

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKİ KALIBI
TASARIMI VE İMALATI**

**Serkan ŞEN
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MAKİNE PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Mustafa KURT**

İSTANBUL 2005

TEŐEKKÜR

Çalıőmalarımın her aşamasında beni teşvik eden ve yardımlarını esirgemeyen, hem bilimsel, hem de kiőisel anlamda örneğ aldığım ve kendileriyle çalıőmanın bir ayrıcalık olduğuna inandığım çok değerli danışman hocam sayın, Prof. Dr. MUSTAFA KURT Bey'e, en içten teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, oldukça yoğun ve yorucu bir çalıőmanın sentezi olan bu çalıőmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen başta Sayın Sedat KURTARAN olmak üzere 4C Mühendislik ailesine, sayın Yar. Doç. Dr. Leyla ULUSMAN hocama, arkadaşlarıma ve bana verdikleri moral desteğiyle her zaman yanımda olan çok değerli Aileme, son olarak ta adını sayamadığım, emeği geçen herkese minnettarım.

Serkan ŞEN

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖZET	I
ABSTRACT	II
ŞEKİL LİSTESİ	III
TABLO LİSTESİ	VI
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM II. TAKI İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELER VE İŞLEME YÖNTEMLERİ.....	4
II.1 GİRİŞ	4
II.2 ALTIN	4
II.2.1.FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER.....	5
II.2.2. İŞLENME VE KOPMA DAYANIMI.....	6
II.2.3. UZAMA VE İŞLENEBİLİRLİK.....	6
II.2.4. SOĞUK İŞLEME.....	6
II.2.5. TAVLAMA.....	7
II.2.6. MİKRO YAPI.....	7
II.2.7. SERTLEŞTİRME.....	7
II.3. PLATİN.....	15
II.4. PALLADYUM.....	15
II.5. GÜMÜŞ.....	16

II.6. ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ.....	17
II.6.1 ERİTME, ALAŞIMLAMA, DÖKÜM.....	17
II.6.1.2. ERİTME CİHAZLARI.....	18
II.6.1.3. POTALAR.....	18
II.6.1.4. ERİMEYE YARDIMCI MADDELER (FLAKSLAR)...	19
II.6.1.5. DİĞER KATKILAR.....	20
II.6.1.6. DÖKÜM SICAKLIĞI.....	20
II.6.1.7. TEKNİK KOMPLİKASYONLAR.....	21
II.6.2. DÖKÜM ESNASINDA KARŞILAŞILAN DÖKÜM	
SORUNLARI.....	22
II.6.2.1. MUM KALIBIN PÜRÜZLÜ BİR YÜZEYİ VARSA...22	22
II.6.2.2. BÜZÜLME HATALARI.....	23
II.6.2.3. SICAK YIRTIKLIK.....	24
II.6.2.4. AYRIŞMA (SEGREGASYON).....	24
II.6.2.5. BATIKLAR (İNKÜLİZYON).....	25
II.6.2.6. SOĞUMA TIKANMALARI.....	25
II.6.2.7. TÜRBÜLANS FİSKESİ.....	26
BÖLÜM III. MODEL YAPIMI.....	27
III.2. KAUCUK KALIP YAPIMI.....	29
III.3. KAUCUĞUN KESİLMESİ.....	32
III.4. ENJEKSİYON MUMLARI.....	34
III.5. ENJEKTÖRLER.....	35
III.6. MUM BASIMI VE MUM AĞACININ HAZIRLANMASI.....	36
III.6.1. MODELLERİN BİR ARAYA GETİRİLMESİ	
(DÜZENLENMESİ).....	36
III.6.2. MUM AĞACININ HAZIRLANMASI.....	37
III.6.3. MUMUN BOŞALTILMASI.....	42
III.6.4. ALÇI DÖKÜM (HASSAS DÖKÜM).....	44

III.6.5. KALIP ALÇILAMA.....	47
III.6.5.1. ALÇI.....	48
III.6.5.2. ALÇI BİLEŞİMLERİ.....	49

BÖLÜM IV. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKI KALIBI

TASARIMI VE İMALATI.....	53
---------------------------------	-----------

IV.1. TAKI TASARIMINDA MODELLEME ÇEŞİTLERİ.....	53
---	----

IV.2. UYGULAMA İÇİN SEÇİLEN YÜZÜK TASARIMI VE İMALATI.....	58
---	----

IV.2.1. JEWELCAD YAZILIMI İLE YÜZÜK TASARIMI.....	58
---	----

IV.2.2. YÜZÜK İMALATI.....	67
----------------------------	----

IV.2.2.1. MODELİN KALIP ALÇILAMA İŞLEMİNİN YAPILMASI.....	67
--	----

IV.2.2.2. ANA MODEL NUMUNESİNİN HAZIRLANMASI.....	68
---	----

IV.2.2.3. MODELİN ÇOKLU MUM AĞACININ DÖKÜLMESİ VE ÜRETİLMESİ.....	70
--	----

BÖLÜM V.

SONUÇLAR.....	72
----------------------	-----------

EKLER	74
--------------------	-----------

KAYNAKLAR	75
------------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

İstihdamı, üretimi, hem de ihracatı bir arada artıracak yatırım alanları arasında henüz denenmemiş ve bu amaçlara hizmet edebilecek sektörler incelendiğinde, kuyumculuk tüm bu amaçlara uygun bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üretilen modellerin kullanıma sunulduğu bu pazarda, tüketicilerin altından ve diğer kuyumculuk metallereinden yapılmış takıların artık bir yatırım aracı olarak kullanılmasından ziyade, genel anlamda estetiği tamamlayıcı bir ürün olarak görmeye başlamalarıyla birlikte, talep arzı oluşturmuş ve takı imalatçıları tasarım çalışmalarına daha da önem vermeye başlamışlardır. Bu talebin artmasıyla birlikte imalatçılar pazarda söz sahibi olabilmeleri noktasında, kaliteli ve aynı zamanda hızlı tasarım ve imalat çalışmalarına yönelmek durumunda kalmışlardır. Dolayısıyla yeni bir ürünün tasarımında ve imalatında hız, üreticiler için çok önemli bir özelliği teşkil etmektedir. Bunun sonucu olarak ta kalıp tasarımları Bilgisayar Destekli olarak yapılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, takı malzemeleri, takı tasarım ve imalat yöntemleri modern teknolojiler ve literatürdeki bilgiler yardımıyla incelenmiştir.

Takı tasarımında kullanılan JewelCAD programıyla yüzük tasarımı yapılmış ve imalatın gerçekleştirilmeye kadar yapılan aşamalar sistemli bir şekilde incelenerek, tasarım ve kalıp imalatı aşamalarında dikkat edilmesi gereken hususlar hakkında uygulamacıların ve bu konuda eğitim-öğretim yapan meslek okullarının yararlanabileceği bir çalışma hazırlanmıştır.

Temmuz, 2005

Serkan ŞEN

ABSTRACT

COMPUTER AIDED JEWELLERY MOULD DESIGN AND MANUFACTURE

The design of jewellery is a synthesis of artistic creativity and production technology. Over the ages, artisans, with their overwhelming imagination and creativity, have been looking for new materials and techniques and have been supported in their work by new materials and technologies. The need for improved weapons is said to have driven production technology, but the decoration of arms followed on immediately. These newly learned and adopted techniques then influenced the work of the designers in all other decorative areas and created fashions. The combination of precious materials, innovative production technology and excellent handicraft led to jewellery which is so specific for a particular period of time that the date of origin of relics can be determined. Today, the variety of available technologies is much broader and the speed of development is much faster and even accelerating. Also, fashions change faster and faster. The time frame to renew a jewellery collection gets shorter and severe competition forces manufacturers to present updated jewellery items. Also, the number of producers and the design competition in a global market continues to increase. Short innovation and production times become a leading edge in competitiveness.

The aim of this thesis is to present a methodology for the design of jewellery mould systems and manufacturing jewellery technologies. The first part of the presentation studies of about jewellery academics or some manuals. The second part of the thesis are explained some mechanical properties of materials which used to made jewelery(gold, platin etc.). The third part of thesis was concerned with jewellery manufacture and design. The fourth part is explained stages of design and manufacturing a ring which is written Marmara University and logos on it. Finally, the fifth part of thesis is defined results of studies.

Temmuz, 2005

Serkan ŞEN

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA NO

Şekil III.1 İki örnek : yüzüğe oranla A) Çok küçük B) Orantılı koçan ya da besleme kanalı.....	29
Şekil III.2.1. Hazırlanmış kalıplar ve mum kalıp örnekleri.....	29
Şekil III.2.2. Model kalıbın ortasına dikkatlice yerleştirilir.....	30
Şekil III.2.3. Pişirilmeye hazır kalıp.....	30
Şekil III.2.4. Vidalı vulkanizasyon presi.....	31
Şekil III.3.1. Neşter dikkatle kullanılmalıdır.....	33
Şekil III.3.2. Ayrılma çizgisi görülmektedir.....	33
Şekil III.3.3. Dalgalı kesim, iki yarı, erkek ve dişi parçadan oluşmuş gibi kesilirse kalıbın çabuk ve tam olarak kapanmasına yardımcı olur.....	33
Şekil III.3.4. Model çıkarılmadan açılmış bir kalıp.....	34
Şekil III.4.1. Mumdan yapılmış bir takı ağacı örneği.....	35
Şekil III.5.1. Klasik enjektörler.....	35
Şekil III.5.2. Otomatik kalıp dolumu göstergeli vakum enjektörü.....	36
Şekil III.6.2.1. Küme yerleştirme farklı küçük parçalardan dizilerin üretilebilmesi için farklı şekiller bir araya toplandığında uygundur...38	38
Şekil III.6.2.2. Basit ve kalabalık olmayan bir spiral yerleştirme örneği.....	40
Şekil III.6.2.3. Alt-gövde ağzına model kaynaklanırken,kaynak pürüzsüz olmalıdır; bu, döküm sisteminin önemli bir kısmını oluşturur.....	41
Şekil III.6.2.4. Kümelerin titizlikle yakın yerleştirilmesine uygun bir yatay mandrel.....	42
Şekil III.6.3.1. Ağacın oluşturulmasında değişik türlerde mumlar kullanılmaktadır.....	44
Şekil III.6.4.1. Altın takı alçı döküm işlemlerinin genel sırasına dair akış şeması...46	46
Şekil III.6.5.1.1. Alçının elle karıştırılması.....	49
Şekil III.6.5.1.2. Alçının makine yardımıyla karıştırılması.....	49

Şekil III.6.5.2.1. Delikli ve flençli kaplar ile geleneksel kaplar.....	51
Şekil III.6.5.2.2. Vakumlu gaz çıkarıcı.....	51
Şekil III.6.5.2.3. Alçı karıştırıcı.....	52
Şekil III.6.5.2.4. Pişmeye hazır kaplar.....	52
Şekil IV.1.1. Çokgen modelleme.....	53
Şekil IV.1.2. Yüzey modelleme.....	53
Şekil IV.1.3. Katı parametrik modelleme.....	54
Şekil IV.1.4. Hibrid modelleme.....	54
Şekil IV.1.5. Tekrar eden geometrik desenlere sahip bilezik modeli.....	54
Şekil IV.1.6. Artistik bir objenin modeli.....	54
Şekil IV.1.7. Tasarımcının planı.....	54
Şekil IV.1.8. CAD çizimi ile modelin gerçekleştirilmesi.....	55
Şekil IV.1.9. Matematiksel analiz ve doğrulama sonrası model.....	55
Şekil IV.1.10. Canlandırma sonrası model.....	55
Şekil IV.1.11. Modelin CAM sistemine sokulması.....	55
Şekil IV.1.12. Kaba işlemenin simülasyonu.....	56
Şekil IV.1.13. Bitirme aşamalarının simülasyonu.....	56
Şekil IV.1.14. Tasarımcının orijinal planı.....	57
Şekil IV.1.15. Aynalama resmi yapmak.....	57
Şekil IV.1.16. Birbirine benzeyen modeller üretilebilmek için CAD kullanımı.....	57
Şekil IV.1.17. Modelin değişik boyutlarda yapılabilmesi (küçük, orta, büyük) için CAD kullanımı.....	58
Şekil IV.2.2.1.1. Oto-inşa yöntemiyle üretilmiş olan model.....	67
Şekil IV.2.2.1.2. Delikli ve flençli alçılama kapları.....	67
Şekil IV.2.2.1.3. Fırına yerleştirilmiş pişmeye hazır kaplar.....	68
Şekil IV.2.2.2.1. Ana model numunesi.....	68
Şekil IV.2.2.2.2. Vidalı vulkanizasyon presi.....	69
Şekil IV.2.2.2.3. Silikon kauçuğun neşterle kesilmesi.....	69
Şekil IV.2.2.2.4. Model çıkarılmış silikon kauçuk kalıp.....	69
Şekil IV.2.2.3.1. Mum dökümünde kullanılan enjektör makinesi.....	70

Şekil IV.2.2.3.2. Mumdan yapılmış, imalatı yapılacak olan takı ağacı örneği.....	70
Şekil IV.2.2.3.3. Tasarımı yapılmış modelin, son işlem öncesi oluşturulan takı ağacı.....	71
Şekil IV.2.2.3.4. İmalatın son safhası olan tesviye ve parlatma işlemi.....	71

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo II.2.7.1. 18 ayar koyu sarı altın ile ilgili değerler tablosu.....	08
Tablo II.2.7.2. 18 ayar açık sarı altın ile ilgili değerler tablosu.....	09
Tablo II.2.7.3. 18 ayar pembe altın ile ilgili değerler tablosu.....	11
Tablo II.2.7.4. 18 ayar kırmızı altın ile ilgili değerler tablosu.....	13

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

İkinci Dünya Savaşından sonra uygulamaya konulan en önemli gelişmelerden biri Nümerik Sistemlerdir. Boole cebri ve elektroniğin bir sentezi olan bu sistemlerin Bilgisayar ve Nümerik Kontrollü Sistemler olmak üzere iki uygulaması bulunmaktadır. Devrim niteliği taşıyan her iki uygulama, insanlığın öteden beri özlemine çektiği esnek otomasyonun hızlı gelişmesine ve tüm insan faaliyetlerini kapsayacak şekilde yayılmasına neden olmaktadır. Bu sistemlere insansız fabrikalar da denmektedir. Nümerik Kontrol, Kalite Kontrol bakımından önemli bir yer tutmaktadır, özellikle üç boyutlu ölçme sistemlerine de uygulanmaktadır.

Bu bakımdan kalıp ve benzeri çok karmaşık parçaların tam olarak bir bilgisayarın yardımı ile boyut kontrolü yapılabilmektedir. Artık her alanda kullanılmaya başlanan 3 boyutlu çizim programları ve bu çizimleri elle tutulabilir modellere dönüştüren sistemler insanların kullanımındadır. 3D Plotting (3 boyutlu çizici) teknolojisi yani, damlacıklar halinde erimiş polimeri (wax) püskürten oto-inşa teknolojisi sistemi bunların arasında en iyisidir.

Bugünkü 3D Plotting (3 boyutlu çizici) teknolojisi sisteminin kökleri, Eski Mısır, Yunan ve Roma Mühendisleri tarafından grafik iletişiminin hayata geçirildiği şehirleşmenin başlangıcına kadar gitmektedir. Mısır mezarları üzerindeki mevcut bazı çizimler teknik çizimler olarak kabul edilmektedir. Leonardo da Vinci'nin mevcut çalışma ve notları izometrik görünüşler veya tarama gibi bugünkü grafik kullanımını göstermektedir.

Bugün uyguladığımız dik izdüşüm, Fransız Hükümeti tarafından tasarımcı olarak görevlendirilen matematikçi Gaspart Monge (1746-1818) tarafından bulunmuştur. Bu izdüşüm yöntemi, askeriye tarafından 30 yıl gizli tutulduktan sonra 19. yy başlarında sivil mühendislerin kullanımına sunulmuştur. Yüzyılın sonlarına

doğru bilgisayarların ve fotokopinin bulunması; grafiklerin ve bunun sonucu olarak 3D Plotting (3 boyutlu çizici) teknolojisi sisteminin bugünkü güç ve boyutlarıyla ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Son kırk yıl içerisinde Bilgisayar Destekli Tasarım dört önemli gelişim dönemi geçirmiştir. 1950'li yıllara uzanan ilk dönem, etkileşimli bilgisayar grafiklerini kavrama devri olarak adlandırılmaktadır. On yılın ilk yarısı boyunca olan gelişmeler etkileşimli kullanım için bu dönem bilgisayarların yetersizliği ve pahalılığından dolayı yavaşlatılmaktadır.

1950'lerin ikinci yarısında ışık kalemi kavramına tanık olunmaktadır. Böyle bir kavram Lincoln Laboratuvarları geliştirilen (yarı otomatik yer ortamı) Hava Savunma Sistemi Projesi ile ilgilidir. 1950'lerin sonlarında APT (Automatically Programmed Tools) geliştirildi.

1960'lı yıllar, etkileşimli bilgisayar grafikleri için en önemli araştırma dönemini temsil etmektedir. Bilgisayarların araştırma laboratuvarları dışına çıkması, bu dönemde gelişmenin hızlanmasına yardım etti. Bilgisayar Destekli Tasarım ya da BDT (CAD) terimi ortaya çıktı ve kullanılmaya başlandı. 1960'ların sonlarında doğrudan görüntü depolama tüpleri ticari olarak elde edilir hale geldi ve depolama tüp-tabanlı anahtar teslimi sistemler gelişmeye başladı.

1970'li yıllarda Bilgisayarla Çizim için Altın Çağ ve buna bağlı Takımlı Tasarım uygulamalarının başlangıcı olarak tasvir edilir. Anahtar teslimi sistemler, öncelikle Teknik Resim Çizme ve Modelleme Maksatları için üç boyutlu merkezi veri tabanları ile teknik ressamı ve tasarımları desteklemiştir. Modellemenin sınırlamaları ve kısıtlamalarından dolayı sadece temel tasarım uygulamaları mevcuttur. Böyle uygulamalar genellikle elle yapılmış ve gerçek endüstriyel tasarım problemlerini ele almaktan uzaktır.

Çeşitli sanayilerdeki yönetimler, BTD/BDİ teknolojisinin verimliliği artırma üzerindeki etkisini 1970'lerin sonunda fark etmeye başlamıştır. Mühendisler, o zamandan bu yana teknolojiyi Teknik Resim çizmekten öteye götürmüşlerdir. Mühendisler; donanımın, yazılımın ve sahada geçerli temel teorilerin mevcut sınırları içerisinde ihtiyaçlara başarılı bir şekilde cevap veren çeşitli tasarım ve imalat

uygulamalarının BDT/BDI satıcılarından talep gelmiştir.

Sonuç olarak 1980'li yıllar BDT/BDI konusunda en önemli araştırma yılları olarak tanımlanabilir. Bu on yılın temel hedefi, geleceğin fabrikasına ulaşmak için tasarım ve imalatın çeşitli elemanlarını bütünleştirmek veya otomatikleştirmektir. Çoğu araştırmaların odağı BDT/BDI sistemlerini üç boyutlu geometrik tasarımın ötesine götürmek ve daha çok mühendislik uygulamaları sağlamaktır. B-Spline yüzeyleri gibi, Coons, Bezier ve Gordon'a dayanan oyuk yüzeylerin doğru temsilleri, kütle özellik hesapları, SD frezeleme ve sonlu elemanlar uygulamaları geliştirilmiştir. BDT/BDI sahasının ve gelişiminin canlı örnekleri; mekanizma ve robotik analiz ve benzetimleri, enjeksiyon kalıbı tasarımı ve analizi, kavramsal tasarımı otomatikleştirmek için ön-uç araçlar gibi uygulamalar ve diğerleridir.

Bir başka önemli gelişme, katı modelleme teorisinin artan güvenilirliği ve kabul görüşüdür. Katı modellemenin temel potansiyeli, katıların tek ve belirli geometrik temsillerini sağlamasında yatar. Bu da sırasıyla tasarım ve üretim uygulamalarını otomatikleştirmeye veya desteklemeye yardım eder. Özel bilgisayar donanımının gelişmesine ek olarak gelişmiş görüntüler, hemen-hemen gerçek zaman benzetim donanımı ve mikro bilgisayar-tabanlı ve iş istasyonu tabanlı sistemler hızlı bir şekilde pazarlara girmektedir.

BÖLÜM II

II. TAKI İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELER VE İŞLEME YÖNTEMLERİ

II.1. GİRİŞ

Mücevher imalatçılarının kullanımına sunulan çeşitli ayarda altın alaşımları bulunmaktadır. Bu alaşımların çoğu denenmiş bileşimler olduğundan ve tüm üretim sürecinde iyi sonuç verdiklerinden, hala yaygın kullanımdadırlar. Daha gelişmiş özelliklere sahip belirli üretim yöntemlerinde kullanılan diğerleri ise, yakın zamanda geliştirilmiş olanlardır. Altın alaşım ve yarı mamul satışı yapan üreticiler, genelde, bileşimlerin sırrını açıklamazlar.

Bazı alaşımlar, belirli üretimlerde, diğerlerine oranla çok daha iyi sonuç verir. Böylelikle doğru alaşım baştan seçilerek, üretimde hem zamandan hem de maddi açıdan kazanç sağlanır. Ancak farklı ayardaki altın alaşımlarını karşılaştırabilecek, denenmiş ve kesinlik kazanmış temel bir yöntem yoktur. Bu nedenden ötürü altın mücevher endüstrisinin kullanılan alaşımlar hakkında çok daha fazla temel bilgiye gereksinimi vardır. Mücevher üreticisi kadar bireysel çalışan sanatkar da, altın alaşımının temel özellikleriyle ilgilenir:

II.2. ALTIN

Parlak sarı renkte fevkalade işlenme kabiliyeti olan çok kıymetli bir madendir. Soy bir maden olduğu için tabiatta alüvyonlu yataklarda kumla karışmış parçacıklar veya kuvars kayalar içerisinde damarlar halinde bulunur. Altın kolay işlenebilen bir madendir. Bir kitap yaprağının 250'de biri kadar incelikte levha 1 gram altından 200 metre uzunluğunda tel çekmek mümkündür. Altın ısı, elektrik için mükemmel bir iletkenidir. Havadaki oksijenden etkilenmez, asitlerden etkilenmez.

Sadece altın : 4 gram altın

3 ölçek HCl tuz ruhu

1 ölçek HNO₃ kezzabın

karıştırılmasıyla elde edilen altın suyunda klorür tesiriyle erir. (Altın suyu) Alüvyonlarda kumla karışık olarak bulunan altının elde edilmesi için cevherin üzerine su sıkılır ve karıştırılır. Sonra iki üç metre enliliğinde iki kilometre uzunluğunda zikzaklı kanallardan geçirilir. Kum taneleri hafif olduğu için suyla akar gider ve altın zerrecikleri dibe çöker. Bunlar sonra toplanıp eritilir ve içinden yabancı maddeler ayraç yapılır. Elde kalan saf altın piyasaya verilir. [1]

II.2.1. FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

- Görüntü,
- Kararma ve oksitlenme direnci,
- Çizilmeye karşı dayanıklılık.

Verilen alarm, üretimin türlü evrelerinde uygunluk derecesini veya zorluğunu belirlediğinden, fiziksel ve mekanik özellikler üreticiye ayrı bir kolaylık sağlar. Direnci, işlenme direnci ve işlenebilirliktir. Çoğu fiziksel özelliğin tersine, alaşımların mekanik özellikleri metalin durumuna ve daha önce üzerine uygulanan soğuk işlemlere hassastır. Bu nitelikler dört ana başlıkta toplanırlar:

1. %20 oranında soğuk işlenmiş,
2. %75 oranında soğuk işlenmiş,
3. Tavlanmış,
4. Isıl işleme sertleştirilmiş.

Ayrıca hatırlanması gereken bir noktada, gerek alaşımların hazırlanmasında, gerekse test metodunda yapılan küçük değişikliklerin, ölçüm sırasında büyük değişikliklere yol açacağıdır. Genelde %10'a kadar çıkabilen bu değişiklikler, yaşlandırma ile sertleştirilme durumundaki alaşımlarda daha yüksek oranda değişikliklere sebep olabilir. Sertlik bir alaşımın sertliği, çoğu kez işlenme özelliklerini de yansıtır ve ölçümü nispeten kolay olduğundan, alaşım üreticileri, yayınladıkları belgelerde bunları kullanırlar. Ancak sertlik ölçmede birçok farklı

yöntem vardır ve bu değişik yöntemlerden elde edilen değerleri karşılaştırmak her zaman kolay değildir. Karşılaştırılmalı tablolar, sadece aynı alaşım grupları için düzenlendiklerinde geçerlidirler. [2]

Önceleri, Brinell Sertlik Ölçme Yöntemi en yaygın olanıydı ve önceleri sertlik değerinden söz ederken, bu yöntemden yararlanılırdı. ABD’de Rockwell, Avrupa’da ise Vickers, altın alaşımlarındaki sertliği ölçmede kullanılan geçerli yöntemlerdir. Dolayısıyla WGC’nin bilgi formlarında Vickers sertlik değerleri kullanılmaktadır.

II.2.2. İŞLENME VE KOPMA DAYANIMI

Bir malzeme kesitinin milimetrekaresine uygulanan ve onda kalıcı bir şekil bozuklukları meydana getiren güç onun “**işlenme direnci**”dir. Bu da mekanik açıdan, alaşımın işlenmesi veya şeklinde kalıcı değişiklik oluşması için gerekli kuvveti belirtir. Diğer yanda, kopma direnci ise metalin kırılmasına veya çatlamasına neden olan kuvveti gösterir. Aslında, işlenme direnci, esneme limiti, orantılı uzama sınırı ve güvenli stres sınırı ile alaşımın eşdeğer mekanik özellikleridir. İşlenme ve kopma direnci birimi MPa’dır.

II.2.3. UZAMA VE İŞLENEBİLİRLİK

İşlenme ve kopma direnci ve uzama yüzdelerinin tümü gerilme testinin uygulandığı makinede aynı deney örneği üzerinde yapılabilir. Bu nedenle sonuncu parametre olan uzama oranı alaşımın işlenebilirlik ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Bir alaşım ince tel çekmek için kullanılacağında işlenebilirlik (uzama) ile ilgili ek bilgi sağlamak için genelde Erichsen “fincan” deneyi uygulanır.

II.2.4. SOĞUK İŞLEME

Soğuk işleme oranı birçok altın alaşımının mekanik özelliklerinde önemli değişikliklere sebep olur. Dolayısıyla çeşitli grafiklerde soğuk işlemenin oranına göre sertlik, işlenme ve kopma direnci ve uzamadaki farklılaşmalar gösterilmektedir.

II.2.5. TAVLAMA

Grafikler aynı zamanda soğuk işlenmiş bir örnekte, mekanik özelliklerin tavlama ısılarına göre nasıl değiştiğini gösterir. Ayrıca en uygun tavlama derecesini belirlemek için de kullanılırlar. Görüleceği gibi 18 ayar renkli altın alaşımlarında nispeten daha düşük tavlama sıcaklığı tavsiye edilir. Bunun nedeni, yüksek sıcaklıklarda tavlama kontrol etmenin daha zor oluşudur ve metal daha önceden yeterli soğuk işlemeyen geçmemiş ise, çok fazla granül büyümesi meydana gelebilir.

II.2.6. MİKRO YAPI

Beş mikro fotoğraftan oluşan bir seri, alaşımların yapısını ve granül büyüklüğünü göstermek açısından faydalıdır. Döküm örneği gösteren bir mikro fotoğraf onun yapısını, diğerleri ise gereğinden daha az veya daha çok tavlamanın granül boyutu üzerindeki etkilerini göstermektedir.

II.2.7. SERTLEŞTİRME

Birçok altın alaşımı nispeten düşük sıcaklıkta tavlansak basit bir ısıl işlemle sertleştirilebilir. Sertleştirme işlemi, yapımı tamamlanmış olan mücevher parçalarında da uygulanabilir ve alaşım önemli miktarda bakır içeriyorsa daha da iyi sonuç verir. Bu arada işleme ve kopma direnci de artar. Isıl işlem sıcaklığı ile sertliğin ilişkisinde, çok düşük tavlama sıcaklığında da sertleşmenin oluşabileceği görülebilir. Onun için çok renkli altın alaşımlarının su ile hızlı soğutulması gerekir.

18 AYAR, KOYU SARI

Alaşımın Tanımı	: 22 LS
Genel Tanım	: Standart 22 ayar koyu sarı alaşım. Mücevher yapımında sıkça kullanılır.
Bileşimi	: % 917 Au, % 32 Ag, % 51 Cu
Fiziksel Özellikler	: Renk koyu sarı [1], Yoğunluk 17.8g/cm ³ [2], Ergime Aralığı 964982 °C

Mekanik Özellikler :

Tablo II.2.7.1. 18 ayar koyu sarı altın ile ilgili değerler tablosu.

ALAŞIMIN DURUMU	Döküm sonrası hiç soğuk işlenmemiş	Soğuk İşlenme Oranı %20 [3]	Soğuk İşlenme Oranı %75 [3]	Tavlama 600°C 30 dak [4]
Sertlik (Vickers) [5]	80	120	165	70
Kopma Direnci daN/mm ² [6]	-	36	50	27,5
%0.2 İşlenme Direnci daN/mm ² [6]	-	27	45	9,5
Uzama %	-	1,5	1	30
Erichsen Deneyi [7]	-	-	-	9,2 mm

İşlem Kılavuzu : Bu alaşım bütün soğuk işleme tekniklerinin tümüne (bükme, presleme, kesme, haddeleme, tel çekme vs) uyum sağlar. En iyi sonuçlar küçük granüllü (tane) malzeme kullanıldığında ve burada belirtilen soğuk işleme ve tavlama önerilerine uyulduğunda alınmaktadır.

Soğuk İşleme : Tavlama öncesi alaşım en az %50, tercihen de %75 oranında soğuk işlemeye tabi tutulmalıdır. Tel çekmede soğuk işleme oranı daha da yükseltilebilir. Düşük orandaki soğuk işlemler daha yüksek tavlama sıcaklıkları gerektirir ve bunun sonucunda istenmeyen oranda granül (tane) büyümesi oluşur.

Soğuk İşlemenin Mekanik Özellikler Üzerindeki Etkisi : Grafikler soğuk işleme oranlarının alaşımının sertlik kopma ve işlenme dirençlerinde ve uzamasında yarattığı etkileri göstermektedir.

Tavlama : %75 oranında soğuk işlemeden geçen malzeme için önerilen tavlama 600°C'de 30 dakikadır. Benzer alaşımlarla çalışan kuyumcular küçük parçaların tavlama işlemini alev kaynağı (şalümo) ile yaklaşık 650°C'de 60 sn'de yapabilirler (üzerine güneş veya lamba ışığı düşmeden bakıldığında orta derecede kızıldır.)

Tavlama Sıcaklığının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler %75 oranında soğuk işlenmiş bir örnekte sertlik, kopma, işlenme direnci ve uzamanın tavlama sıcaklıklarıyla gösterdikleri değişiklikleri belirtmektedir (her sıcaklıkta 30 dakika).

Sertleştirme : 22 ayar altın alaşımları ısıtma işlemi kayda değer bir derecede sertleştirilmez.

Kaynaklanma : Bu alaşım aynı ayar ve renkteki kaynak alaşımları kullanılarak, alev kaynağı (şalümo) ile veya fırında kolayca kaynaklanabilir.

Yıkama : Sıcak %10 sülfürik asit.

18 AYAR, AÇIK SARI

Alaşımın Tanımı : 750 Y2

Genel Tanım : Standart 18 ayar açık sarı altın, gümüş, bakır alaşım.
Mücevher yapımında sıkça kullanılır.

Bileşimi : % 750 Au, % 160 Ag, % 90 Cu

Fiziksel Özellikler : Renk açık sarı 2N [1], Yoğunluk 15.6 g/cm³ [2],
Ergime Aralığı 895920 °C

Mekanik Özellikler :

Tablo II.2.7.2. 18 ayar açık sarı altın ile ilgili değerler tablosu.

ALAŞIMIN DURUMU	Döküm sonrası hiç soğuk işlenmemiş	Soğuk İşlenme Oranı %20 [3]	Soğuk İşlenme Oranı %75 [3]	Tavlama 550°C 30 dak [4]	Sertleştirilmiş 280°C 60 dak [3]
Sertlik (Vickers) [5]	B5	170	120	B5	170
Kopma Direnci daN/mm ² [6]	-	65	80	50	55
%0.2 İşlenme Direnci daN/mm ² [6]	-	55	72	30	35
Uzama %	-	2,5	1,2	35	35
Erichsen Deneyi [7]	-	-	-	7 mm / 8kN	-

İşlem Kılavuzu : Bu alaşım bütün soğuk işleme tekniklerinin tümüne (bükme, presleme, kesme, haddeleme, tel çekme vs) uyum sağlar. Makineyle işleme, elmas traşlama ve yontmada alaşımın tercihen soğuk işlenmiş veya sertleştirilmiş olması gerekir. Alaşım küçük granüllü (tane) halde kullanılır ve burada belirtilen soğuk işleme ve tavlama önerilerine uyulursa en iyi sonuçlar elde edilebilir. Alçı kalıpla dökümde, alaşım vakum içinde eritilmeli ve döküm, oksijenden korumalı bir ortamda gerçekleştirilmelidir. Az miktarda ilave elementler içeren benzer alaşımlar, değişik şartlarda alçı kalıplar döküm için daha uygundur.

Soğuk İşleme : Tavlama öncesi alaşım en az %50, tercihen de %75 oranında soğuk işlemeye tabi tutulmalıdır. Tel çekmede soğuk işleme oranları da kullanılabilir. Düşük orandaki soğuk işlemler daha yüksek tavlama sıcaklıkları gerektirir ki, bunun sonucunda istenmeyen oranda granül (tane) büyümesi oluşur.

Soğuk İşlemenin Mekanik Özellikler Üzerindeki Etkisi : Grafikler soğuk işleme oranlarının alaşımının sertlik kopma ve işlenme dirençlerinde ve uzamasında yarattığı etkileri göstermektedir.

Tavlama : %75 oranında haddelenerek veya çekilerek soğuk işlemeden geçen malzeme için önerilen tavlama 550°C’de 30 dakikadır. Isıtılma sırasında havayla temas, alaşımı okside edeceğinden, tavlama işlemi oksitlenmeyi önleyen bir ortamda (forming gazı veya azot/hidrojen karışımı) yapılır. Hızlı soğumayı sağlamak için tavlanan malzemenin doğrudan suya atılarak söndürülmesi önerilir. Alaşım yavaşça soğutulduğu takdirde sertleşme çok hafif olmaktadır.

Tavlama Sıcaklığının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler %75 oranında soğuk işlenmiş bir örnekte sertlik, kopma, işlenme direnci ve uzamanın tavlama sıcaklıklarıyla gösterdikleri değişiklikleri belirtmektedir (her sıcaklıkta 30 dakika).

Sertleştirme : İşleme sonrası son şeklini alan parçalara 260°C’de 60 dakika süreyle ısı uygulanarak bu alaşımın sertliği %20 ile %30 oranında artırılabilir.

Kaynaklanma : Bu alaşım aynı ayar ve renkteki kaynak alaşımları kullanılarak, alev kaynağı (şalümo) ile veya fırında kolayca kaynaklanabilir.

Yıkama : %10 sıcak sülfürik asit. Asitle yıkanmadan ötürü çok fazla okside olmuş parçalarda meydana gelen renk değişiklikleri zımparalama ya da cilalama yoluyla düzeltilebilir.

18 AYAR, PEMBE

Alaşımın Tanımı : 750 Y4

Genel Tanım : Standart 18 ayar açık sarı altın, gümüş, bakır alaşım.
Mücevher yapımında sıkça kullanılır.

Bileşimi : % 750 Au, % 90 Ag, % 160 Cu

Fiziksel Özellikler : Renk pembe 4N [1], Yoğunluk 15.3 g/cm³ [2],
Ergime Aralığı 880885 °C

Mekanik Özellikler :

Tablo II.2.7.3. 18 ayar pembe altın ile ilgili değerler tablosu.

ALAŞIMIN DURUMU	Döküm sonrası hiç soğuk işlenmemiş	Soğuk işlenme Oranı %20 [3]	Soğuk işlenme Oranı %75 [3]	Tavlama 550°C 30 dak [4]	Sertleştirilmiş 280°C 60 dak [3]
Sertlik (Vickers) [5]	200	200	240	160	285
Kopma Direnci daN/mm ² [6]	-	70	92	55	85
%0.2 İşlenme Direnci daN/mm ² [6]	-	55	77	33	75
Uzama %	-	5	2	40	7
Erichsen Deneyi [7]	-	-	-	7 mm / 89.5kN	-

İşlem Kılavuzu : Bu alaşım bütün soğuk işleme tekniklerine (bükme, presleme, kesme, haddeme, tel çekme vs.) uyum sağlar. Makineyle işleme, elmas traşlama ve yontmada alaşımın tercihen soğuk işlenmiş veya sertleştirilmiş olması gerekir. En iyi sonuçlar, küçük granüllü (tane) malzeme kullanıldığında ve burada belirtilen soğuk

işleme ve tavlama önerilerine uyulduğunda elde edilebilir. Alçı kalıpla dökümde, alaşım vakum içinde eritilmeli ve döküm, oksijenden korumalı bir ortamda gerçekleştirilmelidir. Az miktarda ilave elementler içeren benzer alaşımlar, değişik şartlarda alçı kalıplar döküm için daha uygundur.

Soğuk İşleme : Tavlama öncesi alaşım en az %50, tercihen de %75 oranında soğuk işlemeye tabi tutulmalıdır. Tel çekmede soğuk işleme oranları da kullanılabilir. Düşük orandaki soğuk işlemler daha yüksek tavlama sıcaklıkları gerektirir ki bunun sonucunda istenmeyen oranda granül (tane) büyümesi oluşur.

Soğuk İşlemenin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler soğuk işleme oranlarının alaşımının sertlik, kopma ve işleme dirençlerinde ve uzamasında yarattığı etkileri göstermektedir.

Tavlama : %75 oranında haddelenerek veya çekilerek soğuk işlemeden geçen malzeme için önerilen tavlama 550°C'de 30 dakikadır. Isıtılma sırasında havayla temas, alaşımı okside edeceğinden, tavlama işlemi oksitlenmeyi önleyen bir ortamda (forming gazı veya azot/hidrojen karışımı) yapılır. Hızlı soğumayı sağlamak için tavlanan malzemenin doğrudan suya atılarak söndürülmesi önerilir. Alaşım yavaşça soğutulduğu takdirde sertleşme çok hafif olmaktadır.

Tavlama Sıcaklığının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler %75 oranında soğuk işlenmiş bir örnekte sertlik, kopma, işleme direnci ve uzamanın tavlama sıcaklıklarıyla gösterdikleri değişiklikleri belirtmektedir (her sıcaklıkta 30 dakika).

Sertleştirme : İşleme sonrası son şeklini alan parçalara 260°C'de 60 dakika süreyle ısı uygulanarak bu alaşımın sertliği %20 ile %30 oranında artırılabilir.

Kaynaklanma : Bu alaşım aynı ayar ve renkteki kaynak alaşımları kullanılarak, alev kaynağı (şalümo) ile veya fırında kolayca kaynaklanabilir.

Yıkama : %10 sıcak sülfürik asit. Asitle yıkanmadan ötürü çok fazla okside olmuş parçalarda meydana gelen renk değişiklikleri zımparalama ya da cilalama yoluyla düzeltilebilir.

18 AYAR, KIRMIZI

- Alaşımın Tanımı** : 750 S Kırmızı
- Genel Tanım** : 18 ayar standart kırmızı alaşım. Mucevher yapımında sıkça kullanılır.
- Bileşimi** : % 750 Au, % 45 Ag, % 205 Cu
- Fiziksel Özellikler** : Renk kırmızı 5 [1], Yoğunluk 15.15 g/cm³ [2],
Ergime Aralığı 890895 °C
- Mekanik Özellikler** :

Tablo II.2.7.4. 18 ayar kırmızı altın ile ilgili değerler tablosu.

ALAŞIMIN DURUMU	Döküm sonrası hiç soğuk işlenmemiş	Soğuk işleme Oranı %20 [B]	Soğuk işleme Oranı %75 [B]	Tavlama 550°C 30 dak [A]	Sertleştirilmiş 280°C 60 dak [B]
Sertlik (Vickers) [5]	270	200	240	165	325
Kopma Direnci daN/mm ² [6]	-	70	95	55	95
%0.2 işleme Direnci daN/mm ² [6]	-	55	80	30	85
Uzama %	-	7	1,5	40	4
Erichsen Deneyi [7]	-	-	-	7 mm / 10kN	-

İşlem Kılavuzu : Bu alaşım bütün soğuk işleme tekniklerine (bükme, presleme, kesme, haddeme, tel çekme vs.) uyum sağlar. En iyi sonuçlar, küçük granüllü (tane) malzeme kullanıldığında ve burada belirtilen soğuk işleme ve tavlama önerilerine uyulduğunda elde edilebilir. Makineyle işleme, elmas traşlama ve yontmada alaşımın tercihen soğuk işlenmiş veya sertleştirilmiş olması gerekir. Alçı kalıpla dökümde, alaşım vakum içinde eritilmeli ve döküm, oksijenden korumalı bir ortamda gerçekleştirilmelidir. Az miktarda ilave elementler içeren benzer alaşımlar, değişik şartlarda alçı kalıplar döküm için daha uygundur.

Soğuk İşleme : Tavlama öncesi alaşım en az %50, tercihen de %75 oranında soğuk işlemeye tabi tutulmalıdır. Tel çekmede soğuk işleme oranları da kullanılabilir. Düşük orandaki soğuk işlemler daha yüksek tavlama sıcaklıkları gerektirir ki bunun sonucunda istenmeyen oranda granül (tane) büyümesi oluşur.

Soğuk İşlemenin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler soğuk işleme oranlarının alaşımının sertlik, kopma ve işlenme dirençlerinde ve uzamasında yarattığı etkileri göstermektedir.

Tavlama : %75 oranında haddelenerek veya çekilerek soğuk işlemeden geçen malzeme için önerilen tavlama 550°C'de 30 dakikadır. Isıtılma sırasında havayla temas, alaşımı okside edeceğinden, tavlama işlemi oksitlenmeyi önleyen bir ortamda (forming gazı veya azot/hidrojen karışımı) yapılır. İşlenebilirliği fazla, esnek bir alaşım elde etmek için, tavllanmış parçalara doğrudan su verilmesi önerilir. Alaşım yavaş-yavaş soğumaya bırakılırsa, kayda değer oranda sertleşecektir.

Tavlama Sıcaklığının Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi : Grafikler %75 oranında soğuk işlenmiş bir örnekte sertlik, kopma, işlenme direnci ve uzamanın tavlama sıcaklıklarıyla gösterdikleri değişiklikleri belirtmektedir (her sıcaklıkta 30 dakika).

Sertleştirme : İşleme sonrası son şeklini alan parçalara 260°C'de 60 dakika süreyle ısı uygulanarak bu alaşımın sertliği %50 ile %100 oranında artırılabilir.

Kaynaklanma : Bu alaşım aynı ayar ve renkteki kaynak alaşımları kullanılarak, alev kaynağı (şalümo) ile veya fırında kolayca kaynaklanabilir.

Yıkama : Sıcak %10 sıcak sülfürik asit. Asitle yıkanmadan ötürü çok fazla okside olmuş parçalarda meydana gelen renk değişiklikleri zımparalama ya da cilalama yoluyla düzeltilebilir.

II.3. PLATİN

Esmer beyaz renkte parlak bir madendir. İlk defa Amerika' da nehir kıyılarındaki kumsallar arasında metal tanesi olarak bulunmuştur. İspanyolca' da gümüş anlamına gelen pıllata kelimesinden platine bu ad verilmiştir. Platin doğada çok defa saf olarak bulunur. Platin madeni filizinin içinde iridyum, rodyum, palladyum, osmiyum, altın, demir bakır ve kum vardır. Kimyevi usullerle saflaştırılır. Teknolojik olarak sanayide ve ayrıca mücevherat yapımında kullanılır.

Platin yüksek sıcaklıkta bile havanın oksijeninden bozulmaz. Yine rengini muhafaza eder, pek sert değildir. Kolaylıkla tel ve levha haline gelebilir. Yalnız altın suyunda çözünür. Ancak yüksek sıcaklıklarda erir. Onun için şalüma veya havagazı sıcaklığı ile erimez. Ancak yüksek ısı veren fırın veya oksijen kaynak takımları ile özel eritme işlemi yapılır.

PLATİNİN ÖZELLİKLERİ :

Simgesi	: Pt
Atom Ağırlığı	:195.23
Atom Numarası	: 78
Yoğunluğu	: 21.45
Ergime Noktası	: 1778°
Kaynama Noktası	: 4050°

II.4. PALLADYUM

Çok sert parlak bir madendir. Doğada platin, gümüş, altın filizleri arasında bileşik veya alaşım halinde bulunur. Sanayide kullanılır ve ayrıca kuyumculukta beyaz altın denilen süs eşyası yapımında kullanılır. Palladyum altın ve gümüşle birleştiğinde esmer beyaz parlak bir alaşım meydana getirir.

Örnek : 14 ayar beyaz altın yapmamız için

100 gr has altın x1000 milyem = 1000000

100000 : 14 ayarın milyemi 585= 170.94

170.94 14 ayar – 100 has altın a eşittir.70.94 katkı

70.94 katkının üçte ikisi has gümüş üçte biri paladyum konduktan sonra eritilirse beyaz altın elde edilir. Bu karışımın maliyeti normal altından daha fazla olur.

PALLADYUMUN ÖZELLİKLERİ :

Simgesi	: Pd
Atom Ağırlığı	:106.7
Atom Numarası	: 46
Yoğunluğu	: 11.9
Ergime Noktası	: 1557°C
Kaynama Noktası	: 4000°C

II.5. GÜMÜŞ

Parlak beyaz renkte kolay işlenir bir madendir. Kuyumculukta ve endüstride kullanılır. Gümüş az sıcaklıkta elektriği en iyi ileten bir madendir. Çok ince levhalar haline getirilebilir ve tel olabilir. (Fligran teli) adı verilen gümüş telin 2 km uzunluğunun ağırlığı ancak 1 gr gelir. Folio denilen levha 0.0027 mm olup bazı ışığı geçirebilir.

Altınla bileşik yaptığında çeşitli oranlardaki alaşım ile yeşil altın veya pembe altın olarak adlandırılır.

Yeşil Altın : Altın içine yapılan katkının 3/2 gümüş konursa altınımız yeşilimsi bir renk alır.

Pembe Altın : Altının içine konulacak katkının gümüş yarı yarıya konursa pembesi bir altın rengi ortaya çıkar.

Ayrıca yemek takımları ve çatal kaşık takımları yapımında kullanılır. Oksitlenmesinin sebebi havadaki çok az miktardaki sülfür gümüş eşyayı karatmaktadır. Havadan kararmaması için havasız yerde muhafaza edilmesi gerekir.

GÜMÜŞÜN ÖZELLİKLERİ :

İngilizce	: Silver
Simgesi	: Ag
Atom Ağırlığı	:107.88
Atom Numarası	: 47
Yoğunluğu	: 10.50
Ergime Noktası	: 960.5°C
Kaynama Noktası	: 2100°C

II.6. ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ

II.6.1 ERİTME, ALAŞIMLAMA, DÖKÜM

Alaşımlama, eritme aşamasında yapılır. İşleme giren metallerin saf olması gerekir, çünkü kurşun (Pb), Arsenik (As) ve Antimon (Sb) gibi yabancı maddelerin az bir miktar bile karışması çeşitli ayarlardaki altın alaşımlarının işlenebilirliğini olumsuz yönde etkiler. Hem 9 hem de 18 ayar standart altın alaşımlarında %0.05 kadarlık Kurşun, daha sonra az miktarda yapılan işlemede çok kötü çatlamalara neden olabilir.

Katılma süresince yabancı maddeler (empürite), tane sınırlarında toplanma eğilimi gösterirler. Bunlar düşük ergime sıcaklığına sahip fazlar olarak ortaya çıkarlarsa tavlama veya kaynak işlemi sırasında eriyerek problem yaratırlar. Yabancı maddelerin film tabaka (lamel) veya kırılğan metaller-arası fazlar şeklinde oluşması ise haddeleme sırasında gevreklik yaratır. Çeşitli ayarlardaki altın alaşımlarının imalatında kullanılan altın, gümüş, bakır ve çinko elektroliz yöntemiyle çok saf olarak üretilmektedir. Yabancı maddeler büyük olasılıkla yeniden eritilmiş hurdadan karışmaktadır. Bildiğimiz gibi bu pazarda çok büyük miktarlarda hurda yeniden eritilmektedir ve yalnızca temiz hurdanın kullanılmasına dikkat etmek gerekir.

Metallerin kendi buhar basınçları ile sıcaklık arasında karakteristik bir ilişki vardır. Ergimiş metal kaynama sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta bile buharlaşabilir. Bu durum su dolu bir havuzun seviyesinde buharlaşma ile düşüş görülmesiyle benzerdir. [3]

Yükselen sıcaklıkla buharlaşma oranı artar. Bunun sonucu olarak, döküm için eritme sürecinde en iyi yöntem ergime noktası daha düşük olan maddelerin önce eritilip, ergime noktası daha yüksek olan maddelerin sonradan katılması ve eğer gerekirse, tam ergimeyi sağlamak için sıcaklığın yükseltilmesidir. Ergime noktası daha düşük olan maddeden yeterli miktarda olduğu ve birlikte eritilen maddelerin ergime sıcaklıkları arasında çok büyük fark olmadığı durumlarda bu yöntem önerilir.

II.6.1.2. ERİTME CİHAZLARI

Kuyumculukta kullanılan fırınların ve eritme cihazlarının türleri çok çeşitlidir. Bunlar basit bir şalümoyla eritme takımından, modern bir endüksiyonlu eritme tesisatına kadar çeşitlilik gösterir. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın alınması gereken en büyük önlem, ergimiş metale gaz karışmasını en az düzeye indirmektir. Bu havadan ya da potaların, masaların ya da karıştırıcıların üzerindeki nemden gelebilir. Kok kömürlü fırınlarda nemli kömür kullanmaktan kaçınılmalıdır. Ergimiş metaller ve alaşımlar oksijen ve hidrojen gibi gazları çözerler, yani bu gazların atomları ergimiş metal içinde dağılır. Ergimiş metal katılaştığında eriyikten gazlar çıkar ve bunlar ya gaz delikleri olarak bilinen sıkışmış gaz kabarcıkları şeklinde yeniden oluşurlar ya da çözülmüş oksijen alaşıma katılmış bazı metal kalıntılarından biriyle birleşir ve oksit parçacıkları oluştururlar.

Fazla miktarda fiske sağlıksız dökümlere yol açar. Astarla özellikle tavlama sonrası kabarcıkların ortaya çıkması eritme ve döküm sırasında gaz sıkışmasından kaynaklanabilir. Endüksiyonlu eritme cihazlarının kullanılması, hızlı ısıtma ve eritmeden dolayı kaçan gaz oranını büyük ölçüde azaltır ve bu cihazlar özellikle döküm tekniğinde gittikçe daha fazla kullanılmaktadır. Bunların bir avantajı da elektromanyetik karıştırmayla ergimiş maddenin homojenliğini arttırmalarıdır.

II.6.1.3. POTALAR

Potaların özellikleri şunlardır:

İçlerindeki maddelerle reaksiyona girmemelidirler. Ani sıcaklık değişiklikleri nedeniyle oluşan yumuşama ve çatlamaya karşı yüksek dirençte olmalıdırlar. Grafit

ve kil potalar gümüş ve çeşitli ayar ve renklerdeki altın alaşımları için önerilir; çünkü bunlar bir çok kez kullanılabilirler ve az da olsa ergimiş alaşımı oksitlerden temizlemeyi sağlarlar. Potadaki grafit-karbon ısıtıldığı zaman çevredeki havadan gelen oksijenle yavaş-yavaş reaksiyona girer ve ergimiş metalin üzerinde bir karbon-monoksit gazı tabakası oluşur.

Karbon-monoksit ergimiş metalin hava ile ilişkisini keserek, en az düzeye indirir. Karbon monoksit ayrıca metalde yeniden ortaya çıkabilecek alaşım elementi oksidini de azalttığı için faydalıdır. Karbonun bir başka biçimi olan odun kömürü parçalarının, oksidasyonunu engellemek için ergimiş metalin yüzeyinde gezdirilmesinin nedeni de budur. Nikel, grafit potalardaki karbonla reaksiyona girebileceğinden nikel içeren beyaz altınları eritmek için ateşe dayanıklı kilden yapılan potalar en iyileridir. Birinden birine bulaşmayı önlemek amacıyla, her bir alaşım için ayrı pota bulundurmak iyi olacaktır.

II.6.1.4. ERİMEYE YARDIMCI MADDELER (FLAKSLAR)

Erime sırasında aşağıdaki nedenlerden dolayı flakslar katılır:

- Erimiş metalin üzerinde bir koruyucu oluşturmak ve havayla teması keserek oksidasyonu ve ergimiş metalin içine gaz karışmasını engellemek.
- Ergimiş metaldeki oksitlerle reaksiyona girerek ergimiş metalin üzerinde toplanacak bir cüruf oluşturması için, mümkün olan en az miktarda flaks kullanılması önemlidir. Bunlar metali dökmeden önce metalin üzerinden alınmalıdır, yoksa flaksın dökümü de cam gibi sıkışma tehlikesi vardır. İdeal olarak, ergimiş maddenin yüzeyi ayna gibi parlamalıdır. Altın alaşımları için sık-sık kullanılan flakslar, 760°C’de eriyen Boraks ve daha yüksek bir ergime noktası olan 870°C ve beyaz altın alaşımlarının daha yüksek ergime aralıkları için kullanılan Borik Asit’ tir.

II.6.1.5. DİĞER KATKILAR

Fazla miktarda alaşım eritildiğinde bazen başka eklemelerde yapılabilir. Amonyum klorür gibi eritici flakslar alaşıma karışan baz metal yabancı maddelerle reaksiyona girerek, havada buhar haline gelen klorürleri açığa çıkarırlar. Hegzakloroetan gibi gaz alıcı tabletler buhar haline dönüşerek ergimiş metaldeki sıkışmış gazları çıkarırlar. Oksijen gidericiler ergimiş metaldeki oksijenle reaksiyona girerek buhar halinde oksitler oluştururlar. Bunlar özellikle ergimiş haldeyken, büyük miktarlarda oksijen emen gümüş için, yararlıdır.

Dökümden hemen önce katılan küçük bir miktar kadmiyum gümüş için oksijen giderici olarak önerilebilir, ama bu kadmiyum oksidin ergimiş maddeden çıkan kahverengi dumanları çok zehirli olduğu için tavsiye edilmez. Altının kendisi eritildiğinde hemen-hemen hiç oksijen çözmez ama bu, düşük ayarlı altınlar için geçerli değildir. Bazen korozyonu gidermek için küçük miktarlarda fosfor-bakır eklenir, ancak miktarın fazla olmamasına dikkat edilir, çünkü dökümün tane sınırlarında kalan bakır-fosfat kırılabilirliğinin artmasına yol açacaktır.

II.6.1.6. DÖKÜM SICAKLIĞI

Bileşim :

Alaşım birimi binde (%o) olarak ifade edilir. Her ülkenin yürürlükteki kanunlarına göre konan ayar damgası genelde kullanılan net altın miktarını belirler. Örneğin, birçok ülkede, ayrışma ve işlem sürecinden kaynaklanabilen, ölçüm eksikliklerini tamamlamak için alaşımlarda kanunların belirlediğinden %o 13 oranında daha fazla altın kullanılır.

Fiziksel Özellikler :

Renk, yoğunluk ve erime derecesi bir alaşımın fiziksel özelliklerini oluşturur. Bunlar, genelde tavlama ve soğuk işlemle etkilenmezler. Ancak yoğunluk, alaşımın şekline göre biraz değişebilir. Fazla gözenekli olduğu kötü dökümlerde ise yoğunluk kesinlikle azalır. Herhangi bir altın alaşımının rengini tanımlamak çok zordur. Renk tanımları ancak standart olarak kabul edilen bir örnek dizesiyle

karşılaştırıldıklarında işe yarayabilirler. Bir alaşımın erime süreci, katı ve sıvı dereceleri arasında geçen zamandır. Böyle bir derecede metal ne tümüyle katıdır, ne de tümüyle sıvıdır.

Mekanik Özellikler :

Mücevher yapımcılarını en çok ilgilendiren mekanik özellikler: sertlik, kopma... gibi özelliklerdir.

Teknik Deneyim ve Ekipmana Bağlı Sorunlar :

Esasen malzemeci firmalarca yayınlanan ve mücevher endüstrisinde kayıp mum tekniğinin çeşitli yönlerini ele alan bazı teknik açıklamaların dışında, bu konuyla ilgili kapsamlı herhangi bir inceleme bulunmamaktadır. Buna karşın, bu tekniğin dışılıkta kullanıldığı şekliyle en önemli özellikleri DIN, BS ya da ISO gibi şartnamelerde yer almakta veya şartnamelere girmek üzere hazırlanmaktadır.

Temel araştırmalarda kullanılan yöntemlerle ilgili olarak pek az çalışma yayınlanmış ve imalat koşullarından kaynaklanan problemleri saptamak için gereken ölçüm, tespit ve laboratuvar araştırmalarını yürütebilecek yeterlikte pek az atölye kurulmuştur.

Yerçekimiyle döküm yoluyla gazlı eritmeden, kalıbı doldurmak için santrifüj kuvveti kullanılan vakum endüksiyonlu sofistike makinelere kadar çok çeşitli atölye araçları ve farklı seviyede bilgi birikimi olduğu bir gerçektir. Ayrıntılı bilgi eksikliğinden dolayı, atölyelerin çoğu, gümüş, altın ve platin dökümü için sağlıklı koşullarda aynı aletleri kullanmaktadırlar.

II.6.1.7. TEKNİK KOMPLİKASYONLAR

- Kullanılan alaşımların ergime noktaları (platin çıkartılırsa 900°C'den 1200°C'ye kadar), alçı döküm için çok yüksektir.
- Altın olmayan metallere oluşan alaşım bileşenleri eritildikleri zaman havayla okside olma eğilimi gösterirler; bu da döküm özelliklerinin bozulmasına ve istenmeyen, masraflı başka işlemlerin yapılmasına yol açar.
- İşlemlerde kullanılan alaşımların maliyet, renk ve işleme karakteristikleri

gibi belirli özelliklerinden ötürü değiştirebilme olanakları kısıtlıdır. Bu nedenle, özel katkılar geçmişte yalnızca çok değişik teknik taleplerin karşılandığı dişçilik alanıyla sınırlı kalmıştır.

Düzgün külçe (astar, tel vb.) ve dökümler için doğru döküm sıcaklığının ne kadar önemli olduğunu bir kez daha vurgulamakta yarar vardır. Kalıbın tamamen dolması için ergimiş metalin akıcılığı iyi olmalıdır, öte yandan, gereğinden fazla yüksek döküm sıcaklıkları alaşımın içine gaz kaçma riskini arttırabilir ve dökümün mikro yapısında tane boyutunun fazla büyümesine yol açabilir.

İdeal olarak, ergimiş metal sıcaklıkları bir daldırma ısı ölçücü ya da uygun bir pirometre ile ölçülmeli ve kayıtlar daha sonra başvurulmak üzere saklanmalıdır. Günümüzün eritme cihazlarını imal edenlerin sıcaklık ölçümü üzerine tavsiyeleri faydalı olabilir. Daha önce sözü edildiği gibi, çeşitli ayarlardaki altın alaşımları için önerilen döküm sıcaklığı alaşımın tamamen sıvı hale geldiği sıcaklıktan yaklaşık 75100°C fazladır.

II.6.2. DÖKÜM ESNASINDA KARŞILAŞILAN DÖKÜM SORUNLARI

Dökümlerde sık rastlanan hataların nedenlerini ve bunları en aza indirmek için atılacak adımları aşağıda açıklanan kategorilerde incelemek mümkündür.

II.6.2.1. MUM KALIBIN PÜRÜZLÜ BİR YÜZEYİ VARSA

Mum yüzey havadan toz zerrecikleri almış ya da üzerine kauçuk kalıptan talk pudrası yapışmış olabilir. Mum kalıplar daima yıkanmalıdır. Bu gereksiz hassasiyet değil aksine yüksek kalitenin getirdiği bir gerekliliktir. Yoksa alçı karışımı temas etmeyebilir ve bunun sonucunda da yüzeyi düzgün olmayan ya da röproduksiyonu bozuk takılar imal edilebilir.

Temizleme için karbon tetraklorit önerilir. Bu sıvı yüzey gerilimini azaltmakta ve kalıpla alçı karışımının temasını ve akışkanlığını düzenlemektedir. Karbon tetraklorit yoksa minerallerinden arındırılmış demineralize suda eritilen basit bir deterjan ya da sabun da kullanılabilir. Mineralsiz su aynı zamanda kalıpların

durulanmasında da kullanılacak ve kalıplar daha sonra kurumaya bırakılacaktır.

Çözücü özelliği gösterdiği için karbon tetrakloridin mum için kullanılması idealdir: sıvı yüzeyi kaldırır ve kururken de konturları yuvarlar ve aynı seviyeye getirir. Ayrıca rötüş izlerini yok etmede de kullanılır. Ancak ince ya da keskin yüzey detaylarının silinmemesine dikkat etmek gerekmektedir.

II.6.2.2. BÜZÜLME HATALARI

Dökümün üstünde fazladan bir miktar ergimiş metal ihtiyat payı olarak bırakılmalıdır. Katılaşma sırasında oluşan büzülme yalnızca burada olacak ve esas döküm parçayı etkilemeyecektir. Külçelere (çıkıcı veya besleyici) ek koymak daha sonraki işleme için uygun değildir ve dikey olarak dökülmüş külçenin tepesindeki büzülme borusu (birincil boru) üstündeki (döküm deliği olarak bilinen) çukur eğer derinse çıkarılmalıdır; yoksa çekilerek inceltilmiş üründe bir orta hat hatası ortaya çıkabilir. Haddelemeye başlamadan önce külçenin üstü kesilerek kısaltılmalıdır.

Eğer beslenme kanalında, örneğin yollukta önce katılaşmadan dolayı, büzülmeyi önleyecek ek ergimiş metalin içe akışı engellenirse, dökümlerin içinde büyük büzülme boşlukları oluşabilir. Bu hatanın örneklerine, büyük, içi dolu montürleri olan ve gövdesi montürün tam karşısından tek bir yollukla beslenen döküm yüzüklerde bazen rastlanabilir. Bu durumda metal, montürün içinde ergimiş durumdayken yüzüğün gövdesinde tamamen katılaşır ve ergimiş metal akışı kesilir. Bu sorunun çözümü yolluğu montürün tam arkasına yerleştirmektir. Büyüyen dendritlerin kolları arasında yetersiz metal beslenmesinden kaynaklanan dendritler arası fiske de benzer bir hatadır. Buna dökümlerde çok sık rastlanır.

Gözenekler sayıca daha az olursa ve dökümde tamamen içte kalıp yüzeye taşmaz ve kapanırlarsa, bunlar, örneğin döküm takılarda pek sorun yaratmayabilirler. Ancak dökümün mukavemetinin önemli bir kriter olduğu döküm makine parçaları için aynı şey söylenemez. Böyle durumlarda bu tür gözeneklerin varlığı sakıncalıdır. Ancak, bu araştırmalara paralel olarak dendritler arası gözeneklerin yüzeye çıkıp hoş olmayan bir görüntü yarattığı (dökümle yapılmış çeşitli ayarlarda altın yüzük örnekleri)'nde görülmüştür. Bu hatanın meydana

gelmesi, dökümü doğru tasarlama, yeterli sayıda yolluk yerleştirme ve katılma sıcaklığı aralığı geniş olan alaşımları kullanmayarak en az düzeye indirilebilir.

II.6.2.3. SICAK YIRTIK

Bu, bir alaşım dökümünde, katılmanın son aşamaları sırasında ortaya çıkan bir çatlaktır. Nedeni, soğuma sırasında metalin çekmesi, kalıbın ise genişmesidir. Örneğin bir yüzük dökme işleminin ortasında kalıp çekebilir ya da dökümlerin kalın ve ince bölümlerinin birleşme yerlerinde farklı büzüşmeler olabilir. Dökümlerde oluşan çekme gerilimlerinin nedeni, dökümün sıcaklığa bağlı olarak büzülmesi ve kalıbın sıcaklığa bağlı olarak genişmesidir (sıcak metalden ısı emilmesiyle).

Bu gerilimler, metali tane sınırlarından parçalara ayırır. Bu hataya daha çok tane boyutu büyük olan dökümlerde rastlanır, çözüm ya dökümü yeniden planlamak ya da ergimiş metale daha fazla tane çekirdeği oluşmasını sağlayacak ve bunun sonucunda tane boyutunu küçültecek çekirdeklenme elemanları katmaktır. Çeşitli ayarlardaki ergimiş altın alaşımlarına çok az miktarda katılan iridyum, rodyum ya da kobalt tane küçültücü görevi görecektir, ancak bunlar pek kullanılmamaktadır.

II.6.2.4. AYRIŞMA (SEGREGASYON)

Bu, alaşım bileşenlerinin ve yabancı maddelerin, katılacak son sıvı bölgede yoğunlaşması ve dökümün ya da külçenin bileşiminde farklılığa yol açmasıyla oluşur. Bu ayrışma bir mikro ayrışma türüdür, ancak, önlenemese de pek sorun yaratmaz. Fakat büyük boyutlardaki ayrışmalar dökümün tümünde fiziksel ve mekanik özelliklerde farklılıklara yol açabilir. Külçe işlemede sorunlar çıkarabilir ve damgalama için ayar ölçümünde örnek parça alma zorlukları yaratabilirler. Ayrışmayı önleme yolları konusunda öneride bulunmak güçtür. Ama soğuma oranlarına ve dökümlerin boyutuna ve tasarımına dikkat etmek etkili olur. Ayrışma daha çok, büyük dökümlerde sorun olur.

II.6.2.5. BATIKLAR (İNKÜLİZYON)

Batıklar döküm içine sıkışıp kalmış çözünmeyen oksit parçaları, yabancı maddeler, cüruf, metal-posası, alçı, fırın kaplamasından ve potalardan gelen ateş tuğlası parçalarıdır. Bunlar çok sakıncalıdır, çünkü dökümün tümünde mekanik açıdan zayıf noktalar ortaya çıkarırlar. Bulaşma ve batıkları engellemek için aşağıdakilere dikkat edilmelidir:

- * Flaks katarak gaz emmesini önlemek / Bakir oksit (Cu_2O) ve Çinko Oksit (Zn_0) gibi oksitlerin oluşmasını engellemek.
- * Dökmeden önce metal posasını ve flaks fazlasını ayırmak.
- * Saf metal ya da temiz hurda kullanmak.

II.6.2.6. SOĞUMA TIKANMALARI

Soğuma tıkanmaları, ergimiş metalin, özellikle ince bölümlerde kalıp boşluğunu tamamen doldurmadığı durumlarda oluşur. Hata yüzeyleri genellikle pürüzsüz olur. Soğuma tıkanmaları, kalıp tam olarak dolmadan metalin katılaşmasından oluşur ve nedenleri şunlardır:

- Döküm sıcaklığı çok düşüktür,
 - Döküm hızı çok düşüktür,
 - Ergimiş metalin akışkanlığı düşüktür; bu alaşım bileşiminin katılaşma sıcaklığı aralığının geniş olduğu ve küçük, karmaşık dökümler için uygun olmadığı anlamına gelir,
 - Sıkışmış metallerin ergimiş metal akışına karşı gösterdiği direnç,
 - Bölümün kalınlığının çok az olması ve yolluğun yanlış yerleştirilmesi.
- Alçı kalıpla reaksiyon: Nadiren, yüzeyde ya da yüzeyin hemen altında gaz deliklerinin ya da oksit batıklarının olduğu kötü yüzeyli dökümlere rastlanır. Bu, ya metal ve alçı kalıp malzeme arasındaki reaksiyondan: bu durumda başka bir alçı kalıp malzemesi kullanılmalıdır, ya nem, veya alçı kalıbının geçirgenliğinin az olması ya da sıkışmış gazların yeterli ölçüde çıkarılmamasından (vakumlaşmamasından) kaynaklanır.

II.6.2.7. TÜRBLANS FİSKESİ

Santrifüj dökümlerde ortaya çıkan ilginç bir tür hata da döküm yüzeyindeki düzgün yan küre şeklindeki gözeneklerdir. Bunlar, döküm derecesi içindeki ağacın duruşuna göre genellikle bir kenarda oluşurlar. Bu hatanın, santrifüj döküm makinesinde belli hızlarda ortaya çıktığı, bu nedenle de büyük bir olasılıkla, ergimiş metalin boşluğa dolması sırasındaki türblanstan kaynaklandığı kanıtlanmıştır. Dönme hızının azaltılması çoğunlukla böyle bir hatayı çözer. Başka tür hatalar da çoğunlukla özel birtakım işlemlere özgüdür. Bu durumlarda çözüm çok basit olabileceğinden bir uzmanın görüşüne başvurulmalıdır.

BÖLÜM III

III.1. MODEL YAPIMI

Aynı ya da çok benzer (belki son büyüklüğü farklı) bileşenlerden oluşan ölçülebilir parçalar gerektiğinde, tamamen bitirilmiş sağlam bir model yapılıması önerilir.

Bu model, mum model alınmasında ayrılan ve bir araya getirilen orijinal modelden dökülebilir.[4] Mum model yapımı, en çok yönlü ve “artistik” yöntem olmasına karşın, çalışmada kullanılacak asıl model olarak daha sağlam bir kopyasının dökülmesi gerekir. Mumdan model yapılması, mum enjeksiyonundan daha zordur ve erime noktası da daha yüksektir, ancak asıl model olarak iş görebilecek kadar sağlam bir yöntem değildir. İçi boş halka borular da dahil olmak üzere, uygun parçalar ve levhalar halinde elde edilebilir. Model için malzeme seçenekleri çok fazladır:

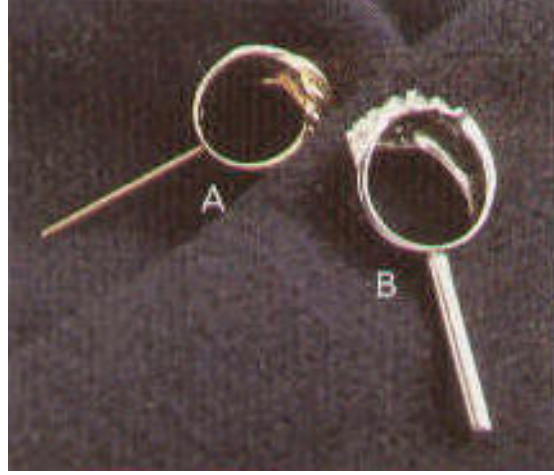
- | | |
|----------------------------|----------------|
| • Mum | Yumuşak |
| • Ağaç | Yumuşak |
| • Reçine, Plastik, Perpeks | Orta |
| • Saf ya da Tam Ayar Gümüş | Orta |
| • Ayar Altın | Yumuşak - Orta |
| • Pirinç, Bronz | Sert |
| • Nikel, Gümüş | Sert |

Aşınma (kullanma) direncinin ve kauçuk etkisinin (içindeki sülfürün) iyileştirilmesi için metal modellere elektro-kaplama uygulanabilir. Diğer altın takı işlemleriyle bağlantılı olarak bazen rodyum kaplama yapılabilir ve bu kaplama gümüş ve altın modeller için elverişli olabilir. Nikel tek başına iyi değildir, çünkü, sülfüre pek dirençli değildir, ama krom kaplama, pirinç, bronz ve nikel gümüşü korumanın genellikle en ekonomik yoludur. Bu model için tercih edilen malzeme,

modelin tahmini aşınma düzeyine; model yapma yeteneğine (yüksek ayar altında çalışan bir işçinin reçine ya da pirinç ile deneyimi olmayabilir); ve büzülme payı bilgisine göre değişir. Seri üretim için genellikle metal model gerekir, bununla birlikte, modeller çok özenle korunup saklandığı sürece birkaç ustalık eseri parçanın metal-olmayan modellerden çoğaltılması mümkündür.[5]

Bir metal model (örneğin bir yüzük) ayrılırken, katılaştırma ve soğutmadaki büzülmeden ötürü son dökümün biraz daha küçük (yaklaşık %1-3) olacağı unutulmamalıdır. Düzeltme faktörü gereklidir. Orijinal model mum ise ve metal model bu mum parçadan dökülmüşse, çift büzülme faktörü uygulanmalıdır. Mümkünse bu modele iyi bir cilalama işlemi uygulanmalıdır. Gümüş ve ayar altınların işlenmesi kolaydır, ancak yüzey nispeten yumuşaktır ve bunlardan hazırlanan kauçuk kalıptaki kazıntı ve çentikler de kolaylıkla kopyalanabilir. Öte yandan, modele ince (atlas) perdah ya da işlenmiş perdah uygulanmasıyla bu perdahlar da tamamen kopyalanabilir.

Döküm sırasında, erimiş alaşımın dökülmesi için bir döküm koçanı ya da besleyici eklenmesiyle model tamamlanmış olur. Bu besleyici ya da koçan, daha sonra gerçek dökümden kesilip çıkarılması kolay olacak şekilde eklenmelidir. Besleyici ya da koçan çapı, modelin büyüklüğüne göre değişir. Örneğin, bir yüzük gövdesi sapı için, kapı ya da kanal çapı, mumun sonradan kurutulmasını ve alaşımın kolay girmesini mümkün kılacak çaptan biraz daha dar olmalıdır. Bu kapı ya da döküm kanalı, gövde sapından daha büyükse, o zaman gereğinden fazla hurda metal oluşur ve gövde sapının ana hattına göre kesim hattının belirlenmesi zorlaşır. Şekil III.1'de iki örnek görülmektedir.



Şekil III.1 İki örnek : yüzüğe oranla A) Çok küçük B) Orantılı koçan ya da besleme kanalı.

III.2. KAÜÇUK KALIP YAPIMI

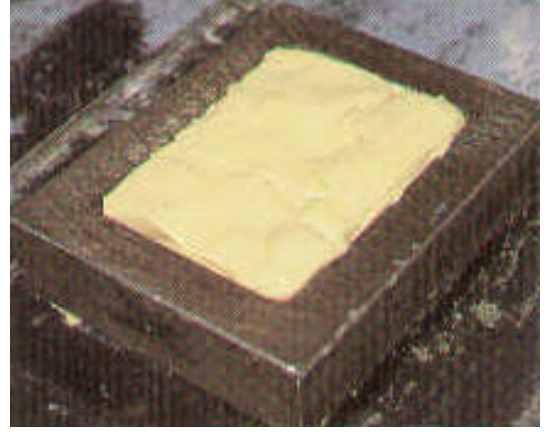
Modelin birden fazla mum kopyasının çıkarılması için, vulkanizasyondan sonra modelin çıkarılmasını sağlayacak ve mum enjeksiyon kalıbı görevi görecektir. Modelin yeniden birleştirilebilecek halde model kauçuk bir karışımla sarılır. Modelin rahatça içine yerleşebileceği genellikle alüminyumdan ya da sert: plastikten uygun dörtgen metal bir çerçeve ve kalıp duvarının kalın olması için de yeterli kauçuk kullanılır. [6]



Şekil III.2.1. Hazırlanmış kalıplar ve mum kalıp örnekleri



Şekil III.2.2. Model kalıbın ortasına dikkatlice yerleştirilir.



Şekil III.2.3. Pişirilmeye hazır kalıp.

Silikon kauçuklar, kalıpların çoğaltma kalitesinin, aşınma direncinin yüksek olmasını ve genişleme oranının düşük olmasını sağlar. Bazen (seri üretimde), kauçuk yerine sert epoksi ya da metal kalıp kullanılabilir. Çeşitli işlemlerin kolaylaştırılmasına yarayan pek çok aksesuar vardır, örneğin: otomatik merkezli kapak kenarlarıyla hızla açılmasına yarayan önceden yapılmış kauçuk kalıplar; koçan ya da kanalların konumlandırılmasına yarayan küçük plastik koniler, modeli ilk olarak mum halinde oluşturanların elle cilalayabildikleri özel şekiller için önceden yapılmış mum, ham kauçukta, hazırlama sırasında haddelenme ya da haddeden çekmeden kaynaklanan tane vardır.

Vulkanizasyonda farklı büzülme ve çarpılmanın önlenmesi için kalıp yapımı sırasında aynı yönde tutulmalıdır. Ayrıca, kauçuk zamanla bozulur; direkt güneş ışığından ve nemli ortamlardan uzak tutulmalıdır. Tek bir kalıbın defalarca sıcak kullanımından kaynaklanan aşınmanın azaltılması için, aynı modelden birkaç kauçuk kalıp yapılabilir. [7]



Şekil III.2.4. Vidalı vulkanizasyon presi

Kalıbın oluşturulması için:

- Modelin çerçevenin ortasına dayandırılması için, çerçevenin dibine ham kauçuktan bir levha (genellikle 3 mm kalınlığında sağlanır) serilir ve/veya lastik bir plaka ayrılır.
- Model, tabana yatay yerleştirilir.
- Modelin vulkanize basınç altında çökmemesi ya da bozulmaması sağlanır.
- Koçan ya da döküm kanalının, kalıbın yakınına/sonuna kadar uzanması sağlanır.
- Hava kaçması engellenerek kalıp çerçevenin üst ucundan yukarıyı gösteren kauçuk (yaklaşık 3-4 mm) fazlası bırakılması için, üste fazladan levha ya da plaka eklenir.
- Kalıp ayrı bir yere alınır; bir çözücü kullanılarak parçalar ve model, yağ, toz ve serbest kauçuktan temizlenerek arındırılır.
- Kalıp, bir vidanın elektrikle ısıtılmış ikiz sıcak plakaları ya da hidrolik vulkanize pres arasına yeniden kurulur ve yerleştirilir.

- Hava kabarcıklarının çıkmasını sağlamak ve kauçuk bileşiğın modelin etrafına iyice sıkıştırılması için, plakalar önceden birbirine yakın tutulur ve ısıtmaya başlanır.
- 45°C-175°C'lik genel vulkanizasyon sıcaklığına ulaşıncaya kadar beklenir (üreticinin talimatına göre ortalama optimum sıcaklık 160°C, süre 40-80 dakikadır. Bu süre, her bir levhadan çıkan kauçuğa göre belirlenir (18 mm kalınlığında kalıp için yaklaşık 45 dakika; 36 mm için yaklaşık 75 dakika)
- Modelin artık vulkanize hale gelen kauçuktan kesilip çıkarılmasına başlanmadan önce, model vulkanize edici araçtan çıkarılır ve soğumaya bırakılır.

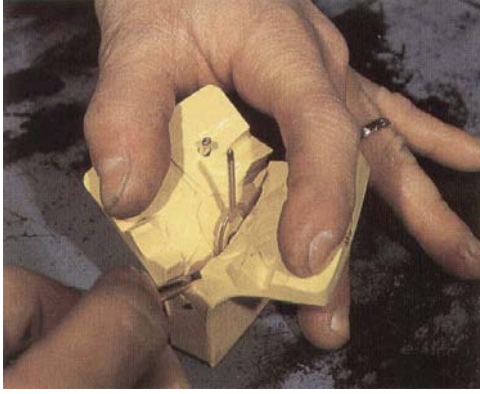
III.3. KAUCUĞUN KESİLMESİ

Bir sonraki adım, tercihen henüz sıcakken modelin çıkarılması ve vulkanize kauçunun iki yarısı arasında birbirine kenetlenen yüzlerin oluşturulmasıdır. Kauçunun ortadan kesilmesi için çok dikkatli bir biçimde keskin bir neşter kullanılır. Özellikle asıl modele değdiklerinde kolaylıkla körleşebileceklerinden keskin bıçak uçları bulundurulur. İlk kesim genellikle gövde ağızı boyunca bir hat üzerinde yapılabilir. Gövde ağzının diğer yüzünde de aynı kesim tekrarlanır ve daha sonra, kalıbın bu iki yarısı ayrılır. İyi vulkanize edilen kauçuk, çok süner ve model, baskıyı kesme çizgisinde yoğunlaştırır.

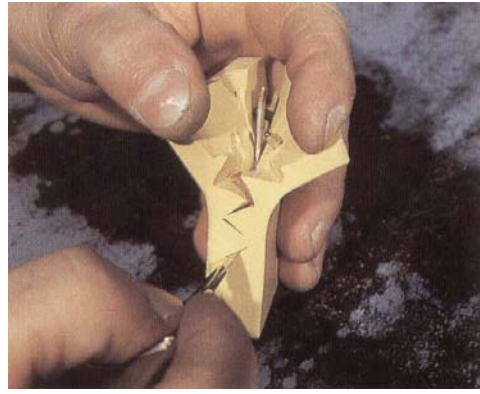
Modeli çıkarılmasını ve yine de iki yarısının tam olarak birbirine uymasını sağlayacak şekilde zigzag kesime devam edilir (Şekil III.3.1.) Aslında, model çıkarılabildiği ve modelin bıraktığı boşluk temiz tutulabildiği sürece bu iki yarının tamamen birbirinden ayrılması gerekmez. Bu kesikler, mum enjekte edildiği sırada hava kaçmasına izin verir. Kalıbın her yanına kesik atılır. Modelin en yakınındaki kesiklerin basit ve düzlemsel olduğu ve modelin daha ince kısımlarından geçmediğini belirtmek gerekir. Mum ve metal, eninde sonunda, kesim yerlerini izleyecektir; bu nedenle, ince ayrıntıların bulunduğu tüm kesişme noktaları, ayrılma çizgisinin izinin yok edilmesi için fazladan bitirme işlemi yapılmasına neden olur.

Kesme ve ayırma işlemi ne kadar anlatılırsa anlatılsın, deneyimin, deneme-yanılmanın yerini tutamaz yine de neşterin keskin yüzüne dokunmayın!

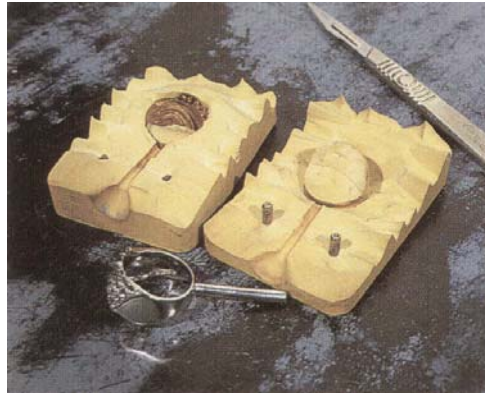
Sonraki aşamada, mum modellere zarar verilmeksizin modelin çabuk kopyalanması ve çıkarılması için gereken kesim yerlerini saptamak üzere birkaç deneme uygulaması yapacak olan mumlayıcı, vulkanize kalıbı dikkatle kullanır. Mumun enjekte edilmesinden önce, çözücüyle yeni kauçuk kalıp iyice temizlenmeli (ve suyla düzenli olarak yıkanmalı), ardından talkla pudralanmalıdır. Ağaç içeren bazı mumlar, talk kullanılmasına gerek kalmayacak şekilde parçaları serbest bırakır. Elle, sıkıştırılmış havayla ya da vakumla çalışabilen enjeksiyon makinesine kauçuk kalıp girişi sağlanması yoluyla mum enjekte edilir.



Şekil III.3.1. Neşter dikkatle kullanılmalıdır.



Şekil III.3.2. Ayrılma çizgisi görülmektedir.



Şekil III.3.3. Dalgalı kesim, iki yarı, erkek ve dişi parçadan oluşmuş gibi kesilirse kalıbın çabuk ve tam olarak kapanmasına yardımcı olur.



Şekil III.3.4. Model çıkarılmadan açılmış bir kalıp.

III.4. ENJEKSİYON MUMLARI

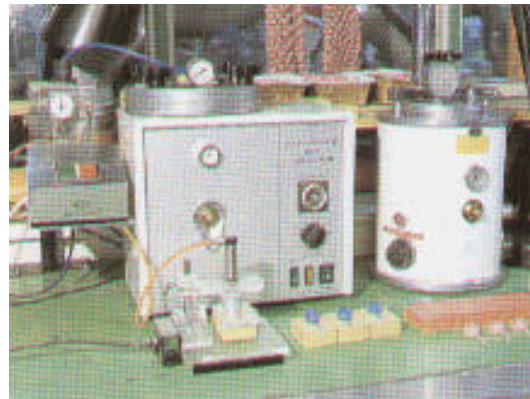
- Sadece alçı döküm için özel olarak geliştirilen kaliteli kompakt mumlar kullanılmalıdır.
- Erime aralığı en dar olan mumlar tercih edilmelidir; bu mumlar sıvı halden katı hale geçiş süresi en kısa olan mumlardır.
- İyi bir mum, döküm kusurlarına yol açabilecek karbon ya da kül artı bırakmadan yanar.
- İyi bir mum, modelin kırılmadan çıkarılmasına izin verecek esneklikte olmalıdır.
- Yeni mumun kirlenmemesi için, tekrar kullanılan mum filtre edilmelidir.
- Katılaşmanın hızlı ve yıpranmanın en düşük düzeyde tutulması için, mum, tam ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) sıcaklık kontrolü altında enjekte edilmelidir. Optimum sıcaklık 65°C olarak belirtilmektedir. 75°C aşılmamalıdır.
- Büzülme kusurlarının yok edilmesi için mum model basınç altında soğumaya bırakılır.
- Mum modeller ağaçtan çıkarılır ve sıkıca kapatılmış plastik kaplarda saklanır.
- Fazla miktarda mum model, uzun süre saklanmamalıdır.



Şekil III.4.1. Mumdan yapılmış bir takı ağacı örneği.

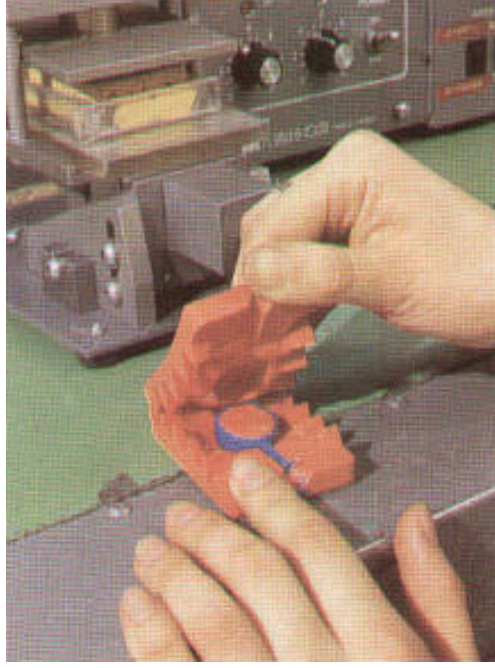
III.5. ENJEKTÖRLER

En çok kullanılan enjektörler el kompresörlü ya da hava kompresörlü türlerdir. Mükemmel sıcaklık kontrolü en iyi vakumlu enjektörlerle sağlanır. Bunların bazıları otomatik enjeksiyon için de kullanılır; böylece her seferinde elle kalıbı kaldırıp püskürtme memesine bastırma yorgunluğu da ortadan kalkar. Enjeksiyon sonrası, mum kalıbın basınç altında soğuması sağlanmalıdır. Kalıptan çıkarıldıktan sonra örnekler, ağızları sıkıca kapatılan temiz plastik kutulara konarak serin ve kuru yerlerde muhafaza edilmelidir. Bunların çok uzun süre saklanmaması ve en eski olanların en önce kullanılması tavsiye olunur.



Şekil III.5.1. Klasik enjektörler.

Ağaca takılmadan evvel bütün örnekler dikkatle kontrol edilir ve herhangi bir kusuru gidermek için sıcak hava ile üzerlerine rötuş yapılabilir. [8]



Şekil III.5.2. Otomatik kalıp dolumu göstergeli vakum enjektörü.

III.6. MUM BASIMI VE MUM AĞACININ HAZIRLANMASI

III.6.1. MODELLERİN BİR ARAYA GETİRİLMESİ (DÜZENLENMESİ)

Götürü usulü çalışan bir kuyumcunun, sözgelimi 30 ya da 60 gram ayar altını ya da bir yüzüğün ya da bir broşun parçalarını düz bir koni üzerinde kısa düz gövde ağızları kullanarak tek tabaka halinde dökmemesi için hiçbir neden yoktur. Bu düzenleme başlangıçta genellikle hafif konkav mum bir diskdir ve mumlar bu yüzeye 3 mm kadar yakın yerleştirilir. Yolluk uzunluğundaki hafif değişiklikler, dolgunun sıkı olmasına yarar.

Kısa yolluklar, erimiş metalin döner-döküm sırasındaki hareketini ve katılaştırma sırasında halen sıvı olan metalle besleme mesafesini en düşük düzeye indirir. Koni, yolluk metal rezervine kıyasla gerçek döküm boşluğuna göre daha çok bir döküm yoludur. Gerçek döküm kalıplarına olduğu kadar, kaideyi doldurmak, metal döküldüğünde basıncı artırmak için yeterli metale de gereksinim vardır.

Gereğinden fazla metal kullanılırsa bir kısmı dönme sırasında sıçrayabilir ve hurda oranını artırır.

Tek bir fanus, genellikle 100 (10-20 baş kakma) ile 500 gram (10-20 yüzük sapı) arasında değişecek miktarda erimiş madde alır, ancak, bu miktar 700 grama kadar da yükselebilir. Bu fanuslar, ya tek bir tabakada kaideden doğrudan dallanır ya da split yolluklardan altı sağlam yolluktan desteklenirler. Ara bir düzenleme de, her biri ana aşağı yolluktan yatay çıkan bir ızgara üzerine yerleştirilmiş iki ya da üç katman oluşturulmasıdır (Şekil III.4.1.) Bu düzenleme, çok sayıda ince parçanın sık sık yerleştirilmesine olanak sağlar, ancak, alaşımın akışkanlığı iyi olmalıdır, bu nedenle de yüksek ayarlı altın alaşımlarda yaygın uygulanan bir yöntem değildir. Diğer taraftan, ölçeğin diğer ucunda, (Şekil III.6.2.1)'de hassas ayarlarla yerleştirilmiş bir düzine 18 ayar bilezik parçası görülmektedir; toplam ağırlığı yaklaşık 700 gramdır.

III.6.2. MUM AĞACININ HAZIRLANMASI

Eritme ve döküm parçası kapasitesi 300 gram ya da daha fazla olduğunda en yaygın parça üretim yönteminde mumlar bir ağaç şeklinde yerleştirilir ancak yine aynı "kısa mesafe" yolluklar uygulanır. Bir ağaç, 300 gram döküm ve kısa yollukları çıkarılmış 300 gramlık bu merkezi gövdeden (ya da besleyiciden) oluşabilir. Mum düzenlemede ve yolluk tasarımı evresinde dikkatli ve özenli olunmasıyla, işlem hurdası ve hurda döküm oranı en düşük düzeye indirilir.

- Döküm büzülmesi olması için, yolluğun en son donması gerektiğinden, minimum yolluk kesiti, doğrudan yolluk bulunan dökümün en büyük kesitinden daha küçük olmamalıdır.
- İdeal olarak, yolluğun, birleştiği yerde çok sayıda tasarım ayrıntısı yoksa, parçanın en ağır kısmı olmalıdır.
- Alt yolluk randımanın artırılması için biraz inceltip sivriltilebilir.
- Türbülans metal akışının engellenmesi için, yollukların bir araya geldiği yerde düz dolgu gerekir.
- Şunlardan kaçınılmalıdır: Tasarım, bu aşırı uçlardan uzak olmalıdır. Kalıp

üzerine yerleştirmeden önce, her bir şekil dikkatle kontrol edilmeli, gerekirse, flaşların giderilmesi ve yüzey kusurlarının düzeltilmesi için ısıtılmış lehimleme demiriyle rötuş yapılmalıdır. Dökümün iyi olması için mumların kusursuz olması şarttır, ayrıca, hurda haline getirmekten ya da daha sonra dökümlerin yeniden fazlasıyla işlenmesindenense kötü şekillerin eritilmesi (yeniden-eritme) daha iyidir. Modelin yolluğu, en fazla 10 mm ya da tercihen 5-6 mm olmalıdır. Yolluğun kısa olması, yerleştirmeyi daha da zorlaştırır ve ortadaki ana alt-gövde ağzında kalabalığa yol açarken yolluğun uzun olması döküm ve besleme işleminin eksik kalması tehlikesi yaratır. Mum modeller, alanın maksimum düzeyde kullanılacağı şekilde tek-tek dikkatle kalıba kaynaklanır, ancak aynı zamanda kalıbın ısı çıkarma kapasitesi ve bunun bir bütün olarak kalıbın katılma şekli üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulur. Merkezi aşağı yolluklar, normal olarak dairesel kısımlardır, tercihen inceltip sivriltilmiş, ancak, altı ya da sekiz köşeli kısımlar da bulunmaktadır.



Şekil III.6.2.1. Küme yerleştirme farklı küçük parçalardan dizilerin üretilebilmesi için farklı şekiller bir araya toplandığında uygundur.

Bu kısımlar, modellerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesini biraz kolaylaştırmaktadır, Çapı geniş, içi boş dairesel bir kısım, hem sık yerleştirme kolaylığı hem de alt-gövde ağzı metalden tasarruf sağlar. Özellikle verimin yüksek olması gerektiğinde en uygun düzenlemenin hangisi olduğuna dair görüşlerde farklılıklar bulunmaktadır. Az sayıda (tercihen tek sayılar) orta büyüklükte döküm optimum katılaştırmaya göre düzenlenebilir, ancak, seri üretim için modelin tutarlı bir şekilde sık yerleştirilmesi gerekmektedir. İyi (sadece yeterli değil) bir sonuç ortaya çıktığında, kalite/üretim el kitabında düzenlemeyle ilgili ayrıntılar unutulmamalı ve değiştirmek için iyi bir neden olmadığı sürece tekrarlanmalıdır. [9]

Aşağıdaki genel ilkeler bu konuda yardımcı olacaktır:

- Bir tür için lokal tercihten kaçınılarak sekil, ağırlık ve döküm yolu farklı modeller merkezi yolluk üzerine müsavi bir biçimde dağıtılır. Ayrıntılı modeller uca yakın, orta büyüklükteki modeller ortaya ve daha hacimli ürünler kalıbın (ağacın) alt kısmına yerleştirilir.
- Mumlar üzerinde yağ ya da gresten (parmak izi dahil!) eser kalmamalıdır. Diğer taraftan, vazelin ya da benzeri maddeler alçının kaideye saplanmasını engeller.
- Düzenleme aşırı kalabalık olmamalıdır. Bu, sadece yerleştirmeyi zorlaştırmakla kalmaz, ayrıca, mum-giderme sonrasında bir boşluk ile diğeri arasındaki duvarlar inceyse bu yerleştirme büyük olasılıkla çöker.
- Modellerin önce küçük dallara eklenip daha sonra asimetrik olarak merkezi yolluğa yerleştirildiği küme düzenleme (bkz. Şekil III.6.2.1.) tercih edilmelidir. Küme düzenleme, bileşen ve yuva gibi farklı küçük modellerin çok sayıda kopyalanması için en iyi yoldur.
- Aynı şekildeki parçalar için merkezi yolluk etrafına vidayla dış açar gibi spiral yerleştirme (bkz. Şekil III.6.2.2.) uygulanır. Döküm sırasında, esasen yolluktan, hava hızla çekilir, spiral etkisi zarar verici hava akışının azalmasına yardımcı olur.
- Merkezi yolluğa modelin eklenmesinde kullanılan kaynak parçası tam-yuvarlak olmalı ve gövde ağzı yüzeyi üzerinde yeterince alan kaplamalıdır

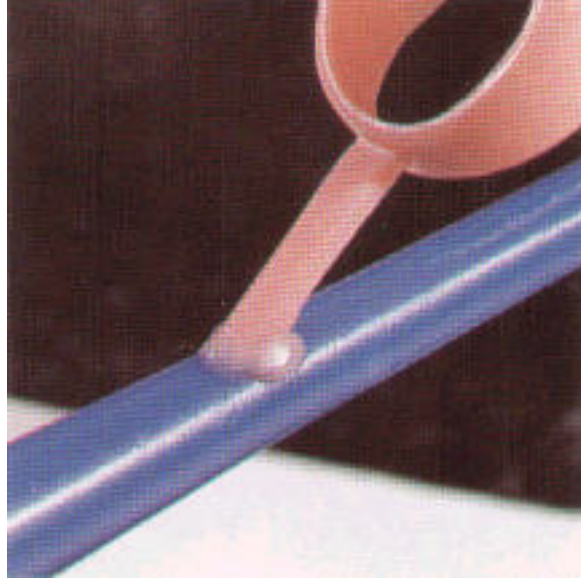
(bkz. Şekil III.6.2.3.) Her kaynak, döküm yolu sisteminin bir parçasıdır, ayrıca, keskin köşeler, hem mumdun arındırma işlemini, hem de sonraki metal girişi zorlaştırır.

- Düşey ağaçlar, ağırlığı bilenen standart bir lastik kaide içerisine yerleştirilmiş merkezi alt-gövde ağzının köküyle birlikte düzenlenir.



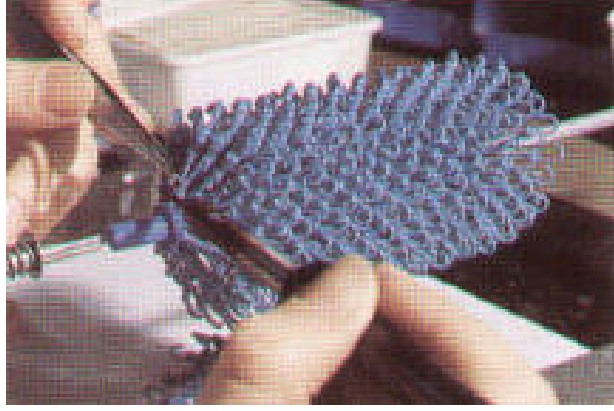
Şekil III.6.2.2. Basit ve kalabalık olmayan bir spiral yerleştirme örneği.

- Özellikle sık kümeler ve spiraller olmak üzere, yerleştiren kişinin, şekilleri daha iyi konumlandırabilmesi için yolluğun yatay bir mandrel üzerine yerleştirilmesi işlemi kolaylaştırabilir (Şekil III.6.2.4.) Lastik kaide daha sonra eklenir.



Şekil III.6.2.3. Alt-gövde ağzına model kaynaklanırken,kaynak pürüzsüz olmalıdır; bu, döküm sisteminin önemli bir kısmını oluşturur.

- Yerleştirme tamamlandıktan sonra, yağ ve yapışkan partiküllerin giderilmesi için ağaç lastik kaidesiyle birlikte deterjanlı bir emülsiyona batırılır. Daha sonra, alçıya hazır olması için minerali giderilmiş suda durulanır ve korumaya bırakılır. Başka hiçbir kusuru bulunmayan iyi bir dökümde bir deterjan lekesi bile kopyalanabilir!
- Kalıbın (ağacın) dökümü için gereken metal ağırlığının bulunması: ağaç ve kaidesi birlikte tartılır, mum ağacın ağırlığını saptamak için kaidenin ağırlığı çıkarılır. Mumun 1.0 değerinde özgül ağırlığı olduğu varsayılırsa, döküm ağırlığının elde edilmesi için alaşımın yoğunluğuyla çarpılır. Aslında dökme butonu ve büzülme için biraz pay bırakılmıştır (mumun yoğunluğu 1.0' dan biraz daha az olduğu için) [10]



Şekil III.6.2.4. Kümelerin titizlikle yakın yerleştirilmesine uygun bir yatay mandrel.

Temizliğin sağlanması ve alçıya toz toplanmasının önlenmesi için, mum enjeksiyonu ve ağaç düzenleme, alçı yapılan alandan ayrı bir odada yapılmalıdır. Lastik kadesiyle desteklenen mum ağaç, alçı için uygun büyüklükte bir fanusa (ya da kutuya) yerleştirilir. En yaygın kullanılan büyüklük, olasılıkla çapı 100 mm olan kalıptır.

III.6.3. MUMUN BOŞALTILMASI

Ateşe dayanıklı bir kalıp elde edilmesi için, mumun giderilmesi ve alçının yakılması zaman ve sıcaklığın son derece önemli olduğu çok dikkat gerektiren ve hayati önem taşıyan bir işlem basamağıdır. Mumdan arındırma, buharla ya da kuru olarak yapılabilir. Kapak açıldığında aygıttan çıkan buhar, deride ciddi buhar yanıklarına neden olabilir. Kapak açılmadan önce bu bölmedeki buhar alınmalı ve çalışanlar koruyucu gözlük takmalıdır.

Buharlı mumdan arındırılan fanuslarda yapılan dökümlerde, kuru mumdan arındırılan fanuslarda yapılan dökümlere kıyasla gaz gözenekliliği azdır ve yüzeyler daha pürüzsüzdür. Alçı kuruduktan sonra, büyük miktarda mum absorbe edebilir, ancak, alçı buharla doyduğunda mumun yüzey gerilimi çok yükselir ve alçıyı ıslatmaz. Mum, buharla mumdan arındırma yoluyla kolaylıkla ve tamamen çıkarılır, hatta sıcaklık kontrolünün yetersiz olduğu durumlarda bile sonraki yakma işlemi sırasında bile karbonlu artık düzeyi kum mumdan arındırmada olduğundan daha az

olur. Karbonlu artıkların buharla mumdan arındırma işleminde daha az olması, karbonlu artıkların alçıda bağlayıcı olarak kullanılan kalsiyum sülfatı daha da ayrıştırması ve sülfür dioksit oluşması ve bunun da döküm kalıplarında gözenekliliğe neden olması açısından önemlidir.

Isıtmaya, 690°C'nin üzerine kadar aşamalı olarak devam edilmeli ve en fazla 730 750°C' ye kadar ısıtılarak bu sıcaklıkta 2-3 saat tutulmalıdır. Bu süre sonunda, sıcaklık, ayar altının döküleceği eritme noktasına göre, değişen optimum döküm sıcaklığına düşürülür. Plastik modeller kullanıldığında, bunlar normal olarak aşağı yolluktan muma katılırlar; hatta mum modellerle bile karıştırılabilir, ancak, bunlar, mumun eridiği düşük sıcaklıkta erimezler. Başlandıktan sonra pişirme periyodu tamamlanmalı ya da kalıp çıkartılmalıdır. Önceki günden kalan ve kısmen yanmış bir fanusun yeniden ısıtılmasından kaçınılmalıdır. İlk pişirmede nemin giderilmesiyle, sonradan yeniden-genişleme olasılıkla fanusta ve hurda döküm fanuslarında ciddi çatlamalara neden olabilir. Ayrıntılar önemlidir: kestirme yollardan kaçınılmalı ve spesifik bir alçı için alçı üreticisinin talimatına tam olarak uyulmalıdır.

Gazlı pişirme fırınlarının maliyeti, elektrikli fırınların maliyetinden daha düşüktür, ancak, elektrikli fırınlar genellikle daha iyi kontrol edilebilir. Pişirme odasının büyüklüğü, yapılmakta olan işin hacmine göre değişir, işin tamamlanması için fırının genellikle gece boyunca yaklaşık 12 saat meşgul edileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, tüm günlük işin bir seferde yapılması daha yerinde olur. Fanusların her birinin tüm çevresinde ve fanuslarla duvarlar arasında yaklaşık 20-30 mm aralık bırakılmalıdır.

Pişirme fırını homojen bir biçimde ısıtılmadığı sürece, fanus parçaları yeterli ısıya maruz kalmayabilir ve bu da büyük olasılıkla sonraki dökümlerin kusurlu olmasına yol açar. İdeali, operatörün yakma fırınının iç sıcaklığını incelemesi ve deflektör ya da reflektör kullanarak soğuk kısımları ısıtıp gidermesi ya da kalıpları bu alanlara yerleştirmekten kaçınmasıdır. Fırınlar, fanusların daha homojen bir biçimde ısıtılabilmesi için döner ocaklı olarak özenle tasarlanmıştır.

Makineler genellikle yüksek ivmeli olarak geliştirilmişlerdir ve makine çalıştırıldığında gereken enerji hemen sağlanır. Yine de, gereğinden fazla ivme

oluşabilir ve altın alaşım, sınırlandırılmamış gövde ağzının ötesinde büyük güçle etki edebilir ve kalıba nüfuz etmesinden ötürü son işlemin kaba olmasına yol açabilir. En yararlı çözüm, kaideden çıkan yatay bir yolluk ve yatay ya da düşey gövdeden çıkan dik açılı kollar kullanmaktır. Böylece, doğrudan etkide bulunulmaksızın yüksek bir besleme basıncına ulaşılır.

Ayrıca, statik vakum destekli döküm, bir ya da birden fazla fanus alan basit vakumlu döküm tezgahlarıyla da gerçekleştirilebilir. [11]



Şekil III.6.3.1. Ağacın oluşturulmasında değişik türlerde mumlar kullanılmaktadır.

III.6.4. ALÇI DÖKÜM (HASSAS DÖKÜM)

Alçı döküm ya da kayıp mum tekniğiyle döküm terimlerinin her ikisi de, daha sonra eritilecek ve kalıptan çıkarılacak olan mum model kalıp etrafına ateşe dayanıklı bir şlam dökülmesiyle ya da alçılanmasıyla (genellikle bir önceki gün) yapılan ateşe dayanıklı kalıp içerisine altın alaşım dökme işlemiyle aynı işlemin evrelerinden gelmektedir.

Uygulamada, bu modeller genellikle mum değil plastik olabilir; şirket içinde yapılmaktansa katalog maddeleri olarak ticari tedarikçilerden alınabilir. Bu yolla, tasarım geliştirilmeksizin işlem sekansına başlanabilir.

Üretimi kendi tasarımlarını tanıtmaya bir çizimle başlar ve daha sonra ya dökümle ya da katı stoktan keserek, ekleyerek ve bitirerek bir şablon ya da model oluşturur. Orta ile büyük ölçekli üretim işlemlerinin sırası, çeşitli giriş noktalarıyla birlikte (Şekil III.6.4.1.)’de görülmektedir. Temel işlemler, sonraki metinde özetlenmiştir, ancak teknikte çok değişiklikler vardır. Asıl üretim işleminde yoğunlaşmadan önce, altın takı bileşiminin tasarımının ve bunun istenilen ve ekonomik şekilde üretilmesi için gereken araçların kontrol edilmesinde yarar vardır. Tasarımın bazı yönleri (örneğin, koçan dibi ve dereceyle karşılaştırıldığında kullanılabilir dökümler) sadece tam fasıla yapılmasıyla kontrol edilebilir.

Aksi takdirde, maddelerden birinin ya da sadece birkaçının dökülebilmesi yerinde olur. Bu sistem aynı zamanda daha sonra mumların hazırlanması ağaç gerektirecek döküm tasarımı geliştirilmesi için de kullanılabilir. Ön yüzlerin düz zımpara kağıdıyla zımparalanarak iki yarı halinde kesilmesiyle kullanılacak birkaç zanaat malzemesi vardır. Var olan bileşen ya da metal, plastik ya da mumdan asıl model, iki yüz halinde eşit olarak ortadan preslenebilir.

Model çıkarıldıktan sonra, oluklu bir yolluk ya da işlem kanalı metalin girişine uygun şekilde kesilir. Alternatif olarak, iki yarının izi de elle ayrılır. Bu iki yarı kalıp, iki-dört çivili telin uygulanmasıyla tam olarak birlikte kaydedilmeli, daha sonra model çıkartılır. Döküm yüzeyinin düzeltilmesi için, toz inceliğinde toz, haline getirilmiş grafit boşluğa serpilir. Metal, döküm kanalına dökülmeden önce, tel, birleşmiş setin dışına sarılır. Bu yöntem ticari iş için pek yeterli değildir, ancak, zanaat parçasına başlanması için yararlı bir yöntem olabilir.

Balık kabukları (dışı sert, içi esnek ve yumuşak olan kurumuş deniz yumuşakçalarının kabukları) ya da pomza taşı gibi doğal malzemeler, omurga bulunmadığı sürece hızla bu boşluğu doldurur. Birden fazla parçanın dökümü için ponza kullanılabilir, ancak balık kabukları genellikle yeniden kullanılamaz. Her durumda da, biçim ve yüzey ideal olarak kopyalanmaz. Bununla birlikte, eksiksiz

Birinin dış çapının ve diğerinin iç çapının, yarı duvar kalınlığına işlenmesiyle her bir çiftin birbirine oturması sağlanabilir. Her iki halkanın üzerinde bulunan endeks işaretleriyle bir çift olarak doğru kaydedilmeleri sağlanır. Bu yöntemin başarısı, dökmeden önce özel bir kurutma gerektirmemekle birlikte eksiksiz baskı alınmasına yetecek kadar esnek bir çok ince kum-kil-su karışımı kullanılmasına bağlıdır. Yanan kil çıkarıldıktan sonra, kalıbın büyük bir kısmı sonraki baskı yerinde yeni bir karışım katmanıyla yeniden kullanılabilir. Bu yöntem, ilke olarak balık kabuğu ile aynıdır, ancak, elde edilen baskı daha iyidir ve dökme kanalları ve hava delikleri de daha iyi kontrol edilir.

III.6.5. KALIP ALÇILAMA

Dereceler, daima katı metal silindirlere oluşur ve bu fanuslar özellikle santrifüjlü döküm için elverişlidir. Ayrıca, bugün artık, statik vakum destekli döküm için delikli ve oluklu silindir dereceler daha uygundur.

Dereceler, en fazla yaklaşık 800°C yanma sıcaklığında pek çok kullanıma dayanacak metalden yapılmış olmalıdır. Paslanmaz çelik kullanılabilir, ama, Inconel alaşımından yapılmış dereceler daha ekonomiktir, uzun ömürlü oluşu, başlangıçtaki maliyetini karşılar.

Derece büyüklüğü, döküm makinesindeki en büyük aralıkla sınırlıdır, yine de, döküm sırasını rahatça içerebilecek kadar büyük olmalı, derecenin iç yüzü ile mum arasında sözgelimi en az 7 mm pay kalmalıdır. Uygun dereceler, genellikle, küçük makineler için yaklaşık 65 mm çapa 50-100 mm yükseklikte ve büyük makineler için 100 mm çapa 125 ya da 150 mm büyüklüklerde tedarik edilir; bu kalıplar 1.0-1.5 mm duvar tüpten ya da kaynaklanmış silindir levhadan kesilir. Küçük döküm serileri için gereken toplam alçı miktarının değerlendirilebilmesi için şekiller bulunmaksızın her büyüklükteki derecenin kapasitesi belirtilmelidir. Derece büyüklüğü, en yüksek mumun üzerinde en az 12 mm ve dış kısmın etrafında 12 mm pay kalacak şekilde seçilir.

III.6.5.1. ALÇI

İdeal olarak, alçıya sabah başlanır, öğleden sonra kurutulur, gece boyunca yakılır ve ertesi sabah döküm yapılır. Modelin alçılanmasında ayrıntılara dikkat edilmesi çok önemlidir. Alçının, modelleri tamamen örtünceye kadar modellerin içinden ve kenardan akacak şekilde fanusların yanından aşağı dökülmesi gerekir. Kolaylıkla yüzey kusurlarına yol açacak sıkışmış hava miktarının azaltılması için doldurma sırasında fanusa hafifçe vurulur ya da fanus sarsılır. Alçılanmış fanus bir vakum tezgahına yerleştirilir ve iki dakika boyunca cam vakum uygulanır. Fanus, tepeye kadar bulamaçla doldurulur ve hiçbir sarsıntıya uğramadan çökmesi beklenir. Alçıdan önce, karıştırma aygıtları, yolluk kaidesi ve fanus temiz olmalı ve kurumuş alçı izi bulunmamalıdır, çünkü bu izler hazırlanan bulamacın donmasını hızlandırır.

Toplam çalışma süresi yaklaşık 8-10 dakikadır ve bu süre dikkatle planlanmalı ve kontrol edilmelidir (Şekil III.6.5.1.1.). Tek karıştırmadan 4-6 fanustan fazlasının tam olarak alçılanması çok zordur. Donma süreleri, bir formülden diğerine değişir, en iyi sonucun alınması için tedarikçilerin önerilerine tamamen uyulmalıdır. Hızlandırıcı ve geriletici kullanılabilir, ancak bunlar zaten karmaşık olan işi daha da karmaşık hale getirir ve maliyeti artırır. Sesli sinyal veren bir kronometre kullanılarak zamanlama ayarlanmalıdır.

Örneğin, kalsiyum sülfat esaslı bir formül yaklaşık 6-7 dakikada çökerken ve buharla mumdan arındırılırken, fosfat-esaslı bir formül yaklaşık 14-18 dakikada çöker ve çöktükten sonra da nemli tutulmaması gerekir. Yaklaşık 1/2-1 saat donmadan sonra lastik kaide çıkarılır ve alçı malzeme fazlası bir bıçakla alınır. Daha sonra kalıp, mumdan arındırma ve yakma işlemlerine geçilmeden önce tam yeşil gücün oluşması için 3-4 saat bekletilir. [13]



Şekil III.6.5.1.1. Alçının elle karıştırılması.



Şekil III.6.5.1.2. Alçının makine yardımıyla karıştırılması.

III.6.5.2. ALÇI BİLEŞİMLERİ

Kalsiyum sülfat temelli alçılar (Hydrocal olarak bilinen Paris Kalıbının rafinasyonu), altın alaşımların çoğu için yeterlidir. Alçı tozu, %25-30 kalsiyum sülfat hemi-hidrattan (Paris Kalıbı) ve kalanının çoğu da kristobalit adı verilen bir kuvars türünden oluşur. Alçı tozu, üreticilerin önerdiği oranda su (mümkünse minerali giderilmiş) ile 21-24°C sıcaklıkta karıştırılır. Genellikle, 1 kg toz için yaklaşık 0.4 birim (kg ya da litre), vakumla döküm için biraz daha fazla, santrifüjlü döküm içinse biraz daha az su gerekir. Tozun ölçek üzerinde tartılması, suyun dereceli silindir içinde ölçülmesi gerekir; hem ölçek hem de dereceli silindir %1 dahilindeki rakamları gösterebilecek özellikte olmalıdır.

Karıştırma, içine ilk olarak ölçülen miktarda suyun koyulduğu bir çanakta gerçekleştirilir. Daha sonra, mekanik karıştırma ile azar-azar alçı tozu eklenir ve 2-4 dakika boyunca karıştırmaya devam edilir. Bu bulamaç, mutlaka, tamamen pürüzsüz ve homojen bir kıvama gelmelidir. Karışımda gereğinden fazla su bulunması, döküm metal yüzeyinin dalgalı olmasına neden olabilir. Aşırı su katılaşmayı yavaşlatır.

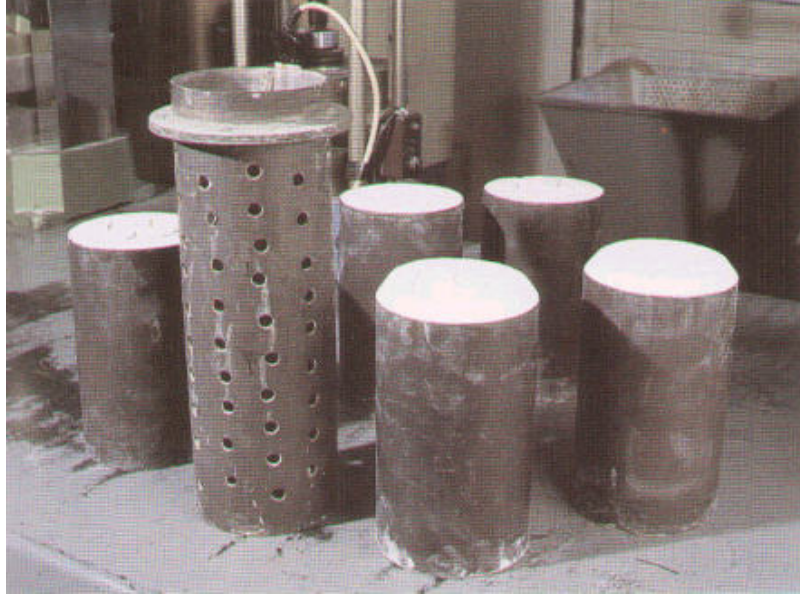
Alçının tam doğru biçimde katılmasında karışımın sıcaklığı son derece önemli olduğundan alçı da, su da, gereken sıcaklıkta olmalıdır. Sıcaklığın daha yüksek olması, alçının daha hızlı katılmasına yol açar ve çalışma süresini kısaltır. [14]

Örneğin, 15°C' de çalışma süresi 17 dakika olabilir, ancak 50°C bu süre 9 dakikaya düşer. Ayrıca, sıcaklığın daha yüksek olması, zayıf bir vakumda havanın giderilmesine de yardımcı olur. Alçıdan önce, karıştırma çanağı ve alçı karışım bir vakum aygıtına yerleştirilir ve alçı çanağın içerisinde kabarıp çökünceye kadar ilk hava-alma için mümkün olduğunca tam emiş uygulanır.

Vakum yaklaşık 30 saniye tutulur ve bırakılır. Not: Teoride tam vakum, deniz seviyesinde ve 0°C'de 760 mm (cıva) bir standart atmosfer basıncının tamamen çıkarılmasına eş değerdir, ancak, bu değer, yaklaşık 600 mm, 1500 m rakımda %80'e düşer, bu nedenle, yüksek rakımda bulunan atölyelerde vakum pompalarının tepe değer durumunda kalması sağlanmalıdır. Artık, karışım kalıplara dökülmeye hazırdır.

Kalsiyum sülfat esaslı alçılar, ateşe dayanıklı olmaması ve sülfür gazı gözenekliliğinden ötürü palladyum beyaz altın sınırlarında ya da bu sınırların üzerindedir. Bu istisnai örnek için, kalsiyum sülfattan çok kalsiyum fosfata dayalı daha pahalı bir fosfat temelli ateşe dayanıklı alçı gerekir. Bu da, dökülebilir kaymak oluşturmak için silis tozunun etanol ya da asit fosfat ve magnezya ile karıştırılmasından oluşur. Bu tozun, homojen bir biçimde ıslanması daha zor, kalıp alçılarında yeniden-ayrılması daha kolaydır. Bu karışım tiksotropiktir (cıvıma eğimlidir) ve çırpma aleti yerine iki hamur mikseri kullanılarak homojen olacak şekilde karıştırılması gerekir, işlemin zamanlaması çok daha fazla önemlidir.

İster sülfat, ister fosfat-bağlı olsun, alçılarda silis tozu bulunur ve bu tozların en ince partikülleri bile, solunduğunda akciğerlerde ciddi hasara yol açabilecek büyüklüktedir. Alçıyla çalışılırken yüze uygun bir maske takılmalıdır. Adi bir kağıt maske yeterli değildir. Özellikle silise uygun bir maske kullanılmalıdır. Alçı odasının bütününde özellikle mikserlerin bulunduğu yerden havayı çeken yeterli bir havalandırma sağlanmalıdır.



Şekil III.6.5.2.1. Delikli ve flençli kaplar ile geleneksel kaplar.



Şekil III.6.5.2.2. Vakumlu gaz çıkarıcı.



Şekil III.6.5.2.3. Alçı karıştırıcı.



Şekil III.6.5.2.4. Pişmeye hazır kaplar.

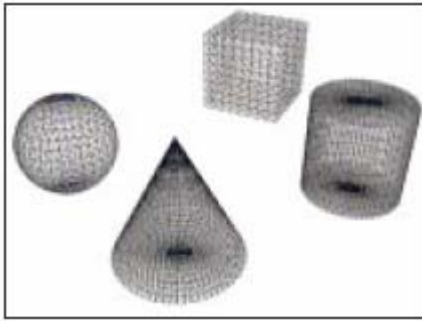
BÖLÜM IV

IV. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TAKI KALIBI TASARIMI VE İMALATI

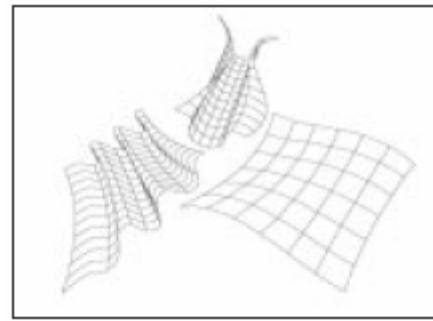
IV.1. TAKI TASARIMINDA MODELLEME ÇEŞİTLERİ

Teknolojik gelişmeler, kuyumcunun aktivitelerine büyük destek sağlayabilmektedir. Özellikle son yıllarda mücevherat üretimi alanında daha çok araştırma yapılmış ve mücevherat üretimi için yeni kompleks teknolojiler geliştirilmiştir. Ancak, özellikle ülkemizde kuyumcular yeni teknolojiyi her zaman kabul etmemektedir. Döküm tekniklerinin birkaçı 1940'larda ortaya çıkmış fakat endüstride 1950'lere kadar kabul edilmemiştir.

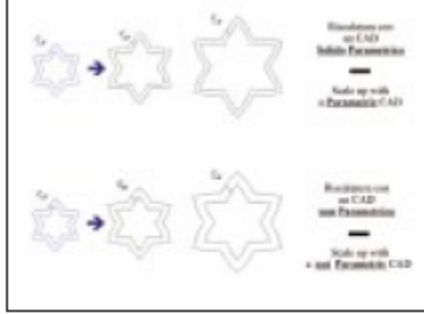
Kuyumculukta, yaratıcılık ve hayal gücünün bilgisayar hesaplamaları ile mükemmel bir biçimde harmanlanabilmesi gerekir. Bu mükemmellik bilgisayar destekli tasarım ve imalat teknikleridir. Takının özelliklerine göre bilgisayar destekli modelleme çeşitlerine uygun olanı seçilir. [15]



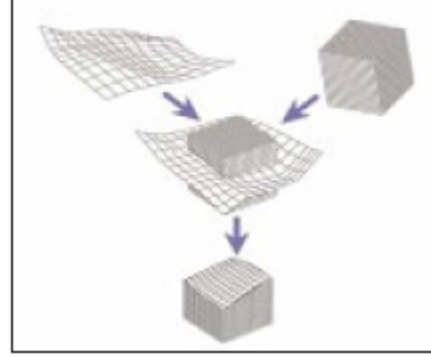
Şekil IV.1.1. Çokgen modelleme.



Şekil IV.1.2. Yüzey modelleme.



Şekil IV.1.3. Katı parametrik modelleme.



Şekil IV.1.4. Hibrid modelleme.



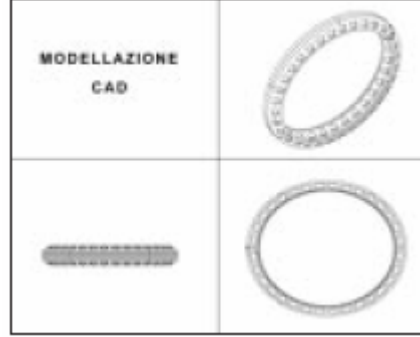
Şekil IV.1.5. Tekrar eden geometrik desenlere sahip bilezik modeli.



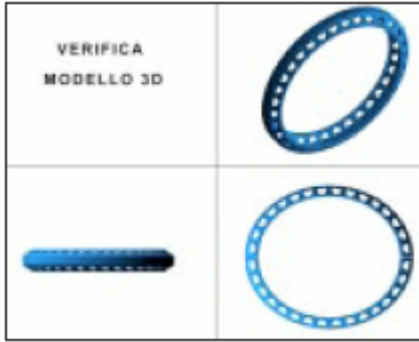
Şekil IV.1.6. Artistik bir objenin modeli.



Şekil IV.1.7. Tasarımcının planı.



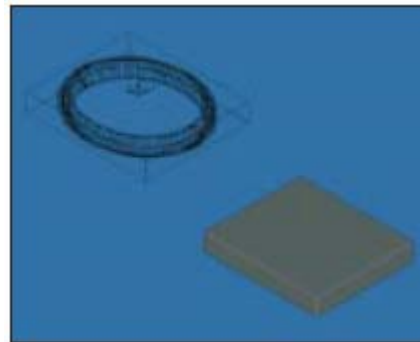
Şekil IV.1.8. CAD çizimi ile modelin gerçekleştirilmesi.



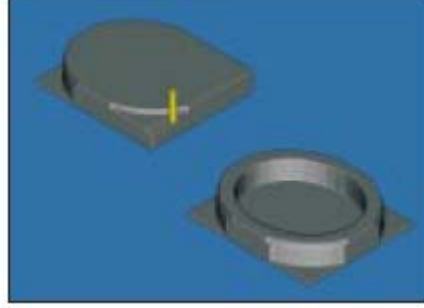
Şekil IV.1.9. Matematiksel analiz ve doğrulama sonrası model.



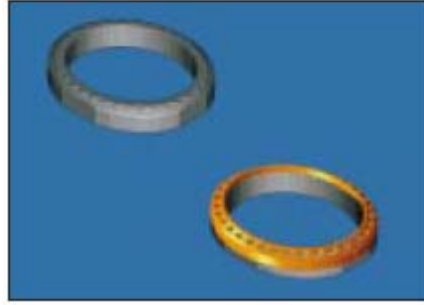
Şekil IV.1.10. Canlandırma sonrası model.



Şekil IV.1.11. Modelin CAM sistemine sokulması.



Şekil IV.1.12. Kaba işlemenin simülasyonu.



Şekil IV.1.13. Bitirme aşamalarının simülasyonu.

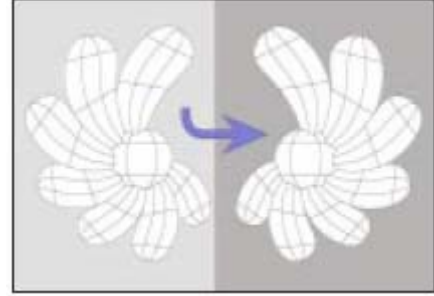
Takı tasarımcısının ve kuyumcunun görevi iki aşamaya bölünebilir. İlk aşama CAD modellemesini ilgilendirmektedir: Tasarımcının düşüncesi başlama noktasıdır (genellikle kağıt üzerine bir taslak çizilir), (Şekil IV.1.7.). Sonraki aşama çizimin CAD programıyla gerçekleştirilmesidir, (Şekil IV.1.8.). Bu durumda katı parametrik modelleme programı seçilir çünkü yukarıda anlatıldığı gibi bilezik, nükseden basit fretaja ve küçük kalpler gibi basit desenleri vardır. Ayrıca aynı bilezik farklı boyutlarda yapılması istenirse program kalınlık kontrastını korurken bileziğin boyutlarının değiştirilmesine izin verecektir.[16]

Matematiksel model aynı program ile yüzeyi doğrulamak ve olası hataları kontrol etmek için analiz edilir, (Şekil IV.1.9.). Son olarak daha iyi bir kavrayış için bitirilmiş objenin benzetimi yapılmıştır. Bu aşamaya teknisyenler “çizim” ismini vermektedirler (Şekil IV.1.10.). Fakat bu modelin üretimi için önemli değildir. Bu sadece bir mücevherin estetik özelliklerini kontrol etmek için kullanılır. İkinci

aşama, işleme rotasının belirlendiği CAM üretimi gelmektedir. İşlemin bir iğneleme makinesi ile yapılacağı farz edildiğinde aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmelidir:

Objenin geometrisi CAM sistemine verilir ve tasarlanmış modelinkinden biraz daha büyük bir boyutta bir paralelyüz oluşturulur. Paralelyüz asıl olarak işlenecek materyal bloğunu benzetim yapar, (Şekil IV.1.11.). İşlenen materyal altın değil fakat mum, plastik ya da basit bir metal gibi ucuz materyallerdir.

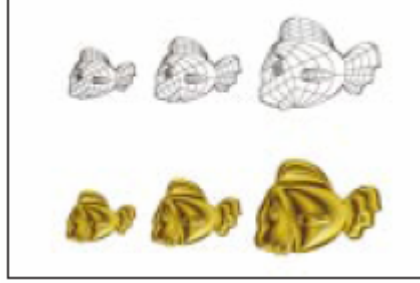
Tezgah tipi ve işleme metodu belirlendiğinde işlemin simülasyonu başlayabilir (Şekil IV.1.12.). Bu şekilde, iğneleme makinesinin ilk kaba şekli oluşturduğu görülebilir. Ardından gelen bitirme aşamalarında (Şekil IV.1.13.), üretim operasyonlarını bitiren son kesime kadar obje daha kesin olarak belirginleşir. İşleme rotası hazır ve gerçek objenin üretimi için sayısal kontrollü makinelere gönderilebilir.



Şekil IV.1.14. Tasarımcının orijinal planı. Şekil IV.1.15. Aynalama resmi yapmak.



Şekil IV.1.16. Birbirine benzeyen modeller üretilebilmek için CAD kullanımı.




Şekil IV.1.17. Modelin değişik boyutlarda yapılabilmesi (küçük, orta, büyük) için CAD kullanımı.

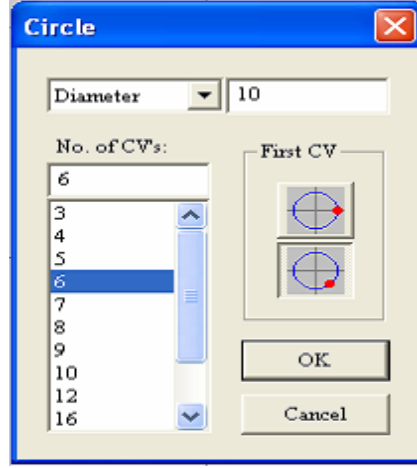
IV.2. UYGULAMA İÇİN SEÇİLEN YÜZÜK TASARIMI VE İMALATI


Literatür araştırmaları ve kuyumculuk sektöründeki uygulamaların incelenmesi neticesinde edinilen bilgilerin uygulaması için Marmara Üniversitesi yazılı ve logolu yüzük tasarımı seçilmiştir. Kuyumculuk sektöründe takıların tasarımı için kullanılan JewelCad bilgisayar yazılımı kullanılmıştır.

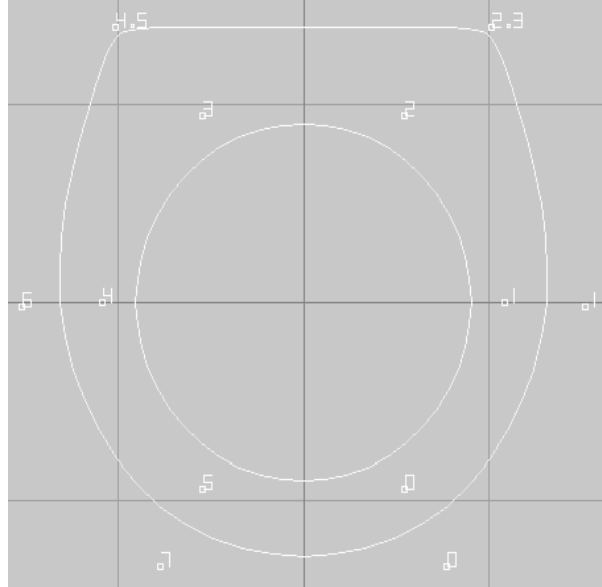
IV.2.1. JEWELCAD YAZILIMI İLE YÜZÜK TASARIMI

JewelCad yazılımı ile yüzük tasarımı aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.

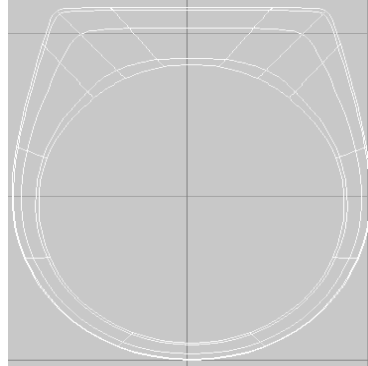
1. JewelCad programının ana menüsünden  Circle (Daire) komutu seçilir, ortalama insan parmağı çap değerleri girildikten sonra yüzüğün iç delik çapı ve sonrasında dış tasarım şeklini belirleyecek olan dış çapı çizilir. Böylece ilk çizgisel görüntü elde edilmiş olur.



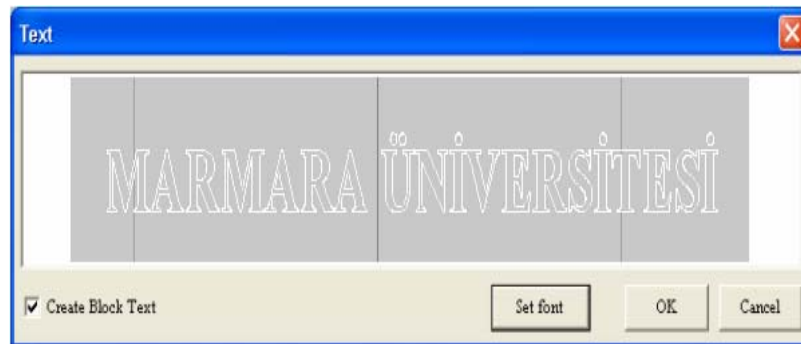
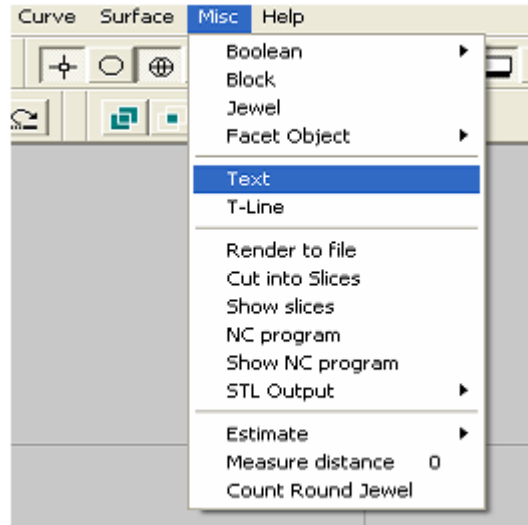
2.  (Extend) Kalınlık Verme komutu ile yüzük genişliği ile ilgili değerler girilir.



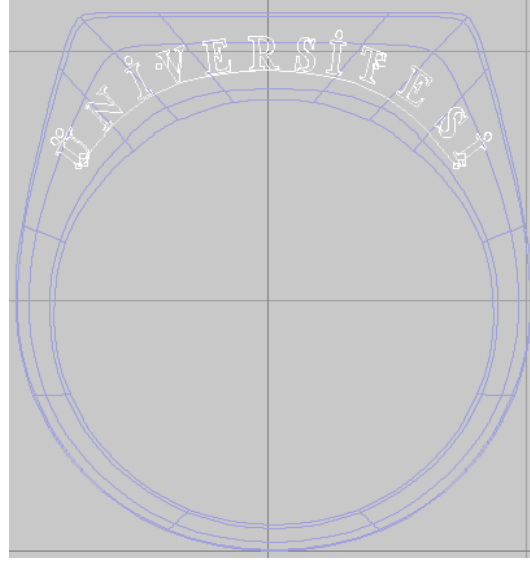
Bu işlemler sonucunda yüzük model görüntüsü aşağıdaki şekilde oluşur.



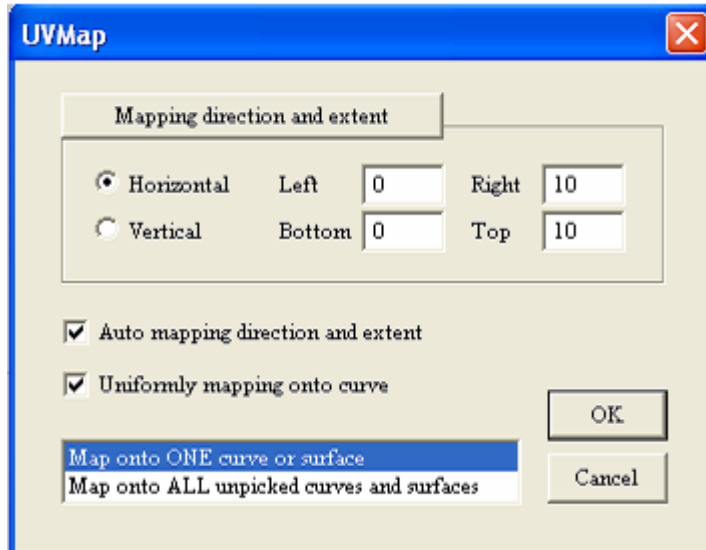
3. Araç Çubuğunun içinde bulunan Misc Menüsü' nün altındaki Text komutu seçilir ve tasarımda kullanacak Marmara Üniversitesi yazı metni yazılır.

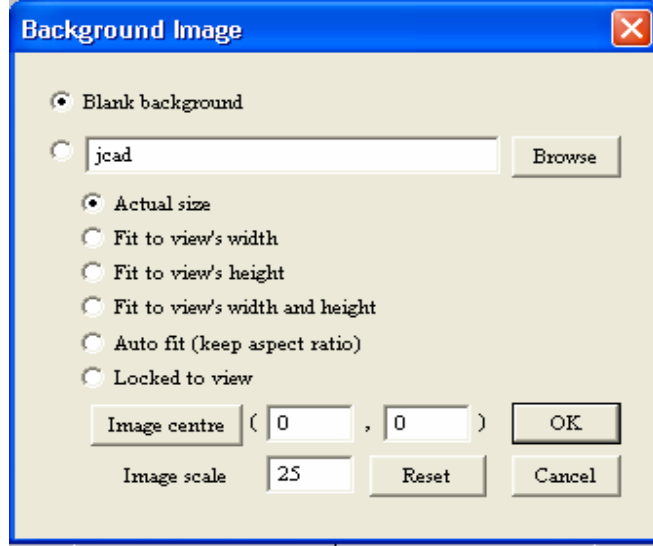




4. Metin uygun şekilde yazıldıktan sonra, yazılan metin modelin hangi yüzeylerinde oluşturulmak isteniyorsa o yüzeye bir çizgi yardımı ile yazı metnine istenen form ile yazılır.



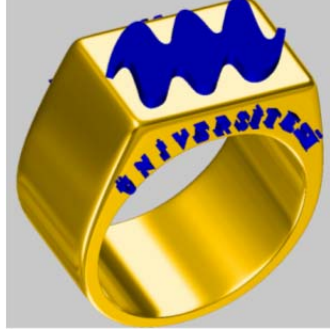
5. UVMap komutu yardımıyla çizim seçildikten sonra tablo üzerinde hiçbir oynama yapmadan “Map onto ONE curve or surface” komutu seçili konumdayken OK ikonuna basılır ve aktif durumdaki çizgiye seçilirse yazılan metin aynı eşit aralıklarda ve çizginin üzerine yerleştirilir.





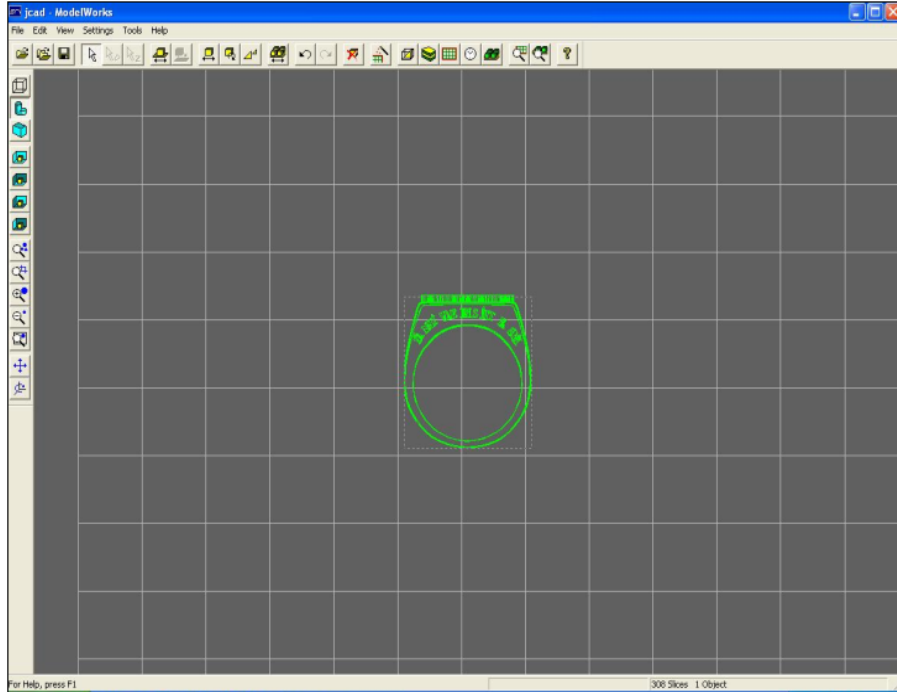
(View) komutu seçilerek (Background) ikonu aktif hale getirilir. Burada yapılması gereken işlem sadece dosyayı çağırmaktır. Çağırılan resim üzerinden (Simple Curve) Basit Çizgi ile geçip  (Extend) Kalınlık Verme komutu ile kalınlık vermek ve sonrasında ise  (Move) taşıma komutu ile çizimi tasarım üzerinde uygun görünen noktaya taşımaktır.



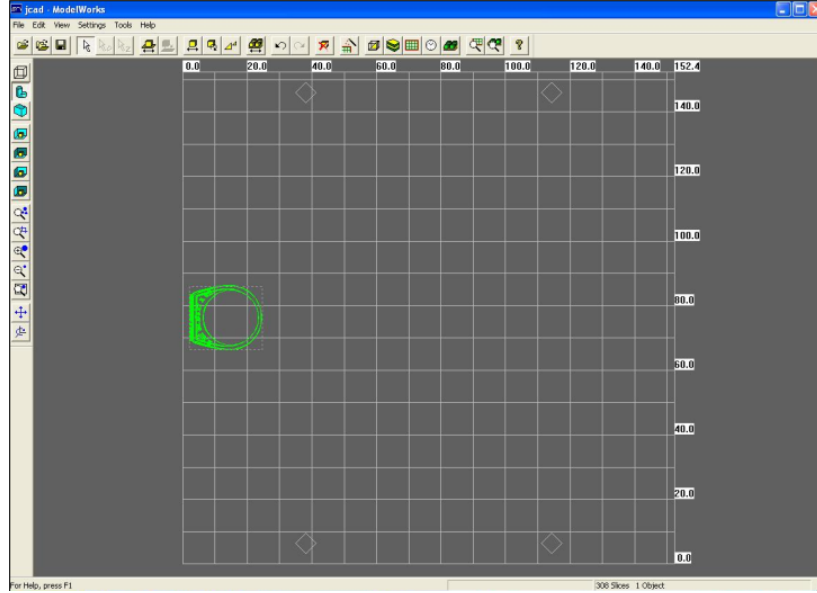


Marmara Üniversitesi Logo'lu yüzüğün bitmiş haldeki 3 boyutlu prototipi elde edilir.

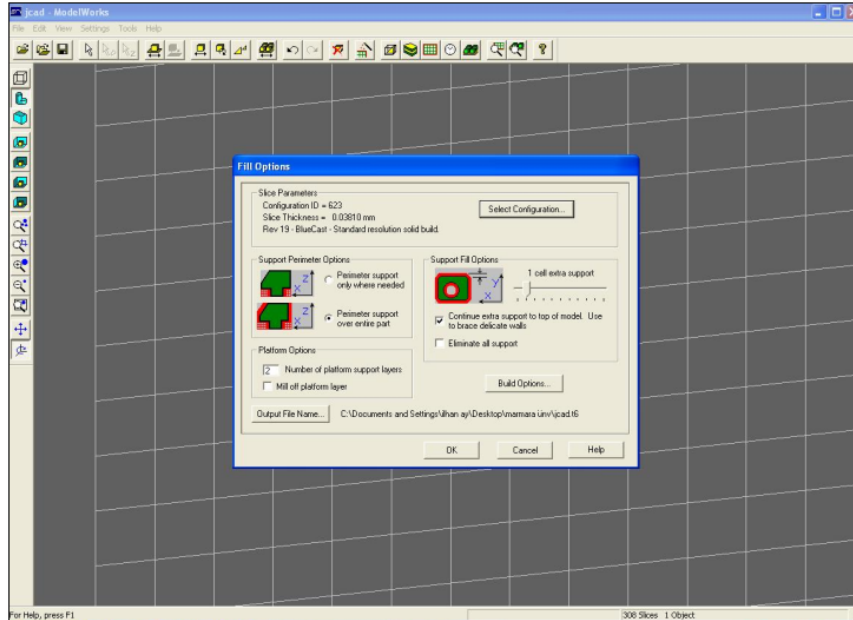
7. Tasarımın diğer bir aşamasını, CNC tezgahta programlanması ve gerekli kodlarının çıkartılarak ilgili makineye Import edilerek tasarlanan modelin üretilmesi işlemi teşkil etmektedir. Bu işlem için ModelWorks bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır.



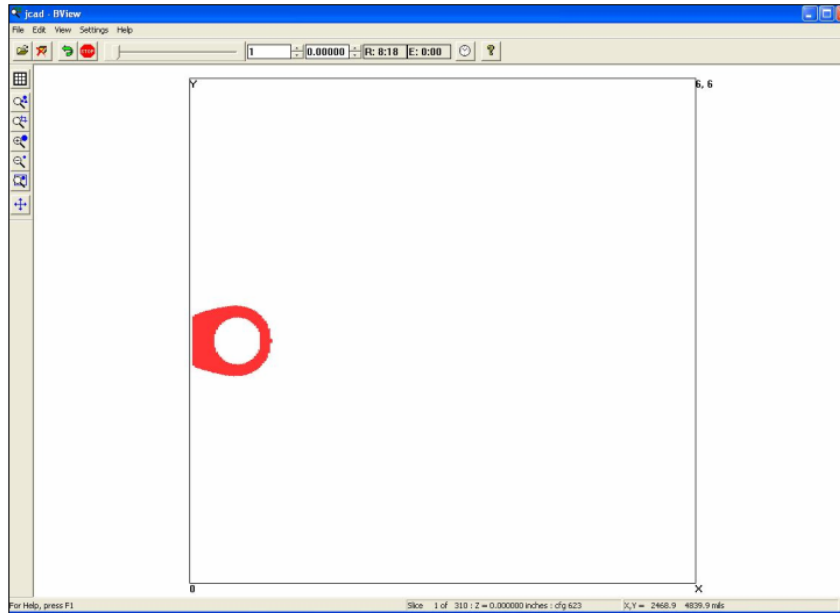
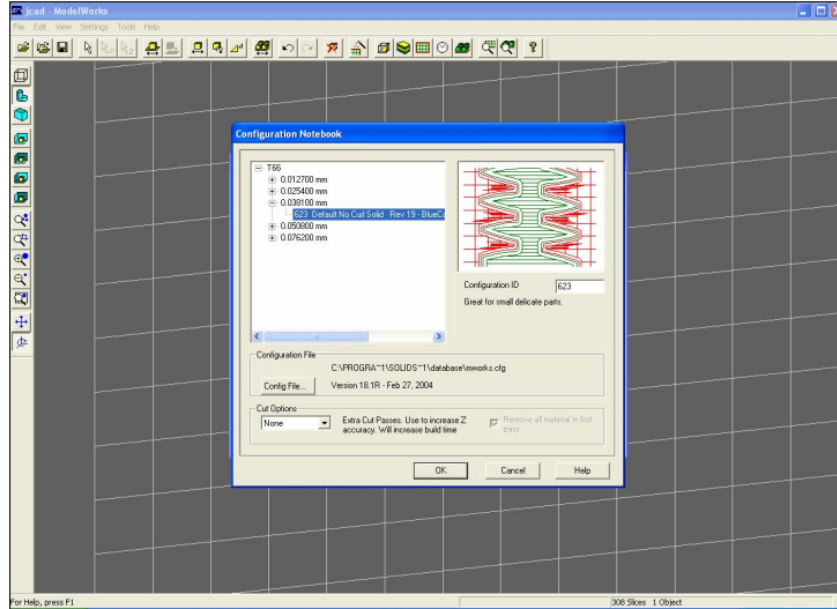
ModelWorks Programında tasarımı yapılmış olan yüzük ekrana çağırılır.



Tasarımı yapılmış olan yüzüğün ekrana çağırıldıktan sonra üretimi için gerekli konumlandırılması yapılır.



Fill Options Menüünde üretime başlamadan önce destek malzemelerinin belirlenip ayarlanması ve üretim öncesi makinenin ayarlarının yapılması işlemi gerçekleştirilir.



Programlama işleminin son aşamasında, ModelWorks Programına yardımcı olarak Bview adlı programdan yararlanılır. Uygun olarak yerleştirilen ve üzerinde gerekli üretim proseslerinin yapıldığı modelde sorun olup olmadığını, üretilecek modelin simülasyonunu ve ne kadar zaman da üretileceğini görebilmek mümkündür. Bu süreçlerin sonunda üretilecek modelin programı ilgili tezgaha aktarılarak üretim işlemi gerçekleştirilir.

IV.2.2. YÜZÜK İMALATI

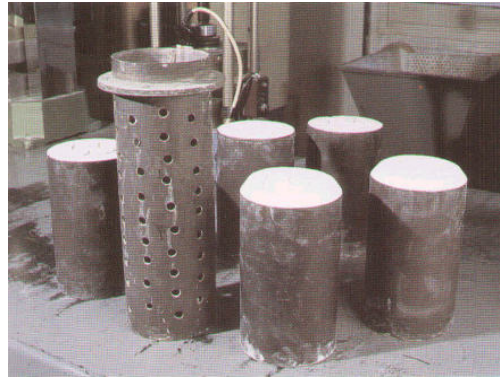
IV.2.2.1. MODELİN KALIP ALÇILAMA İŞLEMİNİN YAPILMASI

Tasarımı yapılan yüzüğün hızlı prototipleme cihazı yardımıyla aşağıdaki modeli elde edilir.



Şekil IV.2.2.1.1. Oto-inşa yöntemiyle üretilmiş olan model.

Bu işlem yapılırken; alçının, modeli tamamen örtünceye kadar modelin içinden ve kenardan akacak şekilde fanusların yanından aşağı dökülür. Alçılanmış fanus bir vakum tezgahına yerleştirilir ve iki dakika boyunca cam vakum uygulanır. Fanus, tepeye kadar bulamaçla doldurulur ve hiçbir sarsıntıya uğramadan çökmesi beklenir.



Şekil IV.2.2.1.2. Delikli ve flençli alçılama kapları.

Toplam çalışma süresi yaklaşık 8-10 dakikadır ve bu süre dikkatle planlanır ve kontrol edilir. Yaklaşık 1/2-1 saat donmadan sonra lastik kaide çıkarılır ve alçı malzeme fazlası bir bıçakla alınır. Daha sonra kalıp, mumdan arındırma ve yakma

işlemlerine yapılmadan önce tam yeşil gücün oluşması için 3-4 saat bekletilir.



Şekil IV.2.2.1.3. Fırına yerleştirilmiş pişmeye hazır kaplar.

Alçı kalıbı dökülmüş olan model eritmek üzere fırınlara konur. Fırında eritilen model alçı kalıbın içerisinde bir boşluk oluşturur. Alçı kalıbın içerisindeki boşluğa gümüş dökülerek seri imalat öncesi numune elde edilir.

IV.2.2.2. ANA MODEL NUMUNESİNİN HAZIRLANMASI

Alçı kalıbından elde edilen yüzük ana modeli dikkatlice temizlenir.



Şekil IV.2.2.2.1. Ana model numunesi.

Ana kalıbı teşkil edecek olan numune, silikon kauçuk içerisinde modellenmek üzere kalıbın içerisine yerleştirilir.

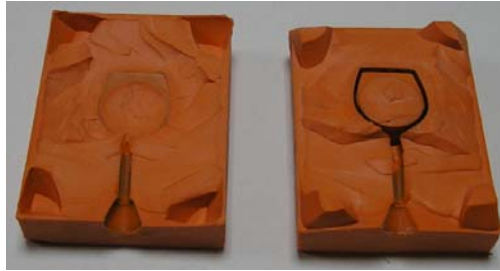


Şekil IV.2.2.2.2. Vidalı vulkanizasyon presi

Silikon kalıba yerleştirilen model yukarıdaki şekilde görülen preslerde preslenerek, silikon kauçuk içerisinde imalatı yapılacak olan modelin formu elde edilir. İçerisinde modelin formu oluşturulan silikon kauçuk neşter yardımıyla kesilerek iki ayrı parçaya ayrılır.



Şekil IV.2.2.2.3. Silikon kauçuğun neşterle kesilmesi.



Şekil IV.2.2.2.4. Model çıkarılmış silikon kauçuk kalıp.

Formu oluşturulmuş model, kalıp içerisinde çıkarılır. Silikon kauçuk kalıp, çoklu döküm öncesi gerekli temizleme ve kalıbın birbirinden kolay ayrılabilmesini sağlayan özel sıvılar sürülmek suretiyle hazırlıkları tamamlanmış olur.

IV.2.2.3. MODELİN ÇOKLU MUM AĞACININ DÖKÜLMESİ VE ÜRETİLMESİ

Bu aşamada enjektör makineleri aracılığıyla eritilen mum, silikon kauçuğun içerisine enjekte edilir ve mumdan yapılmış takı ağacı üretilmiş olur.



Şekil IV.2.2.3.1. Mum dökümünde kullanılan enjektör makinesi.



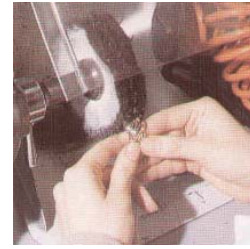
Şekil IV.2.2.3.2. Mumdan yapılmış, imalatı yapılacak olan takı ağacı örneği.

Takı ağacına, imalatın son aşaması olan çoklu döküm için daha önce bahsi geçen kalıp alçılama işlemi tekrar uygulanır. Kalıp alçılamanın sonunda kalıp içerisinde eriyen çoklu mum ağacı yerine ilgili malzeme olan gümüş dökülmek suretiyle gümüşten takı ağacı oluşturulur.



Şekil IV.2.2.3.3. Tasarımı yapılmış modelin, son işlem öncesi oluşturulan takı ağacı.

Gümüş ağacının oluşturulmasının ardından, son işlem için, yüzükler tek-tek kopartılmak suretiyle tesviyesi ve parlatılma işlemi yapılır, tasarımı yapılmış model kullanıma hazır hale getirilmiş olur.



Şekil IV.2.2.3.4. İmalatın son safhası olan tesviye ve parlatma işlemi.

BÖLÜM V

SONUÇLAR

Dünya Altın Konseyi raporlarına göre, her yıl dünyada yalnızca 50 milyon ons altın üretiliyor. 1 ons altının 31,1035 g olduğu düşünülürse yıllık üretim toplam 1.555 ton'dur. Bu 4.3 metre en, boy ve yüksekliğinde bir hacme eşittir. Bu miktardaki altının değeri ise güncel verilerle 14 milyar 600 milyon doları bulur. Her geçen gün daha da ilerleme kaydeden Türk Kuyumculuk sektörü akademik çevrelerinde ilgi alanına girmeye başlamıştır. Dünya Altın Konseyinin Türkiye'yi birinci pilot bölge seçmesinden sonra bu sektörde gelişmenin hız kazanması için üniversite ve sektör arasında işbirliği yapılarak ortak çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir.

Yapılan çalışma esnasında sektörün babadan çocuğuna, usta çırak ilişkisi içerisinde not edilmemiş, bilimsel süzgeçten geçirilmemiş ve modern teknolojiye dayanmayan bilgiler ve uygulamalarla, genellikle belgesiz çalışanlar tarafından yürütüldüğü görülmüştür. Bu bilgilerden ve teknolojiden yoksun olan kuyumculuk sektörünün hızlı bir kalkınma hamlesi yapabilmesi mümkün değildir. Bu konuda akademik çalışmalar yapılarak hazırlanan kitap ve makaleler kuyumcuların kullanımına sunulmalıdır. Halen iki yıllık meslek yüksekokullarında programları bulunan kuyumculuk sektörü ile ilgili en kısa zamanda 4 yıllık fakülteler açılması gerekir. Sektörde çalışanlar belgelendirilmelidir. Takı tasarımı ve imalatı ile ilgili dersler özellikle uygulamalı eğitim-öğretim yapan Teknik Eğitim Fakültelerinde ders programlarına konmalıdır. Bu fakülteler bünyesinde 4 yıllık kuyumculuk mesleğine yönelik programlar açılabilir.

Ülkemizin dış ticaretine bakıldığında son on yılda altından mamul kuyumculuk eşyası ihracatının giderek arttığı görülmektedir. Türkiye'de cevherden altın üretimi henüz yapılmadığı için altın arzından çok talebi ağırlık kazanıyor. Dünya altın talebi içerisinde geleneksel olarak altına olan yakınlık, duyulan güven ve

turizm ülkesi olması nedeniyle Türkiye'nin önemi çok büyüktür. Bu nedenle kuyumculuk sektörüne daha ciddi bakılmalı, teşvik edilmeli ve akademik çevrelerinde bu hususta çalışmalar yapmalarına imkan verilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Goldnews Cilt 1
- [2] Goldnews Cilt 1,2
- [3] Investment Casting of Gold Jewellery, Gold Technology, May 1992.
- [4] World Gold Council, Altın takı üretimi teknik el kitabı, 2005Modelling in wax for jewellery and sculpture, Lawrence Kellenborg, Chiltern Book Co., Radnor, Pennsylvania, 1981.
- [5] Centrifugal or lost wax jewellerycasting. Murray Bovin, Revised by Peter Bovin. Bovin Publishing, 1977.
- [6] Investment Casting of Gold Jewellery, Gold Technology, July 1992.
- [7] World Gold Council, Altın Takı Üreticileri İçin Alçı Döküm Teknik Kılavuzu, Eylül 2004.
- [8] Gold Technology, July 1992.
- [9] Investment Casting : Technical Advisory Manuel For Goldsmiths, World Gold Council, 1995.
- [10] Gold Technology, April 1995.
- [11] Casting Defects Control, Gold Technology, July 1994.
- [12] Recent developments in casting techniques, Al Schaler, Gold Technology, November 1993., 8-14.
- [13] Investment Casting of Gold Jewellery, Gold Technology, August 1992.
- [14] World Gold Council, Altın Takı Üreticileri İçin Alçı Döküm Teknik Kılavuzu, Eylül 2004.
- [15] L.C. MOLINARI, M.C. MEGAZZINI (Ante Rem srl, Valenza, Italy) and E. BEMPORAD (University of Rome III, Rome, Italy)
- [16] L.C. MOLINARI, M.C. MEGAZZINI (Ante Rem srl, Valenza, Italy) and E. BEMPORAD (University of Rome III, Rome, Italy)

- [17] <http://www.goldnews.com.tr/Turkce/yazilar.asp?sayiid=23>
- [18] <http://www.ganoksin.com/borissat/nenam/jewelry-design-and-repair.htm>
- [19] <http://www.iko.org.tr/eng/index.asp>
- [20] <http://www.jcadcam.com/>

ÖZGEÇMİŞ

1978 Kocaeli doğumludur. 2002 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2003 yılında Kısa Dönem olarak Levazım Maliye Okulu ve Eğitim Merkez Komutanlığı Küçükyalı askerlik merkezinde askerlik görevini tamamladı. Dokuz ay süreyle ENPAY Endüstriyel Pazarlama LTD.ŞTİ.' de Mühendislik departmanında Teknik Ressamlık ve CNC Programcısı olarak görev aldı. Halen NOVA GROUP şirketinde Mühendislik Hizmetleri Bölümünde Operasyon Planlama Takım Lideri olarak görevini sürdürmektedir.