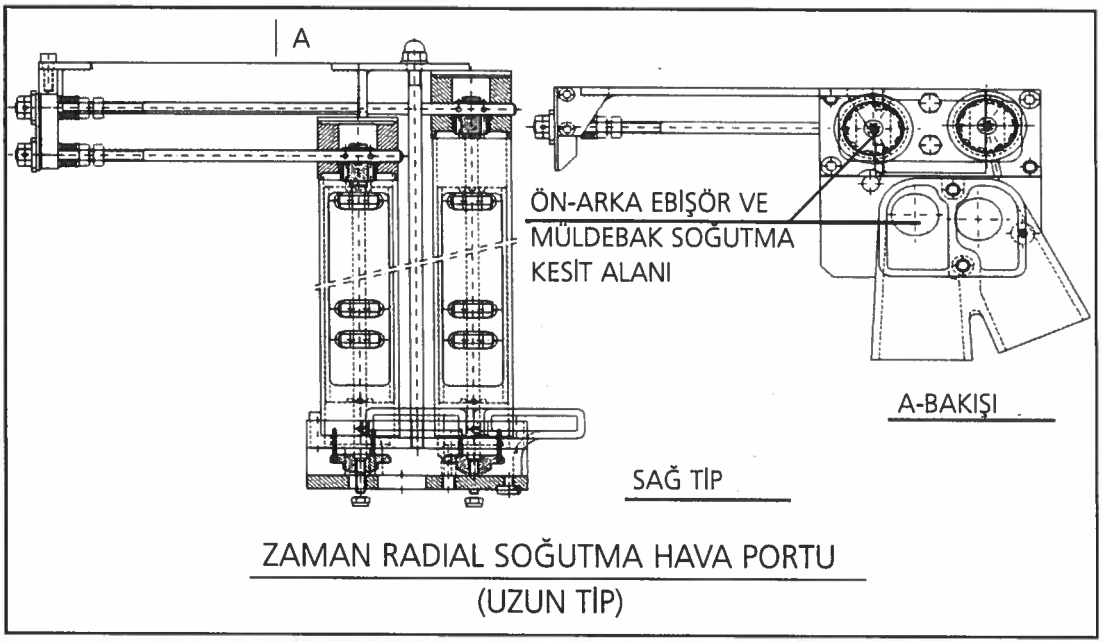
Şekil:1'deki sistem montajı resminde görüldüğü gibi değişik üretim proseslerinde kullanılan zamanlayıcı bir hava kutusu bulunmaktadır. Bu ünitede müldebak ve ebişör soğutma için birbirinden bağımsız valfler bulunmaktadır.

Ebişör soğutmada silindirik kulelerin içindeki hava çıkış kanalları, ebişör boyuna göre üç kademeli olarak 120° lik bir açı diliminde istenilen yüksekliklerde düzenlene bilmektedir.

Müldebak soğutma hava kanalları, yatay düzlemle 10° lik bir açı yapmaktadır. İmalata uygun ebişör ve müldebak kalıp sıcaklığını ayarlamak için ön-arka kalıplarda birbirinden bağımsız zamanlı valf kontrolü yanında ebişör kalıpları için hava debi kontrollü operasyon yapılmaktadır. Sistemin ağır imalatlarda kullanılabilmesi için dizayn edilen ve üst kısımdan ekstra soğutmalı uzun tip modeli de bulunmaktadır. (Şekil:2)



Şekil:1



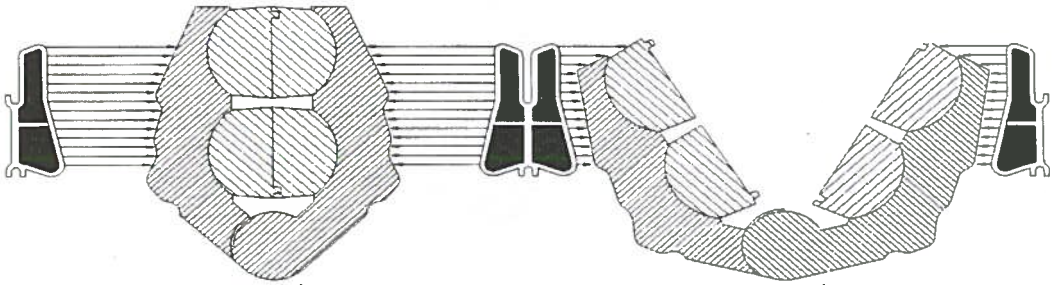
Şekil:2

2. ZAMANLI RADYAL SOĞUTMA UYGULAMALARININ AVANTAJLARI

2.1. IS makinalarında klasik radyal soğutmada kalıplar açık durumda iken, arka kalıp ön kalıptan daha fazla soğuma konumunda kaldığı için ön-arka kalıp arasında aşılması zor bir sıcaklık farkı

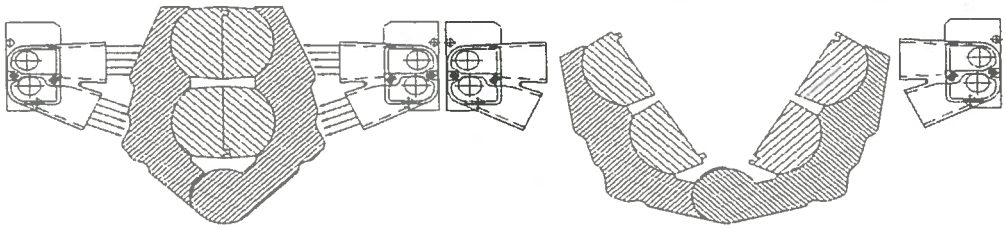
oluşmaktadır. Zamanlı radyal soğutma ile ön ve arka kalıplar için farklı zamanlama soğutma değeri verilebilir, (Örnek: Ebişör kalıbı kapalı iken soğutulur, açık iken soğutma kesilebilir) aynı şekilde kadranlı ebişör soğutma ayar çubukları ile hava debisi kontrolü yapılmaktadır. (Şekil:3)

1. KLASİK RADYAL SOĞUTMADA EBİŞÖR SOĞUTULUŞUNUN GÖRÜNÜŞÜ



Kapalı Açık

2. ZAMANLI RADYAL SOĞUTMADA EBİŞÖR SOĞUTULUŞUNUN GÖRÜNÜŞÜ



Şekil: 3

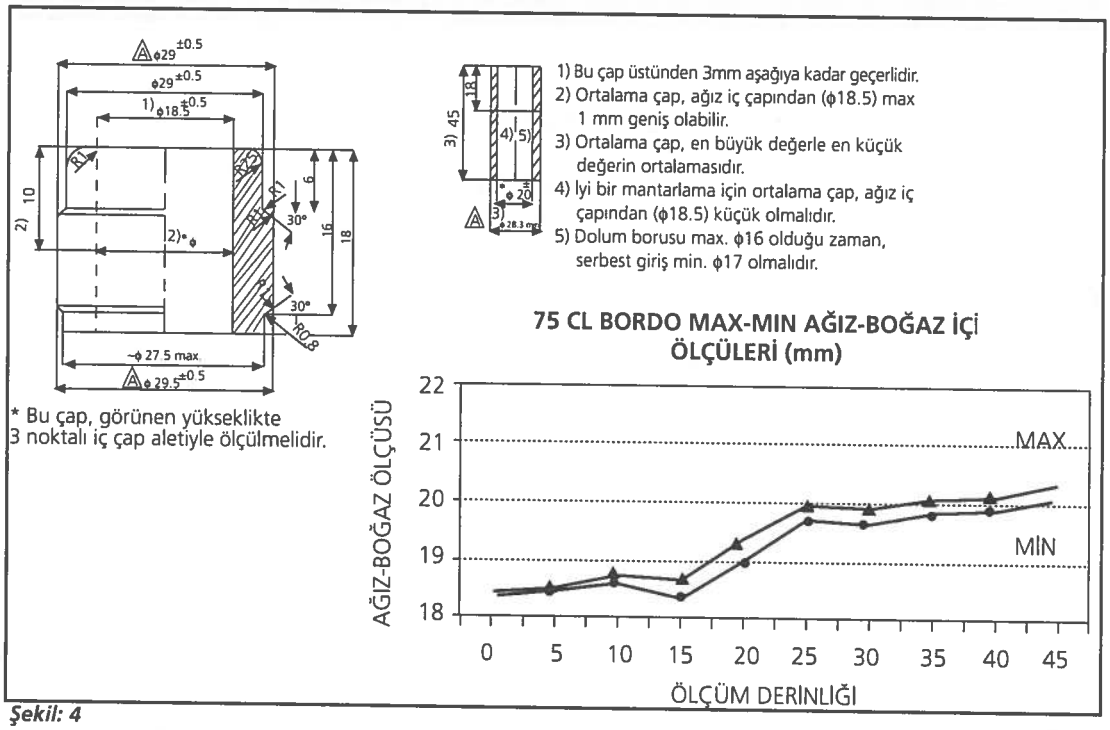
2.2. Müldebak soğutma nozullarından ön ve arka zamanlı soğutma ve parizonun kafa-boyun bölgesine göre yükseklik ayarlama kabiliyeti olması ile müldebak etkin olarak soğutulmuştur. Kafa bölgesindeki kalite kayıplarımızı azaltma şansı doğmuştur. Isıl iletkenliği bronz malzemeye göre yaklaşık iki kat düşük olan pik müldebaklar kullanılmış ve müldebak genelde ebişör kalıbı kapalı iken hava ile ısı yükü alınmıştır. Böylece damlanın ebişöre düşmesinde oluşabilecek hatalar engellenmiştir.

Ayrıca sistemin yükseklik ayar civatası yardımıyla kafa bölgesinden öte ebişör boyun bölgesi ile parizon boynu soğutulmuştur.

Mantarlı kafalarda ağız içi ölçüsünün standart boyutlarını sağlamada üretim ayar esnekliği kazanılmıştır ve bu değerler kararlılık göstermiştir. (Şekil:4)

2.3. Kalıp soğutma havalarına zaman kontrol ünitesi ve kadranlı ayar çubukları ile işlem yapıldığı için, bir seksiyondaki ayar diğer kollara çok kısa sürede aktarılmakta (klasik radyal soğutmaya göre %75 kısa zamanda) böylece imalat oturtma zaman kayıpları azalmaktadır.

2.4. Zamanlı radyal soğutma hava kutularının alt ünitesinin ortak olması sayesinde Blow-Blow, Pres-Blow ve NNPB Proseslerinde ürünler yakın ağırlıkta ise (ürün hacim-ağırlık sınırları içinde kalıyorsa), deneme-numune imalatı çalışılabilmektedir. Şayet row-sort ve ambalaj makinalarında da düzenleme yapılırsa seri imalatlara geçilebilir.



Şekil: 4

2.5. Klasik radyal soğutma hava portunun imalat değişim zaman kayıplarından kazanılmıştır. Bu tip imalat değişimlerinde zaman ve işçilik olarak en fazla süreyi ebişör tarafı almaktadır. Klasik radyalden NNPB axial soğutmaya geçiş süresi yaklaşık 190 dakikadır. Bu süre zamanlı radyal soğutmadan NNPB axiale geçişte yaklaşık 100 dakikaya inmektedir.

Öte yandan zamanlı radyal tip soğutma yaygınlaşması ile NNPB zamanlı-radyal ebişör tarafı imalat değişim süresi, başka değişen ekipman yok ise, (Örneğin: kalıp kolu) en az seviyeye inecektir.

Bu tip imalat değişim süre toplam yüzdelerinin işletme çalışma zamanı üzerindeki kaybı % 0,13 seviyesindedir. Ekipman değişiminin azalması ile bu imalat değişim süre kaybının % 25-50 oranında azalması söz konusu olacaktır.

3. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Üretim şartlarında pratik çalışmalara dayanarak 5" merkez mesafeli çift damla IS makinalarında yapılan bu uygulamalarda 300 grama kadar olan Blow-Blow ve Press-Blow imalatlar için hiç bir engel oluşturmamıştır. Ağır imalatlarda ise ön-arka ayrı ayrı ebişör valflerinin olmasından dolayı ve soğutma kanal kesitlerindeki daralma nedeniyle ebişörler daha sıcak kalmış, devir düşülmek zorunda kalınmıştır. (NNPB ürünlerde ise, parizon iç yüzeyindeki ısı transferi mastör aracılığı ile sağlandığı için ağır imalatlarda sorun olmamaktadır.) Ön-arka bağımsız valften bir tek valfe geçilmesiyle birim alanda iki kat artış sağlanarak yeterli hava debisinin elde edileceği düşünülmektedir.

Kalite kayıplarından dolayı oluşan ürün hatalarını gidermemizle operasyonel yeteneklerimiz artmış, imalat oturtma, deneme üretimleri, imalat değişimi sürelerinden oluşan işletme zaman kayıplarımız azaltılmış, ekipman-yedek parça kullanımında standartlaşmaya doğru gidilmiştir.

FLOAT CAM BANYO HATALARI VE TABAN BLOKLARININ ÖNEMİ

Bülent Arman
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
Gökhan Atikkan
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası

ÖZET

Float banyosu, eriyik halindeki camın düz cam olarak şekillendirilmesine yardımcı olan, dışı saçtan yapılmış, iç kısmı ise refrakter malzemelerle örülü kapalı bir havuz gibi düşünülebilir. Kalay banyosunun atmosferi, ergimiş kalayın oksitlenmemesi için indirgen özellikte hidrojen/azot karışımından oluşur.

Float banyo hataları olarak sınıflandırılan tüm cam hataları 600-1200°C aralığında camın alt ve üst yüzeyinde oluşan hatalar başlıca Sn, SnO, SnO_2, SnS, $SnCl_2$, $CaSnSiO_5$, Na_cSO_4, NaCl, demiroksitler, altyüzey açık ve kapalı habbeleri, refrakter parçaları, bloom hatalarıdır. Bu derleme çalışmasında float banyo hataları olarak bugüne kadar gözlenen ve incelenen kusurlara genel bir bakış yapılacaktır.

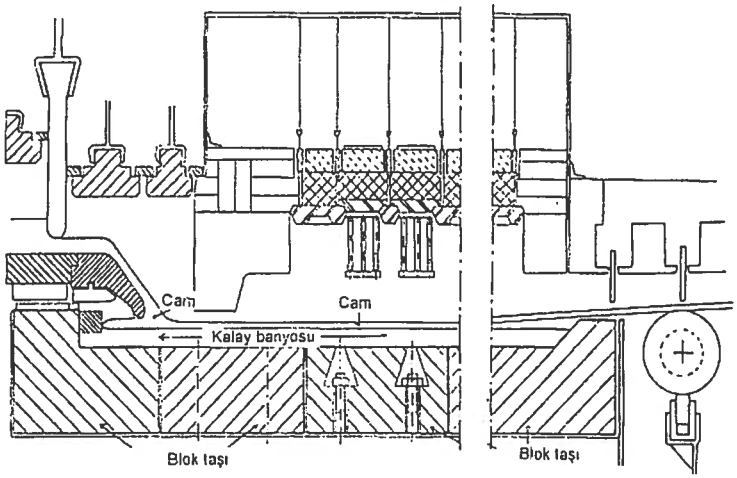
1. GİRİŞ

Float banyo hataları özellikleri itibarıyla float cam dışındaki diğer soda kireç camlarında görülen hatalarından farklı türlerde hatalardır. Bu çalışmada float camlarda görülen ancak float cam banyosunun özellikleri nedeniyle banyo içerisinde oluşarak üretilmiş camların alt ve üst yüzeylerinde görülebilecek türde hatalar ve nedenleri anlatılacaktır.

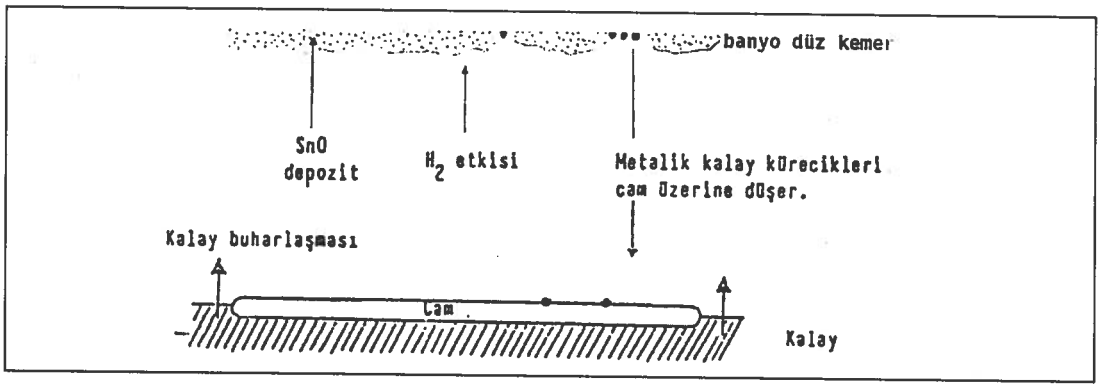
2. FLOAT BANYOSUNUN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Float banyosu, eriyik haldeki camın düzcam olarak şekillendirmesine yardımcı olan, dışı sacdan yapılmış, iç kısmı ise refrakter malzemelerle örülü kapalı bir havuzdur. Kalay banyosunun atmosferi ergimiş kalayın oksitlenmemesi için indirgen özelliğe sahip olan hidrojen/azot karışımından oluşur. Banyoda gerekli sıcaklığı sağlamak için elektrik ısıtıcıları mevcuttur. Banyodan özel bir çıkış düzeni ile (exit lip) çıkan cam daha sonra tavlama kısmına ve oradan da kesme hattına gider. Float banyosunun şematik görüntüsü aşağıda verilmiştir.

FLOAT BANYO



Float banyosu içerisinde bulunan malzemeler başlıca cam ergiyiği, altında ergiyik kalay, altında alüminosilikat refrakter, banyo tavanında alüminosilikat refrakter, silisyum karbür ısıtıcılar, dinlenme bölgesi banyo girişinde fused silika tweel, fused alumina spout ve banyonun omuz bölgesinden çıkışına doğru demir esaslı metal malzemeden yapılmış bank soğutucularıdır. Banyo içerisinde bulunan kalayın özellikleri aşağıda belirtilmiştir.



3. FLOAT BANYO KİMYASI (KALAYIN ÖZELLİKLERİ)

- Kalay, banyo içerisinda eriyik haldedir. (1100°C-600°C)
- Cam, kalayın üzerinde kolaylıkla yüzebilir, Kalayın yoğunluğu (7.285 gr / cm) cama göre üç kat daha fazladır.
- Saf kalay, normal şartlarda cam ile hiçbir reaksiyona girmez: (Safsızlık bulunmadığı durumlarda)
- Kalay, banyo sıcakılıklarında, çok düşük bir buhar basıncına sahiptir. Başka bir deyişle, kalay çok az buharlaşır.
- Kalay, bu özellikleri nedeniyle, diğer bilinen metal veya alaşımlara göre daha uygun olup, kolaylıkla bulunabilir.

Yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanında kalay banyo sıcaklıklarında, kolayca oksitlenebilir ve bu nedenle kullanımında çeşitli problemler ortaya çıkar. Bu amaçla kalayın oksitlenmesini önlemek için banyo atmosferi olarak, H_2 ve N_2 karışımı olan gaz kullanılır.

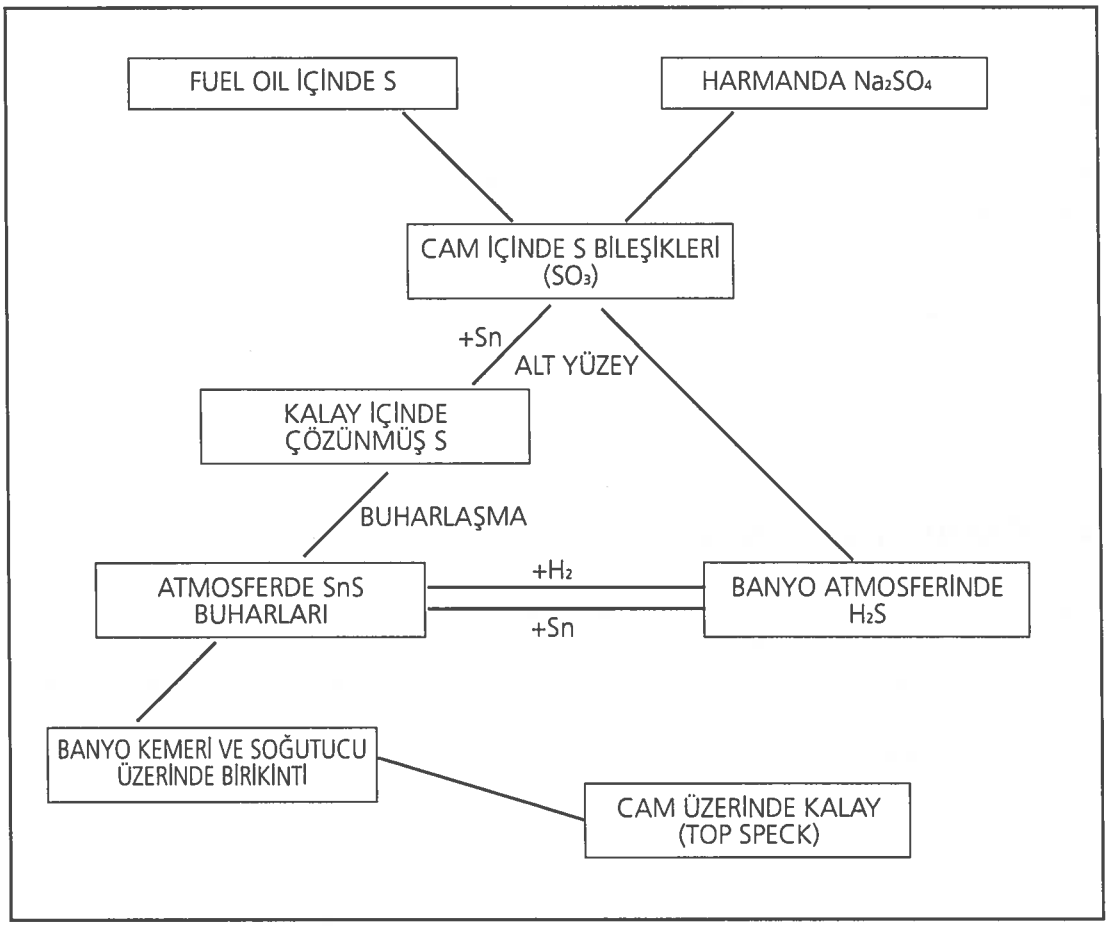
4. FLOAT BANYO HATALARI

Float camın kalitesini bozan ve float camın alt ve üst yüzeyinde görülen metalik kalay yapışmaları, alt yüzey açık habbeleri, refrakter yapışmaları, top spek (metal kalay), SnO_2 (kasiterit), SnS, drips (kalay, demiroksit, NaCl, Na_2SO_4 kompleksleri) diyopsit (Ca,Mg) SiO_3), Malayait (CaSnSiO5) türünde hatalar banyo içerisinde oluşan hatalardır.Banyo içerisinde oluşan interaksiyonlar aşağıda tablo ve şemalar halinde belirtilmiştir.

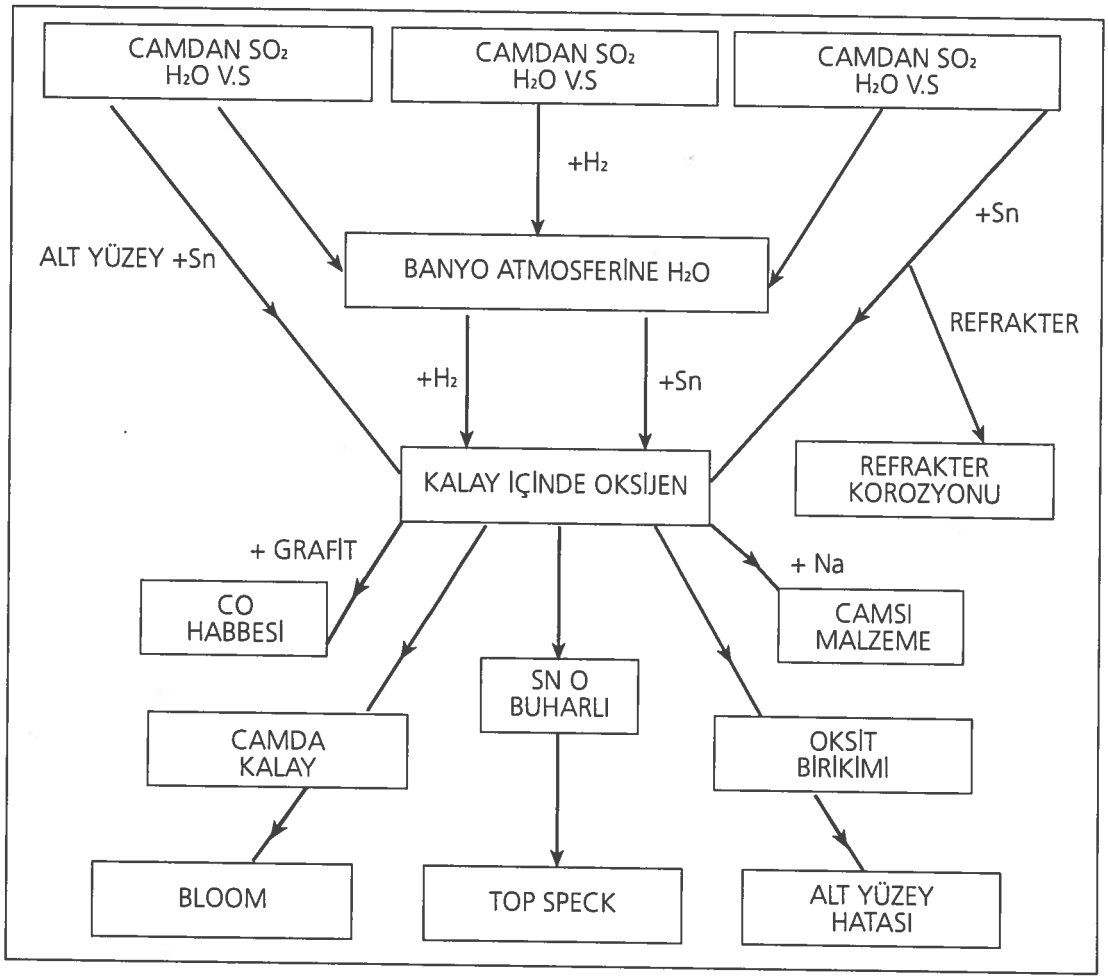
KÜKÜRT, OKSİJEN, SODYUM, KARBON VE HİDROJEN GAZLARININ KALAY ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

	KAYNAK	ETKİLERİ	KONTROL
KÜKÜRT	Cam	Top Speck	Venting
OKSİJEN	Cam Kaçak Atmosfer	• Bloom ve alt yüzey hataları • CO habbesi • camsı malzeme • Top Spek • Hidrojen yetersizliği	• Sızdırmazlık sağlamak • Hidrojeni arttırmak • Karbon kontrolü
SODYUM	Cam	• Camsı malzeme oluşumu • Distorsiyon	Doğrudan kontrol yok
GRAFİT	Grafit Eleman	• Banyolu temizler • CO habbesine neden olur	Doğrudan kontrol yok
HİDROJEN	Atmosfer	• Banyoyu temizler • Alt yüzey habbesine neden olur • Sodyum buharlaşmasını hızlandırır • Maliyeti artırır	%H_2 miktarını azaltmak için oksijeni asgari seviyede tutmak

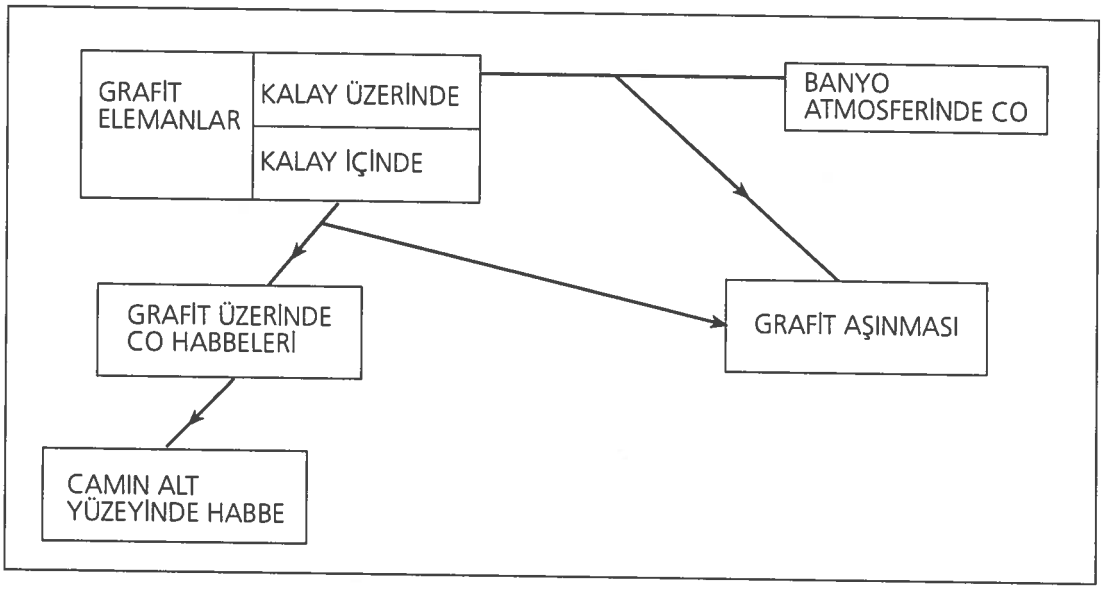
KÜKÜRT BUHARLARININ BANYO İÇİNDEKİ İNTERAKSİYONLARI



OKSİJENİN BANYO İÇİNDEKİ İNTERAKSİYONLARI



KARBON MALZEMELERİN BANYO İÇİNDEKİ ETKİLERİ



5. SONUÇLAR

- Ergimiş kalay içindeki değişik nedenlere bağlı olarak zamanla gelişen çeşitli safsızlıklar farklı hatalara kaynak oluştururlar.
- Banyoya hava sızması en önemli oksijen kirliliği kaynağıdır. Camın alt yüzeyinde ki kalay, kalay sayımlarıyla takip edilebilir.
- Banyoda kullanılan soğutucuların yoğuşmaya neden olmayacak şekilde geliştirilmeleri ve malzeme seçiminin özenle yapılması gereklidir.
- Cam üzerinde kullanılan her türlü enstrümanın camın yüzeyine hata verme olasılığı vardır.
- Banyo taban blokları ile cam çekişini takiben uzun süre alt yüzüy habbelerine neden olabilirler. Özel temizleme yöntemi geliştirilmelidir. Ayrıca taban soğutma sistemi efektif çalıştırılmalıdır.
- Alt yüzey hataları (çizinti, kazıntı, v.s.) Kalite açısından en önemli sorun olmaya devam etmektedir.
- Kalınlık değişimleri nedeniyle sık sık uygulanan sıcaklık farklılaşmaları taban bloklarında zaman içinde flaking ve laminasyon'a neden olabilir.
- Bu bildiri kapsamında banyo kaynaklı münferit hatalar anlatılmıştır, bunun dışında şekilsel distorsiyon hatalarıda mevcuttur.
- 2001 yılını işletmelerimiz için KASİTERİT hatalarını azaltma yılı olarak önermek istiyoruz.

CAM ÇUBUK ÜRETİMİNDE VERİM ARTTIRICI ÇALIŞMALAR

Üretim Müdürlüğü - Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü
Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.
Dr. Hakan Sesigür
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

ÖZET

Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. III nolu fırında üretilen cam çubuk merkezindeki matal izi ve habbe probleminin çözülmesine yönelik Eylül 1997 yılında başlayan çalışmalar Mart 2000' de tamamı ile çözümlenmiştir. Çalışmaların sürdürüldüğü yaklaşık 2.5 yıllık dönemde fırının;

19.Aralık.1996 - 8.Aralık.1997
22.Nisan.1999 - 14Aralık.1999 tarihleri arasında yaklaşık 1.5 yıl çalışmadığı dikkate alındığında yapılan çalışmalar ve üretim denemeleri 1 yılda tamamlanmıştır.

Başlangıçta %21 mertebesinde olan metal izi ve merkez habbesi kaynaklı kayıplar yapılan çalışmalar ile ikinci kampanyada %11' e ve üçüncü kampanyanın hemen başlangıcında da %0' a düşürülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda %21 oranındaki kaybın sıfıra indirilmesi ile ay bazında kazanç 71.810$ olup fırının çalıştığı 4 ay boyunca toplam kazanç ise 287.250$ dır.

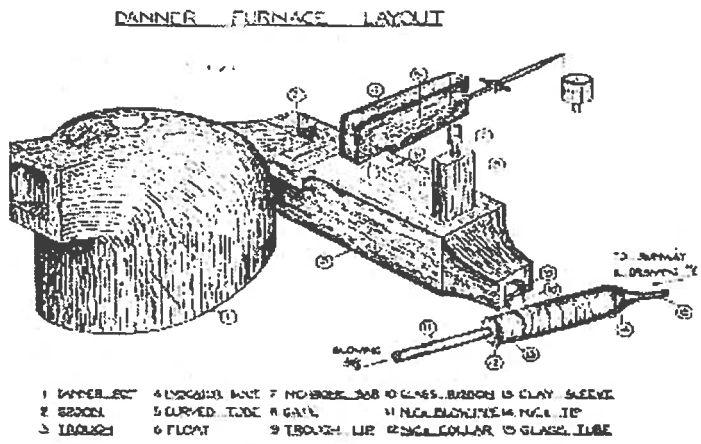
GİRİŞ

Aydınlatma sektörünün değişen moda akımlarından etkilenmesinine karşılık avize ile aydınlanma dünya üzerinde azımsanmayacak bir kitle tarafından tercih edilmektedir. Ülkemiz de bu pazara hizmet veren önemli bir üretici konumunu korumaktadır.

Tek pazarı avize olan cam çubuk dünya üzerinde yaygın olarak "DANNER PROSESİ" ile üretilmektedir. Ülkemiz cam çubuk ihtiyacının hemen hemen tamamına yakınını karşılayan Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.' de de üretim bu proses ile gerçekleşmektedir. Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.' de yaşanan ve çubuk kalitesini doğrudan etkileyen metal izi ve habbe sorunlarının kaynaklarının belirlenmesi ve çözüme ulaştırılması amacı ile geniş kapsamlı inceleme ve araştırma çalışmaları yapılmıştır.

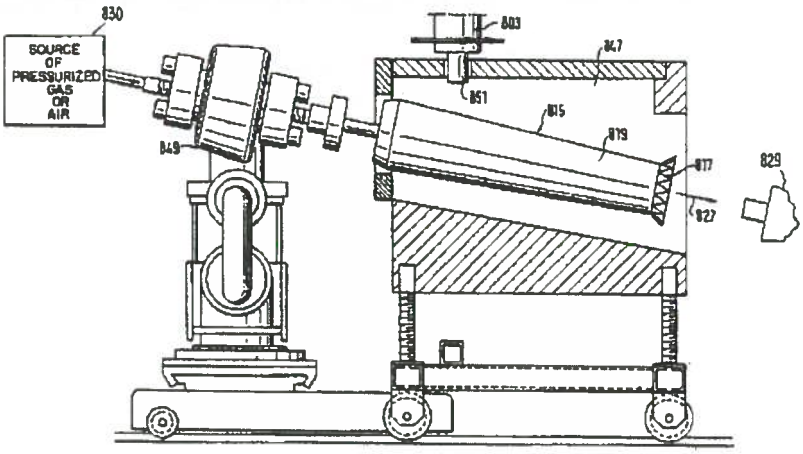
Danner Prosesi :

1912 yılında Amerikalı mühendis Edward DANNER tarafından geliştirilen bu proses günümüzde cam çubuk ve tüp üretiminde dünyada uygulanan en yaygın yöntemdir. Fırından alınan camın sürekli olarak , dönen bir mandrel üzerine akıtılması ve diğer uçtan çekilerek çubuk şeklinde cam üretimi prensibine dayanan DANNER PROSESİ günümüze dek hemen hemen hiçbir değişikliğe uğramadan gelmiştir. Şekil 1'de



Şekil 1: Danner Prosesinin şematik gösterilimi[1].

1939 yılı Journal of the Society of Glass Technology dergisinde yayınlanan bir makalede yer alan Danner Prosesi çizimi verilmektedir. Şekil 2' de de 14 Mayıs 1990 yılında alınan US 05057136 nolu patentte yer alan çizim verilmektedir.



Şekil 2: US 05057136 da Danner prosesinin şematik gösterilimi [2].

Şekil 1 ve 2'de şematik olarak verilen sistemde fırından alınan cam, seramik tüp üzerine akıtılır. Sürekli olarak dönen bu tüp üzerine sarılan cam tüpün diğer ucundaki metal koni üzerinden çekilerek çubuk veya tüp üretimi gerçekleştirilir.

Denizli Cam Sanayii A.Ş. ' de 3 numaralı fırında Ağustos 1986 tarihinden bu yana cam çubuk üretimi yapılmakta olup çubuktaki metal izi ve habbe problemi ile oluşan kayıpların nedenlerinin belirlenmesi ve çözümü için, işletme ve Cam Araştırma Merkezi birlikteliği ile 1997 yılında sistemli bir ar-ge çalışması başlatılmıştır. Problem Şubat 2000' de tamamı refrakter pipo malzemesi kullanılarak çözüme ulaştırılmıştır.

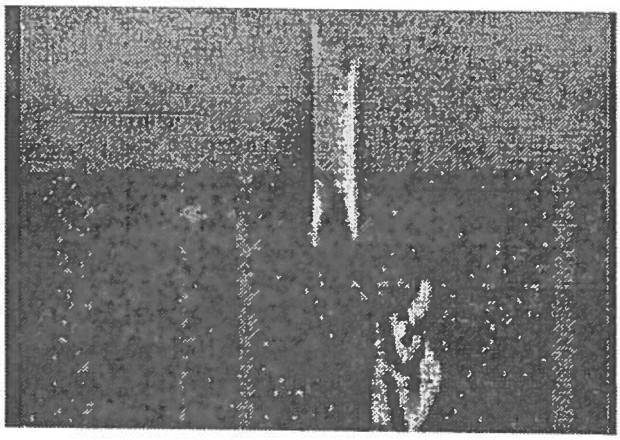
PROBLEMİN BELİRLENMESİ

Cam üretiminin çeşitli aşamalarında metal ve ergimiş cam teması söz konusudur. Bu etkileşim sırasında korozyona uğrayan metal malzeme bozularak hem cam ürün üzerinde olumsuz etkiler yaratır hem de kendisi kullanılmaz hale gelir.

Ergimiş cam sisteminde; atmosferik korozyonda olduğu gibi, metal yüzeyinde koruyucu bir oksit film tabakası oluşmaz. Metal yüzeyinde oluşan oksit difüzyon ve/veya cam akışı ile yüzeyden uzaklaşır. Durgun bir yüzeyin olduğu durumlarda, cam/metal ara yüzeyinin cam tarafında oluşan oksidasyon ürünlerince zengin, aşırı doygun tabaka koruyucu kaplama görevini görmektedir. Herhangi bir koruyucu film tabakası olsun ya da olmasın metal çözünme reaksiyonu kimyasal kontrollü bir reaksiyondur.

Denizli Cam Sanayii'nde cam çubuk üretimi sırasında sürekli olarak yaşanan, çubuk merkezinde metal izi ve habbe probleminin çözülmesine yönelik yapılan çalışmanın ilk basamağını mevcut durumun belirlenmesi ve hata mekanizmasının çözümlenmesi oluşturmuştur.

Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.' nin DC-III nolu cam çubuk fırınında üretilen çubuklarda DANNER makinası pipo konisinden kaynaklandığı tahmin edilen metal izleri ve elektroliz habbelerine rastlanmıştır. Bu konunun belirlenmesi amacı ile yapılan incelemelerde cam çubuk merkezinde oluşan izin EMP ile alınmış görüntüsü Şekil 3' de verilmektedir



Şekil 3: Cam çubuk metal izine ait EMP görüntüsü.

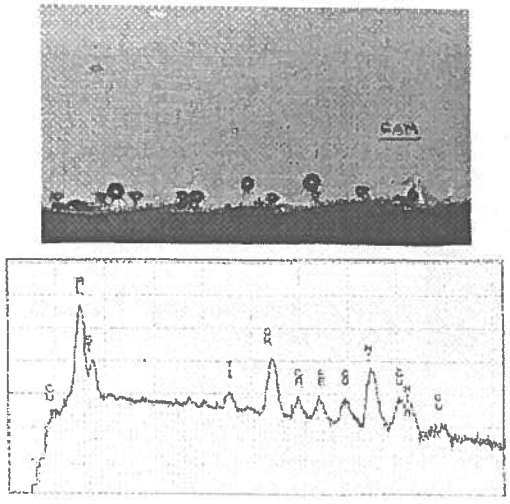
Çubuk merkezinde metal izi oluşturan bölge ile camın orjinal kompozisyonları Tablo 1' te verilmektedir.

Tablo 1: Cam çubuk ve metal izi kompozisyon karşılaştırması.

	Na2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	BaO	Cr_2O_3	SO_3
Metal İzi (*)	6.98	3.69	0.81	56	0.21	7.36	1.03	23.64	0.28
Cam (*)	11.9	2.9	2.79	73.01	0.79	6.35	1.68	-	0.58

Tablo 3' ten de anlaşılabileceği gibi çelik pipo konisindeki alaşım elementlerinden biri olan kromun cam ile fiziksel ve/veya kimyasal etkleşimleri sonucu çözünmesi ile çubuk merkezinde kromca zengin bir cam fazının oluşumu söz konusudur.

Cam çubuk merkezinde metal izinin yanı sıra habbe oluşumuda gözlenmektedir. Metal pipo konisi üzerine yapışmış camda yapılan incelemelerde habbelerin cam/metal reaksiyonu sonucu oluştuğu belirlenmiştir. İncelemeye ait fotoğraf ve reaksiyon bölgesinin EMP incelemesi Şekil 4 ' de verilmektedir.



Şekil 4: Cam/metal reaksiyonu sonucu habbe oluşumu

PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ YÖNÜNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

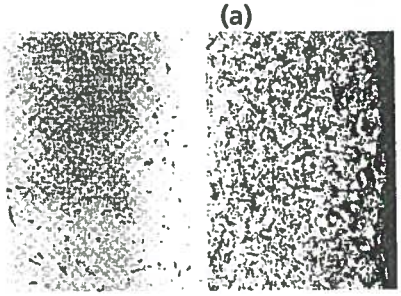
Bu çalışmanın başlangıcına kadar Denizli Cam Sanayii A.Ş.' de cam çubuk üretimi çelik esaslı pipo koniği kullanılarak gerçekleştirilmekte idi. Kullanılan çelik malzemeler DIN 1.4841 ve DIN 1.4876 kodları ile bilinen ticari malzemelerdir.

Pipo konisi metali olarak kullanılan DIN 1.4841 ve DIN 1.4876 kodlu çelik malzemelerin ikiside ostenitik paslanmaz çelik grubuna giren yüksek Cr-Ni içerikli ve ısıl dirençleri yüksek çeliklerdir. Ostenitik paslanmaz çeliklerde en büyük sorun krom karbür çökelmesidir. Kritik sıcaklık olarak bilinen 400-850°C arasında tane sınırları boyunca ayrışarak yan yana dizilen kromca zengin karbürler gerek tane sınırlarında ve gerekse taneler arasında toplanırlar, malzemenin korozif ortamda bulunması halinde taneler arası korozyona ve tane ayrılmasına yol açar. Bu olay da, katı çözeltideki kromun korozyona dayanıklılık sınırının altına düşmesine yol açar. Belirtilen sıcaklılara uzun süre maruz kalan ostenitik çeliklerde çöken karbürler 1050-1150°C arasında yapılan bir tavlama ile tekrar tane içerisinde çözündürülür.

DIN 1.4841 malzeme ile üretilen çelik koni sisteme bağlandıktan ve üretim başladıktan sonra çubuk merkezinde 0.2-0.5 mm. Boyutunda zincir şeklinde sıralanmış habbeler oluşmaktadır. Zaman içerisinde bu habbelerin boyutları küçülerek çubuk merkezinde iz şeklinde bir habbe kümesi oluşturmakta ve habbe oranı sabitlenmektedir. Sistem 1070°C' de 1-1.5 saat tavlandıktan sonra tekrar çubuk çekildiğinde öncelikle ilk iki saat yoğun olarak sıralanmış habbeler gözlenmiş zaman içerisinde bunlar tedrici olarak azalarak ve boyları küçülerek belirli bir seviyeye inmiştir. 8-10 saat bu seyrini koruyan habbeler daha sonra yeniden büyüme ve artma eğilimine girmiş ve tavlama işlemi tekrarlanmak zorunda kalınmıştır.

DIN 1.4876 malzeme ile üretilen koni sisteme bağlandıktan ve üretim başladıktan sonra çubuk merkezinde seyrek durumda 0.2-0.5 mm boyutlarında habbeler oluştuğu gözlenmiştir. Zaman içerisinde habbelerin boyu küçülürken çubuk merkezinde yavaş yavaş (-12 saat içinde) metal izi oluşmaya başladığı görülmüştür. Ayrıca 1100°C de yapılan tavlama işleminin metal izi oluşumunu önlemediği görülmüştür.

(a)



(b) (c)

Tane sınırlarında biriken kromca zengin karbürler ile kompozisyonu bunlardan tamamen farklı çelik tanelerinin elektrokimyasal çift meydana getirerek elektroliz habbelerinin oluşumuna neden olmaktadır.

Çelik pipo koniğinin kullanılmadan önceki mikro yapısı ve kullanım sonucunda kromkarbürlerin tane sınırlarında çökelmesi Şekil 5'de verilmektedir.

Şekil 5: DIN 1.4841 standardınddaki numune mikroyapı fotoğrafları (a) orjinal yapı, (b) kullanılmış pipo konisi merkezi, (c) kullanılmış pipo konisi yüzeyi

Problemin çözümü amacı ile iki farklı yol izlenmiştir bunlar;

- Koni metalini cama karşı direnci başka bir malzeme ile kaplamak.
- Koni metali malzemesinin kompozisyonunu değiştirmek.

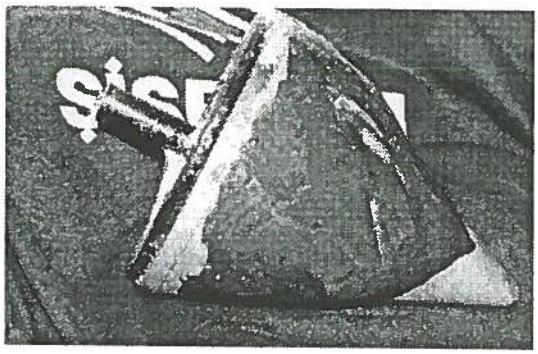
Metal Pipo Konisi Üzerine Yapılan Kaplamalar:

Pipo konisi üzerine farklı bir kaplama yapmak sureti ile sıcak cam-metal temasını önlemek amacı ile üç farklı tür kaplama çalışması yaptırılmıştır Bunlar;

- ZrO_2 Kaplama (pipo çapı 165mm.)
- $Al2O_3$ - TiO_2 Kaplama (pipo çapı 165mm.)
- Stellite 4 Kaplama (pipo çapı 185mm.)

Plazma sprey yöntemi ile yapılan seramik kaplamalar (ZrO_2 ve Al_2O_3 - TiO_2) gerek işletme şartları ve gerekse de kaplamanın bazı bölümlerinde taşıma sırasında oluşan çatlak ve dökülmeler nedeni ile üretimde denenmemiştir.

Stellite 4 isimli malzeme ile yapılan denemede de çok yoğun metal izi yaşanmıştır. Deneme sonrasında seramik pipodan ayrılan metal koninin üzerine soğuk cam yapışmış haldeki görüntüsü Şekil 6 da verilmektedir.



Şekil 6: Stellite 4 ile yapılan üretim denemesi sonrasında metal pipo konisinin görüntüsü

Farklı Metal Pipo Konisi Malzemeleri Denemeleri :

Farklı pipo malzemelerinin cam çubuk üretimindeki davranışlarının belirlenmesi amacı ile; metal izi ve habbenin oluşum mekanizmalar beklirlendikten sonra bu kullanım şartlarında daha iyi performans gösterecek üç farklı metal malzeme değerlendirilerek işletme şartlarında denenmiştir. Söz konusu bu malzemelerin kimyasal kompozisyonları Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2: Farklı metal malzemelerin kimyasal kompozisyonları (%).

Metal 1							
C	S	P	Cr	Co	Mo	W	Fe
0.3	<0.005	0.025	15.00	4.50	1.00	1.00	Kalan

Metal 2						
C	Cr	Co	Mo	Ti	Al	Ni
0.04	19.00	14.00	4.00	3.00	1.50	Kalanı

Metal 3				
Ni	Co	Al	Fe	Cu
14.5	1.50	10.00	<1.00	Kalanı

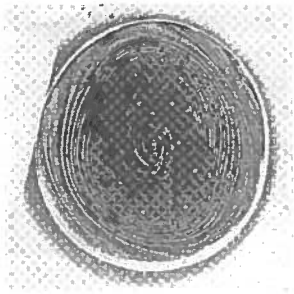
Şekil 7: Metal 3 kodlu pipo konisi ile üretilmiş cam çubuk merkezindeki izin görüntüsü.

Cam kalıp malzemesi olarak başarı ile kullanılan Metal 1 ve Metal 2 kodlu malzemeler DANNER PROSESI ile cam çubuk üretiminde çalışma şartlarının ağırlığı nedeni ile başarılı olamamış yoğun metal izi gözlenmiştir. Metal 3 kodlu malzeme ise belirli sıcaklıklara kadar oldukça başarılı bir performans göstermiş ancak yüksek çekişlerde malzemenin çözünerek çubuk merkezinde metal izi oluşturduğu belirlenmiştir. Söz konusu metal izinin görüntüsü Şekil 7'de verilmektedir.

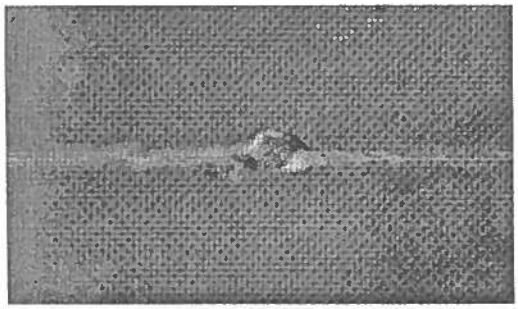
Yüksek çekişlerde yaşanan metal izi problemine ramen, üretim kayıpları Metal 3 kodlu malzeme kullanılarak %21 den %11' düşürülmüştür.

Refrakter Pipo Malzemesi ile Üretim çalışmaları:

İşletme ve CAM' ın fikir birliği ile cam çubuk üretiminin tamamen refrakter malzemeden üretilmiş pipo malzemesi ile yapılmasına karar verilmiş ve pipo özel olarak ürettirilmiştir. Şubat 2000 tarihinde DC-III nolu fırının sağ hattında refrakter pipo ile üretime başlanmıştır. Deneme üretimlerinde Şekil 8 ve 9' da gösterilen çubuk homojenitesindeki bozulma ve merkezde wollastonit oluşumu gibi problemlere rağmen, metal izi tamamen ortadan kalkmakla birlikte, habbe 1.5 kg'lık çubukta 10-12 seviyesine kadar düşürülmüştür. Gerekli düzenlemeler yapılarak çubuk homojenitesi düzeltilmiş (Şekil10) ve wollastonit oluşumu engellenmiştir.



Şekil 8: Cam çubuk homojenitesindeki bozulma.



Şekil 9: Çubuk merkezinde wollastonit oluşumu.

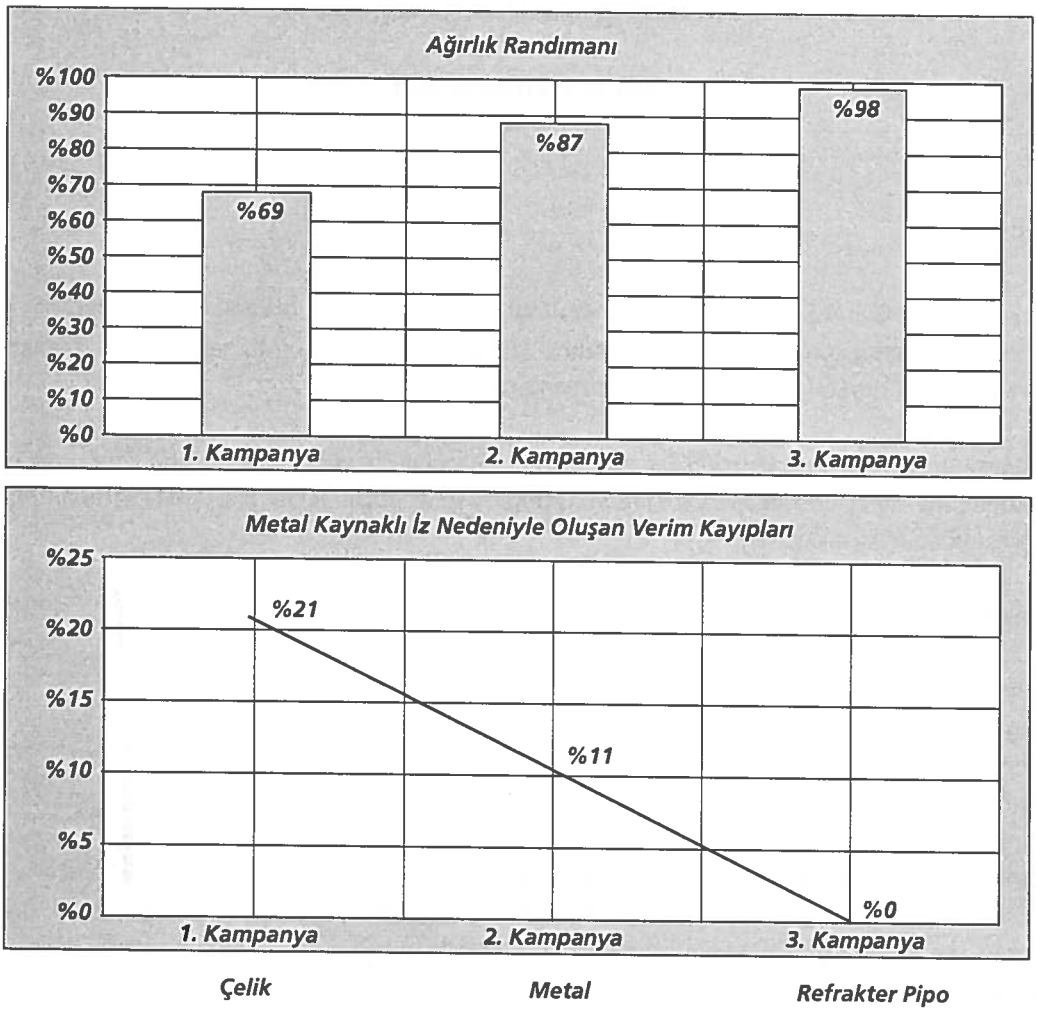
Şekil 10: Cam çubuğun nihai homojenizasyonu.

Değerlendirme:

Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. III nolu fırında üretilen cam çubuk merkezindeki matal izi ve habbe probleminin çözülmesine yönelik Eylül 1997 yılında başlayan çalışmalar Mart 2000' de tamamı ile çözümlenmiştir. Çalışmaların sürdürüldüğü yaklaşık 2.5 yıllık dönemde fırının;

19.Aralık.1996 - 8.Aralık.1997
22.Nisan.1999 - 14Aralık.1999 tarihleri arasında yaklaşık 1.5 yıl çalışmadığı dikkate alındığında yapılan çalışmalar ve üretim denemeleri 1 yılda tamamlanmıştır.

Bu çalışmanın sonunda gelinen noktanın sağlıklı olarak belirlenebilmesi amacı ile çalışmanın başlangıcından önceki dönemde ve çalışma süresince "çubuk merkezinde metal izi ve habbe" nedeni ile yaşanan randıman kayıplarındaki değişim tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçları Şekil 11' de verilmektedir.



Şekil 11: Çeşitli dönemlere ait "çubuk merkezinde metal izi ve habbe" kaynaklı ağırlık randımanı ve verim kayıpları değişimi.

Başlangıçta %21 mertebesinde olan metal izi ve merkez habbesi kaynaklı kayıplar yapılan çalışmalar ile ikinci kampanyada %11' e ve üçüncü kampanyanın hemen başlangıcında da %0' a düşürülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda %21 oranındaki kaybın sıfıra indirilmesi ile ay bazında kazanç 71.810$ olup fırının çalıştığı 4 ay boyunca toplam kazanç ise 287.250$ dır.

KAYNAKÇA

I. SIBILLA V.E., Mech.E.G.I., "The Automatic production of Glass Tubing and Rod on the Danner Machine" Journal of the Glass Society of Glass Technology,1939, vol.23,293-307

2. US 05057136 Patentl.

3. BAJORAT von H.,WEISS W.,"Einige Versuche über die Ursaceh von Dimensionsschwankugen am Dannerrohr", Glatechn. Ber. April 1965,147-151

TRAKYA CAM SANAYİİ A.Ş. 1 NO'LU FIRININDA KOYU YEŞİL ÜRETİMİNİN İNCELENMESİ VE MODEL ÇALIŞMALARI

Lale Önsel - Zeynep Eltutar
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Ümit Özmerdiven
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

ÖZET

Trakya Cam Sanayii A.Ş.1 no'lu float fırınının 1997 yılında başlayan üçüncü kampanyasında, daha önce üretimi yapılan renksiz, bronz ve füme camların yanısıra otomotiv sanayiinde kullanılmak üzere yeşil cam üretimlerinin de yapılması planlanmıştır.

Açık yeşil üretimlerinde bazı zorluklar olmasına rağmen üretim verimi yüksek olmuştur. Koyu yeşil üretiminde ise optik kaliteyi bozan ream problemi yaşanmıştır. Bildiri kapsamında, ream probleminin giderilmesi amacı ile,

- Elektrik takviye miktarları,
- Bubbler yüksekliği ve kullanılan hava debisi ile basıncı,
- Boyunda su soğutucu seviyesi,
- Boyunda ikinci su soğutucu seviyesi,
- Karıştırıcılar,
- Fırın sıcaklık profili,
- Dinlendirme bölgesi bekleri,
- Dinlendirme bölgesi izolasyon uygulamaları ve
- Dinlendirme bölgesi sonunda üst yapıdan uygulanan firkete soğutucuları ile ilgili olarak üretime geçiş ve üretim aşamalarında fırında alınan önlemler ve bu önlemlerin değerlendirilmesi için yapılan çalışmalar gerekse model çalışmaları,
- TR1 fırınında bundan sonra yapılacak olan ve 725 t/g çekişte otomotiv kalitede renksiz üretimin yanısıra açık, koyu ve çok koyu yeşil üretimlerinin de yapılmasının planlandığı TR2 fırınının oluşturulmasında yararlı olacaktır.

GİZLİLİĞİ NEDENİYLE YAYIMLANMAMIŞTIR.

ÇİFT SPOUT-ÇİFT FEEDER UYGULAMASI

Ahmet Okan - Erdoğan Bahçuvanoğulları
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Mersin Fabrikası

Ertuğrul Yay
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

ÖZET

Paşabahçe Cam San.ve Tic. A.Ş Mersin Fabrikası'nda çay bardağı üretiminde 3 adet Olivotto O-90-TR28 çift damla Pres-Üfleme makinası mevcut olup bunlar tek spout-tek feeder mekanizması ile çalışmakta idi. Tek mekanizma ile çift damla yapımında ve de özellikle makinalar yüksek devirli (180 damla/dak.) olduğu için ayar zorlukları bulunmaktadır.

Bu zorlukları minimize etmek amacı ile üretim hatlarımızdan A-1 hattı pilot makina seçilerek,daha kolay damla yükleme,daha yüksek üretim hızı için çift spout-çift feeder düşüncesinin projelendirilmesine karar verilmiştir.

Ağustos 1999 tarihinde A-1 hattında uygulamaya alınan bu sistemin maliyeti **85.000 USD** olarak gerçekleşmiştir, buna karşılık üretim kayıplarının azalması ve üretim hızı artışının sağladığı kazanç yıllık **163.000 USD** olmuştur. Elde edilen olumlu sonuçlar üzerine diğer çift damla Olivotto üretim hatlarımızda da bu sisteme geçilmesi kararı alınmış olup hazırlıklar tamamlanmıştır.Hedefimiz 2000 yılı sonuna kadar diğer hatlarda da bu projeyi uygulamaya geçirmektir.

1.GİRİŞ

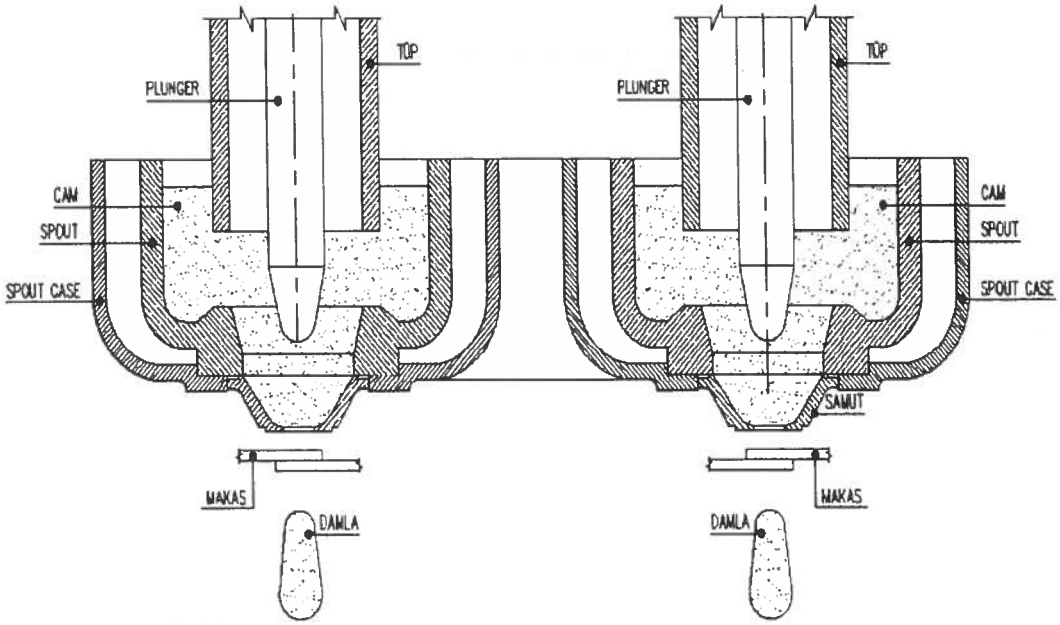
Bu projeye, gerçekleştirilmiş diğer bir proje olan **Çift damla Pres-Üfleme makinası** hatlarının üretime alınmasından sonra ihtiyaç duyulmuştur. Çift damla makinalarda aynı anda makinaya çift damla verilmesi ve şekillendirilmesi gerekmektedir. Bu özellik mevcut durumdaki tek spout-tek feeder ve indexsiz çalışan makina ile kayıpsız olarak gerçekleştirilememektedir.

Şekillendirme prosesinin başlangıcındaki temel şart sıcaklığı,gramajı,şekli ve timing'i uygun cam damlanın kısıtları olmadan yapılabilmesi ve ebüşör kalıbı dediğimiz ilk kalıba merkezlenerek yüklenmesidir.Tek spout-Tek feeder mekanizması ile çift damla yapımında,damla şekline kumanda eden makas kesme hızı,makas geçme,makas bindirme gibi önemli ayar mekanizmaları tek olduğu için,bir damladaki sorunu gidermek amacı ile yapılan ayarlar diğer damlayı direkt olarak etkilemektedir. Çünkü bir makas koluna çift makas bıçağı bağlıdır. Dolayısı ile her iki damlanın da üretim yapılabilecek optimum ayar noktasının bulunması zorunludur. **BU ZORLUKLAR ÇİFT SPOUT-ÇİFT FEEDER PROJESİNİ DOĞURMUŞTUR.**

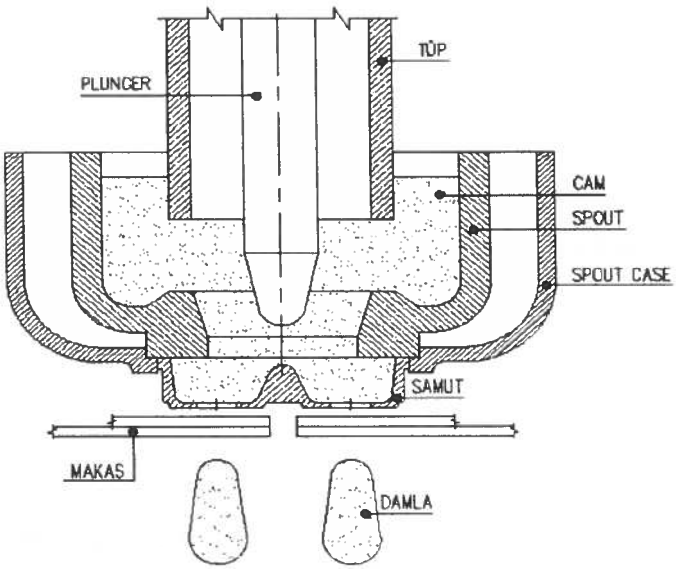
Bu proje için BH-F (İngiltere) firmasından 09/1998 tarihinde teklif alındı. Teklif fiyatı refrakter malzemeler hariç **363.954 USD** dir. Fiyatın yüksek olması sebebi ile, bu projenin dahili imkanlar ile gerçekleştirilmesine karar verildi. Paşabahçe Cam San. ve Tic A.Ş. Mersin ve Paşabahçe fabrikası personelinden bir proje ekibi kurularak proje refrakterler ve tüm mekanik aksam dahil **85.000 USD ' ye** gerçekleştirildi.

Aşağıdaki resimlerde Tek ve Çift Spout farklılıkları görülmektedir.

ÇİFT SPOUT-ÇİFT FEEDER



TEK SPOUT-ÇİFT FEEDER



2. PROJE EKİBİ

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

- Ahmet Okan	(Üretim Müdürü)
- Sinan Ulufer	(Mühendislik Hizmetleri Müdürü)
- Erdoğan Bahçuvanoğulları	(Pres-Üfleme Üretim Şefi)
- Salih Karahasanoğlu	(Geliştirme Şefi)
- Mesut Irmak	(İşletme Bakım Onarım Şefi)
- Dr. Hilmi Akıncı	(Fırın Şefi)

- Yavuz Gültekin (Pres- Üfleme Üretim Mühendisi)
- Ragıp Kocaman (Pres- Üfleme Üretim Teknisyeni)
- Ercan Akşit (Fırın Teknisyeni)
- Fuat Gödek (İşletme Bakım Onarım Teknisyeni)
- Suat İnanır (Konstrüktör Ressam)
- Mehmet Özata (İşletme Bakım Onarım Ustabaşısı)

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

- Kamil Kurt (Baş Konstrüktör)
- Hamdi Arslan (İşletme Bakım Onarım Teknisyeni)

3. PROJENİN AMAÇLARI

- Damla kaynaklı kayıpların önüne geçmek.

Yüksek üretim hızlarında çalışıldığı için,damla savrulması dediğimiz makas kesme hataları sonucu,damlanın kalıba düşmemesi,hem üretim kaybına hemde kalıpların yaralanmasına sebep olmaktadır.

- Damla düşüş hızını arttırmak.

Damlanın kesildikten sonra kalıba düşmesinin hızlı olması,damlanın kalıba yüklenmesini kolaylaştıran bir parametredir.

- Hassas gramaj ayarı yapabilmek.

Tek spout-Tek feeder'de damlalar arasında meydana gelebilecek gramaj farklarını ayarlamak hiç kolay değildir.Çünkü,gramaj ayarında en önemli mekanizma tüp mekanizmasıdır.

Tüp tek olduğu için gramaj farklarını ayarlamak sadece plungerin tüp içinde sağa-sola kaydırılması ile yapılabilmektedir.Bu da kısıtları olan bir çalışma şeklidir.

- Makina üretim hızını arttırmak.

Damla düşüş hızının arttırılması,damla yapımının ve kontrolünün kolaylaştırılması,damla yüklemenin daha sağlıklı olarak gerçekleştirilmesi,makina üretim hızını arttırma imkanı sağlayacaktır.

- İmalat hatalarını minimize etmek. (Ürün kalitesini yükseltmek)

Prosesin ilk adımı olan damla yüklemenin iyi yapılabilmesi,kırışık,katlanma,kalıp yarası gibi hataları minimize edecektir.

- Damla savrulmalarından kaynaklanan kalıp yaralanmalarını ortadan kaldırmak.

Damla savurduğunda, cam damla kalıba girmemekte veya kalıbın üstüne yatmaktadır.Section presleme yaptığı için kalıp yaralanabilmektedir.

- Sabit damla yolu ile çalışabilme imkanına sahip olmak.

Damla yüklemenin kalıbın merkezinde olması gerekmektedir.Bunu sağlamak için damla yolları

hareketli mekanizmalardır.Yükleme anında damla yolu ebüşör yörüngesinde hareket halindedir.Yaşadığımız tecrübeler neticesinde biliyoruz ki sabit damla yolu ile çalışabilme mümkündür. Çünkü damlalarımız küçük damlalardır.

- Farklı gramajlarda iki ürünü aynı anda çalışabilme imkanına sahip olmak.

Çift spout-Çift feeder de damlalar ayrı ayrı ayarlanabildiği için,makinada aynı anda iki farklı ürün çalışabilme imkanı vardır. (Kapelli mamul boyu aynı olmak şartı ile)

- Üretim maliyetlerini düşürmek.

Makina üretim hızını ve randımanı arttırmak üretim maliyetlerini düşürecektir.

- Makina duruşlarını azaltmak.

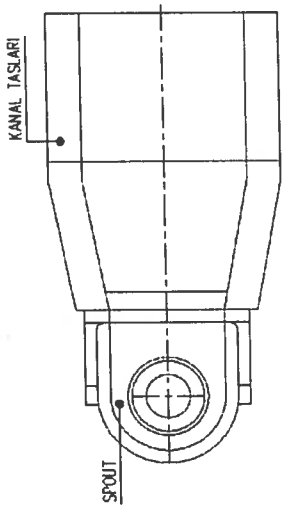
Sabit damla yolu ile çalışabilme imkanı,damla yolu kaynaklı arızalar neticesinde acil duruş gerektirmeden üretimin devamını sağlayacaktır.
Feeder kaynaklı arızalarda,arızalı olmayan feeder de üretim devam edecektir.

4.PROJE DETAYLARI

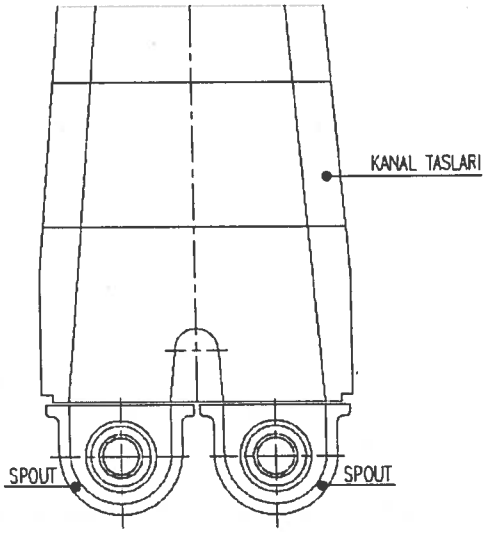
4.1. Refrakter yapı

A-1 hattında çift spout uygulaması için orjinal refrakter yapının şartlandırma zonunda değişiklik yapılmıştır. Çift spoutta damlama noktaları arası mesafe 541 mm temel alınarak refrakter ve çelik yapı yeniden tasarlanmıştır.lki kepçe merkezi arası mesafe 541 mm olduğu için bu ölçü esas alınmıştır.

Yeni tasarımda derin spout yerine standart spout kullanılmaktadır.Kanal taşları da 2 yerine 3 bloktan oluşmakta ve toplam uzunluğu 1380 mm'ye ulaşarak öncekine göre 160 mm uzamaktadır. Spoutların herbirinin etrafında iki ayrı manifold ve bekler yerleştirilmiştir. Böylece birbirinden bağımsız olarak ayrı sıcaklık değerler set edilebilmektedir. Şartlandırma zonunun hemen sonunda kanal taşı açıklığı 927 mm'den 1088 mm'ye çıkmaktadır. Aşağıdaki resimlerde yeni ve eski yapının farkları görülmektedir.



Eski Yapı



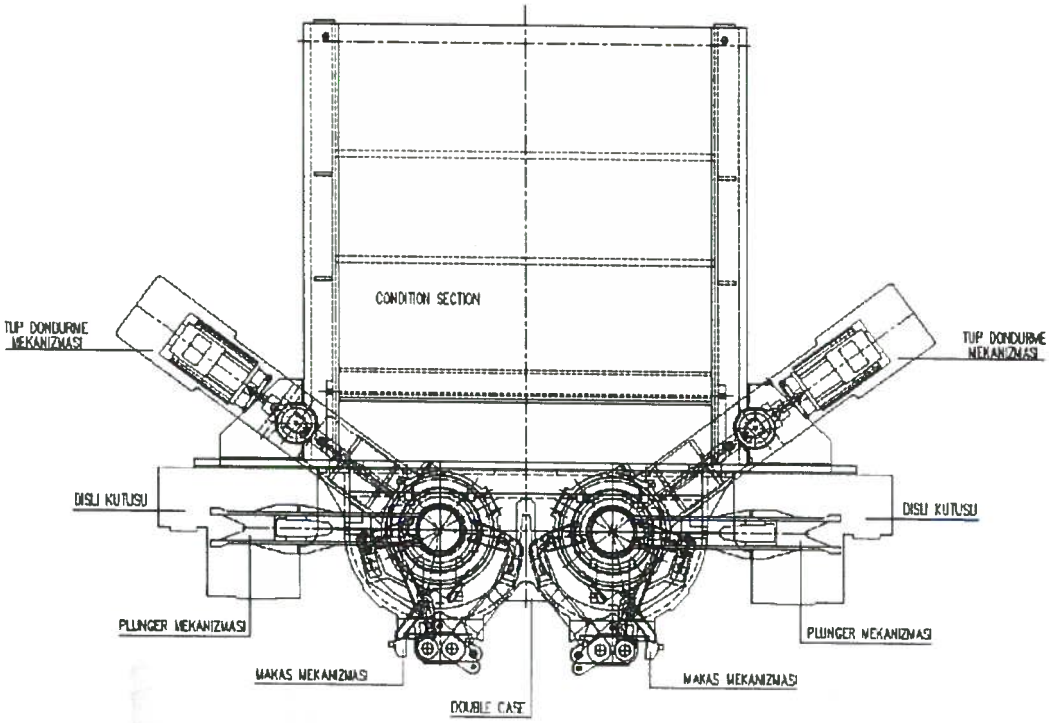
Yeni Yapı

4.2. Mekanik Yapı

Standart feeder'de aşağıdaki değişiklikler yapılarak uygulamaya alınmıştır.

- Makas bloklarında makas koluna bağlanan yaylar kısaltılmış ve iç tarafa bağlanmıştır.
- Makas kolları açıldığında birbirine temas ettiği için yeni makas kamı dizayn edilmiştir.

Aşağıdaki resimde Çift spout-Çift feeder projesinin Lay-Out resmi görülmektedir.

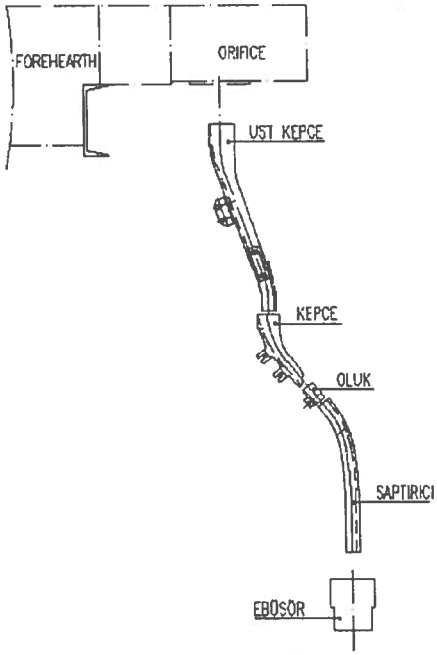


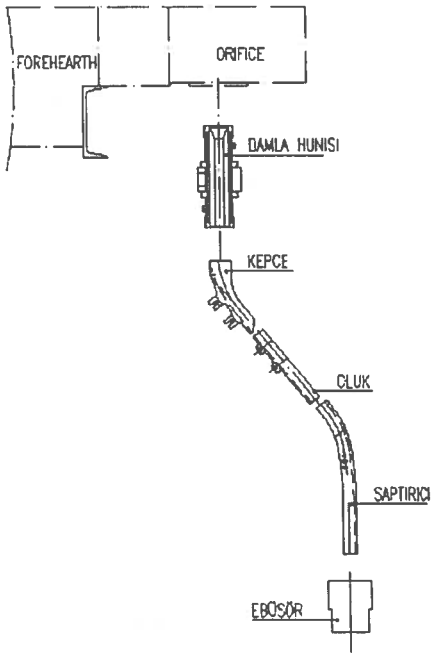
Ayrıca,

- Tüp döndürme mekanizmasında zincirli sistemden, şaftlı tahrik sistemine dönüldü.
- Tek spout-Tek feeder de kullanılması zorunlu **üst damla yolları** iptal edildi. Huni mekanizması kullanıldı.Üst damla yolları,damlanın temas yolunu ve temas süresini uzattığı için **damla hızını** azaltan bir etkendir. Damla hızının azalması,damla yüklemede ve üretim hızı artışında önemli bir dezavantajdır. Çift spout-Çift feeder de damla yolu uzunluğu azalmıştır ve damla yolu mekanizmalarının ayrı ayrı advance-retard ayar imkanı mevcuttur. Bu özellikler Çift spout-Çift feeder'in çok önemli avantajlarıdır.

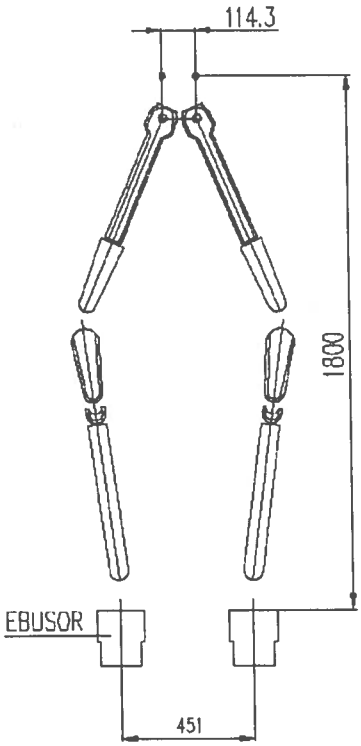
Damla yolu yapısında yapılan değişikliklerin resmi:

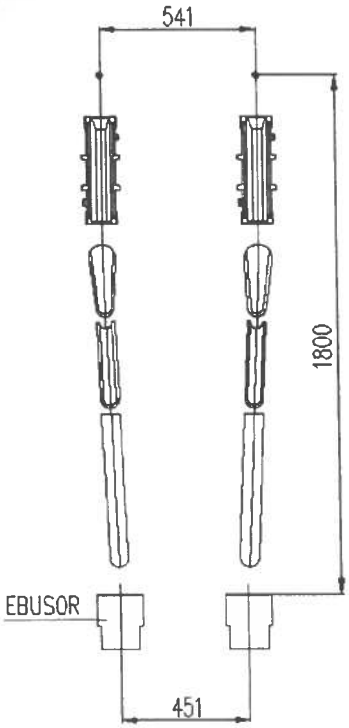
YAN GÖRÜNÜŞLER





ÖNDEN GÖRÜNÜŞLER





5. TEK SPOUT-TEK FEEDER İLE ÇİFT SPOUT-ÇİFT FEEDER ÜRETİM HATLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

İmalat No: 42021

	Tek Spout-Tek Feeder	Çift Spout-Çift Feeder	HEDEF
Makina Devri	178 damla/dak	184 damla/dak	190 damla/dak
Kalite Kaybı	%4.1	% 2.6	% 2
Yeniden Ayırma Oranı	% 1.9	% 1.1	% 1
Hat Kayıpları	%5.5	%3.7	% 2.5
Hat Randımanı	%88.87	%91.32	% 92
Ebüşör değişim adedi (yaralanma sebebi ile)	2 adet/vardiya	0	0
Sabit damla yolu ile çalışabilme	Zor	Mümkün	Mümkün
Duruşlar (Damla savurmaları ve feeder kaynaklı)	740 dakika (2000 yılı)	185 dakika (2000 yılı)	0
Farklı gramajda iki ürünü aynı anda çalışabilme imkanı	Yok	Var	Var
Üretim Maliyetindeki iyileşme	% 3.37	% 5	

6. SONUÇ

Bu projenin uygulamasında elde edilen olumlu sonuçlar,özellikle **düşen maliyet, artan kalite ve üretim adedi** ile rekabet gücümüz artmaktadır.

Bu proje için TÜBİTAK'tan AR-GE yardımı alınmıştır. Bu projenin gerçekleşmesi için yapılmış bulunan çalışmalar bundan sonra gerçekleştirilecek çift spout-çift feeder uygulamalarının daha az maliyetler ile gerçekleşmesini sağlayacaktır.

Bu projenin kazandırdığı avantajlar sebebi ile mevcut 28 seksiyonlu üretim makinalarının seksiyon adedinin arttırılabileceği ve dolayısı ile daha yüksek üretim adetlerinin gerçekleştirilebileceği görülmüştür. 36 seksiyonlu makina düşüncesi oluşmuştur.Bu düşüncenin gerçekleştirilmesi kararı alınırsa günlük üretim adedinin **%24** arttırılması potansiyeli mevcuttur.

Çift Spout-Çift Feeder ile:

O-90 TR 28 üretim hattında günlük üretim adedi: 242000 adet/gün'dür.
Seksiyon sayısı 36 adet'e çıkarılırsa günlük üretim adedi 300000 adet/gün olacaktır.

LAMİNE HATTI KALİTE KONTROL STAKERİ

Ayhan Özgür - Yaşar Çeliker
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

ÖZET

Jumbo ebat lamine cam aktarma kapasitesine sahip bir stakerin teknik özellikleri, projelendirme ve imal çalışmalarının yanısıra Lamine hattına getirileri sunulmuştur.

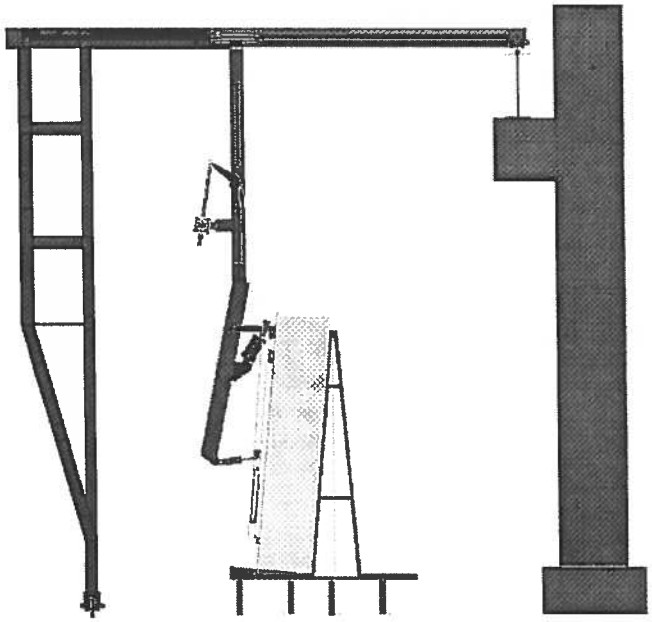
GİRİŞ

Lamine cam üretim sürecinin son aşamaları kalite kontrol ve kağıtlama işlemleridir. Bu işlemler fabrikamızda otoklavdan çıkan camların vantuzlu vinçler yardımıyla bir sehpadan diğerine aktarılmasıyla yapılmaktadır. Tamamen manuel olan bu işlem oldukça uzun zaman aldığından otoklav çıkışı sehpa sirkülasyonunda darboğaz yaratmaktadır. Prosesin bu kısmını otomatikleştirerek kalite kontrol işlemini hızlandırmak için gerekli olan staker, bu tür makineler üreten firmaların standart ürünleri arasında mevcut olmadığından, ancak sipariş üzerine özel olarak imal edilebilirdi. Maliyetinin yüksek olacağı böyle bir çözüm yerine, bir staker tasarlandı ve fabrikamızda bulunan atıl durumundaki bazı malzemeler de kullanılarak imal edildi. Bu staker lamine cam üretim hattında jumbo ebat camların kalite kontrol ve kağıtlama işlemlerinde kullanılmaktadır.

TEKNİK ÖZELLİKLER

Kalite kontrol işleminin yanısıra camların kağıtlanması da gerektiğinden tasarlanacak stakerin kağıtlama işlemine de izin verecek yapıda, en az 8 metre yüksekliğinde olması gerektiği ortaya çıktı. Stabiliteyi arttırmak için raylardan biri mevcut bina kirişlerinden birine oturtuldu (Şekil 1).

Son şekliyle staker 1.5 metre derinliğe sahip "L" tipi eğik tabanlı sehpalardan cam alıp, "A" tipi düz tabanlı sehpalara cam bırakabilmektedir ve 8+8 mm kalınlığında jumbo ebadında cam taşıma kapasitesine sahiptir.



Şekil 1. Stakerin yandan görünüşü

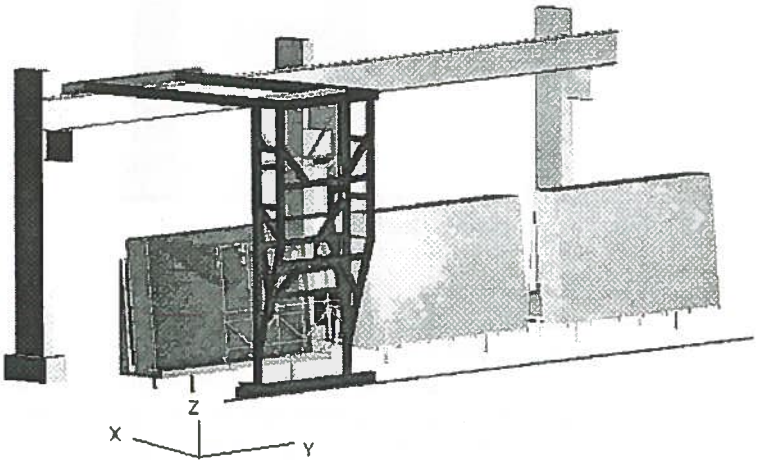
ÇALIŞMA ŞEKLİ

Staker tamamen otomatik olmakla birlikte, yarı otomatik olarak tabir edilen sıralı manüel modda da çalışabilmektedir. Böyle bir çalışma şeklinde tüm eksenlerdeki hareketler yine ilgili sviçlerle denetlenir, dolayısıyla stakerin herhangi bir hareketli kısmının dikkatsizlik sonucu hareket limitlerinin dışına çıkarılmasına (genelikle operatör tarafından) izin verilmemektedir. Emniyet açısından manüel çalışmada alınan bir cam sehpalardan birine yanaşılmadan da bırakılamamaktadır. Kullanım kolaylığı sağlamak için tüm kontrol butonları bir kontrol deski üzerine yerleştirilmiştir.

Sehpalar Şekil 2'de görüldüğü gibi sıra halinde yerleştirilmektedir. Birinci sehpa otoklavdan çıkan sehpadır. Üzerindeki camlar otoklavda oluşan hata ve kırıkları ayırmak için kontrol edilecektir. İkinci sehpaya kırık ve ikinci kalite camlar, üçüncü sehpaya ise birinci kalite camlar konulmaktadır.

Start verildiğinde vantuzlu cerceve X-ekseninde ileri doğru hareket eder. Bu hareket ile birlikte üzerinde sistemin cama yanaşıldığını algılamasını sağlayan bir sensörün bulunduğu silindirin mili de ileri konuma getirilir. X-eksenindeki ileri hareketi bu sensör aktif olana kadar devam eder. Sensörden alınan işaretle cama yanaşıldığı kabul edilir ve vantuzlarla cam vakumlanır. Ayırma hareketini başlatmadan önce camın vakumlandığından emin olabilmek için vantuzlardaki vakum seviyesi -0,6Bar değerine ulaştığında çıkış verecek şekilde ayarlı bir vakum svici kullanılmıştır. Bu svicten gelen işaretle çerçeveyi tutan üst silindirler ileri konuma, camın alt tarafının sehpadaki diğer camlardan ayrılmasını sağlayan alt silindirler de geri konuma getirilerik ayırma işlemi gerçekleştirilir. X-ekseninde geri hareket ile birlikte camın sehpanın ön tarafına çarpmasını önlemek için (sehpa tabanının eğimli olmasından dolayı) cam Z-ekseninde yukarı kaldırılır. X-ekseninde tamamen geri gelindiğinde Z-ekseninde seviyelendirme yapılır ve operatörün seçtiği, ikinci veya üçüncü sehpaya doğru Y-ekseninde hareket başlatılır. Seçilen sehpanın önüne gelindiğinde ise benzer bir şekilde sehpaya yanaşılır ve cam bırakılır. Staker otomatik olarak temel konumuna geri döner ve kalite kontrol işlemi yapılmış bir sonraki camı almaya hazır duruma gelir.

Otoklavdan çıkan camların arasında MDF separatörler vardır ve bunların, her cam taşındığında öperatör tarafından alınması gerekir. Bu işlem için gerekli olan süre yaklaşık olarak bir dakikadır. Operatörün emniyeti açısından separatörlerin alınması tamamlanmadan, stakerin 1. Sehpanın önüne tekrar gelmemesi gerekmektedir. Bu da çevrim zamanını 1.5 dakikanın üstüne çıkarmaktadır. Diğer yandan ise böyle bir çevrim zamanı Y-ekseni hareketinin hızının düşürülmesine imkan vermektedir. Bu da stakerin mekanik bakım periyotlarının ve fiziki ömrünün önemli derecede artırılması anlamına gelmektedir.

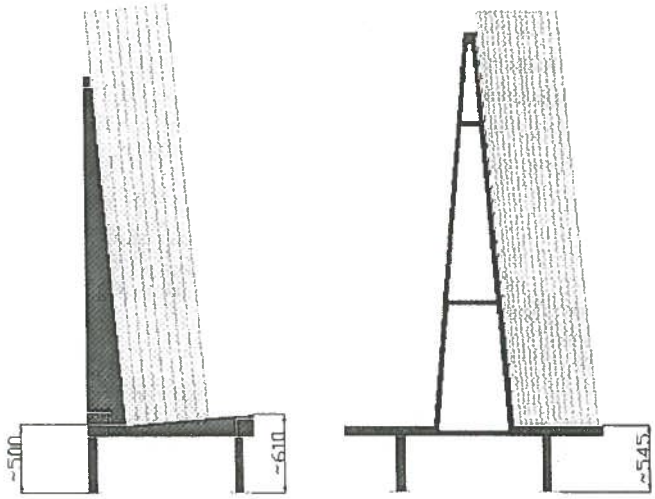


Şekil 2. Genel görünüm

KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

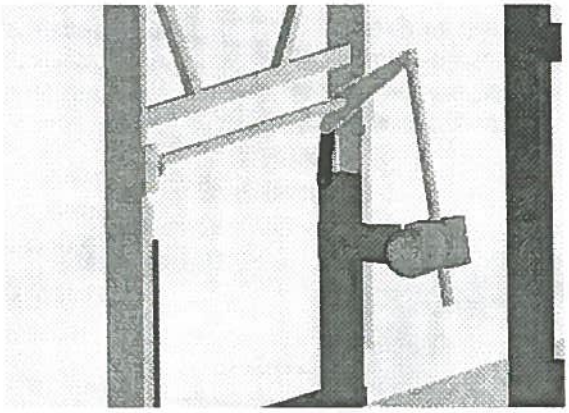
1. Sehpa taban farklılıkları

Otoklavda kullanılan sehpalar eğik tabanlı "L"tipi sehpalardır - baş ve son tarafı arasında 11cm yükseklik farkı vardır (Şekil 3a). Camların dizildiği sehpalar ise düz tabanlı "A" tipi sehpadır. (Şekil 3b). Yükseklik farkından dolayı eğik tabanlı sehpadan alınan bir camın tekrar seviyelendirmeden düz tabanlı bir sehpaya konulması olanaksızdır. Bu problemi aşmak için Şekil 4'te gösterilen ve stakere Z-ekseninde hareket kazandıran sonsuz vidalı mekanizma ilave edilmiştir. Bu hareket ile birinci sehpadan alınan camlar önce belirli bir seviyeye kadar indirilir veya yükseltilir. Böylece cam ikinci veya üçüncü sehpaya her zaman aynı yükseklikten bırakılır. Bununla bırakmadan dolayı camlarda oluşabilecek çapaklanma ve kırılma riski ortadan kaldırılmıştır.



Şekil 3 (a) Otoklavda kullanılan eğik tabanlı "L"tipi sehpa;

(b) Kalite kontrolden sonra camların dizildiği düz tabanlı "A"tipi sehpa



Şekil 4. Z-ekseninde hareketi sağlayan manivela mekanizması

1. Kırık camların alınması zorunluluğu

Otoklavdan çıktığında zaman zaman sehpada kırık camlar da olabilmektedir. Bu camların da alınabilmesi iş akışının aksatılmaması açısından önemlidir. Camlardaki çatlaklar vakumlamayı zorlaştırdığından normal vantuzlarla bu işin yapılması oldukça zordur. Düşürme riskini minimuma indirerek emniyetli bir şekilde camın alınmasını sağlamak için büyük hacimli vantuzlar seçilmiştir ve vantuz sayısı maksimum yükün taşınması için normal şartlarda gerekli vantuz sayısından daha fazladır.

1. Sehpa açı farklılıkları
Fabrikadaki jumbo sehpalarının dikey kısımlarının yatay eksenle oluşturdukları açılar eşit değildir. Stakerin sürekli mekanik ayara gerek kalmadan çalışabilmesi ve sorunsuz her sehpaya yanaşabilmesi için çerçevenin üst sırasında bulunan vantuzlar hacimli ve 6 cm derinliğe sahip tipte seçilmiştir. Alt sıradakiler ise yaylı tip oynar vantuzlardır.

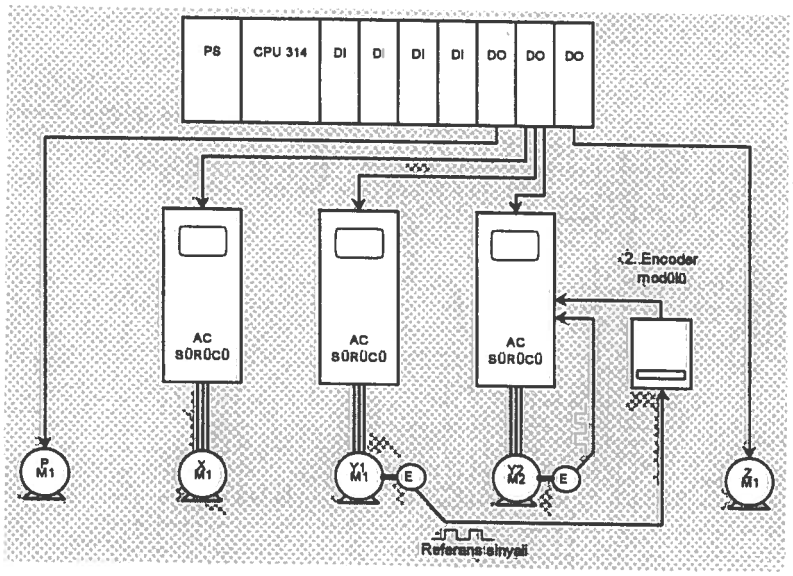
1. Yükün dağılımı.
Bu büyüklükte bir stakerin ray üzerinde tek noktadan sürülmesi kılavuz tekerleklerine aşırı yük getirir ve istenmeyen arızalara sebep olabilir. Olası böyle bir durumu engellemek için Y-ekseninde-ki hareketin iki ayrı motor tarafından gerçekleştirilecek şekilde bir dizayn yapılmıştır.

1. Stakerin Makina ebadı camları aktarabilecek şekilde modifiye edilmesi.
Sıra seçmeli vantuz mantığı da ilave edilerek ve vantuzlar makine ebadı cam alabilecek şekilde tekrar gruplandırılarak bu staker makine ebadı camların kalite kontrol işleminde de kullanılabilecek şekle getirilebilir.

KONTROL SİSTEMİ

Stakerin kontrolü Siemens S7 300 PLC ile gerçekleştirilmiştir ve program STEP 7 editörü ile yazılmıştır.

Stakeri ray üzerinde Y-ekseni boyunca hareket ettiren motorların staker hızının artırılması durumunda raylardan birinde herhangi bir fiziki sürtünme veya mekaniki problemden oluşabilecek kasma problemini önlemek için senkron çalıştırılması gerekir. Kapalı çevrim vektör kontrol modunda çalışan bir motorun, diğer başka bir motorun yaptığı hareketleri tam olarak izleyerek çalışması dijital kilitleme olarak tabir edilen yöntemle mümkündür. Böyle bir yöntem kullanıldığında iki raylı çalışma sistemlerinde oluşabilecek olası kasma problemleri minimuma indirilir. Şekil 5'te dijital kilitleme ile gerçekleştirilmiş stakerin blok diyagramı gösterilmiştir. Bu diyagramdan da görüldüğü gibi master-slave olarak çalışan iki motorun millerine 6 kanallı birer encoder akuple edilmiştir. Ikinci encoder modülü kullanılarak master motorun encoderinden gelen hız ve yön bilgisi dijital kilitlemeyi gerçekleştiren motor sürücüsüne iletilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda sürücü slave motoru sürmektedir. Iki encoderden alınan bilgiler sürekli olarak kıyaslanmaktadır ve slave motorun maksimum'lik bir gecikmeyle master olarak çalışan ve bağımsız bir sürücü tarafından sürülen motoru izlemesi sağlanmaktadır.



Şekil 5. Dijital kilitleme ile gerçekleştirilmiş stakerin blok diyagramı

SONUÇ

Lamine cam üretim prosesinin ihtiyacları doğrultusunda jumbo ebat camların kalite kontrol işlemi otomatikleştirilmiştir. Bu işlemin manuel yapılması durumunda ihtiyaç duyulan operatör sayısı üç iken, stakerin kullanılması durumunda bir operatör yeterli olmaktadır.

Cam kalınlığına bağlı olarak bir sehpanın boşaltılma zamanı yaklaşık olarak %30-40 oranında azalmıştır.

Bu staker, dış kaynaklı bir firmadan satın almak yerine, yeterli teknik bilgi ve beceriye sahip olan teknik personelimiz tarafından tasarlanıp imal edilmiştir. Bunun sonucu olarak yapım maliyetinin satın alınacak bir staker ile kıyaslandığında oldukça düşük olduğu ortadadır.

TEŞEKKÜR

Katkılarından dolayı EÖKA ve MBO çalışanlarına, özellikle Elk.Teknisyeni İbrahim Taşkın'a ve animasyonu hazırlayan MBO Teknisyeni Halil KOÇ'a teşekkür ederiz.

DENEYSEL TEMPERLEME ÇALIŞMALARI

Tuğrul Misoğlu - Zeki Alimoğlu
Haluk Erdem - Erhan İlter
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

ÖZET

Yurtdışı pazarlarda, özellikle ikram sektöründe, temperli pres-üfleme ürünlere talep artmaktadır. Mevcut temperleme hatlarımızda (pres ve savurma ürünlerin temperlenmesine uygun dizayn edilmesi nedeniyle) ince cidarlı, derin bardaklar ve ayaklı kadeh türü pres-üfleme ürünler temperlenememektedir.

Pres-üfleme ürünlerin temperlenmesine yönelik alternatif bir temperleme tekniğinin denenmesi ve bu teknikle üretim yapacak bir hattın tasarımı için gerekli parametrelerin elde edilmesi amacı ile deneysel temperleme ünitesi oluşturulmuştur.

Temperleme prosesini etkileyen kritik parametreler değiştirilerek hedef ürünlere temperleme denemesi yapılmaktadır. Elde edilen ürünler termik şok, sarkaç testi, polariskop analizi gibi muhtelif testler kapsamında incelenebilmektedir.

Projenin tamamlanan ilk kısmı ile pres-üfleme ürünleri temperleme tekniğinin karakteristiklerinin elde edilebileceği bir altyapı hazırlanmıştır. Devam eden 2. kısımda ise yeni bir üretim prosesinin ve üretim hattının tasarımı yapılacaktır.

GİRİŞ

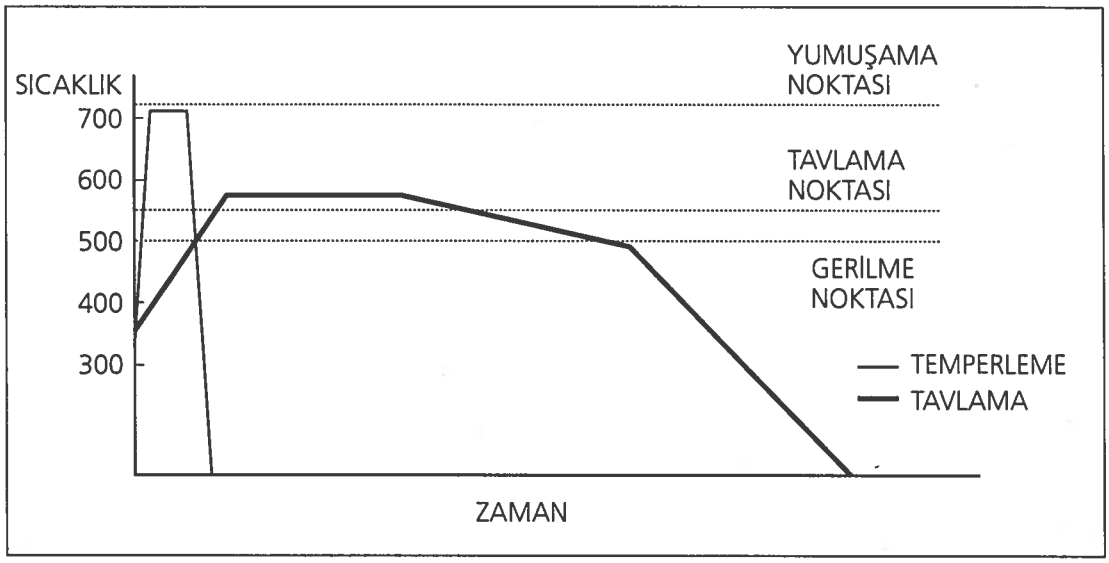
Mevcut temperleme hatlarımızda pres ve savurma mamuleri temperlenebilmektedir. Bu ürünlerdeki cidar kalınlıkları 2 mm.'nin üzerindedir. Bu teknolojiye göre taşıyıcı turnetler üzerindeki mamul, üzerinde delikler bulunan sabit konumdaki üfleme başlıklarının altından geçer. Cidar kalınlığı arttıkça temperlemenin oluşabilmesi için üflenen havanın özelliklerinin ve temperleme için ihtiyaç duyulan zamanın önemi azalır. Dolayısıyla kalın cidarlı ürünlerin temperlenmesi ince cidarlı ürünlere oranla oldukça kolaydır.

Pres-üfleme ürünler ise diğer ürünlere göre daha ince cidarlı, derin ve dar ürünlerdir. Bu durumda havanın mamule üfleme şekli, basıncı, mamulün üfleme şekline uygun olarak taşınması ve cidar inceliği nedenleriyle temperlemenin çok daha kısa sürelerde gerçekleştirilmesi zorunlu olmaktadır. Bu nedenle mevcut teknolojimizdeki gibi sabit olmayan; hem daha yüksek basınçta mamulün cidarına paralel olarak hava üfleyen, hem de mamulle beraber hareket ederek onu takip eden bir üstten üfleme yönteminin denenmesi fikri benimsenmiş ve tüm bunların deneysel olarak uygulanabileceği bir test ünitesi tasarlanmıştır.

Bu çalışmada, öncelikli olarak rakip mamuller birtakım testlere tabi tutularak kalite standartları belirlenmeye çalışılmış, ardından da kendi mamullerimize test ünitesinde değişik teknikler uygulanmış ve rakiplerin standartlarına ulaşılması hedeflenmiştir.

1. TEMPERLEME NEDİR?

Temperleme, camın yumuşama sıcaklığının hemen altındaki bir sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra ani olarak soğutulması suretiyle termik ve mekanik mukavemetinin artırılması olarak tanımlanır. Temperleme, hem daha yüksek sıcaklıklar gerektirmesi, hem de soğutma hızının çok daha hızlı olması nedenleriyle tavlama prosesinden ayrılır (Şekil-1)(1). Tavlama sırasında çok yavaş ve kontrollü bir soğutma hızıyla camın bünyesinde gerilim oluşması engellenmeye çalışılır. Temperlemede ise bunun aksine şok soğutmayla cama gerilim yüklemesi yapılır. Temperleme sonrasında cam yüzeyinde basma, iç kesimlerinde ise bu basma gerilmelerini dengeleyen çekme gerilmeleri oluşturulur. Yüzeyde oluşturulan basma gerilmeleri yüzeysel mikro çatlakların kapanmasını sağlar. Bu da mekanik ve termik mukavemeti artırır.



Şekil-1 Temperleme ve tavlama sıcaklık zaman grafikleri

Temperleme sonucunda camın kırılma direnci 3-4 katına çıkabilmektedir. Tavlanmış bir mamulde maksimum 90°C olan termik şok (sıcaklık farkı) direnci temperli mamulde minimum 135°C'a çıkmaktadır. Ayrıca temperli bir cam kırıldığında çok sayıda küçük ve keskin olmayan parçaya ayrılır.

2. DENEYSEL TEMPERLEME ÜNİTESİ

Üniteyi oluşturan bölümler şunlardır:

2.1. Önısıtma Bölümü: Deney numunesini üretim şartlarındaki mamulün sıcaklık şartlarına ulaştırmak için kullanılan bölümdür.

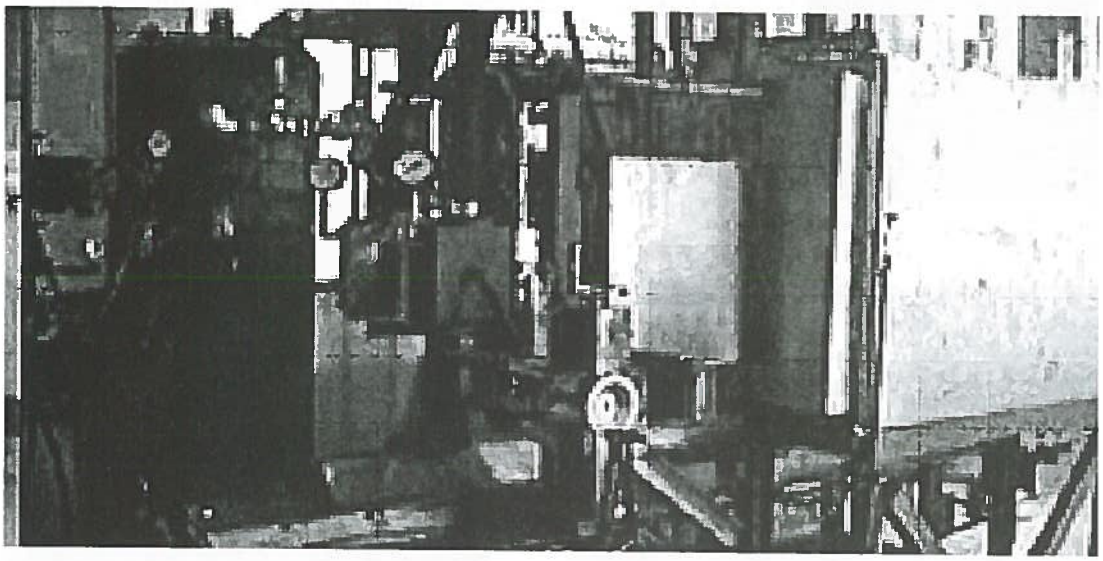
2.2. Isıtma Bölümü: Mamul temperleme sıcaklığına kadar ısıtılır.

2.3. Zincir ve Turnet Grubu: Bu yapı turneti ve turnetin dönüşünü sağlayan motor-redüktör grubunu taşır. Manuel olarak zincir hareket ettirilerek mamulün fırın içi ve dışındaki hareketi temin edilir.

2.4. Şoklama Bölümü: Konumları ayarlanabilir 2'si yan ve 1'i üst şoklama kanalından oluşur. Ünitenin genel görünümü Resim-1'de verilmektedir.

Ünitede fırın sıcaklığı ve turnet devir hızı otomatik olarak kontrol edilmektedir. Şoklama hava basınçları 0-400 mbar aralığında ayarlanabilmekte ve konumları manuel olarak değiştirilebilmekte-

dir. Üfleme şekli (üst ve yan) tasarlanan şoklama başlıklarıyla; mamulün taşınması ve sabitlenmesi ise tasarlanan turnetlerle sağlanmaktadır.

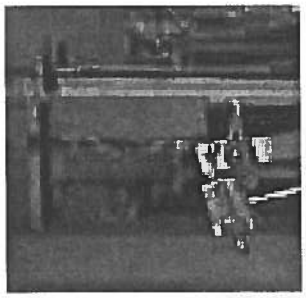


Resim-1 Temperleme Test Fırını

Deneyler: Deneyleri yaparken simüle edilmeye çalışılan 2 nokta vardır. İlk nokta mamulün ısıtılmasının simülasyonudur. Mamul yapılan sıcaklık ölçümleri sonucunda belirlenen süreler kadar ısıtma-soğutma döngüsüne tabi tutulur. Nihai hedef mümkün olduğunca homojen ve deformasyonsuz olarak mamulü temperleme sıcaklığına ulaştırmaktır. Diğer nokta ise bu sıcaklığa ulaşan mamulün şoklanmasının simülasyonudur. Mamulün temperlenmesindeki en kritik nokta -cidarın ince, ağzın dar ve mamulün derin olması nedenleriyle- yüksek basınçlı şoklama havasının cidara paralel olarak gönderilmesidir(Şekil-2). Deneyler sırasında kontrol edilebilen parametrelerden biri dışındaki diğer parametreler sabit tutulur. Gözlenmek istenen parametrenin temperleme kalitesine etkisi ise aşağıda değinilen yöntemler uygulanarak test edilir. Şekil-2 Turnet, mamul,üst şoklama başlığı

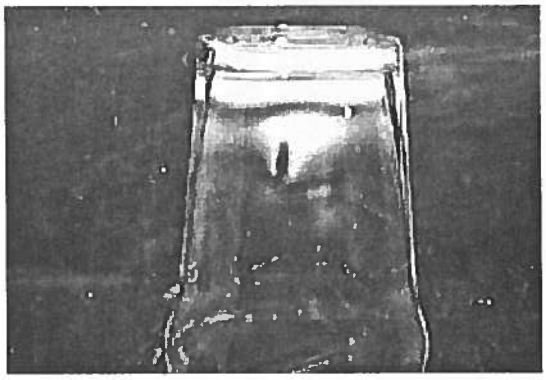
3.3.1. TERMİK ŞOK TESTİ: Temperlenen ürünler zımparasız ve zımparalı (320 mesh) olarak önce 155°C'lık bir fırında 1 saat bekletildikten sonra 20°C'lık su banyosuna daldırılmak suretiyle 135°C'lık bir termik şoka tabi tutulur. Kırılma olmamalıdır.

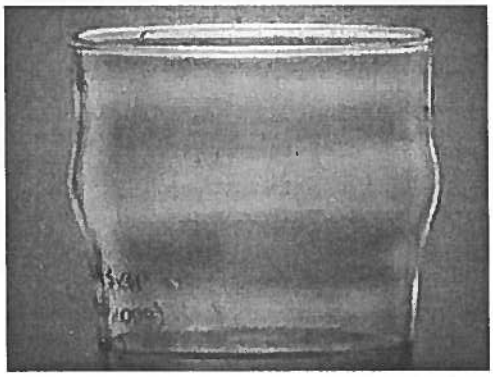
3.2. SARKAÇ DARBE TESTİ: Bardakların mekanik direnç açısından en zayıf olduğu yer ağız kısmıdır. Ağız kısmındaki direnç temperli mamullerde daha çok önem kazanır. Çünkü bu bölge cidarın en ince (dolayısıyla homojen olarak temperlenmesi en zor) bölümüdür. Aynı zamanda tüketicinin kullanımı esnasında darbeye en çok maruz kalan kısım da burasıdır. Bu nedenlerle sarkaç testi temperlenmiş mamullere uygulanan önemli bir test olmaktadır. Bu testte, sabit bir kütle, eşit olarak artan enerji seviyelerinden ağızın 10 mm. altına düşürülür ve kütlenin kırılma olmadan önceki enerji seviyesi kaydedilir. Bu değer tavlanmış bardakta elde edilen değerle karşılaştırıldığında mamule temperlemeyle kazandırılan mekanik direnç hakkında fikir sahibi olunur (Resim-2).



3.3. FOTOELASTİSİTE: Prensip olarak içinde gerilim bulunduran bir camdan polarize ışın demeti geçirildiğinde bünyedeki gerilim farklılıkları renk farklılıkları olarak görülür(2). Bir polariskop yardımıyla yapılan inceleme sayesinde mamulde homojen bir temperlemenin varlığı, kullanılan turnetin ve üfleçlerin tipleri gibi ipuçları edinmek mümkün olabilmektedir (Resim-3).

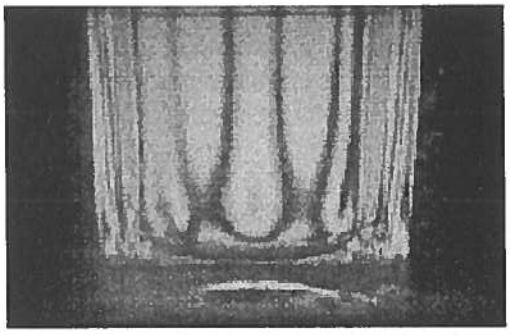
Resim-2 Sarkaç Darbe Test Cihazı





Resim-3 Temperlenmiş Bardak Polariskop Görüntüleri

3.4. ENTEGRE FOTOELASTİSİTE: İçinde gerilim bulunduran bir cam, kırılma indisi camınkine eşit bir sıvı içersine konularak içinden polarize ışın demeti geçirdiğinde cidardaki birbirine parallel gerilim çizgilerini(=fringe) görmek mümkün olmaktadır (3). Bunların sürekliliği temperlemenin homojenliğini ve birbirine parallel çizgilerin sayısı da temperlemeyle mamule yüklenen gerilimin miktarı hakkında önemli bilgiler verir (Resim-4).

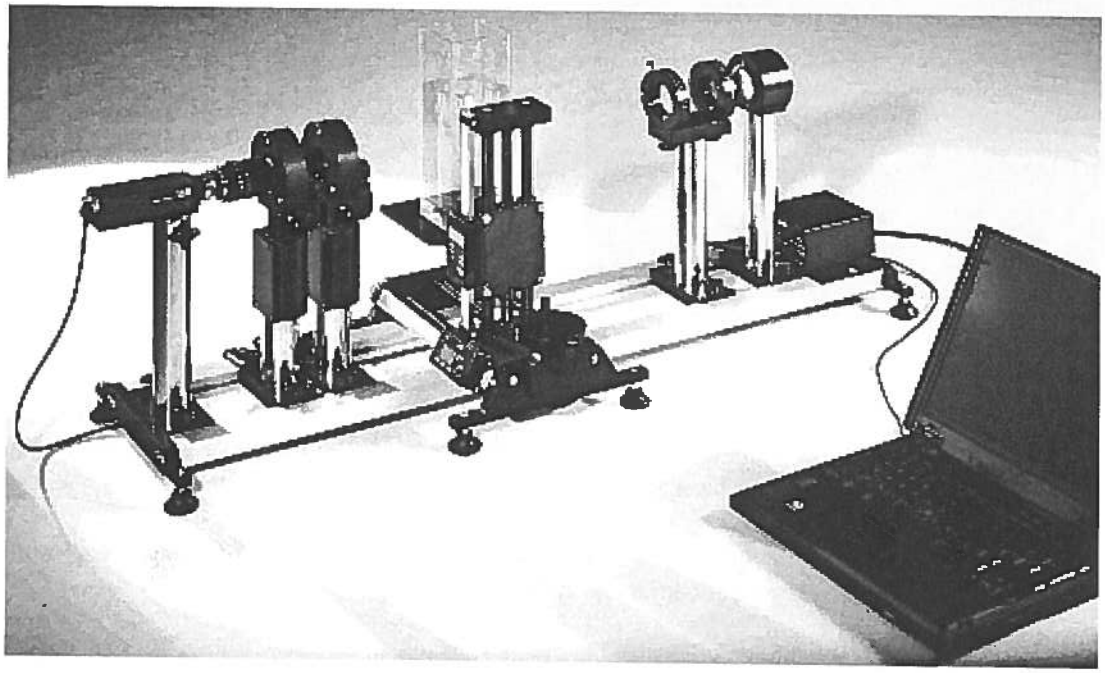


Resim-4 Temperlenmiş Bardağın Daldırmalı

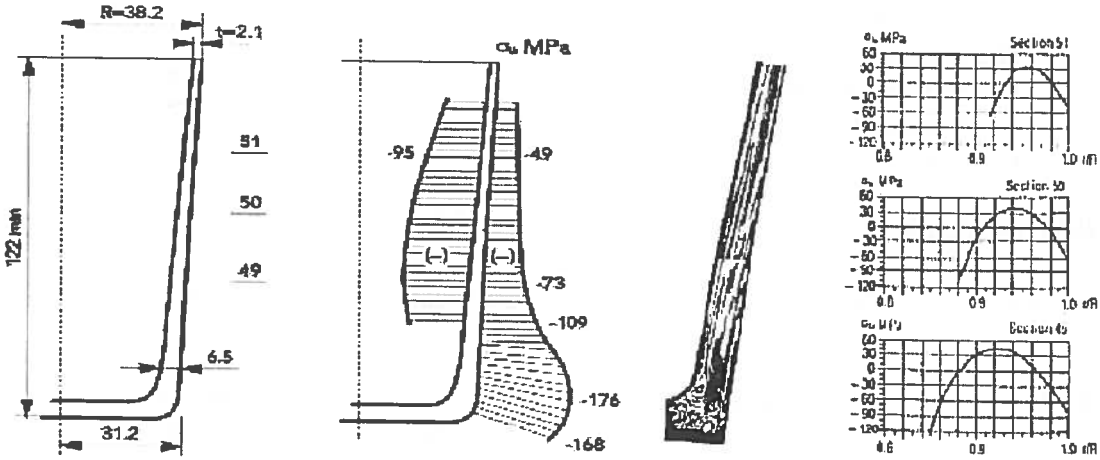
Polariskop Görüntüsü

Bir bilgisayar ve yazılım aracılığıyla (Resim-5) mamule yüklenen gerilimin sayısal değerini kesit boyunca ölçerek (Şekil-2) daha objektif bilgiler elde edilmesi de mümkün olabilmektedir(4) . Otomatik polariskop olarak adlandırılan bu sistemde, sıvı içindeki mamulden polarize ışın demeti ge-

çirilir. Oluşan gerilim çizgileri bir CCD kamera aracılığıyla bu görüntüyü işleyecek bir programa aktarılır. Program, mamuldeki boyutsal ölçümleri gerçekleştirdikten sonra gerilim çizgilerini numaralandırır ve 4 nolu referanstaki algoritmayı kullanarak kesitteki gerilimin tipine göre (çekme-basma) sayısal değerini hesaplar.

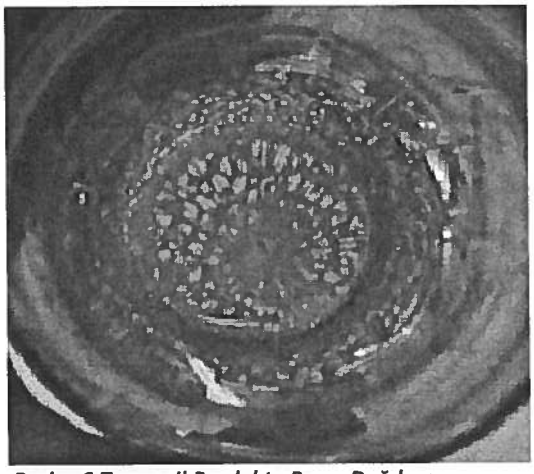


Resim-5 Otomatik Polariskop



Şekil-3 Otomatik Polariskopla Cidarda Gerilim Ölçümü

3.5. PARÇA DAĞILIMI TESTİ: Temperlenmiş bir mamul kırıldığında yüklenen gerilimle doğru orantılı olarak çok sayıda parçaya ayrılır. Basit ve çabuk sonuç veren kalitatif bir test olması sebebiyle karşılaştırmalı çalışmalarda uygulanması oldukça kolaydır.



Resim-6 Temperli Bardakta Parça Dağılımı

SONUÇ

1. Projenin tamamlanan ilk kısmında ince cidarlı ve derin pres-üfleme bardaklar için temperleme tekniklerinin geliştirilebileceği bir alt yapı oluşturulmuştur.

2. Temperlenmiş mamuldeki gerilimlerin kantitatif analizinde kullanılan Otomatik Polariskop cihazı bir ilk olma özelliğiyle Şişecam'a kazandırılmıştır.

3. Projenin ikinci kısmındaysa ilk bölümde elde edilen bilgi birikimi ışığında bir üretim hattı tasarlanacaktır. Bunun başarılması durumunda;

- Yeni bir ürün
- Yeni bir teknoloji

CEE grubuna kazandırılmış olacaktır ve bunların sonucunda da;

- Pazar payımız artacak
- Yeni pazarlara girilecek
- Rekabet gücümüz artacak.

KAYNAKLAR

1. Ruffel, Y. ve Dehaye, "F. Analysing tools for annealing, thermal and chemical tempering", Glass Production Technology International, s. 51-52.

2. Aben, H. " Integrated Photoelasticity for Axisymmetric Glass Products", Lecture Notes of the Glass Stress Summer School, Tallinn, Estonya, September 12-15, 2000, s.51-70.

3. Aben, H. " Integrated Photoelasticity for Axisymmetric Glass Products", Lecture Notes of the Glass Stress Summer School, Tallinn, Estonya, September 12-15, 2000, s.88-103.

4. Aben, H. " Integrated Photoelasticity for Axisymmetric Glass Products", Lecture Notes of the Glass Stress Summer School, Tallinn, Estonya, September 12-15, 2000, s.134-136.

CAM ELYAF PROSESİNDE ATIK TELEFİN CAM KIRIĞI OLARAK HARMANA KAZANDIRILMASI

Ahmet Akıncı - Hale Haybat
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

ÖZET

Elyaf üretim prosesi elyaf sarma ve elyaf işleme olarak iki bölümde gerçekleşen bir prosestir. Her iki bölümde de ürüne dönüştürülemeden çıkan bir miktar elyaf söz konusudur. Bunlardan elyaf sarma sırasında çıkan ve bağlayıcı içermeyen cam kırığı Cam Elyaf' ta işlenmekte ve hammadde olarak harmana karıştırılmaktadır. Ancak, elyaf işleme sırasında çıkan atık , kimyasal bağlayıcı içerdiğinden ve bu nedenle mevcut proseste işlenmesi mümkün olamadığından yakın zamana kadar atık olarak egzost yapan firmalara satılmaktaydı. Satışın azalması ve talebin üzerinde atık çıkması nedeniyle çevreye de atılamadığından bu atıklar şirket sınırları içinde biriktirilmekteydi. Zaman içinde, bu atığın harmana kazandırılması ve bu yolla hem çevreye katkıda bulunulması hem de maliyet düşürme olanaklarının incelenmesi gündeme gelmiştir. Bu amaçla, bağlayıcılı telefin bağlayıcısı uzaklaştırıldıktan sonra kullanılabilirliğine yönelik ön çalışma yapılmış ve elde edilen sonuçlar çerçevesinde CE-1 no' lu fırın , bazı modifikasyonlarla devreye alınmıştır. Fırının devreye alınmasını takiben eritilen telefin özellikleri belirlenmiş, cam kırığı olarak kullanılmasının cama olacak etkileri deneysel çalışmalarla tespit edilmiştir. Mevcut atık eritilmek ve kurutularak öğütülmek yoluyla harmana karıştırılmıştır. Bu sayede harmandaki mevcut telef oranı % 12 den 19' a çıkmış ve hem hammaddeden hem de yakıttan tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca, indirgen bir hammadde olarak belli oranda harmana katılan söz konusu cam kırığının fırın koşullarına , cam kalitesine ve üretime olan olumlu etkileri ortaya konulmuştur.

1. GİRİŞ

Camelyafı prosesinde , erimiş ve afinasyonu tamamlanarak işlenmeye hazır hale gelmiş cam , bushing adı verilen kovanlarda elyafa dönüştürülür. Daha sonra , üzerine su püskürtülmek suretiyle soğutulan elyafa bir aplikatörde bağlayıcı uygulaması yapılır. Bu işlemden sonra ürün cinsine göre alt gruplara ayrılan elyaf döner bir mandrelin üzerine sarılarak demet haline getirilir. Bu son derece hassas bir işlemdir ; çünkü burada elyafın çapı 10,5 ile 22 mikron arasındadır ve ufak dış etkilerle bu proses kolayca kesintiye uğrayabilir. Kesinti sonucu kopan bağlayıcısız elyaf sarılamadan aşağıya akar ve elyaf sarma telefi dediğimiz atık doğar. Demet halinde sarılan elyaf ise kurutularak ve cure edilerek işlenmeye hazır hale getirilir. İşlenme aşamasında da çeşitli atıklar doğar. Bunlar keçede yan atık ve demet atığı , fitilde demet atığı , kırpmada da yine demet atığı şeklindedir. Ancak burada atık, elyaf sarmadakinden farklı olarak cure olmuş bağlayıcı içermektedir.

2. ATIK İŞLEME PROSESLERİ

Elyaf sarma prosesinden gelen atık bağlayıcı içermez. Bu nedenle, işlenmesi ve geri kazanılması elyaf işleme atığına göre nispeten kolaydır. Ancak kolaydır derken , bu işlemin de son derece zahmetli ve teknoloji gerektiren bir proses olduğunu ve dünyada bir kaç firma dışında diğer tüm firmalar tarafından yapılamadığını da belirtmek gerekir.

Ancak , elyaf işlemeden gelen atık bağlayıcı içerdiğinden elyaf sarma telefiyle bir arada işlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle, yakın zamana kadar mevcut haliyle işlenmeden izolasyon mal-

zemesi olarak egzost firmalarına satılmaktaydı. Ancak son zamanlarda talebin azalmasıyla birlikte hem bu atığın CE - 3 harmanına kazandırılması hem de çevreye atılmaması amacıyla bazı çalışmalar yapılması düşünülmüştür. Çünkü, telef hem yakıt hem de hammadde tasarrufu açısından önemli bir malzemedir. Bu amaçla atıl durumdaki CE - 1 fırınından yararlanarak bu atığın eritilmek yoluyla harmana kazandırılması gündeme getirilmiştir.

Bu amaçla söz konusu telefin bağlayıcısı uzaklaştırıldıktan sonra harmanda kullanımının, camın oksidasyon seviyesine olabilecek etkisini belirlemek üzere Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü ile birlikte bir ön çalışma yürütülmüştür. Yaklaşık 840°C' de yakılmış atığın farklı oranlarda harmana katılmasıyla elde edilen camın Fe^{+2}/Fe_2O_3 değerlerinin , CE camının oynama limitleri içinde kaldığı görülmüştür. Bu durum bize, atığın içerdiği organik maddenin yeterince uzaklaştırıldığı koşulda harmana katılabileceğini göstermiştir.

Bunun yanısıra, prosesten çıkacak olan işlenmiş atığın mevcut eritme koşullarını bozmaması için aşağıdaki özelliklere de sahip olması gerekmektedir.

Tane boyutu	:	300 mikron maks.
Nem	:	% 0
Kızdırma kaybı	:	% 0.04 maks.

3. TELEF ERİTME PROSESİ

Elyaf işleme atığının eritilmesi için CE-1 fırınının ilk seksiyonu kullanılarak bir eritme fırını yapılmıştır. Kemer, alt taban ve dış yan duvar aynen kalmak suretiyle sadece camla temas refrakterleri alınarak eritme bölgesi ilk seksiyonu örülmüştür. Tamamen fabrikadaki mevcut tesisat ve bekler kullanılarak mümkün olan en az maliyetle yakma ve kontrol sistemi kurulmuştur.

Sistemin özellikleri aşağıda verilmektedir.

Ergitme kapasitesi	:	12 t / gün
Besleme	:	Elyaf işleme atığı
Işçilik	:	2 kişi / vardiya

Ergitme bölgesi

Ergitme alanı	:	12 m^2
Besleme	:	Pistonla
Yakıt	:	Doğal gaz veya fuel oil
Bubbling	:	4 tane Pt / Rh alaşımlı
Akış	:	35 mm. Refrakter orifis
Yakıt harcamı	:	270 m^3 / hr

İşleme bölümü

Sarsak taşıyıcı	:	4 m boyunda , su soğutmalı
Kurutma fırını		8 m boyunda, reküperatörden alınan 400°C havayla kurutma yapıyor
Bilyalı değirmen	:	700 kg / hr , alumina bilya
Sarsak elek		
Pnömatik basma kabı		

Bu sistem kullanılarak eritilmeye başlanan elyaf işleme atığına ait fiili değerler şöyledir:

Tane Boyut Dağılımı :

Mesh	Mikron	%
16	1000	0,8
5	500	16,2
100	150	30,0
Elek altı	-	46,2

Nem : % 0
Organik madde (K.K.) : ~% 0.02
% T (1050 nm de) : ~% 20
B_2O_3 : ~% 8,75

Ayrıca, sistem devreye alındıktan sonra çıkan işlenmiş atık, 3. fırın telefiyle birlikte belli oranda karıştırılarak fırına beslenmeden önce,cam kırığı olarak kullanılmasının camın oksidanlık seviyesine yapacağı etkileri tespit edebilmek amacıyla laboratuvar koşullarda bir çalışma yapılmıştır.

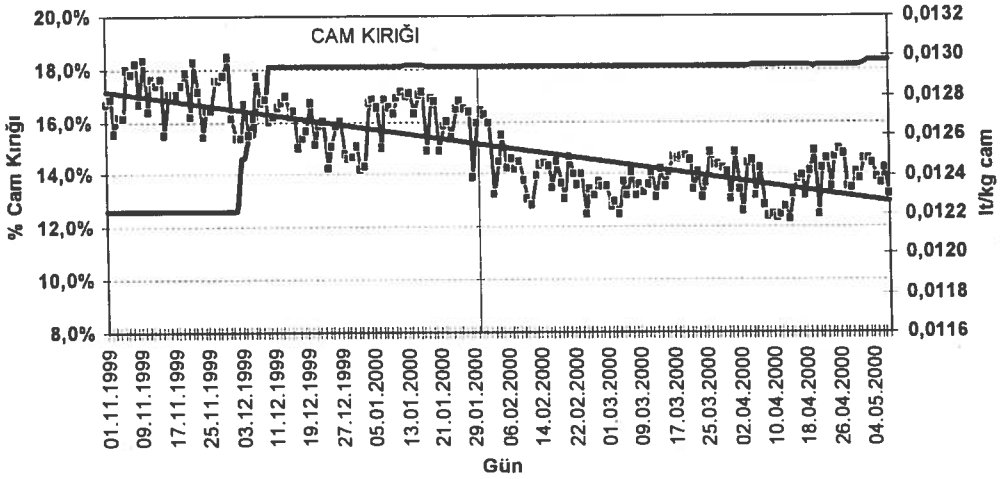
Sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmektedir.

	%100 1. Fırında eritilen telef		Harman +%18 3. Fırın telefi Mevcut Durum		Harman + %9 1. Fırın + % 9 3. Fırın Telefi	Harman + %6,9 1. Fırın + % 10,3 3. Fırın Telefi	1. Fırın telefi kullanım sonrası
	Üretim camı	Lab. camı	Üretim camı	Lab. camı	Lab. camı	Lab. camı	Üretim camı
% T (1050nm)	15 - 24 56 - 76	24 60	49 - 50 26 - 27	50 26	49 26	49 26	49 27
Fe^{+2}/Fe_2O_3	56 - 76	60	26 - 27	26	26	26	27
x	0.3124	0.3146	0.3178	0.3188	0.3190	0.3192	0.3180
y	0.3448	0.3459	0.3427	0.3423	0.3429	0.3429	0.3437
%Parlaklık	66.7	69.1	74	74.9	74.6	75.0	74

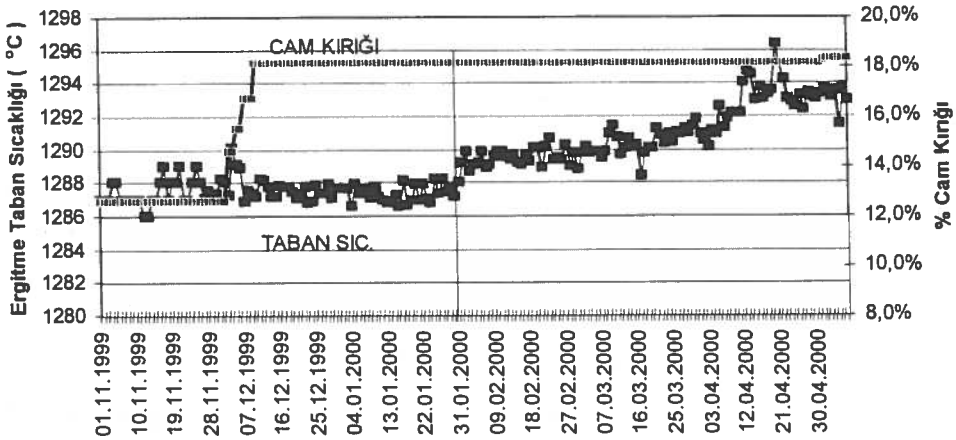
Tablodan da görüleceği gibi, 1. fırında eritilen atık teleften oluşturulmuş cam kırığı numunesi diğerlerine göre oldukça indirgen , rengi biraz daha yeşile yakın tonda ve parlaklığı da düşük bulunmuştur. Ancak, söz konusu cam kırığının belli oranda 3. fırın telefine karıştırılarak harmana beslenmesi sonucunda elde edilen camın oksidasyon seviyesi , sadece 3. fırın telefinin kullanıldığı mevcut durumla aynı bulunmuştur. Sonuç olarak, CE - 1 ' de eritilen telefin söz konusu oranlarda cam kırığı olarak kullanımının camın oksidasyon seviyesini ve renk parametrelerini değiştirmediği belirlenmiştir. Nitekim harmanda, 3. fırın telefi ile birlikte 1. fırında işlenen telefin kullanımına başlandıktan sonra, üretim camının oksidasyon seviyesi laboratuvar camı ile aynı bulunmuştur.

Elyaf işleme atığının geri kazanımıyla , kullanılan cam kırığı oranını artırabilme imkanı doğmuş ve CE - 3 harmanında kullanılan cam kırığı oranı kademeli olarak % 12 den % 19' a çıkartılmıştır.

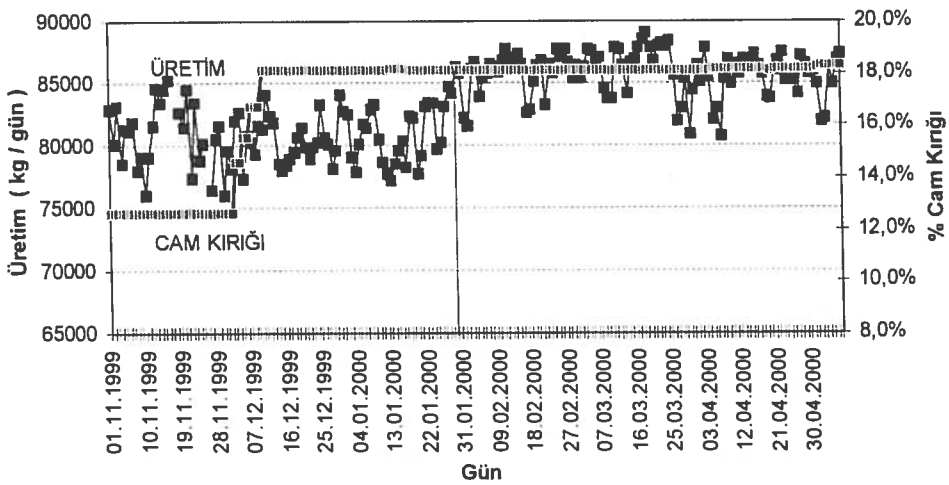
Cam kırığı oranındaki artışın ve CE - 1' de işlenen telefin, 31.01.2000 tarihinden itibaren cam kırığı olarak 3. fırın telefi ile birlikte harmana karıştırılmasından sonra eritme koşullarına , cam kalitesine ve üretime olan etkisi şekil 1 - 4' de verilmektedir.



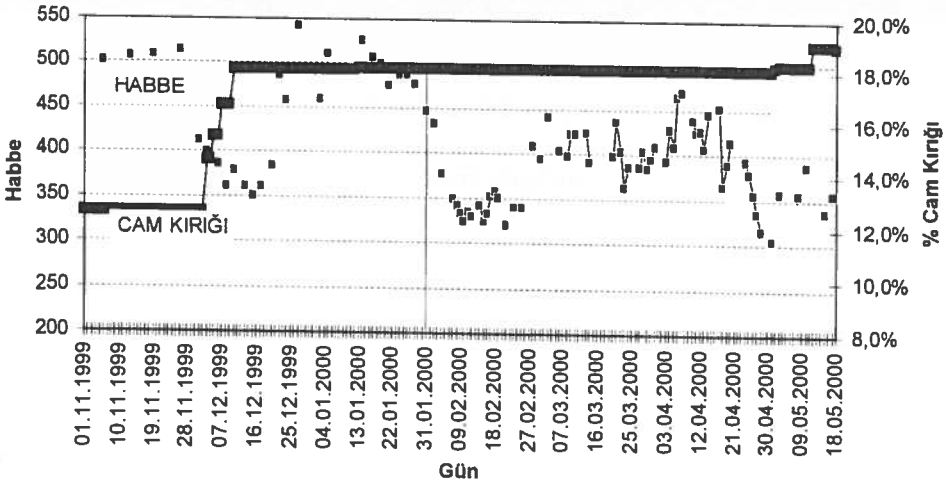
Şekil 1 : Cam kırığı kullanımının yakıt sarfiyatıyla ilişkisi



Şekil 2 : Cam kırığı kullanımının ergitme taban sıcaklığı ile ilişkisi



Şekil 3 : Cam kırığı kullanımının üretim ile ilişkisi



Şekil 4 : Cam kırığı kullanımının habbe ile ilişkisi

Yukarıda verilen grafiklerden de görüleceği üzere:

- Cam kırığı oranındaki artış ve 1. fırında işlenen telefin harmana beslenmesiyle spesifik yakıt harcamı % 5 oranında düşmüştür.
- Ergitme taban sıcaklıkları 1. fında işlenen telefin cam kırığı olarak fırına beslenmesiyle 3 - 5°C artmıştır.
- Yine, 1. fırında işlenen telefin kullanımına başlanmasını takiben üretim miktarında -% 2 oranında artış meydana gelmiştir.
- Kullanılan cam kırığı oranının artmasına parallel olarak - 500 adet / 100 gr. cam seviyesindeki habbe miktarı geçici bir süre düşmüş ancak, 1. fırında eritilen telefin fırına beslenmesini takiben habbe miktarında kalıcı bir düşüş (330 - 400 adet /100 gr. cam) gerçekleşmiştir.

Ayrıca, fırın ergitme bölgesinde yapılan gözlemlerde , E- camı eritme prosesi gereği cam yüzeyinde oluşan köpük tabakasının inceldiği tespit edilmiştir.

4. SONUÇ

Elyaf işleme atığı olarak ifade edilen bağlayıcılı telefin CE - 1 fırınında işlenmesi sonucunda oluşan cam kırığının, 3. fırın telefi ile birlikte kullanılmasıyla aşağıdaki getiriler sağlanmıştır.

- Kullanılan cam kırığı oranını artırma imkanı doğmuştur.
- Cam kırığı oranındaki artış ile ;
  - yakıt tüketiminde -% 5 ,
  - hammadde tüketiminde -% 7

tasarruf sağlanmıştır.

- 1. fırında işlenen telefin cam kırığı olarak kullanımıyla ;
  - üretim miktarında -% 2 artış ,
  - camın habbe seviyesinde -% 20 -30 oranında azalma

gerçekleşmiştir.

- Sistemin devreye alınmasıyla yatırım ve işletme giderleri dikkate alınarak yapılan maliyet hesabına göre, telefi eritmek üzere 313000 $ / yıl harcama, buna karşın 360900 $ / yıl ek gelir söz konusudur.

RENKSİZ, RENKLİ CAM VE PLASTİK ŞİŞELERDE SAKLANAN ZEYTİN YAĞININ RAF ÖMRÜNE DEPOLAMA KOŞULLARININ ETKİSİ

Özgül Evranuz - Ebru Fıratlıgil Durmuş
İTÜ, Kimya Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Belgin Gökoğlu
Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.

ÖZET

Bu çalışmada, flint ve plastik (PVC ve PET) şişelerde saklanan zeytin yağının raf ömrüne, saklama koşullarının ve ambalaj tipinin etkisi araştırılmıştır. Materyal olarak, 1998 yılı üretimi natürel sızma zeytinyağı, Kırlangıç Gıda Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.in 1 litrelik orijinal cam, PVC ve PET şişelerinde sağlanmış, şişeler günde en az 3 saat güneş ışığı alan bir odada tek sıra halinde raflara dizilerek bekletilmiş ve bekletme süresinin başlangıcından iki ay sonra başlayarak, ayda bir olmak üzere yağ örneklerinin peroksit değerleri saptanmıştır. Bir yıllık depolama süresi içinde, cam şişe içinde saklanan zeytin yağında ölçülen peroksit değerinin, plastik şişelerde saklanan örneklere kıyasla daha yavaş arttığı, ancak peroksit değerinin Gıda Kodeksinde belirtilen 20meq./kg yağ değerinin altında kaldığı saptanmıştır.

Çalışmada sıcaklığın etkisini görmek amacıyla yağ örnekleri, 60°C' de saklanmış ve belirli aralıklarla peroksit değerleri saptanmıştır. Bir aylık depolama sonunda yağ örneklerinin peroksit değerlerindeki değişimin ambalaj çeşidine göre değişmediği gözlenmiştir. Son olarak renkli camların etkisi araştırılmış ve UV absorbansı olan renkli camların (yeşil veya bal) yağın oksidasyon hızının yavaşlamasında daha etkili olduğu gözlenmiştir.

GİRİŞ

Zeytin yağı, kendisine has tat ve aroması ile diğer yemeklik sıvı yağlardan ayrılmaktadır. Kaliteli bir zeytin yağının tüm dünya sofralarında çok özel bir yeri vardır. Diğer bitkisel sıvı yağlardan farklı olarak, rafine edilmeden tüketilebilir. İnsan beslenmesinde biyolojik önemi olan ve vücutta üretilmediği için mutlaka gıdalarla alınması gereken, esansiyel (elzem) yağ asitlerinden oleik ve linoleik asitleri içerdiği için, zeytin yağı, insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağıdır. Zeytinyağının, organoleptik özellikleri ve kimyasal yapısının sabit olmayıp, zeytin çeşidi, iklim, toprak, hasat yöntemi, meyvenin hasat sırasındaki olgunluğu, hasat sonrası depolama koşulları ve süresi, yağ eldesi sırasındaki koşullar, yağın depolanma koşulları ve süresi, ambalaj şekli, ambalajlandıktan sonra tüketime kadar geçen süre ve saklama koşullarına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Zeytin yağının organoleptik kalitesiyle ilgili en önemli sorun, bir dizi reaksiyon sonunda, istenmeyen tat ve aroma maddelerinin oluşması suretiyle, yağın tüketilemez hale gelmesidir. Ransidite olarak tanımlanan bu durum hidrolitik veya oksidatif olmak üzere iki şekilde ortaya çıkabilmektedir. Hidrolitik ransidite, yağdaki trigliseritlerin hidrolizi ile serbest asitliğin artmasına, oksidatif ransidite ise yağ asitlerinin oksidasyonu ile hidroperoksit konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır.

Tüketime sunulan zeytin yağının kalitesinin standartlara uygunluğunun belirlenebilmesi için ölçülen kalite kriterleri, serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve Ülkemiz standartlarında belirtilmemekle birlikte, Uluslararası standartlarda Natürel yemeklik yağların kalitesini tanımlamakta yararlanı-

lan organoleptik özelliklerdir. Zeytin yağı, ölçülebilen kalite kriterlerine göre beş sınıfa ayrılmaktadır. Tablo 1'de her sınıftaki zeytin yağı için, kalite kriterleri gösterilmektedir.

Tablo 1'de sıralanan zeytin yağı sınıflamasında belirtilen zeytin yağlarının Türk Gıda Kodeksindeki tanımları aşağıda verilmiştir.

a) **Natürel zeytin yağları:** Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısıl ortamda, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan doğal halinde gıda olarak tüketilebilen yağlardır.

b) **Rafine Zeytinyağı:** Zeytin ham yağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen, sarının değişik tonlarında rengi olan, kendine özgü tat ve kokuda bir yağdır.

c) **Riviera Zeytinyağı:** Rafine zeytinyağı ile gıda olarak doğrudan tüketilebilecek natürel zeytinyağları karışımından oluşan, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda bir yağdır.

d) **Rafine Prina Yağı:** Ham prina yağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen, rengi açık sarıdan kahverengi sarıya kadar değişebilen bir yağdır.Rafine prina yağı olduğu gibi veya natürel zeytinyağları ile karıştırılarak tüketime sunulabilir.

e) **Karma Prina Yağı:** Doğrudan gıda olarak tüketilebilecek natürel zeytinyağları ile yemeklik rafine prina yağı karışımından oluşan bir yağdır. Bu yağların duyusal özellikleri karışımda kullanılan yağların duyusal özellikleri arasında değişir".

Tablo 1. Zeytin yağı sınıflarına göre kalite kriterleri

Zeytin yağı adı	Serbest asitlik, % (en çok)	Peroksit değeri, (meq. aktif oksijen / kg yağ), (en çok)
Natürel zeytin yağları		
• Ekstra natürel sızma	1.0	20
• Natürel birinci	2.0	20
• Natürel ikinci	3.3	20
Rafine zeytin yağı	0.3	5
Riviera zeytin yağı	1.5	15
Rafine prina zeytin yağı	0.3	5
Karma prina zeytin yağı	1.5	15

Bir gıda maddesinin tüketilebilir özelliklerinin korunabildiği süre, raf ömrü olarak tanımlanır. Gıda maddesinin tüketilebilir özellikleri, standartlarda belirtilen fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik kalite özellikleri ile tanımlanmakta ve böylece tüketici sağlığı korunabilmektedir. Gıda maddelerinin kalite özelliklerinde depolama süresi içinde az veya çok değişiklik olması kaçınılmazdır. Kalite özelliklerindeki değişim, gıdanın bileşimi, gıdanın içinde bulunduğu ortam koşulları (sıcaklık, nem, oksijen, ışık) ve gıda ambalajına bağlıdır. Genel olarak gıda ambalajının, gıda maddesini, olumsuz

çevre etkilerine (nem, ışık, oksijen, mekanik darbeler) karşı koruması nedeniyle gıdaların raf ömrünü uzatmakta önemli rolü vardır.

Günümüzde tüm gelişmiş ülkelerde tüketici eğilimi, gıdaları hiç işlenmemiş veya çok az işlem görmüş halde tüketmektir. Bu açıdan bakıldığında natürel sızma zeytin yağının çok özel organoleptik özellikleri ve besin değerinin korunabilmesi için uygun ambalaj tiplerinin ve saklama koşullarının araştırılması, ambalaj maddeleri üreticileri ile zeytin yağı üreticilerinin ortak sorunlarındandır. Bu çalışmanın amacı, gün ışığı veya flüoresan ışığın etkisi altında saklanan sızma zeytin yağının raf ömrünü etkileyen en uygun ambalaj malzemesini belirlemektir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada kullanılan sızma zeytin yağı Kırlangıç Gıda Maddeleri San. Ve Tic. A.Ş.'den 1 litrelik orijinal cam, PVC ve PET şişeleri içinde sağlanmıştır. Zeytin yağı şişelere manuel olarak doldurulmuş olduğundan, şişeler içinde hava boşluğu 0.5 ila 2 cm arasında değişmektedir. Raf ömrü çalışmalarında üç farklı yöntem incelenmiştir.

(1) Hızlandırılmış raf ömrü testinde, bir litrelik cam, PVC ve PET şişelerden birer tane 60°'lik etüve yerleştirilmiş ve 14, ve 28inci günlerde, gerektiği kadar (en çok 15 g) alınan yağ örneklerinde peroksit analizi yapılmıştır. Bu denemelerde alınan örnek miktarı az olduğu için hava boşluğunun etkisinin önemli olmadığı varsayılmıştır. (2) Bir litrelik cam, PVC ve PET şişelere doldurulan zeytin yağı örnekleri, güneş ışığı alan bir odada, çok katlı bir rafa tek sıra halinde dizilmiş ve normal atmosfer koşullarında bir yıl bekletilmiştir. Üçüncü aydan başlayarak her şişeden ikişer adet açılıp, içinden 150 ml yağ alınarak, analiz yapılıncaya kadar -20°C' de derin dondurucuda saklanmıştır. Bir kez açılan örnekler bir daha kullanılmamıştır. Her şişeden alınan yağ örneğinde peroksit tayini iki kez tekrar edilmiş ve böylece belirlenen sürelerdeki peroksit değerleri dört adet analiz sonucunun ortalaması olarak hesaplanmıştır. (3) Hızlandırılmış ışık testinde, yağ 300 ml'lik iki çeşit yeşil ve bir çeşit bal olmak üzere, renkli şişelere doldurulmuş ve şiddetli flüoresan ışığın etkisi altında saklanmıştır. Bu amaçla 130cmx130cmx60cm boyutlarında tahta bir kutu kullanılmıştır. Kutunun iç yan yüzlerinde, karşılıklı yüzlerde 4'er ve 3'er adet olmak üzere, 36 Watt'lık toplam 14 adet, flüoresan lamba bulunmaktadır. Her renk şişeden bir tane olmak üzere üç adet şişe kutunun ortasına yerleştirilmiş tüm lambalar yakılmıştır. Bu durumda şişelerin bulundukları yerde maruz kaldıkları ışık şiddeti 2670 lüks olarak ölçülmüştür. Işık şiddetinin ölçülmesinde Lutron marka Lüksmetre kullanılmıştır. Belirlenen süre ışıkta bekletilen örnekler kutudan çıkarılarak yerlerine aynı şekilde doldurulmuş yeni örnekler konmuştur. Şişelerdeki yağ örnekleri analiz edilinceye kadar -20°C' de derin dondurucuda saklanmıştır. Bu denemede yağ örneklerinin ışık etkisi altında kalma süreleri, 16, 24, 48, 96, 168 ve 480 saat olarak belirlenmiştir. Yağ örneklerinde kalite değişimini belirlemek amacıyla, uzun süreli saklama ve hızlandırılmış testlerde peroksit sayısı, hızlandırılmış ışık testinde peroksit sayısı, serbest yağ asitliği, absorbans ölçümleri yapılmıştır.

Analiz Yöntemleri

Peroksit değeri AOAC standart yönteme uygun olarak ölçülmüştür.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan zeytin yağının tanktan şişelere dolum sırasında yapılan analizi, kodeks standart değerleriyle karşılaştırmalı olarak Tablo 2'de, verilmiştir.

Tablo 2. Materyal olarak kullanılan ekstra natürel zeytin yağının bazı kalite özellikleri

Kalite özelliği	Kırlangıç Sızma Zeytin Yağı	Kodeks Standardı
Serbest yağ asitliği (%)	0.6	1.0 (en çok)
Nem ve uçucu madde (%)	0.09	0.2
Peroksit sayısı (mekiv./kg)	6.78	20 (en çok)
İyot değeri (Wijs)	86.23	78-88
Renk	34Y/3.5R	-
Absorbans K232	1.483	2.5
K270	0.108	0.25
(K	0.001	0.01
Toplam sterol (ppm)	2441	1000

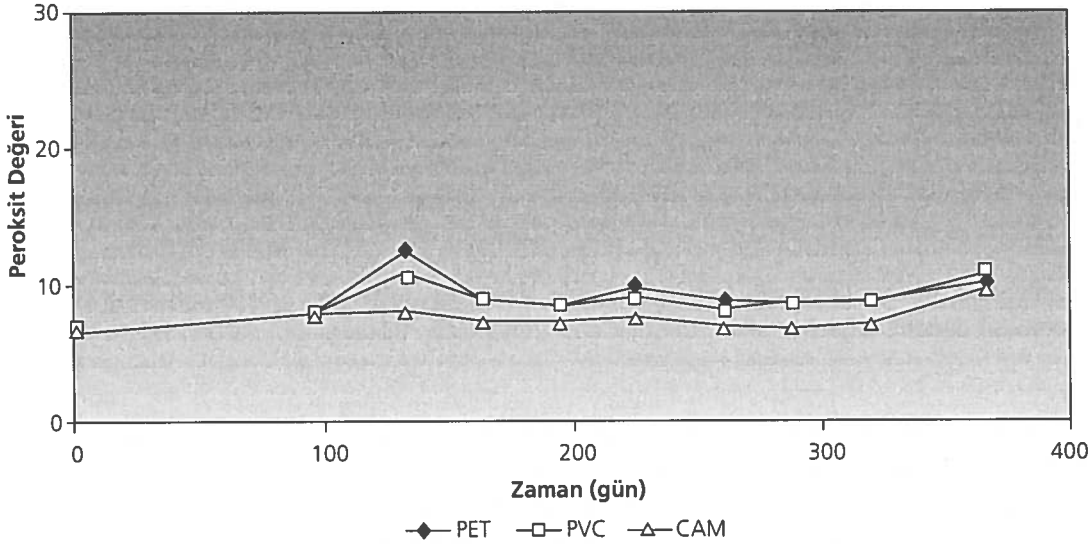
- Belirtilmemiş

Tablo 2'de gösterilen peroksit ve serbest yağ asitliği analiz sonuçları, denemelerde kullanılan zeytin yağında oksidasyonun başlamış, ancak çok ilerlememiş olduğuna işaret etmektedir.

Hızlandırılmış raf ömrü testinde, yağ örneklerinin 60°C' de yaklaşık bir aylık bekletilmesi sonunda peroksit değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bilindiği gibi natürel zeytin yağlarının doğal bileşenleri olan fenolik maddeler, tokoferol ve karotenoidler antioksidan etkiye sahiptir ve yağda otoksidasyon reaksiyonlarının daha yavaş ilerlemesini sağlarlar (Blekas ve diğ.,1995; Baldioli ve diğ., 1996). Natürel sızma zeytin yağlarının raf ömrünün uzun olmasının nedeni olarak içerdikleri bu doğal antioksidan maddeler gösterilmektedir (Kritsakis ve Markakis, 1987). Test edilen şişelerin etüv içinde karanlıkta bulunması ve hava boşluğunun az olması nedeniyle oksijenin oksidasyonu hızlandırma etkisi az olmuş ve sonuçta yağ örneklerinde bozulmanın bir göstergesi olarak kabul edilen peroksidasyon reaksiyonu önemli bulunmamıştır. Bu sürede zeytin yağlarının yeşilimsi rengi tamamen açılarak açık sarı hale dönmüş olduğundan, hızlandırılmış teste daha uzun süre devam edilmemiştir. Zeytin yağının rengi, pazarlama sırasında tüketiciyi etkileyen önemli bir kalite özelliğidir ve bunun için raf ömrünün belirlenmesinde dikkate alınması gerekmektedir (Minguez-Mosquera ve diğ., 1991). Satue ve diğ.(1995) zeytin yağının doğal antioksidanlarının koruyucu etkisini araştırdıkları çalışmalarında, otoksidasyonu hızlandıracak bir ortam yaratmış, 50 ml'lik erlen içine 10 g sızma zeytin yağı koyup, erlenin ağzını kapattıktan sonra çalkalamalı etüvde 60°C' de bekletmişlerdir. Yağ örneklerinin peroksit değerinde, 15 gün içinde, antioksidan miktarı ve başlangıç peroksit değerine bağlı olarak, değişen oranlarda artış saptamışlardır. Ancak değişik hidroperoksitlerin oluşması ve bunların bozunması ile ortaya çıkan ürünlerinin cinsinin, oksidasyon sıcaklığına bağlı olduğunu, bu nedenle yüksek sıcaklıkta elde edilen sonuçların, oda sıcaklığına ait tahminlerde kullanılamayacağını belirtmektedirler.

Şekil 1'de zeytin yağı örneklerinin, normal atmosfer koşullarında, ışık alan bir odada saklanması sırasında, farklı ambalajlar içindeki yağların, ölçülen peroksit değerleri şematik olarak gösterilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi her üç tip ambalaj için, içerdikleri yağın peroksit değeri, bir yıllık saklama süresi sonunda, Kodeks standardında belirtilen "en çok 20 meq. aktif oksijen/kg yağ" değerinin altında kalmış, cam ambalaj içinde bulunan zeytin yağının peroksit değerinin diğer ambalaj çeşitlerine kıyasla daha yavaş bir hızla değiştiği gözlenmiştir. Peroksit değerlerindeki dalgalanmalar, ölçülen peroksidin, oksidasyon reaksiyonlarında son ürün olmayıp, ara ürün olmasından kaynaklanmaktadır. Otoksidasyon mekanizması çok karmaşıktır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, otoksidasyon reaksiyonlarının üç aşamada gerçekleştiği görüşü benimsenmiştir (St. An-

gelo, 1996; Kritsakis ve Markakis, 1987). Buna göre ilk aşamada serbest radikaller oluşur. İkinci aşamada, serbest radikaller oksijen ile veya yağ asitleri ile reaksiyona girer ve peroksit radikallerini ve hidroperoksitleri oluşturur. Hidroperoksitler oldukça kararsız olduklarından kolayca parçalanarak yeni serbest radikalleri oluşturur ve sonuç olarak ortamda bulunan peroksit miktarı artar. Bu aşama ortamdaki doymamış yağ asitleri bitene kadar veya serbest radikaller birbirlerini etkisiz hale getirene kadar devam eder. Bu da üçüncü aşamada gerçekleşir (Şekil 2). Ancak otoksidasyonun otomatik olarak sona ermesi zordur. Çünkü ortamdaki serbest radikallerin birbirleri ile reaksiyona girme ihtimali azdır. Ancak otoksidasyon fazla ilerlemeden terminasyonu hızlandırmak olasıdır. Ortamda bulunan antioksidanlar serbest radikallerle reaksiyona girerek zincir reaksiyonların ilerlemesini engelleyebilmektedir (St. Angelo, 1996).



Şekil 1. PET, PVC ve CAM örneklerinin peroksit değerlerindeki değişim

Zeytin yağının, yağ asitleri bileşimi ve eser miktarda içerdiği diğer renk maddeleri (beta karoten ve klorofil), enzimler, metaller, su, antioksidan maddeler oksitlenme reaksiyonunun hızını etkilemektedir. Oksidasyon hızı, yüksek sıcaklık, metaller, ışık ve oksijenin etkisiyle daha da artmaktadır. Kaynaklarda beta karotenin antioksidan etkisinin olduğu, klorofilin ise ışıkta prooksidan, karanlıkta antioksidan etki gösterdiği, tokoferolün yüksek konsantrasyonda prooksidan olabileceğini gösteren bulgular vardır (Blekas ve diğ., 1995; Baldioli ve diğ., 1996; Gutierrez-Rosales ve diğ., 1992).

Birinci Aşama : Serbest Radikal Oluşumu

$RH+O_2 \rightarrow R.+HOO.$

İkinci Aşama : Peroksit Oluşumu (zincirleme reaksiyonlar)

$R.+O_2 \rightarrow ROO.$

$ROO.+RH \rightarrow ROOH+R.$

Son Aşama : Zincirleme reaksiyonların sonu

$R.+R. \rightarrow R.R$

$R.+ROO. \rightarrow ROOR$

$ROO.+ROO. \rightarrow ROOR+O_2$

Şekil 2. Oksidasyon mekanizmasının şematik gösterimi

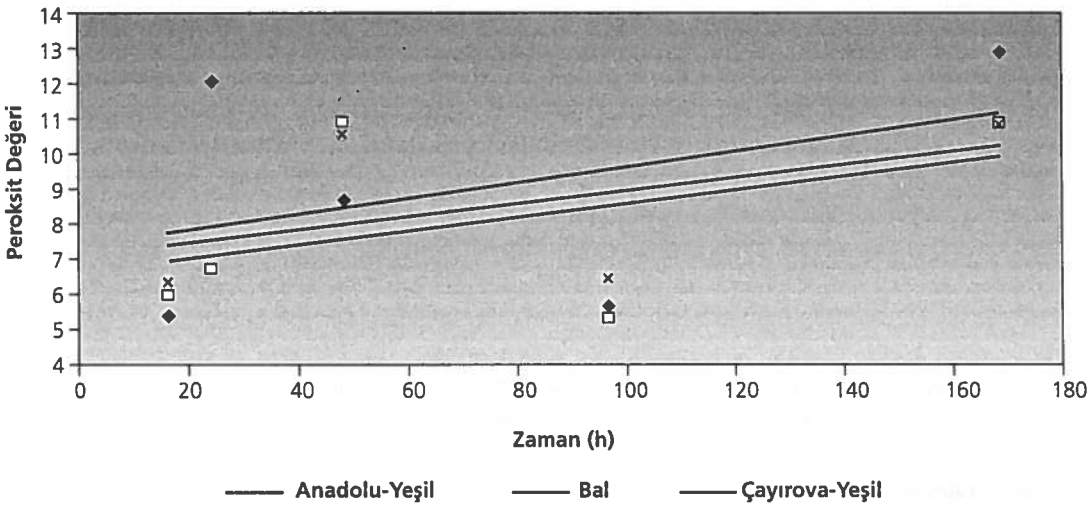
Giovacchino ve diğ., (1994) zeytin yağının elde edilmesi sırasında uygulanan yöntemin, yağdaki toplam antioksidan miktarını önemli derecede etkilediğini, buna bağlı olarak yağın stabilitesinin değişebileceğini belirtmektedirler. Bu karmaşık yapı içinde peroksit değerinin zaman içinde artıp azalması doğal karşılanmaktadır. Warner ve Mount (1984) soya yağı ile yaptığı denemede, azot gazı altında cam ve PVC şişelerde 1 yıl saklanan örneklerde peroksit değerinin cam şişelerde 2.7'den, 9uncu ayda 19'a yükseldiğini, 12inci ayda 6.2'ye düştüğünü, PVC şişelerde 2.3'den 6ıncı ayda 33.6'ya yükseldiği, 9uncu ayda 11.5'e, 12inci ayda 6'ya düştüğünü belirtmektedirler. Kritsakis (1984) seçilmiş saklama ve ambalaj malzemelerinin zeytin yağının kalitesine etkilerini incelediği çalışmasında, 5cm hava boşluğu bulunan cam ve plastik şişeleri, ışıklı bir yerde saklamış ve cam şişelerdeki peroksit değerinin plastik şişelerdekinden daha düşük olduğunu saptamıştır. Ancak aynı örneklerin karanlıkta saklanması sırasında peroksit miktarları, birbirlerinden çok farklı bulunmamıştır. Karanlıkta saklanan örneklerde peroksit miktarı daha düşük olmuştur. Hava boşluğu bırakılmayan cam şişelerde, iki yıl karanlıkta bekletilen zeytin yağı örneklerinde peroksit değeri değişmemiştir. Oksijen ve ışığın yağ oksidasyonunu hızlandırdığı bir çok çalışmada gösterilmiştir (Gutierrez-Rosales ve diğ., 1992; Sattar ve diğ., 1976). Ancak zeytin yağının kalitesini koruyabilmesi için, bu iki faktörün yok edilmesi, her zaman olumlu sonuç vermediği de vurgulanmaktadır. Bu çalışmada da şişelerdeki hava boşluğunun az olması, zeytin yağının ekstra natürel sızma özellikte olması nedeniyle doğal antioksidanlarının yüksek miktarda bulunması, otoksidasyon reaksiyonunun hızlanmasına engel teşkil etmiştir. Ancak daha önce belirtildiği gibi 5inci aydan başlayarak örneklerde renk yeşilden sarıya dönmüş ve karakteristik sızma zeytin yağı görüntüsü kaybolmuştur. Renk kaybı, özellikle natürel sızma zeytin yağları için, kodekste belirtilmese de tüketicinin satın alırken önem verdiği sızma zeytin yağı pazarlamasında önemli bir kalite parametresidir .

Işık yemeklik sıvı yağlarda pigmentlerin ve vitaminlerin parçalanarak yok olmasında ve yağ stabilitesinin azalmasında önemli bir etmendir. Bu reaksiyonlarda ışık katalizör olarak rol oynamakta ve değişik dalga boylarındaki ışığın etkisi değişik yağlarda birbirinden farklı olmaktadır (Sattar ve diğ.,1976). Sıvı yağlarda bulunan, klorofil, feofitin gibi doğal pigmentlerin, ışığı görünür ve yakın UV bölgesinde absorbe ederek, oksidasyon hızını artırdığı, beta karotenin ışığın neden olduğu oksidasyon reaksiyonlarını önlemekte etkili olduğu, otoksidasyon reaksiyonlarında etkili olan antioksidanların, ışığın başlattığı oksidasyon reaksiyonlarını önleyemediği belirtilmektedir (Carlsson ve diğ., 1976). Bu çalışmada ışığın etkisini incelemek amacıyla, ışık geçirgenlik özellikleri birbirinden farklı olan üç tip şişe kullanılmıştır. Işık testinde kullanılan cam şişelerle diğer plastik şişelerin 300-700 nm aralığında ışık geçirgenlik özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Zeytin yağı pigmentlerinin absorpladığı ışık dalga boyları, 430, 460, 550, 630, 670 ve 710 olarak verilmiştir (Blekas ve diğ. 1995). Buna göre, cam ambalajın, bu dalga boylarındaki ışık geçirgenliklerinin az olması ile, yağın stabilitesinin artması beklenir. Cam şişelerin Tablo 3'de verilen ışık geçirgenlik özellikleri incelendiğinde, yeşil (Anadolu) camın UV ışınlarını geçirdiği, yeşil (Çayırova) cam ile bal rengi camın UV ışınlarını geçirmediği görülmektedir. Yeşil şişelerin ışık geçirgenlik değerlerinin 460, 550, 630nm'de birbirine yakın olduğu, bal renkli şişenin 460 ve 550nm dalga boylarında ışık geçirgenliğinin diğerlerine kıyasla çok az olduğu görülmektedir. Ticari olarak satılan Verde Zeytin Yağı şişelerinin ışık geçirgenliğinin her dalga boyunda çok az olduğu saptanmıştır. Şekil 3'de ışık denemelerinde, zamana bağlı olarak zeytin yağı örneklerinin peroksit değerlerindeki artış gösterilmektedir. Şekil 3'de görüldüğü gibi UV filtresi yağda peroksit oluşumunu yavaşlatmaktadır. Bal ve yeşil (Çayırova) şişelerinin koruyucu özellikleri birbirine yakın bulunmuştur. Bunun nedeni çeşitli dalga boylarında ışık absorbe eden pigmentlerin zeytin yağı içindeki cins ve miktarlarının farklı olabilmesidir. Zeytin yağı içinde klorofil a ve b, feofitin ve beta karoten, flüoresan ışığın etkisi altında farklı sürelerde yok olmaktadır (Gutierrez-Rosales ve diğ., 1992). Dolayısıyla konsantrasyonlarına bağlı olarak, oksidasyon reaksiyonlarındaki rollerini değiştiği düşünülmektedir.

Tablo 3. Cam ve plastik şişelerin 300-700 nm aralığında ışık geçirgenlik özellikleri

Ambalaj çeşidi	360 nm	460 nm	550 nm	630 nm
Yeşil (Anadolu)	74	28	75	35
Yeşil (Çayırova)	0	30	68	40
Bal	1	2	43	62
PVC	83	87	88	89
PET	84	87	88	88
Verde Şişesi	0	0,5	20	18

Işık geçirgenlik özellikleri birbirinden farklı olan üç tip şişede (bal, Anadolu-yeşil, Çayırova-yeşil) bekletilen zeytin yağı örneklerinin peroksit değerlerindeki değişim Şekil 3'de görülmektedir



Şekil 3. Işıkta bekletilen yeşil ve bal renkli şişelerdeki yağ numunelerinin peroksit değerindeki değişim

SONUÇ

Bu çalışmada, gün ışığı veya flüoresan ışığın etkisi altında saklanan sızma zeytin yağının raf ömrünü etkileyen en uygun ambalaj malzemesi araştırılmıştır. Zeytin yağının yüksek oranda doymamış yağ içermesi, onun oksidasyon riskini artırmaktadır. Ancak doğal olarak içerdiği klorofil, tokoferol, fenolik maddeler, özellikle hiçbir işlem uygulanmadan tüketime sunulan natürel sızma zeytinyağlarının stabilitesini artırmaktadır. Oksidasyon reaksiyonlarının, yağ asitleri bileşimi, yüksek sıcaklık, metaller, ışık ve oksijenin etkisiyle hızlandığı bilinmekteyse de bunların toplam etkisini önceden tahmin etmek mümkün değildir.

Bu çalışmada, ticari ambalajları içinde, normal atmosfer koşullarında, gün ışığı alan bir odada saklanan natürel sızma zeytin yağı kalitesine etkisi bakımından PVC veya PET ambalajlar arasında $p>0,05$ önem düzeyinde önemli bir fark gözlenmemiştir. PVC ve PET ambalajlar ile cam arasında ise $p>0,05$ önem düzeyinde önemli bir fark saptanmıştır. Ancak 12 aylık saklama süresi sonunda her üç örnekte de peroksit değeri Kodeks Standardında belirtilen < 20 meq/kg yağ sınır değerin altında kalmış, beşinci aydan itibaren renkte önemli açılma gözlenmiştir. Renk açılmasında

en etkili faktörün ışık olduğu bilinmektedir. Zeytin yağı için uygun ambalaj seçimi, raf ömrünü etkileyen ışık dalga boylarının araştırılması ile mümkün olabilecektir. Natürel sızma zeytin yağı, günümüzde ışık geçirgenliği çok azaltılmış renkli cam şişelerde pazarlanmaktadır. Diğer bitkisel ve hayvansal yağlar ile yapılan çalışmalarda, aynı dalga boyundaki ışığın bu ürünlere farklı derecede etkilediği gözlenmiştir (Sattar ve diğ., 1976). Benzer bir çalışmanın zeytinyağı ile yapılması yararlı olacaktır.

Gıda ambalajı olarak kullanılan plastikler polimerik madde, işleme kalıntıları, katalizör ve stabilizörler ve diğer katkı maddeleri (kaydırıcı, parlatıcı, yumuşatıcı, v.b.) bakımından Kodeks Standartlarında belirtilen şartlara uygun olmalıdır. Aksi halde gıda maddeleri ile temas eden plastiklerden gıda maddesine geçebilen monomer ve katkı maddelerinin insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Tamamen doğal hammaddeden elde edilen cam gıda ile tepkimeye girmez, inert bir maddedir. Özellikle oksijen geçirgenliğinin olmaması ve çeşitli renklerde üretilebilme imkanı oksijene ve ışığa hassas gıda maddeleri için uygun bir ortam sağlamaktadır.

Dünya ticaretinde, natürel sızma zeytin yağlarının basit bir yemeklik bitkisel yağ gibi pazarlanmadığı, çeşitli biçim, renk ve büyüklükte cam şişeler içinde satışa sunulduğu bilinmektedir. Bu nedenle, natürel sızma zeytin yağının tüketici beğenisini cezbedecek çok özel ambalajlar içerisinde sunulması pazar değerini artıran bir faktördür. Zeytin yağı ambalajı olarak camın önemli ve değiştirilemez bir yeri vardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada zeytin yağı örneklerin analizinde yardımlarını esirgemeyen Kırlangıç Gıda Maddeleri San. Ve Tic. A.Ş. yetkililerinden Sayın Ahmet Sünnetçi ve Sayın Aysun Stenvik'e; ambalaj malzemelerinin ışık geçirgenlik spektrumunu sağlayan TŞCFAŞ Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü'nden Sayın Fehiman Akmaz ve Sayın Esra Akmoran'a teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

1. Anon., 1998. Yemeklik zeytin yağı ve yemeklik prina yağı hk. Tebliğ. Resmi Gazete sayı : 23323, Tebliğ no : 98/7.

2. AOAC, 1990. Oil and Fats in AOAC Official Methods of Analysis.

3. Baldioli, M., Servili, M., Perretti, G., Montedoro, G.F. 1996. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 73(11): 1589-1593.

4. Blekas, G., Tsimidou, M., Boskou, D. 1995. Contribution of _-tochopherol to olive oil stability. Food Chem. 52: 289-294.

5. Carlsson, D.J., Suprunchuck, T., Wiles, D.M. 1976. Photooxidation of unsaturated oils: Effects of singlet oxygen quenchers. J. Am. Oil Chem. Soc. 53(10): 656-660.

6. European Union Commission, Regulation EEC/2568/91 on the Characteristics of Olive and Olive Pomace Oils and Their analytical methods. Annex IX:Spectrophotometric Test of UV Absorption, Off. J. Eur. Commun. L248:33-36.

7. Giovacchino,L. Di, Solinas, M., Miccoli, M. 1994. Effect of extraction systems on the quality of virgin olive oil, J. Am. Oil Chem. Soc. 71(11): 1189-1194.

8. Gutierrez-Rosales, F., Garrido-Fernandez, J., Gallardo-Guerrero, L., Gandul-Rojas, B., Minguez-Mosquera, M.I. 1992. Action of chlorophylls on the stability of virgin olive oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 69(9): 866-871.

9. Kritsakis, A. ve Markakis, P. 1987. Olive oil:A review. Advances in Food Research, C.O. Chichester, E.M.Mrak, B.S. schweigert (Eds.), Vol. 31: 453-482.

10. Kritsakis, A.K. 1984. Effect of selected storage conditions and packaging materials on olive oil quality. J. Am. Oil Chem. Soc. 61(12): 1868-1870.

11. Minguez-Mosquera, M.I., Rejano-Navarro, L., Gandul-Rojas, B. Sanchez-Gomez, A.H., Garrido-Fernandez, J. 1991. Color-pigment correlation in virgin olive oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 68(5): 332-336.

12. Sattar, A., deMan, J.M. ve Alexander, J.C. 1976. Effect of wavelenght on light induced quality deterioration of edible oils and fats. Can. Ins. Food Sci. Tech. J. 9 (3):108-113.

13. Satue, M.T., Huang, S.W., Frankel, E.N. 1995. Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached and deodorized olive oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 72(10): 1131-1137.

14. St. Angelo, A. J. 1996. Lipid oxidation in foods.CRC Critical review. In Food Sci. & Nutr.36(3):175-224.

15. Warner, K. ve Mounts, T.L. 1984. Flavor and oxidative stability of hydrogenated and unhydrogenated soybean oils, efficancy,of plastic packaging. J. Am. Oil Chem. Soc. 61(3): 548-551.

MAMÜLLERDE DİP PARLATMA TEKNİKLERİ

Mehmet Önen
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası

ÖZET

Çekme ve takma ayaklı ürünlerin tabla kalitesinin yükseltilmesi amacıyla proje çalışması başlatılmıştır.Deneme çalışmaları sonucunda dizayn edilen makina hatta seri olarak çalışır hale getirilmiştir.

Ayaklı üretim hatlarından gelen mamüllerin tablaları, soğutma fırınına girmeden önce tabla yakma makinasında parlatılmaktadır.

Tamamlanan proje sonucunda halen fabrikamızda ikisi Forma hattı olmak üzere toplam 5 hatta tabla yakma makinaları sürekli çalışır hale getirilmiştir.Yapılan çalışmalar sonucunda ILK-1 hattında 596 $/gün, net kazanç sağlanırken herbir çekme ayak hattı için net kazanç 236 $/gün olmuştur.

1.GİRİŞ

1984 Yılında cam ev eşyası pazarına yönelik olarak üretime başlayan Kırklareli fabrikamızda kuruluşundan bugüne kadar yeni ürün ve kaliteyi geliştirme çalışmalarına büyük önem verilmektedir.

1998 Yılı ortalarından itibaren yaşanan ve kuruluşumuzu da oldukça etkileyen kriz, daha kaliteli ürünü daha ucuza üretmenin rekabet gücümüzü korumada olmazsa olmaz bir şart olduğunu bir kez daha ortaya çıkarmıştır.

Bu dönemde Kırklareli Fabrikası olarak kaliteyi yükseltme ve yeni ürün çalışmalarına hız verilmiş olup, başlangıçta yalnızca çekme ayaklı ürünler için başlatılan tabla parlatma çalışmaları takma ayak hatlarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir.

Dip parlatma çalışmaları üç aşamada sürdürülmüştür.

1- Çekme ayaklı mamüllerin tablalarının parlatılması.
2- Forma ayaklı ürünlerde 1998 yılında sadece iki ayaklı seride gerçekleştirilen faturasız ve parlatılmış tablalı ayaklı bardak üretiminin, 2000 yılında ürün yelpazemizin %80'inde gerçekleştirilmesi.
3- İLK-1 hattında faturasız ve parlatılmış tablalı ayaklı bardak üretiminin gerçekleştirilmesi.

2.PROJENİN AMAÇLARI

Çekme ve takma ayaklı ürünlerimize yönelik başlatılmış projede amaçlarımız;

a) Kaliteyi yükseltmek ✓
b) Verimliliği arttırmak ✓
c) Kendimize has üretim prosesi olan çekme ayaklı ve takma ayaklı ürünlerde albenisi yüksek ürünler pazara sunmak ✓

d) Ürün maliyetini azaltmak ✓
e) Rekabet gücünü arttırmak ✓
f) Müşteri tatminini yükseltmektir. ✓

3.ÇEKME AYAK HATLARINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

I.G.C.'den esinlenerek dizayn edilen makina ile çalışmalar 1997 yılında başlatılmış olup, bu makina üzerinde yapılan çalışmalarda tabla kalitesinde izafi bir gelişme sağlanmış fakat arzu edilen seviyeye ulaşılamamıştır.

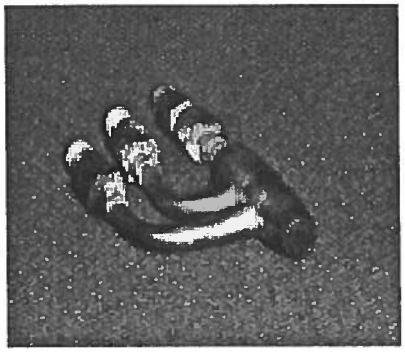
İstenilen kaliteye tam olarak ulaşılamaması ve aşağıda belirtilen nedenler yeni bir makina dizaynını zorunlu hale getirmiştir.

a-)Makinanın seri imalata uygun olmaması,
b-)Transfer kayıpları ve imalat değişiminde makina parça değişim ve ayar zorluğu,
c-) imalat değişim süresini uzatması

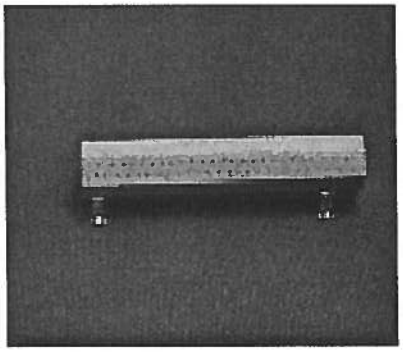
Yeni makina dizaynı için P.G..E.(Proses Geliştirme Ekibi) kurularak, I.G.C'den esinlenerek dizayn edilen makinada yaşanan sorunları ortadan kaldıracak alternatifler tartışılıp, ortak öneriler belirlenerek eylem planı oluşturulmuştur.

4. P.G.E. ÇALIŞMASI SONUCU DİZAYN EDİLEN YENİ MAKİNANIN ÖZELLİKLERİ VE ÜSTÜNLÜKLERİ

4.1-Mekanizma boşlukları ve bunlardan kaynaklanan duruş ve imalat kayıplarının önlenmesi için tahrik sistemi çift redüktörden tek redüktörlü hale getirilmiştir.
4.2-135mm çapa kadar olan ürünler parlatılabilmesi için turnet taşıyıcı tablasının, turnet eksen çapı ve rotary boşaltıcı yükleyici çapı büyütülerek büyük mamüle göre düzenlenmiştir.
4.3-Etkin yanma sağlanması amacıyla ayarsız şaluma tipi beklerden ayarlanabilir yüksek basınçlı çift sıralı bek sistemine geçilmiştir.(Şekil-1-)



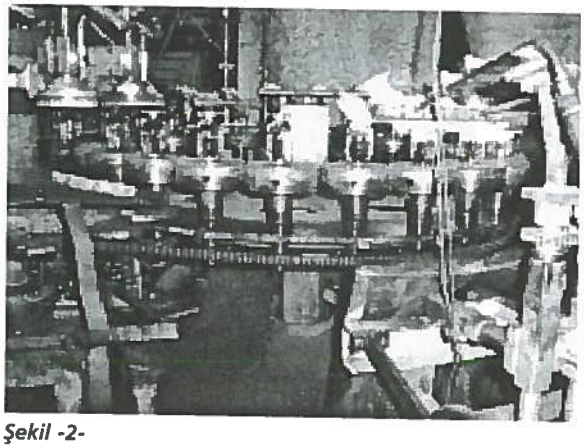
Ayarsız Şaluma Yüksek Basınçlı Tipi Bek



Çift sıralı Bek

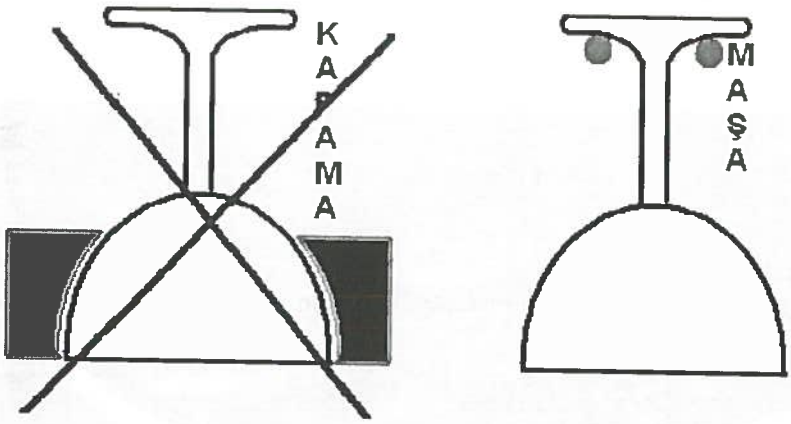
Şekil - 1 -

4.4- Her bir turnet için ayrı ayrı bek olması nedeniyle gaz-oksijen distribitörü kullanım zorunluluğu,beklerin yeniden düzenlenmesiyle ortadan kaldırılmıştır.Böylece distribütör problemlerinin ortadan kaldırılmasının yanında tablanın daha etkin ve kaliteli parlatılır hale gelmesi sağlanmıştır. (Şekil -2 -)



Şekil -2-

4.5- Gövdeden sarmalı kapama ile yapılan yüklemeden tabla altından tutarak yükleme yapan mekanik maşalı sisteme gecilmiştir.Bunun sonucunda transfer kayıpları önlenmiş ve konik mamüllerin yükleme problemi ortadan kaldırılmıştır.(Şekil - 3-)



Şekil -3 -

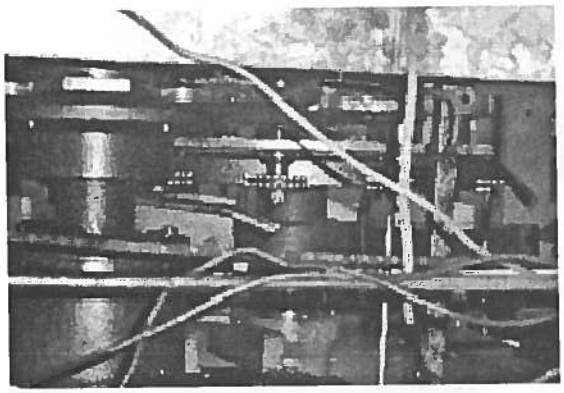
4.6-Gövdeden sarmalı kapama yerine, tabla altından tutarak yükleme ve boşaltma yapan maşa kullanımına geçilmesiyle, imalat değişimlerinde mamül formuna uygun kapama değişimi zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır.Tüm imalatlar aynı yükleme-boşaltma maşaları ile çalışır hale getirilmiştir. Bunun sonucunda imalat değişiminde zaman kazanılmış ve farklı imalatlara farklı kapama seti yapılmasının getirdiği ek maliyetten tasarruf sağlanmıştır.

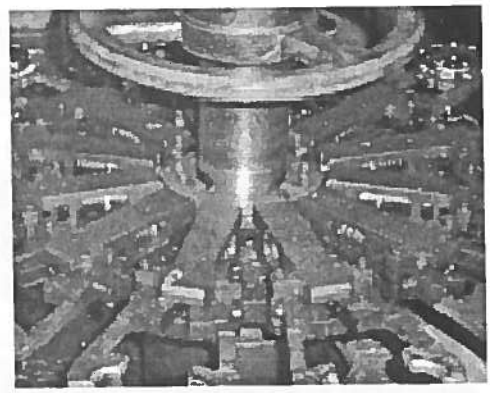
4.7-Parçalı turnike tablası kullanarak dip parlatma makinasına giden mamüllerin eşit aralıklarla gitmesi sağlanmıştır.

4.8--Sık sık mekanik arızalara sebep olan dıştan yaylı ve merkezlemesiz yükleyici boşaltıcı maşalardan içten yaylı ve merkezlemeli maşalara geçilmiştir.

4.9-Makinada parlatılabilen maximum ürün boyu 200mm'den 250mm'ye çıkartılmıştır.Böylelikle ürün yelpazesine 2000 yılı içerisinde katılan uzun çekme ayaklı bardakların tablalarıda parlatılabilir hale getirilmiştir.

4.10-Sabit ayar imkanı olmayan rotary yükleyici boşaltıcı sisteminden, yükleme-boşaltma birbirinden bağımsız ayarlanabilen hareketli-kamlı sisteme geçilmiştir. Şekil 4'te verilen yeni sistem yükleme ve boşaltma noktalarındaki alma-bırakma hareketlerinin daha iyi ayarlanabilmesine olanak sağlamış ve bu bölgelerdeki transfer kayıplarını azaltmıştır.





Şekil - 4-

4.11- Ayarsız tek parçalı turnet kaldırma kamından iki parçalı ve ayarlı kama geçilerek transfer kayıplarına karşı iyileştirme yapılmıştır. Kayıp zamanları önlemek bakımından, turnet döndürme zincirinde yaşanan atma probleminin neden olduğu kayıplarını önlemek için zincir dişli ve turnet mili üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak, turnet döndürme zincir ve dişlileri çift sıralı hale getirilmiştir.

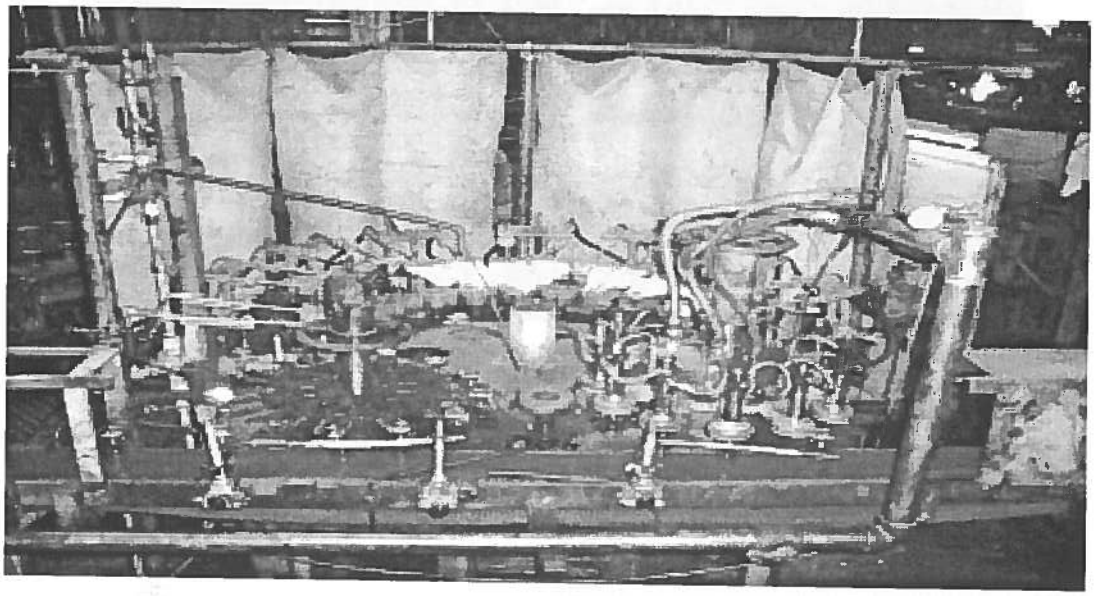
Şekil -5-

4.12- Mamül çapına göre turnet kullanımından vazgeçilerk tek tip turnet kullanımına geçilmiş ve böylece imalat değişimlerinde turnet değişimi için harcanan zaman kazanılmıştır.

4.13-Makina etrafına ısı yalıtıcı perde konularak beklerin yaydığı radyasyon önlenmiş ve çalışanın rahatı sağlanmıştır. (Şekil-6-)

4.14- Parlatma makinası hareketli bir şaseye oturtularak, uzun arıza durumlarında bulunduğu yerden geri çekilerek mamüllerin direk konveyör üzerinden soğutmaya gönderilme imkanı sağlanmıştır.

4.15- Parlatma bekleri makina etrafında yükseklik, açısal ve yatay doğrultuda ayarlanabilen mekanizma ile donatılmıştır. Kullanılan bekler 4 ay süresince tıkanmadan problemsiz olarak kullanılmaktadır. Bekler yerli piyasada yaptırılmakta olup, yurt dışına bağımlı değildir.



Şekil-6-

5.FORMA TAKMA AYAK HATLARINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışma takma ayaklı mamüllerde proses gereği tabla altında oluşan faturanın ortadan kaldırılması amacıyla başlatılmıştır. Dipteki mevcut fatura kullanım sırasında bu bölgede kırıklar ve kir birkmesine neden olduğundan zaman zaman müşteri şikayetlerine sebep oluyordu.
Orjinal haliyle forma hatları için ANTAS'tan alınan makina üzerinde;

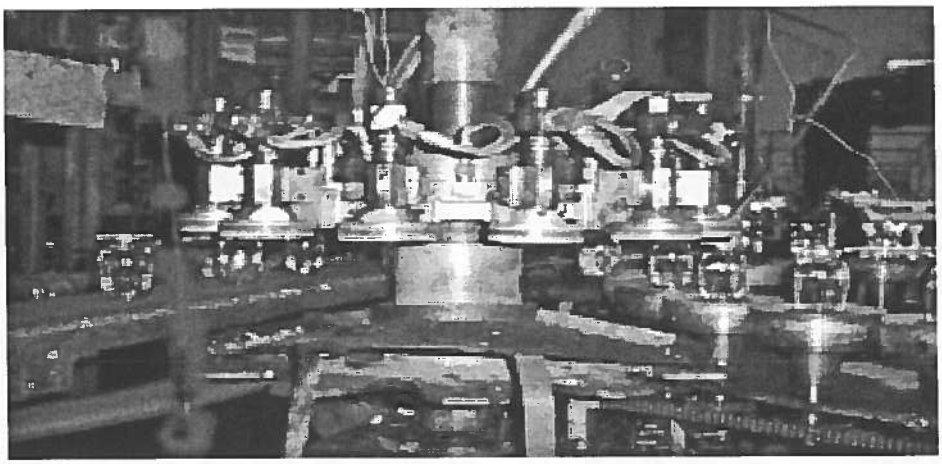
a-) Yükleyici ve boşaltıcıda,
b-) Turnet döndürme sisteminde,
c-) Turnet dizaynında,
d-) Bek yerleşiminde ve bek tipinde,
e-) Ekipman ve techizatta,

geliştirme çalışmaları yapılarak seri imalatta sürekli kullanılır hale getirilmiştir.Halen forma ürün yelpazesinin %80 nin tablaları parlatılmaktadır.

6.İLK-1 DİP PARLATMA ÇALIŞMALARI

Çekme ayak hatlarından farklı olarak Forma Takma ayak hatlarında olduğu gibi proses gereği tabla altında oluşan ve kullanımda müşteri şikayetine neden olan faturanın ortadan kaldırılması amacıyla çalışma başlatılmıştır. Bu hatta kullanılan makine ana hatlarıyla çekme ayak hatlarında kullanılanla ayni özelliklerde olup, farklılığı aşağıda belirtildiği gibidir.

Boşaltıcı mekanizması vakumlu olup, tablaları parlatılan mamülleri, vakum kafaları ile tabladan tutarak, makinadan alıp konveyöre aktarmaktadır. (Şekil -7-)



Şekil -7-

Vakumlu boşaltma sayesinde, tablada imalat prosesinden kaynaklanan tabla oturmazlığı problemi için kullanılan üç noktalı çıkıntı ve elle hissedilebilen bariz fatura ortadan kaldırılmıştır. Parlatma için makinada toplam 16 adet bek kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda halen fabrikamızda;
1- İLK-1 Hattımızda 3 ürün hariç tüm ürünlerde
2- Forma hatlarında ürün yelpazesinin %80'inde
3- İki çekme ayaklı hattında (B.1 - B.2) tabla parlatma makinaları sürekli olarak çalıştırılmaktadır

7.PROJENİN GERÇEKLEŞMESİ SONUCU SAĞLANAN FAYDALAR

1- Rekabet gücümüzün artması için albenisi yüksek ürünler pazara sunulmuştur.
2- Müşteri tatmini yükseltilmiştir.
3- Çekme ve takma ayaklı ürünlerde tabla kalitesi yükseltilmiştir.
3- Forma velLK-1 hatlarımızda dip oturmazlığı problemine karşı kullanılan ve maliyeti oldukça yüksek olan ring yapımı zorunluluğu ortadan kalkmıştır.Ayrıca kullanım sonrası yapılan parlatma ve onarım sırasına dantel formu bozularak üretimde dip oturmazlığı problemleri yaşandığından sık sık ring yenileme ihtiyacıda ortadan kaldırılmıştır.

Bunun sonucu sadece İLK-1 hattında ayda 30Ad. Özel dantel ring (Yapım maliyeti:125$/ad.) yaptırılırken,tabla yakma kullanımı sonrası ayda 10 ad.düz kavitasyon formunda (Yapım maliyeti:70$/ad.) ring yaptırılması yeterli gelmektedir.Bunun aylık getirisi 3050$'dır.

4-Tüm ayaklı ürünlerde tabla çatlak, tabla atık, tabla çapak problemlerinde önemli ölçüde düşüş sağlanmıştır.
5- İLK-1 hattında gövde yamuk hata oranı %6"dan %2'ye düşürülmüştür .
6- İLK-1 üretimlerimlerinde ~%1.5~3 oranında devir artışı sağlanmıştır.
7- İLK-1 Üretim adetleri %2,25 oranında artarak günlük 61963 adetten 63357 adede yükseltilmiştir.
8- Çekme ayak üretim adetleri %1,5 artmıştır.
9- Üretim adetlerinin artması sonucu ürün birim maliyeti düşürülmüştür.

8.PROJE MALİYETİ

- Proje için belirlenen bütçe :75.000$
  - H28/3 ve H28/4 Dip parlatma makinaları :31.000$
  - İLK-1 hattı Dip parlatma makinası :17.500$

Σ **Toplam proje maliyeti** **:48.500$**

9.PROJENİN MALİ GETİRİSİ

9.1 İLK-1 hattında:

→ Tabla parlatma öncesi günlük üretim adedi : 61963 Ad./Gün
→ Tabla parlatma sonrası günlük üretim adedi : 63357 Ad./Gün
→ **Günlük kazanılan İlave ürün adedi** **:1394 Ad./Gün**
→ Ambalaj hariç ortalama İLK-1 ürünü satış fiyatı : 0,5$ /Ad.
→ **Kazanılan ilave ürün günlük satış tutarı** **: 697 $/Gün**

Tabla Parlatma Makinasının Günlük Giderleri:

- Oksijen tüketimi :1,95 $/h
- Gaz tüketimi :2,18 $/h
- Toplam Günlük akışkan tüketimi :99 $ / gün
- Elk.Enerjisi Tüketimi (Günlük) : 2 $ / gün

Σ **TOPLAM GÜNLÜK ENERJİ TÜKETİM** **:101 $/Gün**

GÜNLÜK NET KAZANÇ **:596 $**

9.2 Çekme Ayak hattında:

→ Tabla parlatma öncesi günlük üretim adedi : 55.000 Ad./Gün
→ Tabla parlatma sonrası günlük üretim adedi : 55825 Ad./Gün
→ **Günlük kazanılan İlave ürün adedi** **: 825 Ad./Gün**
→ Ambalaj hariç ortalama Çekme ayak ürünü satış fiyatı : 0,4$ /Ad.
→ **Kazanılan ilave ürün günlük satış tutarı** **: 330 $/Gün**

Tabla Parlatma Makinasının Günlük Giderleri:

- Oksijen tüketimi :1,95 $/h
- Gaz tüketimi :1,88 $/h
- Toplam Günlük akışkan tüketimi :92 $ / gün
- Elk.Enerjisi Tüketimi (Günlük) :2 $ / gün

Σ**TOPLAM GÜNLÜK ENERJİ TÜKETİMİ** **:94 $ / GÜN**

GÜNLÜK NET KAZANÇ **:236 $** ☑

10. MAKİNANIN GERİ ÖDENMESİ

10.1 iLK-1 hattında:

- İlk-1 hattı tabla parlatma makinası maliyeti :17.500 $
- Proje sonucu günlük kazanç : 596 $
- **Proje geri ödemesi** **:32 Gün**

10.2 Çekme Ayak hatlarında:

- Çekme Ayak tabla parlatma makinası maliyeti :15.500 $
- Proje sonucu günlük kazanç : 236 $
- **Proje geri ödemesi** **:72 Gün**

ŞİŞECAM'IN GÜNEYDEKİ HAMMADDE KAYNAKLARININ REZERV VE ÇEŞİTLİ KALİTE KULLANABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hüseyin Akarsu - Hamza Özaktaş
H. Hüseyin Sarıoğlu - Tuncer Acar - Mehmet Koçoğlu
Camiş Madencilik A.Ş.

ÖZET

Güneyde cam üretimi için 1995 yılında toplam 130.000 ton olan hammadde ihtiyacı (Kum, Kalker, Dolomit) Şişecam'ın son dört yıl içinde yaptığı yatırımlar sonucu 2000 yılında 627.236 ton'a ulaşmıştır. Fabrikaların tam kapasite ile çalışması durumunda bu miktar 700.000 ton/yıl'ı aşacaktır.

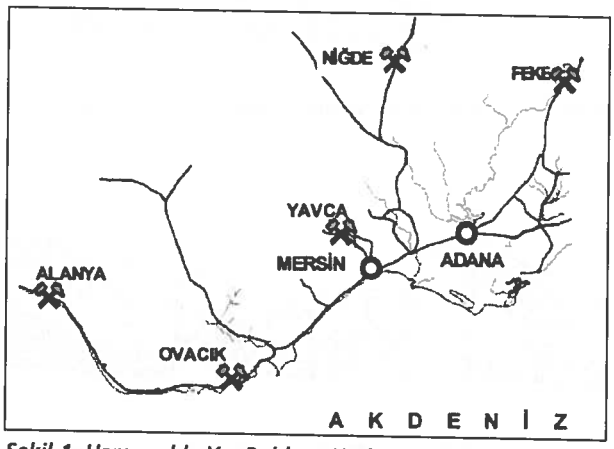
Düzcam, Cam Ambalaj, Cam Ev Eşyası ve Silikat olmak üzere dört ayrı kalitede hazırlanan hammaddelerin her biri gerek kimyasal gerekse fiziksel özellikleri açısından farklılık göstermektedir. Bu üç hammaddeden 10 farklı kalitede ürün elde edilmektedir. Aynı adı taşıyan hammaddeden farklı kompozisyonlarda (değişik kalitelerde) cam hammaddeleri üretilmesi; bir daha yerine konulması mümkün olmayan doğal kaynağın ocakta üretilmesinden itibaren cam hammaddesi haline gelene kadar geçen süreçte her aşamasının sürekli izlendiği ve geliştirildiği bir dizi madencilik faaliyeti ile gerçekleştirilmektedir.

Bu sunuşta, Şişecam'ın sahip olduğu hammadde rezervlerinin ISO 9002 Kalite Güvence Sistemi uygulanarak optimum kullanılmasından başlamak üzere istenen kalitede nihai ürün hazırlanmasına kadar geçen süreçte müşteri şikayetleri de dahil yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar anlatılacaktır.

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, Şişecam'ın güneyde sahip olduğu hammadde potansiyelini rezerv ve kalite açısından ortaya koymaktır. Cam'ın ana hammaddesi olan kuvars kumu Adana-Feke ve İçel-Silifke yörelerinde ki sedimanter kuvarsit yataklarından elde edilmektedir. Ayrıca, züccaciye ve sodyum silikat kalitesi kumlar için belli oranlarda ithal Mısır Kumu kullanılmaktadır. Dolomit; İçel-Yavca Köyü, Antalya-Alanya. Kalker; İçel-Karadiken Köyü, Niğde-Hıdırlık yörelerinden sağlanmaktadır (Şekil-1).

Alanya Dolomiti ile Niğde Kalkeri haricindeki hammaddeler Şişecam'ın ruhsatlı sahalarından üretilmektedir. Kalker ve Dolomit üretimlerinde; ocaklarda patlatma sonrası elde edilen ince malzemenin elenmesi ile fiziksel-kimyasal kaliteye ulaşılması mümkün olurken kuvarsitlerden kuvars kumu elde edilmesi titiz bir çalışma sürecini gerektirmektedir. Çalışmanın esasını bu konu oluşturmaktadır.

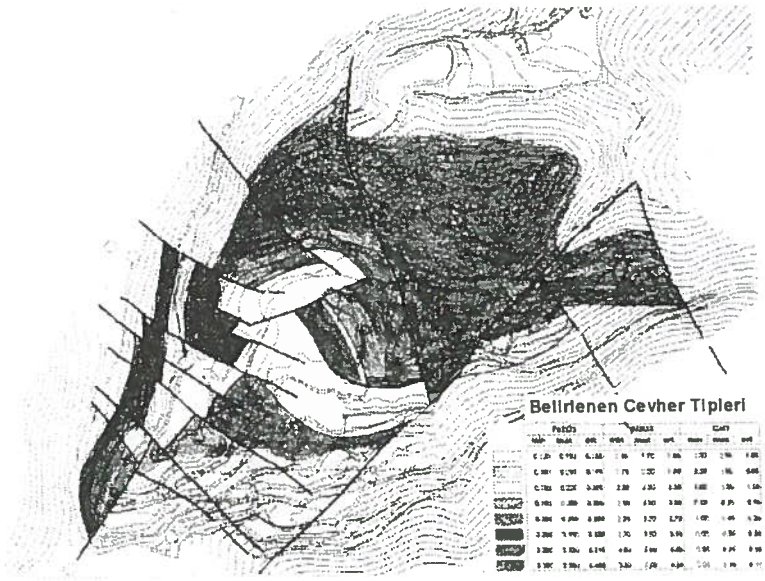


Şekil-1. Hammadde Yer Bulduru Haritası

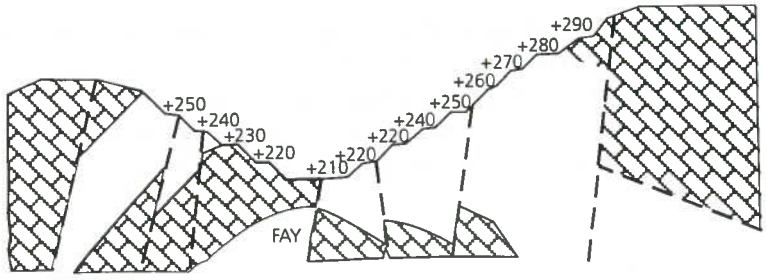
2- KUVARSİT YATAKLARININ JEOLOJİK ve JEOKİMYASAL AÇIDAN İNCELENMESİ

2.1- OVACIK KUVARSİT YATAKLARI

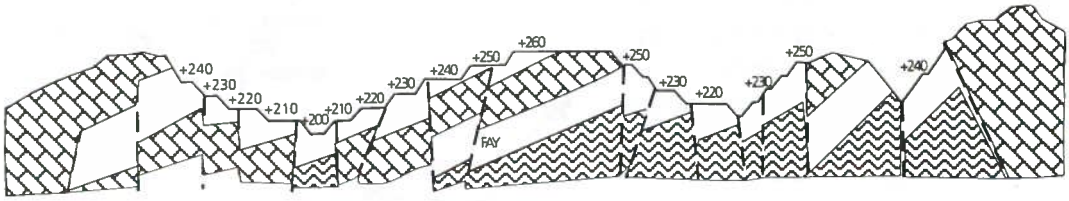
Kuvarsit yatakları devoniyen yaşlı birimler içerisinde oluşmuş sedimanter yataklardır. Gerek oluşum esnasındaki farklı çökelme koşulları, gerekse permiyen dönemi tektonik hareketlerinden yoğun bir şekilde etkilenme cevher yatağında kısa mesafede yatay ve düşey olarak önemli değişikliklere neden olmuştur. Bu da cevher yatağında yapılan hemen her üretimin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması demektir. Bu durum aşağıda verilen jeokimyasal harita ve kesitlerde açıkça görülmektedir.



Şekil-2. İR 2669 Sahası Jeokimyasal Haritası

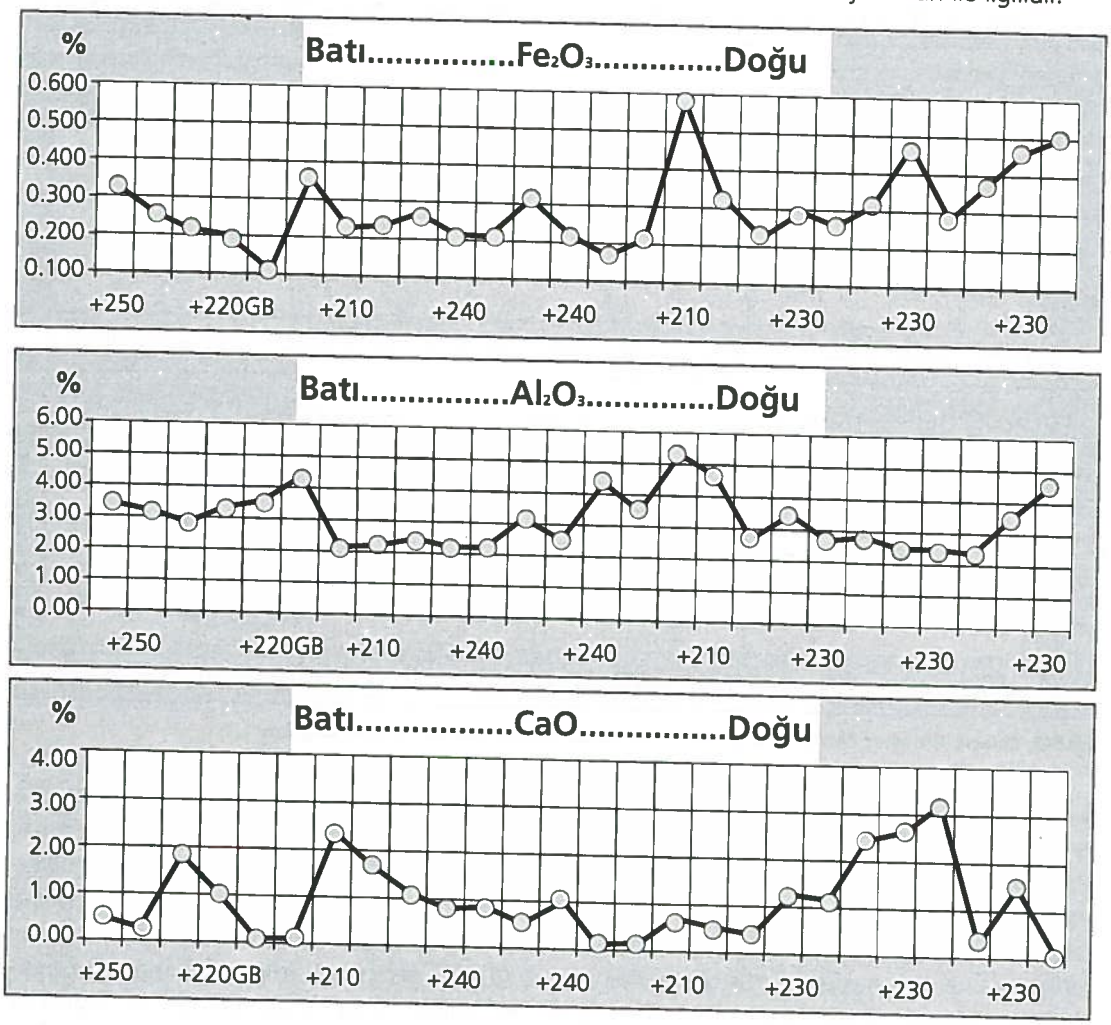


Şekil-3. Ovacık Kuvarsit Maden Ocağı Kuzey - Güney kesiti



Şekil-4. Ovacık Kuvarsit Maden Ocağı Doğu - Batı kesiti

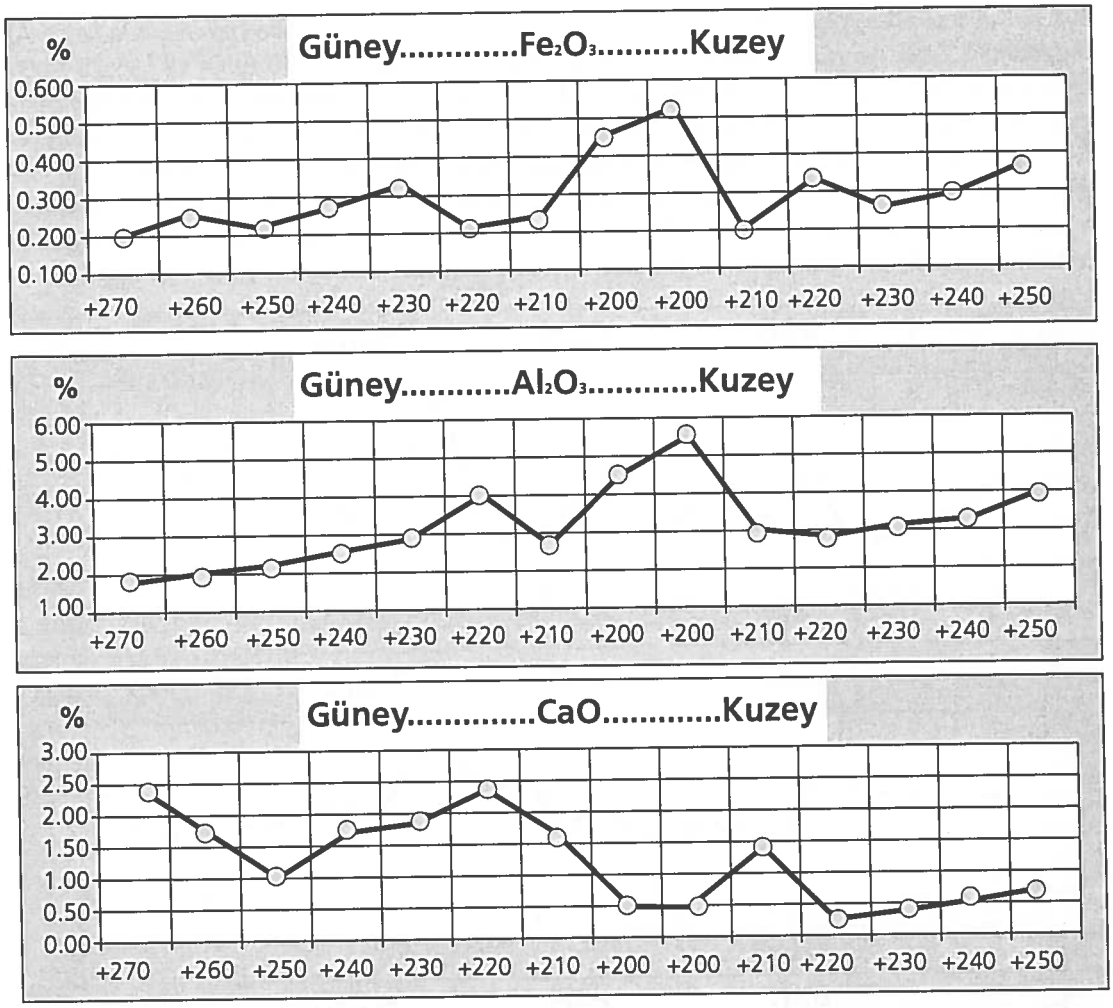
Ovacık Kuvarsit Ocağında E-W yönünde Fe_2O_3, Al_2O_3 ve CaO dağılımlarına bakıldığında Fe ve Al değerlerinin Ocak genelinde farklılık gösterdiği Doğu kısımlarda %0,570 Fe_2O_3 ve %6,25 Al_2O_3 değerlerine ulaştığı görülür. Cevherde görülen bu ani değişimler direkt olarak cevherin tipi ile ilgilidir. Bu bölgelerde cevher oldukça kuvarsitik, ince taneli ve fay zonlarına yakın kısımlarda az da olsa silisleşme göstermektedir. Jeokimyasal haritaya bakıldığında bu tip cevherin ocağın Doğu kısmını tamamen kapladığı ve orta kısımlara kadar uzanarak Batı kısımda kalker dokanağı ve faylarla kesildiği görülmektedir. Bu cevher 1/12 veya 1/14 oranında paçala katılarak üretimde kullanılmabilmektedir. Kesitte görülen CaO dağılımı tamamıyla dokanaklar ve fay zonları ile ilgilidir.



Şekil-5. Ovacık Kuvarsit Ocağı Doğu-Batı yönünde Fe_2O_3, Al_2O_3 ve CaO dağılımı

N-S yönünde kesitlere bakıldığında, Güney kısımlarda cevherde Fe2O3 ve Al2O3 değerlerinin (E-W kesitine oranla) düşük seyrettiği, orta kısımda ise oldukça yükseldiği ve kuzeye doğru düşme-yükselme trendi gösterip kuzey uç kısımda yükselmeye devam ettiği görülmektedir. Grafikte pik oluşturan kısım E-W grafiğinde görülen cevher tipine yakındır. Sadece bu kısımda rezerv, dokanaklarla değil faylarla kontrol edilmektedir. Grafikte düşük

Fe_2O_3-Al_2O_3 olarak seyreden kısımlardan CEE, SS ve CA kalitesinde kuvarsit üretimi yapılmaktadır. Kesitte görülen CaO dağılımı tamamıyla dokanak ve faylarla ilgilidir.

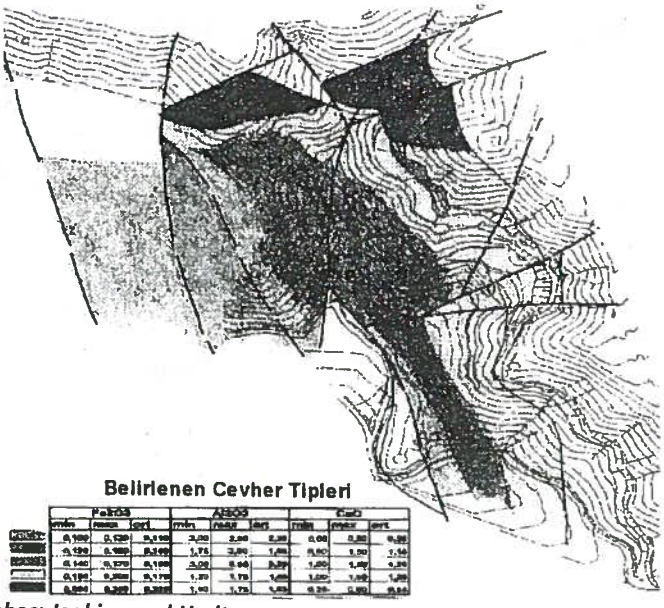


Şekil-6. Ovacık Kuvarsit Ocağı Kuzey-Güney yönünde Fe2O3, Al2O3 ve CaO dağılımı

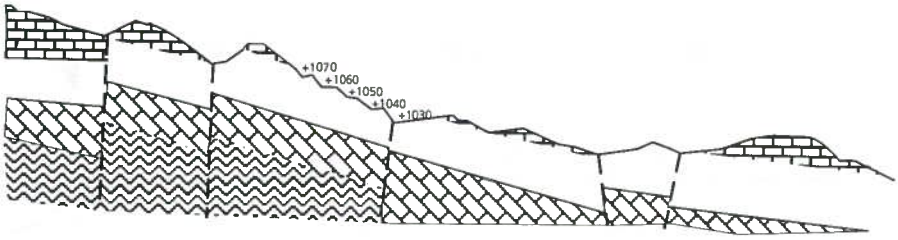
Ovacık Kuvarsit Ocağında Fe, Al ve Ca dağılımları E-W ve N-S yönlerinde oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar cevherleşme ve cevherleşme sonrası meydana gelen birincil ve ikincil olaylara bağlıdır. Cevherde tane boyu, Fe, Al ve Ca içerikleri birincil olaylarla ilişkili iken kompaklaşma, silisleşme, çimentolanma ve faylanmalarla oluşan ezilme zonları ve kuvarsitleşmelerle Fe_2O_3 ve CaO içeriklerinin artması ikincil olaylarla ilişkilidir. Şekillerde de görüldüğü gibi CaO fay zonlarında ve dokanaklarda artış gösterirken, Fe ve Al ocak genelinde artış ve azalmalarla kendini göstermektedir. Ocakta yapılan DC, CA, SS ve CEE kalitesi cevher üretimlerinde bu farklılıklar üretimde ve kırma-eleme işleminde uygulanan homojenleştirme (cevherin çeşitli oranlarda karıştırılarak paçal yapılması) yöntemi ile giderilmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle, ocak üretimleri çok sayıda kademeden (çoğu zaman 8-10 kademe) aynı anda yapılarak her kalite için belirlenen Fe,Al, CaO ve tane boyu değerlerine ulaşılabilmektedir (1).

2.2- FEKE KUVARSİT YATAKLARI

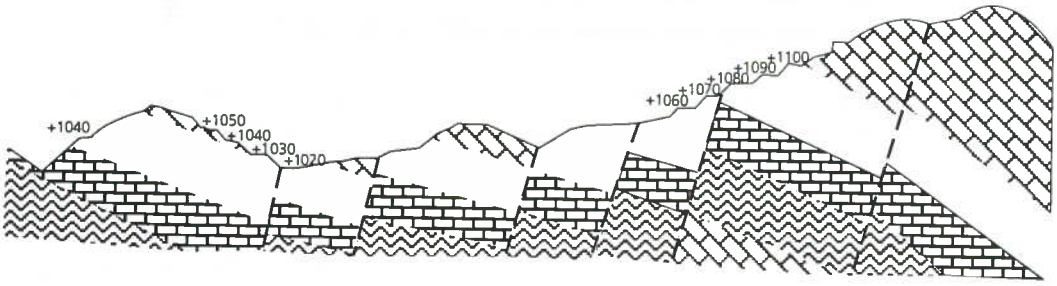
Ovacık kuvarsit yatakları ile benzer özellikler gösteren Feke kuvarsit yataklarına ait Jeokimyasal harita ve kesitler aşağıda verilmektedir.



Şekil-7. İR 5017 Sahası Jeokimyasal Haritası

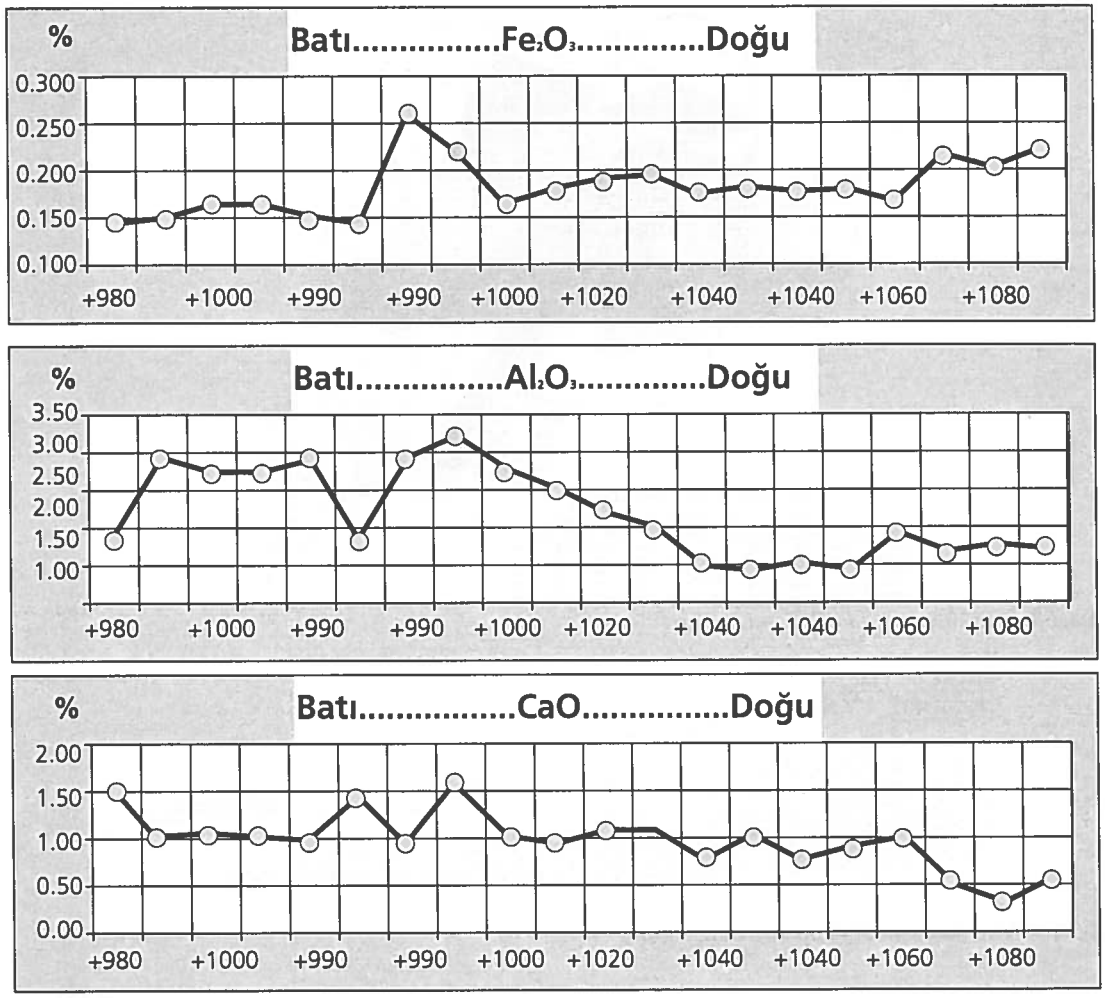


Şekil-8. Feke Kuvarsit Ocağı Kuzey-Güney Kesiti



Şekil-9. Feke Kuvarsit Ocağı Doğu-Batı kesiti

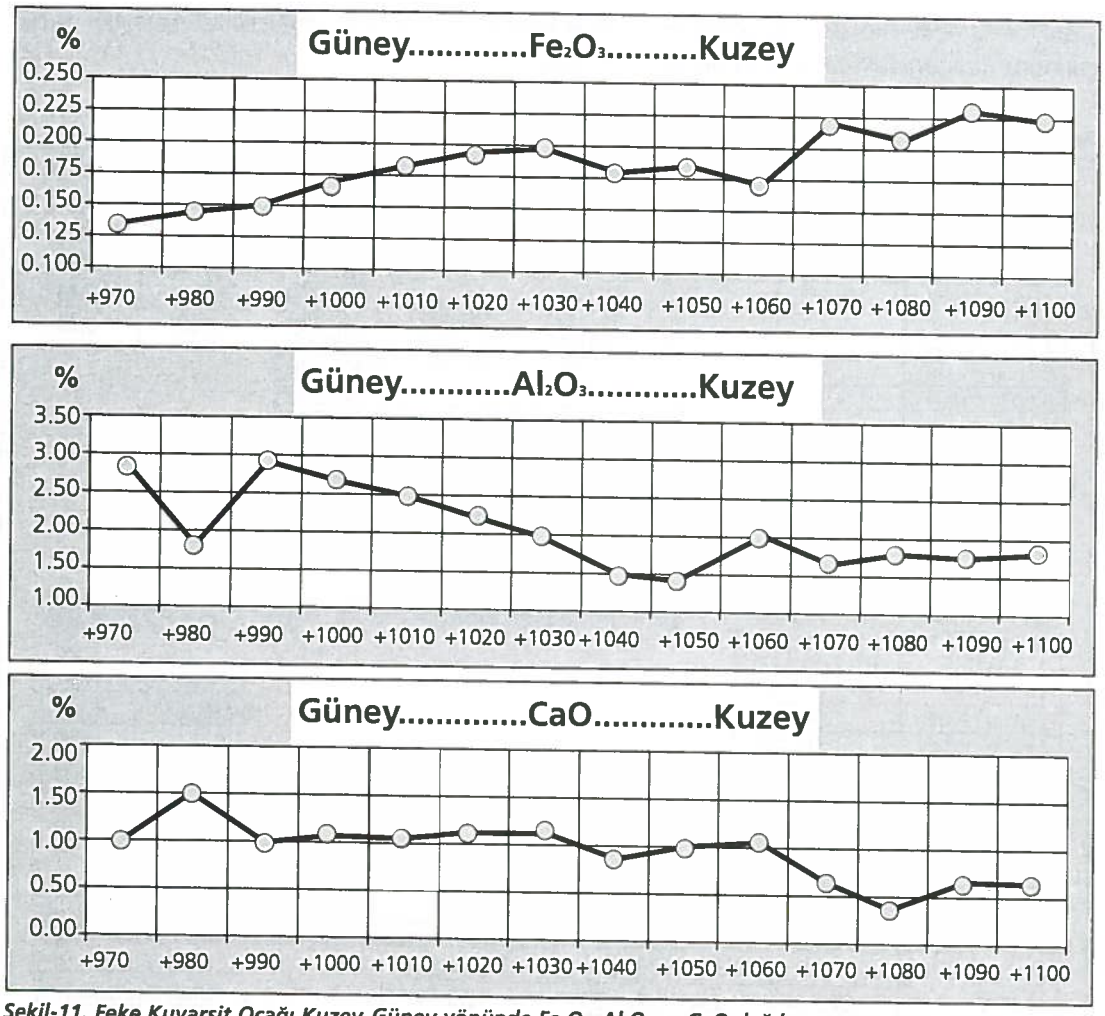
Feke Kuvarsit Ocağında %Fe_2O_3 ile Al_2O_3 değerleri arasında (+980 kademesi hariç) ters bir ilişki görülmektedir. E-W kesitinde de görüldüğü gibi Fe_2O_3 yükselme eğilimi gösterirken %Al_2O_3 düşme trendindedir. +980 kademesinde %Al_2O_3 ile birlikte %Fe_2O_3 değeri de düşme trendindedir. Bunun nedeni ise çökelim ortamına gelen sedimanın içerisindeki feldspatın oldukça fazla altere olması ve yıkanmış olmasıdır. (ikincil bir çökelim söz konusu olabilir). Cevher, alt seviyelerde (alt kalker dokanağında) ince taneli malzeme ve yüksek %CaO değeri içermektedir. Üst kısımlara doğru %CaO ve %Al_2O_3 içeriğinde az da olsa düşme gözlenirken tane boyunda irileşme gözlenmektedir.



Şekil-10. Feke Kuvarsit Ocağı Doğu-Batı yönünde Fe2O3, Al2O3 ve CaO dağılımı

E-W kesitlerinde olduğu gibi Fe_2O_3, Al_2O_3 ve CaO değerleri yaklaşık aynı trendi izlemektedir. Güney uçta +980 kotu hariç %Al_2O_3 ve %CaO değerlerinde düşme görülmektedir. Fe_2O_3 değeri ocağın orta kısımlarında stabil seyrederken Güney kısımlarda düşmekte, kuzey kısımlarda ise yükselmektedir.

Şekillerde de görüldüğü gibi Feke Kuvarsit ocağında aynı kademede cevher impurite dağılımda çok farklılıklar gözlenmezken ocak bazında kademeler birbirlerinden farklı impurite değerleri içermektedir. Bu farklılaşmaların nedeni Ovacık kuvarsit ocağında da olduğu gibi birincil olaylarla birlikte N-S yönünde oluşan yanal ve düşey atımlı faylara bağlıdır. Ocak genelinde Fe_2O_3 değerinin yükselme eğilimi gösterdiği yerlerde Al_2O_3 değeri düşme gösterirken, tane boyunda az da olsa irileşme görülmektedir. Doğu-Batı yönünde ise cevher, N-S yönünde düşey atımlı faylanmalardan dolayı birbirini tekrarlayan özellikler gösterir (2,3,4).



Şekil-11. Feke Kuvarsit Ocağı Kuzey-Güney yönünde Fe_2O_3, Al_2O_3 ve CaO dağılımı

3- REZERV

Jeokimyasal harita ve kesitler kalite açısından değerlendirildiğinde Feke ve Ovacık Kuvarsit Ocaklarında hem DC hemde CA kalitesi Kuvarsit üretiminin mümkün olduğu belirlenmiştir.

Ancak, Ovacık ve Feke Ocaklarından üretilerek Mersin'de bulunan Cevher Hazırlama Tesisilerine nakledilen cevher %Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO ve tane boyundaki farklılıklar nedeniyle Tesis hammadde giriş speklerinin karşılanabilmesi için burada tekrar paçal yapılarak kullanılmaktadır. Bu karışımda, Feke Kuvarsiti kullanımı üretilecek kum'un kalitesine bağlı olarak %15 ila % 40 arasında değişmektedir. Cevherin Zenginleştirilebilirlik özelliği çalışma şartlarına bağlı olduğu kadar içerisindeki impurite ve tane boyu dağılımına da bağlı olduğundan aynı kalite ürün eldesi için farklı ocaklardan ve farklı kademelerden üretim yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Örneğin, bir ocakta farklı kademelerde üretilen cevher kendi içerisinde karıştırılarak Al_2O_3 değerinin işletme speklerine göre uygunluğu sağlanırken, başka bir ocaktan üretilen cevherle de Fe_2O_3, CaO ve tane boyu dağılımı uygun hale getirilmektedir. Fe_2O_3 ve Al_2O_3 içerikleri aynı olmasına rağmen bazı cevher tipleri (tane şekli, bağlı malzemeler, hematit inklüzyonu, v.s.) zenginleştirme çalışmalarında farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle ocaklarda bulunan her tipte cevher üzerinde ayrı ayrı teknolojik çalışmalar yapılarak cevher tipleri ve kaliteleri tanımlanmıştır. Bu çalışmalar ışığında Jeokim-

yasal harita ve kesitler değerlendirilerek, ocaklar bazında belirlenen kalite, cevher rezervleri ve paçal durumu aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir.

Tablo-1. Ocakların Kalite ve Rezerv Durumu

OVACIK İR 2669 OCAĞI

CEVHER TÜRÜ	KALİTE REZERV (ton)				TOPLAM REZERV
	CEE	SS	CA	DC	
1 no'lu cevher	288.000	256.000	176.000	0	720.000
2 no'lu cevher	115.000	35.000	210.000	0	360.000
3 no'lu cevher	0	180.00	842.000	310.000	1.332.000
4 no'lu cevher	0	0	756.000	922.000	1.678.000
5 no'lu cevher	0	0	410.000	2.060.000	2.470.000
6 no'lu cevher	0	0	0	3.600.000	3.600.000
7 no'lu cevher	0	0	0	1.440.000	1.440.000
8 no'lu cevher	0	0	0	5.400.000	5.400.000
TOPLAM	403.000	471.000	2.394.000	13.732.000	17.000.000

Ocak Ortalaması	
%Fe_2O_3	**0.296**
%Al_2O_3	**3.43**
%CaO	**0.50**

1,2,3,4,5	Kendi içerisinde paçal yapılarak kullanılabilir	Diğer Ocaklarla Paçal Gerekir
6	Fe_2O_3-Al_2O_3 için paçal	
7	Al_2O_3 için paçal	
8	Fe_2O_3-Al_2O_3 Tane boyu için paçal	

OVACIK İR 1188 OCAĞI

CEVHER TÜRÜ	DC KALİTESİ REZERV (ton)
1 no'lu cevher	280.000
2 no'lu cevher	310.000
3 no'lu cevher	670.000
4 no'lu cevher	890.000
5 no'lu cevher	370.000
TOPLAM	2.520.000

Ocak Ortalaması	
%Fe_2O_3	**0.322**
%Al_2O_3	**2.13**
%CaO	**0.31**

1,2	Kendi içerisinde paçal yapılarak kullanılabilir
3,4,5	Fe_2O_3-Al_2O_3 için diğer ocaklara paçal gerekir

FEKE İR 5017 OCAĞI

CEVHER TÜRÜ	KALİTE REZERV (ton)			TOPLAM REZERV
	CEE	CA	DC	
KÖLELİ	0	0	10.000.000	10.000.000
1 no'lu cevher	0	2.800.000	0	2.800.000
2 no'lu cevher	0	3.400.000	0	3.400.000
3 no'lu cevher	0	0	980.000	980.000
4 no'lu cevher	0	2.750.000	0	2.750.000
5 no'lu cevher	0	0	570.000	570.000
TOPLAM	0	8.950.000	11.550	20.5000.000

Ocak Ortalaması	
%Fe_2O_3	**0.150**
%Al_2O_3	**1.99**
%CaO	**0.92**

1,2,3	Kendi içerisinde paçal yapılarak kullanılabilir
4,5	Tane boyu, Fe_2O_3-Al_2O_3 için diğer ocaklara paçal gerekir

KUVARSİT OCAKLARI TOPLAM REZERV MİKTARI (ton)

KALİTE	FEKE	OVACIK	TOPLAM
CA	8.950.000	2.394.000	11.344.000
DC	11.550.000	16.252.000	27.802.000
SS	0	471.000	471.000
CEE	0	403.000	403.000
TOPLAM	20.500.000	19.250.000	40.020.000

4- ISO 9002 KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ UYGULAMALARI

Camiş Madencilik A.Ş. nin Güneydeki madencilik faaliyetleri ve bu kapsamda cam hammaddeleri üretimi ISO 9002 Kalite Güvence Sistemi uygulanarak sürdürülmektedir (5).

4.1- Maden Ocakları ve Kırma-Eleme Tesisilerindeki Uygulamalar

Hammadde kaynaklarını en ekonomik şekilde kullanmayı Kalite Politikası olarak benimseyen Şirketimiz mevcut rezervlerini uygulanan üç aşamalık homojenleştirme çalışmaları ile optimum şekilde değerlendirmektedir. Cevherin Maden Ocaklarından üretimi ve zenginleştirme öncesi yapılan işlemler aşağıda sıralanmaktadır.

4.1.1- Maden Ocakları Proses Kontrol Noktaları

Üretim ve Dekapaj Planlaması

- Hazırlanan Jeokimyasal haritalar üzerinden Mevcut rezervin Kimyasal ve Fiziksel özellikleri, Miktarı ve Müşteri spesifikasyonları baz alınarak yapılır.

Dekapaj Faaliyetlerinin Kontrolü

- Cevher yüzey örtüsünün kaldırılması

Üretim Faaliyetlerinin Kontrolü

- Cevher Yüzey Temizliği
- Patlatılan Cevherde Triyaj
- Patlatılan Cevherden Numune Alma - Kimyasal Analiz (6,7)
- Kırma Eleme Tesisine Nakliye - Kamyon Kasa Temizliği

4.1.2- Kırma ve Eleme Tesisleri Proses Kontrol Noktaları (10)

Kırma - Eleme İşlemi Öncesi Faaliyetler - 1. Aşama Homojenizasyon

- Farklı kademelerden üretilen cevherin Kırma ve Eleme sonrası istenilen Kimyasal ve Fiziksel özelliklere getirilmesi için tesis bunkerine yüklenecek cevher karışım oranının tespit edilmesi Kırma-Eleme İşlemi
- Besleme tonajı ve makina ayarlarının yapılması
- Elek yüzeyi kontrolü
- Kırılmış cevherden numune alma - Kimyasal analiz(6,7)
- Cevher Hazırlama Tesisine nakliye - Kamyon kasa temizliği

4.2- Cevher Hazırlama Tesislerindeki Uygulamalar

Üretim Planlaması

- Tesis kapasitesi, Müşteri hammadde talebi; Spesifikasyon ve Aylık talep miktarı baz alınarak hazırlanır.

Öğütme İşlemi Öncesi Faaliyetler - 2. Aşama Homojenizasyon

- Farklı ocaklardan üretilen Kırılmış ve Elenmiş cevherin Öğütme öncesi istenilen Kimyasal ve Fiziksel özelliklere getirilmesi için Değirmene beslenecek cevher karışım oranının tespit edilmesi

Öğütme, Klasifikasyon ve Flotasyon İşlemi

- Besleme tonajı, Değirmen rod miktarı, Makina ve Ekipman ayarları
- Değirmen Girişi periyodik numune alma - Kimyasal ve Fiziksel Analiz
- Sistem randımanın hesaplanması, reaktif besleme oranın belirlenmesi
- Üründen periyodik numune alma - Kimyasal ve Fiziksel Analiz(6,7)
- Günlük silo raporunun hazırlanması

4.3- İletişim ve Koordinasyon Uygulamaları

Günlük İşletme Toplantıları

- Tüm Maden Ocakları ve Hammadde Üretim Tesisleri'nde vardiya bazında kayıt altına alınan veriler Günlük Rapor haline getirilir.
- Gerçekleştirilen faaliyetler, hedefler ve sonuçları her gün yapılan İşletme toplantılarında ele alınır.

Periyodik Toplantılar

- Toplanan veriler belirli periyodlar ile Proses ve Kalite Geliştirme ekipleri tarafından değerlendirilir, elde edilen sonuçlar Toplam Kalite Yürütme Kurulu tarafından karara bağlanarak uygulamaya konulur.

4.4- Ürün Analiz Sonuçları ve Sevkiyat Terminleri

4.4.1- Ürün Analiz Sonuçlarının Alınması

Elde edilen ürün 300 ± 20 ton kapasiteli betonarme silolarda depolanır ve her bir silo kalitesine göre; Silo no, Dolum no, Dolum Tarihi, Kimyasal ve Fiziksel Analiz sonuçları ile tanımlanır (Tablo:2). Mevcut Kum Hazırlama Tesislerinde 14 adet CEE Kalitesi (İthal ve Yerli Kum), 50 adet DC Kalitesi, 20 adet CA Kalitesi, 10 adet SS Kalitesi (İthal ve Yerli Kum) olmak üzere toplam 94 adet Ürün Silosu bulunmaktadır. Ürün numuneleri; 300 ton'u temsil edecek şekilde otomatik numune alma cihazları (9) ile 20'şer dk.'lık periyodlar ile alınır. İlgili standartlara uygun şekilde hazırlanan numuneler analiz için Araştıma Merkezine gönderilir. İligili numunelere ait analiz sonuçları bigisayar ortamında izlenir ve kayıt altına alınır.

Tablo-2. DC Kalitesi Kum Silo Raporu

DC KALİTESİ SİLO RAPORU					KİMYASAL ANALİZLER (%)									FİZİKSEL ANALİZLER (mikron-%)							-106
Bekleme (gün)		DOL. TARİHİ	DL.NO	SİL.NO	SIO2	Al2O3	Fe2O3	TIO2	CaO	MgO	Na2O	K2O	K.K.	600	500	425	300	106	75	-75	topl.
1	40	23/3/00	32	A7	97.64	0.93	0.120	0.086	0.1	0.07	0.04	0.66	0.35	0	0.2	1.8	13.8	66	11.4	6.8	18.2
2	31	1/4/00	40	A4	97.54	1.02	0.115	0.087	0.11	0.07	0.05	0.63	0.38	0	0.2	2.4	14.1	65.7	11.6	6	17.6
3	24	8/4/00	42	A10	97.46	1.03	0.119	0.097	0.13	0.07	0.05	0.7	0.34	0	0.2	1.6	13.2	67.3	11.5	6.2	17.7
4	20	12/4/00	45	A6	97.62	1.08	0.096	0.089	0.15	0.08	0.04	0.52	0.33	0	0.3	2	13.3	66.8	11.2	6.4	17.6
5	19	13/4/00	46	A5	97.54	1.11	0.099	0.094	0.15	0.09	0.04	0.55	0.33	0	0.2	2	13.2	66.3	10.6	7.7	18.3
6	16	16/4/00	47	A3	97.5	1.14	0.099	0.083	0.16	0.09	0.04	0.55	0.34	0	0.1	1.5	13.6	67	11.5	6.3	17.8
7	13	19/4/00	48	A1	97.65	1.05	0.092	0.087	0.18	0.09	0.04	0.51	0.3	0	0.2	1.7	13.7	66.9	10.5	7	17.5
8	13	19/4/00	49	A9	97.65	0.91	0.098	0.092	0.16	0.08	0.04	0.65	0.32	0	0.3	2	13.4	66.1	9.3	8.9	18.2
9	8	24/4/00	51	A2	97.74	1.03	0.107	0.073	0.08	0.07	0.04	0.56	0.3	0	0.2	1.9	13.7	66.8	11.3	6.1	17.4
10	2	30/4/00	52	A8	98.02	0.95	0.086	0.065	0.16	0.08	0.03	0.3	0.31	0	0.2	2.1	14.5	65.4	11.4	6.4	17.8
11	41	22/3/00	58	B9	97.67	0.93	0.11	0.089	0.12	0.07	0.05	0.66	0.31	0	0.3	2.2	13.1	66.2	11.8	6.4	18.2
12	40	23/3/00	59	B2	97.59	0.9	0.109	0.097	0.16	0.08	0.04	0.67	0.35	0	0.3	2.1	12.9	67.4	11.7	5.6	17.3
13	31	1/4/00	71	B10	97.67	0.92	0.112	0.081	0.1	0.07	0.04	0.67	0.34	0	0.1	1.5	13	67.7	10.8	6.9	17.7
14	30	2/4/00	72	B8	97.43	1.15	0.11	0.082	0.1	0.07	0.05	0.71	0.3	0	0.1	1.5	12.6	67.1	11.2	7.5	18.7
15	24	8/4/00	81	B11	97.32	1.16	0.104	0.098	0.14	0.07	0.05	0.73	0.33	0	0.2	1.8	13.1	67	11.3	6.6	17.9
16	24	8/4/00	82	B17	97.31	1.09	0.116	0.103	0.16	0.08	0.05	0.74	0.35	0	0.2	1.7	14.3	66	12.5	5.3	17.8
17	12	20/4/00	86	B1	97.36	1.08	0.116	0.099	0.14	0.09	0.05	0.74	0.33	0	0.1	1.6	14.1	66.7	11.4	6.1	17.5
18	12	20/4/00	87	B20	97.61	0.93	0.11	0.094	0.14	0.08	0.04	0.69	0.31	0	0.2	1.7	13.8	66.6	11	6.7	17.7
19	12	20/4/00	88	B6	97.62	0.95	0.109	0.087	0.12	0.08	0.04	0.67	0.32	0	0.1	1.4	12	68.4	10.4	7.7	18.1
20	5	27/4/00	93	B5	98.01	0.87	0.097	0.068	0.11	0.07	0.03	0.44	0.31	0	0.2	1.7	13	67.3	10	7.8	17.8
21	2	30/4/00	94	B14	97.92	0.96	0.1	0.073	0.18	0.08	0.03	0.34	0.32	0	0.2	1.8	13.2	67.1	11.4	6.3	17.7
22	2	30/4/00	95	B12	97.97	0.9	0.102	0.081	0.18	0.08	0.03	0.35	0.31	0	0.2	2.3	15	66	10.5	6	16.5
23	1	1/5/00	96	B16	97.99	0.96	0.105	0.072	0.14	0.08	0.03	0.3	0.32	0	0.2	2.1	13.3	66.6	10.9	6.9	17.8
24	24	8/4/00	82	D5	97.57	0.94	0.113	0.099	0.16	0.08	0.05	0.68	0.31	0	0.3	2.4	14	66.2	12.3	4.8	17.1
25	17	15/4/00	92	D16	97.6	1.01	0.105	0.089	0.16	0.09	0.04	0.56	0.35	0	0.3	2.9	14.7	65.5	12.2	4.4	16.6
26	15	17/4/00	95	D15	97.6	1.09	0.105	0.087	0.14	0.09	0.04	0.51	0.34	0	0.2	2	15	65.4	12	5.4	17.4
27	6	26/4/00	104	D7	97.59	1.07	0.098	0.09	0.16	0.09	0.04	0.49	0.37	0	0.3	2.2	13.9	66.3	11.7	5.6	17.3
				AVERAGE=	**97.64**	**1.01**	**0.106**	**0.087**	**0.14**	**0.08**	**0.04**	**0.58**	**0.33**	**0**	**0.2**	**1.9**	**13.6**	**66.6**	**11.2**	**6.4**	**17.7**
				STDEVP=	0.1944	0.0851	0.0083	0.0098	0.0267	0.0077	0.0068	0.1337	0.0207								0.47
				+ 3 SİGMA=	98.22	**1.26**	**0.131**	0.116	0.22	0.1	0.06	0.98	0.39								19.1
				- 3 SİGMA=	97.05	**0.75**	**0.081**	0.057	0.06	0.06	0.02	0.18	0.27								16.3

4.4.1- Ürün Sevkiyat Terminlerinin Hazırlanması - 3. Aşama homojenizasyon

Ürün sevk terminleri mevcut siloların kimyasal ve fiziksel özellikleri ile müşteri spesifikasyonları dikkate alınarak bilgiyasar ortamında tarafımızca geliştirilen bir proğram kullanılarak hazırlanır. Silolardaki her bir kalite ürün'ün sevkiyatı Kum Sevk Terminlerinde (Tablo-3) belirtilen sıra ve oran ile yapılır. Termin ile belirlenen karışım analiz sonuçları gerekirse sevk edilen karışımdan alınan numuneye ait analiz sonucu ile teyid edilir.

Termin çalışmasının amacı, tek başına Müşteri Spesifikasyonlarını karşılamayan silolardaki ürünün uygun karışımlar ile Müşteri Spesifikasyonlarını tam olarak karşılayacak duruma getirilmesidir.

Tablo-3. DC Kalitesi Kum Sevkiyat Termini

TM KUM SEVKİYAT TERMİNİ

					Kimyasal Analizler (%)																		Fiziksel Analizler (% -mikron)	
			Müşteri spekleri = Sapma =		97.55 ±0.25	1 ±0.08	0.105 ±0.005		Ort. ±0.08				Ort. ±0.05										Müşteri spekleri = Sapma =	18.0 max.
No	Süre Gün	Silo Dolum No	Sevkiyat Silo no	Sevk Şekli	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	TiO2 %	CaO %	MgO %	Na2O %	K2O %	KK %	PLANLANAN SEVK TARİHİ	600 %	500 %	425 %	300 %	106 %	75 %	-75 %	-106 toplamı		
1	28	047+059	A3+B2	Paçal	97.55	1.02	0.104	0.09	0.16	0.09	0.04	0.61	0.35	06-07/05/2000	0	0.2	1.8	13.3	67.2	11.6	6	17.6		
2	26.5	048+032	A1+A7	Paçal	97.65	0.99	0.106	0.087	0.14	0.08	0.04	0.59	0.33	07-08/05/2000	0	0.2	1.8	13.8	66.5	11	6.9	17.9		
3	25.5	045+071	A6+B10	Paçal	97.64	1	0.104	0.085	0.13	0.08	0.04	0.6	0.34	09/05/2000	0	0.2	1.8	13.6	67.3	11	6.2	17.7		
4	23.5	058+104	B9+D7	Paçal	97.63	1	0.104	0.09	0.14	0.08	0.05	0.58	0.34	10/05/2000	0	0.3	2.2	13.5	66.3	11.8	6	17.8		
5	18.3	046+087+082	A5+B20+D5	Paçal	97.57	0.99	0.107	0.096	0.15	0.08	0.04	0.64	0.32	10-11/05/2000	0	0.2	2	13.7	66.4	11.3	6.4	17.7		
6	16.5	040+094	A4+B14	Paçal	97.73	0.99	0.108	0.08	0.15	0.08	0.04	0.49	0.35	12/05/2000	0	0.2	2.1	13.7	66.9	11.5	5.7	17.7		
7	16	095+072	B12+B8	Paçal	97.7	1.03	0.106	0.082	0.14	0.08	0.04	0.53	0.31	12-13/05/2000	0	0.2	1.9	13.8	66.6	10.9	6.8	17.6		
8	14.5	088+092	B6+D16	Paçal	97.61	0.98	0.107	0.088	0.14	0.09	0.04	0.62	0.34	14/05/2000	0	0.2	2.2	13.4	67	11.3	6.1	17.4		
9	13	042+052	A10+A8	Paçal	97.74	0.99	0.103	0.081	0.15	0.08	0.04	0.5	0.33	15/05/2000	0	0.2	1.9	13.9	66.9	11.5	5.8	17.8		
10	10.5	051+049	A2+A9	Paçal	97.7	0.97	0.103	0.083	0.12	0.08	0.04	0.61	0.31	16/05/2000	0	0.3	2	13.6	66.5	10.3	7.5	17.8		
11	8.5	086+093	B1+B5	Paçal	97.68	0.98	0.107	0.084	0.13	0.08	0.04	0.59	0.32	17/05/2000	0	0.2	1.7	13.6	67	10.7	7	17.7		
12	8	096+095	B16+D15	Paçal	97.8	1.03	0.105	0.08	0.14	0.09	0.04	0.41	0.33	17-18/05/2000	0	0.2	2.1	14.7	66.9	11.5	4.8	17.6		
				Average =	**97.67**	**1**	**0.105**	**0.09**	**0.14**	**0.08**	**0.04**	**0.56**	**0.33**										Average=	17.7
				Max=	97.8	1.03	0.108	0.1	0.16	0.09	0.05	0.64	0.35										Max=	17.9
				Min=	97.55	0.97	0.103	0.08	0.12	0.08	0.04	0.41	0.31										Min=	17.4
				Stdevp=	0.0688	0.0177	0.0017	0.0047	0.0108	0.0042	0.0022	0.0652	0.0132										Stdevp=	0.1256
				Silo sayısı =	**25** adet																			
				Yaklaşık miktarı=	**7,500** ton																			
				+ 3 SİGMA=	97.87	1.05	0.11	0.099	0.17	0.09	0.05	0.76	0.37											18
				- 3 SİGMA=	97.46	0.94	0.1	0.071	0.11	0.07	0.03	0.37	0.29											17.3

Tablo-2'de ki silo raporunda yer alan 27 adet DC Kalitesi ürün silosuna ait veriler ile Tablo-3'de ki Kum Sevk Termini verileri karşılaştırıldığında silo ürün homojenizasyonun termin çalışması sonrası nasıl sağlandığı Şekil-12'de açıkça görülmektedir.

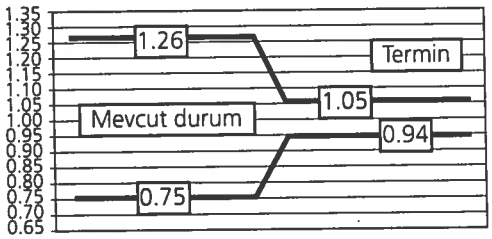
Silo Raporu

	%Al_2O_3	%Fe_2O_3
ortalam =	1.01	0.106
Std. Sapma =	0.0851	0.0083
+3 sigma =	1.26	0.131
-3 sigma =	0.75	0.081

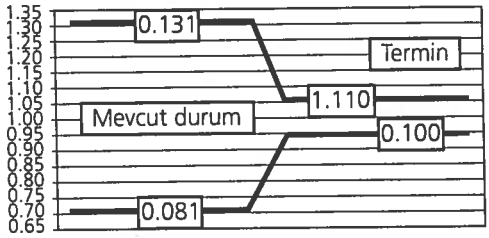
Sevk Termini

	%Al_2O_3	%Fe_2O_3
ortalam =	1.00	0.105
Std. Sapma =	0.0177	0.0017
+3 sigma =	1.05	0.110
-3 sigma =	0.94	0.100

%Al_2O_3 aralık değişimi



%Al_2O_3 aralık değişimi

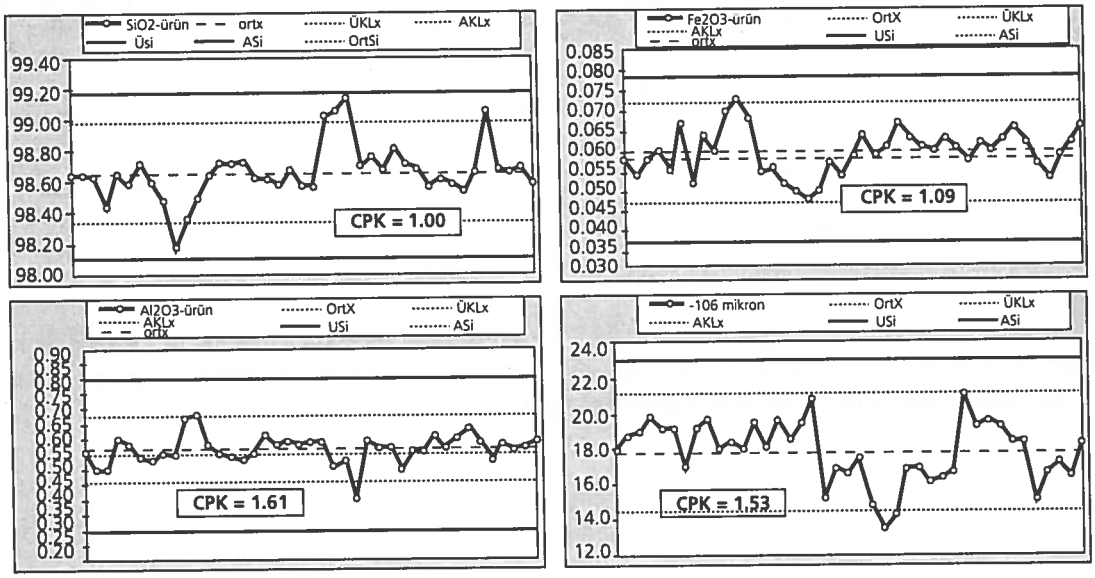


Şekil-12. Üçüncü aşama homojenizasyon

4.5- İstatistiksel Uygulamalar

4.5.1- Proses Yeterlilik Katsayılarının (CPK) Hesaplanması

Her bir kalite ürün için Aylık Hammadde girdileri, Üretimler ve Sevkiyatlara ait analiz sonuçları İstatistiksel yöntemler ile değerlendirilir ve Proses Yeterlilik Katsayıları (CPK) hesaplanır. Tablo-4'de CPK değeri 1,00'ın altında olan proses'e ait veriler X-Grafikleri üzerinde (Şekil-13) "Shewhart Çizelgesi" (8) ile karşılaştırılarak uygunsuzluk nedeni araştırılır. Artış ve azalış trendleri takip edilerek elde edilen verilere göre işletmeler yönlendirilir.



Şekil-13. CA Kalitesi Kum Üretimi - X Grafikleri

Tablo-4. CA Kalitesi Kum Üretimi Proses Yeterlilik Kontrol Tablosu

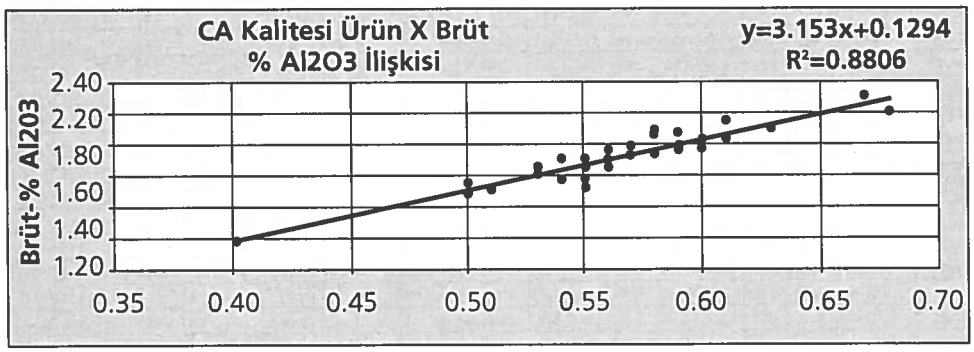
CA Kalitesi Kum Üretimi Proses Yeterlilik Kontrol Tablosu

SİLO				ÜRÜN - KUM																		BRÜT-KUVARSİT,		
				KİMYASAL ANALİZLER (%)									FİZİKSEL ANALİZLER (%-MİKRON) (REF - 03)							TOPLAM	KİMYASAL ANALİZLER (%)		
Sıra no	Dolum Tarih	Dolum NO	SİLO NO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	TiO2	CaO	MgO	Na2O	K2O	K.K.	600	500	425	300	106	75	-75	-106	Al2O3	Fe2O3	CaO
1	2/1/00	1	A15	98.64	0.56	0.058	0.042	0.13	0.06	0.01	0.27	0.23	0	0	0.6	13	68.5	9.9	8	17.9	1.89	0.162	0.96
2	2/1/00	2	A19	98.65	0.5	0.054	0.041	0.12	0.06	0.01	0.26	0.31	0	0	0.4	12.9	68	10.7	8	18.7	1.69	0.151	1.23
3	3/1/00	2	C2	98.63	0.5	0.058	0.037	0.16	0.07	0.01	0.25	0.29	0	0	0.8	13.7	66.5	10.4	8.6	19	1.74	0.155	1.11
4	5/1/00	3	A12	98.43	0.6	0.06	0.039	0.15	0.07	0.01	0.3	0.34	0	0	0.7	12.1	67.4	11.1	8.7	19.8	1.97	0.157	1.11
5	5/1/00	4	A14	98.65	0.58	0.055	0.04	0.11	0.05	0.01	0.28	0.23	0	0	0.7	11.9	68.3	10.8	8.3	19.1	1.92	0.159	1.18
6	6/1/00	3	C20	98.59	0.54	0.067	0.036	0.14	0.07	0.01	0.28	0.27	0	0.1	1.6	14.2	65	11.2	7.9	19.1	1.77	0.173	1.05
7	6/1/00	5	A13	98.72	0.53	0.052	0.037	0.1	0.05	0.01	0.26	0.24	0	0	0.8	14.2	68	9.6	7.4	17	1.82	0.198	0.95
8	7/1/00	4	C13	98.6	0.55	0.064	0.041	0.14	0.06	0.01	0.27	0.27	0	0	0.7	12.9	67.2	11.1	8.1	19.2	1.77	0.159	0.91
9	9/1/00	7	C12	98.48	0.55	0.06	0.041	0.24	0.13	0.01	0.26	0.23	0	0	0.6	11.9	67.8	11.7	8	19.7	1.88	0.155	0.98
10	9/1/00	6	C4	98.17	0.67	0.07	0.046	0.22	0.27	0.01	0.31	0.23	0	0.1	0.9	13.9	67.1	10.8	7.2	18	2.3	0.16	0.93
11	9/1/00	8	C3	98.36	0.68	0.073	0.046	0.15	0.06	0.01	0.33	0.29	0	0	0.6	12.9	68.1	10.7	7.7	18.4	2.2	0.164	1.32
12	10/1/00	9	C5	98.49	0.58	0.068	0.04	0.17	0.07	0.02	0.28	0.28	0	0	0.7	14	67.3	10.6	7.4	18	1.93	0.16	1.18
13	12/1/00	10	C8	98.64	0.55	0.055	0.039	0.16	0.06	0.01	0.27	0.22	0	0	0.9	11.7	67.9	11.3	8.2	19.5	1.72	0.136	1.01
14	12/1/00	11	C7	98.73	0.54	0.056	0.039	0.11	0.05	0	0.25	0.23	0	0	0.8	13.4	67.7	10.8	7.3	18.1	1.9	0.151	0.98
15	13/1/00	6	A20	98.71	0.53	0.052	0.035	0.11	0.05	0.01	0.26	0.24	0	0	0.5	11.4	68.5	11.2	8.4	19.6	1.84	0.147	0.84
16	13/1/00	7	A19	98.72	0.55	0.05	0.037	0.09	0.04	0.01	0.27	0.23	0	0	0.5	12.2	68.8	10.4	8.1	18.5	1.85	0.15	0.93
17	14/1/00	8	A17	98.62	0.61	0.048	0.036	0.07	0.04	0.03	0.29	0.26	0	0	0.4	12.1	68	11.2	8.3	19.5	2.02	0.15	1.21
18	14/1/00	9	A11	98.61	0.58	0.05	0.036	0.13	0.05	0.01	0.27	0.26	0	0	0.4	10.2	68.6	11.3	9.5	20.8	1.93	0.155	0.67
19	16/1/00	15	C14	98.58	0.59	0.057	0.04	0.12	0.06	0.01	0.29	0.25	0	0	0.9	14.9	69	9.4	5.8	15.2	1.99	0.132	0.76
20	17/1/00	16	C12	98.69	0.58	0.054	0.039	0.09	0.05	0	0.26	0.24	0	0	0.7	13.7	69.4	10	6.9	16.9	2.05	0.149	0.67
21	17/1/00	17	C13	98.57	0.59	0.059	0.04	0.13	0.06	0.01	0.27	0.27	0	0.1	1	14.3	68	10.1	6.5	16.6	2.09	0.172	0.61
22	19/1/00	18	C5	98.57	0.59	0.064	0.041	0.11	0.06	0.02	0.28	0.27	0	0.1	1.2	13.6	67.6	10.3	7.2	17.5	1.96	0.161	0.87
23	19/1/00	19	C6	99.03	0.51	0.059	0.042	0.06	0.02	0.01	0.14	0.21	0	0.1	0.5	12	72.6	9.5	5.3	14.8	1.69	0.104	0.78
24	21/1/00	21	C18	99.05	0.53	0.061	0.034	0.04	0.02	0.01	0.11	0.24	0	0	0.3	9.7	76.5	8.5	5	13.5	1.79	0.178	0.3
25	21/1/00	22	C8	99.14	0.4	0.067	0.037	0.02	0.02	0	0.12	0.2	0	0	0.5	12.7	72.5	8.9	5.4	14.3	1.4	0.205	0.2
26	21/1/00	10	A12	98.7	0.59	0.063	0.046	0.06	0.03	0.01	0.22	0.28	0	0.1	1.2	13.1	68.7	10.3	6.6	16.9	1.96	0.158	0.67
27	22/1/00	11	A14	98.76	0.57	0.061	0.044	0.07	0.04	0	0.23	0.23	0	0.1	1.3	13.7	67.9	9.6	7.4	17	1.92	0.204	0.52
28	22/1/00	12	A16	98.68	0.57	0.06	0.044	0.08	0.05	0.02	0.24	0.26	0	0.1	1.2	14.6	67.9	8.9	7.3	16.2	1.95	0.15	0.54
29	23/1/00	13	A18	98.81	0.5	0.063	0.038	0.08	0.03	0.02	0.22	0.25	0	0.1	1.3	15.1	67.1	9.9	6.5	16.4	1.71	0.167	0.54
30	26/1/00	14	A19	98.71	0.56	0.061	0.041	0.08	0.04	0.02	0.26	0.23	0	0	1.2	14.6	67.5	9.6	7.1	16.7	1.95	0.155	0.61
31	26/1/00	15	A20	98.68	0.56	0.058	0.04	0.08	0.04	0.03	0.26	0.25	0	0.1	1	12.7	65.1	11.3	9.8	21.1	1.82	0.161	0.65
32	27/1/00	16	A13	98.57	0.61	0.062	0.042	0.1	0.05	0.03	0.28	0.26	0	0	0.9	13.6	66.2	10.5	8.8	19.3	2.14	0.154	0.63
33	27/1/00	17	A15	98.62	0.57	0.06	0.042	0.09	0.05	0.02	0.27	0.28	0	0	1.1	13.5	65.8	10.9	8.7	19.6	1.92	0.16	0.8
34	27/1/00	18	A17	98.58	0.6	0.063	0.043	0.1	0.05	0.01	0.28	0.27	0	0.1	1.3	13.4	65.9	10.7	8.6	19.3	2.02	0.171	0.68
35	28/1/00	23	C4	98.54	0.63	0.066	0.046	0.09	0.04	0.02	0.3	0.27	0	0.1	1.4	14.9	65.2	10.7	7.7	18.4	2.08	0.147	0.59
36	28/1/00	24	C7	98.66	0.59	0.062	0.039	0.1	0.05	0.01	0.28	0.21	0	0.1	1.3	14.8	65.4	10.8	7.6	18.4	1.95	0.169	0.79
37	29/1/00	25	C17	99.05	0.53	0.057	0.04	0.09	0.03	0.01	0.12	0.2	0	0.1	0.6	13.2	71	9.3	5.8	15.1	1.8	0.153	1.59
38	30/1/00	28	C6	98.68	0.58	0.053	0.042	0.07	0.04	0.06	0.2	0.28	0	0.1	0.8	13.4	69	10	6.7	16.7	2.08	0.157	0.43
39	30/1/00	29	C1	98.66	0.56	0.059	0.038	0.09	0.05	0.02	0.26	0.26	0	0	1	14	67.8	10.6	6.6	17.2	1.95	0.169	0.7
40	31/1/00	30	C3	98.69	0.57	0.062	0.039	0.09	0.04	0	0.26	0.25	0	0.1	1.3	14.8	67.3	10.5	6	16.5	1.98	0.191	0.7
41	31/1/00	31	C5	98.58	0.59	0.066	0.04	0.11	0.05	0.02	0.27	0.27	0	0.1	0.9	13.4	67.3	10.5	7.8	18.3	2.02	0.157	0.81
			Average=	98.66	0.57	0.06	0.04	0.11	0.06	0.01	0.25		0	0	0.9	13.2	68	10.4	7.5	17.8	1.91	0.16	0.83
			Max=	99.14	0.68	0.073	0.046	0.24	0.27	0.06	0.33		0	0.1	1.6	15.1	76.5	11.7	9.8	21.1	2.3	0.205	1.59
			Min=	98.17	0.4	0.048	0.034	0.02	0.02	0	0.11		0	0	0.3	9.7	65	8.5	5	13.5	1.4	0.104	0.2
			Stdevp=	0.17	0.05	0.006	0.003	0.04	0.04	0.01	0.05		0	0	0.3	1.2	2.1	0.7	1.1	1.7	0.16	0.018	0.28
			R=	0.12	0.04	0.005														1.3	0.15	0.018	
			ÜKLR=	0.39	0.13	0.015														4.1	0.5	0.06	
			ÜKLx=	98.98	0.67	0.072														21.2	2.32	0.209	
			AKLx=	98.34	0.46	0.047														14.5	1.5	0.111	
			Üsl=	99.18	0.8	0.078														23	2.48	0.224	
			Asl=	98.11	0.3	0.038														0	1.4	0.093	
			OrtSl=	98.65	0.55	0.058														16	1.94	0.159	
			Xort-Sort l =	0.01	0.02	0.002														1.85	0.03	0.001	
			Cpk=	1	1.61	1.09														1.53	1.08	1.2	

4.5.2- Korelasyon

Brüt Kuvarsit'deki İmpuriteler arasındaki ilişki XY grafikleri ile % Korelasyon katsayısı hesaplana-

rak tespit edilir (Şekil-14). Örnek şekil'de CA Kalitesi Ürün ve Brüt %Al_2O_3 ilişkisi R^2= 0,8806, R=%93,8 olarak belirlenmiştir. Bunun anlamı, Ürün'de % 0,55 olarak istenilen Al_2O_3 değeri Brüt'deki %Al_2O_3 değeri ort. %1,86 olduğunda %93,8 olasılık ile sağlanabilir. Korelasyon ile elde edilen Y=3,153x+0,1294 doğru denleminde x yerine 0,55 konulduğunda Y değeri 1,86 olarak bulunur. Böylece, CA Kalitesi kum üretimi için değirmene beslenecek olan brüt cevherdeki optimum %Al_2O_3 değeri belirlenmiş olur. Ancak, tespit edilen bu spekler Maden Ocaklarındaki cevherin niteliğine göre değişebilmektedir. Bu durumda 5'er aylık periyodlar ile geriye dönük analizler baz alınarak Girdi Spekleri revize edilir.



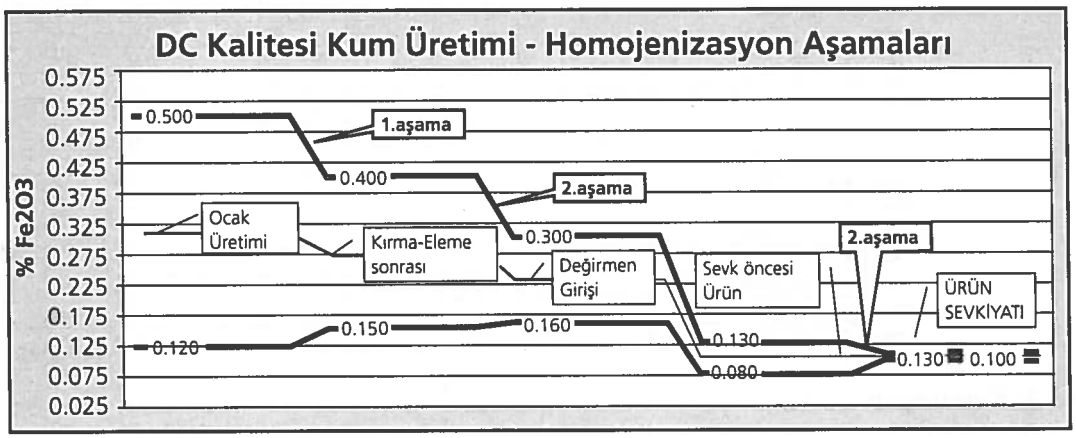
Şekil-14. CA Kalitesi Kum Ürün x Brüt %Al_2O_3 İlişkisi

5- SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

5.1- Mevcut kaynaklar dikkate alındığında; DC, CA ve CEE kalitesi Kalker ve Dolomit (11) ihtiyacında rezerv ve kalite açısından uzun yıllar bir problem olmayacağı saptanmıştır.

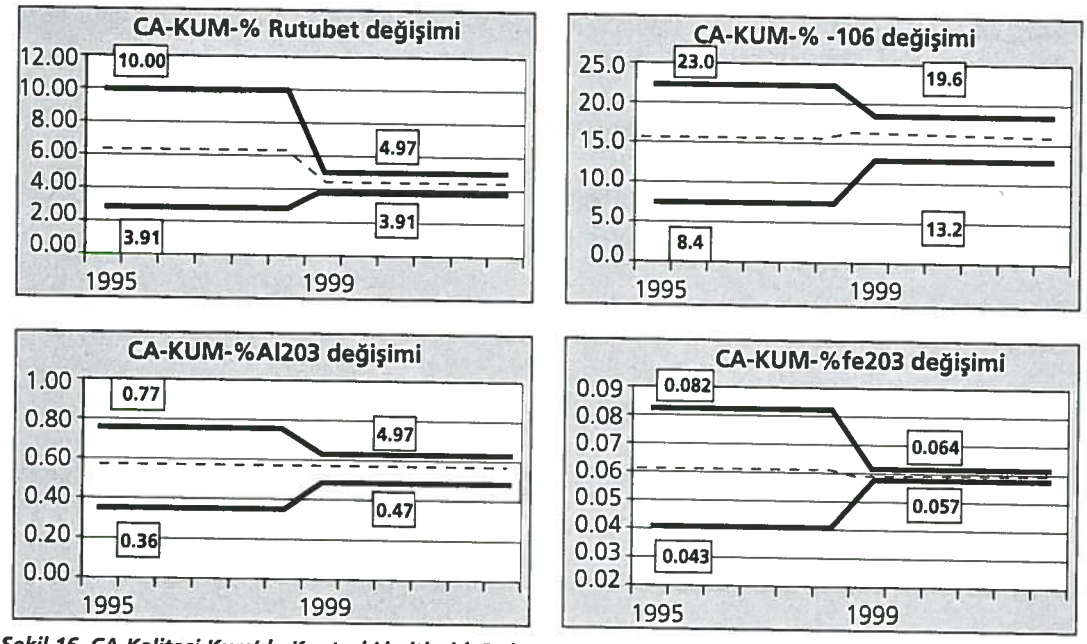
5.2- Mevcut Kuvarsit yatakları; DC, CA, CEE ve SS kalitesi açısından değerlendirilmiş, kalite ve rezerv durumları tespit edilmiştir. Buna göre; DC ve CA ihtiyacı bakımından uzun yıllar bir sorun olmayacağı belirlenmiştir. CEE ve SS kalitesinde ise rezerv imkanları kısıtlıdır. Konu ile ilgili araştırmalar devam etmektedir.

5.3- Ovacık ve Feke kuvarsit yataklarında bulunan mevcut rezervlerin en ekonomik şekilde kullanılması için birlikte işlenmesi zorunluluğu tespit edilmiştir. Bu amaçla ocak üretimlerinden başlayarak ürün sevkiyatına kadar olan tüm proses aşamalarında uygulanan homejenleştirme çalışmaları ve sonuçları Şekil-15'de verilmektedir.



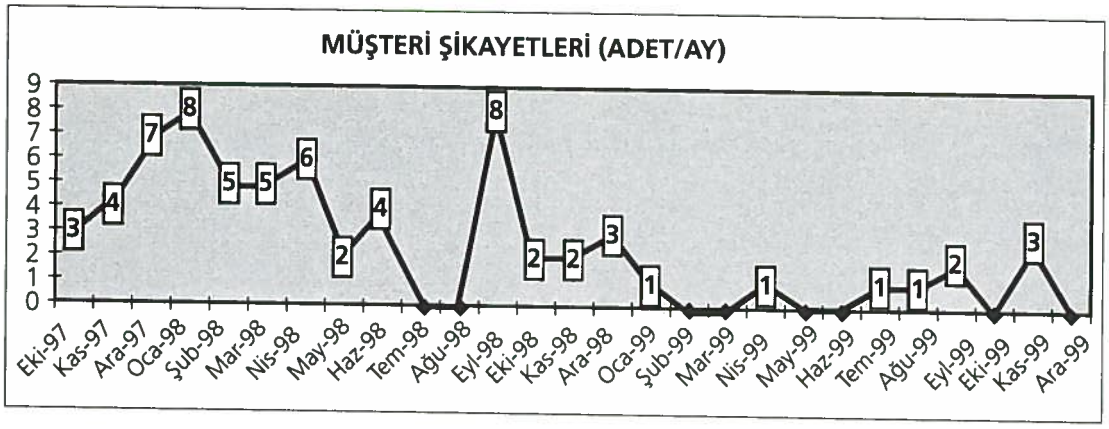
Şekil-15. DC Kalitesi Kum Üretiminde Homejenizasyon

5.4- Kalite Güvence Sisteminin uygulanması ile birlikte üretilen hammaddelere ait kritik parametre değerlerinde 1995 ile 1999 yılları arasında sağlanan gelişmeler Şekil-16'da verilmektedir.



Şekil 16. CA Kalitesi Kum'da Kontrol Limitleri (±3 sigma aralığında)

5.5- Kalitede sağlanan gelişmeler Eylül 1998'e kadar ortalama 4,3 adet/ay olarak seyreden müşteri şikayet oranında önemli bir azalmaya neden olmuş ve şikayet oranı Ekim 1998'den itibaren ortalama 0,8 adet/ay'a düşmüştür. Hedef müşteri şikayet oranının sıfır'a çekilmesidir.



Şekil-17. Aylık Müşteri Şikayetleri

6- REFERANSLAR

1- Akarsu, H. ve Ateş, M.Z., Ovacık ve Kargıcak Kuvarsitik Kumtaşı yataklarının Ekonomik Jeolojisi ile Maden İşletme ve Cevher Hazırlaması, Camiş Madencilik A.Ş.,1991, Rapor.

2. Akarsu, H. ve Ateş, M.Z., Adana-Kozan ve Feke civarı Kuvars Kumu Ön Prospeksiyon Raporu, Camiş Madencilik A.Ş.,1990, Rapor.

3. Akarsu, H. ve Ateş, M.Z., Adana-Feke yöresinde bulunan Kuvarsitik Kumtaşı yataklarının Züccaciye Kumu açısından incelenmesi Ön Raporu, Camiş Madencilik A.Ş.,1995, Rapor.

4. Ateş, M.Z. ve Koçoğlu, M., Feke Dağı civarındaki Kuvarsitik Maden sahası Ön İşletme Proje Özeti, Camiş Madencilik A.Ş., 1995, Rapor.

5. Akarsu, H. ve Özaktaş, H., Kalite El Kitabı, Camiş Madencilik A.Ş., 2000.

6. TSE, Hareket halindeki Cevher Yığınlarından Numune Alma ve Hazırlamada Genel Kurallar, Türk Standartları Enstitüsü, TS 3083, 1978.

7. TSE, Cam Kumu ve Cam Hammaddelerinden Numune Alma, Türk Standartları Enstitüsü, TS 5124, 1987.

8. Robert G. T, JR, İstat¥st¥ksel Proses Kontrol, Şişecam, 1989.

9. Weise, N.L., SME M¥neral Processing Handbook, Society of Mining Engineers, 1985, section. 30, p.1-129

10. Bayraktar, C., Cevher Hazırlamada Zenginleştirme Öncesi İşlemler, İTÜ,1979.

11. Akarsu, H. ve Ateş, M.Z., Mevcut Dolomit Ocaklarından Daha Yakın Alanda Dolomit Olanakları Araştırılması, Camiş Madencilik A.Ş.,1994, Rapor,

TRAKYA OTOCAM FABRİKASINDA OTOMOTİV CAMLARI TASARIMI SÜRECİ

Ali Şekerli - Celalettin Baştürk
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Otocam Fabrikası

GİRİŞ

Otomotive sanayiinde yaşanan globalleşme süreci içerisinde araçların tasarım maliyetlerinin aşağı çekilmesi ve toplam tasarım, prototip imalatı sürelerinin kısaltılması amacı ile dünya genelinde yeni araç tasarım süreci otomotiv fabrikası önderliğinde ve altyapımcılar ile birlikte yapılmaktadır.Her altyapımcı kendi ürettiği parçaya yönelik olarak maliyet, yapılabilirlik,performans konularında doğal olarak otomotiv imalatçısından daha fazla bilgi ve donanıma sahip olduğu için, tasarım sürecinde yer alması ,rekabetin inanılmaz boyutlara ulaştığı günümüzde önemli avantajlar sağlamaktadır. Otomotiv sanayii Türkiyede de kabul edilir bir hızla gelişmekte olup, Türk yan sanayiide tasarım sürecinde aktif olarak yer almaya başlamıştır. TO bu altyapımcılardan birisi, olarak günümüze kadar yüksek rakamlarda üretilen bir aracın arka camını ve 2001 yılında Avrupa pazarı için Türkiyede üretilecek bir aracın tüm camlarını tasarlamıştır.Tasarım süreci firmaların spesifiye ettiği metodlarla gerçekleşmesine karşın, temel unsurlar ve adımlara standard gözü ile bakmak mümkündür.

1.1. SÖZLEŞMENİN YAPILMASI

Otomotiv imalatçısı geliştireceği araçla ilgili parçaları alt gruplara bölerek yeterliliği kendisi için kanıtlanmış bir altyapımcı ile tasarım,prototip teslimi, fiyat konularınıda içerecek şekilde bir anlaşma hazırlar. Seçilen altyapımcının sözleşme şartlarında belirtilen mühendislik ,yazılım ve donanım kaabliyetlerine sahip olması asgari şartlardır. Terminler ve cezai müeyideler, ve garantilerde anlaşmanın kapsamı içerisinde yer alabilir. Altyapımcı karşılayamıyacağı unsurlar var ise bunları en baştan ortaya koymakla mükelleftir. Sözleşmelerde otomotiv imalatçısı çoğunlıkla dominant taraf olarak daha yüksek yaptırım gücüne sahiptir, zira birçok parça için birden fazla altyapımcı olabilmekte ve buda otomotiv imalatçısının elinde önemli bir unsur olarak mevcut bulunmaktadır.

1.2. ARAÇ DIŞ YÜZEYLERİNİN OLUŞTURULMASI

Tasarım firmasına aracın hangi pazar için hazırlandığı; dış ölçülerinin hangi limitler içerisinde kalacağı; eğer yeni bir baz üzerine oturmuyacak ise mevcut araç parkında hangi bazı kullanacağı ve hedef kitle bilgisi verilir. Araç dış yüzeyi çoğunlukla bir tasarım firması, kimi zamanda otomotiv imalatçısı tarafından eskiz olarak oluşturulup, diğer altyapımcılarlada görüş alışverişinde bulunarak ön uzlaşmalar sağlanır. Bu aşamada cam, sac parçalar, tamponlar ve aydınlatma sistemi özellikle önem taşır zira maliyet ve yapılabilirlik konusunda ilk veriler oluşmuştur. Tasarımcılar aracın artistik görünümünü koruyarak altyapımcıların uyarıları doğrultusunda bazı değişiklikler yapabilir. Çok bombeli, üretimi asla mümkün olmayan veya çok pahalı olabilecek derin bombeli bir cam bu aşamadaki tasarım değişikliğine örnek olarak verilebilir.

Dış yüzeyler üzerinde ön mutakabatın sağlanmasından sonra eskizler bilgisayar ortamında daha kesin olarak şekillendirilir ve iç boyutlu data haline getirilir. Üç boyutlu bu datalar konvansiyonel tasarım yöntemlerinde 1:1 ölçekli olarak kil modellere dökülür. Yine tasarım, mühendislik bölümleri ve alt yapımcılar ile birlikte periodik toplantılar ile kil modeller üzerinde geliştirme çalışmaları ve değişiklikler devam eder.

Cam tasarımcısı için artık mastar olacak yüzey bilgileri, değişik versiyon araçlar ve bu araçlarda toplam kaç adet cam olacağı bilgisi oluşmuştur.

1.3. ETKİLEŞİMLİ TASARIM AŞAMASI

Araç ile ilgili ana unsurlar oluştuktan sonra daha detaylı çalışma için aşağıda belirtilen unsurlar ile birlikte şu çalışmalar gerçekleştirilir.

1.3.1.GÖRSELLİK TASARIMI BÖLÜMÜ

Araç için tasarlanan tüm camların rengine,camların araç üzerinde yerleşiminde sac ile olan uyumuna , cam üzerindeki farklı renkli malzemelerin ve emaya baskının şekli ve rengine bu departman ile karşılıklı çalışılarak karar verilir.

1.3.2.MEKANİK TASARIM BÖLÜMÜ

Camların tamamının kalınlığı, ağırlığı, hareket mekanizmaları (braketler, kızaklar, cama bağlı kilitler),taşıması gereken emniyet özellikleri,bombeleri bu bölüm ile müştereken çalışılır. Özellikle hareketli camlar için kızak lastikleri ve hareket mekanizmaları, bu aşamada oluşan sürtünme kuvvetleri; yapıştırma camlarda sac detayları ile olan uyum; statik ve dinamik şartlarda esneme, burulma özellikleri; tüm emniyet (çarpma testleride dahil) unsurları bu bölüm ile birlikte çalışılır. Aracın camları görsel ve sürücü ile yolcular açısından bir emniyet parçası olmanın yanında aracın rijidliğine direkt katkıda bulunan parçalardır.

Tasarlanan camların toplam ağırlığı ayrıca bir bütünün parçası olarak aracın son hızına, birim yakıt tüketimine, ses yalıtımına da etkide bulunur. Tüm bu parametreler gözönünde bulundurularak mekanik tasarım bölümü ile uzlaşılmış sonuçlara varmak son derece önem taşımaktadır.

1.3.3. SU İDARESİ TASARIMI BÖLÜMÜ

Tasarlanan camlarda ıslak şartlarda suların camlar üzerinde ne şekilde akacağı, sürücü veya yolcuların görüşüne engel olup olmayacağı; sileceklerin süpürme alanlarının tayini; akan suların ölü noktalarda toplanıp korozyona yol açmaması ve düzgün bir biçimde tahliye edilmesi gibi unsurlar bu bölüm ile ortak çalışma sonucu belirlenir.

1.3.4. ELEKTRİKSEL UNSURLAR TASARIMI BÖLÜMÜ

Isıtmalı ön ve arka camların çektiği güçler; ısıtma çizgilerinin ısıtılacak bölgelere göre tayini;kapı camlarında sürtünme ve ağırlıklardan dolayı oluşan yüklere göre elektrik motorlarının güç gereksiniminin tayini ve tüm bu sistem için kullanılacak kablo, pabuç bağlantılarının tasarımı ile konumları bu departman ile birlikte yapılmaktadır.

1.3.5.İKLİMLENDİRME TASARIMI BÖLÜMÜ

Özellikle araçlarda kullanılan camların çeşidi, kalınlığı ve toplam yüzey alanı güneş ışığının aracın içerisine iletilen miktarını büyük ölçüde tayin etmektedir.Araç içerisine yansıtılmadan veya absorplanmadan geçen güneş ışınlarının ortaya çıkardığı ısının kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için havalandırma ve soğutma sistemlerinin devreye girmesi gerekmektedir. Camların sağlayacağı so-

lar performansın seviyesi iklimlendirme tasarımı ile birlikte yapılır ve bu tasarım kullanılacak soğutma sisteminin ağırlık ve büyüklüğünede etkide bulınacağı için, aracın yakıt tüketimini bile etkileyecek seviyede önem arzetmektedir. TO tarafından tasarlanan camlarda, binek versiyonlar için Şişecam tarafından geliştirilen "tempsol" solar kaplamalı temperlenebilir camların kullanılması kararı alınmıştır.

1.3.6.TASARIM KALİTESİ BÖLÜMÜ

Firma bünyesinde daha önce yapılan tasarımlarda hangi tasarım noksanlıklarının bulunduğu ve bunun sonucu olarak araçların geri çağrılmasını gerektiren durumların ortaya çıkmamasını güvence altına alan; tasarım ve üretime yönelik "hata modu analizlerinin "yapılması; araç trafiğe çıkmadan önce uygulanacak tüm mukavemet,yaşlanma,performans kaybı gibi testlerin organizasyonu ve gerçekleştirilmesi bu departman ile birlikte yapılmaktadır. Geçmiş tasarımlarda yapılan hatalar "öğrenilen dersler" adı altında bir kitapçık olarak dökümante edilmiş olup, aynı veya benzeri hataların tekrarlanmaması amacı ile tüm bu hatalar içinde tasarım ve üretime yönelik düzeltici faaliyetler baştan alınmaktadır.

1.3.7.SATINALMA,MALİYET DÜŞÜRME BÖLÜMÜ

Diğer tüm bölümlerde parametre olarak ele alınmasına rağmen otomotiv imalatçısı firmanın satınalma bölümü, tasarımdaki tüm gelişmeleride takip ederek birim ürün bazında fiyatlarını değişikliklerde gözeterek sürekli talep ve takip eder.İlk baştan belirlenen hedef fiyatların üzerine çıkılmaması ana prensip olup, maliyet artırıcı unsurların çok geçerli açıklamaları oluşturulmak zorundadır.Maliyetin artırılmasını engelemekten ziyade bu departmanın yönetiminde sürekli olarak diğer bölümlerinde iştiraki ile "değer mühendisliği" çalışmaları yapılarak, maliyetlerin hangi seviyeye kadar düşürülebileceği analiz edilir.Parça maliyetini artıran unsurların kabul edilmesini sağlayacak ana prensipler ise, bu maliyet artışının araca rakiplerde olmayan bir özellik kazandırarak satış rakamları üzerinde olumlu etki yaratması veya güvenlik açısından bir noksanlığı kapatmasıdır. Cam imalatçısı tarafından tasarlanmakla birlikte (plastik conta, braket v.s.) Başkası tarafından imal edilecek parçalar için altyapımcıları yine bu departman tayin eder.

2.1. BİLGİSAYAR ORTAMINDA TASARIMIN YAPILMASI SÜRECİ

Yapılan tüm tasarımlar otomotiv imalatçısı tarafından onaylanmış bir CAD, CAM, CAE programı kullanılarak ve otomotiv imalatçısının bilgisayar sistemine bağlı olarak gerçekleştirilir. TO da bu amaç ile IDEAS yazılımı kullanılmaktadır.İlk yüzey dataları alındıktan sonra bilgisayar ortamında tasarım şu sıra ile gerçekleşir:

1) Tasarlanacak her parçaya bir parça numarası ve isim verilir.
2) Parça için geçerli olan üretim toleransları ve etkileşimli parçaların toleranslarıda gözönüne alınarak parçalar tasarlanır.
3) Tasarlanan tüm parçalar,tasarım seviyesinide içeren bilgiler ile birlikte "ana veri bankasına" yüklenir.
4) Veri bankasından ilişkili parçaların tasarımları çekilerek (örneğin ön kapı camı kızak düzeneği gibi) cam üzerine monte edilir ve uyumluluk gözlenir.
5) Tesbit edilen uyumsuzluklar, ilgili tasarımcılar ile görüşülerek parçaların üretim toleranslarıda gözetilerek uyumlu hale getirilir.
6) Hareketli ve sabit parçalar ,ilişkili tüm parçalar kullanılarak sanal ortamda hareket ettirilir veya

montaj provası yapılır.Doğrulukları onaylanır.

7) Cam üzerine binen tüm ikincil işlemler cam tasarımı üzerine işlenir(primer,boya gibi).
8) Son halini alan tasarım otomotiv imalatçısına ait veri bankasına atılır ve ana firmada tüm parçalar birbirine monte edilmiş olarak araç sanal ortamda yürütülür.
9) Her parça için "parça tasarım onayı" alınır ve tasarımlar dondurulur.

3.1. PROTOTİP İMALATI, TESTLER

Tasarlanan parçaların tek başına; eşlenik parçalar ile veya prototip araç üzerinde testlerinin yapılabilmesi için çeşitli aşamalarda prototip parçalar imal edilmesi gerekmektedir.İçinde bulunulan aşamaya kadar TO tarafından aşağıda belirtilen amaçlar ile prototipler hazırlanmış ve test edilmek üzere otomotiv imalatçısına iletilmiştir.

3.1.1. ELEKTRİKSEL TESTLER

Araca ait arka ısıtmalı camların her versiyonundan birkaç adet numune "elektrik test laboratuarında kurulan "yaygın düzenek" denilen ve tüm elektrik donanımının laboratuar şartlarında birebir parçalar kullanılarak kurulduğu çalışma için gönderilmiş ve test edilmektedir.

3.1.2. İKLİMLENDİRME TESTLERİ

Önerilen iki farklı karakteristkteki camlardan set olarak imal edilip firmaya gönderilmiş ve A.B.D. de Arizona eyaletinde sıcak iklimlerdeki performans; Finlandiya nın kuzey bölümünde ise soğuk iklimlerdeki performans açısından denenmektedir.

3.1.3. MUKAVEMET TESTLERİ

Henüz bu aşamaya gelinmemiş olmakla birlikte aracın burulma mukavemeti ve çarpışma dayanımı testleri için numuneler temin edilecektir.

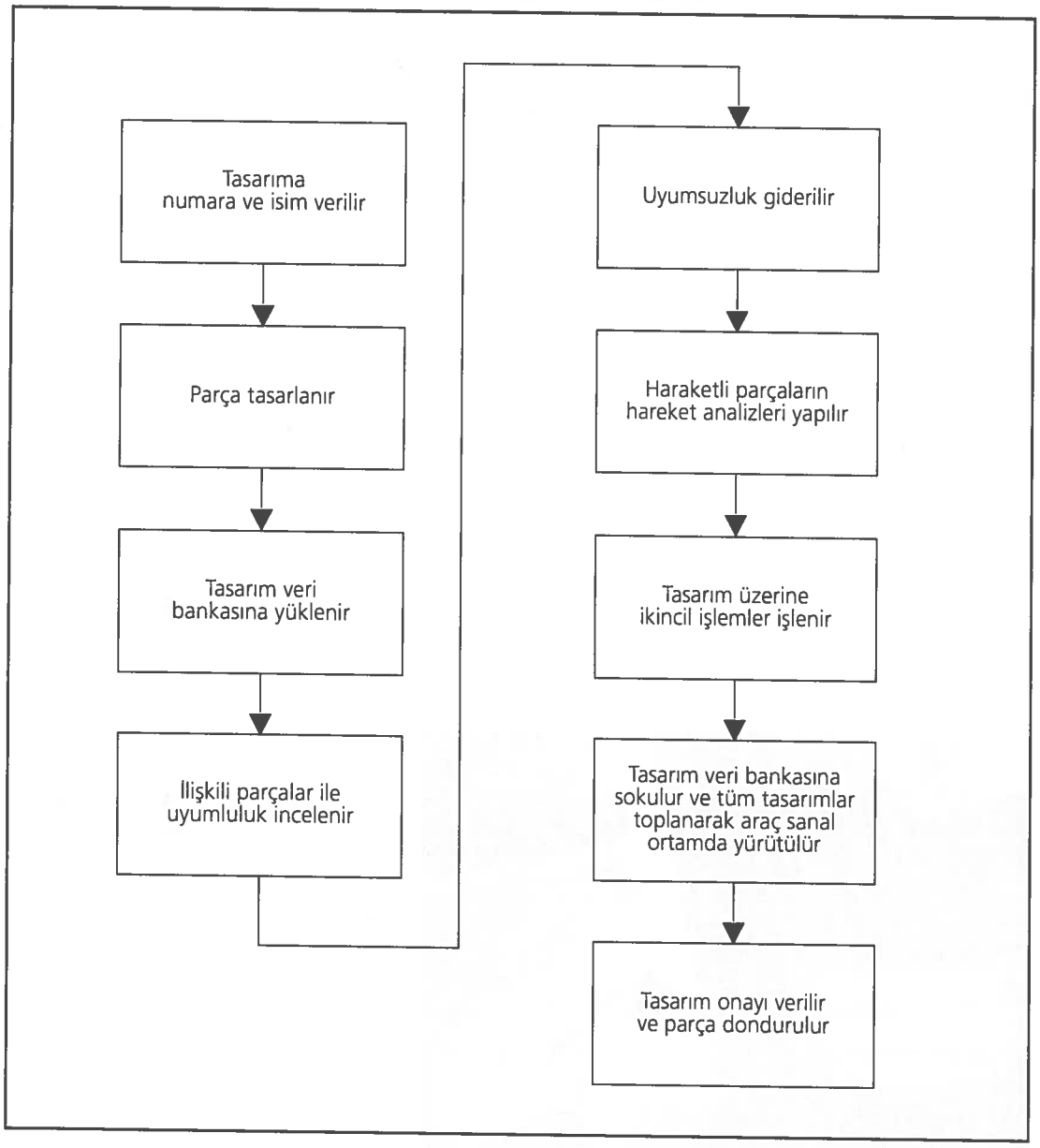
4.1.SERİ ÜRETİM HAZIRLIKLARI

Seri üretim aşamasına hazırlık olarak, seri üretimde kullanılacak olan ürün spekleri, ürün geometrisinin kontrolü için kontrol fikstürleri ve bunların tasarımı ile imalatı; emaye baskılı camlar için kullanılacak filmlerin birebir dökümü bu çalışmaya yönelik olarak yapılmaktadır.Ayrıca ürünler üzerinde yapılması gereken ikincil işçiliklerin ne şekilde, kaç kişi tarafından, nerede yapılacağı; ürünlerin hangi ambalajlarda, kaçarlık iç adetlerde sevk edileceği çalışmaları yapılmaktadır.. Üretilecek araç versiyonlarına bağlı olarak hangi tip araçtan yıllık ve aylık bazda kaç adet yapılacağı, ürün özellikleri ve kompozisyonunun dağılımı yönündeki bilgiler TO içerisinde bir bütün olarak ele alınarak kapasite,finansal öngörülerde kullanılmaktadır.

4.1.2. SONUÇ

TO bünyesinde kapsamlı olarak gerçekleştirilen ve Türkiye açısındanda ilk örnek olan bir araca ait camların tamamının tasarımı süreci tamamlanmamış olmakla birlikte, 18 aylık bir çalışmadan sonra "tasarım donması" aşamasına gelinmiş ve prototip imalatları başlamıştır. Tasarım aynı anda üç ayrı ülkede yapılmasına rağmen teknik altyapının uygun olarak hazırlanmış olması sonucu zaman dilimleri ve uzak mesafeler fazla sorun yaratmamış, hedefe erişilmiştir. Yakın gelecekte ,bu pro-

jenin başarılı bir örnek teşkil ederek diğer yeni projelerde büyük otomotiv imalatçılarının TO ya tasarımcı olarak yer vermesi ve uluslararası bir konumda TO nun tasarım faaliyetini icra etmesi hedeflenmektedir.



SEPARATÖR ROBOTU PROSESİ

Tuğrul Misoğlu - Can Erdenir
Cam Ev Eşyası Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

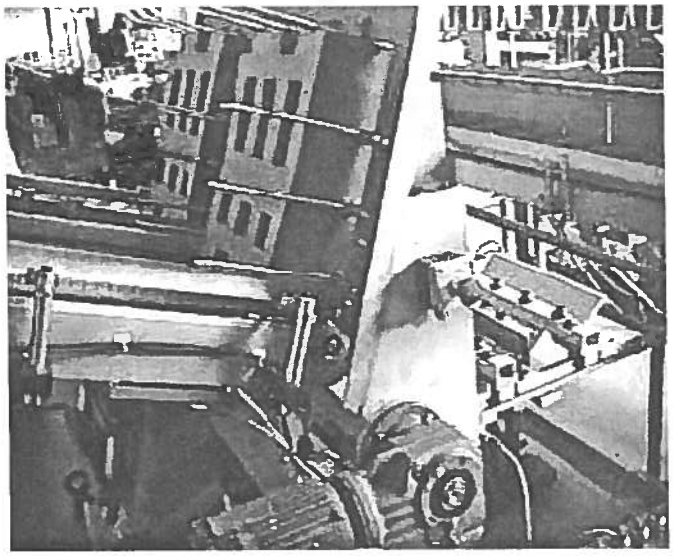
1. GİRİŞ

Paşabahçe Cam San. ve Tic. A.Ş. Mersin Fabrikası A1-A3 çay bardağı hatları için 42011 ve 42021 bardakların paketlenmesinde bir separatör hazırlama ve kutuya yerleştirme makinasına ihtiyaç duyulması Ocak 2000'de gündeme gelmiştir. Bu işlem, sözkonusu hatlarda daha önce vardiya başına bir eleman tarafından manüel olarak yapılmaktaydı.

Makina sadece bu hatlarda pasta kutuya dolum yapıldığı durumlarda çalışmakta, açık vaziyette tedarik edilen separatörler, içlerine 12 bardak sığacak şekilde petek haline getirilerek kutuya yerleştirilmektedir.

2. TASARIM

Genel hatlarıyla sistem, separatörlerin depolandığı bir magazin, bu magazinden vakum yardımıyla separatörleri alan ve ilk şekillendirmeyi yapan bir mekanizma, 1.şekillendirmesi yapılmış separatörleri bu mekanizmadan yine vakum yardımıyla alan ve 2. ve son şekillendirmeyi yapan tooling ve bunu taşıyan ana hareket mekanizması, ayrıca kutu yapma makinasından gelen boş kutuların konveyör üzerinde içlerine separatör konulmasını sağlayacak uygun pozisyonda tutan bir kutu durdurma ve merkezleme ünitesinden oluşacaktı.



Makinanın Genel Görünümü

Yerleşim incelenip ihtiyaç duyulan çevrim hızı belli olduktan sonra tasarım aşamasına geçildi. Diğer hatlarda çalışan yabancı robotlar incelendi. Çok eksenli ve çok mafsallı robotlar yerine tek eksenli bir makinanın ihtiyacı karşılayabileceği düşünüldü. Eski makinalar gözlenerek birtakım prensiplerin aynen uygulanmasına karşın yeni makinada kapsamlı değişiklikler ve iyileştirmeler yapılması hedeflendi.

2.1. Ana Hareket Mekanizması

Yukarıda sözedildiği gibi eski makinalara göre en önemli değişiklik, ana hareket mekanizmasında yapıldı. Çok eksenli mafsallı robot yerine tek eksenli ve toolingin döner hareketle taşındığı hare-

ket mekanizmasının uygulanmasına karar verildi. Daha önce redüktörlere ulaşmada ve arıza gidermede karşılaşılan zorlukların bu sayede bertaraf edilmesi hedeflendi.

Yeni yapılan makinada tooling, 1. şekillendirmesi tamamlanmış separatörün alındığı 1. nokta ile kutuya girildiği 2. nokta arasında yaklaşık 1800 ana hareket motoru tarafından taşınmaktadır. Pnömatiğin aksine motora istenildiği gibi hükmedilebildiği için separatör alındıktan sonra kalkışın, aynı şekilde separatörle birlikte kutuya girişin yavaş yapılması, bunların haricinde kalan bölgelerde mümkün olduğunca hızlı hareket edilmesi gerektiği düşünüldü.

Ana hareket tahriği ana dönme eksenine doğrudan bağlanılan bir servomotor tarafından gerçekleştirilmektedir. Oldukça ağır bir toolingi yüksek hızlarda ,üstelik sürekli değişen ileri ve geri yönlerde sürmek gerekliliği, servomotor seçimini zorunlu kılmıştır.

Ana hareket mekanizmasında yer alan diğer unsur toolingin sürekli yere dik kalmasını sağlayan gergili zincir sistemidir. Bu sayede gerek 1. şekillendirmesi yapılmış separatörlerin alınmasında gerekse 2. şekillendirmesi yapılmış separatörlerin kutuya bırakılmasında toolingin yere dik olarak hareket etmesi sağlanmaktadır.

42011-42021 imalat değişikliğinde toolingin ana hareket mekanizmasından minimum zaman kaybıyla kolaylıkla sökülüp takılabilmesi için basit bir sıkıştırma düzeneği düşünülmüştür.

2.2. Separatör Magazini

Separatör magazini, her seferinde aynı anda 2 separatörün alınabilmesine müsaade edecek şekilde çift yolludur. Alınan separatörlerin yerlerine yenilerinin sürülmesi pnömatik bir silindir ve zincirler yardımıyla yapılmaktadır.

Daha önce, mevcut eski makinalarda, separatörleri tutan tırnakları taşıyan ve separatörlerin yaslandığı tablanın her imalat değişiminde değiştirilmesi zorunlu iken
yeni geliştirilen bu makinada aynı tabla ile gerek 42011 gerekse 42021 imalatına
cevap verilebilmektedir. Bu durum, magazin yükseklik ve tırnak ayarları ile mümkün olmaktadır.

Separatörler yatayla açı yapmaları nedeniyle ileri ve aşağıya doğru kayma temayülünde olmalarına karşın , sürmeyi kolaylaştırmak ve güvenle yapmak için üstünde separatörlerin bulunduğu magazin zincirleri yukarıda sözedilen silindir yardımıyla belli sıklıkta ileri sürülmektedir.

2.3. Separatör Hazırlama Mekanizması

Açık vaziyette temin edilen separatörlerin kutu içine koyulabilecek 12 partisyonlu petek durumuna gelmesi için birbirini müteakip 2 şekillendirme işlemi yapmak gerekmektedir.

Separatör hazırlama mekanizması, her seferinde 2 separatörün vakum yardımıyla magazinden alınması ve 1. şekillendirmenin yapılmasını sağlamaktadır.

Bu mekanizma için gerekli dönme hareketi eski makinalarda döner mafsallı bir doğrusal silindir tarafından yapılmaktaydı. Yeni makinada bu hareketin elektrik motoruyla yapılmasının bir takım avantajlar sağlayacağı düşünüldü. Örneğin pnömatik silindirle değişen strok ayarlaması oldukça güç olmakta iken, elektrik motoruyla separatör alma ve hazırlama mekanizmasının magazinde istenilen noktaya götürülmesi mümkün olmuştur.

Elektrik motoruyla hareketin tıpkı ana hareket motorunda olduğu gibi istenilen hızlarda ve yumuşak duruşlarla gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur.

Eski makinalara göre diğer bir geliştirme ,1. şekillendirmede kullanılan elemanların sayısında yapılan azaltma olmuştur. Daha önce bu iş için 4 silindir kullanılırken bu sayı ikiye düşürülmüş ve yataklama iyileştirilmiştir.

2.4. Tooling

2. şekillendirmeyi gerçekleştiren ve makinanın en önemli komponentlerinden birini teşkil eden toolingde işletme kolaylığı açısından önemli geliştirme sağlanmıştır.

Eski toolinglerde daha önce istenilen 2. şekillendirmenin yapılabilmesi için 2 döner ve 2 doğrusal olmak üzere toplam 4 pnömatik eleman çalışmaktaydı. Bu dört eleman için 8 kısma valfinin de son derece ayarlı olması gerekiyor, aksi halde toolingde çalışmama durumu hasıl oluyordu. Valfler ayarlı olsa bile titreşim nedeniyle ayarlarda kaçma olabilmekte veya hava basıncında oluşan dalgalanmalar toolingin kilitlenmesine yol açmaktaydı.

Yeni geliştirilen tooling mekanizmasında yalnızca 1 döner eleman mevcuttur ve valf ayarı gerekmemektedir. Bu durum toolingle ilgili duruş sürelerinde çok önemli bir azalma sağlayacaktır. Yeni mekanizma basınçtaki dalgalanmalardan etkilenmemektedir ve eskisine oranla daha mukavimdir.

2.5. Kutu Durdurma ve Merkezleme

Kutu yapma makinasından bir bantlı konveyör üzerinde gelen kutulardan her çevrim için 2 kutunun, içlerine separatör konulmak üzere bu konveyör üzerinde uygun noktalarda durdurulması ve tutulması gerekmektedir .Pnömatik elemanlardan müteşekkil olan durdurma ve merkezleme ünitesi bu görevi yerine getirmektedir.

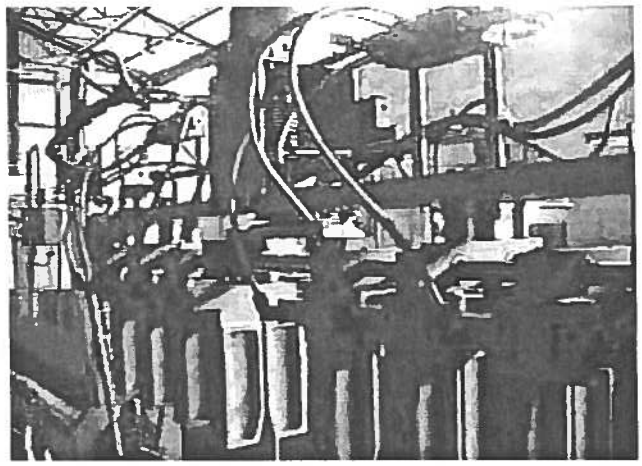
Her çevrimde içlerine separatör yerleştirilmiş 2 kutu mamül dolum robotuna gitmek üzere serbest bırakılmakta ve bunların yerine 2 yeni kutu kabul edilmektedir.

Mekanik açıdan eski makinalardaki sistemle bir farklılık göstermemesine karşın kontrol mantığında birtakım geliştirmeler sağlanmıştır.

3. KONTROL

Makinanın mekanik ve elektrik tasarımının, montajının yanısıra kont rolü de Paşabahçe personeli tarafından gerçekleştirilmiş, ihtiyaçlara uygun bir yazılım hazırlanmıştır.

Yazılım, çakışan yörüngelerde hareket eden 2 servomotoru, ayrıca çok sayıda pnömatik elemanı kontrol etmektedir.



Tooling

4. DEVREYE ALMA

Makina Ekim 2000'de Mersin Fabrikası'nda devreye alınmıştır. Bu aşamada proje safhasında görülemeyen çok sayıda problem bakım ekibinin katkılarıyla çözülmüş ve iyileştirme yapılmıştır.

Özellikle vakum tutma kuvvetinde, mekanik ayarlarda ayrıca yazılımın oturtulmasında karşılaşılan güçlükler sırasıyla bertaraf edilmiştir.

5. SONUÇ

Yüksek hızlarda, dar toleranslarla ve hassas ayarlarla çalışma zorunluğu olan bir makinanın tasarım, resimleme, mekanik montaj, kontrol ve devreye alma aşamalarının eksiksiz tümü Paşabahçe imkanlarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu sayede toplam proje maliyeti açısından makinanın şirketdışı kaynaklardan teminine göre son derece düşük değerlere inilirken, teknik açıdan en sağlıklı işletme şartları sağlanmıştır. Aynı bağlamda işletme ve bakım maliyeti açısından makina yabancı tedarikçilerle kıyaslandığında önemli avantaj sağlayacaktır.

Şüphesiz en önemli kazançlardan birisi de projeyi gerçekleştiren ekip içinde olan bilgi alışverişi ve sınırsız paylaşım, ayrıca teknolojik bilgi birikiminin üst düzeye çıkmasıdır. Bu durum gerek tasarım gerekse bakım kadroları için müstakbel projelerde önemli yararlar sağlayacaktır.

TEMPSOL KAPLAMALI CAMLARI

Prof. Hülya Demiryont - Hüseyin Parlar - Ayşe Ersoy
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
Prof. Dr. Ender Aktulga
Mimar Sinan Üniversitesi
Can Akyüz - Faruk Durulmuş
Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesi
Ali Şekerli - Süreyya Bakır
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

ÖZET

Burada Şişecam Cam Araştırma Merkezi (CAM) İnce Film Laboratuvarı'ndan (İFL) başlayarak Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesi üretim hattına ve oradan Çayırova Cam Sanayii A.Ş. 'deki temperleme fırınında veya Trakya Oto Cam Fabrikası A.Ş.' de ısıl işleme tabi tutulup ürüne dönüştürülen temperlenebilir/bombelenebilir özellikteki "Tempsol" solar kaplamalarının özellikleri ve laboratuvar aşamasından başlayarak üretimle sonuçlanan çalışmaların akışında izlenen metotlar anlatılacaktır.

Sunuşta, mimari ve ulaşım araçları uygulamalarında kullanılmak üzere tasarımlanan ve üretime hazır hale gelen üç yeni ürün tanıtılacaktır. Bu ürünler sırası ile tempsol mimari, tempsol oto, tempsol "privacy", tavan camı (sun roof) ve tempsol otobüs camlarıdır.

1. GİRİŞ

Şişecam Cam Araştırma Merkezi İnce Film Laboratuvarı, 1998' de üretimine geçilen bir temel ürün olan "Konfor 70/46" ve 1999' da özel ürün olarak üretilmeye başlatılan "Elit Plaza"/İstanbul ve "Adana Hilton" camlarından sonra üç yeni üründen oluşan bir seri kaplamalı camı, "Temperlenebilir Solar Camlar (TempSol)" serisini, yeni ürünleri içine katmıştır.

Tempsol serisi, biri mimari uygulamalar için tasarımlanan diğer ikisi ise özellikleri otobüs yan camları, büyük araç privacy ve otomobil tavan camları, araba yan kapı ve arka camları olmak üzere nakil araçları uygulamalarına göre tasarımlanan solar özellikteki temperlenebilir kaplamalardır.

Tempsol serisine ait kaplamalar Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesinde jumbo boyutta (600 cm x 320 cm) üretilebilmektedir. Tempsol kaplamalarının ortak özelliği temperleme ve bombeleme gibi ısıl işlemlere dayanıklı olması yani ısıl işlemden sonra dahi başlangıçta sahip oldugu görünüm ve performansı korumasıdır. Kaplamaların sağladığı en büyük avantaj da bu özellikten gelmektedir.

Isıl işleme dayanıklı kaplamalar, ısıl geçmişinde ısıl işlem sıcaklığına erişmiş olan kaplamalardır. Piyasada bulunan ısıl işleme dayanıklı kaplamalar pirolitik olarak hat üstünde kaplanır. Bunun dışında oda sıcaklığında vakumda kaplanan hiç bir kaplama ısıl işlem olarak adlandırdığımız 700°C civarındaki sıcaklıklarda bu özelliklerini koruyamaz. Özellikle mimari amaçlı solar kaplamalar ısıl kırılma riski nedeni ile temperli olarak kullanılmayı gerektirir. Bu da alışılmış kaplamaların önceden kesilmiş ve temperlenmiş camlar üzerine kaplanması demektir. Yani mevcut solar camlar önce-

den temperlenmiş camlara kaplandığı için, cam kaplamadan sonra kesilemez. İnce Film Laboratuvarı'nda geliştirilen tempsol kaplamalar jumbo boyutta kaplandıktan sonra kesilerek temperlenebilme avantajına sahiptir.

Otomotiv amaçlı Tempsol kaplamalarda da benzer özellikler vardır. Harmandan renkli camların dışında piyasada otomotiv amaçlı solar özellikli camların gerektirdiği performansı sağlayabilecek ısıl işleme dayanıklı hiçbir kaplamalı cam mevcut değildir. Vakumda oda sıcaklığında kaplanan, otomotiv kullanım amaçlarına yönelik Tempsol kaplamalı camlar jumbo boyutta Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesi'nde kaplanır ve sonradan kesilip temperlenebilir veya bombelenebilir.

Temperlenebilir solar özellikli Tempsol kaplamaların diğer bir kullanım grubu da "privacy" camı denen güneş gözlüğü koyuluğundaki cam grubudur ki bu tip camlar , harmandan renkli olarak özel cam fırınlarında yapılabilmekte ve kaplama ile yapılamamaktadır. Gerek otomotiv endüstrisinde gerekse de mimaride bu tür camların uygulamaları bulunmaktadır. Bugün Şişecam bu camları kendi Tempsol kaplama teknolojisi ile yapabilecek durumdadır.

Aşağıda farklı kullanım amaçları için geliştirilmiş olan tempsol serisinin özellikleri ayrıntılı olarak verilecektir.

2. MİMARİ AMAÇLI TEMPSOL KAPLAMALI CAMLARI

Mimari amaçlı kaplamalar "Solar Kontrol" ve "Low-E" olmak üzere başlıca iki sınıfa ayrılırlar. Low-E kaplamalar görülür bölge geçirgenliği yüksek, ısıyı absorplamaksızın yansıtan ve dolayısı ile emisivitesi düşük olan kaplamalardır. Kaplama çift camın iç yüzüne gelecek şekilde iki cam arasında yer alır. Hava iki cam arasında hareketsiz kaldığı için çift camın ısı iletkenliği tek cama oranla daha azdır. Camın ısı yalıtım özelliğini arttırmak için sıcak ortamdan gelen ısının tekrar aynı ortama yansıtılması gerekir. Low-E kaplamalı camlar bu işlevi görürler ve kaplı cam, alışılmış cam fonksiyonununa ek olarak iyi bir ısı yalıtım elemanı olarak kullanılır.

Solar camlar ise görülür bölgeyi oldukça yansıtan yarı-geçirici, yarı-ayna özelliğine sahiptir. "High - Tech" olarak adlandırılan bu camlar giydirme cepheli iş merkezlerinde binalara hem estetik katan hem de camdan binaya giren güneş enerjisini azaltarak soğutma giderlerini düşüren camlardır.

Bu iki tip mimari kaplama arasında kullanım açısından bazı temel farklar vardır. Bunlardan düşük emisiviteli (Low-E) ve çok fonksiyonlu camlar sınıfındaki kaplamalı camlar, ışığı kaplamasız cam gibi geçirmesine karşın uzun dalga boylu ışınları (infra red bölge) yansıtırlar ve böylece güneş ışınlarının göze etki etmeyen bölgesininin taşıdığı enerjiyi kontrol ederler. Solar cam olarak adlandırdığımız camlar ise daha ziyade görülür bölgenin taşıdığı güneş enerjisini kısmen yansıtarak ve kısmen de absorplayarak iç mekana giren enerjiyi azaltırlar.

Mimari amaçlı Tempsol kaplamalı camları tasarımlanırken aşağıda özetlediğimiz kriterler göz önünde tutuldu:

1- Kaplamalar temperlenir/bombelenir özellikte olmalıdır.
2. Kaplamaların optik özellikleri ısıl işlem ile değişmemelidir.
3. Cam tarafından yansıma rengi dalga boyuna göre seçicilik göstermemelidir. (gümüşümsü beyaz yansıma rengi).

Böylece tek bir kaplamadan alt camın renkli cam olarak seçilmesi ile alt camın renginde yansıma veren yansıtıcı solar özellikli bir seri ürün elde edilecektir.

4. Kaplama sert olmalı ve cam ile sağlam bir ara yüz oluşturmalıdır.
5. Kaplama cam temizlik malzemeleri ile reaksiyon vermeden temizlenebilmelidir.
6. Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesinde üretilebilmelidir.
7. Kaplamalı cam bozulmadan stoklanabilmeli ve stoktan alınarak istendiğinde kesilebilmeli, temperlenerek/bombelenerek veya ısıl işlem yapılmadan kullanılabilmelidir.
8. Temperleme işlemi temperleme fırınından bağımsız olmalı ve her ısıl işlem için aynı kaplama, değişiklik göstermeksizin aynı görünümü vermelidir.
9. Kenar sıyırma işlemi yapılmadan kullanılır olmalıdır.
10. Otomotiv endüstrisinde tek cam olarak kullanılabilmelidir.

Tempsol mimari camlar tüm bu kriterleri sağlayabilecek şekilde iki tabakadan oluşan bir optik sistem ile sağlandı. Tempsol mimari camların yapısı:

Cam taşıyıcı/ CuO_x / SnO_2 **(1)**

olup film kalınlıkları CuO_x için 20nm ve SnO_2 için 40 nm olarak seçildi. Burada CuO_x esas itibari ile çok özel bir kaplama malzemesidir ve bu malzeme tek tabaka halinde olduğu kadar SnO_2 gibi diğer bilinen saydam optik film malzemeleri ile oluşturduğu çok tabakalı optik sistemler için de patentlendi. CuO_x'in en büyük özelliği oda sıcaklığında kaplandığı halde bombeleme (~630°C) ve temperleme (~ 700°C) gibi yüksek sıcaklıklarda yapılan ısıl işlemlerden sonra da aynı optik özellikleri değişmeden gösterebilmesi, diğer bir deyişle kaplama sırasında oluşturulan CuO_x kimyasal formunu yüksek sıcaklıklarda da koruyabilmesidir.

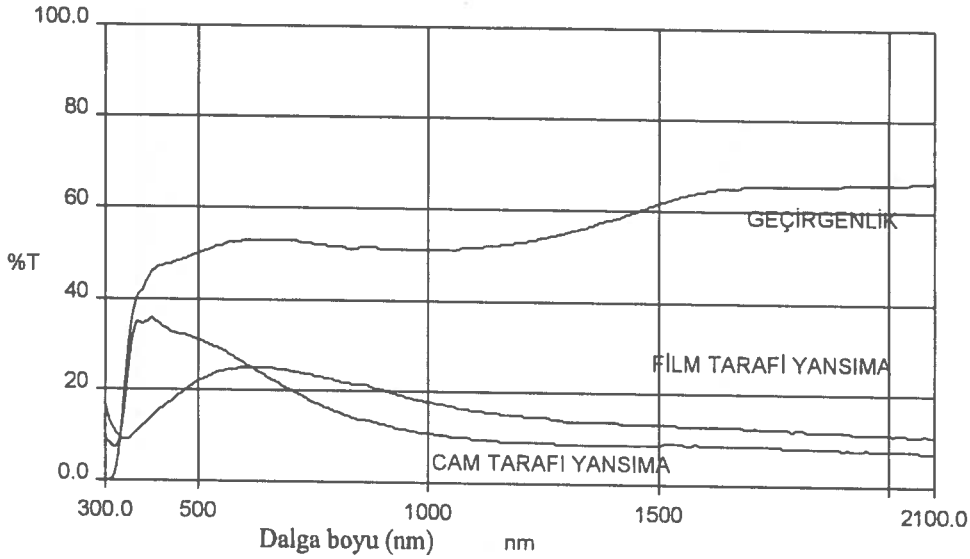
Yukarıda sözü edilen kaplama kriterlerinin tamamı CuO_x-SnO_2 kaplama sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Burada SnO_2 üst tabakası hem yansıtmayı arttırıcı film hem de cam tarafından yansımanın beyaz-gümüşümsü görünümde olmasını sağlayan bir kaplamadır. CuO_x ise kaplama sistemine "solar" kaplama özelligini veren esas film malzemesidir.

Burada temperlenebilir kaplamaların elde edilmesinde kullanılan iki farklı prosesin karşılaştırılmasını yapmak üzere, hat üstü pirolitik kaplama ve tempsol kaplamaların elde edilmesinde kullandığımız vakumda DC Magnetron Sputtering tekniği ile kaplama proseslerini karşılaştıralım.

Hat üstü pirolitik kaplamalarda tek bir kaplama formülünden yeni bir ürüne geçiş için alt camın değiştirilmesinin ne kadar zor bir işlem olduğu düşünülürse, soğukta vakum kaplama ile alt cam değiştirme işleminin kolaylığı açıkça ortaya çıkar. Ayrıca vakumda uygulanan kaplama teknikleri çok katlı film sistemleri için çok uygundur.

Tempsol mimari camları da alt cam üzerine CuO_x ve onun üzerine konulan SnO_2 tabakalarından oluşan iki tabakalı bir sistemdir.

6 mm'lik renksiz cam üzerine üretim hattında hazırlanan kaplamaların 300 nm-2100 nm arasındaki spektral bölgede spektrofotometre ile ölçülen yansıma ve geçirgenlik spektrumları Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1-Clear cam üzerine kaplı tempsol mimari camının yansıma ve geçirgenlik spektrumları

Kaplamanın ısıl işlemden önce ve sonraki performans değerleri Tablo 1 'de verilmektedir . Bu değerler Window 4.1 programı yardımı ile 6 mm kaplı cam -12mm hava boşluğu - 6 mm renksiz cam yapısındaki ısıcam sistemi için hesaplanmıştır. Kaplama dış camın iç yüzeyindedir (2. yüz). Şekil 2' de ise kaplamasız ve Tempsol mimari kaplaması ile kaplı tek camların performansları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 1a. Tempsol kaplamalı camın temperli ve tempersiz olması hallerindeki karşılaştırmalı performans değerleri.

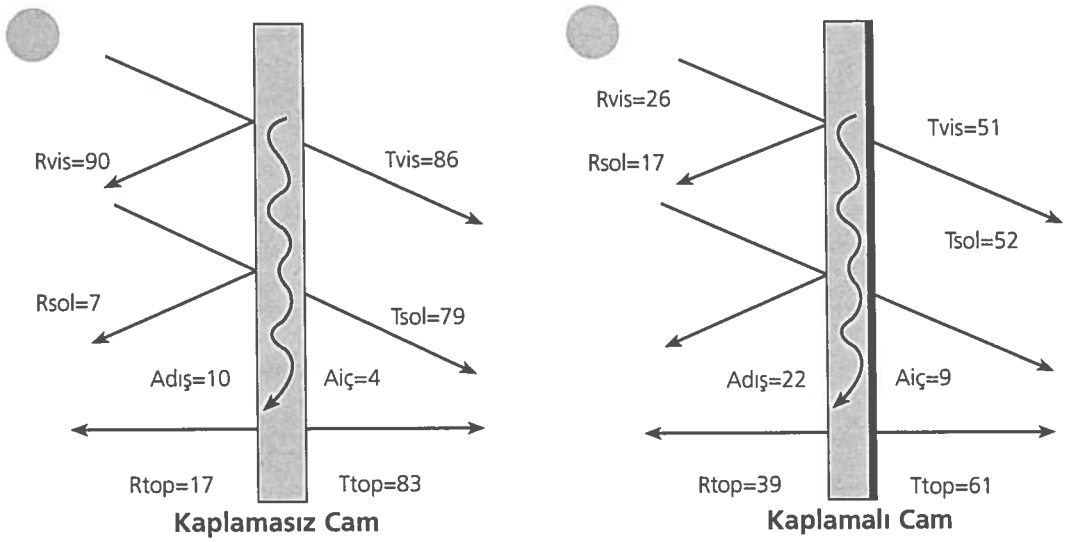
Alt Cam	Tsol	Rsol1	Rsol4	Tvis	Rvis1	Rvis4	SCc	Shgc
renksiz	0,42	0,19	0,19	0,46	0,28	0,25	0,59	0,51
renksiz(ısıl)	0,49	0,19	0,19	0,55	0,27	0,26	0,67	0,58

Tablo 1b. Tablo 1a.'da performans değerleri verilen kaplamalı camların karşılaştırmalı renk parametreleri

Alt Cam	TL	T*a	T*b	RL	R1a	R1b	Tuv	Tdv
renksiz	73,1	-0,9	4,2	60,2	-3,4	-3,9	0,21	0,25
renksiz (ısıl)	78,7	-1,2	5,4	58,9	-3,5	-3,8	0,24	0,30

Değerler 6-12-6 mm ısıcam sistemi için hesaplanmıştır. Araboşluk hava doludur 1: dış yüzey, 4: iç yüzeyi temsil etmektedir. Kaplama 2. yüzdedir.

Tsol: Direk Solar Geçirgenlik
Rsol1: Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma
Rsol4: Güneş Enerjisi İçe Yansıtma
Shgc: Toplam Güneş Enerjisi Geçirgenliği
SCc: Gölgeleme Katsayısı
TL,Ta,Tb,RL,Ra,Rb: Renk değerleri
Tvis: Gün Işığı Geçirgenliği
Rvis1: Gün Işığı Dışa Yansıtma
Rvis4: Gün Işığı İçe Yansıtma
Tuv: UV geçirgenliği
Tdv: 'damage factor'



Şekil 2. Kaplamasız ve Tempsol mimari kaplaması ile kaplı tek camların karşılaştırmalı spektrumları

Tablo 2' de ise kaplamaların alt camın rengini veren bir yansıtma sağladığını göstermek üzere kaplamalı camı kaplamasız alt camın yansıtması ile karşılaştırarak vermektedir.

Tablo 2 incelendiğinde kaplamasız alt camın L*a*b* LAB koordinatlarına göre verilen renginin (bkz. dwl) kaplamalı camınki ile aynı, ancak kaplamalı camın yansımasının ,L*, kaplamasız cama göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Tempsol ürünleri renklerinin çeşitli alt cam renkleri ile karşılaştırılması

Alt Cam	Sistem	dWL	Purity,%	RL*	R1a*	R1b*
Renksiz	Kaplamasız	0.482	1,6	34,1	-0,7	-0,5
	Tempsol	0,479	7,9	58,3	-3,6	-4,5
Yeşil	Kaplamasız	0,488	3,5	30,9	-2,8	-0,3
	Tempsol	0,482	11,6	52,4	-7,7	-4,6
Füme	Kaplamasız	0,468	2,7	27,2	0,12	-1,3
	Tempsol	0,594	3,3	40,2	2.01	1,28
Bronz	Kaplamasız	0,589	1,6	28,0	0,62	0,5
	Tempsol	0,594	3,3	40,2	2,01	1,28
Meksika Mavi	Kaplamasız	0,476	7,6	28,2	-1.5	-2,9
	Tempsol	0,476	21,1	44,3	-5.2	-11
Azurlite	Kaplamasız	0,480	9,6	32,9	-3.3	-3,4
	Tempsol	0.480	21,5	51,3	-11	-9,9

dwL: Baskın dalga boyu RL, R1a, R1b : Renk Değerleri*

Bu özellik tempsol mimari kaplamalarının getirdiği çok üstün bir özelliktir; kaplama aynı kaldığı halde yalnız alt cam değiştirilerek bir seri renkli temperlenebilir giydirme cephe camları elde edil-

mektedir. Bu camlar stoklanabilir ve stokdan alınarak ister kesilip temperlendikten sonra veya yalnızca kesilip temperlenmeksizin yan yana kullanılabilir.

Kaplamalı camlar üzerinde yapılan testler kaplamaların mekanik ve dış ortama ve temizlik malzemelerine dayanıklılığının yüksek olduğunu göstermiştir.

Tablo 3' te Çayırova Cam Sanayii A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesi üretim hattında, belirtilen tarihlerde yapılan üç sınırlı üretimden alınan renksiz cam üzerine kaplı örneklerin performas değerleri verilmiştir. Şekil 3' de ise Tablo 3' te performans değerleri verilen kaplamalı camların yansıma ve geçirgenlik spektrumları verilmiştir.

Tablo 3a. - Belirtilen tarihlerde yapılan üç sınırlı üretimden alınan renksiz cam üzerine kaplı örneklerin performans değerleri.

Üretim Tarihi	Tsol	Rsol1	Rsol4	Tvis	Rvis1	Rvis4	SCc	Shgc
16 Şubat 2000	0.42	0.19	0.19	0.46	0.28	0.25	0.59	0.51
1 Mayıs 2000	0.42	0.20	0.19	0.46	0.30	0.26	0.59	0.51
5 Temmuz 2000	0.42	0.20	0.20	0.45	0.30	0.26	0.59	0.50

Tablo 3b. Tablo 3a.'da performansları verilen kaplamalı camların renk parametreleri

Üretim Tarihi	TL	T*a	T*b	RL	R1a	R1b	Tuv	Tdv
16 Şubat 2000	73.10	-0.90	4.17	60.20	-3.40	-3.90	0.21	0.25
1 Mayıs 2000	73.20	-0.80	3.88	61.80	-3.40	-3.80	0.21	0.26
5 Temmuz 2000	72.50	-0.70	4.04	61.70	-3.40	-3.00	0.20	0.25

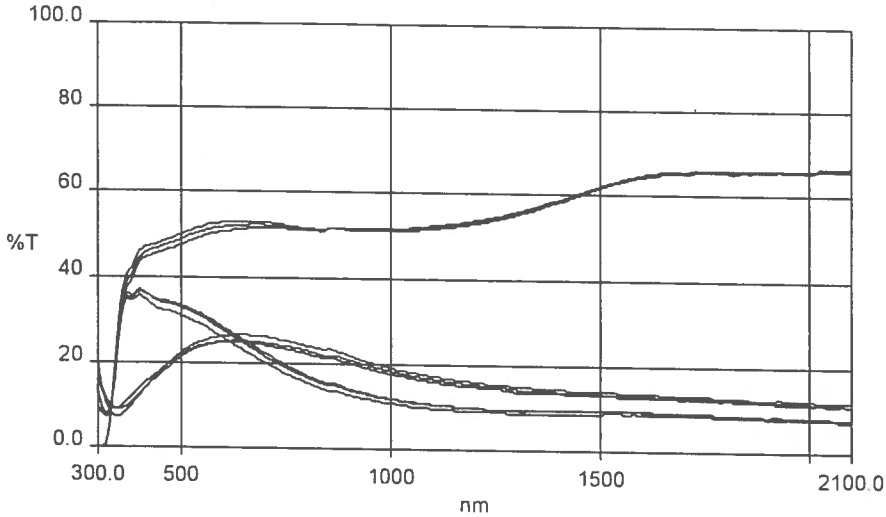
Değerler 6-12-6 mm ısıcam sistemi için hesaplanmıştır. Araboşluk hava doludur 1: dış yüzey, 4: iç yüzeyi temsil etmektedir. Kaplama 2. yüzdedir.

Tsol: Direk Solar Geçirgenlik
Rsol1: Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma
Rsol4: Güneş Enerjisi İçe Yansıtma
Shgc: Toplam Güneş Enerjisi Geçirgenliği
SCc: Gölgeleme Katsayısı
TL,Ta,Tb,RL,Ra,Rb: Renk değerleri

Tvis: Gün Işığı Geçirgenliği
Rvis1: Gün Işığı Dışa Yansıtma
Rvis4: Gün Işığı İçe Yansıtma

Tuv: UV geçirgenliği

Tdv: 'damage factor'



Şekil 3- Tablo 3a ve 3b 'de performans değerleri verilen kaplamaların yansıma ve geçirgenlik spektrumları.

3. TEMPSOL MİMARİ CAMLARININ KULLANIM ALANLARI

Temel ürün olarak tempsol mimari camlarının giydirme cephelerde kullanılması önerilir. Kaplamalar temperleme/bombeleme gibi ısıl işlemlere dayanıklı olduğundan silindirik veya diğer bombe gerektiren şekilli cephelerde başarı ile uygulanır. Böyle cepheler dış asansörler veya yuvarlak hatlar içeren cepheler olabilir.

Gerek ısı gerekse de ses yalıtım birimi olarak tempsol mimari camlarının ısıcam sistemi olarak kullanılması önerilir. Ayrıca kaplama farklı renkteki alt camlara uygulanarak bir seri yeni ürün elde edilmektedir ki, bu da tek bir üründen yalnızca alt cam değiştirilerek kolaylıkla ulaşılabilecek bir ürün serisi vermektedir. Tablo 4a ve 4b füme, bronz, yeşil ve mavi camlar üzerine kaplanan mimari camların performans tablolarını göstermektedir.

Mimari uygulamanın yanı sıra bu kaplamalar iç mekanda dekorasyon amacıyla sütun, bombeli duvar gibi yerlerde kullanılabilir. Fonksiyonel amaçlarla da duşak'abin veya fırın kapaklarında kullanılabilir.

Tablo 4a. Farklı renkteki alt camların kullanılması halinde elde edilen tempsol serisinin performans değerleri

Alt Cam	Tsol	Rsol1	Rsol4	Tvis	Rvis1	Rvis4	SCc	Shgc
renksiz	0,48	0,20	0,19	0,52	0,29	0,27	0,65	0.56
Açık Yeşil	0,31	0,12	0,18	0,45	0,21	0,26	0,47	0,41
Bronz	0,33	0,09	0,16	0,33	0,11	0,22	0,51	0,44
Füme	0,29	0,10	0,19	0,25	0,11	0,26	0,47	0,40
Meks.Mavi	0,26	0,10	0,19	0,31	0,14	0,27	0,43	0,37
Azurlite	0,19	0,10	0,19	0,40	0,20	0,26	0,35	0,30

Tablo 4b. Tablo 4a'da performansları verilen temperlenmiş kaplamalı camların renk parametreleri

Alt Cam	TL	T*a	T*b	RL	R1a	R1b	Tuv	Tdv
renksiz	77	-0,8	4,82	60,9	-3,4	-3,9	0,24	0,29
Açık Yeşil	73	-5,2	4,14	53,9	-7,7	-4,4	0,13	0,21
Bronz	63,4	3,61	9,17	39,4	1,96	1,64	0,09	0,14
Füme	57,3	1,4	1,34	39,1	0,51	-5,3	0,09	0,14
Meks.Mavi	62,4	-4,8	-3,2	45,1	-5,4	-10	0,1	0,17
Azurlite	69,8	-9,8	-1,3	52.4	-12	-9,5	0,16	0,23

Değerler 6-12-6 mm ısıcam sistemi için hesaplanmıştır. Araboşluk hava doludur 1: dış yüzey, 4: iç yüzeyi temsil etmektedir. Kaplama 2. yüzdedir.

Tsol: Direk Solar Geçirgenlik
Rsol1: Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma
Rsol4: Güneş Enerjisi İçe Yansıtma
Shgc: Toplam Güneş Enerjisi Geçirgenliği
SCc: Gölgeleme Katsayısı
TL,Ta,Tb,RL,Ra,Rb: Renk değerleri
Tvis: Gün Işığı Geçirgenliği
Rvis1: Gün Işığı Dışa Yansıtma
Rvis4: Gün Işığı İçe Yansıtma
Tuv: UV geçirgenliği
Tdv: 'damage factor'

4. OTOMOTİV AMAÇLI KAPLAMALAR

Otomotiv endüstrisinde kullanılmak üzere başlıca iki tip kaplamalı cam yapıldı. Bunlardan "privacy" camı koyu renkli, iç mekanı az gösteren bir camdır. Digeri ise "otomotiv yan ve arka camı" olup geçirgenliği daha yüksek (%35), yansıması daha düşük (%12) olan kaplamalı bir camdır.

5. 'PRIVACY' KAPLAMALI CAMLARI

TOF tarafından , İFL grubundan "Otobüs" camı olarak da kullanılabilecek 'privacy kaplama' istendi. Kaplamada aranan özellikler:

1. %20 civarında geçirgenliğinin olması.
2. Dışa yansıtmasının %10'dan az olması.
3. Temperlenir bombelenir özellikte olması.
4. Nötral renkte yansıtma ve geçirgenlik renklerinde olması idi.
İstenen özellikleri sağlayan kaplama:

Cam taşıyıcı /CuO_x (2)

olarak yapıldı. Burada CuO_x filminin kalınlığı 160 nm kadardır. Bu kalınlıktaki film istenen performans kriterlerini sağlamaktadır.

Tablo 5 farklı alt camlar üzerine kaplanan privacy camının performans değerlerini vermektedir.

Tablo 5a. Değişik renkteki alt camlar üzerine kaplanan "privacy" camının performans değerleri.

Kalınlık,mm	Alt Cam	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	SCc	Shgc
3,2	Renksiz	0,38	0,21	0,29	0,20	0,09	0,18	0,57	0,49
3,2	Açık Yeşil	0,24	0,11	0,29	0,18	0,09	0,18	0,50	0,43
4	Bronz	0,29	0,14	0,29	0,15	0.07	0,17	0,53	0,45

Tablo 5b. Tablo 5a.' da performansları verilen temperlenmiş kaplamalı camların renk parametreleri

Kalınlık,mm	Alt Cam	TL	T*a	T*b	RL	R1a	R1b	Tuv	Tdv
3,2	Renksiz	77	-0,8	4,82	60,9	-3,4	-3,9	0,24	0,29
3,2	Açık Yeşil	73	-5,2	4,14	53,9	-7,7	-4,4	0,13	0,21
4	Bronz	63,4	3,61	9,17	39,4	1,96	1,64	0,09	0,14

Değerler tek cam için hesaplanmıştır.
Tablodaki 1: dış yüzey, 2: iç yüzeyi temsil etmektedir. Kaplama 2. yüzdedir.

Tsol: Direk Solar Geçirgenlik
Rsol1: Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma
Rsol4: Güneş Enerjisi İçe Yansıtma
Shgc: Toplam Güneş Enerjisi Geçirgenliği
SCc: Gölgeleme Katsayısı
TL,Ta,Tb,RL,Ra,Rb: Renk değerleri
Tvis: Gün Işığı Geçirgenliği
Rvis1: Gün Işığı Dışa Yansıtma
Rvis4: Gün Işığı İçe Yansıtma
Tuv: UV geçirgenliği
Tdv: 'damage factor'

6. PRIVACY CAMININ KULLANIM ALANLARI

Bu camın dışa yansıması "meneviş mavisi", geçirgenlik rengi ise sıcak bronzdur. Bu kaplamalar otomotiv endüstrisinde otobüs yan camları ve araçlarda tavan camı (sun roof) olarak kullanılabilir.

Mimari açıdan bakıldığında ise özellikle iş merkezlerinde giydirme cephelerde veya konutlarda 'skylight' olarak kullanılabilir.

7. OTOMOBİL YAN VE ARKA CAMI

Bu kaplama TOF tarafından Renault firmasının bir isteği olarak IFL'ye ulaştırıldı. Fransa'dan gelen bir grup(Renault) laboratuvarımızı ziyaret ettiğinde laboratuvar örneklerini incelemişler ve bu kaplamalar ile araba arka yan kapı camlarında 30.000 kez açıp kapamaya dayanmaları halinde ilgileneceklerini ifade etmişlerdi.

Laboratuvardan üretim hattına teknoloji transferi yapıldığında, üretim hattından alınan kaplamalı cam kesilip bombelendikten sonra araba kapı simulatorune takıldı ve buzlu-sıcak hava çevriminde 34.500 açıp kapmak suretiyle ile denendi. Kaplama çok sağlam olup istenen optik performansı da sağlamaktadır. Kaplama formülü:

Alt cam/SnO_2/CuO_x **(3)**

yapısındadır. İstenilen optik performansı veren film kalınlıkları SnO_2 için 70 nm ve CuO_x için 55 nm dir.

Tablo 6 'da değişik renklerdeki alt camlar üzerine kaplanan otomobil yan ve arka camlarının performans değerleri verilmiştir. Şekil 4 'te ise IFL'nin çalışma metodu şematik olarak gösterilmiştir.

Tablo 6- Renksiz, füme ve yeşil alt camlar üzerine kaplanan otomobil yan ve arka camlarının performans değerleri.

Kalınlık,mm	Alt Cam	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	SCc	Shgc
3,2	Renksiz	0,49	0,21	0,3	0,4	0,16	0,31	0,66	0,57
3,2	Füme	0,37	0,14	0,29	0,27	0,10	0,29	0,60	0,51
4	Yeşil	0,32	0,12	0,29	0,36	0,14	0,30	0,56	0,48

Tablo 6b. Tablo 6a.' da performansları verilen temperlenmiş kaplamalı camların renk parametreleri

Kalınlık,mm	Alt Cam	TL	T*a	T*b	RL	R1a	R1b	Tuv	Tdv
3,2	Renksiz	70,3	1.0	19.4	45,3	5.0	-4,4	0,09	0,14
3,2	Füme	57,9	3,6	17,7	38,3	2,7	-8,0	0.0	0,1
4	Yeşil	65,5	-0,2	20,5	44,1	1,7	-4,1	0.0	0,1

Değerler tek cam için hesaplanmıştır.
Tablodaki 1: dış yüzey, 2: iç yüzeyi temsil etmektedir. Kaplama 2. yüzdedir.

Tsol: Direk Solar Geçirgenlik
Rsol1: Güneş Enerjisi Dışa Yansıtma
Rsol4: Güneş Enerjisi İçe Yansıtma
Shgc: Toplam Güneş Enerjisi Geçirgenliği
SCc: Gölgeleme Katsayısı
TL,Ta,Tb,RL,Ra,Rb: Renk değerleri
Tvis: Gün Işığı Geçirgenliği
Rvis1: Gün Işığı Dışa Yansıtma
Rvis4: Gün Işığı İçe Yansıtma
Tuv: UV geçirgenliği
Tdv: 'damage factor'

Çalışma Metodumuzun Şematik olarak gösterilişi:

TOF'un İstekleri vs. CAM & İFL 'nin İmkanları

Bombeli Cam + Kaplama vs. (Düzcam + Kaplama) → Bombe

Yatırım / zaman vs. yeni **"temperlenebilir malzemeler"** /zaman

⇓

Araştırma → Buluş → Varyasyonlar → Patentleme

⇓

Teknoloji Transferi

İFL → Üretim hattı

⇓

Sınırlı Üretim

⇓

Üretim

Şekil 4. Çalışma metodumuz olan " Pazarlama ° İFL ° Ürün " kapalı çeviriminin aşamaları.

8. SONUÇ

Bu makalede pazarlamanın isteği üzerine başlatılan ürüne yönelik bir endüstriyel araştırmanın ürüne dönüştürülüşünün hikayesi ve elde edilen ürünlerin özellikleri anlatılmaktadır. Elde edilen kaplamalar şimdiki halde yalnızca üç ürün içindir. Ancak kaplama malzemelerinin, film diziliş sırasının ve kalınlıklarının, kullanılan alt camın renk çeşitlerinin, lamine edilme halinde kaplamanın 2. veya 3. yüzde kullanılması hallerinin, temperli veya tempersiz olarak kullanılmanın veya istenilen formda yapılabilmenin varyasyonları ile bu üç çeşit ürün sonsuz sayıda ürüne dönüşebilmenin avantajlarını taşır.

Tempsol serisi kaplamalar kullanılan alt camın rengi değiştirilerek Kaplamalı Camlar İşletmesinin "güneş kontrol camı" olarak ürettiği önceden temperlenmiş cam üzerine kaplanması gereken ve her biri ayrı target düzenini gerektiren solar camların aşağı yukarı tümünün yerini tutacak özelliktedir. Yani bir target düzeni ile yalnız alt cam değiştirilerek mevcut benzer ürünlerin yerini tutabilecek çok sayıda ürün yapılabilinir. Ayrıca kaplamalar stoklanabilir olduğundan stoktan alınıp temperlenebilmekte veya bombelenebilmekte bu ısıl işlem sonucunda özellikleri değişmemektedir. Bu da üretim hattının üretim boşlukları zamanlarında tempsol ürünlerininde stok için çalışılmasi demektir.

IS MAKİNASINDA 8 LT KAVANOZ ÜRETİMİ

Bedri Mehter - Süha Gökben
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası

Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş Gıda Kapları Müdürlüğü tarafından turşu ve diğer malzemelerin saklanması için güneyde pazarlanmak üzere 8 lt. hacminde bir kavanoz için istek gelmiştir.

Bu istek üzerine fabrikamız da Kalıp Dizaynı Bölümü tarafından 8 lt. kavanozun şekil resmi ürünün kalıptan çıkması ve makina dışına alınabilmesi de göz önüne alınarak çizilmiştir. Çizilen resimde kavanozun çapı 200 mm, kafa altı boyu 306 mm ve ağırlığı 2250 gr olarak çıkmıştır. Bu ölçüler standart makinada yapılacak max. ölçülerin dışında çıkmıştır. Standart olarak max. çap 178 mm ve kafa altı boyu 288 mm dir.

Ürün makinaya konulduğunda konvansiyonel, finişör açıldığında hava portlarının üstünü kapatmakta, kapalı durumda ise kalıpta açılan VF delikleri mekanizmanın dışına taşmakta olduğu; makinaya finişörün takılabilmesi için seksiyon boxta tadilatlar gerektiği ve yeni standart dışı bir finişör kalıp koluna ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Resim kalıp yapımı ve olabilirliği hakkında bilgi almak üzere OMCO'ya gönderilmiş ve OMCO'dan VF olabileceği önerisi gelmiştir.

İstanbulda Brain THORPE ile yapılan toplantıda finişör kalıp kollarının 10"(254 mm) çapında olması gerekliliği ve VF havasının VF deliklerinden geçmesi için dağıtım plakası ve müldefon deliklerinin açılı delinmesi gerektiği, ebişör tarafında ise no 5 offsetli kalıp kolunun yeterli olacağı görülmüştür.

Bunun üzerine kalıp dizayn çalışmalarına başlanmış ve finişör OMCO, ebişör dizaynı ise Kalıp Dizayn Bölümü tarafından yapılmış ve deneme çalışmalarına başlanmıştır.

Deneme kalıpları OMCO, kalıp kolları MKF'ye, 5" TD VF adaptörü ise MAINTANANCE firmasına sipariş edilmiş eksik olan ebişör kalıp kolu ve süflaj başlıkları MERSİN PAŞABAHÇE'den temin yoluna gidilmiştir.

Ürün C4 makinasında 6 kol, 25 dam/dk ve 81 ton/gün cam çekilerek yapılması ve tahrik sisteminde ürün düşük devirli olduğundan tadilat yapılması kararlaştırılmıştır. Makinada kalıp kolu braketi, süflaj mekanizması, VF mekanizması ve section boxlar üzerinde tadilatlara başlanmış, tadilatlar sonunda dar limitlerdede olsa kalıpların çalışacağı görülmüştür.

5" MAKİNANIN TD ÜRETİM İÇİN LİMİTLERİ

Max.Body Diameter			Height Under Finish		Max Finish size
W/O Vacuum	W Vacuum	W VF	Max	Min	
178 mm	170 mm	162 mm	280 mm	48 mm	120 mm
7"	611/16"	6 9/8"	11"	17/8"	

1. Section Boxlar TD VF mekanizmasının sığacağı şekilde yerinde kesilerek boşaltıldı.

2. Finisör braketi kalıp kolarının tam açık olduğu durumda kalıpların çarpmayacağı şekilde alt tarafın oturduğu yüzey kesilerek boşaltıldı.

3. Makinadaki ÇD göbekler sökülerek yerlerine 3000 serisi TD göbekler takıldı.

4. Preslemenin daha iyi yapılabilmesi için, mastör yukarı havası olarak 3,2 bar yerine hava devresi bağlantıları değiştirilerek 6 bar'lık hava kullanılması sağlandı.

5. 6" genişliğindeki makina konveyörü sessiz zinciri 8"'lik sessiz zincir ile değiştirildi. Buna göre dead-plate'ler yeniden yapıldı.

6. Üretim hızı, tahrik sisteminin alt limit değerlerine çok yakın olduğu için sorun yaşanmaması amacıyla mevcut tahrik sisteminde; sahada bulunan redüktör ve dişlilerin oranları değiştirildi. Böylece çıkış hızı aynı kalmasına rağmen motor dönüş hızları iki kat arttırılmış oldu.

7. Mevcut ÇD damla dağıtıcı sökülerek TD damla dağıtıcı montajı yapaıldı. Delivery sistem TD'ya dönüştürüldü.

8. İmalat sonrası ürün 7 sıra olarak 1,8 m genişlikteki soğutmaya yüklendi.(5 kasa bekli, Eşanjörlü)

1	2	3	4	5
530	560	590	540	500

9. W/T olarak standart SHEPPEE düz transfer kullanıldı.

10. Kalıpların açılması sırasında süflaj başlığına çarpan yerler, mekanizma üzerinden kesilerek alındı.

11. VF mekanizması en alt pozisyonuna indirilmesine rağmen kalıp için yeterince yer kalmadığı için alt kısmından yaklaşık 50 mm kesilerek kısaltıldı. Aynı işlem VF yükseklik ayar kolu vidası içinde gerçekleştirildi.

Deneme kalıpları fabrikamıza geldiğinde IS Bakım Atölyesinde tadil edilen mekanizmaların takıldığı bir section boxa kalıplar takılmış ve kalıp kolları ile kalıpların da tadilat gerektiği ortaya çıkmıştır.

Kalıplarda yapılan deneme tadilatları

1- Finişörün dış çapından 6mm alındı.

2- Finişörün yan kesme tarafından 2mm düzlükten freze ile alındı.

3- Finişörün kulak kalınlığı ötelendi.52.35 ölçüsü 25.45mm'ye ve en son olarak bu ölçü 26.95 olarak belirlendi.

4- Finişör askı kulağının dış kısmından iki yarımdan çarpmayı önlemek için R18 ölçüsünde yarım daire kanal açıldı.

5- Finişörün dip kısmından çarpmayı önlemek için ölçüsüz olarak kesme yapıldı

6- Ebişörün askı kulak kalınlığı ,28.85 mm ölçüsü 106.55mm 'ye ve en son bu ölçü 97.7 olarak belirlendi.

7- Ebişör-tampon uyumunu iyileştirmek ve tampon tarafındaki açılmayı önlemek için ebişöre-tampon kilitleme yuvası yapıldı.

8- Mastörun çalışma esnasında ısınmadan dolayı ringte sıkıştığından mastor düzlüğünden 0.25 mm alındı.

9- Çalışırken yine ısınmadan olan müldefon sıkışması nedeniyle müldefon 20E lik yerinden 0.2 mm alındı.

10- Mastör soğutucu delikleri mevcut durum 1.5 mm olacak şekilde 2 sıra delik delindi

11- Süflaj başlıklarına 120E' den 3 delik delindi.

12- Süflaj başlığı boru boyu 10 mm kısaltıldı.

13- Süflaj başlığına hava tahliyesini artırmak için 3 adet M 4 mm delik ilave edildi.

14- Huninin huni kolu yuvasına tam oturabilmesi için 8 mm ötelendirme yapıldı

15- Alıcı maşa açılma eksenine 90E' dik ve ölçüsü açılma ekseni çapından küçük olan diğer çap açılma ekseni seviyesine büyütüldü.

16- Distributor plakası 0,6 mm satıh taşlama tezgahında taşlandı.

17- Deneme çalışmaları sonrası set imalatı yapılarak üretim yapan kalıplarda ebüşör- mastor çalışmasını ve parison oluşumunu dahada kolaylaştırmak için ebüşör ve mastor profilleri değiştirildi. Ebüşör profil yüksekliği 236.9 dan 216.9 'a kısaltıldı. Tampon dip çapı 84.5 dan 81 'e değiştirildi. Ebüşör insweep profilindeki R17 =R15, 20 ölçüsü 18 olarak değişti.

18- Mastor ve soğutucu yeni ebüşör profiline göre yeniden imal edildi.

Haziran ayında deneme sırasında 20 dam/dak da çalışılabilmiş, kafa yapmakta zorlanılmış, ancak presleme havasını 6 bara yükseltilerek kafa oluşturulabilmiştir. Neticede parlak, cam dağılımı güzel bir ürün elde edilmiştir.

Denemenin başarısı sonrası;

- Damla yolları (NO 5)
- TD VF Adaptörü
- Süflaj başlıkları
- Müldebak kolları
- Kalıp

Siparişleri açılmış ve bunlar elimize geçtikten sonra 30/07/1999 tarihinde C4 makinasında ki tadilatlardan sonra ürün bağlanmıştır.

Tadilat yapılmasına rağmen kalıp kollarında kalıplarda ve müldebak kollarında tekrar tadilatlar gerekmiştir. Çalışmalar sırasında kafa oluşturma sorununu mastorun yüzey alanının büyük olmasından kaynaklandığı anlaşılmış ve ebişör dizaynı yeniden ele alınmıştır. Yeni gelen ebişör, mastör 20/09/1999 tarihinde takıldıktan sonra % randıman yükselmiştir.

Soğutma sonunda yapılan tadilatlar

8 litrelik kavanoz üretiminin işletmemizde ayrılması, safiha-palet-şhrink olarak ambalajlanması ve daha sonra müteahit firmalarda karton kutuya aktarılarak müşteriye gönderilmesi kararlaştırılmıştır. Bu çerçeve içinde şu işlemler yapılmıştır.

1- Kavanozların ayrılması: Aynada göz ile kontrol edilerek ayırma işlemi yapılmıştır. Ayırıcı makina ile kontrol yapılamamıştır.

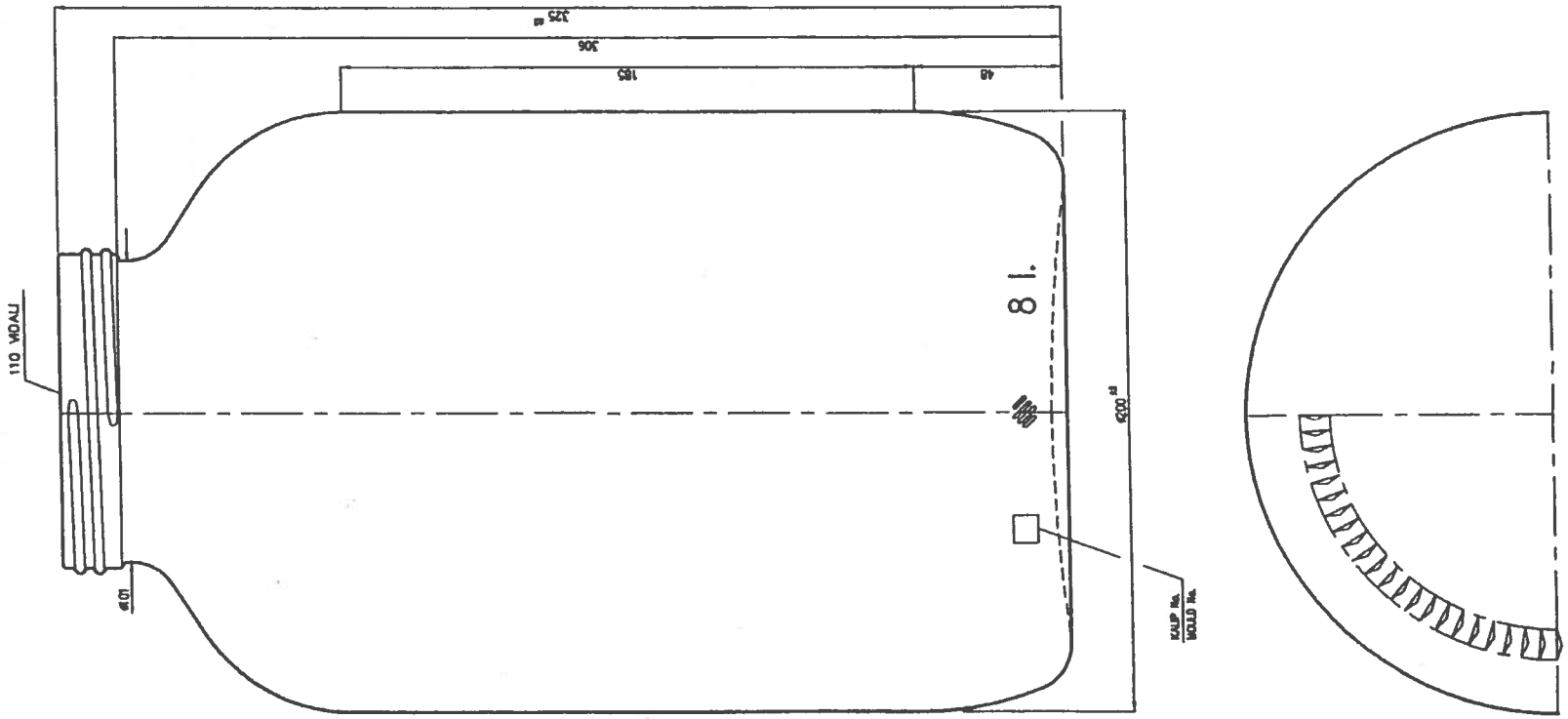
2- Hatta yapılan değişiklikler: Kavanoz çapının büyük olmasından dolayı ayırıcı makinalardan geçmediği için mevcut hattın yanına yeni bir konveyör hattı kurulmuş, paletayzıra nakil işlemi söz konusu hat ile yapılmıştır.

3- Ambalajlama işlemi: C4 paletayzırında safiha-palet-shrink ambalajı yapılmıştır.

Palet üzerindeki sıra sayısı	: 6
Diziliş	: (6x3)+(5x2)
Bir tavadaki kavanoz sayısı	: 28 adet
Palet iç adedi	: 168
Safiha ölçüleri	: 1000x1200mm

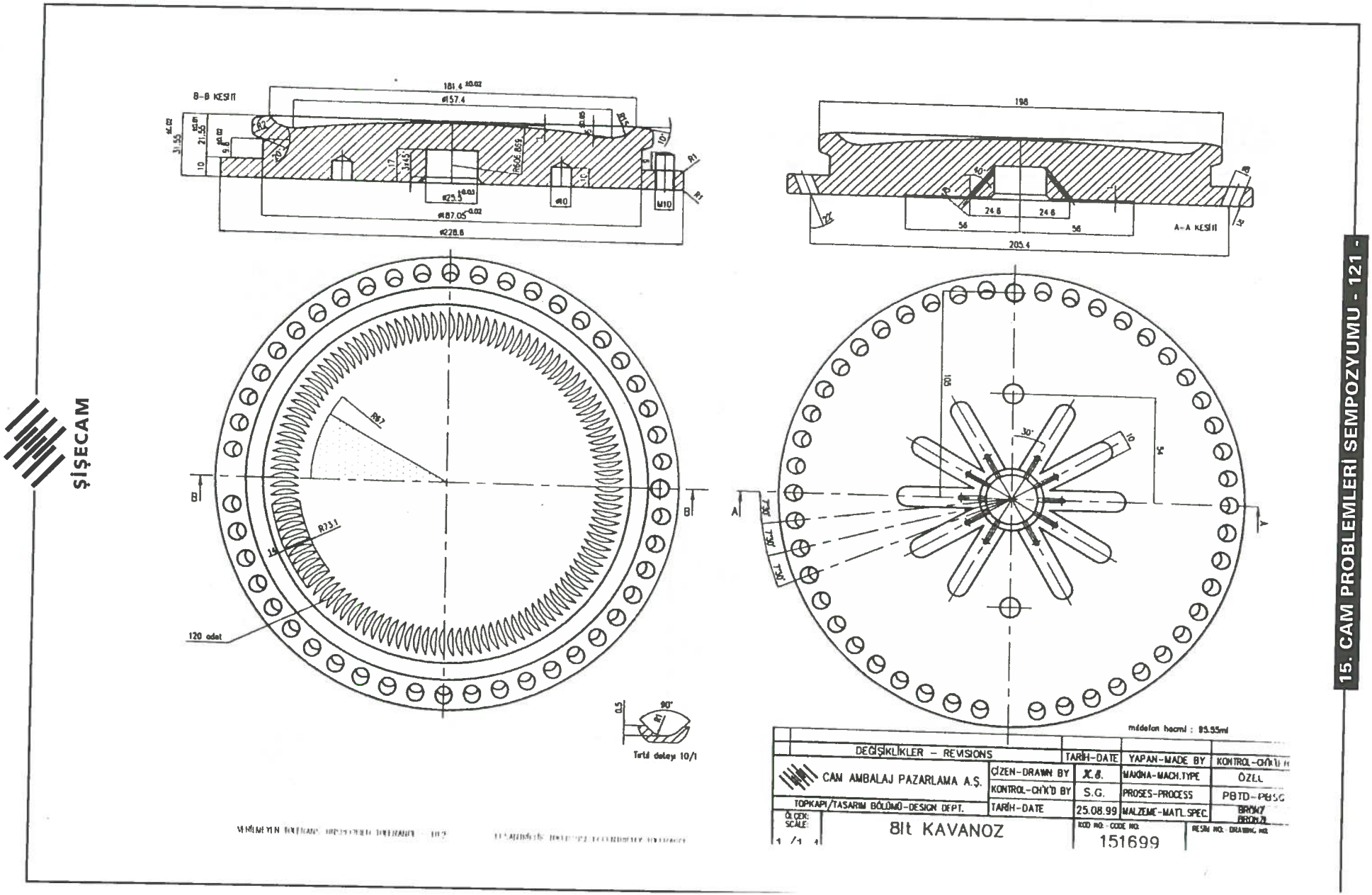
4- Kabul edilen tansiyon derecesi: Ürün spesifikasyonuna göre maximum 4 disk olmakla birlikte fiili olarak 2,5 disk uygulanmıştır.

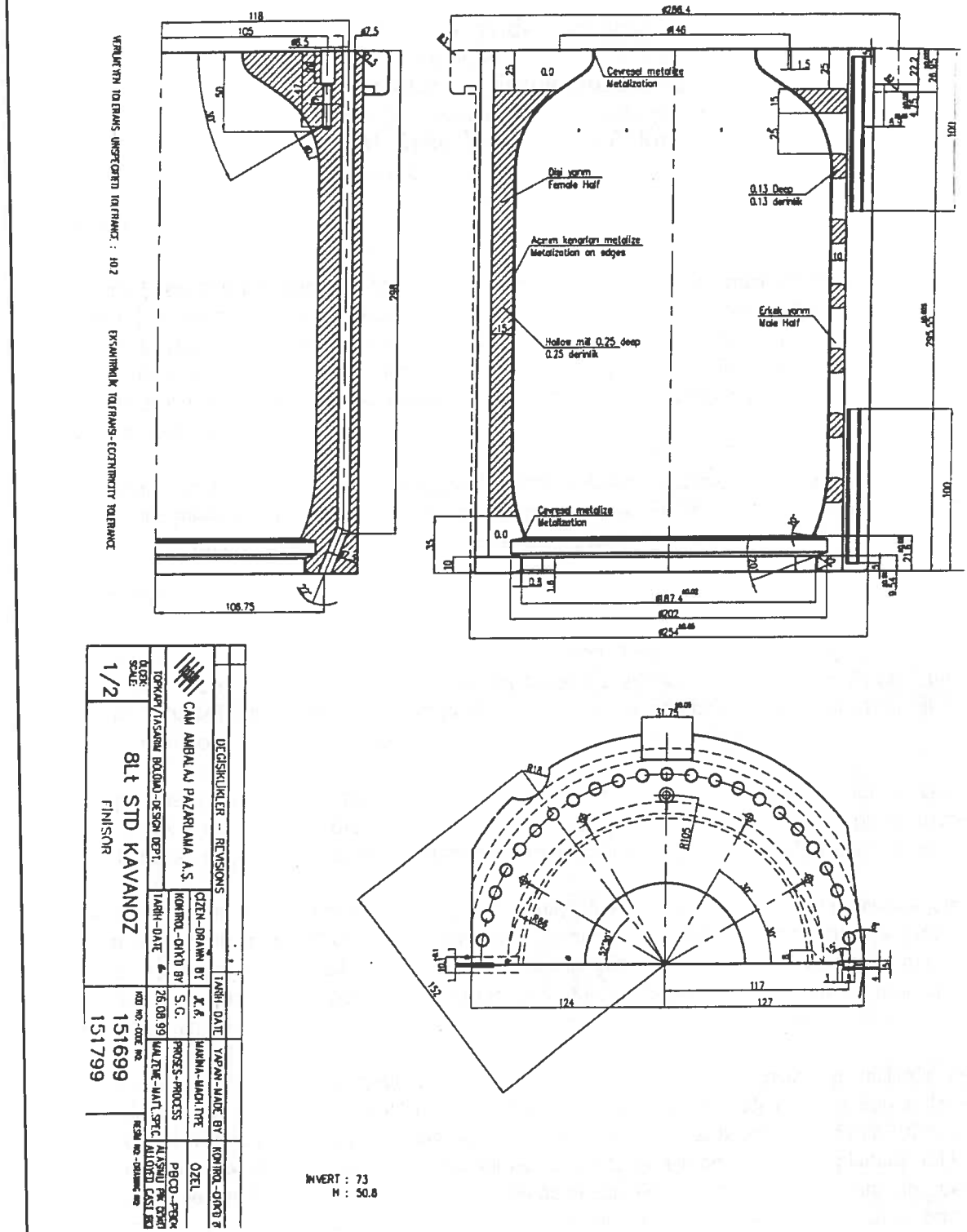
5- Kutulama işlemi müteahit firmalar tarafından yapılmaktadır. Kutulamada G-166 kutu kullanılmaktadır. Her bir kutuya 3 adet kavanoz konulmaktadır.

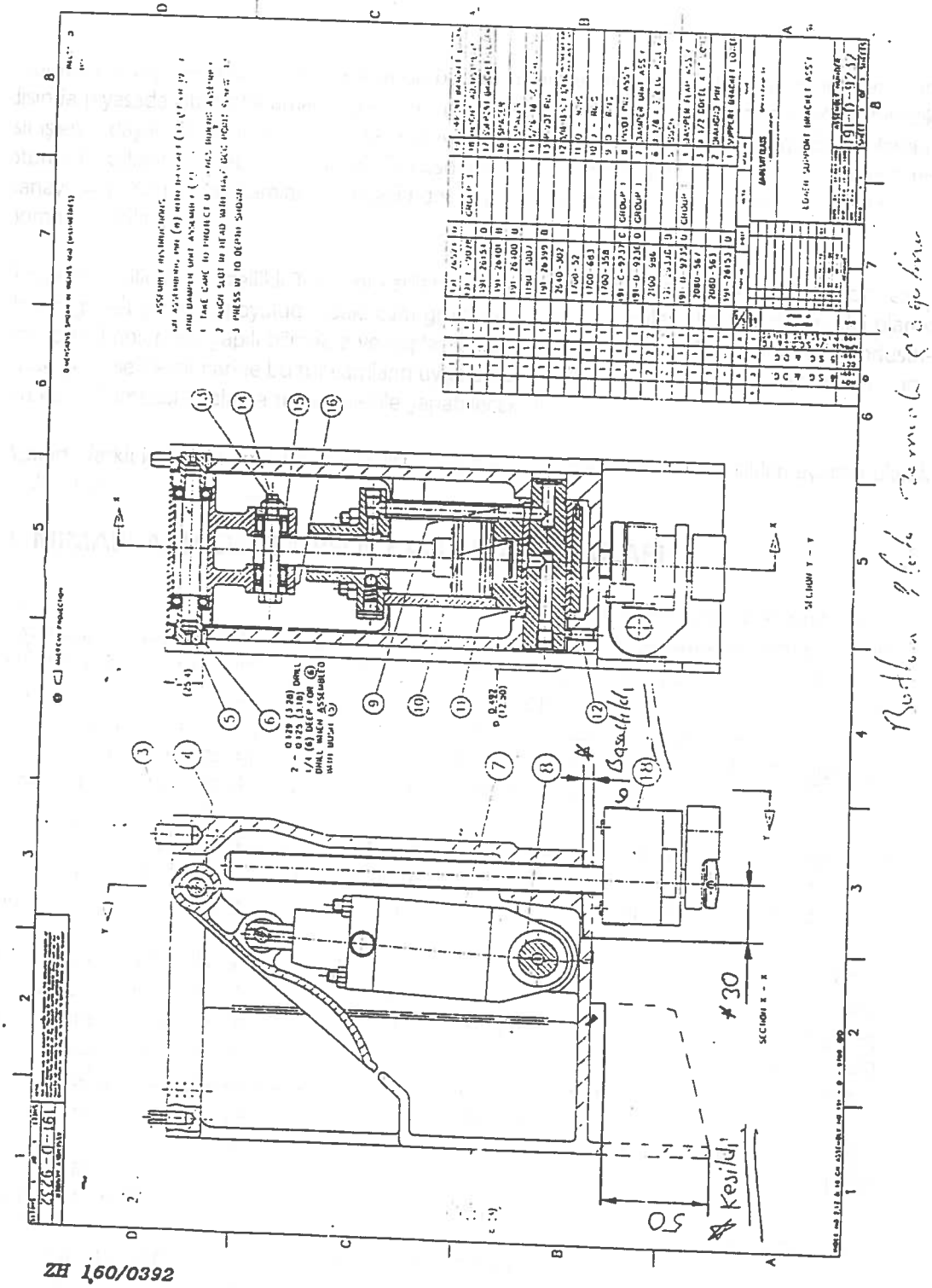


B	Cam ağırlığı 2320–2150 yapıldı	29.9.99	RE		
A	Cam ağırlığı üretime uygun hale getirildi.	04.08.99	ET.		
	DEĞİŞİKLİKLER – REVISIONS	TARİH–DATE	YAPAN–MADE BY	KONTROL–C	
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.	ÇİZEN–DRAWN BY	F.C.	DOLDURULAN HACİM FILLING CAP.	ml.	
	KONTROL–ONYK'D BY	S.G.	BOŞ HACİM EMPTYFULL CAP.	ml.	8000
TOPKAPI/TASARIM BÖLÜMÜ–DESIGN DEPT.	TARİH–DATE	09.04.99	AĞIRLIK–WEIGHT gr.		–
ÖLÇEK: SCALE: 1/1	8 lt. KAVANOZ –STD.–		151699		990186

Bu tasarımın kullanım hakkı müşteriye devir edilinceye kadar CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.'ne aittir.
This design remains property of CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş. until exclusive property rights are explicitly transferred to Customer.

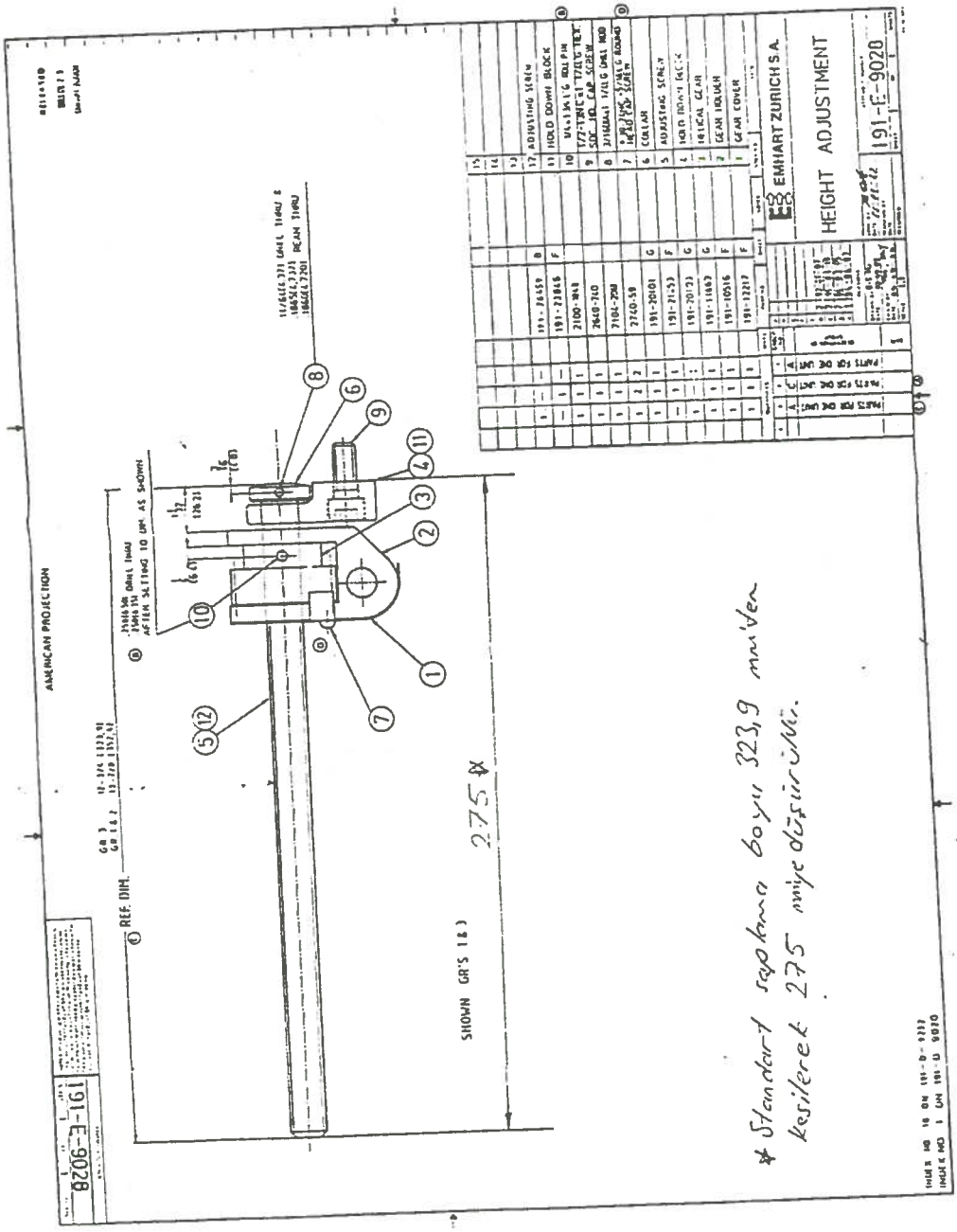

B-B KESİT
A-A KESİT
120 adet
Tırtıl detayı 10/1
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.
TOPKAPI/TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT.
DEĞİŞİKLİKLER – REVISIONS
TARİH-DATE
YAPAN-MADE BY
KONTROL-CH'K'D BY
CİZEN-DRAWN BY
MAKINA-MACH.TYPE
ÖZEL
PROSES-PROCESS
PBTD-PBSG
MALZEME-MATL.SPEC
25.08.99
8lt KAVANOZ
151699
ÖLÇEK: SCALE:
KOD NO.-CODE NO.
RESİM NO. DRAWING NO.


Cevresel metalize
Metalization
Dişi yarım
Female Half
Açarım kenarları metalize
Metalization on edges
Hollow mill 0.25 deep
0.25 derinlik
0.13 Deep
0.13 derinlik
Erkek yarım
Male Half
Cevresel metalize
Metalization
VERILMEYEN TOLERANS UNSPECIFIED TOLERANCE : ±0.2
EKSANTRİKLİK TOLERANSI-ECCENTRICITY TOLERANCE
INVERT : 73
H : 50.8
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.S.
TOPKAPI/TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT.
DEGİŞİKLİKLER -- REVISIONS
ÇİZEN-DRAWN BY
KONTROL-ONAYLA BY
TARİH-DATE
K.K.
S.G.
26.08.99
YAPAN-MADE BY
MAKINA-MACHINE
PROSES-PROCESS
MALZEME-MATL.SPEC.
KONTROL-ONAYLA
ÖZEL
PBCD-PEDCK
ALASINI PK. DOKU
ALLOYED CASTLIRON
8Lt STD KAVANOZ
finisor
ÖLÇEK SCALE:
1/2
KOD NO-CODE NO.
151699
151799
RESIM NO-DRAWING NO.



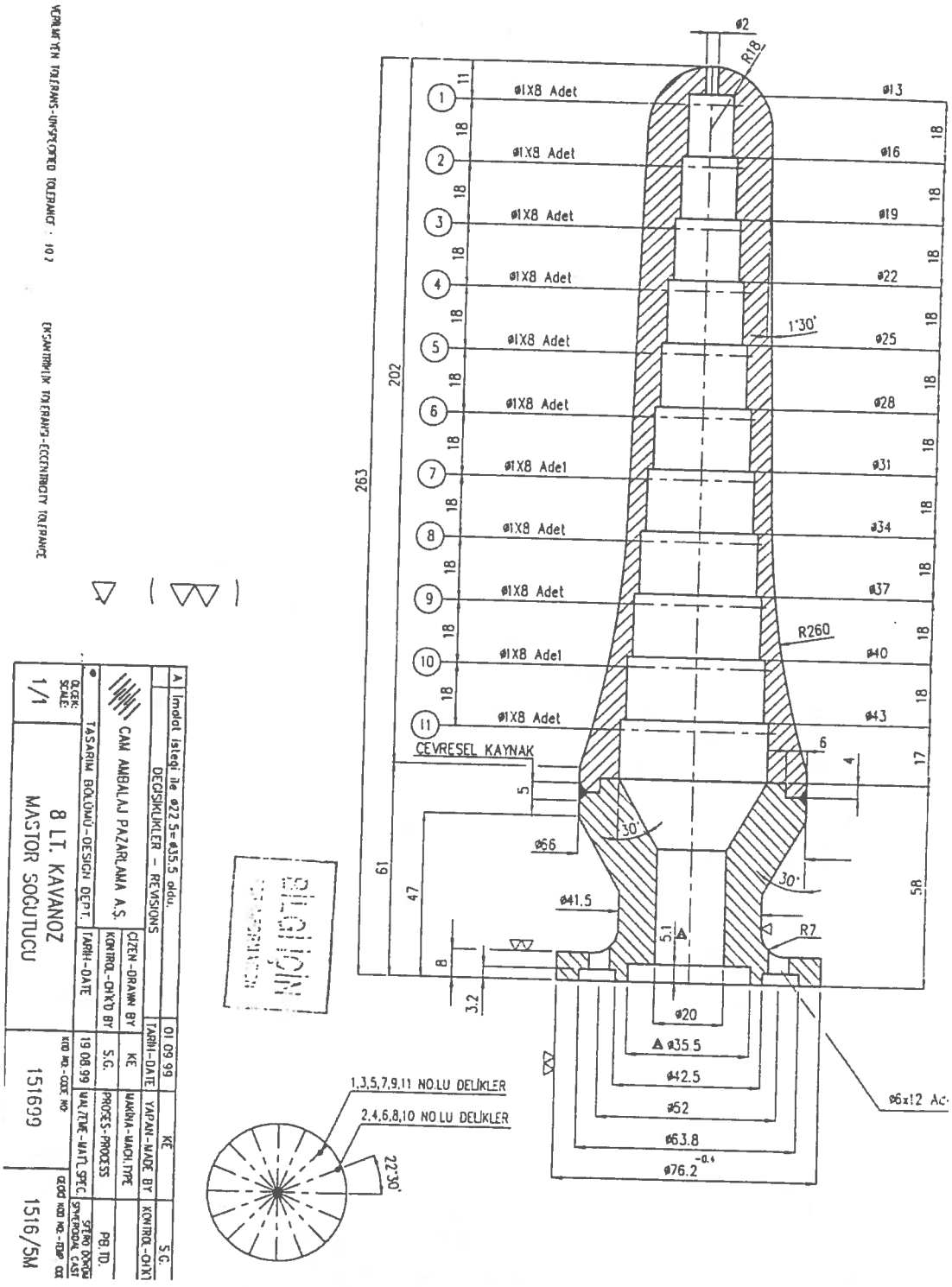
ZH 160/0392

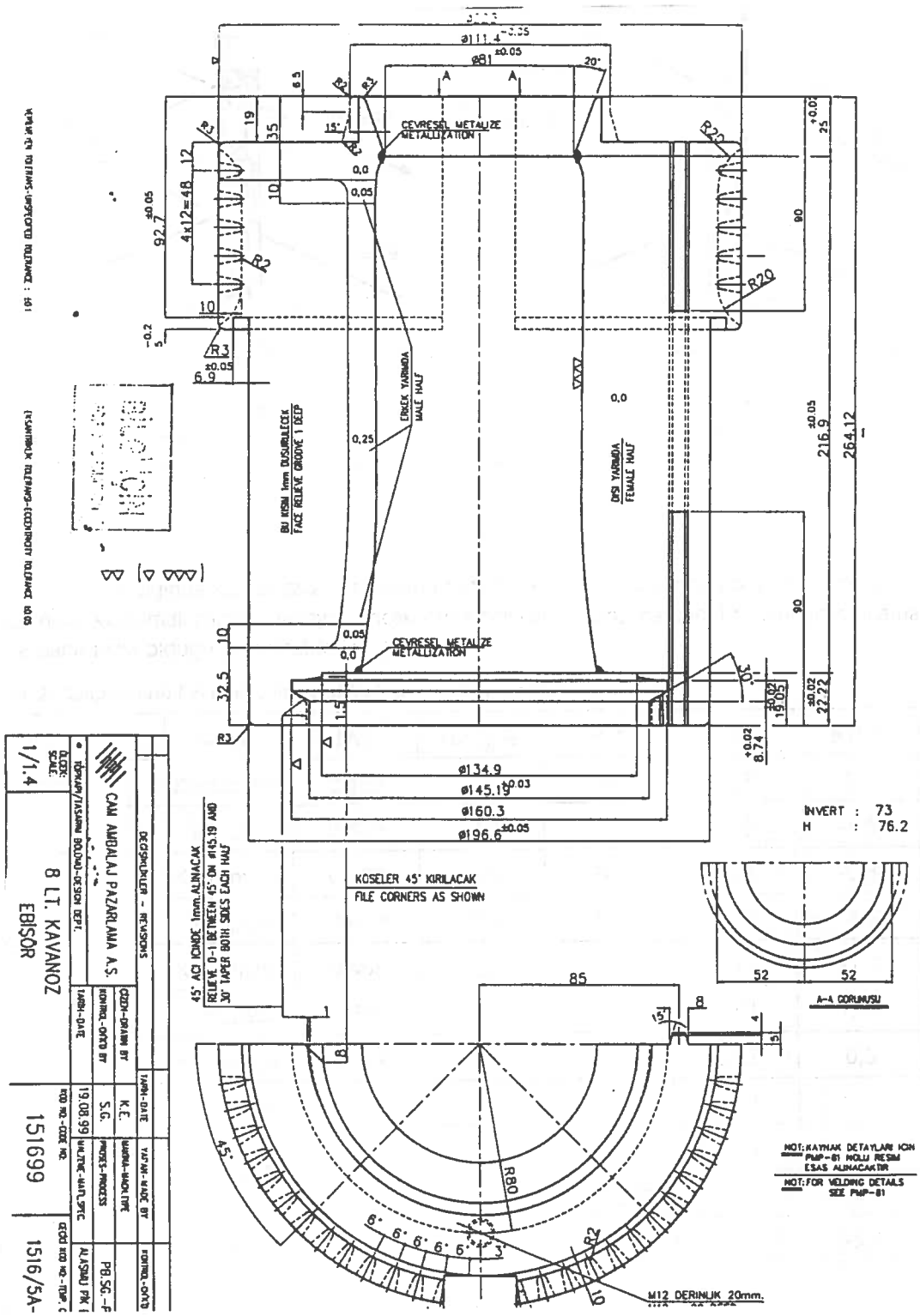
1.6 Technical Drawi.

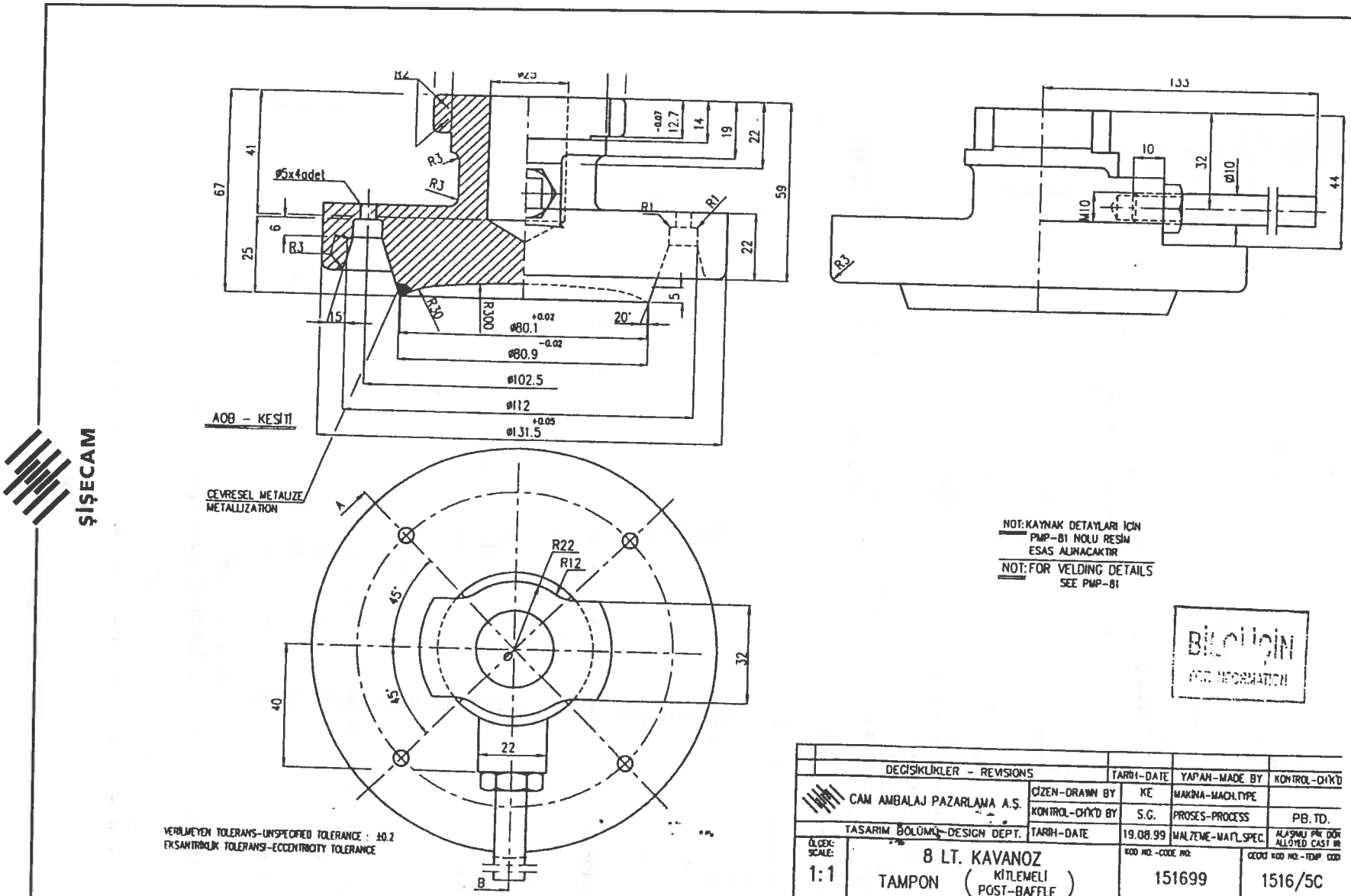


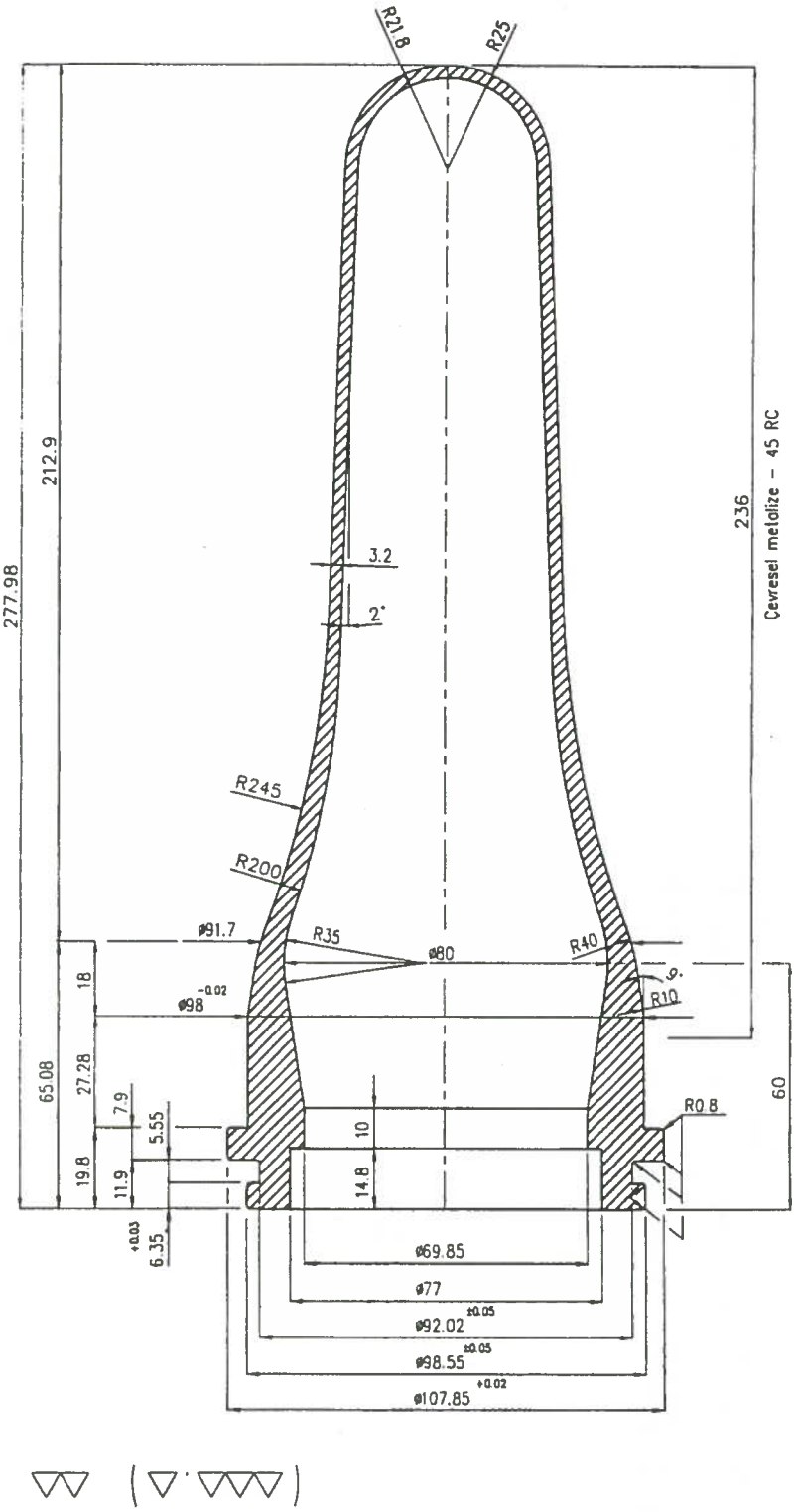
ZH 160/0392

1.6 Technical Drawing


VERILMEYEN TOLERANS-UNSPECIFIED TOLERANCE : ±0.1
EKSANTRİKLİK TOLERANSI-ECCENTRICITY TOLERANCE
A İmalat isteği ile ø72.5=ø35.5 oldu.
DEĞİŞİKLİKLER – REVISIONS
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.
TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT.
ÖLÇEK SCALE 1/1
8 LT. KAVANOZ
MASTOR SOĞUTUCU
151699
1516/5M
ø2
R18
ø1X8 Adet
ø13
ø16
ø19
ø22
ø25
ø28
ø31
ø34
ø37
ø40
ø43
1°30'
R260
ÇEVRESEL KAYNAK
ø66
ø41.5
30°
R7
ø20
ø35.5
ø42.5
ø52
ø63.8
ø76.2
ø6x12 Ac.
1,3,5,7,9,11 NO.LU DELİKLER
2,4,6,8,10 NO.LU DELİKLER
22°30'
263
202
61
47
58
17
18
11
8
3.2
5.1
4
6
5


ÇEVRESEL METALİZE
METALLIZATION
ERKEK YARIMDA
MALE HALF
BU KISIM 1mm TUSURULECEK
FACE RELIEVE GROOVE 1 DEEP
DIŞI YARIMDA
FEMALE HALF
KÖŞELER 45° KIRILACAK
FILE CORNERS AS SHOWN
45° AÇI KONDE 1mm.ALINACAK
RELIEVE 0-1 BETWEEN 45° ON ø145.19 AND
30° TAPER BOTH SIDES EACH HALF
INVERT : 73
H : 76.2
A-A GÖRÜNÜŞÜ
M12 DERINLIK 20mm.
NOT:KAYNAK DETAYLARI ICIN PMP-81 NOLU RESIM ESAS ALINACAKTIR
NOT:FOR WELDING DETAILS SEE PMP-81
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.S.
8 LT. KAVANOZ
EBISOR
1/1.4
151699
1516/5A-

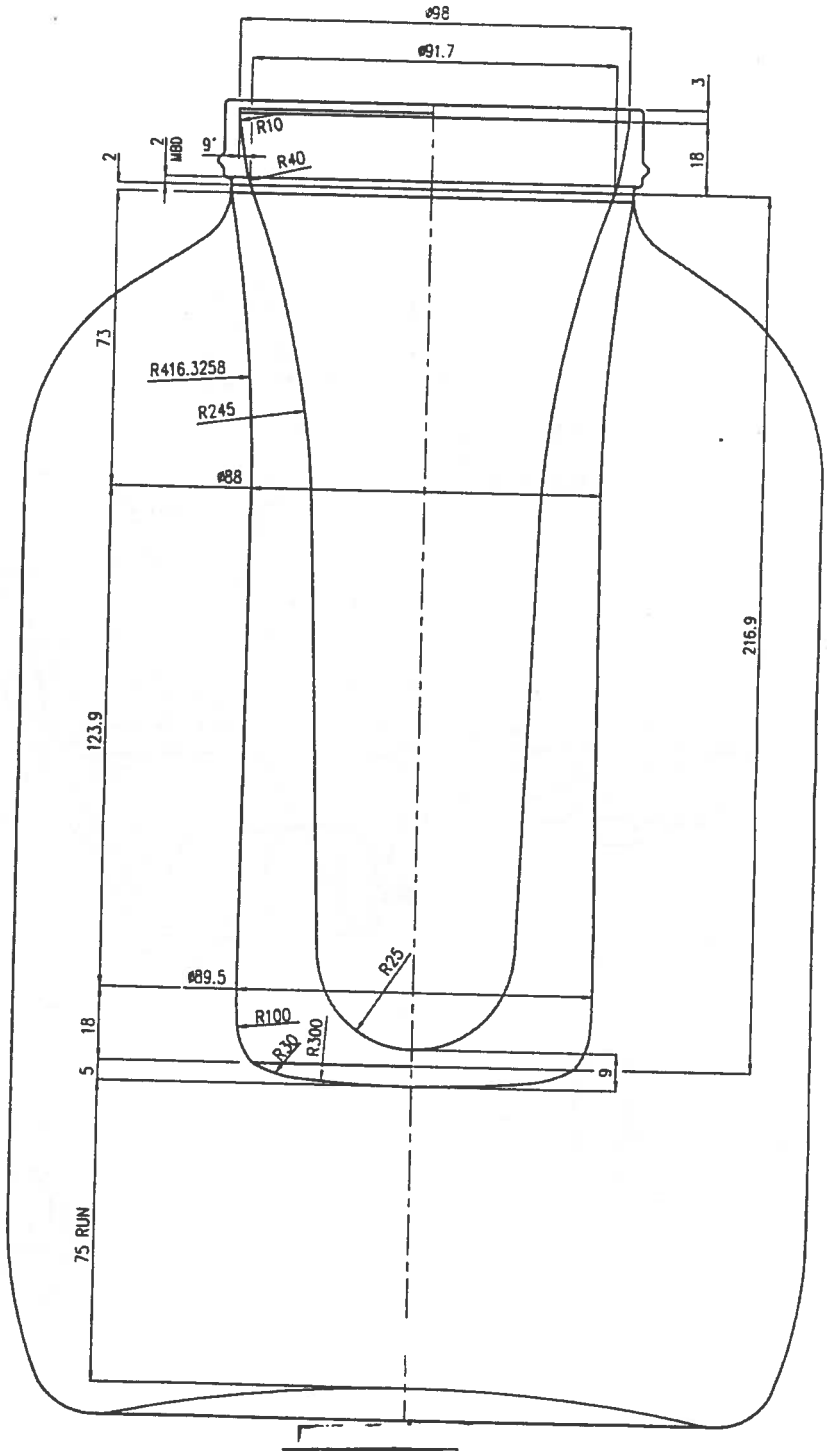

ø5x4adet
R3
R1
R30
R300
ø80.1 +0.02 -0.02
ø80.9
ø102.5
ø112
ø131.5 +0.05
20°
15
5
6
25
41
67
59
22
19
14
12.7 -0.07
ø25
AOB – KESİTİ
ÇEVRESEL METALİZE
METALLIZATION
A
B
R22
R12
45°
40
32
22
133
10
M10
ø10
44
NOT: KAYNAK DETAYLARI İÇİN PMP-81 NOLU RESİM ESAS ALINACAKTIR
NOT: FOR VELDING DETAILS SEE PMP-81
BİLGİ İÇİN
FOR INFORMATION
VERİLMEYEN TOLERANS-UNSPECIFIED TOLERANCE : ±0.2
EKSANTRİKLİK TOLERANSI-ECCENTRICITY TOLERANCE
DEGİŞİKLİKLER - REVISIONS
TARİH-DATE
YAPAN-MADE BY
KONTROL-CH'K'D
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.
ÇİZEN-DRAWN BY
KE
MAKİNA-MACH.TYPE
KONTROL-CH'K'D BY
S.G.
PROSES-PROCESS
PB.TD.
TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT.
TARİH-DATE
19.08.99
MALZEME-MAT'L SPEC.
ALAŞIMLI PİK DÖK ALLOYED CAST IR
ÖLÇEK: SCALE: 1:1
8 LT. KAVANOZ
TAMPON (KİTLEMELİ POST-BAFFLE)
KOD NO.-CODE NO.
151699
ÇİZİM KOD NO.-TEMP COD
1516/5C
ŞİŞECAM



VERİLMEYEN TOLERANS-UNSPECIFIED TOLERANCE : H12

FKSANTRİKLİK TOLERANS-ECCENTRICITY TOLERANCE

DEGISIKLIKLER – REVISIONS	TARIH-DATE	YAPAN-MADE BY	KONTROL-CHK'D
CIZEN-DRAWN BY	KE	MAKINA-MACH TYPE	
KONTROL-CHK'D BY	S.G.	PROSES-PROCESS	PB.TD.
TARIH-DATE	06.08.99	MALZEME-MATL SPEC.	ALÜMİNYUM DÖKÜM ALUMINUM CAST IRON
CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.	KOD NO.-CODE NO.	151699	KOD NO.-TEMP CODE 1516/5Q
TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT	8 LT. KAVANOZ MASTOR		
Q.OCR. SCALE 1/1			



PROSES		PBL.CD.	MB. HACMI cm³	166+16	FN. KES. YZ. AL. cm²	
MERK. MES.		E F	MN. (MT.) HACMI cm³	729.11	EB. KES. YZ. AL. cm²	
İREAL DAMLA CAPI mm		76	EB + TM HACMI cm³	1397.12	HESAPLANAN AGIRLIK	~2074
FN. + MT. HACMI cm³	8807.039	HAVA ORANI				

DEGİŞİKLİKLER – REVISIONS

CAM AMBALAJ PAZARLAMA A.Ş.

TOPKAPI/TASARIM BÖLÜMÜ-DESIGN DEPT.

ÖLÇEK: SCALE: 1:1

8 LT. KAVANOZ
LAY-OUT

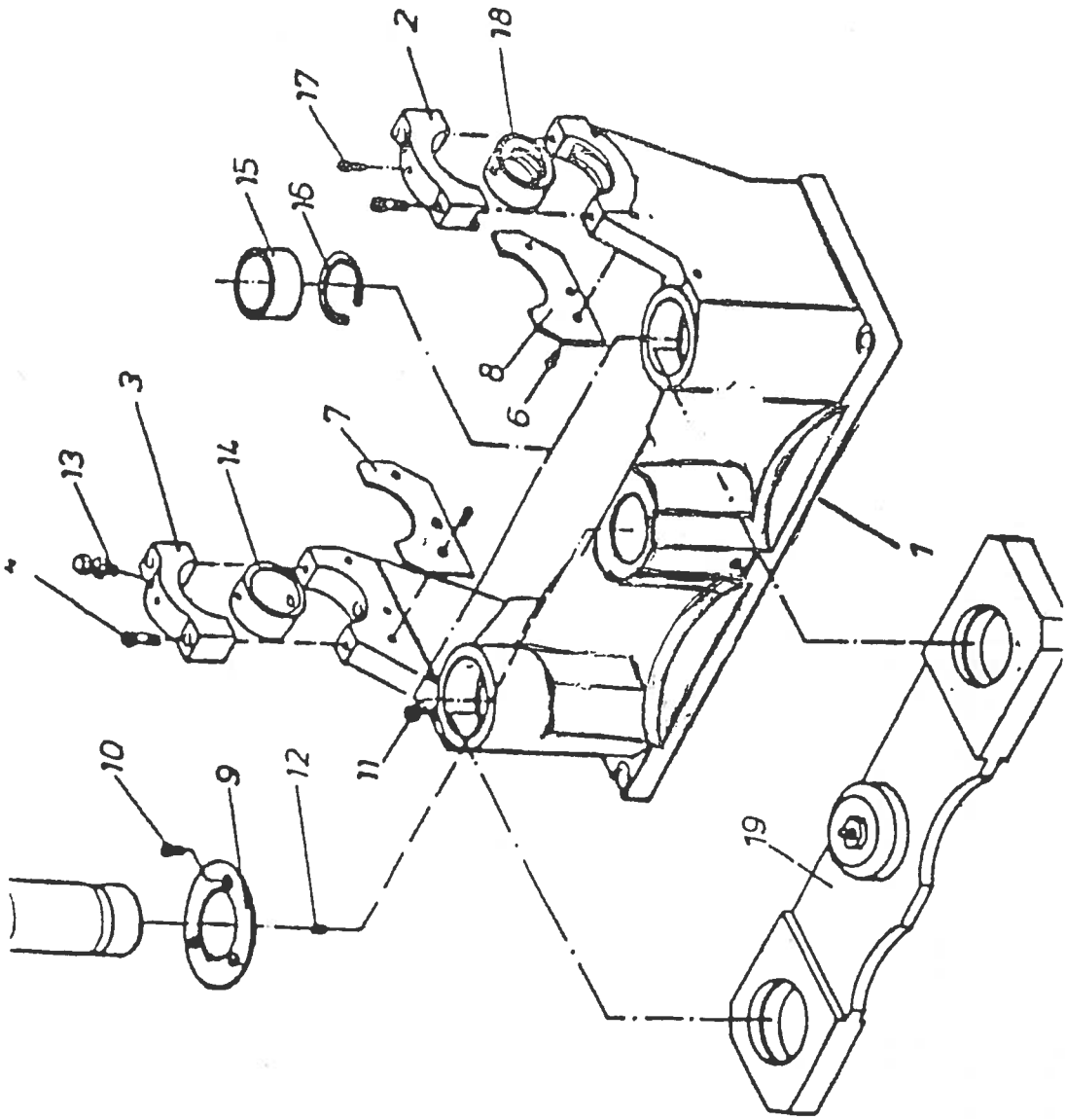
	ÖZEN-DRAWN BY	KONTROL-CHKD BY	TARIH-DATE	YAPAN-MADE BY	KONTROL-CHKD
TARIH-DATE	KE	S.G.	19.08.99	DÖKÜM HACMI PILLING CAP.	cc
				SIŞAK HACMI BRIMFULL CAP.	cc
				AGIRLIK-WEIGHT	gr

MOD NO. - CODE NO 151699

KLİŞİ/PLT. C.K. (TEORİK) - W.I. (THEORETICAL) 378

CCDD FOD NO - ÜRÜN CODU

BİLGİ İÇİN
FOR INFORMATION


2
18
17
15
16
8
6
3
7
13
14
4
1
10
9
12
11
19

PLANLI BAKIMLARA SİSTEMATİK BİR YAKLAŞIM

Süleyman Koç - Erhan Erdağ
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası

ÖZET

Fabrikamızda 1998 yılı Mart Ayında başlatılan Toplam Verimli Yönetim (TPM - Total Productive Management) çalışmaları kapsamında, mevcut planlı bakım faaliyetlerinin daha sistematik bir yaklaşımla ele alınmasına karar verilmiş ve bir proje ekibi oluşturularak Eylül 1998'den itibaren çalışmalara başlanmıştır. .Bu amaçla fabrika kendi içinde bazı alt bölgelere ayrılmış ve her bir bölgede yer alan ekipmanların listelenmesi yoluna gidilmiştir.Söz konusu ekipmanlar ABC Analizi adı verilen bir risk analizine tabi tutulmuş ve böylelikle işletmemiz açısından daha kritik konumda bulunan ekipmanlar tespit edilmiştir.Bu tür ekipmanların ağırlıklı olarak yer aldığı bölgelere öncelik vermek koşuluyla, tüm alt bölgeler için planlı bakım dosyaları oluşturulmuştur.Dosya kapsamında, ekipmanlara ait teknik bilgilere ve planlı bakım programlarına yer verilmiştir.Bu şekilde alt yapısı hazırlanan sistem, bakım departmanlarında bulunan T-Kart panolarının yardımıyla işlerlik kazanmakta ve Planlı Bakım Takip Formu vasıtasıyla da kayıt altına alınmaktadır.

Temel unsurları yukarıda kısaca özetlenen planlı bakım sistemi,

- Sıfır arıza duruşu
- Minimum bakım onarım maliyeti

hedeflerine ulaşma doğrultusunda sürekli olarak geliştirilmeye devam etmektedir.

1.GİRİŞ

Arıza kayıplarını, kısa duruş kayıplarını, düşük hız kayıplarını, rejim kayıplarını ve kalite kayıplarını giderebilmek amacıyla fabrikamızda Mart 1998'den itibaren TPM çalışmaları başlatılmıştır.TPM kısaca; " toplam ekonomik verimlilik ve karlılık ile toplam planlı bakım ve kararlılığı içeren bir yönetim şekli" olarak tanımlanabilir.Yukarıda bahsedilen kayıpları bertaraf etme yolunda TPM'in başlıca faaliyet alanlarını;

- Gelişme odaklı çalışma,
- Otonom bakım,
- Planlı bakım
- Eğitim
- Erken ekipman yönetimi
- Kalite yönetimi
- Maliyet yönetimi

şeklinde ifade etmek mümkündür.Bu alanlarda geliştirme yapmak amacıyla, bir program çerçevesinde seçilen hatlarda proje ekipleri oluşturularak çalışmalara başlanmıştır.Bu bildiride planlı bakım ekibinin faaliyetleri hakkında bilgiler verilecektir.

Fabrikamızda sabit maliyetlerin toplam maliyetin önemli bir kısmını teşkil etmesinden dolayı, arıza duruşları nedeniyle üretimin kesintiye uğramasının maliyeti yüksektir.Ayrıca meydana gelen bir

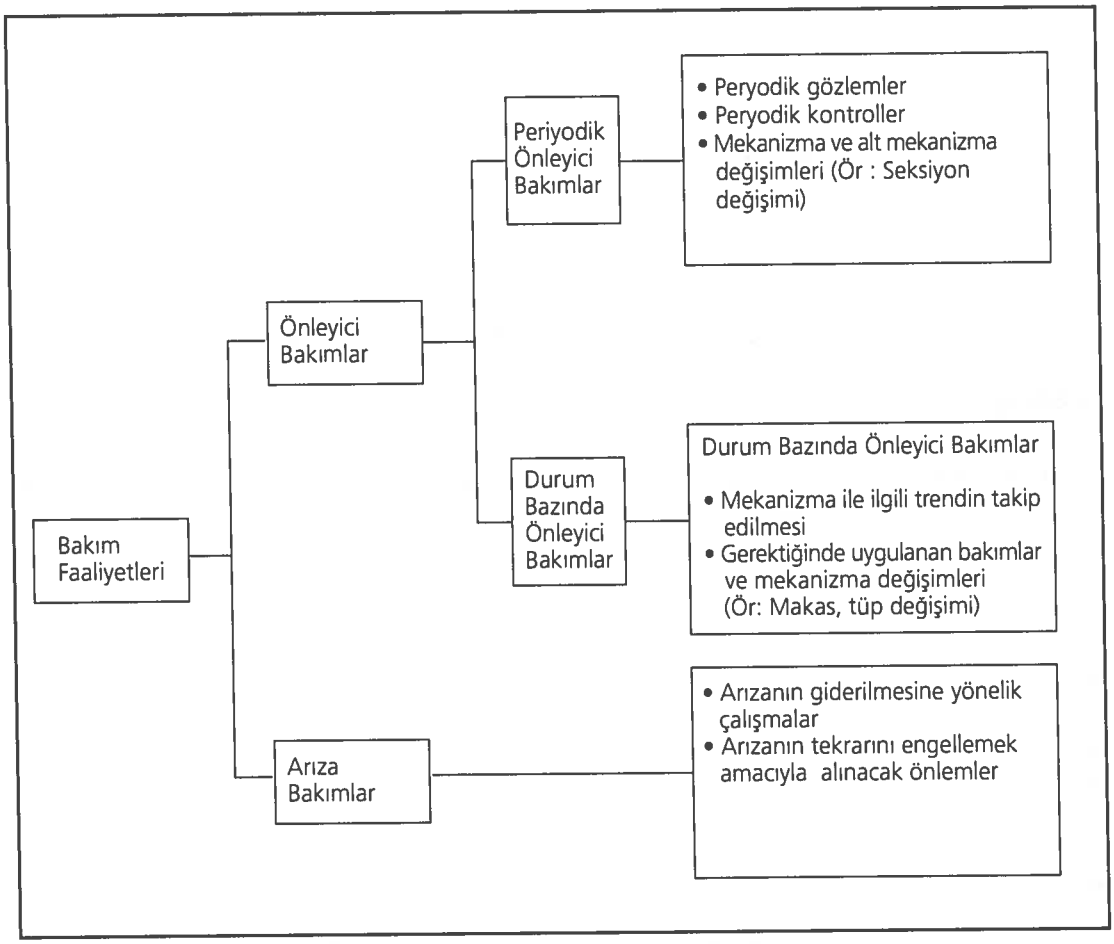
arızayı gidermek amacıyla gerçekleştirilen faaliyetlerin konusu olan giderler (malzeme, işçilik, üretim veriminin azalması.....vb) de azımsanmayacak boyutlardadır.

Günümüzde giderek daha çetin hale gelen rekabet koşulları da göz önüne alındığında, global pazarda pay sahibi olabilmenin yolu hiç kuşkusuz daha kaliteli ürünü rakiplere göre daha avantajlı fiyatla piyasaya sürmekten geçmektedir.Dolayısıyla üretim maliyetlerinin aşağıya çekilmesi hayati bir önem arz etmektedir. Arıza duruşlarını ortadan kaldırmak veya minimize etmek, söz konusu maliyetleri azaltma yolunda atılacak en önemli adımlardan biridir.

Bu değerlendirmelerin ışığı altında,etkili bir planlı bakım gerçekleştirmenin önemi daha da açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

2. BAKIM FAALİYETLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Bakım faaliyetlerini genel olarak Şekil 1'deki gibi sınıflandırmak mümkündür.



Şekil 1 : Bakım faaliyetlerinin sınıflandırılması

Arıza bakımları, meydana gelmiş olan bir arızanın giderilmesine yönelik çalışmaları kapsamakta olup, kuruluşlardaki bakım onarım maliyetlerinin yükselmesine sebep olan en önemli unsurdur.Önleyici bakımlar ise, arızanın ortaya çıkmasını engellemek amacıyla gerçekleştirilen ve önce-

den planlanmış olan faaliyetlerdir.Her iki tür bakım faaliyetini de göz önünde bulundurmak suretiyle, bir kuruluşun toplam bakım maliyetini (TBM) aşağıdaki gibi formüle etmek mümkündür :

TBM = (Malzeme Maliyeti) + (Önleyici Bakım Maliyeti) + (Arıza Bakımı Maliyeti)……(1)

Bu formül daha detaylı olarak ;

$$TBM = [(Csp + Csb)(1+k)] + \frac{W.H.Tpr}{f} + \frac{W.H.Mttr}{Mtbf} \quad (2)$$

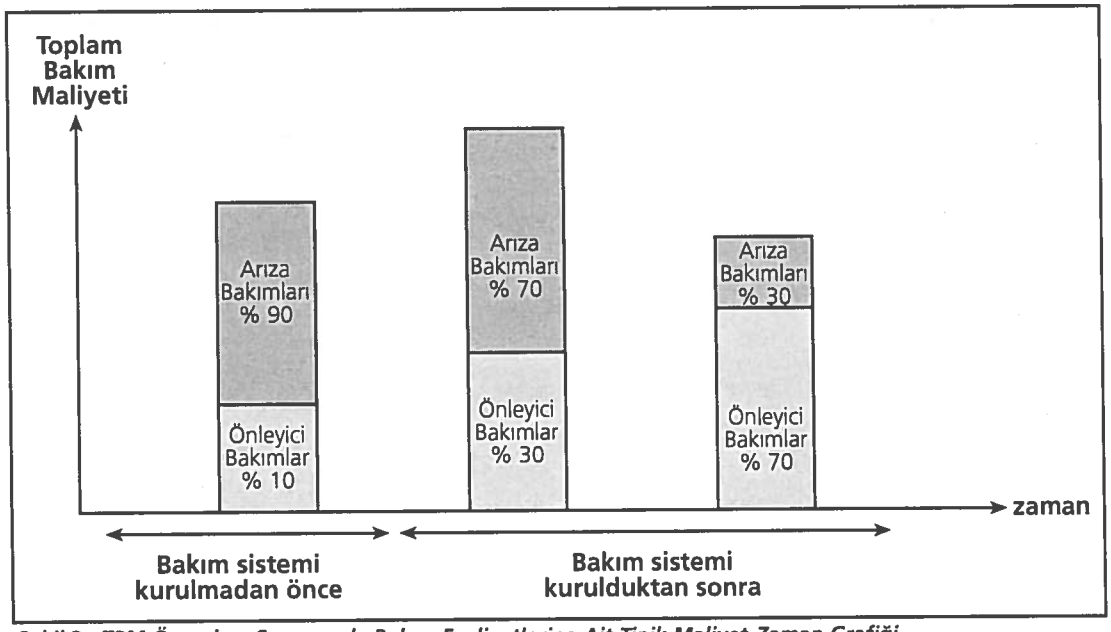
şeklinde ifade edilebilir.Eşitlikte yer alan parametrelere ait tanımlar aşağıda belirtilmiştir.

- **k** : Stok maliyeti faktörü
- **f** : Önleyici bakımın peryodu
- **W** : Birim zamandaki işçilik maliyeti
- **H** : Ekipmanın toplam çalışma süresi
- **Csp** : Önleyici bakımlarda kullanılan yedek parçaların maliyeti
- **Csb** : Arıza bakımlarında kullanılan yedek parçaların maliyeti
- **Tpr** : Önleyici bakımın gerçekleştirilme süresi

- **Mttr (Mean Time To Repair) :** Arızanın giderilmesi için gereken ortalama süre
- **Mtbf (Mean Time Between Failure)** : İki arıza arasında geçen ortalama süre

Mttr ve Mtbf parametreleri, arıza bakımı maliyetini ve dolayısıyla da toplam bakım maliyetini doğrudan etkileyen iki unsurdur. Ekipmanın güvenilirliliğinin de bir simgesi olan Mtbf değerinin artması, arıza duruşlarının azalması ve o oranda da maliyetlerin düşmesi anlamına gelmektedir. Şunu da unutmamak gerekir ki; yukarıdaki formül bize arıza duruşlarının sadece bakım maliyeti üzerindeki etkisini göstermektedir. Arızanın devam ettiği süreçte gerçekleşen üretim kaybı da göz önüne alındığında, toplam maliyetin daha da yüksek rakamlara ulaşacağı açıktır. Arızasız geçen ortalama süreyi uzatmak ve bahsedilen tüm bu kayıpları minimuma indirmek ise ancak etkin ve iyi planlanmış bir önleyici bakım çalışması ile mümkün olabilir.

Planlı bakımların gelişigüzel olarak uygulandığı bir kuruluşta hem bakım maliyeti yüksek olacak, hem de arıza bakımları bu maliyetin çok önemli bir kısmını teşkil edecektir. Çeşitli kuruluşlardaki TPM uygulamalarından elde edilen tecrübeler göstermektedir ki; sistematik bir bakım faaliyetine başlanmasının ardından toplam bakım maliyeti hemen azalmamakta, hatta beklenenin tersine artmaktadır.Bunun sebebi, TPM mantığı gereği başlangıçta kuruluşların kendilerini bir özdeğerlendirmeye tabi tutmaları ve mevcut durumlarını ortaya koymalarıdır. Böyle bir çalışmanın sonucunda pek çok ekipmanın yenilenmesi ve yedeklenmesi gündeme gelmektedir.Bu da doğal olarak maliyeti arttırmaktadır.Buradaki daha çarpıcı gelişme, önleyici bakımların toplam bakımlar içindeki payının artmaya başlaması ve arızi bakımlarda bir azalmanın meydana gelmesidir. Daha uzun vadede ise hem toplam maliyette beklenen düşüş gerçekleşmekte, hem de arıza bakımlarının oranı minimuma inmektedir..Bu trendi temsil eden bir maliyet-zaman grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2 : TPM Öncesi ve Sonrasında Bakım Faaliyetlerine Ait Tipik Maliyet-Zaman Grafiği

3. UYGULAMA

Yukarıdaki bilgilerin ışığı altında, fabrikamızdaki önleyici bakım çalışmalarının TPM anlayışı doğrultusunda ele alınması kararlaştırılmıştır. Bu amaçla, bakım departmanlarına mensup elemanlarımızın ağırlıklı olarak yer aldığı 9 kişilik bir proje ekibi oluşturulmuş ve çalışmalara başlanmıştır. Peryodik önleyici bakımların esas alındığı bu çalışmanın başlıca aşamaları ;

- Fabrikanın alt bölgelere ayrılması ve ekipmanların listelenmesi,
- Ekipmanların mevcut durumlarının irdelenmesi (ABC Analizi),
- Planlı bakım sisteminin oluşturulması,
- Sistemin idamesi ve geliştirilmesi,

şeklinde ifade edilebilir.

3.1 Fabrikanın Alt Bölgelere Ayrılması ve Ekipmanların Listelenmesi

Oluşturulması düşünülen planlı bakım sisteminin sadece imalat makinalarını değil, fabrikanın bütünündeki ekipmanları kapsaması kararlaştırılmıştır. Fabrika alanının büyüklüğü ve toplam ekipman sayısının fazlalığı da göz önünde bulundurularak, bütünü alt parçalara indirgemek suretiyle çalışmanın daha kolay olacağı düşünülmüştür. Bu doğrultuda fabrika lay-out'u ele alınarak toplam 36 adet alt bölge oluşturulmuştur. Daha sonra bu bölgelerde yer alan ekipmanlar tespit edilerek her bölgeye ait bir ekipman listesi hazırlanmıştır. Peryodik bakımlara tabi tutulması gerekli görülen her tür mekanizma ve teçhizat bu listelere dahil edilmiştir.Listedeki her ekipman, ait olduğu bölgeyi de içeren bir kod numarası ile tanımlanmıştır. Ayrıca her bölgenin kendine ait lay-out'ları çizilmiş ve o bölgeye ait ekipmanların bulundukları yerler bu çizimlerde gösterilmiştir. Böylece bir anlamda oluşturulacak planlı bakım sisteminin kapsamı ve boyutları ortaya konmuş ve çalışmanın genel çerçevesi çizilmiştir.

3.2 ABC Analizi

Bu noktada kuruluş açısından daha kritik konumda bulunan ve özellikle arıza yapması durumunda üretimi, işçi sağlığını ve iş güvenliğini etkileme olasılığına sahip olan ekipmanların tespit edilmesi gereklidir. Böylelikle bu tür ekipmanların sistem kapsamında öncelikli olarak ele alınması mümkün olabilecektir.Bunun için ABC Analizi adı verilen bir risk analizine başvurulmuştur.

Şekil 3'te de görülebileceği gibi bu analiz, ekipmanların çeşitli yönlerden irdelenmesi ve sonuç olarak A,B ve C olarak adlandırılan üç ayrı risk sınıfından birine sokulması esasına dayanmaktadır.Değerlendirmede esas alınan unsurlar;

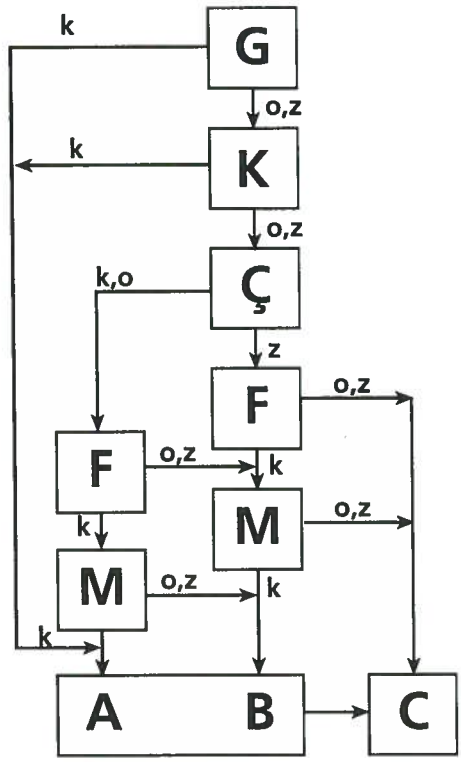
- Ekipmanın iş güvenliği ve işçi sağlığı üzerindeki etkisi,
- Ekipmanın imalat ve imalat kalitesi üzerindeki etkileri,
- Çalışma süresi,
- Arıza Frekansı (Güvenilirlik),
- Mttr (Onarılabilirlik),

şeklinde sıralanmaktadır. Ekipmanın etkileri herbir unsur için çeşitli kriterler doğrultusunda incelenmekte ve bunun sonucunda etkinin şiddetine karar verilmektedir. Elde edilen tüm etki şiddetlerinin bir kombinasyonu sonucunda ekipmanın hangi risk sınıfında yer aldığı tespit edilmektedir. Şirket politikamıza da paralel olarak iş güvenliği ve imalat kalitesi üzerindeki etkiler öncelikli olarak ele alınmaktadır. Şekilde de görüdüğü gibi arıza yapması durumunda iş güvenliğini veya imalat kalitesini "kuvvetli" olarak etkileyebilecek ekipmanlar, başka hiçbir değerlendirmeye tabi tutulmaksızın A sınıfına dahil edilmektedir. Bu iki unsurla ilgili etkilerin "orta" veya "zayıf" olması durumunda ise, arıza frekansı ve Mttr gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmaktadır.

Frekans ve Mttr değerlendirmeleri için fabrikamızdaki ekipmanların son 1 yıllık dönemdeki arıza duruşları taranmış ve söz konusu rakamlar belirlenmiştir.Etki şiddetini tayin etmede kullanılan kriterler, proje ekibi tarafından kuruluşumuzun kendi iç koşulları doğrultusunda kararlaştırılmıştır. Dolayısıyla bu değerlerin subjektif olduğunu ve her tesis için farklılık arz edebileceğini belirtmek gereklidir.

Yukarıda bahsedilen hususlar doğrultusunda gerçekleştirilen risk analizleri sonucunda fabrikamız için daha kritik konumda bulunan, bir başka deyişle A veya B sınıfına giren ekipmanlar belirlenmiştir.Bu tür ekipmanların ağırlıklı olarak yer aldığı alt bölgelerin öncelikli olarak ele alınmasına karar verilmiştir.

		ETKİ		
		Kuvvetli Etki (k)	Orta Etki (o)	Zayıf etki(z)
G	İş Güvenliği	Kuvvetli	Orta	Zayıf veya yok
K	Kalite	Kuvvetli	Orta	Zayıf veya yok
Ç	Çalışma süresi	24 saat/gün	8-24 saat/gün	8 saat/gün
F	Frekans	>24 arıza/yıl	12-24 arıza/yıl	<12 arıza/yıl
M	Onarabilirlik	MTTR>120 dk	MTTR=60-120 dk	MTTR<60 dk



Şekil 3 : ABC Analizi'nin Esasları

3.3 Planlı Bakım Sisteminin Oluşturulması

ABC Analizi'nin yardımıyla önceliklerin tespit edilmesinin ardından, planlı bakım sisteminin oluşturulmasına başlanmıştır. Bu aşamada tüm alt bölgeler için birer planlı bakım dosyası hazırlanmaktadır. Bir planlı bakım dosyası aşağıdaki unsurlardan oluşmaktadır :

- Bölgeye ait ekipman listesi
- Bölgenin genel lay-out'u
- Ekipmanların teknik resimleri
- Yedek parça listeleri
- Teknik Bilgi Föyleri
- Planlı Bakım Föyleri
- Planlı Bakım Takip Föyleri

Dosya kapsamında bölgede yer alan tüm ekipmanlar detaylı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Öncelikle her bir ekipman kendi içinde bazı alt parçalara bölünmüştür. Söz konusu çalışma özellikle A sınıfına giren ekipmanlar için (Ör : Üretim makinaları) çok daha detaylı olarak gerçekleştirilmiş ve mümkün olan en alt mekanizma veya parçaya dek inilmiştir. Diğer sınıflarda yer alan ekipmanlarda ise proje ekibinin gerekli gördüğü ölçüde bir alt detaylandırma uygulanmıştır. Böylelikle bir anlamda yedek parça listeleri de ortaya çıkmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi bu tür bir bakım

sistemi oluşturmanın önemli aşamalarından biri, mevcut durumu değerlendirmek suretiyle yedek paça ihtiyacını tespit etmektir. Nitekim hazırlanan ekipman alt detayları doğrultusunda fabrikamızın yedek parça stokları gözden geçirilmiş ve daha önce elimizde bulunmayan birtakım malzemelerin de temini yoluna gidilmiştir. Bunun doğal sonucu olarak da başlangıçta bakım maliyetlerinde bir artış gözlenmiştir. Bu durum Şekil 2'deki maliyet-zaman grafiğini de destekler niteliktedir.

Bu işlemin ardından her ekipman için kendi alt mekanizmalarını da gösterecek şekilde teknik resimler hazırlanmıştır. Daha sonra ekipmanla ilgili her tür bilgiyi içeren ve bir anlamda "kimlik kartı" olarak da nitelendirilebilecek Teknik Bilgi Föyleri oluşturulmuştur. Bu föyler sadece genel birtakım etiket değerlerini değil, ekipmana ait tüm alt mekanizma bilgilerini içeren detaylı dokümanlardır ve gerekli durumlarda kolaylıkla ulaşılabilecek türden bilgi kaynakları olarak değerlendirilmelidir. Kompresörler için hazırlanmış olan bir Teknik Bilgi Föyü örneği Şekil 4'te verilmiştir.

Dosyaların bir diğer önemli unsuru da Planlı Bakım Föyleridir. Şekil 5'te de görülebileceği gibi, bu föyler de Teknik Bilgi Föylerine benzer bir mantıkla ekipman alt detayları bazında hazırlanmaktadır. Daha önce de değinildiği gibi, fabrikamızdaki peryodik önleyici bakım faaliyetlerini esas almak suretiyle bu çalışmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda Planlı Bakım Föyleri, uygulanması gereken bakım faaliyetlerini ve bunlara ait peryodları ifade eden dokümanlardır. Peryotların tespit edilmesi esnasında hem ekipmanlara ait bakım kataloglarından, hem de ekip üyelerimizin bilgi birikimi ve tecrübelerinden faydalanılmıştır. Ayrıca ekipmanda meydana gelmesi muhtemel bazı sorunlara ve arızi durumlara da bu föylerde yer verilmiştir. Bu anlamda Planlı Bakım Föyü hem sistemin en önemli yapı taşlarından birini teşkil etmekte, hem de özellikle bakım departmanlarında işe yeni başlayan çalışanlar için bir eğitim dokümanı özelliğini taşımaktadır.

TEKNİK BİLGİ FÖYÜ

JOY TA-18 KOMPRESÖR — **Sayfa : 1 / 4**

1 ELEKTRİK MOTORU	2 ŞAFT VE KAPLİN	3 INTERCOOLER	4 YAĞ POMPASI
Güç : 450 Hp	**Kaplin Çapı :** 95 mm	**Yüzey Alanı :** 56 m2	**Güç** : 5 Hp
Devir : 2971 rpm	**Kaplin Boyu :** 170 mm	**Tüp Sayısı :** 110	**Devir :** 1740 rpm
Voltaj : 380 Volt	**Şaft Çapı :** 67,5 mm	**Su Debisi :** 4,4 lt / s	**Voltaj :** 230 / 460 Volt
Akım : 593 Amper			**Akım** : 13,6 / 6,8 Amper
Frekans : 50 Hz			**Frekans :** 60 Hz
Seri No : E05538-01-2			**Seri No** : U1930908971
İmalat Tarihi : 10 / 96			**Basınç :** 8,3 barg

Şekil 4 : Bir Teknik Bilgi Föyü Örneği

ŞİŞECAM

PLANLI BAKIM FÖYÜ

JOY TA-18 KOMPRESÖR — **Sayfa : 1 / 4**

1 ELEKTRİK MOTORU		2 ŞAFT VE KAPLİN		3 INTERCOOLER		4 YAĞ POMPASI	
Faaliyet	**Peryod**	**Faaliyet**	**Peryod**	**Faaliyet**	**Peryod**	**Faaliyet**	**Peryod**
Rulmanların yağlanması	3 ayda bir	Ana tahrik kaplininin yağlanması *	6 ayda bir	Soğutucunun şişlenerek temizlenmesi	6 ayda bir	Pompa motorunun yağlanması	6 ayda bir
Motor akımının ölçülmesi	3 ayda bir	Kaplin ve şaft ayarlarının kontrol edilmesi	6 ayda bir	By-pass contalarının değiştirilmesi	6 ayda bir		
Motor bağlantı elemanlarının kontrol edilmesi	3 ayda bir						
		*** Kullanılacak Yağ :** Amoco Kaplin Gresi				*** Kullanılacak Yağ :** Chevron SR 1	
Muhtemel Olumsuzluklar: • Rulmanların bozulması • Motorun aşırı akım çekmesi • Bağlantı elemanlarının gevşemesi • Motorun yanması		**Muhtemel Olumsuzluklar:** • Kaplin ve şaft ayarlarının bozulması • Kaplinin yağsız kalması		**Muhtemel Olumsuzluklar:** • Soğutucu elemanlarının kireç,çamur.vb ile tıkanması • Soğutucu elemanların borularının delinmesi • By-pass contalarının parçalanması ve sıcaklığın yükselmesi		**Muhtemel Olumsuzluklar:** • Pompa dişlilerinin aşınması • Pompa ön ve arka pleytlerinin aşınması • Pompanın yanması	

Şekil 5 : Bir Planlı Bakım Föyü Örneği

Alt yapısı kısaca yukarıdaki şekilde özetlenebilecek olan planlı bakım sistemi, bakım departmanlarında bulunan T-kart panoları yardımıyla hayata geçirilmektedir. Bu metod hem bakım faaliyetlerinin doğru zamanda ve doğru bir şekilde yapılmasına yardımcı olmakta, hem de görsel bir unsur olması itibari ile sistemin işlerliğini sağlamaktadır. T-Kartlar, adından da anlaşılabileceği üzere, T harfi formuna sahip kartlar olup gerçekleştirilecek bakım faaliyetine ilişkin bilgileri içermektedir. Şekil 6'da da görüldüğü gibi bu bilgiler ilgili ekipmanın kod numarası, bakım yapılacak alt parça veya mekanizmanın adı, bakım peryodu ve gerçekleştirilecek bakım faaliyetinin içeriği şeklinde sıralanmaktadır. T-Kartlar daha önce izah edilen Planlı Bakım Föyleri ile tamamen uyumlu olup, aslında bu föylerin görsel hale getirilmiş şekli olarak tanımlanabilir.

PB / 05 / 13

JOY TA 18 KOMPRESÖR ELEKTİRİK MOTORU

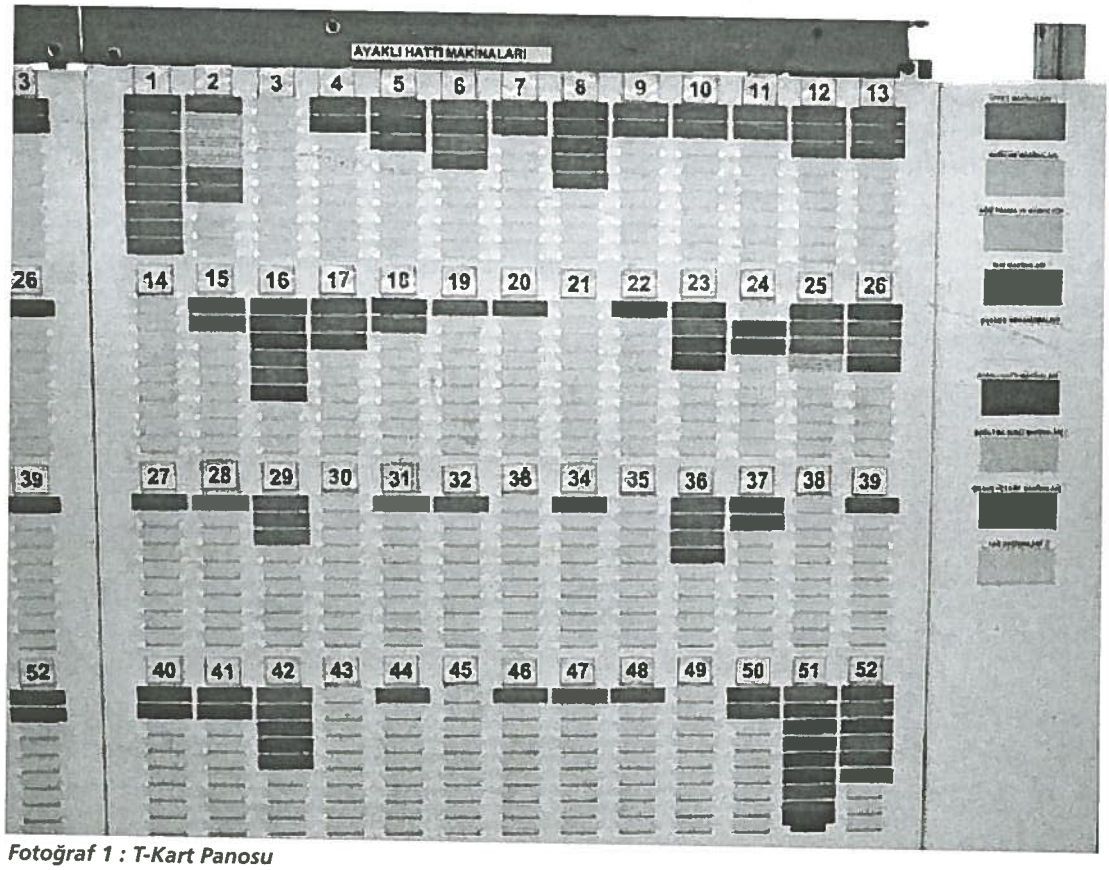
Bakım Periyodu: 12 hafta

YAPILACAK İŞLER:

- Motor bağlantılarının kontrol edilmesi
- Motor akımlarının ölçümü
- Rulmanların kontrolü

Şekil 6 : Bir T-Kart Örneği

Fotoğrafı aşağıda verilen T-Kart panoları 52 adet gözden oluşmaktadır ve bu gözlerin herbiri yılın bir haftasını temsil etmektedir. Gözlerde bulunan T-Kart'lar ise o hafta içinde gerçekleştirilmesi gereken bakım faaliyetlerini göstermektedir. Faaliyetin tamamlanmasının ardından ilgili T-Kart yerinden alınmakta ve üzerinde yazan bakım peryodu doğrultusunda pano üzerinde ilerletilmektedir. Örneğin 20 no'lu gözde duran bir T-Kart 20. haftada yapılması gereken bir bakım çalışmasını ifade etmektedir.Söz konusu bakımın peryodunun 4 hafta olduğu kabul edilirse, çalışma tamamlandıktan sonra kart 20 no'lu gözden çıkartılarak 24 no'lu göze konacaktır. Bu sayede aynı işlemin 24. haftada yeniden gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Görüldüğü gibi T-Kart metodu zamanı gelmiş olan bakımların unutulmasını engellemek adına etkili bir araçtır. Ayrıca kartların sürekli olarak hareket görmesinden dolayı yaşayan bir unsur olarak da değerlendirilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus panonun güncelliğinin temin edilmesidir. Yapılan bakımların hemen ardından ilgili kartlar mutlaka hareket ettirilmeli ve böylelikle panonun sürekli olarak en son durumu göstermesi sağlanmalıdır.



Fotoğraf 1 : T-Kart Panosu

Yukarıdaki işlemlere ek olarak, tamamlanan bakım faaliyetleri Planlı Bakım takip Form'larına işlenmek suretiyle kayıt altına alınmaktadır. Bu sayede bir ekipmanın geçmiş dönemlerdeki durumunu, bir başka deyişle hayat hikayesini takip edebilmek mümkün olmaktadır. Yaşanan arıza vakaları ise Arıza Analiz Formu vasıtasıyla takip edilmektedir. Bu form, arızanın nedenleri, arızayı gidermek için yapılanlar, arızanın tekrarını önlemeye yönelik öneriler gibi birtakım detaylı bilgileri içermektedir. Dolayısıyla sadece arızayı bildirmek amacıyla kullanılan basit bir form olmayıp, arızanın analiz edilmesine olanak tanıyan bir dokümandır.

3.4 Sistemin İdame Ettirilmesi ve Geliştirilmesi

Oluşturulan Planlı Bakım Sistemi sürekli olarak geliştirilmektedir. Yaşanan arızaların analiz edilmesi suretiyle elde edilen neticeler, söz konusu geliştirme çalışmaları için yol gösterici olmaktadır. Özellikle ekipmanların arıza frekanslarının takip edilmesi sonucunda, Planlı Bakım Föyleri ve T-Kart'lar üzerinde belirtilen bakım peryodlarının uzatılması veya kısaltılması söz konusudur.Böylece uzun vadeli bir çalışma sonucunda ekipmanın ideal bakım peryodlarının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Yine bu paralelde edinilen tecrübeler doğrultusunda yedek parça stokları da revizyona tabi tutulmaktadır. Ayrıca fabrikamıza yeni gelen veya revizyondan geçen ekipmanlar Planlı Bakım Dosyaları'na hemen ilave edilmekte ve dosyaların sürekli olarak güncel vaziyeti yansıtmasına özen gösterilmektedir.

Gelecekte sistemin bilgisayar ortamına aktarılması ve özellikle T-Kart panolarının elektronik ortamda takip edilmesi planlanmaktadır.

3.5 Sonuç

TPM, etkili sonuçlarını en az 3 yıl gibi bir sürecin sonunda verecek olan uzun soluklu bir faaliyettir. Şu ana dek fabrikamızdaki tüm proje ekiplerinin özveriyle yürütüğü çalışmalar neticesinde TPM'in 1. adımı başarıyla tamamlanmış ve 2. adıma geçilmiştir. Bu aşamada, planlı bakım ekibi tarafından altyapısı hazırlanan bakım sisteminin etkin olarak uygulanması ve diğer ekiplerle entegrasyona gidilmesi doğrultusundaki çalışmalara ağırlık verilecektir. Özellikle otonom bakım çalışmaları ile koordinasyon halinde yürütülen bir planlı bakım faaliyeti, sıfır arıza hedefine ulaşma yolunda en önemli kilit faktör olacaktır.

DÜZCAM KESME KÖPRÜSÜ OTOMASYONU (X KESİM)

Ömer Ali YILMAZ
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

ÖZET

Düzcam prosesinde tavlama işleminden sonra, cam şerit kesme hattında ilerlerken plakalara kesilir. Bu işlem hat hızı ile senkron CNC mantığında çalışan düzenlerle yapılır.

Kesme köprüsü ihtiyacını genellikle avrupa menşeli belli firmalar karşılamaktadır. Fabrikamızda kesme köprüsü otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Mekanik sistem imalatı, mevcut bir konsol düzeninden yararlanıldığından gerekmemiştir. Başka bir kesme köprüsü imalatı için kolayca yapılabilir.

Cam hızını ölçmek için kullanılan enkoderden gelen darbeler, plaka boyunu belirlemek üzere, kontrol sistemine verilir.Kesici kafa uygun aralıklarla bekleme pozisyonundan hareket ederek, cam şeridi keser ve geri gelir.

Cam plakaları düzgün dikdörtgenler şeklinde olması gerektiğinden kafanın kesme yönündeki hızı, cam şeridin hızına bağlıdır.

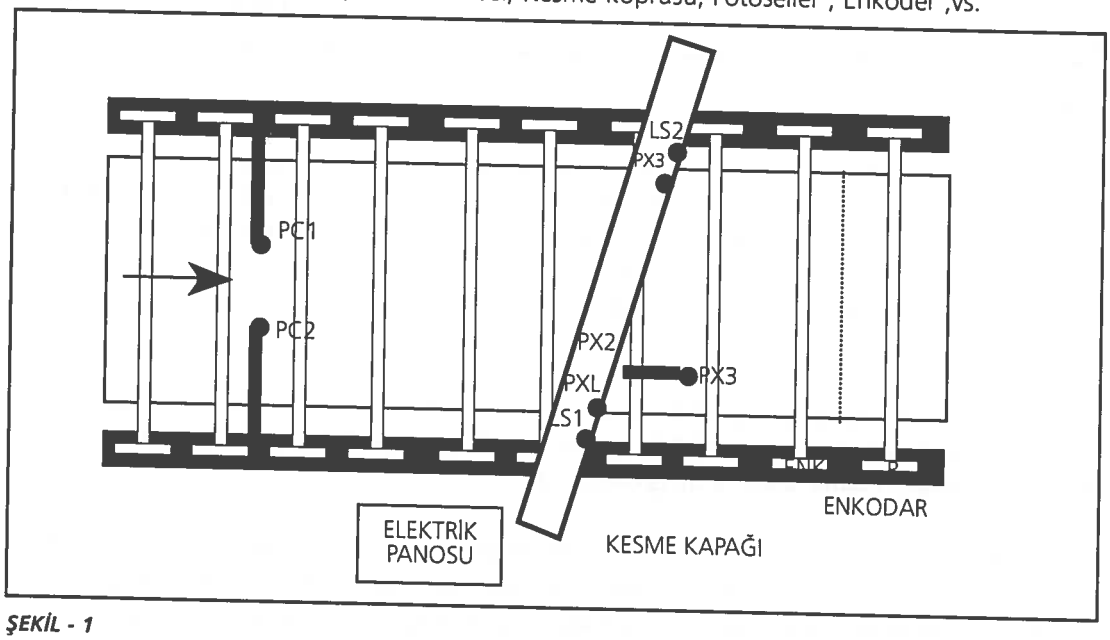
Yapılan sistemde operatör istenen cam ebatlarını kolayca değiştirebilmekte girebilmekte ve makinayla ilgili olası problemleri operatör panelinden görebilmektedir.

Bu köprü, TR 1 Hattında acil kesim için kullanılmaktadır.

ÇALIŞMA ŞEKLİ VE TEKNİK ÖZELLİKLER

Aşağida Şekil -1 de kesme köprüsünün kesme hattı üzerine yerleşimi gösterilmiştir. X kesim köprüsü aşağıdaki sistemlerden oluşmaktadır.

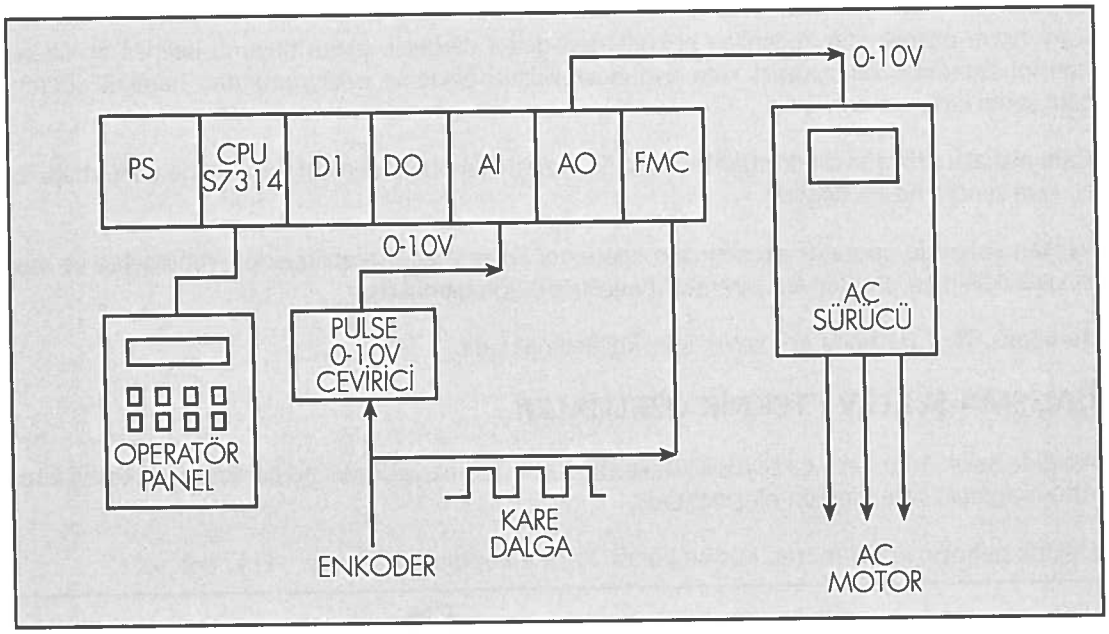
Elektrik panosu, kesici motor, Kesme kafası, Kesme köprüsü, Fotoseller , Enkoder ,vs.



ŞEKİL - 1

Kesme kafası hareketi Kesme motoruna bağlı kayış yardımı ile sağlanmaktadır. Kesme motorunun sola dönüş haraketi ile kesme kafası camın kesilmesini sağlamaktadır, sağa dönüş hareketi ile kesme kafasını tekrar bir daha kesim yapmak için başlangıç noktasına getirmektedir. Kesme işlemi sırasında motor kafayı kendine doğru çekmektedir. Kesme kafası başlangıç , geri dönüş noktası , geri dönüşte yavaş hıza geçme pozisyonunu proximity switch yardımı ile belirlemektedir. Kesme motoru üzerinde mekanik bir fren bulunmaktadır. Aynı anda sürücünün frenleme özelliği de mekanik frenleme ile beraber kullanılmaktadır. Bu iki frenleme yardımı ile duruş noktası hassas hale getirilmiştir.

Kesme köprüsünün en başında ve en sonunda iki adet emniyet switch'i bulunmaktadır. Herhangi bir nedenle başta ve sonda durdurma switchleri çalışmaz ise kafanın başa ve sona çarpmaması için bu emniyet switch'leri kullanılmıştır. Kesme kafası bu switch'lerin önüne herhangi bir nedenle gelirse sistem kafayı hemen durdurur.



ŞEKİL - 2

Kesme kafasının hemen camı kesmeye başladığı noktada bir adet camı gören fotosel bulunmaktadır. Eğer bu fotoselden bir an için bile bilgi gelmez ise makina hattın üzerinde cam yok kabul eder ve kesme işlemine başlamaz. Bunun sebebi de kesme işlemine başlamak için hattın üzerine geldiğinde hattın üzerinde cam yok ise kesme kafasının rulolara çarpıp kırılmaması içindir. Böyle bir durumda sistem alarma geçer ve operatörü uyarır. Makina operatörün arızayı kabul etmesini bekler.

Kendi imkanlarımız ile gerçekleştirdiğimiz elektrik panosu başlıca şu elemanlardan oluşmaktadır. Operatör panel, AC sürücü, Pulse-0/10V çevirici röle, Siemens PLC314. Bu elemanların birbiri ile bağlantısı şematik olarak Şekil - 2 de gösterilmiştir.

Camın aktığı hat rulosu üzerine bir adet encoder bağlanmıştır. (Daha doğru sonuçlar elde edebilmek için camın üzerinden bir teker yardımı ile almakta yarar vardır) Bu encoder'ın iki görevi vardır. Birincisi kesilecek camın boyunun ölçülmesi , ikincisi köprünün altından geçen camın hızının

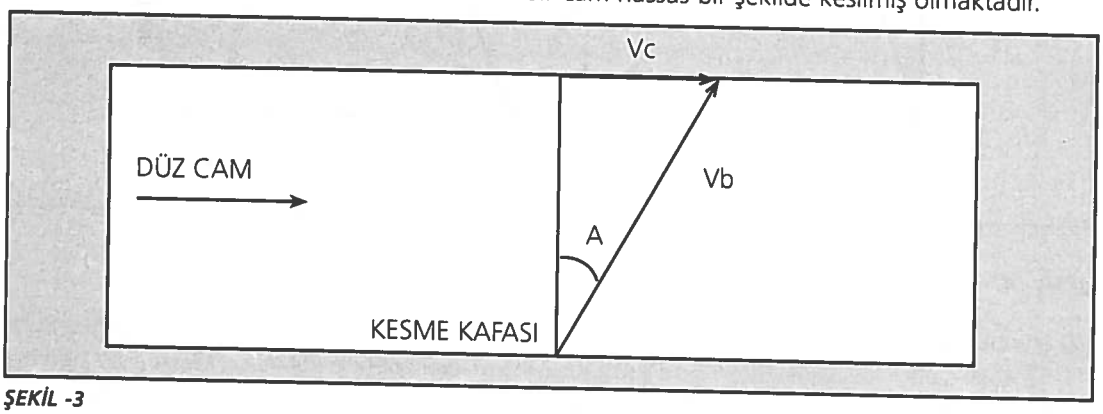
ölçülmesi. Encoder bir turda 1024 Pulse üretmektedir. 1024 pulse hat üzerinde hareket eden camın 3cm sine karşılık gelmektedir.

Operatör panel yardımı ile kesilecek cam boyu PLC ye bildirilmektedir. PLC encoder sayıcı kartı yardımı ile encoder dan gelen sinyalleri anlayabilmektedir. PLC encoder dan aldığı 'pulse' ları "mm" ye çevirerek OP den girilen cam boyu ile karşılaştırma yapar. Değerler birbirine eşit olduğunda bir 'interrupt' yaratarak kesme işleminin başlaması için sürücüye komut gönderir. Aynı zamanda encoderdan gelen pulse sayısını hafızasında sıfırlayarak ikinci kesme işlemi için tekrar sıfırdan başlayarak saymaya başlar. Değerler eşitlendiğinde ikinci kesme işlemini gerçekleştirir. Panonun önündeki bir anahtar yardımı ile kesme işlemi manuel veya otomatik olarak seçilebilir. Eğer manuel olarak seçildi ise start butonuna her basmada bir adet kesim işlemi gerçekleşir. Otomatik konuma alındı ise OP panelden girilen cam boyuna göre kesme işlemini kendisi her defasında herhangi bir komuta gerek kalmadan gerrçekleştirir. Makina minimum 1.5m ile, maksimum 6m arasında cam ebatları kesebilme yeteneğine sahiptir.

Hattın üstünden geçen kesilecek camın hızı şu şekilde hesaplanmaktadır. Hat rulosuna bağlı olan encoder'dan gelen pulse'lar (Pulse - (0-10V)) çeviriciye girmektedir.

Hat hızı değiştikçe 'encoder' ın çıkışındaki frekans artar. Hat hızı değiştikçe bu kullanılan rölenin çıkışındaki analog değerimizde orantılı olarak değişmektedir. Rölenin analog çıkışı PLC nin analog input kartına girmektedir. Algılanan hız değeri belli katsayılar ile çarpılarak PLC nin analog çıkışıda hız değeri için gerekli voltajı oluşturur. PLC nin analog çıkışı kafaya hareket veren AC motor sürücüsünün analog referans girişine girmektedir.

Farklı cam üretimlerinde enkoderdan gelen sinyaller yardımı ile kesme hızı otomatik olarak ayarlanmış olmaktadır. Böylece hareket halindeki bir cam hassas bir şekilde kesilmiş olmaktadır.



ŞEKİL -3

Şekil - 3 de kesme kafasının hızının, cam hızıyla ve kesme köprüsünün hatta yerleşim açısıyla bağlantısı verilmiştir.

A = Kesme köprüsünün hat üzerindeki kesme açısı
Vb = Kesme kafasının hızı
Vc = Kesilecek olan camın hızı

Farklı kalınlıklardaki cam üretimlerinde her zaman aşağıdaki formül geçerlidir.

Vb = Vc / sin A.....(1)

Kesme köprüsü hareket halindeki camı kesebilmek için hatta 12E açı ile yerleştirilmiştir.TR1 kesme hattında 2mm ile 12mm arasında düz cam üretimi yapılmaktadır.

2mm cam üretiminde sogutma hızı yaklaşık 20m/dak
12mm cam üretiminde sogutma hızı yaklaşık 3.5m/dak dır.

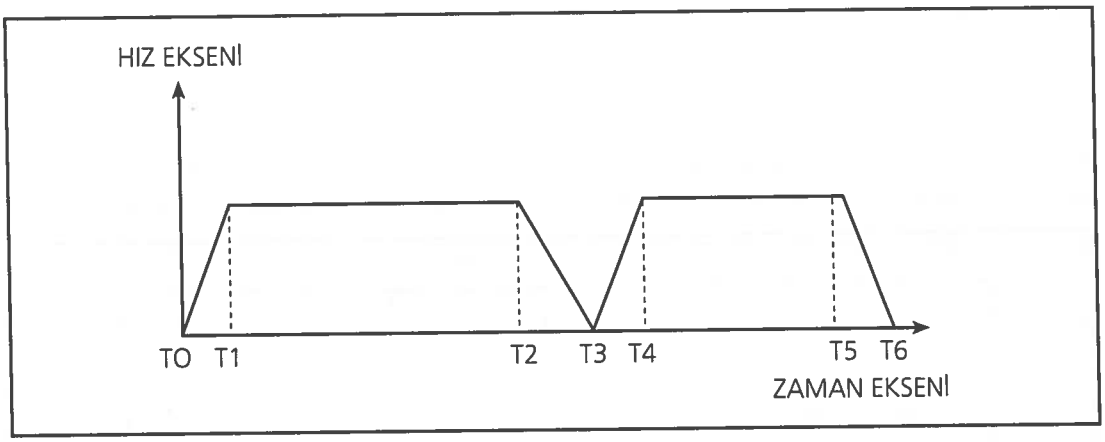
Yukarıdaki (1) nolu denklemden yararlanarak kesme kafasının olması gereken hızı hesaplarsak ;

2mm cam üretieken kesme kafasının olması gereken hızı
Vb = 100m/dak

12mm cam üretirken kesme kafasının olması gereken hızı
Vb = 17.5m/dak

Kesme kafası bu hız aralığında hareket edebilmelidir.

Kesme kafasının kesim işlemi sırasında zamana bağlı hareketi ŞEKİL - 4 de gösterilmektedir.



ŞEKİL - 4

T0 anında Kesme kafasının ilk hareket anı, T0 -T1 anı gerekli olan hıza ulaşması için geçen süre, T1-T2 arası camın kesildiği süre, T2-T3 arası Kesme kafasının ileride durması, T3-T4 arası geri gelirken hızlanma süresi , T4-T5 geri dönüş süresi , T5-T6 geri dönüşte yavaşlama süresi , T6 anı tekrar başlangıç pozisyonu.

2mm cam üretimi yapılırken yavaşlama ve hızlanma için geçen sürelerden dolayı yaklaşık olarak 1.5m cam bu esnada köprünün altından geçmektedir. Otomasyonunu yaptığımız köprümüz bu nedenden dolayı min 1.5m cam kesimi yapabilmektedir. Daha küçük ebatta cam kesimi yapabilmek için ikinci bir köprü koyup ardışıl çalıştırmak gerekir.

Kesme hassasiyeti makinanın mekanik aksamından veya başka bir nedenden dolayı bozulursa, bu bozukluk Operatör panelinden kompanse edilebilir.

Örneğin 3000mm lik bir cam kesileceğini düşünelim. Kesme işlemi sonunda cam boyu 3001mm gelsin. Bu operatör panelinde "Kesme işlemi düzeltmesi" ne girilip "1" değeri girilirse bir daha-ki kesme işleminde makina bu değeri göz önüne alıp tam doğru bir kesme gerçekleştirecektir. Cam boyu 2999mm gelir ise "Kesme işlemi düzeltmesi" ne "-1" değeri girilerek bir sonraki kes-mede tam doğru bir kesme gerçekleşecektir.

Herhangi bir nedenle kesme kafası camı keserken herhangi bir pozisyonda kalmış ise (Örneğin karşı taraftaki emniyet switch'ine dayanmış ise) Kesme kafasını geri başlangıç pozisyonuna geri getirebilmek için bir anahtar ve bir buton konulmuştur. Bu anahtar Kafa geri gelme pozisyonuna alınır ve daha sonra ilgili butona basılarak kafanın geri başlangıç pozisyonuna gelmesi sağlanır. Butona basıldığı sürece kafa geri gelir. Kafanın zorunlu durumda geri getirilmesi hızı operatör tarafından Operatör panelinden ayarlanabilir.

Çeşitli nedenlerden dolayı düzcam üretiminde soğutma sonunda camda en kırıkları oluşmak-tadır. En kırıklarını daha önceden detekte edebilmek için hat üzerine iki adet fotosel konulmuş-tur. Fotoseller kesme köprüsünden 2.5m önceye konulmuştur. Soğutma bölgesine kırık cam gelirse fotoseller bunu hemen detekte eder ve PLC ye bildirir. Makina o an için kesme işlemini yapıyor ise kesme işlemini tamamlar ve başlangıçtaki pozisyona gelir ve orada bekler. Kesme hattı kontrol odasına konan bir flaşör yardımı ile en kırığı gelir gelmez operatör uyarılmaktadır. En kırığını operatör farkedemediği durumlarda yıkama makinasında ve X kesimlerde problemler yaşanmaktadır.

Burada kullanılan Operatör panelin amacı (OP-7) kolaylıkla operatör tarafından PLC paremet-relerini değiştirebilmeye imkan vermektedir. Aynı zamanda sistemde oluşabilecek bir çok arızayı ekranında yazı ile göstererek kullanım ve bakım kolaylığı sağlamaktadır.

SONUÇ

Fabrikanın ihtiyacı olan Acil Kesim Köprüsünü kendi imkanlarımız ve elemanlarımız ile gerçekleş-tirmiş olduk. Elemanlarımızın yeni teknolojileri öğrenip bilgilerini arttırmalarını sağladık. Bu proje fabrikamızda daha sonra bu konuda yapacağımız işler için birikim oluşturdu.

TEŞEKKÜR

Katkılarından dolayı EÖKA şefliğinde çalışan ve elektrik panosunun imalatını yapan Ahmet MERAL'e, Makina Bakım şefliğinde çalışan ve mekanik montaj da yardımcı olan İbrahim KIROĞ-LU'na ve animasyonu hazırlayan Halil KOÇ arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

ERGİMİŞ CAMDA HABBE DAVRANIŞLARININ GÖRSEL SİMÜLASYONU

Dr. Mustafa Oran - Ali Ötken
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

Reha Akçakaya
TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

ÖZET

Cam üretim sürecinin en önemli aşamalarından birisi, ergimiş camın habbelerden arındırılması olarak tanımlanan ve afinasyon olarak adlandırılan aşamadır. Günümüzde, cam ürünlerinin kalitesini doğrudan etkileyen en önemli hatalardan olan habbelerin camdan atılması ile ilgili bilimsel ve uygulamalı çalışmalar, cam teknolojisi alanında önemli bir yere sahiptir.

Bu makale, habbe davranışlarının yüksek sıcaklıktaki davranışlarını görüntülü olarak izlemeye dayalı bir deney yöntemi geliştirilerek; cam kompozisyonunun ve sıcaklığın afinasyon üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Geliştirilen yöntem, habbelerin zaman adımlı video kayıtları ile izlenmesini ve cam kompozisyonuna bağlı bir afinasyon indeksi oluşturmayı içermektedir.

Habbe davranışı kavramının birinci bileşeni, afinasyonun birinci aşamasının gerçekleştiği yüksek sıcaklıklarda habbe boyunun büyümesi ve düşük sıcaklıklarda gerçekleşen afinasyonun ikinci aşamasında da habbe boyunun küçülmesi ile tanımlanır. Bu tanımlama daha sonra matematiksel bir fonksiyon ile ifade edilir. Habbe davranışının ikinci bileşeni olan habbenin cam eriyiği içindeki hızı da yine yapılan deneylerden tespit edilir. Bu iki bileşen birlikte değerlendirilerek camların habbelerden arınma kabiliyeti karşılaştırmalı olarak incelenir.

Farklı cam kompozisyonları için yapılan deneylerden elde edilen verilerin geliştirlen yöntem ile karşılaştırılması sonucu, cam kompozisyonlarının afinasyon performanslarının belirlenmesi olanaklı hale gelmiştir.

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında giderek artan rekabet ve ekonomik sorunların bir yansıması olarak, konvansiyonel cam endüstrileri hem üretimlerini hem de kalitelerini giderek daha fazla artırmaya zorlanmaktadır.

Hemen hemen tüm ticari cam ürünlerinin kalitesi cam ergitme sistemlerinin performansına bağlıdır. Ergitme sistemi, camın homojen yapısını hem mikro ölçekte hem de üründe habbe, erimemiş partikül gibi hata ve renk ile renk değişimleri gibi özellikleri içeren makro ölçekte etkilemektedir. Yani, bir cam ürününün kalitesi, verimliliği ve ekonomisi büyük ölçüde cam eritme fırınının performansı ile belirlenmektedir.

Cam ürünlerinde kalite seviyesinin artırılması ise, büyük ölçüde, üretim sürecinde oluşan ve ürüne doğrudan yansıyan cam hatalarının azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması ile mümkün olmaktadır.

En genel tanımı ile gaz kapanımı olarak adlandırılan habbe hatası, günümüz cam endüstrisinin üretim süreçlerinde karşılaşılan en önemli cam hatalarından birisi olarak kabul edilmektedir. Habbe hatasının ürün kaybı noktasındaki karşılığı ise özellikle görsel bozukluk ve camın mukavemetinin azalması olarak karşımıza gelmektedir.

yı meydana gelen üretim kayıplarının önemli miktarlarda olması, habbe hatalarının cam üretim sürecinde hangi nedenlerden ve nasıl oluştuğunu anlamaya yönelik çalışmaların daha detaylı olarak sürdürülmesini gerektirmiştir. Bu kapsamda yapılan deneysel[1-5] ve teorik (matematiksel model)[6-10] içerikli çalışmalar, habbe hatalarını oluşturan mekanizmaları ve habbelerin cam eriyiği içindeki davranışını anlamaya yönelik olup; üretim süreçlerinde habbe hatasının giderilmesine yönelik işletme optimizasyonu çalışmalarına katkı sağlamaktadır.

Cam üretim sürecinde oluşan habbe hataları, habbe oluşumunu doğrudan ve/veya dolaylı etkileyen üretim parametrelerinin optimizasyonu ile giderilmeye çalışılmaktadır. Hata giderme (trouble-shooting) çalışmaları büyük ölçüde işletme deneyimine dayanırken, enstrumental analiz yöntemleri de bu çalışmalara destek sağlamaktadır.

Son üründeki habbelerde yapılan mikroskobik ve habbe gazı analizleri türündeki enstrumental çalışmalar önemli veriler sağlamakla birlikte, habbe gazlarının dinamik özelliklerinden dolayı, habbenin cam fırını içindeki davranışını tam olarak yansıtmamaktadır. Diğer taraftan, habbe hatasını etkileyen işletme parametrelerinin çok fazla olması, bu parametrelerden bir çoğu ile habbe hataları arasındaki ilişkinin tüm ayrıntıları ile bilinmemesi, habbelerin cam fırını içinde izlenmesinin mümkün olamaması ve üretim şartlarındaki sınırlamalar gibi nedenlerden dolayı, üretim sürecindeki parametre optimizasyonları her zaman istenilen sürede ve seviyede çözüm oluşturmayı güçleştirmektedir.

Bu çalışma, habbe hatalarının giderilmesine yönelik çalışmalardan daha doğru ve daha çabuk sonuç alınabilmesi için gerekli olan pratik uygulama bilgilerini çoğaltmaya yönelik olarak, ergimiş camda habbe davranışlarını inceleyen deneysel simülasyonları içermektedir. Simülasyon sonuçlarının matematiksel ifadelere dönüştürülerek, afinasyon mekanizmasının temel dinamiği olan habbelerin büyüme/küçülme davranışları ve camdan atılma süreleri cam kompozisyonuna bağlı olarak karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

2. TEORİ

Ergitme, afinasyon ve homojenizasyon cam üretim sürecinin en önemli aşamalarını oluşturmaktadır. Ergime aşamasında, harman parçacıklarının reaksiyonları ve tankda bulunan sıvı fazın içinde çözünmeleri gerçekleşir. Özellikle, kuartz parçacıkların çözünmesi diğerlerine göre daha uzun süre gerektirir. Kuvvetli konveksiyon akımları, yüksek sıcaklıklar ve kumun uygun tane boyu dağılımı, kum tanelerinin silikaca zengin eriyiğin içinde çözünmelerini kolaylaştırır. Ergime sürecinde oluşan ve habbe olarak adlandırılan gaz kapanımları ve eriyik içinde çözünen gazlar ise:

a) harman malzemelerinin kimyasal reaksiyonları;
b) hava kapanımları;
c) cam eriyiği ile refrakter malzemeler arasındaki etkileşmeler;

sonucu oluşmaktadır.

2.1. Cam Eriyiğindeki Gazlar

Bilindiği gibi, kristallanmeden çok hızlıca soğutulmuş bir sıvı olarak tanımlanan, inorganik ve amorf malzeme yapısına sahip olan camın en önemli bileşeni kumdur (SiO_2). Ayrıca bu yapı içerisinde, çeşitli alkali ve toprak alkali oksitlerde yer almaktadır. Cam yapısı kristal yapıdan farklı olarak rastgele düzenlenmiş iyonlardan oluşmaktadır. Bu yapı (şebeke - network), bağ yapıcı oksijen iyonları (anyonlar) ile birlikte bulunan Si ve B gibi katyonlardan oluşan şebeke şekillendiricileri (network formers); şebeke değiştirici veya niteleyeceği (network modifiers) diye adlandırdığımız alkali ve toprak alkali iyonları (Li, Na, K, Ca ve Mg gibi); ve şekillendirici veya değiştirici gibi davranan ara elementler (aluminyum ve kurşun gibi) içermektedir. Çeşitli uygulama alanlarına bağlı olarak, farklı değiştirici ve ara elementler ana cam kompozisyonuna eklenmektedir.

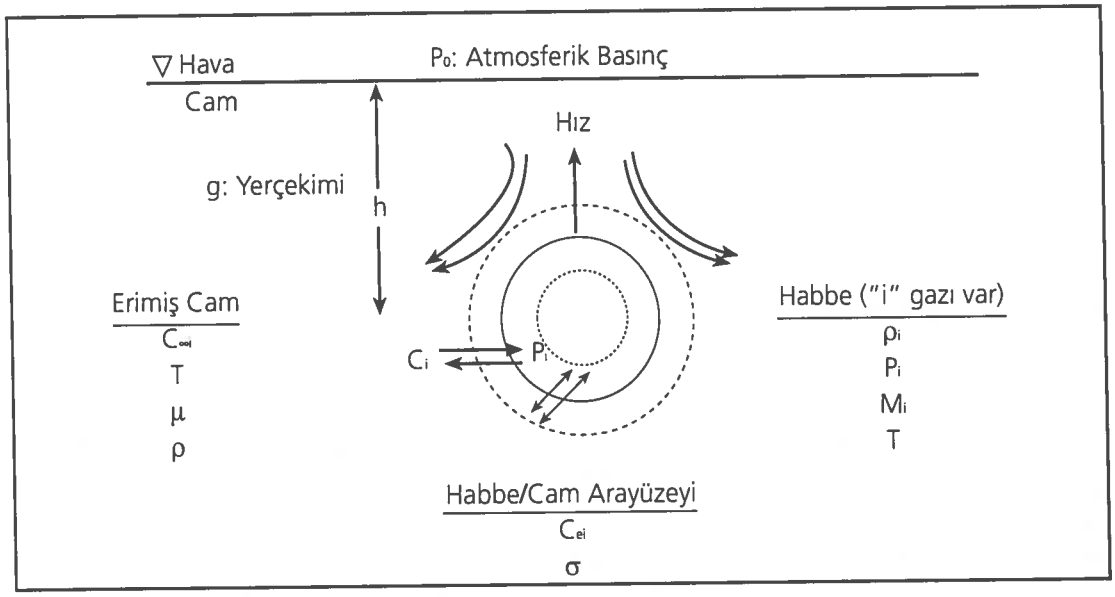
Ergime süreci boyunca, çeşitli gaz bileşenlerinin açığa çıktığı harman reaksiyonları oluşmaktadır. Genellikle, Na, Ca ve Mg gibi yapı değiştiriciler harmana CO_2 gazının ana kaynağı olan karbonat formunda eklenirler. Benzer şekilde, SO_2 kaynağı olarak sülfatlar, H_2O kaynağı olarak da hidratlar harmana eklenen diğer malzemelerdir. Diğer taraftan, ergimiş cam bileşenleri ile refrakter malzemeler arasındaki reaksiyonlardan da çeşitli gazlar açığa çıkmaktadır. Ayrıca, harman taneleri arasına sıkışmış hava ve fırın atmosferinde ergimiş cama giren çeşitli gaz bileşenleri bulunmaktadır. Bu gazlar ya habbelerde gaz fazında ya da ergimiş camda fiziksel veya kimyasal olarak çözünmüş halde bulunmaktadır.

2.2. Habbe Gazları

Ergimiş camdaki habbelerde bulunan en önemli gazlar N_2, O_2, SO_2, CO_2, H_2O ve Ar olarak sıralanmaktadır. Bir habbenin ergimiş cam içindeki davranışı, sıcaklığın bir fonksiyonu olarak habbenin büyüklüğü, gaz kompozisyonu ve cam içindeki yeri ile tanımlanmaktadır. Bu parametreler aşağıdaki mekanizmalardan etkilenmektedir:

a) Habbeden cama veya camdan habbeye gaz transferleri;
b) Yer çekiminden dolayı habbelerin cam yüzeyine doğru yükselmeleri;
c) Habbe üzerine etki yapan diğer kuvvetler

Herhangi bir anda cam eriyiğinde bulunan bir habbenin davranışını belirleyen dinamik yapı Şekil 2 de gösterilmektedir. Belirli bir (h) derinliğinde çapı (D) olan bir habbeye cam eriyiğinin yüzeyinden atmosferik basınç (P_0) uygulanmaktadır. Habbenin etrafını saran cam eriyiğine baktığımızda, herhangi bir çözünmüş i gazının denge konsantrasyonu ($C_{\infty i}$) bulunmaktadır. $C_{\infty i}$ değeri, belirli bir sıcaklığı (T), viskozitesi (μ) ve yoğunluğu (ρcam) olan cam eriyiğinin içerisinde i gazının çözünmüş olarak bulunabileceği maksimum değerdir. Habbenin içindeki parametreler ise, yine i gazının kısmi basıncı (P_i), moleküler ağırlığı (M_i), yoğunluğu (ρ_i) ve sıcaklığı (T_i) olarak tanımlanır. Habbe dinamiğinde belirleyici olan diğer parametreler ise, cam eriyiği - habbe arayüzeyindeki yüzey gerilimi (σ) ve i gazının cam kompozisyonu dahil bütün fırın şartlarına bağlı olarak belirlenen konsantrasyonu (C_{ei}) olarak tanımlanır.



Şekil 1. Habbe dinamiğini etkileyen faktörler

Habbe dinamiğini oluşturan bu parametrelerin birbirleri ile olan bağıntıları incelendiğinde;

$$C_{el} = L_i.P_i \qquad (1)$$

Henry Kanunu olarak biline bu eşitlik, her gaz bileşeni için ayrı ayrı belirlenir. Pi her gazın kısmi basıncı olduğuna göre, bir habbenin oluştuğu zamanki toplam iç basıncı,

$$P_t = \Sigma P_i \qquad (i=1,...n) \qquad (2)$$

değerine eşittir. Cam eriyiğindeki gazların bir veya birkaçının bir habbe oluşturabilmesi için, belirli bir cam kütlesinin bu gazlara aşırı doygun hale gelmesi gerekmektedir. Bu durum ise,

$$P_t > 1 \text{ bar}$$

olması halinde geçerlidir. Oluşan bir habbenin toplam iç basıncı aynı zamanda,

$$P_t = P_0 + \rho.g.h + 2\sigma/R \qquad (3)$$

değerine eşittir. Görüldüğü gibi, bu eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim, cam yüzeyini etkileyen atmosferik basınç, ikinci terim hidrostatik basınçtır. Bu terimdeki, yoğunluk (D) değeri, cam yoğunluğu ile habbe yoğunluğu arasındaki farktır:

$$D = D_{cam} - \Sigma D_i \qquad (4)$$

Ancak pratikte, habbe yoğunluğu, cam yoğunluğuna göre çok küçük olduğu için, ihmal edilebilir ve yoğunluk parametresi sadece camın yoğunluğu olarak kabul edilebilir. Cam eriyiği içerisinde, herhangi bir habbe oluştuktan sonra, bu habbenin camdan atılabilme yolu, habbe ve cam eriyiğindeki aynı gazların basınç durumları ile bağıntılı hale gelir. Bu bağıntı aşağıdaki gibi üç farklı biçimde oluşabilir.

a) $P_{icam} > P_{ihabbe}$

Bu durumda, i gazı camdan habbeye geçmeye başlar ve habbe hacmi zamana bağlı olarak büyür. Ortamda uygun şartlarda birden fazla gaz varsa ve bütün gazlar bu basınç şartını sağlıyorlarsa, habbe hacmindeki büyüme daha hızlı olacaktır. Böylece, habbe cam yüzeyine daha kısa sürede ulaşıp, yüzeyde patlayarak yok olacaktır.

a) $P_{icam} < P_{ihabbe}$

Habbenin iç basıncı, cam eriyiğindeki aynı gazların toplam basıncından büyük olduğu bu durumda ise, habbeden cama doğru bir gaz geçişi olmaktadır. Bu durumda, habbenin hacmi, yani boyu giderek küçülecek ve bu şart korunduğu sürece, sonunda habbe, cam içinde çözünerek yok olacaktır.

a) $P_{icam} = P_{ihabbe}$

Cam - habbe arasında bir basınç dengesinin oluştuğu bu durumda, habbe - cam arasında herhangi bir gaz geçişi olmamaktadır. Yani, habbenin hacminde -boyutunda- herhangi bir değişiklik meydana gelmemektedir. Böyle bir basınç dengesinin oluştuğu koşul, habbenin camdan atılmasına yönelik en olumsuz durumdur. Bu durumu daha iyi açıklayan bir örnek olarak, habbenin camın yüzeyine doğru yükselme hızı incelenebilir.

$$v = (2.\rho.g.R)/(9.\mu) \qquad (5)$$

Stokes eşitliği olarak adlandırılan bu eşitlik, habbe hacminin, yani habbe yarı çapının (R) büyümediği, sabit kaldığı durumda bu habbenin yok edilmesinin üretim şartlarında çok zor olacağını göstermektedir. Örneğin, cam viskozitesinin log η=2 poise (1400-1450°C deki ergimiş cam) olduğu bir ortamda, yarı çapı R=0.1 mm olan bir habbenin cam içerisinde yükselme hızı <=0.17 m/gün olmaktadır. Böyle bir durum için, cam derinliğinin -1 m olduğu bir ergitme havuzunda, iyi bir afinasyonun oluşmayacağı açıktır. Fiziksel afinasyon olarak da tanımlanan bu mekanizmanın pratikte yeterli olması mümkün olmadığından dolayı, kimyasal afinasyonu oluşturan, gerek cam kompozisyonu ve gerekse fırın işletme şartları öyle uygun ayarlanmalıdır ki, habbenin büyüklüğüne ve cam içindeki bulunduğu yere bağlı olarak, uygun zamanda ya büyütülerek cam yüzeyine çıkarılmalı, veya cam içinde çözündürülmelidir. Elbette, bu mekanizma içersinde gazların difüzyon ve cam akımları ile taşınma özellikleri de gözönüne alınmalıdır. Habbenin cam eriyiğindeki davranışını belirleyen bütün bu ögeler dikkate alındığında, cam içerisinde çözünmüş ve habbe içinde de gaz fazında bulunan gazların neler olduğu, habbe hatasına neden olan kaynağın tespitine ve hatanın giderilmesine yönelik çalışmalar için oldukça önemli hale gelmektedir.

2.3. Afinasyon Süreci

Yukarıda da belirtildiği gibi, afinasyon sürecinin amacı, ergimiş camı şartlanma aşamasına girmeden önce habbelerden ve çözünmüş gazlardan arındırmaktır. Habbelerin diğer akışkanlara göre yüksek viskoziteye sahip cam eriyiğindeki hareketleri oldukça yavaştır ve eriyiğin giderek soğuyup viskozitenin çok arttığı aşamalara gelmeden habbelerin camdan atılması gerekmektedir. Cam üretim sürecinde habbelerin cam eriyiğinden uzaklaştırılması iki tür yolla olmaktadır:

a) Afinasyonun İlk Aşaması (Fining): Habbelerin büyüyerek, şamandıra kuvveti ile cam yüzeyine ulaşmaları ve yüzeyde patlayarak yok olması,
b) Afinasyonun İkinci Aşaması (Refining): Habbelerin cam içinde çözünerek küçülmesi sonucu yok olmaları,

Afinasyon sürecini geliştiren ve hızlandıran en önemli uygulama, afinan maddeler olarak bilinen çeşitli kimyasalların kullanılmasıdır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan afinan maddelerin en önemlileri NaCL, Na_2SO_4, As_2O_5 ve Sb_2O_5 dir. Afinan maddelerin seçimi ise, cam kompozisyonun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve çevre kirliliği gibi dış etkenlere bağlı olarak belirlenip optimize edilmektedir. Afinan maddelerin kullanımı ile gerçekleştirilen afinasyon süreci oldukça karmaşık bir yapıya sahip olmakla birlikte; basit bir yaklaşımla, afinan maddeler bir taraftan kuartz türü hammaddelerin erimesini kolaylaştırırken diğer taraftan da, cam eriyiğinde oluşturdukları reaksiyonlar sonucunda, O_2 ve SO_2 gazlarının açığa çıkmasını sağlamaktadır.

2.3.1. Afinasyonun İlk Aşaması

Afinasyon sürecinin ilk aşaması yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. Yüksek sıcaklıkta, bir çok gazın kimyasal çözünürlülüğü azaldığı için, bu gazlar ergimiş camda gaz fazında bulunma eğilimindedirler. Afinan maddelerin açığa çıkardığı büyük miktardaki gazlar ile birlikte, ergimiş cam bu gazlara aşırı doymuş hale gelir. Bu gazlar cam eriyiğinde bulunan habbelere difüzyon yolu ile girerek habbelerin hacimce büyümelerine neden olurlar. Büyüyerek cam yüzeyine daha hızlı hareket eden habbeler aynı zamanda, cam eriyiğindeki çözünmüş diğer gazları da içlerine alarak, camın gazlardan arınmasını da sağlarlar. Ayrıca, ergimiş camın gazlara aşırı doymuş halde bulunması yeni habbelerin oluşmasına da neden olur. Yeni oluşan habbelerin diğer habbeler ile birleşerek daha büyük hacimli habbelere dönüşmesi ve cam yüzeyine çıkmaları kolaylaşır.

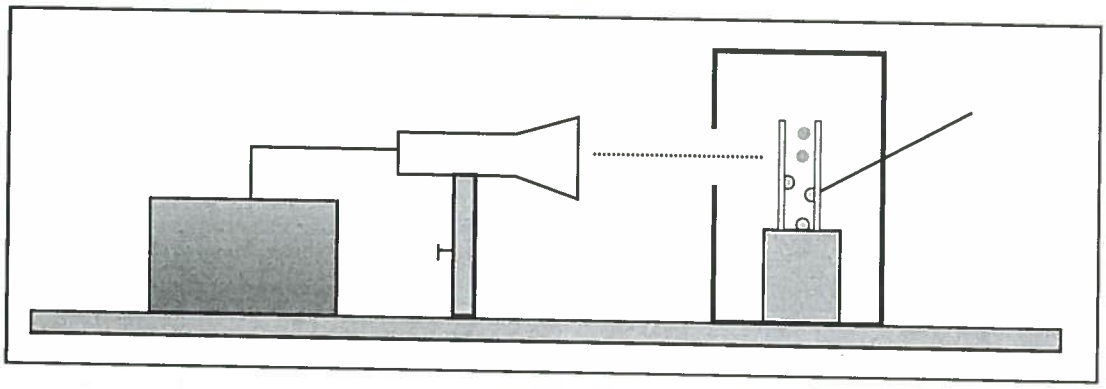
2.3.2. Afinasyonun İkinci Aşaması

Afinasyonun ikinci aşaması düşük sıcaklıkarda gerçekleşmektedir. Cam sıcaklığı düşerken, gazların kimyasal çözünürlülüğünün artması nedeni ile gazlar daha fazla çözünme eğilimi içinde bulu-

nurlar. Afinasyonun birinci aşamasında cam yüzeyine çıkarak patlayıp yok olan habbelerin dışında kalan habbelerin iç basınçları artmaya başlar. Bu nedenle, habbelerin içinde bulunan gazlar cama geçerek çözünmeye başlar ve habbelerin boyutları giderek küçülür. Düşük sıcaklıkta artan cam viskozitesinin izin verdiği ölçüde bu küçülme devam eder ve hatta bir çok habbe bu yolla cam içinde çözünerek yok olur.

3. DENEY DÜZENEĞİ VE YÖNTEMİ

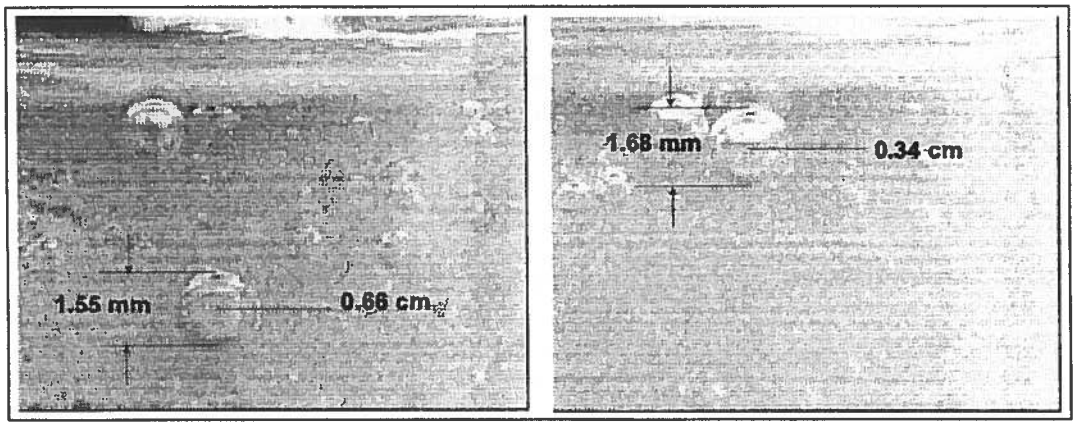
Yüksek sıcaklıktaki ergimiş camda, afinasyon mekanizmasının her iki aşamasındaki habbe davranışları, Cam Araştırma Merkezi'nde geliştirilen, zaman adımlı (elapsed time) optik görüntüleme sistemine dayalı bir deney düzeneği ile gerçekleştirilmektedir. Şematik olarak Şekil 2 de gösterilen bu deney düzeneği, gözetleme penceresi olan bir yüksek sıcaklık fırını (max. 1500°C), PC kontrollü bir kamera düzeneği ve görsel izleme ile cam eritişlerinin yapılacağı yüksek sıcaklığa (≅2000°C) dayanıklı fused silika tüplerden oluşmaktadır.



Şekil 2. Deney düzeneği

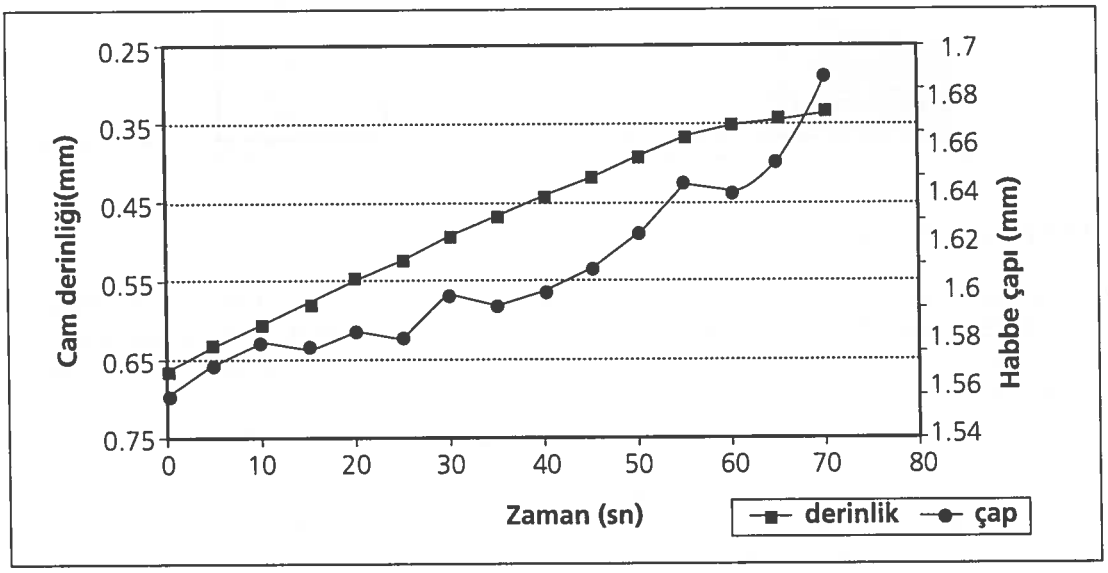
Deney düzeneğinin en önemli parçasını yüksek sıcaklık fırını oluşturmaktadır. Boyutları 20x20x25cm olan alimunyum malzemeden yapılmış dış kılfın içi yüksek alüminalı izalosyon malzemesi ile örülmüştür ve orta bölümde silindirik bir hücre oluşturulmuştur Deney tüpünün yerleştirildiği ve silindirik formda olan ısıtıcı hücresi ise platin malzemeden yapılmış bir ısıtıcı ile ısıtılmaktadır. Deneyler sırasında yüksek sıcaklıktaki radyasyon nedeni ile görüntü kalitesinde önemli bozulmalar meydana gelebilmektedir. Bu sorunu gidermek için, deney tüpünün video kamera ile gözlenmesi için açılan gözetleme penceresinin tam karşısına (silika tüpün arka tarafına) gelecek şekilde, optik kontrastlık yaratmak için başka bir pencere daha açılmıştır. Sıcaklığa ve görsel kaliteye bağlı olarak bu pencere açık veya kapalı tutulmaktadır

Yüksek sıcaklık ortamında yapılan deneylerin görüntüleri, CCD kamera, farklı odak uzaklıkları olan (50-300 mm) fotograf makinesi lensleri ve bir yazılım ile bilgisayara aktarılmaktadır. Cam eriyiğindeki habbe görüntüleri, deneyin amacına ve sıcaklık şartlarına göre farklı şekilde görüntülenmektedir. Habbelerin cam eriyiği içindeki hareketleri ile ilgili deneylerde, görüntü kayıtlarının zaman aralıkları deney sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Yüksek sıcaklıklarda, cam vizkozitesi düştüğü için habbelerin hareketi hızlanmakta, buna karşın düşük sıcaklıklarda vizkozitenin artması ile habbe hareketleri yavaşlamaktadır. Bu nedenle, görüntü kayıt aralıkları yüksek sıcaklıklarda 1 saniye ye kadar düşerken; düşük sıcaklıklarda bu aralık 15 dakika ya kadar çıkabilmektedir. Bilgisayar ekranının boyutları, görüntü duyarlılığına bağlı olarak, piksel birimi ile tanımlanmaktadır. Deney görüntüleri bilgisayara aktarıldıkatan sonra, her zaman dilimi için habbe boyu ve habbenin bulunduğu pozisyon piksel olarak ölçülmektedir. Bu değerler, yapılan bir kalibrasyon ile, metrik birime çevrilmiştir. Örnek olarak, 1250°C deki bal rengi cam eriyiğinde, bir habbenin farklı zamanlardaki durumları Şekil 3a ve 3b de verilmektedir.



Şekil 3a. t = t_0 sn deki habbe *Şekil 3b. t = t_0 + 70 sn deki habbe*

Yukarıda verilen örnekteki habbe 70 saniyede tüp içinde 0.32 cm (0.66 - 0.34) yükselirken; çapı da 0.13 mm (1.68 - 1.55) büyümektedir. Video görüntülerinin çözümlerinde elde edilen her zaman dilimi bu şekilde incelenerek, bir habbenin belirli bir cam sıcaklığındaki durumu grafiklenir. Yine örnek olarak, yukarıda verilen habbenin (1250°C deki bal rengi cam) toplam görüntüleme süresince cam eriyiği içinde yükselmesi ve habbe çapı değişimi Şekil 4 de verilmektedir.



Şekil 4. Habbe boyunun ve camdaki pozisyonunun zamana bağlı değişimi (T=1250°C)

3.1. Sayısal Analiz Yöntemi

Bir önceki bölümde açıklandığı gibi, ergimiş camın habbelerden arındırılması yüksek ve düşük sıcaklıklarda olmak üzere iki aşamada gerçekleşmektedir. Afinasyon süreci, mikro ölçekde difüzyon kontrollu bir mekanizmayı içerir. Sabit sıcaklık altında habbe çapının zamana bağlı değişimi olarak tanımlanan bu mekanizma aşağıdaki gibi bir fonksiyon ile ifade edilir.

$$\frac{dR}{dt} = f\left(\sum_{i}^{n}[D_i, (C_{\infty i} - C_{ei})]\right) \qquad (6)$$

Burada,

R : habbe yarıçapı

t : zaman
D : i gazının difüzyon katsayısı
$C_{\infty i}$: i gazının camdaki çözünmüş konsantrasyonu
C_{ei} : i gazının habbe-cam arayüzeyindeki denge konsantrasyonu
n : toplam gaz çeşidi,

olarak verilmiştir. Eşitlik (6), habbe boyunun zamana bağlı değişim hızının (dR/dt), habbe içindeki gazların difüzyon hızlarının (D) ve habbe - cam arasındaki gaz konsantrasyon farkının ($C_{\infty i}$-C_{ei}) bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Gazların difüzyon katsayıları sıcaklıkla beraber artar veya azalırlar. Habbe - ermiş cam arasındaki gaz konsantrasyon farkı ise, afinasyon sürecine bağlı olarak olarak (-) ya da (+) değerde olabilmektedir. Dolayısıyla, dR/dt nin (+) olduğu durum habbenin büyüdüğünü, yani afinasyonun birinci aşamasını; (-) ise afinasyonun ikinci aşaması olan habbenin küçülme durumunu göstermektedir. Görüldüğü gibi, belirli bir cam eriyiği için, Eşitlik (6) içinde yer alan terimlerin değerleri bilindiği takdirde, o cam eriyiğinin habbeyi büyütme ve/veya küçültme kabiliyeti belirlenebilir. Bir cam eriyiğinin habbelerden kurtulma (afinasyon) kabiliyetinin belirlenmesi için gerekli diğer parametre de habbelerin cam eriyiğinin yüzeyine doğru yükselme hızlarıdır. Habbe çapının değişim hızı ve habbe çapına bağlı olarak yükselme hızı, belirli bir cam derinliğindeki bir habbenin yüzeye ulaşması için gerekli sürenin belirlenmesini sağlar.

Eşitlik (6) daki parametrelerin belirlenmesine yönelik olarak literatürde çeşitli deneysel ve teorik çalışmalar bulunmaktadır[7-10]. Ancak bu çalışmalar incelendiğinde, verilen değerler arasında farklılıklar ve/veya cam kompozisyonuna doğrudan bağlı olmadığı görülmektedir. Ayrıca Eşitlik (6) nın çözümünde, habbenin ilk oluştuğu andaki gaz kompozisyonunun bilinmesi ile ilgili bir zorluk da bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, habbe yükselme hızı ise teorik bir genel ifade olan Stokes Eşitliği (5) ile bulunmaktadır. Dolayısıyla bu tür belirsizliklerden kaçınarak, Eşitlik (5) ve (6) nın, belirli bir cam kompozisyonu (eriyiği) için ifade edilmesi gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen dR/dt fonksiyonunun ve habbe yükselme hızının farklı cam kompozisyonları için deneysel veriler kullanılarak belirlenmesi, bu çalışmanın temel özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Deney sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi ile elde edilen, habbe büyüme/küçülme hızını (dR/dt) ifade eden fonksiyon Eşitlik (7) de verilmektedir.

$$\frac{dR}{dt} = \frac{a}{e(-b/T)} .(c+d.T) \qquad (7)$$

Bu eşitlikte, a, b, c, d sabit sayılar olup her cam kompozisyonu için farklı değerlere sahiptir. T ise ergimiş cam sıcaklığıdır. Habbelerin cam yüzeyine çıkma hızları da deneysel olarak ölçüldükten sonra, bu hızların camın viskozitesine, yoğunluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak yeniden tanımlanması gerekmektedir. Bunun için ölçülen hızlar ile Eşitlik (5) kullanılarak hesaplanan hızlar arasındaki korelasyonlar tespit edilmektedir. Korelasyon sonuçlarından elde edilen yeni hız ifadesi de Eşitlik (8) de verilmektedir.

$$V_{exp} = A.V_{Stokes}+B \qquad (8)$$

Deneysel olarak ölçülen habbe hızları ile teorik hız arasında doğrusal bir ilişki bulunmakta ve yine A ve B sabit sayıları her cam kompozisyonu için ayrı belirlenmektedir. Bir sonraki aşamada Eşitlik (7) ve (8), keyfi olarak belirlenmiş standart bir cam derinliğinde (100 cm) bulunan başlangıç çapı bilinen bir habbe için, sabit artan zaman dilimleri için eş zamanlı olarak çözülür. Tablo 1 de gösterildiği gibi, bu hesaplama habbenin cam yüzeyine ulaşması veya küçülerek cam camın içinde yok olması için gerekli sürenin sonuna kadar devam eder.

Tablo 1. Zaman adımlı çözüm yöntemi

Zaman	Habbe Boyu	Habbe Hızı	Cam Derinliği
$t_0 = 0$	$R_0 = 0$	$V_0 = A.\ (2.\rho.g.R_0)/(9.\mu) + B$	$h_0 = V_0\ .\ t_0$
$t_1 = t_0 + \Delta t$	$R_1 = R_0 + dR/dt$	$V_1 = A.\ (2.\rho.g.R_1)/(9.\mu) + B$	$h_1 = V_1\ .\ t_1$
$t_2 = t_1 + \Delta t$	$R_2 = R_1 + dR/dt$	$V_2 = A.\ (2.\rho.g.R_2)/(9.\mu) + B$	$h_2 = V_2\ .\ t_2$
$t_3 = t_2 + \Delta t$	$R_3 = R_2 + dR/dt$	$V_3 = A.\ (2.\rho.g.R_3)/(9.\mu) + B$	$h_3 = V_3\ .\ t_3$
$t_4 = t_3 + \Delta t$	$R_4 = R_3 + dR/dt$	$V_4 = A.\ (2.\rho.g.R_4)/(9.\mu) + B$	$h_4 = V_4\ .\ t_4$
$t_n = t_{n-1} + \Delta t$	$R_n = R_{n-1} + dR/dt$	$V_n = A.\ (2.\rho.g.R_n)/(9.\mu) + B$	$h_n = V_n\ .\ t_n$

Bu sayısal analiz yöntemi kullanılarak, farklı cam kompozisyonlarının habbeden arınma kabileyetleri karşılaştırmalı olarak ve/veya bir kompozisyon içinde yer alan oksitlerin afinasyona olan etkisi incelenebilmektedir.

3.2. Deneylerde Kullanılan Cam Kompozisyonları

Habbelerin büyüyerek cam yüzeyine çıkmaları veya küçülerek cam içinde çözünmeleri zaman adımlı görüntüleme yöntemi ile, Tablo 2 de kompozisyonları verilen üç ayrı cam çeşidi için incelenmektedir.

Tablo 2. Cam Kompozisyonları

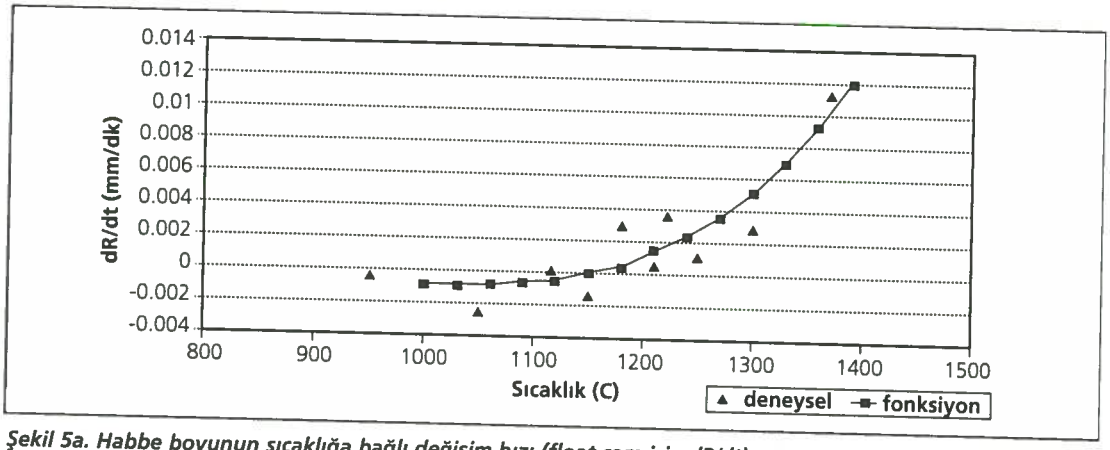
Oksitler	Float Cam	Bal Rengi Şişe	Yeşil Renkli Şişe
SiO_2	71.35	70.95	71.24
Al_2O_3	1.22	2.20	1.74
CaO	8.21	10.33	10.10
MgO	4.31	1.50	2.86
Na_2O	13.95	13.85	13.21
B_2O_3	-	0.75	-
K_2O	0.06	0.08	0.20

Bu kompozisyonlar, camların afinasyon performanslarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi için örnek olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın ana amacının uygalanabilir pratik bir yöntem geliştirmek olduğu düşünüldüğünde; aynı cam sınıfında farklı cam kompozisyonlarının bu yöntem ile incelenmesi, daha gerçekci ve anlamlı olacaktır.

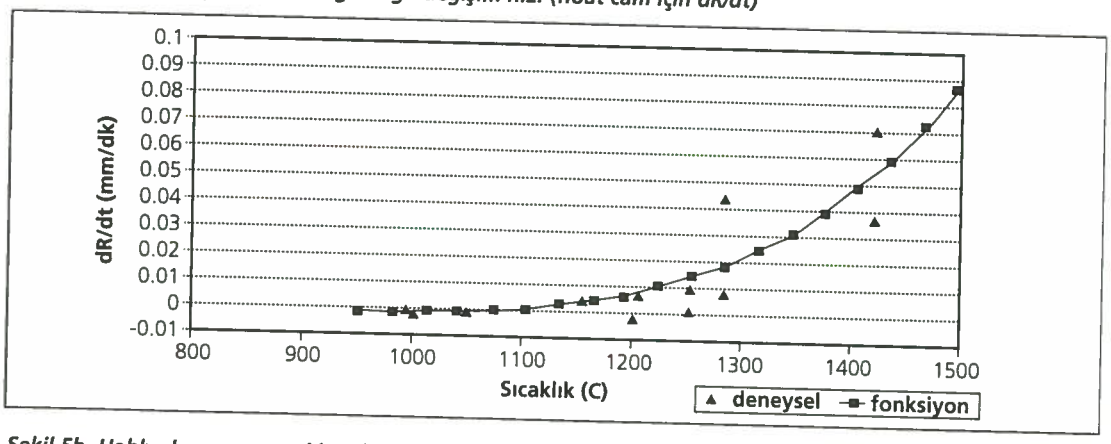
4. DENEY SONUÇLARI

Deney sonuçlarının değerlendirmesinde ilk adım olarak, farklı sıcaklıklarda yapılan toplam 25 deneyden elde edilen habbe boyu değişimlerinin doğrusal regrasyonları yapılarak eğimleri hesaplanmaktadır. Bu eğimlerin sıcaklığa bağlı değişimi habbenin büyüme/küçülme hızını (dR/dt) vermektedir. Eşitlik (7) ile ifade edilen ve her cam kompozisyonu için ayrı elde edilen dR/dt sonuçları ise Şekil 5a, 5b ve 5c de verilmektedir. Bu grafiklerden görüldüğü gibi dR/dt ile tanımlanan habbe boyunun büyüme/küçülme hızı her cam kompozisyonu için farklılık göstermektedir. Ortak olan durum ise, habbenin yüksek sıcaklılarda büyümesi (afinasyonun 1. aşaması); düşük sıcaklıklarda ise küçülmesi (afinasyonun ikinci aşaması) bütün fonksiyonlarda görülmektedir. Buna karşın, - 1155°C - 1420°C arasındaki cam sıcaklıklarında, bal rengi camdaki habbelerin büyüme hızları float ve yeşil camdaki habbelere göre daha hızlıdır. Daha yüksek sıcaklıklarda ise, yeşil camdaki habbeler çok daha hızlı büyümektedir. Afinasyonun ikinci aşaması olarak değerlendirilen habbelerin küçülmesi tarafında ise, yeşil camdaki habbeler diğer camlardaki habbelere göre daha hızlı küçülmektedir. Bununla beraber, cam sıcaklıkları düşerken float camdaki habbeler diğer camda-

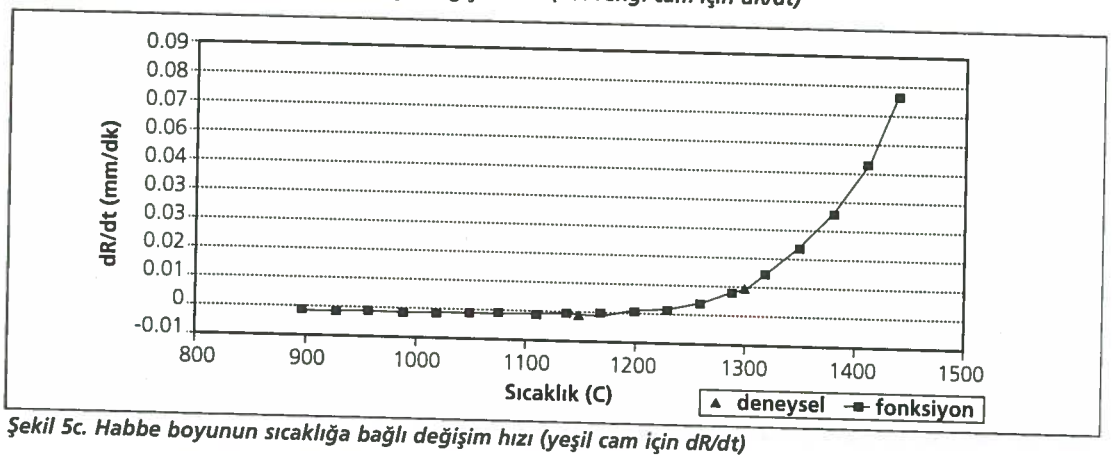
ki habbelere göre daha önce küçülmeye başlamaktadır. Float camda habbelerin küçülmeye başlama sıcaklığı -1150°C iken, bal rengi ve yeşil camlarda bu sıcaklık -1075°C'dir. dR/dt fonksiyonlarındaki bu farklılık, Bölüm 2 de detaylı olarak anlatılan, gazların ve ergimiş camın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kontrol edilen habbe - cam arasındaki difüzyon reaksiyonlarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Genel bir değerlendirme olarak, her üç cam kompozisyonu içinde, -1155°C den daha yüksek cam sıcaklıklarında, habbeler büyüme eğilimindedirler. Bu sıcaklıklığın altında ise habbelerin küçülerek yok olmaları söz konusudur. Bu durumun pratik anlamı değerlendirildiğinde, ergitme tankında (yüksek sıcaklık bölgesi) atılamayarak daha soğuk olan çalışma (veya dinlenme) havuzuna giren habbelerin büyüyerek veya küçülerek camdan atılmalarının imalat şartlarına daha çok bağımlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5a. Habbe boyunun sıcaklığa bağlı değişim hızı (float cam için dR/dt)



Şekil 5b. Habbe boyunun sıcaklığa bağlı değişim hızı (bal rengi cam için dR/dt)



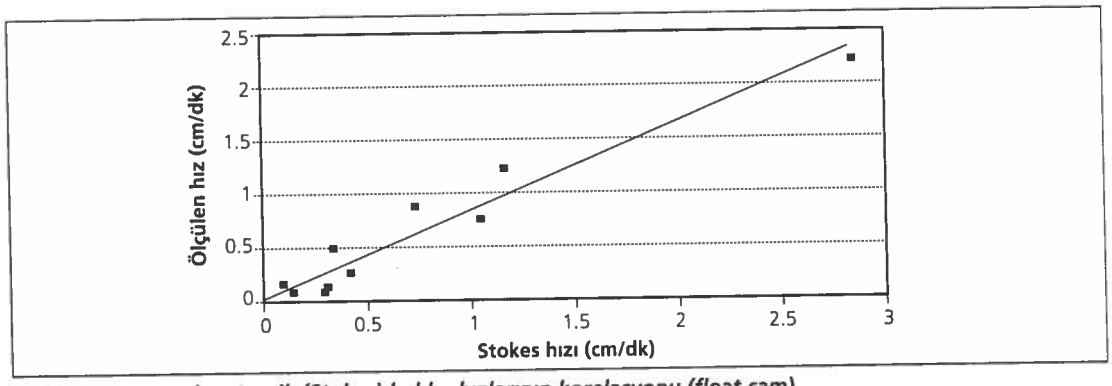
Şekil 5c. Habbe boyunun sıcaklığa bağlı değişim hızı (yeşil cam için dR/dt)

Elde edilen dR/dt eğrileri, Bölüm 3.1 de açıklandığı gibi, Eşitlik (7) de verilen fonksiyon ile tanımlanmaktadır ve bu eşitlikteki sabit sayılar her cam kompozisyonu için ayrı değerlere sahiptir. Bu değerler Tablo 3 de verilmektedir.

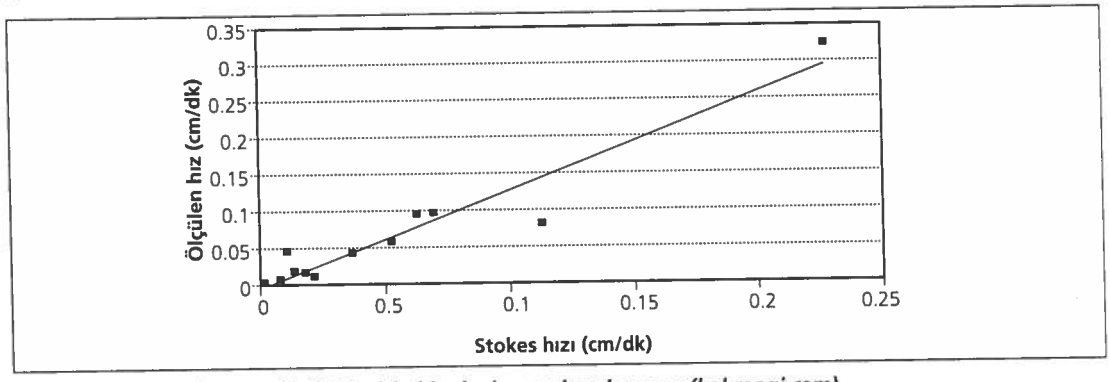
Tablo 3. Eşitlik (7)deki sabitlerin değerleri

Fonksiyon ⇒ $dR/dt = [a/e^{(-b/T)}].[c + d . T]$				
Camlar	**a**	**b**	**c**	**d**
Float	0.40662	-7582.16	-33.5524	0.0290
Bal	0.65655	-7855.64	-66.1584	0.0616
Yeşil	588.489	-17245.5	-81.6185	0.0710

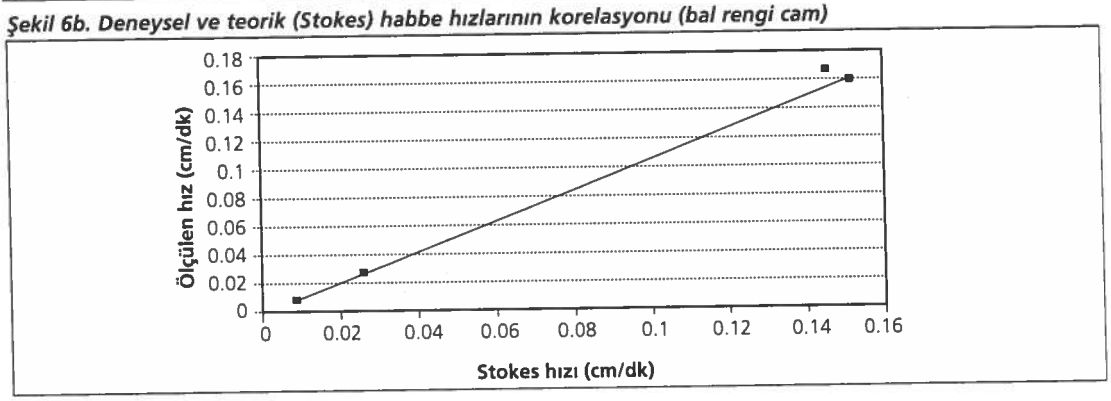
Geliştirilen yöntemin bir sonraki aşaması, daha önce de belirtildiği gibi, deneylerde ölçülen habbe hızları ile teorik Stokes hızları arasındaki korelasyonların belirlenmesidir. Üç cam kompozisyonu için elde edilen korelasyon eğrileri Şekil 6a, 6b ve 6c de verilmektedir.



Şekil 6a. Deneysel ve teorik (Stokes) habbe hızlarının korelasyonu (float cam)



Şekil 6b. Deneysel ve teorik (Stokes) habbe hızlarının korelasyonu (bal rengi cam)



Şekil 6c. Deneysel ve teorik (Stokes) habbe hızlarının korelasyonu (yeşil cam)

Üç grafik de, ölçülen habbe hızları ile Stokes hızları arasındaki korelasyonların yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, ölçülen habbe hızları, camın vizkozitesine ve yoğunluğuna bağlı olarak, Stokes eşitliği cinsinden güvenli bir şekilde yeniden tanımlanabilmektedir.

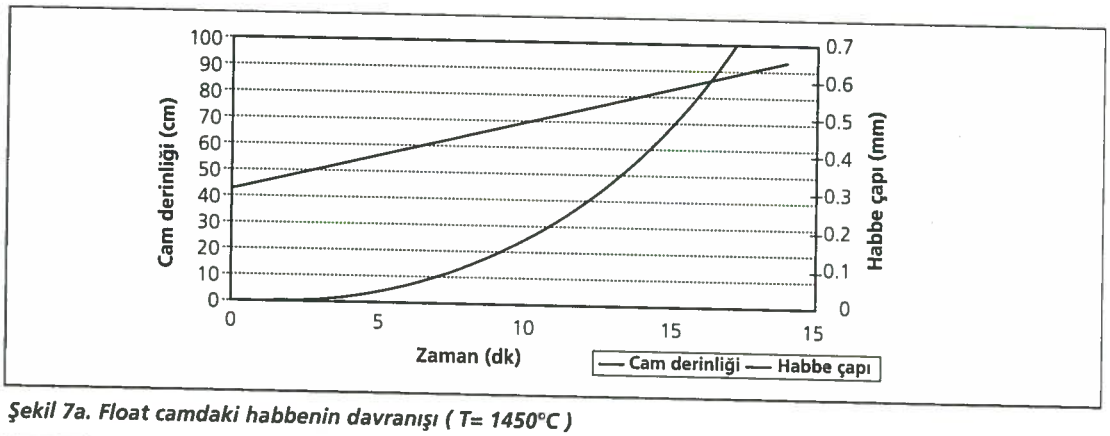
Deney sonuçlarından elde edilen dR/dt ve yeniden tanımlanmış habbe hızı fonksiyonlarının Bölüm 3.1 de açıklanan yöntem kullanılarak çözümü ile çeşitli simülasyonlar gerçekleştirilmektedir.

5. HABBE SİMÜLASYONLARI

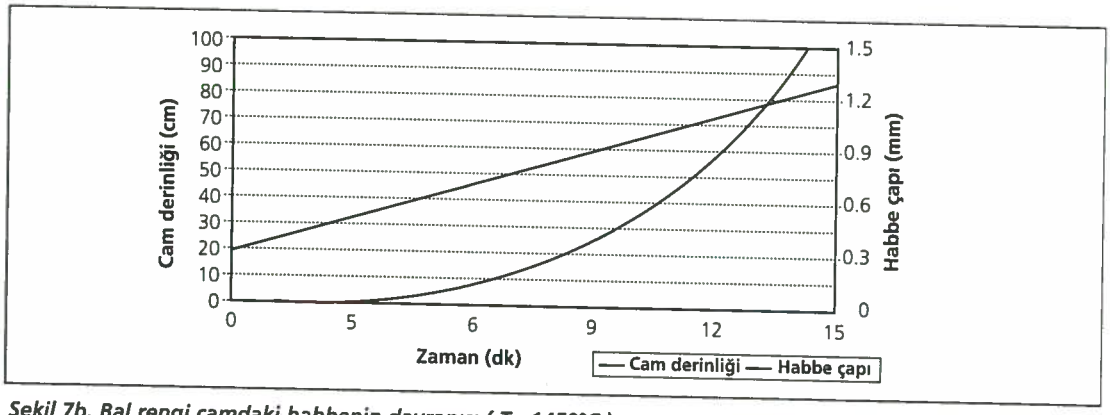
Farklı cam kompozisyonlarında habbelerin davranışı ile ilgili simülasyonlar, keyfi olarak seçilen bir cam derinliği ve habbe boyu ile yapılmaktadır. Bu çalışmada, başlangıç çapı 0.3mm olan bir habbe ergimiş camda yüzeyden 100cm derinlikte bir noktaya yerleştirilmektedir. Habbenin cam yüzeyine ulaştığı an aynı zamanda camdan atıldığı an olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla, sabit veya değişken sıcaklık altında bir habbenin cam yüzeyine ulaşma süresi veya küçülerek çapının sıfır değerine ulaşması için geçen süre cam kompozisyonlarına bağlı olarak karşılaştırılmaktadır. Aşağıda yapılan simülasyon çalışmalarından bazı örnekler verilmektedir.

A) T = 1450°C, Cam Derinliği = 100cm, Başlangıç Habbe Çapı = 0.3mm

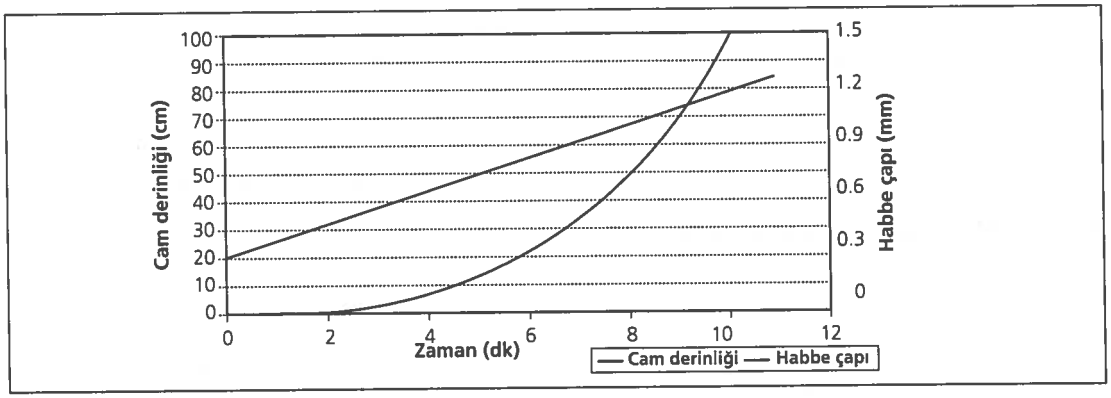
Aşağıda verilen Şekil 7a, 7b ve 7c deki grafikler karşılaştırıldığında, 1450°C sabit cam sıcaklığında, yeşil şişe cam eriyiğindeki habbenin, diğer camlardaki habbelere göre, cam yüzeyine daha kısa sürede ulaştığı görülmektedir. Habbelerin cam yüzeyine doğru hareket ederken, habbe boylarının büyümesi de yine aynı grafiklerden görülmektedir. Afinasyonun yüksek sıcaklıktaki birinci aşamasındaki cam eriyiği - habbe arasındaki gaz transferi mekanizması dikkate alındığında, yeşil ve bal rengi camlardaki afinasyon gazlarının habbeye geçerek habbe boyunu büyütmeleri, float cama göre daha fazla olmaktadır.



Şekil 7a. Float camdaki habbenin davranışı (T= 1450°C)



Şekil 7b. Bal rengi camdaki habbenin davranışı (T= 1450°C)

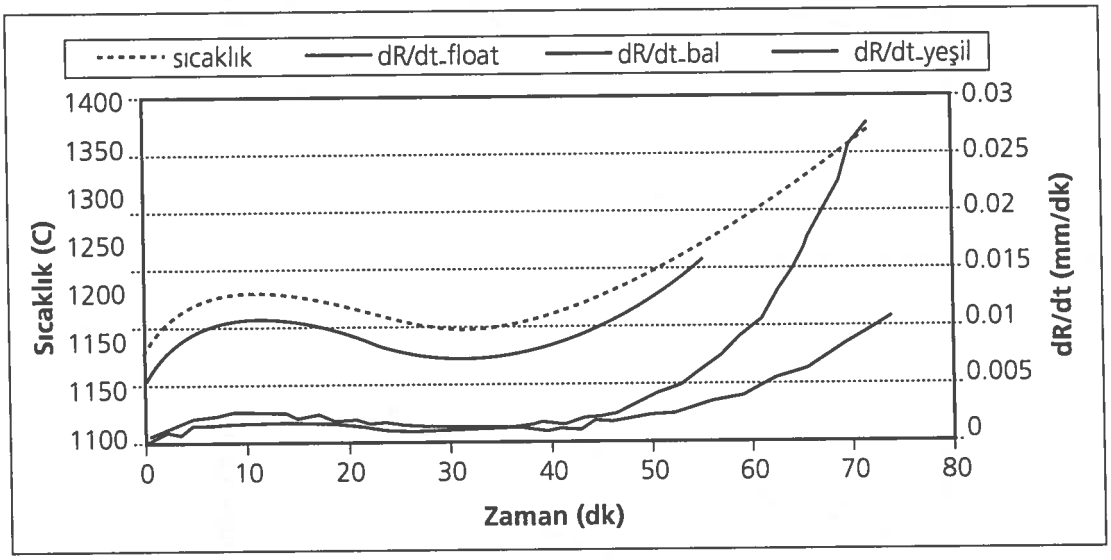


Şekil 7c. Yeşil camdaki habbenin davranışı (T= 1450°C)

B) Değişken Cam Sıcaklığı-1, Cam Derinliği = 100cm, Başlangıç Habbe Çapı = 0.3mm

Geliştirilen model ile sabit cam sıcaklıkları için simülasyonlar yapılabildiği gibi, değişken cam sıcaklıklarında habbe davranışını inceleyen simülasyonlar da yapılabilmektedir. Gerçek bir cam fırınında camın sürekli hareket halinde olduğu, yani farklı zamanlarda farklı sıcaklıklarda bulunduğu düşünüldüğünde; değişken cam sıcaklığı altındaki habbe davranışlarının cam kompozisyonlarına göre karşılaştırılması da önemli olmaktadır.

Fırın içindeki ergimiş cam, konveksiyon akımlarına ve çekiş hızına bağlı olarak, farklı zamanlarda farklı sıcaklık noktalarında bulunmaktadır. Böyle bir durumu benzeştiren bu simülasyonda cam sıcaklığı zamana bağlı olarak ~1160°C - 1400°C arasında değişmektedir (Şekil 8). Bölüm 3.1 de detaylı olarak açıklandığı gibi, dR/dt sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Verilen sıcaklık aralığında, bal rengi camdaki dR/dt değişimi diğer camlardakine göre daha yüksektir. Başlangıçta, float ve yeşil camlar benzer özellikler göstermesine rağmen, ~1250°C den sonra yeşil camdaki dR/dt, float camdakine göre daha yüksektir, ancak yine de, bal rengi camdaki habbe büyümesi hızına, verilen sıcaklık aralığında, ulaşamamaktadır.

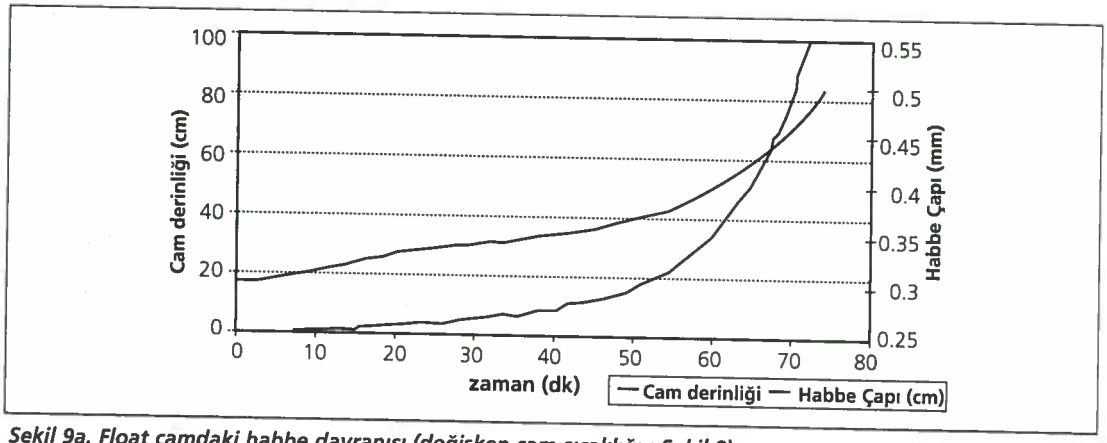


Şekil 8. Değişken sıcaklık dağılımı ve habbe büyüme hızları

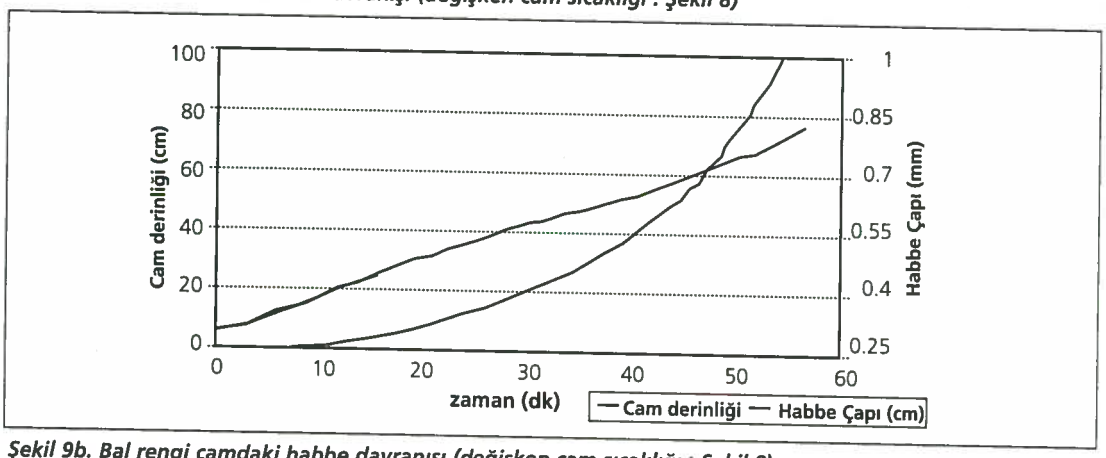
Fırın içindeki ergimiş cam, konveksiyon akımlarına ve çekiş hızına bağlı olarak, farklı zamanlarda farklı sıcaklık noktalarında bulunmaktadır. Böyle bir durumu benzeştiren bu simülasyonda cam sı-

caklığı zamana bağlı olarak ~1160°C - 1400°C arasında değişmektedir (Şekil 18). Bölüm 4.3 de detaylı olarak açıklandığı gibi, dR/dt sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Verilen sıcaklık aralığında, bal rengi camdaki dR/dt değişimi diğer camlardakine göre daha yüksektir. Başlangıçta, float ve yeşil camlar benzer özellikler göstermesine rağmen, ~1250°C den sonra yeşil camdaki dR/dt, float camdakine göre daha yüksektir, ancak yine de, bal rengi camdaki habbe büyümesi hızına, verilen sıcaklık aralığında, ulaşamamaktadır.

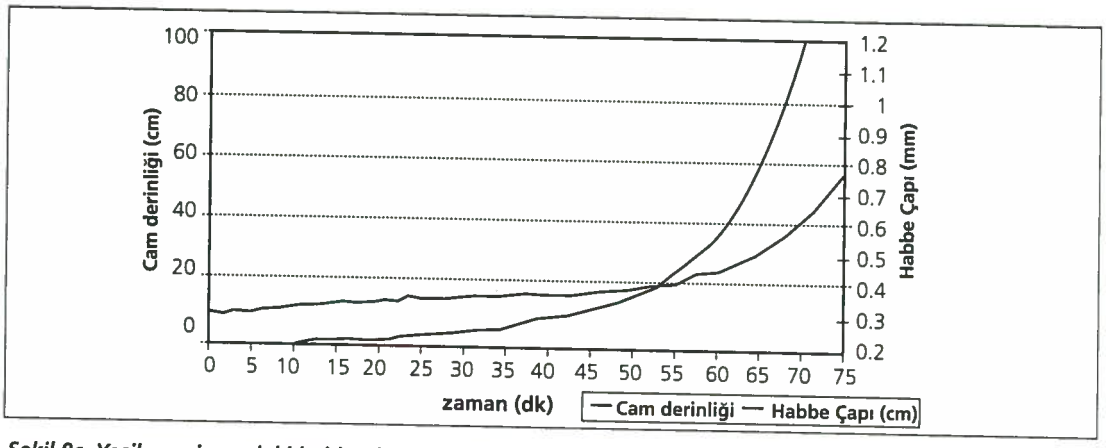
Zamana bağlı olarak yukarıdaki gibi verilen bir sıcaklık aralığında habbelerin float, bal ve yeşil şişe cam eriyiklerindeki davranışları Şekil 9a, 9b ve 9c de verilmektedir.



Şekil 9a. Float camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 8)



Şekil 9b. Bal rengi camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 8)

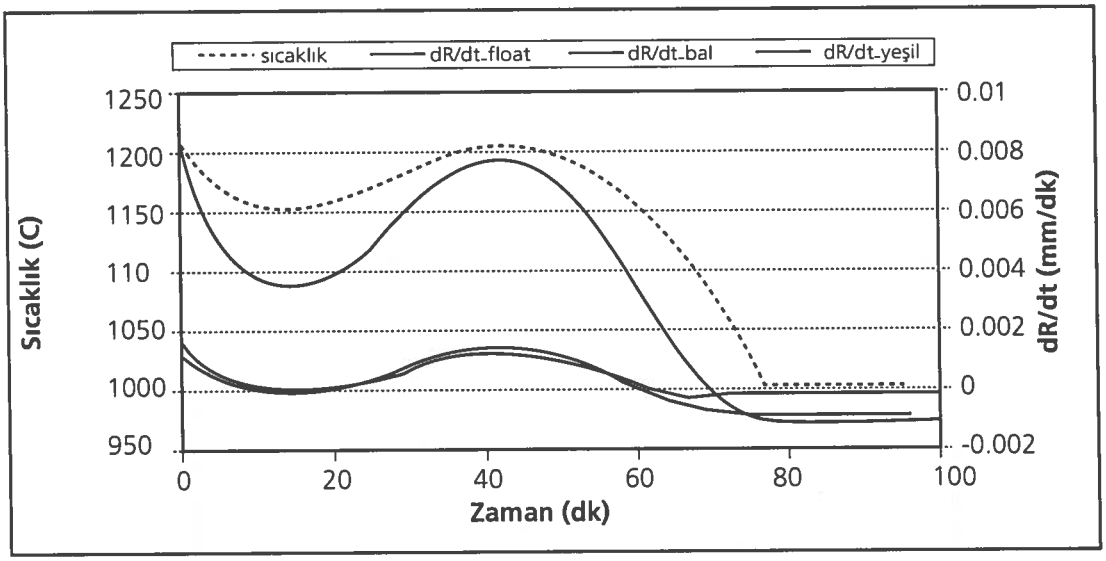


Şekil 9c. Yeşil rengi camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 8)

Yukarıda verilen grafikler karşılaştırıldığında, float camındaki habbenin yüzeye çıkma süresi, diğerlerine göre daha uzundur. Habbe çapı da, yüzeye ulaştığında ancak 0.5mm ye ulaşmaktadır. Diğer taraftan, bal rengi ve yeşil renkli camdaki habbelerin boyları, cam yüzeyine ulaştıklarında birbirlerine eşit olmakla birlikte (~0.8mm), bal rengi habbenin cam yüzeyine ulaşma süresi (~55dk) yeşil renkli camdaki habbeye göre (~68dk) çok daha kısadır.

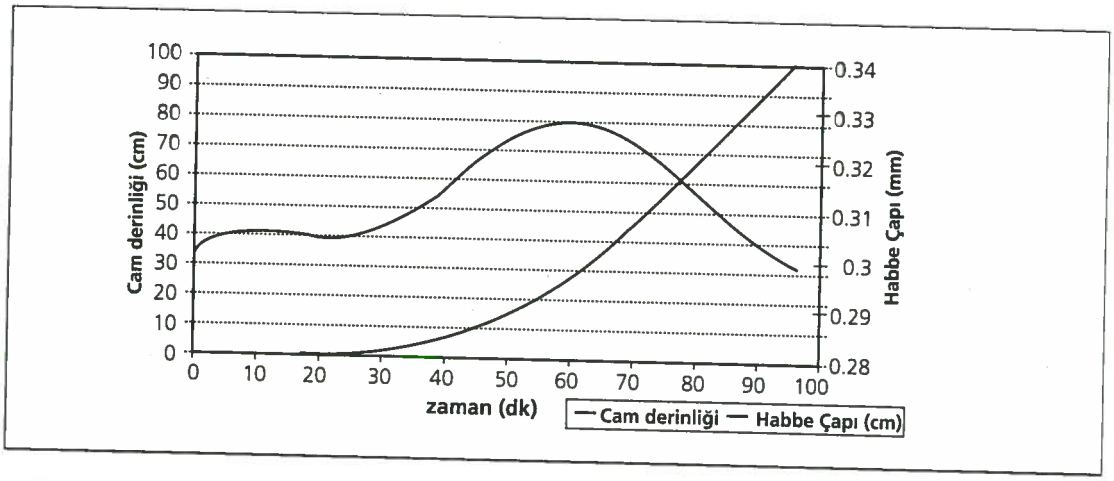
C) Değişken Cam Sıcaklığı-2, Cam Derinliği = 100cm, Başlangıç Habbe Çapı = 0.3mm

Değişken sıcaklıklar altında yapılan diğer bir simülasyonda, sıcaklık dağılımı düşük sıcaklık bölgesinde seçilmiştir. Böylelikle, özellikle fırınların çalışma havuzları ve/veya forehearth bölgelerinde afinasyon habbelerinin davranışının incelenmesi amaçlanmıştır. Şekil 10, cam sıcaklığının zamana bağlı olarak, önce biraz düşüp tekrar yükseldiği; daha sonra da hızlıca 1000°C ye kadar düştüğü bir durumda, habbe boylarının büyüme/küçülme hızlarını göstermektedir.

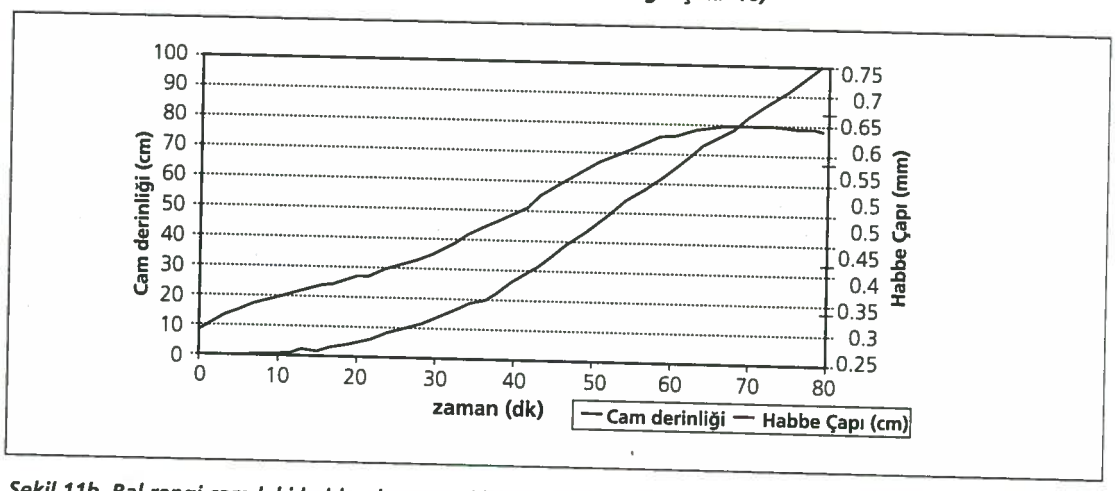


Şekil 10. Değişken sıcaklık dağılımı ve habbe büyüme hızları

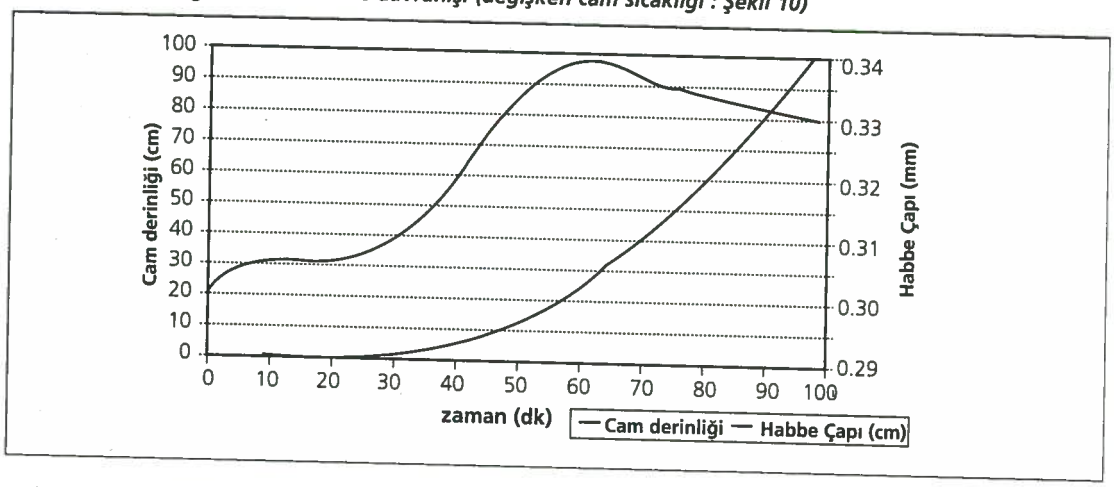
Düşük sıcaklık bölgelerinde de, yüksek sıcaklıklardaki duruma benzer olarak, bal rengi camda habbe boyu değişiminin hızı diğer habbelere göre daha yüksektir. Yukarıdaki grafik incelendiğinde, cam sıcaklığında ~50°C lik bir artış (1150°C den 1200°C ye), bal rengi camdaki habbenin ~2.2 kat (~0.0035 mm/dk dan -0.0078mm/dk ya) büyümesine neden olmaktadır. Diğer camlardan farklı olarak bal renginde gözlenen bu durum, bal rengi camın "reboil" (afine olmuş cam eriyiğinde bulunan çözünmüş gazların, ani sıcaklık artışı ile yeniden gaz fazına geçmeleri -camın yeniden kaynaması-) oluşumuna daha yatkın olduğunu göstermektedir. Cam sıcaklığının -1150°C nin altına düştüğü durumlarda, float ve yeşil camdaki habbelerin boyu küçülmektedir. Yani, habbeler cam eriyiği içinde çözünebilmektedir. Bal rengi camda bu durum, ancak -1075°C nin altında olmaktadır. Bal rengi camdaki habbenin, ancak çok daha düşük sıcaklıklarda küçülmeye başlaması da, yine bu cam tipinde reboil mekanizmasının daha kolay oluşabileceğini göstermektedir.Şekil 10 de gösterilen sıcaklık dağılımı ve habbe boyu değişim hızlarına bağlı olarak elde edilen simülasyon sonuçları da, Şekil 11a, 11b ve 11c de verilmektedir.



Şekil 11a. Float camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 10)



Şekil 11b. Bal rengi camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 10)



Şekil 11c. Yeşil rengi camdaki habbe davranışı (değişken cam sıcaklığı : Şekil 10)

Simülasyon sonuçları incelendiğinde, yukarıda verilen açıklamalar doğrultusunda, bal rengi camdaki habbenin yüzeye daha çabuk ulaştığı görülmektedir (~79dk). Habbe boyu da, diğer camlardaki habbelerden farklı olarak, 0.3mm den ~0.65mm ye büyümektedir. Float ve yeşil camlarda-

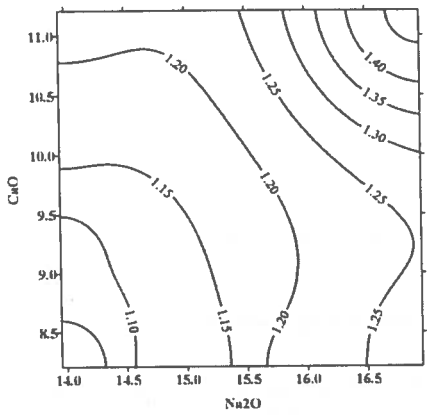
ki habbelerin cam yüzeyine ulaşma süreleri ise birbirlerine yakındır (float cam : ~96dk, yeşil cam: ~98dk). Bu camlardaki habbelerin boyları da, başlangıçtan itibaren çok az büyüyüp; sıcaklığa bağlı olarak tekrar küçülmekte ve cam yüzeyine ulaştıklarında hemen hemen başlangıç boylarına geri dönmektedirler (float cam : ~0.3mm, yeşil cam: ~0.33mm).

Simülasyon sonuçları karşılaştırıldığında, yukarıda verilen düşük sıcaklık dağılımında, bal rengi camdaki habbenin diğer camlardaki habbelere göre daha kolay yok olduğu düşünülebilir. Ancak gerçek fırın şartlarına yönelik bir değerlendirme yapmak gerektiğinde, özellikle düşük sıcaklık bölgesinde camın kalış süresi önemli hale gelmektedir. Örneğin, her üç camında tamamen benzer fırınlarda ve aynı çekiş miktarları ile üretildiğini, ve cam eriyiklerinin, yukarıda verilen sıcaklık dağılımını 40 dakikada geçerek, spout (karşılaştırma için, float cam kompozisyonu kullanarak da, şişe üretimi yapıldığı varsayılmaktadır) bölgesine ulaştığını varsayalım. Bu sürenin sonunda, float camdaki habbenin tabandan sadece 6.3cm yukarıda ve boyunun 0.31mm, yeşil camdaki habbenin de tabandan 5.75cm yukarıda ve boyunun da 0.32mm olacağı hesaplanmaktadır. Buna karşın, aynı sürenin sonunda bal rengi camdaki habbe tabandan 28 cm yukarıda ve boyuda 0.5mm olmaktadır. Bu durumda, float ve yeşil camlardaki habbelerin, damla oluşturmak için tüpün içine giren cama katılması bal rengi habbesine göre daha güç olacağı varsayılabilir. Bu habbelerin damlaya kadar ulaştığı kabul edilse bile, bal rengi habbesinden daha küçük olduklarından kalite açısından kabul edilme şansları daha yüksek olarak düşünülebilir.

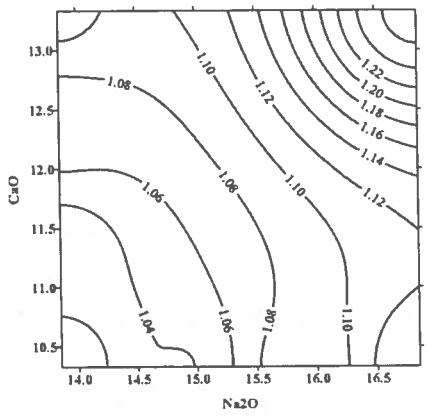
D) Cam kompozisyonundaki oksit değişimlerinin incelenmesi

Farklı bir simülasyon çalışması olarak, cam kompozisyonu optimizasyonuna yönelik olarak, oksitlerin yer değiştirmesinin afinasyona olan etkisi incelenmektedir. Bu tür simülasyonlarda, ergimiş camdaki gaz reaksiyonlarında bir değişim olmadığı; buna karşılık oksit değişiminden dolayı camın yoğunluk ve viskozite özelliklerinin değiştiği varsayılmaktadır. Aynı habbe boyunun küçülme/büyüme fonksiyonları ve habbe hızları yeni viskozite ve yoğunluk değerleri ile hesaplanarak, cam kompozisyonlarının afinasyon performansları oksit değişimine bağlı olarak incelenmektedir.

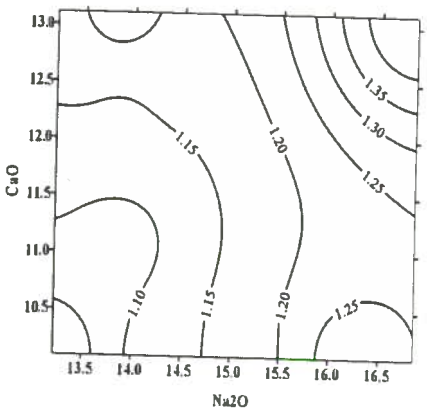
Aşağıda sonuçları verilen örnek simülasyonda (Şekil 12a, b ve c), float, bal ve yeşil cam kompozisyonlarında SiO_2 miktarı maksimum 3 birime kadar azaltılıp; Na_2O ve CaO miktarları da aynı şekilde 3 birim artırılmaktadır. Afinasyonun bütün aşamalarını kapsaması için, simülasyon 1450°C - 1150°C sıcaklıkları arasında, 50°C lik sabit aralıklarda yapılmaktadır. Daha önceki simülasyonlarda olduğu gibi, cam derinliği 100 cm ve başlangıç habbe boyu 0.3 mm olarak alınmaktadır. Bu simülasyonda, camların afinasyon performanslarının karşılaştırılmasından ayrı olarak; aynı camdaki oksit değişimlerinin etkisini inceleyebilmek için indeksleme yöntemi kullanılmaktadır. Bu indeksleme yönteminde, ana cam kompozisyonlarının afinasyon performansları "1" olarak kabul edilip, oksit değişimine bağlı performans artışları bu değere göre sıralanmaktadır.



Şekil 12a. Float cam için afinasyon indeksi dağılımı



Şekil 12b. Bal rengi cam için afinasyon indeksi dağılımı



Şekil 12c. Yeşil cam cam için afinasyon indeksi dağılımı

Şekillerden görüldüğü gibi, Na_2O ve CaO ile SiO_2 arasında ayrı ayrı veya beraber yer değiştirme miktarı artıkça, afinasyon performanslarının giderek artması, bütün camlarda gözlenmektedir. Bununla birlikte, maksimum 3 birim yer değiştirme ile afinasyon performansındaki en yüksek iyileşme float cam kompozisyonunda gerçekleşmektedir. Bu durumun, float cam kompozisyonunda CaO ile SiO_2 arasındaki 3 birimlik yer değişiminin afinasyon performansında ~%36.5 luk bir artış sağlarken diğer cam kompozisyonlarında bu değerin ~%30 seviyesinde kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında geliştirilen deney düzeneği ve matematiksel model kullanılarak, habbelerin ergimiş camdaki davranışları sıcaklığa bağlı olarak incelenebilmektedir. Afinasyonun temel özelliklerinden olan habbelerin büyüme/küçülme özellikleri ve camın yüzeye doğru yükselme hızları, sıcaklığa ve cam kompozisyonuna göre belirlenmektedir. Dolayısıyla, çeşitli parametreleri değiştirilerek yapılan simülasyonlar ile, farklı cam kompozisyonlarının afinasyon performansları karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

Geliştirilen yöntem ile float cam, bal rengi şişe ve yeşil renkli şişe kompozisyonlarında habbe davranışlarının dinamiği belirlenek; bu kompozisyonların afinasyon performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Yüksek sıcaklıkta gerçekleşen afinasyonun birinci aşamasında, bütün cam eriyiklerinde habbelerin büyüyerek cam yüzeyine ulaşmaları gerçekleşmekle birlikte, bal rengi camdaki habbeler diğerlerine göre daha fazla büyüyüp daha kısa sürede cam yüzeyine ulaşmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise afinasyonun ikinci aşaması gerçekleşerek; habbelerin küçüldüğü tespit edilmiştir. Habbe boyunda en hızlı küçülme ise float cam eriyiğinde gerçekleşmiştir. Bütün sıcaklıkları içeren afinasyonun her iki aşamasına yönelik değerlendirme de ise, float camın afinasyon süresi, diğer cam kompozisyonlarına göre daha uzundur.

Cam viskozitesini etkileyen oksitlerin yer değiştirmesine yönelik incelemede ise, her üç cam kompozisyonunda maksimum 3 birim oranında SiO_2 azaltılıp, Na_2O ve CaO ayrı ayrı artırılmıştır. Bu yer değiştirme sonucunda, cam kompozisyonlarının afinasyon performansları incelendiğinde, en yüksek performans artışı ~%45 ile float cam kompozisyonunda gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak, bu tür incelemelerin sonuçları, hem cam kompozisyonlarının, hem de fırın şartlarının optimizasyonu ile ilgili çalışmalara katkı sağlamaktadır. Habbe ile ilgili parametrelerin optimizasyon çalışmaları da, cam ürünlerinde görülen habbe hatalarının oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına ve habbe hatasının yok edilmesi çalışmalarına yardımcı olmaktadır. Özellikle, son üründe bulunan habbelerin özellikleri belirlenerek; geliştirilen model yardımı ile, bu tür habbelerin fırın içinde hangi aşamalardan geçtiğine yönelik bilgi oluşturmak mümkün olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Cable, M., J. Am. Ceram. Soc. Vol.49 No.8, 1966, pp. 436-441.

2. Weinberg, M.C., J. Non-Crystalline Solids, (1986), pp. 376-386.

3. Oran, M., ŞIŞECAM Teknik Bülten, Cilt 21, No.1, 1992, pp. 17-21.

4. Oran, M., Chimica Chronicai New Series, 23, (1994), pp. 101-106.

5. Oran, M., Int. Symp. On Glass, Beijing, Proceedings, Vol.7,1995, pp. 24-29.

6. Cable, M. and J.R. Frade, Glastech. Ber., 60, (1987), No.11, pp. 355-362.

7. Nemec, L. and Muhlbauer, M., Glastech., Ber. 54, 1981, No.4, pp. 99-108.

8. Nemec, L., Glass Technology, Vol.21, No.3, June 1980, pp. 134-138.

9. Balkanli, B., A. Ungan, Glass Technology, Vol.37, No.1, February 1996, pp. 29-34.

10. Parker, B. and I.H. Smith, Int. Symp. On Glass, İstanbul, Proceedings, Vol.1,1996, pp. 367-371.

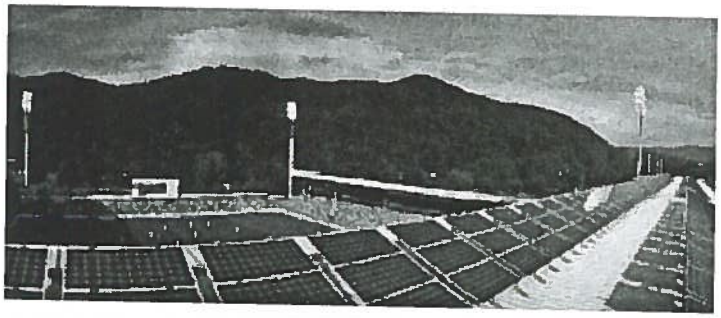
GÜNEŞ PİLLERİNDE ŞİŞECAM STRATEJİSİ

Dr. Baha Kuban
TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

Nedim Erinç
TŞCFAŞ, Projeler Müdürlüğü

Güneş Pilleri: Güneş Işığını Doğrudan Elektriğe Dönüştüren Üreteçler

Güneş pilleri, güneş ışığını elektrik akımına dönüştüren yarı iletken malzemelerdir. Üreteç plakalarının cam plakalar arasına yerleştirilmesiyle elde edilen modüller, yapılarda cephe ve çatı kaplamaları olarak, geniş araziler üzerinde güneş santralları olarak veya ulaşım araçlarında kullanılabilmektedir. Aşağıda solda bir kamu alanı uygulaması, sağda ise kapatılan bir nükleer santral arazisine kurulan güneş pili santralı görülmektedir.



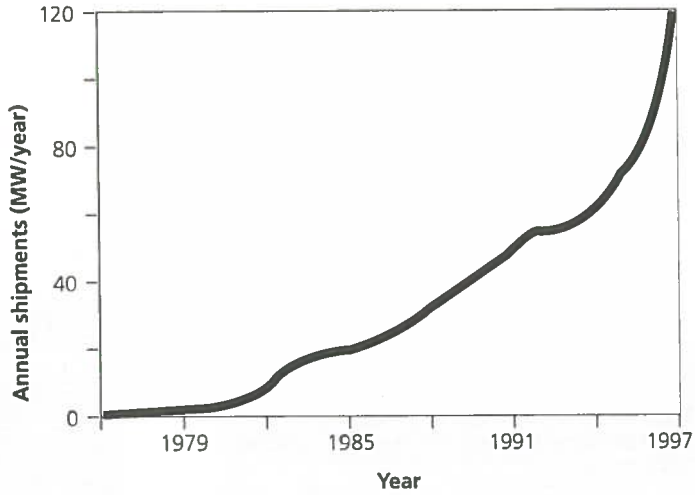
Avrupa Birliği, 1997 Kyoto zirvesinde sanayileşmiş ülkeler için sera gazlarında %15'lik bir düşüş senaryosu önermiştir. AB tek taraflı olarak bu hedefe ulaşmakta istekli olduğunu yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki ciddi programları ile de göstermektedir. Bu programa göre AB'nin enerji tüketiminde bu kaynakların 2010 yılındaki paylarının %12-15 olması öngörülmektedir. Bu değer güneş pilleri açısından bugün 0.03 GW olan tüketim değerinin yaklaşık 3 GW 'a çıkması, 1997-2010 arasında yaklaşık 0.5 milyar ECU yakıt tasarrufu ve yine 2010'da 3 milyon ton daha az CO_2 emisyonu demek olacaktır. AB bu hedefe uygun olarak ENE, JOULE-1,2,3, APAS, THERMIE gibi araştırma-geliştirme ağırlıklı programlar yürütmekte, yanısıra tek tek üye ülkeler bu enerjinin piyasa koşullarında rekabetçi olmasını hızlandıracak büyük teşvik projelerini uygulamaya koymaktadırlar. Bu kapsamda dikkate değer projeler Almanya ve Hollanda'nın bir milyon çatı projeleri, İtalya'da güneş pili kullanımına verilen %75'e yakın yatırım desteği ve Akdeniz kuşağındaki tüm ülkelerde başlatılan çalışmalardır.

ABD'de Federal Hükümetin AB'dekine benzer 'bir milyon çatı' projesinin yanısıra pek çok eyalette güneş pilleri santralleri kurulmaktadır. Bunlardan en yenileri New York ve Massachussets eyaletlerinde kentlerin gereksinimlerini karşılamaya yönelik güneş pili santralleri projeleridir. Japonya da benzer projelerle, güneş enerjisini piyasada rekabet edebilecek konuma hızla gelmesine katkıda bulunmaktadır.

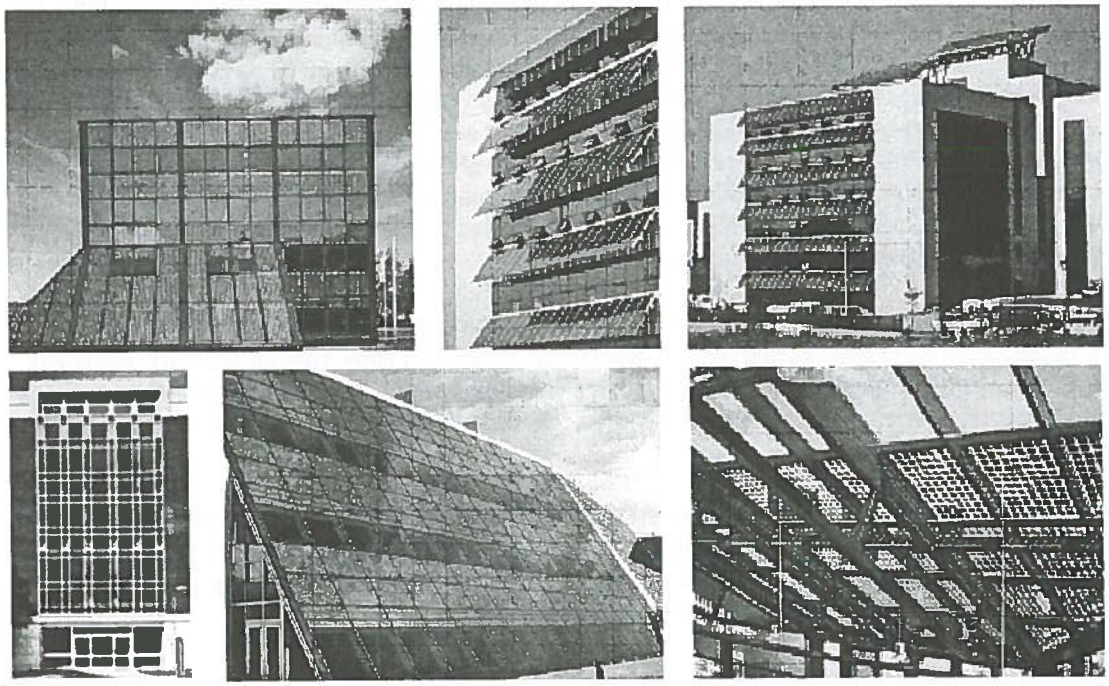
Güneş enerjisi sektörünün potansiyelini en başta bugünün petrol devleri keşfetmişlerdir. Şu anda dünya güneş pili üretiminin en büyükleri Shell ve BP'dir. Bu pazarın neden çekici olduğu aşağıdaki sayılara bakarak daha iyi anlaşılabilir. Bu tabloda dünyada en hızlı gelişen bazı yüksek teknoloji alanlar güneş pili satışları ile karşılaştırılmaktadır.

Sektör	1998 büyüme hızı
Bilişim Teknolojileri	% 10
Cep Telefonu	% 11
Optik Elyaf	% 17
Internet kullanımı	% 33
Güneş Pilleri	% 41

Aşağıdaki şekil, son yıllardaki güneş pili satışlarındaki çarpıcı değişimi göstermektedir.



Güneş pili modüllerinde altlık ve üstlük olarak cam kullanılıyor olması, yeni güneş pili teknolojilerinde 'float' hatlarının çıkışında güneş pillerinin asıl katmanının hat üzerinde kaplanacağı tekniklerin istikbal vadetmesi, güneş pili modüllerinin binalarda cephe giydirmede yeni bir yapı elemanı olarak inşaat sektöründe yerini alması, Pilkington ve St. Gobain gibi cam üreticilerinin de bu sektöre ilgi duymasına yol açmıştır. Cephe giydirmede kullanılan güneş pillerine bazı örnekler aşağıda görülmektedir.



Hızla düşmekte olan yatırım maliyetlerinin, Almanya (devlet desteği oranı : %30), Italya (%50), Japonya (%75) ve ABD (%25) örneklerinin de gösterdiği gibi, devlet tarafından desteklenen programlarla teşvik edilmesi durumunda ülkenin güneş potansiyelini daha fazla kullanabilecek, kent kirliliğinin önemli kaynaklarından birini azaltabilecek ciddi bir yeni sektörel seçenek söz konusudur. Yapı Bütünleşik Güneş Pilleri (YBGP) uygulamalarının temel avantajları şöyle sıralabilir:

- Etkin bir şekilde kullanıldığı takdirde herhangi bir kentin enerji gereksiniminin üçte ikisi YBGP uygulamaları tarafından sağlanabilecektir.

- YBGP uygulamaları mevcut bina stokunda cephelerde, cam çatılarda, parapet ve camlı merdiven boşluklarında kullanılabileceği gibi yeni yapılan konut ve işyerlerinde güneş gören her noktada kullanılabilir.

- Özellikle ticari binalarda enerji ihtiyacının azami olduğu süre sabah 9.00 ila akşam 17.00 arasında olduğundan güneş pillerinin enerji üretebildiği zaman dilimine denk düşmektedir.

- Ticari bir binada yıllık elektrik tüketiminin üçte biri yalnızca cephede uygulanan YBGP ile sağlanabilir. Şebekeye bağlı olunması sayesinde arz fazlası şebekeye verilebilecek, talep olduğunda bu geri alınabilecektir.

- Enerjisinin yüzde yüzünü güneş enerjisinden sağlayan okullar, spor salonları, gökdelenler kamu binaları, üniversiteler, oteller, fabrikalar, kütüphaneler, tren istasyonları Avrupa'da onyıllardır işletilmekte ve zengin bir işletme deneyimi sağlamaktadırlar.

- YBGP uygulamalarda Avrupa pazarı büyük bir hızla katlanmaktadır. Bu alanın devlet teşviklerinden bağımsız bir karakter kazandığını büyük inşaat, müteahhitlik firmalarının, dev petrol şirketlerinin (Shell, BP) ve bu arada St. Gobain ve Pilkington'un bu sektöre duydukları ilgiden anlamaktayız. O kadar ki Pilkington, Shell firması ile ortak olarak Gelsenkirschen'de bugüne kadar kurulmuş en büyük güneş pili üretim tesislerinden birini kurmaktadır (25MWp/yıl).

- YBGP uygulamaları mimari tasarımcılara yaratıcılıklarını doğa ile uyum ve temiz enerji üretimi gibi temalarla birleştirebilecekleri yeni bir fırsat, ticari bina sahiplerine, büyük firmalara ve hatta kent plancılarına, topluma, çevre ve doğa dostu bir mesaj verme olanağı sağlamakla kalmamakta orta vadede enerji faturalarını küçültmektedir.

- Bugün ulaştığı verimlilik düzeyleri itibarıyla YBGP uygulamalarının maliyetleri mermer v.b. pahalı cephe giydirme elemanlarının maliyetlerinin altına inmiştir. Geleneksel cephe giydirme malzemeleriyle karşılaştırıldığında YBGP maliyetleri toplam bina maliyetlerine %2-5 arası bir etki yapmaktadır.

- Yapılarda uygulanan her metrekare güneş pili, 20 yıl kadar olan ömrü süresince yaklaşık bir ton CO_2'nin atmosfere atılmasını önlemektedir.

Bu sektörde teknoloji, pazar, üretici firmalar ve Türkiye-Şişecam değerlendirmeleri açısından ayrıntılı bilgi için Iş Geliştirme Müdürlüğü'nün **'Güneş Pilleri - Teknoloji ve Pazar Boyutları'** başlıklı raporuna başvurulabilir.

Güneş Pilleri Projesi

Türkiye'de toplam enerji kullanımının yaklaşık % 41'i binalarda tüketilmektedir. Kentlerde hava kirliliği sorunları da göz önüne alındığında Yapı Bütünleşik Güneş Pili (YBGP) yani 'Building Integrated Photovoltaics' uygulamalarının Türkiye'de ne kadar çekici olabileceği rahatlıkla görülebilir.

İş Geliştirme Müdürlüğü'nün raporunda yer alan bilgilere göre ülkemizde 1995 yılı bina stokunun YBGP uygulamaya elverişli yüzeyi (konutlar hariç), yaklaşık 11,000,000 m2 dir. Türkiye şartlarında bu güneş yüzeyinin fotovoltaik dönüşümle üretebileceği elektrik enerjisi yaklaşık 1 GW enerjidir, yani Türkiye'nin toplam elektrik kurulu gücünün 1/20'si.

Görüldüğü gibi potansiyel kazanımları muazzam olan bu alanda gelişmiş ülke devletlerinin ve firmalarının hızlı ve öncü davranıyor olmalarında şaşılacak bir durum yoktur. Türkiye için böyle bir potansiyelin öngörülebilir bir gelecekte gerçekleşmesi olasılığı zayıf da olsa, güneş enerjisi dönüşümünün ve özellikle kentlerde Yapı Bütünleşik Güneş Pili (YBGP) uygulamalarının kısa vadede bu potansiyeli kullanmaya yönelik olarak piyasaya girmeye başlayacağı, en düşük kestirimlere göre ise orta ve uzun vadede (10-20 yıl) toplam enerji tüketiminde çok ciddi bir pazar payı (% 25) kontrol etmeye başlayacağıdır. Özellikle nükleer santral ihalesinin iptal edildiği ve enerji açığının arttığı günümüz şartlarında, gerek doğrudan hükümet üyelerinin demeçlerinde gerekse de kamuoyu oluşturucuları nezdinde yenilenebilir enerji kaynakları ifadesinin daha fazla kullanılır olduğu gözden kaçmamaktadır. Rüzgar santrallarının en fazla 3 yıl öncesine göre katettiği hatırı sayılır yol güneş pillerinde de yeni açılımlara işaret etmektedir. DPT son iki yıl içinde 300'e yakın rüzgar santralı yatırım başvurusu olduğunu belirtmektedir.

Burada Şişecam açısından konunun önemli boyutu, modüllerin bir bina tasarım elemanı olarak algılanması ve bu malzemenin camın uygulama alanını genişletebileceği (hem modüllerin yapısında kullanılan düzcam açısından hem de düzcamın kaplamalı çiftcamlar v.s.gibi tüm uygulamalarının modül çerçeve sistemlerine içerilmesi açısından). Bu uygulama tamamen yeni bir iş alanı olarak halihazırda bina kabuğu (giydirilmiş cam cephe) pazarında yerini alan Şişecam'ın ürünlerini, katma değeri yüksek, yeni, cam kullanan bir mimari tasarım elemanıyla zenginleştirecektir. Bu gelişme çağdaş mimari anlayışlarla da çakışmaktadır.

Şişecam, böyle bir alanda mevcudiyet göstererek Türkiye'nin enerji denkleminde giderek daha fazla ağırlığı olacak, çevre dostu imajını pekiştirecek bir ürüne sahip olacaktır. Güneş pili araştırmalarından modül üretimine, cam imalatından elektrik sistemi bileşenlerinin üretimine ve mimari uygulamaya, tüm dışsallıklarıyla bu alan Türkiye açısından da, ihracat potansiyeli yüksek, hızlı büyüyen, ileri teknolojik bir imalat sektörü vadedecektir.

Aşağıdaki başlıklar güneş pilleri alanında eşzamanlı ve/veya ardışık olarak hayata geçirilebilecek bir seri faaliyeti özetlemektedirler.

1. Piyasa Oluşturma

Bütün diğer ülke örneklerinin gösterdiği gibi, güneş pilleri ile üretilen enerjinin fiyatı, hızla düşmekle birlikte, halihazırda geleneksel enerji fiyatlarından yüksektir ve çeşitli ülke programları piyasaya doğrudan müdahaleyle uygulamamaları artırmaya çalışmaktadır. Türkiye'de bu konuda kamuoyu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına olumlu bir gözle bakmakla birlikte, devlet açısından görünür bir gelişme yoktur. Bu alanda güçlü bir lobinin de bulunmadığı görülmektedir. Şişecam, ısıcam, camelyaf kompozitler gibi pek çok üründe yaptığı gibi bu alanda da hem oluşacak pazarda pay sahibi olmak hem de hükümetlere AB, Japonya ve ABD'dekilere benzer teşvik programları oluşturmak için baskı yapmak üzere oluşacak lobinin liderliğini yapmalıdır.

Bu bakımdan atılacak ilk adım, Şişecam'ın bina uygulamaları konusunda, hem yapı elemanı tasarımı hem uygulama becerisi olan yabancı firmalardan biriyle Türkiye'de bu alanda işbirliği yapmak üzere anlaşmasıdır. Böyle birçok firmanın varlığı çeşitli temaslarla tespit edilmiştir. Dolayısıyla Şişecam, uzun vadede gerçekleştirmek istediği hedefleri göz önünde bulundurarak bu girişimde bulunmalıdır. Bu anlaşma gerçekleştikten sonra Şişecam, güneş pillerini cephe giydirme malzemesi olarak pazarlamaya başladığını hemen ilan edebilir. Çeşitli camlama çözümleri mimarlara ve müteahhit firmalara sunulurken güneş pilleri de bu çözümler arasında yerini almalıdır.

2. Uygulayarak öğrenme aşaması, Gösteri Binası Donatılması

Düzcam alanında 'mimari cepheyi' hem konsept, hem de malzeme olarak pazara sunan Şişecam için Yapı Bütünleşik Güneş Pili uygulamaları doğal ilgi alanıdır. Modüller, mimari ürün çeşitliliğine, katma değeri yüksek yeni, çevre dostu bir tasarım elemanı olarak katkıda bulunabilir. Cephe giydirme yeteneği, YBGP elemanın estetik olduğu kadar teknik özelliklerini öğrenerek zenginleştirilmelidir.

Şişecam, ilk aşamada, donatacağı bir gösteri binası ile diğer cephe giydirme malzemelerine benzer bir şekilde YBGP uygulamalarını teşhir ve test edebileceği bir gösteri ya da deneme yapısına kavuşacaktır. Bu uygulamalı çalışma, Şişecam'ın binaların YBGP uygulandığında gerçekleşen enerji dengelerini öğrendiği, topyekun sisteme yönelik tecrübesini artırdığı, tasarım, bakım-onarım sorunları ve zamana bağlı problemlerle genelde YBGP sisteminin uzun vadeli işleyişini sınadığı bir deneme çalışması olacaktır.

3. Modül üretimi için pilot laboratuvar

Cam Araştırma Merkezi bünyesinde, modül üretimi teknikleriyle tanışmak, çeşitli küçük çapta gösteri projelerine modül sağlamak ve gelecekte kazanılacak olan ticari modül üretim kapasitesini teknik olarak desteklemek amacıyla, esas olarak modül boyutlarında bir laminasyon makinesinden oluşacak bir 'pilot modül üretimi istasyonu' kurulmalıdır.

4. Solar kalite saydam iletken oksit kaplama (SnO_2) geliştirme, TCO

Güneş pillerinin en önemli bileşenlerinden biri cam üzerine kaplanan saydam iletken oksittiri TCO olarak bilinen bu kaplama genelde SnO_2 olmakta ve bugün kaliteli TCO altlıkta bir arz kısıtı olduğu belirtilmektedir. Optik kaplamalardan farklı özelliğe sahip bu kaplama, hat-üstü bir proseste birkaç firma tarafından yapılmaktadır(LOF, AFG). Güneş pili kullanımı arttıkça TCO kaplanmış altlık cam talebi de artmaktadır. Şişecam mevcut hat-üstü teknolojisi ya da bunu geliştirerek bu piyasaya ürün vermekle kalmayacak, gelecekte kendi ince film projesinin önemli bileşenlerinden birini üretmiş olacaktır.

5. İnce film güneş pilleri geliştirme projesi

a. Daha önce pek çok kez vurgulandığı gibi, güneş pili teknolojilerinde gelecek ince film tekniklerinde olacaktır. Bunların arasında da amorf-silis ince film güneş pillerinin kullanımdaki performans kaybı yüzünden orta vadede pazar payını kaybedeceğine kesin gözüyle bakılmaktadır. Geliştirme çabaları esas olarak iki sistemde; kadmiyum-indiyum-selenid ve bakır-sülfat sistemlerinde yoğunlaşmaktadır. Bu sistemlerde BP ticari üretime başlamış ve %11 civarında üretim verimlilikleri yakalamıştır.

b. İnce film tekniklerinden uzun dönemde istikbal vadeden bir diğer teknoloji fotokimyasal tekniklerle fotovoltaik etkisi sağlamaya yönelik çalışmalardır. Bu teknolojiler doğadaki fotosentez olgusunun prensiplerinden hareketle organik esaslı boyaların güneş enerjisini akıma dönüştürme yeteneğini kullanmaktadırlar. Teorik olarak ve laboratuvar safhalarında elde edilen ürünler verimliliklerin %11 civarında olduğunu, proses özellikleri ve kullanılan hammaddeler açısından bu teknolojiyle imal edilecek güneş pillerinin hem üretim maliyeti hem de doğaya uyum açısından bugün uygulamada olan tüm tekniklere göre belirgin rekabet üstünlüğü yaratabilecekleri belirtilmektedir.

Bundan sonrasında, Şişecam ülkede talep gelişimine bağlı olarak önce modül üretimini sonra güneş pillerinin bizzat üretimini hedefleyebilir.

MARMARA SALONU

AÇILIŞ (08:30-10:15)

08:30-09:30	**KAYIT VE KAHVE**
09:30-09:45	**AÇILIŞ**
09:45-10:00	**AÇIŞ KONUŞMASI** Dr. Yıldırım Teoman
10:00-10:15	**TİCARİ BAŞARI YOLUNDA AR-GE: ÜRETİCİ İÇİN AR-GE'NİN ANLAMI** Reha Akçakaya TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

1. OTURUM (10:15-11:15)

Oturum Başkanı: Ünay Güldal

10:15-10:30 **BİR TEKNOLOJİ DEĞİŞİKLİĞİ ÖYKÜSÜ**
E. Asuman Haksal
Kimyasallar Grubu, Geliştirme Grup Müdürlüğü

10:30-10:45 **CAM AMBALAJ ÜRETİM SEKTÖRÜNDE ZAMANLI RADYAL SOĞUTMA UYGULAMALARI**
Zeynel Abidin Bilgin
Anadolu Cam Sanayii A.Ş.

10:45-11:00 **FLOAT CAM BANYO HATALARI VE TABAN BLOKLARININ ÖNEMİ**
Bülent Arman
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
Gökhan Atikan
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası

11:00-11:15 **CAM ÇUBUK ÜRETİMİNDE VERİM ARTTIRICI ÇALIŞMALAR**
Üretim Müdürlüğü - Mühendislik Hizmetleri Müdürlüğü
Denizli Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş.
Dr. Hakan Sesigür
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü

11:15-11:45 **ÇAY ARASI**

ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

2. OTURUM (11:45-13:00)

Oturum Başkanı: A. Taner UZ

11:45-12:00 **TR 1 NO'LU FLOAT FIRININDA KOYU YEŞİL ÜRETİMİNİN İNCELENMESİ VE MODEL ÇALIŞMALARI**
Lale Önsel - Zeynep Eltutar
TŞCFAŞ, Analitik Destek Hizmetleri Müdürlüğü
Ümit Özmerdiven
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Mersin Fabrikası

12:00-12:15 **ÇİFT SPOUT - ÇİFT FEEDER UYGULAMASI**
Erdoğan Bahçuvanoğulları - Yavuz Gültekin
Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. - Mersin Fabrikası
Ertuğrul Yay
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü

12:15-12:30 **LAMİNE HATTI KALİTE KONTROL STAKERİ**
Ayhan Özgür - Yaşar Çeliker
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

12:30-12:45 **DENEYSEL TEMPERLEME ÇALIŞMALARI**
Tuğrul Misioğlu
Cam Ev Eşyası Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü
Zeki Alimoğlu - Haluk Erdem - Erhan İlter
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Paşabahçe Fabrikası

12:45-13:00 **CAM ELYAF PROSESİNDE ATIK TELEFİN CAM KIRIĞI OLARAK HARMANA KAZANDIRILMASI**
Ahmet Akıncı - Hale Haybat
Cam Elyaf Sanayii A.Ş.

13:00-14:00 **YEMEK ARASI (HALİÇ SALONU)**

ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

3. OTURUM (14:00-15:15)

Oturum Başkanı: Çetin Aktürk

14:00-14:15 **RENKSİZ, RENKLİ CAM VE PLASTİK ŞİŞELERDE SAKLANAN ZEYTİN YAĞININ RAF ÖMRÜNE DEPOLAMA KOŞULLARININ ETKİSİ**
Özgül Evranuz - F. Ebru Fıratlıgil
I.T.Ü. Kimya ve Metalurji Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
Belgin Gökoğlu
Cam Ambalaj Pazarlama A.Ş.

14:15-14:30 **MAMÜLLERDE DİP PARLATMA TEKNİKLERİ**
Mehmet Önen
Paşabahçe Cam Sanayi ve Ticaret A.Ş. - Kırklareli Fabrikası

14:30-14:45 **ŞİŞECAM'IN GÜNEYDEKİ HAMMADDE KAYNAKLARININ REZERV VE ÇEŞİTLİ KALİTELERDE KULLANABİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**
Hüseyin Akarsu - Tuncer Acar - Hasan H. Sarıoğlu
Mehmet Koçoğlu - Hamza Özaktaş
Camiş Madencilik A.Ş.

14:45-15:00 **TRAKYA OTOCAM FABRİKASI'NDA OTOMOTİV CAMLARI TASARIMI SÜRECİ**
Ali Şekerli - Celalettin Baştürk
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

15:00-15:15 **SEPARATÖR ROBOTU PROJESİ**
Tuğrul Misoğlu - Can Erdenir
Cam Ev Eşyası Grubu, İş Geliştirme Müdürlüğü

15:15-15:45 **ÇAY ARASI**

ŞİŞECAM

MARMARA SALONU

4. OTURUM (15:45-17:30)

Oturum Başkanı: Mustafa Akay

15:45-16:00 **TEMPSOL KAPLAMALI CAMLARI**
Prof. Hülya Demiryont - Ateş Parlar - Ayşe Ersoy
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
Prof. Dr. Ender Aktulga
Mimar Sinan Üniversitesi
Can Akyüz - Faruk Durulmuş
Çayırova Cam Sanayi A.Ş. Kaplamalı Camlar İşletmesi
Ali Şekerli - Süreyya Balkır
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Otocam Fabrikası

16:00-16:15 **IS MAKİNASINDA 8 LT KAVANOZ ÜRETİMİ**
Bedri Mehter - Süha Gökben
Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Topkapı Fabrikası

16:15-16:30 **PLANLI BAKIMLARA SİSTEMATİK BİR YAKLAŞIM**
Süleyman Koç - Erhan Erdağ
Paşabahçe Cam Sanayii ve Ticaret A.Ş. Kırklareli Fabrikası

16:30-16:45 **DÜZCAM KESME KÖPRÜSÜ OTOMASYONU (X KESİM)**
Ömer Ali Yılmaz
Trakya Cam Sanayii A.Ş. Trakya Fabrikası

16:45-17:00 **ERGİMİŞ CAMDA HABBE DAVRANIŞLARININ GÖRSEL SİMÜLASYONU**
Dr. Mustafa Oran - Ali Ötken
TŞCFAŞ, Araştırma ve Mühendislik Müdürlüğü
Reha Akçakaya
TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü

17:00-17:15 **GÜNEŞ PİLLERİ STRATEJİSİ**
Dr. Baha Kuban
TŞCFAŞ, İş Geliştirme Müdürlüğü
Nedim Erinç
TŞCFAŞ, Projeler Müdürlüğü

17:15-17:30 **KAPANIŞ KONUŞMASI**

17:30-20:00 **KOKTEYL (DOLMABAHÇE SALONU)**

YAZAR DİZİNİ