

**KOBALT İLAVESİ İLE 18 KARAT KIRMIZI
ALTIN ALAŞIMLARININ TANE
KÜÇÜLTMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Met.Müh. Kutulmuş İsa TUNÇOKU
(506971158)

104054

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 11 Haziran 2001
Tezin Savunulduğu Tarih: 27 Haziran 2001

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Niyazi ERUSLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Erman TULGAR (İ.T.Ü.)
Prof. Dr. Mehmet KOZ (M.Ü.)

[Handwritten signatures of Prof. Dr. Niyazi ERUSLU, Prof. Dr. Erman TULGAR, and Prof. Dr. Mehmet KOZ]

HAZİRAN 2001

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOBALT İLAVESİ İLE 18 KARAT KIRMIZI
ALTIN ALAŞIMLARININ TANE
KÜÇÜLTMESİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Met. Müh. Kutulmuş İsa TUNÇOKU**

Anabilim Dalı: METALURJİ VE MALZEME MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ÜRETİM METALURJİSİ

HAZİRAN 2001

ÖNSÖZ

Tez çalışmasının her aşamasında fikir ve önerilerinden faydalandığım, yardım ve desteğini gördüğüm sayın hocam Prof. Dr. Niyazi ERUSLU'ya çok teşekkür ederim.

Tez çalışması sırasında yardımını gördüğüm değerli ağabeyim Dr. Necip ÜNLÜ'ye teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım sırasında bana destek veren ATASAY Kuyumculuk A.Ş., servis merkezi yöneticisi Ömer ERDEM ve tüm servis merkezi çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmamım başından sonuna, maddi ve manevi her konuda beni sabırla destekleyen aileme teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

Haziran 2001

Kutulmuş İsa TUNÇOKU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. ALTIN ALAŞIMLARININ TARİHSEL GELİŞİMİ	3
3. TEORİK İNCELEMELER	7
3.1. Altının Fiziksel Özellikleri	7
3.2. Altının Kimyasal Özellikleri	9
3.3. Altının Kullanım Alanları	10
3.3.1. Para, Madalya ve Külçe	11
3.3.2. Kuyumculuk	11
3.3.3. Elektronik ve iletişim sektörü	12
3.3.4. Endüstri ve havacılık	13
3.3.5. Dişçilik	13
3.4. Dünyada Altın Üretimi ve Türkiye’de Altın Sektörü	14
3.5. Altın Alaşımları	15
3.5.1. Renkli Altın Alaşımları	17
3.5.2. Diğer Renkli Altın Alaşımları	20
3.6. Alaşım Elementleri ve Etkileri	21
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	23
4.1. Deneylerde Kullanılan Malzemeler	23
4.1. Deneylerde kullanılan cihazlar	23
4.2. Deneyin yapılışı	24
5. DENEY SONUÇLARI VE İRDELENMESİ	29
5.1. Metalografik İnceleme	29
5.1.1. Kobalt İlavesiz 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Mikroyapısı	29
5.1.2. Ağırlıkça % 0.5 Co ilaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşım Numunenin Mikroyapısı	30
5.1.3. Ağırlıkça %1,2 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altının Mikroyapısı karakterizasyonu ve irdelemesi	31
5.1.4. 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Döküm numunelerinin karakterizasyonu	31
5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi	31
5.2.1. 18 Karat Kobalt İlavesiz Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu incelemesi	31

5.2.2. Ağırlıkça %0,5 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu İncelenmesi	31
5.2.3. Ağırlıkça % 1,2 Co ilaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu incelemesi	32
5.2.4. 18 KaratKırmızı Altın Alaşımı Döküm Numunelerin Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi	33
5.3. Kobalt İlavesine Göre 18 Ayar Kırmızı Altın Alaşımlarında Sertlik incelemesi ve Sertlik Özelliğinin Karşılaştırılması	33
GENEL SONUÇLAR	36
KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	38



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Altının fiziksel özellikleri	7
Tablo 3.2. Çeşitli Altın Alaşımları	10
Tablo 3.3. Para Üretiminde Kullanılan Alaşımlar	11
Tablo 3.4. Kuyumculukta Kullanılan Altın Alaşımları ve Fiziksel Özellikleri	12
Tablo 3.5. Altın Üreticisi Ülkelerin Yıllık Altın Üretim Miktarları	14
Tablo 3.6. Karatlarına Göre Altın Alaşımlarının safiyeti	16
Tablo 3.7. 1993-2000 Yılları Arasında Ülkeler bazında Altın Tüketimi(ton)	17
Tablo 3.8. Ticari Alaşımların Renk Tanımları	19
Tablo 3.9. Altın Alaşımlarında Bazı Katkı ve Empürite Elementlerinin Etkileri ..	21
Tablo 4.1. İncelenen 18 Ayar Kırmızı Altın Numunelerin Bileşimi.....	23
Tablo 5.1. İncelenen 18 Ayar Kırmızı Altın Alaşımlarının Kobalt İçeriğine Bağlı Olarak Sertlik Değişimi.....	34

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: Mücevherlerin Kullanım Alanları	5
Şekil 3.1	: Artan tavlama sıcaklığı ile değişen altın alaşımlarının mekanik özellikleri	8
Şekil 3.2	: Altının Kullanım Alanları	10
Şekil 3.3	: Au-Ag-Cu denge diyagramında alaşım elementinin bileşim miktarına bağlı olarak altın alaşımının renk değişimi.....	18
Şekil 3.4	: Au-Ag-Cu Üçlü sisteminde sertlik özelliğinin bileşen oranlarına bağlı olarak değişimi	19
Şekil 3.5	: Au-Ag-Cu Üçlü sisteminde Çekme mukavemetinin bileşen oranlarına bağlı olarak Değişimi	20
Şekil 4.1	: Ergitme işleri esnasında kullanılan pota	24
Şekil 4.2	: Hazırlanan sıvı alaşımın 500°C'ye önısıtılmış derecelere dökülmesi.....	25
Şekil 4.3	: Derecelerden ayrılmış haldeki maden	25
Şekil 4.4	: Numunelerin Endüksiyon ocağında alaşımlandırılması	26
Şekil 4.5	: Hadde Makinesi	27
Şekil 4.6	: Gaz atmosferli permaksan marka (yerli) tav fırını.....	27
Şekil 5.1	: Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımı kesit mikro yapısı	29
Şekil 5.2	: %0,5 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımı kesit mikroyapısı	30
Şekil 5.3	: %1,2 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımı kesit mikroyapısı	30
Şekil 5.4	: Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımı numunesinin SEM Yüzey topografi görüntüsü	32
Şekil 5.5	: % 0,5 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımı numunesinin SEM Yüzey topografi görüntüsü	32
Şekil 5.6	: % 1,2 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımı numunesinin SEM Yüzey topografi görüntüsü.....	33
Şekil 5.7	: 18 karat kırmızı altın alaşımında(% Ağ. olarak) Kobalt içeriğine Bağlı olarak Sertlik özelliğinin değişimi.....	34

SEMBOL LİSTESİ

Hv	: Vickers sertlik değeri
HB	: Brinell sertlik değeri
μm	: Mikron
GPa	: Giga paskal
MPa	: Mega paskal
Oz	: Ons
K	: Karat



KOBALT İLAVESİ İLE 18 KARAT KIRMIZI ALTIN ALAŞIMLARININ TANE KÜÇÜLTMESİ

ÖZET

Altın alaşımlarının tane boyutu,yüzey pürüzlülüğü, iç yüzey gaz porozitesi, sertlik gibi özellikleri sadece termal ve mekaniksel uygulamalara değil ,aynı zamanda alaşım elementlerinin bulunmasından kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda, döküm yöntemleriyle üretilen altın mücevherlerinde tane küçültmesi daha fazla öneme sahiptir. Küçük taneli dökülebilen altın alaşımlarının, parlatmada kolaylık sağlaması, gelişmiş gerilim özellikleri, haddeleme işleminde çatlak oluşumuna daha az duyarlı olmaları, iyi bilinen özellikleridir. 18 karat alaşımları üzerindeki genel katkı elementlerinin etkileri üzerine yapılan bu araştırma göstermiştir ki kobalt ilavesi döküm yüzeylerinin daha fazla ıslanmasını sağlar. Yüzey pürüzlülüğü katkısız alaşımlardan daha azdır. İç yüzey gaz porozitesi, söz konusu ergimiş alaşım ve pota malzemesi reaksiyonu sonucu olarakoluştukları açıklanmıştır.Bu çalışmada sıkça kullanılan bir katkı olan kobaltın standart 18 karat kırmızı altın alaşımına olan etkileri, mücevher dökümü ile uğraşanların ilgilendikleri özellikleri incelenmiştir. Bu özellikler tane boyutu, yüzey pürüzlülüğü, iç yüzey gaz porozitesi ve sertlik özelliklerinden oluşmaktadır.

18 karat kırmızı altın alaşımının oluşturulmasında, ağırlıkça yüzde 15 Co-85 Cu içeren ön alaşım ve ağırlıkça yüzde 75 Au-5 Ag-20 Cu içeren alaşım kullanılmıştır. Bütün ergitme işlemleri Atasay Kuyumculuk A.Ş.ergitme bölümündeki EIA marka F9-S indüksiyon fırınında yapılmıştır. 18 karat kırmızı altın alaşımları 500°C'ye ön ısıtılmış kalıblara dökülmüştür. Bu döküm işlemi sıvı metalin yüzeyindeki viskozitesini azaltmak ve hava temasını engellemek için şalumo ile metal yüzeyine alev üflenerek yapılmıştır.

18 karat altın alaşım numuneleri döküldükten sonra oksidasyondan korunmaları için %10 H₂ SO₄ solüsyonuna konulmuşlardır. Soğutma işlemleri suda yapılmıştır. Altın alaşım döküm numunelerinin kalınlıkları 5000µm'dan 500µm'ye inceltmek için bir seri haddeleme tavlama işlemleri uygulanmıştır.Optik ve taramalı elektron mikroskobu incelemeleri, OlmpusMG model bir optik mikroskopta ve JEIL JSM-T550 model bir taramalı elektron Mikroskobunda yapılmıştır.Mikro yapı incelemeleri yapılacak numuneler, metalografik olarak parlatılmış ve sonrasında 1:3 oranındaki HCl: HNO₃ solusyonu ile dağlanmışlardır. Sertlik ölçümleri bir Wolpert marka Vickers sertlik ölçme cihazında yapılmışlardır. Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımında tane boyutu 11µm olarak tespit edilmiştir .artan kobalt miktarına bağlı olarak (ağırlıkça %0,5'den 1,2'ye kadar) ortalama tane boyutu 4,5µm'ye ve burdan 3,3 µm'ye azalmıştır.

Topografik yüzey incelemesinde açıkça tesbit edilmiştirki yüzey pürüzlülüğü kobalt miktarına bağlı olarak azalmıştır. 18 karat kırmızı altın alaşımlarında, sertlik, ağırlıkça %0,5 Co ve %1,2 Co ilaveleriyle sırasıyla 1,1 ve 1,18 kat artmıştır.

THE GRAIN REFINING OF THE 18 CARAT RED GOLD ALLOYS WITH COBALT ADDITION

SUMMARY

The properties of gold alloys such as grain size roughness, sub-surface, gas porosity, hardness, etc. , depend on not only the thermal , mechanical treatments but also the presence of alloying elements. Recently, the grain refinement has more attention in the production of cast gold jewellery. From the fine-grained as-cast gold alloys, achieving many advantages such as easily polishing, improved tensile properties, far less tendency to crack during rolling, is well known issue. In the present investigation on the effect of common additives on the casting properties of 18 carat alloy, showed that cobalt addition provide wetting of the investment, and improved surface roughness over unmodified alloys. The sub-surface gas porosity has been explained as spoiling of the casting surfaces through reactions of the melt with the material of the crucible.

In the present work, the effects of commonly used additive, cobalt to typical 18 carat red casting alloys have been investigated, in term of properties of interest to the jewellery caster. Included among the properties studied were grain size, surface roughness, sub-surface gas porosity, and hardness.

During the achieving of 18 carat red gold alloy set, a master alloy which contained 15 Co - 85 Cu as percent by weight was prepared. 18 carat red gold alloy, alloyed with that master alloy, was consisted of 75 Au - 5 Ag - 20 Cu as percent weight. The all melting operations was carried out by using EIA model F9 - S induction furnace in Atasay Kuyumculuk A.Ş. The prepared 18 carat red gold alloy set, was cast into mold preheated to 500°C. This casting operation was made under the torch flow to maintain of the viscosity of the liquid metal and prevent contacting with air. After casting of 18 carat gold alloy samples, they put into a solution 10 % H_2SO_4 to protect them from the oxidation. Cooling operation was performed in water. For reducing the thickness of the cast gold alloy samples, from 5000 μm to 500 μm , a serious milling and annealing operation was applied. Optical and scanning electron microscopy investigation were performed in an Olympus MG model optical microscope and a JEIL JSM - T550 scanning electron microscope, respectively. The samples used for microstructure investigation were prepared by metallographic polishing followed by etching in a 1:3 $\text{HCl}:\text{HNO}_3$ solution. Measurements of hardness were conducted in a Wolpert Vickers hardness tester.

The average grain size was found as 11 μm on the cross-sectional microstructure for the 18 carat red gold alloy without any cobalt addition (increasing the cobalt addition from 0,5 % to 1,2 % wt) 1,2 % wt, the average grain size was decreased to 4,5 μm and 3,3 μm .

By the topographic surface results, it is clearly observed that the surface roughness significantly decreased depending on increasing the cobalt content in the studied 18 carat red gold alloys. With addition of 0,5% wt Co and 1,2 % wt Co, 1,1 and 1,18 times hardness increase was found, respectively.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Altın ve alaşımlarında, tane boyutu, yüzey pürüzlülüğü, iç yüzey porozitesi, sertlik gibi bazı özelliklerin değişimi gözlenebilir. Bu özelliklerin değişimi sadece termal ve mekaniksel uygulamalarda değil, aynı zamanda alaşımlama elementleri veya safsızlıklar sebebiyle de oluşmaktadır [1]. Son zamanlarda, tane küçültülmesi üzerinde çalışılmaktadır. Tane boyutu altın mücevher dökümünde önemlidir. Döküm yöntemiyle üretilmiş ve küçük tane yapısına sahip altın alaşımları bir çok avantaj sağlamaktadır. Bu alaşımlar; kolay parlatılırlar, gelişmiş çekme özelliklerine sahiptirler ve haddelemede daha az çatlak oluşmasını sağlamaktadır[1].

Carrano, De Roner ve Ott ve Raub [2] tarafından daha önce söylendiği gibi 18 karat ve 14 karat sarı altın dökümlerinde, yüzey pürüzlülüğünün, döküm atmosferi (havada veya vakumda) ve alaşım katkı elementleri (kobalt, iridyum, gb.) kontrol edildiği belirtilmiştir. Oksijensiz ortamda yapılan dökümlerde yüzey pürüzlülüğü artmıştır. Özellikle ince kenarlı dökümlerde büzülme etkileri belirgindir ve dendirit oluşumu engellenmiştir. Genel katkıların, 14 karat altın alaşımlarının döküm özellikleri üzerindeki etkilerini Carrano ve DeRoner [3] tarafından araştırılmıştır. Yaptıkları araştırmalarda, kobalt ve iridyum ilavesi yapılmış 14 ayar altın alaşımlarının dökümlerde daha fazla yüzey ıslatması sağlanarak, katkısız alaşımlara oranla yüzey pürüzlülüğünün daha az olduğunu göstermişlerdir. Yüzey içi porozitelerinin, ergimiş metalin pota malzemesi ve döküm malzemeleriyle reaksiyonu sonucu oluştuğu açıklanmıştır[3].

Çoğu ayardaki altın alaşımları Au-Ag-Cu üçlü sistemi içindedir. Kırmızı altın alaşımlarının, memnuniyet verici rengi, soğuk işlem koşullarında şekil verilebilmesi, iyi ergitme ve döküm şartları sağlaması, geniş ölçüde kullanılmalarına sebep olmuştur.

Bu çalışmada, standart olarak 18 karat kırmızı döküm alaşımlarında, sıkça kullanılan bir katkı maddesi olan kobalt'ın etkileri araştırılmıştır. Özellikle altın mücevher

dökümü için önemli olan özellikleri araştırılmıştır. Bu özellikler tané boyutu, yüzey pürüzlülüğü, iç yüzey porozitesi ve sertliktir.



2. ALTIN ALAŞIMLARININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Mücevherat, günümüzde, geçmişte olduğundan daha önemli bir rol oynamaktadır. Artık sadece zenginlerin bir ayrıcalığı olmaktan çıkıp, çağdaş toplumun sosyal düzeninin gelişmesi ve mücevherat anlayışının değişmesi ile evrenselleşmiştir. Mücevherat kullanmanın bir anlamda hayatımızla, kendimizle, yaşantımızla ilgili fanteziler gerçekleştirmektir. Çünkü mücevher, insanın basit ve sürekli bir merakıdır ve bu yüzden veya bu şekilde insan soyu devam ettikçe kullanımının da devam edeceğini söylemek yanlış olmaz.

Mücevher, sınırlı olanaklarla, küçük olanaklarla, küçük atölyelerde, el yapımı aletlerle veya büyük işletmelerde, tamamı otomatik makinelerde yapılabilir.

Gelişen teknolojiyle birlikte, kuyumculukta kullanılan alet ve makinelerde gelişmiş fonksiyonları, hızları, kapasiteleri artmış, imalat teknikleri değişmiştir. Bunların arasında elle çalışan makineler, vakum ve santrifüj dökümde kullanılan aletler, elektrikli şekil verme ve yüzey işleme aletleri ve değişik amaçlı tornalar sayılabilir. Hatta zamandan ve malzeme ile işçilikten tasarruf etmek için bazı kuyumculuk malzemelerin yarı ürün olarak satılmaktadır.

Değerli metallerden yapılan mücevherlerin geleneksel kullanımlarının değişmesi ve istikrarsız ekonomik durumlar, mücevher üzerindeki işçiliğin ve estetik değerlerinin bir ergitme kabında külçe haline getirilerek yok olmasına sebep olmuştur. Avrupa'da ise modadaki hızlı değişiklikler tarihi mücevherlerin bilinen kaderini hızlandırmıştır. Yine de burada bulunan az sayıda etnik mücevherler doğu ve batıda mücevherciliğin aynı paralelde geliştiğini anlamamız için yeterlidir.

Tasarım aklın, duyguların, hayal gücünün ve yaratıcılığının bir bileşimidir, bazılarının potansiyel bir yaratıcılıklarının veya geliştirebilecek eğilimler olduğu göz önünde bulundurulursa, tasarımın hazır formüllerle veya direktiflerle yapılacağı açıktır. Ancak yine de tasarımın başarılı olabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Özellikle metallerle çalışırken tasarımın temel noktası başlangıç metalinin formu ve karakteridir. Bunlar direkt olarak kullanılacak prosesi, dolayısıyla

alet ve teknikleri etkiler. Örneğin; tel halindeki malzeme dövme veya örme ile şekillendirilirken deforme olmamış levhalar, oyma, bükme, eğme ve delme ile şekillendirilirler. Deforme olmuş levhalar, basma ve yerleştirme ile kitlesel malzemeler ise dökümün herhangi bir çeşidiyle şekillendirilebilirler. İnsanoğlunun kendisini süsleme isteği çok eskilere dayanır. Bazı mağara duvarlarındaki resimlerden anlaşılacağı üzere vücudu süslemenin başlangıcı 20000 yıl önceye gitmektedir. Milattan önce 15000 yıllarında taş devrinin sonlarında, taş oyma tekniğinin geliştiği sanılmaktadır. Yine aynı zamanlarda, taşla yüzey parlatma tekniği de gelişmiştir.

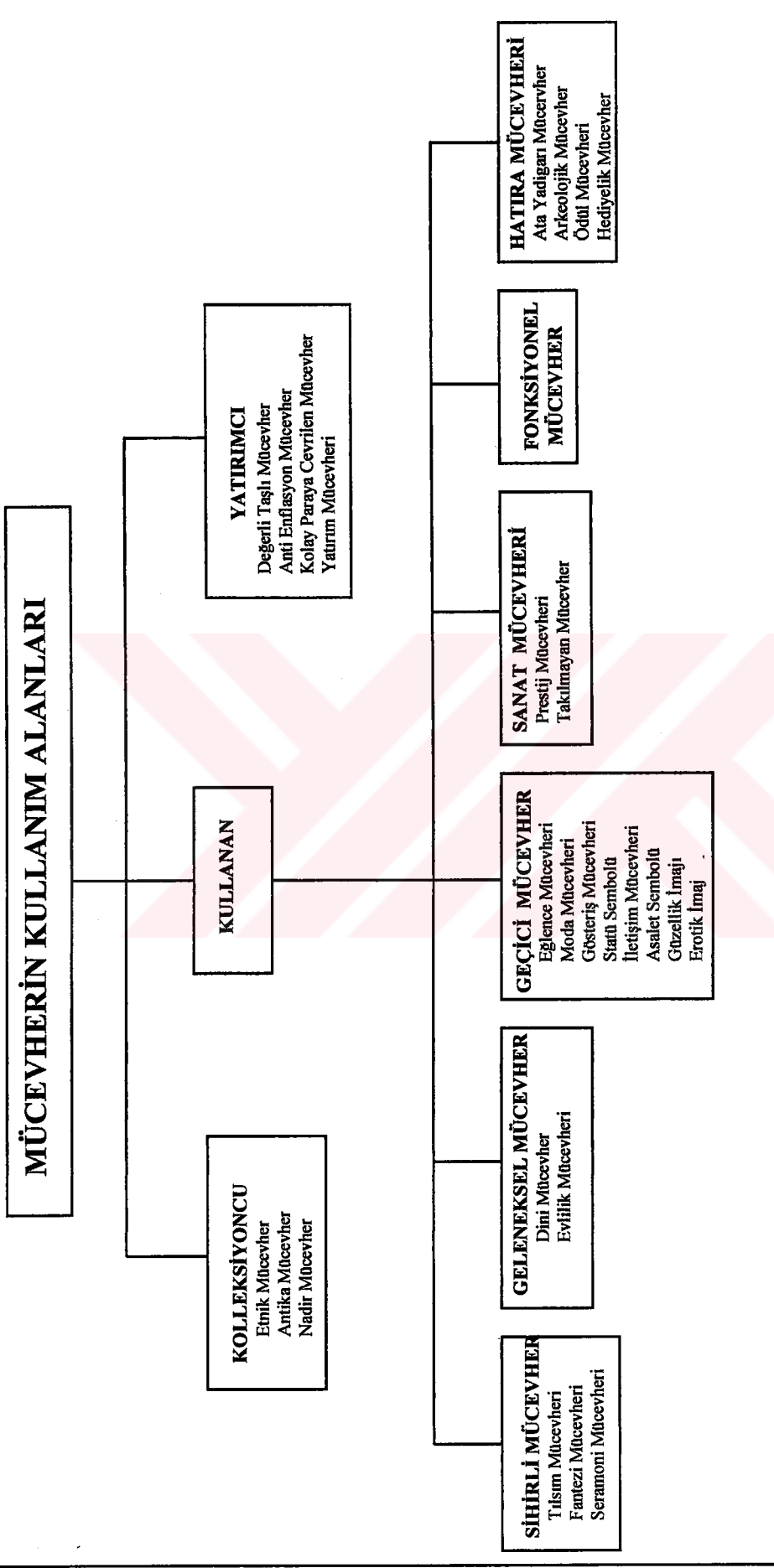
20000 yıldır kullanılan mücevher, günümüze geldiğinde yapısında, amaçlarında ve kullanım alanlarında değişikliğe uğramıştır. Artık değerli taşlarla süslü ilaç kutuları, mücevher gibi kullanılır olmuştur.

Amulet (Bilinmeyen Korunma): İlkel takıları yönlendiren en önemli etkilerin başında insanlık kültürünün gelişmesiyle ortaya çıkan korunma ihtiyacı gelmektedir. Bu takıların ilk örnekleri olan amuletler, kullanıma hayatın gerçek veya hayal ürünü feleket ve tehditlerine karşı koruyan, sağlık, zenginlik ve şans getiren tılsımlardır.

Sembol (Bilinçle Bilinçaltının İletişimi): Günlük hayatımızda görsel sembolizm sandığımızdan daha fazla etkilidir. Bazı şeylerin sembollerini üzerimizde taşıyarak olaylar üzerinde kontrol sağlamak isteriz. Örneğin; pek çok toplunda güneş sembolü, doğurganlığı ve soyu sembolize eder. Yine de aynı şekilde zenginlik ve zengin olma isteği gerçek veya taklit paralar takılarak sembolize edilir. Sevgi ihtiyacı kalp şeklinin, daha üstün bir varlığa olan ihtiyaç ise dini bazı sembollerin kullanılmasını getirmiştir. Nikah yüzüğünün sürekli yuvarlaklığı ise sürekli sevgi, adama destek sözü verir.

Her şeyin bilimsel açıklamasının yapıldığı günümüzde bile mantığı olmayan bazı semboller kullanılmaktadır. Buna en basit örnek astrolojidir. İnsanlar, etkisinde oldukları inandıkları gezegeni temsil eden taşları takmakta, zodyak sembollerini kullanmaktadır. Böylece şanslarını kaderlerini, hayatlarını kontrol edebileceklerini düşünmektedirler.

Şahsi mücevher kullanımının hayret verecek kadar çok sayıda sebebi vardır. Bu sebepler genellikle kişinin ailesinin, dostlarının, akrabalarının, fikirlerinin ya da



Şekil 2.1 Mücevherlerin Kullanım Alanları [4]

kendini bir parçası olarak gördüğü toplumun sosyal ve kültürel görüşlerinin bir sonucudur. Bunlar psikolojik, politik ve ekonomik görüşlerden de etkilenirler. Bütün bunlara ilaveten sözlü, yazılı veya görsel imajlarla medya da kişinin istek ve zevklerini etkileyebilmektedir.

Şekil 2.1’de mücevher kullanımının motivasyonu ve sebepleri açık bir şekilde görülmektedir. Artistik mücevhercilik kullanımının motivasyonu ve sebepleri açık bir şekilde görülmektedir. Artistik mücevhercilik günümüzde dünya mücevherciliğinin temelidir. Bu kişiler hem ön tasarımcı hem de yaratıcıdır.



3. TEORİK İNCELEMELER

Altın, bütün metaller arasında en pahalı metal olmasının yanı sıra, iletkenlik, şekil alma kabiliyeti, alaşım yapabilme gibi bazı fiziksel ve mekaniksel özellikler açısından da olumlu özelliklere sahip bir metaldir.

3.1 Altının Fiziksel Özellikleri

Altın, periyodik tabloda IB grubunda gümüş ve bakırın alt bölgesine yer alır. Atom numarası 79 ve atom ağırlığı 196,967 'dir. Katı halde yoğunluğu 19,2 ile 19,4 gr/cm³ aralığında değişir[5,6]. Tablo 3.1.'de altına ait temel fiziksel özelliklerin bazıları verilmektedir[7].

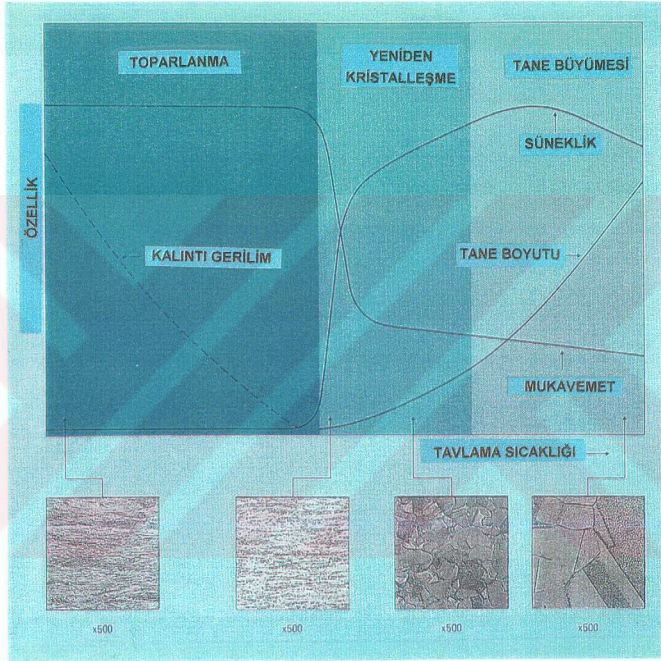
Tablo 3.1. Altının Fiziksel Özellikleri [7]

Özellik	Değer
Atomik Ağırlık	196.9665
Ergime Sıcaklığı [°C]	1064.43
Kaynama Sıcaklığı [°C]	2808
Atomik Yarıçap [nm]	0.1422
Kristal Yapısı	YMK
Latis Sabiti [nm]	0.407
Atomlararası Mesafe [nm]	0.2878
Yoğunluk, 273 ⁰ K [gr/cm ³]	19.32
Sertlik, Brinell(10/500/90) kgf/mm ²	25
Elastisite Modülü, 293 ⁰ K	7.747 x 10 ⁴
Poisson oranı	0.42
Uzama [%]	39-45
Sıkıştırılabilirlik, 300 ⁰ K [Pa ⁻¹]	6.01 x 10 ⁻¹²
Füzyon Isısı [J/Mol]	1.268 x 10 ⁴
Buharlaşma Isısı, 289 ⁰ K, [J/Mol]	3.653 x 10 ³
298 ⁰ K'de spesifik ısı [J/(g.K)]	1.288 x 10 ⁻¹
Termal İletkenlik, 273 ⁰ K [W/(g.K)]	311.4
273-373 ⁰ K'de Termal Genleşme [K ⁻¹]	1.416 x 10 ⁻⁷
Elektriksel Direnç, 273 ⁰ K [Ω.cm]	2.05 x 10 ⁻⁶
Termal Direnç Sabiti 273-373 ⁰ K [K]	4.06 x 10 ⁻³
298 ⁰ K'de entropi [J/K]	47.33

Genellikle altının değeri +2 olarak belirtilmiş olsa da, tuzlarının Au⁺¹ ve Au⁺³ karışımlarından oluştuğu kanıtlanmıştır. Tek doğal izotopu ¹⁹⁷ Au olmasına karşın,

^{185}Au 'dan ^{203}Au 'ya kadar yapay olarak üretilmiş 19 izotopu vardır. Bu izotoplar radyoaktif olup, yarılanma süreleri bir kaç saniye ile 199 gün arasında değişmektedir[6].

Genellikle altın ve altın alaşımları manyetik özellik göstermemelerine rağmen, altın mangan alaşımları az da olsa manyetik özellik gösterir. Altının demir ve kobalt ile yaptığı alaşımlar ise ferromanyetik özellik göstermektedir [7,8].



Şekil 3.1 Artan tavlama sıcaklığı ile değişen altın alaşımlarının mekanik özellikleri[9]

Saf altın çok yumuşaktır. Mohs skalasına göre sertliği 2,5 , Vickers skalasına göre 40 Hv'dir. Altının yumuşaklığı, şekil verebilme özelliği açısından olumsuz bir özelliktir. Mekanik işlemlerle altının sertliğini artırabiliriz. Haddelenerek tavllanmış saf altının oda sıcaklığındaki çekme mukavemeti 131MPa, elastik modülü 80 Gpa ve şekil değişimi ise %4'dir. Çapı 10 µm'den küçük telleri soğuk olarak çekmek mümkündür.

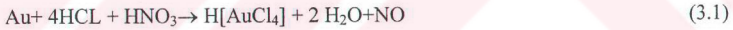
Altının mekanik işlemlerle sertliğinin artırılması mümkün olsa da, saf altını en iyi sertleştirme yöntemi alaşımlamadır. Alaşımlama sayesinde renkli altın alaşımları elde

ederiz. Saf altının tane boyutunu kontrol etmek atmosferik ortamda 305 °C sıcaklığında tavlamaıyla mümkün olmaktadır. Renkli altın alaşımları, bileşimlerine bağlı olarak 500 - 700 °C sıcaklıkları arasında tavlınırlar, tavlamadan sonra yaşlanmayı engellemek amacıyla alaşıma su verilmektedir.

Tavlama sıcaklığının artması ve artan sıcaklıkla beraber, kuyumculukta kullanılan altın alaşımları için önemli olan bazı mekanik özelliklerin değişimi Şekil 3.1 'de gösterilmiştir [9]. Isıl işlem uygulamaları altın alaşımlarına genellikle soğuk işlem (haddeleme, tel çekme , gb.) sonrasında yapılmaktadır.

3.2 Altının Kimyasal Özellikleri

Altın standart elektrod potansiyeli ($Au/Au^+ E^0 = 1,68 \text{ V}$, $Au /Au^{3+} E^0 = 1.50 \text{ V}$) hidrojeninden ($H^+/H_2 E^0=0.00 \text{ V}$) daha pozitif değere sahip olup, dolayısıyla metalik elementler içinde oldukça inert ve en soy olan metaldir. Korozyona karşı direnci ve stabilitesi çok yüksektir. Selenik asit dışındaki asitler tek başlarına altını çözemezler. Buna karşın bir takım oksidanlarla (örneğin; nitrik asit, oksijen, kükrik yada ferrik iyonlar, mangandioksit) birlikte hidro klorik asit, altını kompleks iyon halinde çözer. Bu nedenle altın çözme işleminde hidroklorik asit ve nitrik asidin karışımından oluşan 'kral suyu' (3 brim HCL + 1 brim HNO₃) çok kullanılan reaktif özelliğini taşımaktadır (Reaksiyon 3.1).



Çözücü sistemde, aktif bir oksidan ve ligand oluşturacak iyon varlığında ada altın benzer bir şekilde kompleks iyon halinde çözünmektedir (Reaksiyon 3.2).



Ayrıca altın oksijen ve sülfürle, herhangi bir sıcaklıkta reaksiyona girmeyen tek metaldir. Sadece yüksek sıcaklıklarda tellur ile reaksiyona girmektedir (Reaksiyon3.3).



Ergimiş alkili hidroksitler, hava veya diğer oksidasyon maddeleri olmaksızın altını etkilemezler. Halojenlerde olduğu gibi altın, bromürlerle de oda sıcaklığında ekzotermik bir reaksiyon vermektedir (Reaksiyon 3.4) [10,11].



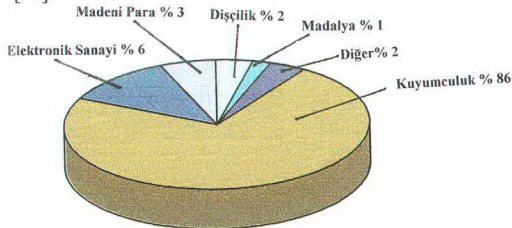
Bir çok metal ve metaloid ile alaşım yapabilen altın için bu alaşım elementleri içerisinde en önemli olanları periyodik sistemde aynı grupta yer alan Ag, Cu, Ni, Cu, Pd, Pt, ve daha az sıklıkla Zn, Cd, Hg'dir. Altının bakır, kurşun ve çinkoya afinitesi sırayla artmaktadır. Günümüzde en sık kullanılan alaşım elementleri olan Ag, Cu, Ni, Cu, Pd ve Pt'nin kristal kafes yapısı altın ile aynı olup yüzey merkezli kübiktir. Aynı zamanda bu metallerin ve altının koordinasyon sayıları (12) birbirine eşittir. Bu nedenle bu metaller altın ile kolaylıkla alaşım yapabilmektedirler. Ayrıca bu metallerin atomik yarıçapları da birbirlerine çok yakındır [7,10,11,12]. Tablo 3.2'de çeşitli altın alaşımlarına ait ötektik ve peritektik bileşimler verilmektedir[6].

Tablo 3.2. Çeşitli Altın Alaşımları [6]

Alaşım	Ötektik(⁰ C)	İkinci Metalin %'si	Peritektik (⁰ C)	İkinci Metalin %'si
Au-Bi	241	82		
Au-Cd	625	25		
Au-Co	990	10		
Au-Cr			1160	21
Au-Fe			1168	40
Au-Ge	356	12		
Au-Ni	950	17,5		
Au-Pb	215	85		
Au-Sb	360	24		
Au-Si	370	6		
Au-Zn	642	15		

3.3 Altının Kullanım Alanları

Günümüzde altın büyük ölçüde süs ve ziynet eşyası üretiminde kullanılmaktadır. Altının, iyi iletkenlik, korozyona dayanıklılığı gibi özelliklerinin de anlaşılması sonucu yakın geçmişte diğer uygulama alanları oluşmuştur. Bunlar Şekil 3.1'de gösterilmektedir [13].



Şekil 3.2 Altının Kullanım Alanları [13]

3.3.1. Para, Madalya ve Külçe

Kralların metali olarak bilinen altın ilk olarak M.Ö. 670 yılında Lidya Kralı Krezus tarafından para basımında kullanılmıştır. İlk olarak kullanılan bu paralarda, yüksek altın içeriğine rağmen kullanılan alaşım elementlerinin farklılıkları 19.Y.Y' kadar (altın paraların ağırlığı ve altın içeriği kanuni olarak düzenlenene kadar) devam etmiştir. Birinci dünya savaşından sonra altın paralara uygulanan kanuni zorunluluklar ortadan kalkınca ve artık hiç bir ülke tarafından da kullanılmaması nedeniyle altın paralara koleksiyoncular tarafından rağbet edilmesini ve yatırım amaçlı kullanımını ortaya çıkarmıştır.

Tablo 3.3. Para Üretiminde Kullanılan Alaşımlar [10]

Para	Ülke	Kullanıldığı Zaman	Safiyet	Karat	Ağırlık (g)
20 Mark	Alman Krallığı	1871-1915	900	21,6	7,964
10 Mark			900	21,6	3,982
5 Mark			900	21,6	1,991
1 Ducat	Alman Konfederasyonu	1871'e kadar	986,1	23,7	3,490
Kruggerand	G.Afrika Cum.	1967'ye kadar	916,6	22	33,931
Maple Leaf	Kanada	1979'a kadar	999,9	24	31,103
American Eagle	ABD	1986'ya kadar	916,6	22	33,931
Britannia	Büyük Britanya	1987'ye kadar	916,6	22	33,931
Nugget	Avustralya	1987'ye kadar	999,9	24	31,103
Tscherwotetz	SSCB	1975'e kadar	900	21,6	8,600

İlk olarak külçe altının kullanımı ise özellikle Roma İmparatorluğu dönemindedir. Buna karşılık günümüzde özellikle devlet kurumları ve merkez bankaları tarafından yatırım amaçlı kullanılan altın külçeleri 400 Oz. (Yaklaşık 12 kg.) ağırlıkta ve %99,5 altın içermektedir. Ayrıca özel yatırımcılar için ise daha küçük altın külçeleri üretilmektedir. Tablo 3.3. 'de son yüzyılda dünya genelinde para üretiminde kullanılan altın bileşimleri verilmektedir.

3.3.2.Kuyumculuk

Dünyada üretilen altının büyük bir kısmı kuyumculuk sektöründe kullanılmaktadır. Saf altın yumuşak ve çok kolay deforme olduğundan diğer metallerle alaşımlaştırılarak kullanılır. Altın alaşımlarından üretilen takılar çok çeşitli olduklarından, alaşımlardan beklenen fiziksel özellikler takının cinsine göre

değişmektedir. Altın alaşımlarından bazıları ve fiziksel özellikleri Tablo 3.4.'de verilmektedir [14].

Tablo 3.4. Kuyumculukta Kullanılan Altın Alaşımları ve Fiziksel Özellikleri [14]

Renk	Bileşenleri						Ergime	HB	MPa	G/cm ³
	Au	Ag	Cu	Zn	Ni	Pd	Sic.°C			
Sarı	917	55	28	-	-	-	1020/995	-	22	17,9
Sarı-Yeşil	750	170	80	-	-	-	930/920	110	46	-
Sarı	750	125	125	-	-	-	920/900	110	48	15,4
Beyaz	750	50	-	-	-	200	1280/1272	110	-	16,6
Beyaz	750	105	35	1	9	100	1150/1020	-	379	16
Sarı-Yeşil	750	382	33	-	-	-	990/970	69	300	13,7
Açık sarı	585	280	135	-	-	-	870/830	118	510	16,6
Açık sarı	585	265	150	-	-	-	850/835	-	-	13,8
Açık sarı	585	300	115	-	-	-	885/820	-	590	14
Sarı	585	205	210	-	-	-	835/830	-	580	13,6
Sarı	585	100	277	38	-	-	880/810	-	440	13,2
Pembe	585	90	325	-	-	-	885/850	-	550	13,3
Kırmızı	585	-	415	-	-	-	970/939	75	410	13,2
Beyaz	585	260	-	-	-	155	1027/978	150	-	13,4
Beyaz	590	285	15	1	9	100	1125/978	-	414	14,6
Beyaz	590	-	260	80	70	-	950/870	-	510	13
Yeşil-Sarı	333	534	133	-	-	-	870/790	99	410	11
Sarı	333	445	222	-	-	-	820/800	110	470	10,9
Sarı	333	114	431	114	8	-	950/925	100	442	10,8
Sarı	333	333	334	-	-	-	825/800	115	580	10,9
Pembe	333	200	467	-	-	-	900/800	109	480	10,81
Kırmızı	333	95	572	-	-	-	950/860	99	440	10,7

3.3.3. Elektronik ve İletişim Sektörü

Altının sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikler, 1960'lı yıllardan itibaren hızla gelişen elektronik endüstrisi için vazgeçilmez bir metal olmasına neden olmuştur. Enformasyon, iletişim, askeri ve uzay elektroniğinde kullanımı giderek artan altının oksidasyona ve korozyona karşı çok dirençli olması ve yüksek iletkenlik özelliği, ona mükemmel kontakt malzeme özellikleri sağlamaktadır. Altının mekanik özelliklerinden dövülebilme özelliğinin çok yüksek olması 25 µm çapında çok ince tellerin üretimini mümkün kılmaktadır. Bu ince teller birbirleriyle ve diğer metallerle kolayca kaynaklanabilme özelliğine sahip olduğundan özellikle mikro elektronik devrelerin yüksek hızda çalışması sağlanmaktadır.

Günümüzde dünyada her yıl üretilmekte olan yaklaşık 40 milyon adet bilgisayarda altının kullanım oranı gittikçe artmaktadır. Bilgisayarların beyni olarak kabul edilen işlemcilerde, yarı iletken ve devrelerin birbirleriyle temasını sağlamak amacıyla

%99,999 saflıkta ince altın teller veya altın kaplamalar kullanılmaktadır. Ayrıca baskı devrelerin üretiminde, seramik bileşenlerin devre bileşenleriyle temasını sağlamak amacıyla da altın, kullanımı ön plana çıkmaktadır [13].

Ayrıca yalıtım amaçlı olarak mimaride, astronomide, uzay araçlarında ve uydularda da yaygın bir şekilde folyo halinde altın kullanımı söz konusudur [7,10].

3.3.4. Endüstri ve Havacılık

Altın, günümüzün otomobillerinde artık standart donanım haline gelmiş güvenlik amaçlı hava yastıklarında kullanılmaktadır. Darbe anında altın kaplı kontakt malzeme aktive olarak hava yastığının şişmesini sağlamaktadır. Bir otomobilin ömrü yaklaşık 10 - 15 yıl olduğundan, sıcak, kirli ve yağlı bir ortamda su süre periyodunda korozyona uğramadan kullanılabilecek tek metal altın olarak tanımlanmaktadır. Havacılık sektöründe özellikle savaş uçaklarının kokpit pencerelerinde, elektrik akımı taşıyarak buğulanmayı önlemek amacıyla çok ince film halinde altın kaplı akrilik kullanılmaktadır [13].

3.3.5. Dişçilik

Altın. Yaklaşık 3000 yıldır kullanılan en eski malzemedir. İlk olarak saf altın tellerin kullanıldığı dişçilik sonraları %10 Cu içerikli altın alaşımları kullanılmıştır. 1900'lü yıllarda platin, altından ucuz olması nedeniyle dişçilikte kullanılmaya başlanmış, sonradan fiyatının tekrar artmasına rağmen, özellikle ağız içinde kimyasal stabilitesinin yüksek olması nedeniyle kullanılmaya devam etmiştir.

Dişçilikte kullanılan altın alaşımları, özellikle son yıllarda oldukça önemli bir değişim göstermiştir. 20 - 25 yıl önce kullanılan altın alaşımları, yaklaşık %62 - 92 Au+Pt ve %10'dan daha az Pd içermekteydi. Bu alaşımların en önemli özelliği düşük ergime sıcaklıkları göstermekle beraber porselen kaplamaya uygun olmamaları en önemli dezavantajlarıydı. Bu nedenle yeni geliştirilen altın alaşımları porselen kaplamaya elverişli alaşımlardan oluşmaktadır. Günümüzde dişçilik uygulamalarında kullanılan altın alaşımlarını bileşimlerine göre, yüksek altın içerikli alaşımlar, düşük altın içerikli alaşımlar ve gümüş bazlı altın-gümüş-paladyum alaşımları olarak üç grupta toplamak mümkündür [15].

3.4 Dünyada Altın  retimi ve Türkiye’de Altın Sektörü

Tabiatta altın, sert kaya parçaları veya alüvyon kumları içerisinde parçalar halinde bulunmaktadır. Cevherden altın  retimi, Güney Afrika, Avustralya ve Ural Da larında derin madenlerde yapılan kazılar sonucu üretilmektedir. Yeryüzünde bulunan altın parçacıklarını aramak daha çok bir hobi özelliği taşımaktadır. Bu şekildeki aramalar Kaliforniya, Alaska, Fransa, Finlandiya ve Amazonlarda nehir kenarlarında yapılmaktadır. İtalya’da ise sarı maden Po vadisinden geçen Orco, Dora Belta, Ti ino gibi nehirlerin altında yatmaktadır. Nehirlerde bulunan bu altın par aları%85-%90 safiyetinde olup, mücevhere d n st r lebilir niteliktedir [14].

1886’dan beri Güney Afrika dünyanın bir numaralı altın üreticisi olup, batı ülkelerinde mevcut olan altınların %50’sini üretmiştir. Güney Afrika’da en geli mi  madencilik yöntemleri kullanılmaktadır. Bazı maden kuyuları 3 km.’den daha derindir. Altın  reticisi ülkelerin yıllık altın üretim miktarları Tablo 3.5. ‘de verilmiştir [14].

Tablo 3.5. Altın  reticisi ülkelerin yıllık altın üretim miktarları [14]

�lke	Miktar (ton/yıl)
Güney Afrika	601,1
Amerika	300
Eski Rusya	250
Avustralya	240
Kanada	180
Çin	100
Brezilya	80
Yeni Gine	60
�ili	40
Kolombiya	40

Büyük uygarlıkların merkezi olan Anadolu’da ya amı  olan Hititler, Urartular, İyonyayılar, Lidyalılar, Romalılar, Selçuklar ve Osmanlılar dini ve sanatsal amaçlarla oluşturdukları kendilerine özgü takı sitilleri ile Türkiye’nin çok büyük bir takı kültürüne sahip olmasını sağlamıştır. Osmanlı İmparatorluğun’da Anadolu,  zellikle Kanuni Sultan Süleyman ve daha sonraki dönemlerde dünyanın en önemli takı ve mücevher merkezlerinden biri olmuştur. Günümüzde Türk takı endüstrisi, özellikle 1900’lı yıllardan sonra büyük bir gelişim içine girmiştir. Geçmiş yıllarda kopya ağırlıklı çalışan sektör, günümüzde zengin kültürel birikiminden faydalanarak

oluşturduğu kendine özgü çizgileri ve yüksek kalitesi ile kendine Avrupa Pazarı'nda önemli bir yer edinmiştir. Bu gelişme sonucu Türkiye altın ithalatçısı bir ülke konumundan, altın takı ihraç eden önemli bir ülke konumuna gelmiştir. Ayrıca son 10 yıllık dönem içerisinde altın ithalatının serbest bırakılması, İstanbul Altın Borsası'nın kurulması ve altın rafinerisinin yapılmaya başlanması sektörün gelişmesinde itici güç olmuştur. 1990 öncesi 80 ton olan altın ithalatının tamamına yakını yurt içinde tüketilmekteyken, bu yıl yaklaşık 200 ton olması tahmin edilen altın ithalatının ise yarısından çoğunun ihracat ve turizm yoluyla satılması planlanmaktadır.

1990 öncesi sadece birkaç firma tarafından yapılan ve 1 tonu bile bulamayan altın ihracatı, geçen yıl yaklaşık 100 firmanın yaptığı ihracatla 80 tona çıkmıştır. Bu yıl hedeflenen altın ihracatı 150 ton olup, gerçekleşmesi durumunda sektörün döviz getirisi bir milyar dolardan iki milyar dolara çıkması beklenmektedir. En çok ihracat yapılan ülkeler sıralamasında ise; Almanya, A.B.D. ve Japonya başta gelmektedir. Turistlere satılan altın miktarı ise 5 tondan 65 tona çıkmış durumdadır. Altın takı tüketimi açısından dünya sıralamasında yıllara göre 5.'lik ile 7.'lik arasında olan Türkiye, takı üretimi açısından 4.'lük ile 6.'lık arasında yer almaktadır.

Yaşanan tüm bu gelişmeler, sektörde istihdam artışını da beraberinde getirmektedir. 90'lı yıllara kadar küçük atölyelerde üretim yapan altın sektöründe 70.000 kişi istihdam edilirken, günümüzde 250.000 kişi istihdam edilebilir duruma gelinmiştir. 2000 yılında bu rakamın 5-7 civarında artması beklenmektedir [16].

3.5 Altın Alaşımları

Altının en önemli tüketim alanı kuyumculuk sektörü olduğundan altın alaşımları da bu sektörde oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu alaşımların safiyetinin gümüşte olduğu gibi, 1000'lik sistemle tanımlanması oldukça yaygın bir uygulamadır. Bu uygulamada altın safiyeti 1000 olarak kabul edilmektedir. 1973 yılında İngiltere'de Resmi Ayar Dairesi tarafından dört yasal standart belirlenmiştir[17]. Bunlar; 916,6 safiyet (22 Karat), 750 Safiyet (18 Karat), 585 Safiyet (14 Karat) ve 375 Safiyet (9 Karat) değerleridir. (Bknz.Tablo 3.6.)

Bu değerleri tanımlarken karat sistemi kullanılmıştır. Karat arapça kökenli bir kelime olup, harup (keçi boynuzu) ağacının tohumu anlamına gelen 'Kırat' kelimesinden

gelmektedir. Bu ağacın tohumlarının benzer boyutta ve ağırlıkta olmaları, Afrikalı ve Arap tacirler tarafından yıllarca ölçü birimi olarak kullanılmalarına neden olmuştur.

Tablo 3.6. Karatlarına göre altın alaşımlarının safiyeti [16]

Karat	Safılık	Altın (%)
24	1000	100
22	916,6	91,66
20	833,3	83,33
18	750	75
15	622	62,2
14	585	58,5
12	500	50
10	416	41,6
9	375	37,5
8	333	33,3

O yıllarda bir altın para (birim), 24 Karat (tohum) ağırlığından oluşmaktaydı. Günümüzde ise karat altının safılığını belirlemede kullanılmaktadır. Değerli taşlarla uğraşan bilim dalında (Gemmology) ise bir metrik karat, 0.2 g değerli taş olarak standardize edilmiştir. Mücevher yapımında Avrupa'da en çok kullanılan altın alaşımları 18 ve 14 karat olup, İngiltere'de 9 karat altın alaşımları da oldukça popülerdir. Buna karşın Uzakdoğu, Hindistan ve komşu ülkelerde 21-22 karatlık altın takılar tercih edilmektedir [18]. Tablo 3.7.'de 1993-2000 yılları arasındaki dünyadaki altın tüketimi ve ortalama fiyatı verilmektedir.

Altın, doğu kültüründe tarih boyunca süsleme ve ziynet eşyası olarak kullanılmışken, batı kültürlerinde zamanla değişen politik ve ekonomik koşullar karşısında kolaylıkla ticari yatırıma dönüştürülebilmesinden dolayı stok amaçlı kullanılmıştır. Bu farklılık, beraberinde getirmektedir doğu ve batıda kullanılan altının karatına yansımış ve doğuda yüksek karatlı altın

alaşımlarının, batıda ise düşük-orta karatlı altın alaşımlarının kullanılmasına neden olmuştur. Genellikle, Çin ve Güney Doğu Asya ülkelerinde tüketilen 24 karat altın 99,5 ve daha yüksek safiyettedir. Bu bölgede dünya altın tüketiminin yaklaşık %15'i (>400 ton) kullanılmakta ve gelişen Çin ekonomisiyle bu oran giderek artmaktadır [18,19]. 22 Karat altın alaşımlarının Hindistan'da oldukça popüler olması, nüfusu ile orantılı olarak bu ülkenin en büyük tüketicisi olmasını da beraberinde getirmektedir.

Tablo 3.7. 1993 - 2000 yılları arasında ülkeler bazında altın tüketimi (ton) [13]

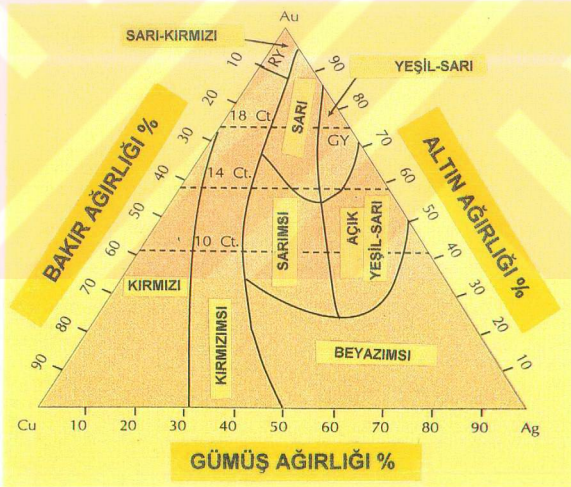
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*
Altının Fiyatı (\$)	359,2	384,1	384,1	387,9	331,3	294,1	278,6	285,0
Hindistan	405,4	415,0	477,2	507,8	736,7	815,0	838,8	791,2
Pakistan	37,2	37,2	43,2	53,7	81,8	98,2	121,8	13,6
Doğu Asya	420,0	433,8	427,3	374,4	406,9	314,6	343,4	363,2
Çin	223,0	224,8	223,9	210,7	213,8	191,6	205,0	226,0
Tayvan	160,6	162,0	160,2	123,3	142,1	91,2	109,7	110,0
Hong Kong	36,4	47,5	43,2	40,4	51,0	31,8	28,7	27,2
Japonya	219,6	242,1	272,1	152,2	107,1	110,4	121,8	88,0
G.Kore	90,0	106,0	121,0	125,5	114,4	162,5	118,5	120,0
Güney D.Asya	250,8	304,7	324,7	329,9	204,0	51,5	265,5	289,6
Tayland	96,0	124,0	116,0	106,0	14,0	19,0	48,0	86,0
Singapur	21,4	23,9	24,1	20,0	22,4	14,1	11,0	12,0
Malezya	22,4	24,8	29,6	33,6	30,1	14,4	17,5	17,2
Endonezya	80,0	97,0	119,0	129,0	92,5	40,0	136,0	110,4
Vietnam	31,0	35,0	36,0	41,0	45,0	44,0	53,0	64,0
Suudi Arabistan	200,0	174,0	193,1	184,9	199,0	208,4	199,4	262,0
Mısır	56,2	63,2	67,0	75,7	97,6	104,4	124,8	119,6
Basra Körfezi Ülkeleri	82,3	87,9	104,6	118,0	142,1	144,2	144,7	174,0
B.A.E.	32,7	33,2	39,2	52,6	71,6	79,4	79,7	111,2
Kuveyt	20,0	24,9	35,1	34,7	35,4	33,0	31,6	27,2
Bahreyn	7,2	7,4	7,8	8,9	10,6	10,5	10,1	11,2
Umman	16,5	16,5	16,5	16,5	17,8	15,3	16,1	17,6
Katar	6,0	5,9	6,1	6,2	6,8	6,0	7,2	6,8
Türkiye	159,9	80,8	130,4	153,0	202,0	172,0	139,0	200,0
Güney Amerika	94,0	97,0	85,0	100,0	107,0	119,0	126,6	88,0
Brezilya	52,0	50,0	54,0	59,0	58,0	64,0	57,0	40,0
Meksika	42,0	47,0	31,0	41,0	49,0	55,0	69,6	48,0
Avrupa	294,5	279,3	295,2	273,0	293,0	308,6	276,0	219,2
İtalya	125,0	116,1	110,0	105,3	110,8	112,2	94,7	54,8
Fransa	45,2	44,4	50,4	47,5	49,4	59,4	61,6	58,8
Almanya	85,7	77,7	57,0	54,2	52,2	52,3	51,5	44,0
İngiltere	38,6	41,1	46,2	47,1	58,8	66,8	62,2	56,0
A.B.D.	295,5	300,6	314,7	331,7	362,0	428,4	459,7	352,4
Toplam	2605,4	2591,6	2864,5	2779,5	3053,6	2712,1	3280,0	3180,8

3.5.1. Renkli Altın Alaşımları.

Altının rengi, sertliği ve korozyon direnci yüzyıllar boyunca kullanılan Au-Ag-Cu sisteminin değişik oranlarda uygulanmasıyla modifiye edilmiştir. Renkli altın alaşımları temel olarak Au-Ag-Cu üçlü sisteminden oluşmaktadır. Düşük karatlı

alaşımlarda kullanılan diğer alaşım elementi ise çinko (Zn)'dur. Au-Ag-Cu alaşımının renk tonu bileşimdeki metal oranına bağlı olarak çok değişken olmakla beraber temel renk bölgeleri de mevcuttur (Şekil 3.2.). Şekil 3.2 'de verilen üçlü diyagramın altın köşesindeki küçük bir alan saf altının kırmızı-sarı rengine ve üçlü diyagramın Ag-Cu kenarına paralel olarak çizilmiş kesikli çizgiler altın alaşımlarının karatlarını göstermektedir.

Bu bölgenin hemen yanındaki kırmızımsı bölge, dar bir şerit halinde Cu-Ag kenarında kadar uzanmaktadır. Kırmızımsı bölgenin rengi düşen altın içeriğiyle birlikte soldan, bakırın bulunduğu köşeye doğru koyu kırmızı renkli alaşımlar bulunmaktadır. Sarı ve sarı-yeşil tonların hakim olduğu alaşımlarda bakıra oranla gümüş içeriği önem kazanmaktadır. Buna karşılık %50'den fazla gümüş içeren alaşımlar beyazımsıdan beyaza kadar uzanan renk dağılımına sahiptirler [20].

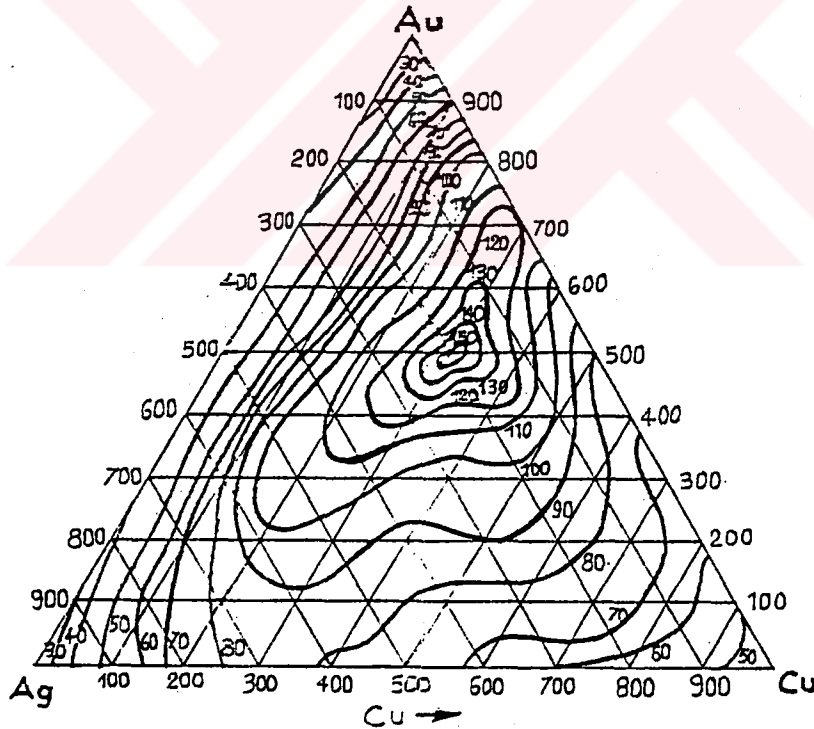


Şekil 3.3 Au-Ag-Cu denge diyagramında alaşım elementinin cinsine ve miktarına bağlı olarak altın alaşım renklerinin değişimi [20]

Avrupa'da kullanılan ticari bazı altın alaşımlarının renk tanımları Tablo 3.8.de verilmektedir [14].

Tablo 3.8.ticari alaşımların renk tanımları[14]

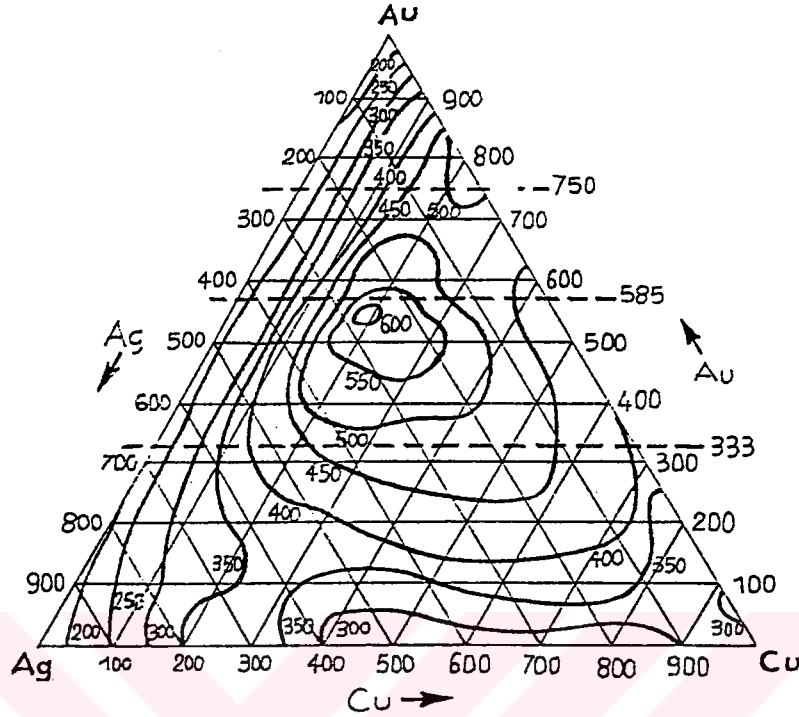
Sembol	Renk	Kimyasal bileşim (%)						Ayar
		Au	Ag	Cu	Zn	Ni	Pb	
0 N	Yeşil-sarı	58.5	34	7.5	-	-	-	14
1 N	Açık sarı	75	19	6	-	-	-	18
		58.5	30	11.5	-	-	-	14
		58.5	26	15.5	-	-	-	14
2 N	Açık sarı	75	16	9	-	-	-	18
3 N	Sarı	91.7	5.5	2.8	-	-	-	22
		75	12.5	12.5	-	-	-	18
		58.5	20.5	21	-	-	-	14
		37.5	10	45	7.5	-	-	9
	Koyu sarı	91.7	3.2	5.1	-	-	-	22
4 N	Pembe	75	9	16	-	-	-	18
		58.5	9	32.5	-	-	-	14
8 N	Beyaz	75	10.5	3.5	0.1	0.9	10	18
		75	-	11 (Cu +Zn)	-	14	-	18
		59	-	24	7	10	-	14
		59	-	26	8	7	-	14
		59	28.5	1.5	0.1	0.9	10	14



Şekil 3.4 Ag-Au-Cu üçlü sisteminde sertlik özelliğinin bileşen oranlarına bağlı olarak değişimi [14]

Mücevher üretiminde yaygın olarak soğuk şekil verme (haddeleme,tel çekme gibi) alaşımların sertlik özellikleri önemlidir. Au-Ag-Cu üçlü sisteminde, bileşenlerin

yüzdelere bağlı olarak sertlikleri değişmektedir (Şekil 3.4). Ag-Au-Cu üçlü sisteminde, bileşen oranlarına bağlı olarak MPa cinsinden çekme mukavemeti, sertliğe benzer davranış göstermektedir (Şekil.3.5).



Şekil 3.5 Ag-Au-Cu üçlü sisteminde çekme mukavemetinin bileşen oranlarına bağlı olarak değişimi [14]

3.5.2. Diğer Renkli Altın Alaşımları

Altın alaşımları farklı metallerle oluşturulabilir. Fakat bu alaşımlardan çok azı mekanik özellikler bakımından olumlu özellik göstermektedir. Bu alaşımlar daha çok renk özellikleri için kullanılırlar.

Au-Al: Eğer alüminyum miktarı binde birkaç seviyelerinde ise alaşım işlenebilir özelliğe sahiptir. Fazla miktardaki alüminyum kırılganlığını artırır.

Au-Co: Açık mavi renkte bir alaşımdır.

Au-Mn, Au-Pb, Au-Sn, Au-Bi, Au-Sb, Au-Te, Au-Pt, Au-Pd :

Mangan, kurşun, kalay, bizmut, antimon, ve tellür altınla temasa girdiklerinde, altın kırılgan bir özelliğe sahip olur. kurşun işlenebilirliği azaltan ve kırılganlığı arttıran en zararlı elementtir. Bu alaşımlar beyaz renklidir.

Au-Ag: Yumuşak haddelenebilir bir alaşım oluşturlar, binde 50 gümüş ilavesiyle sarı altın, yeşil renk alır. Daha fazla gümüş ilavesiyle (450Ag-550Au) beyaz renk elde edilir.

Au-Fe: Demir ile binde 750Au veya 500Au birleşmesiyle alaşım menekşe rengini alır. Eğer alaşımdaki altının oranı binde 850Au ise alaşım gri renktedir. 850Au-90Ag-60Fe alaşımının rengi gri ve kahverengi karışımıdır. En eski menekşe rengindeki altın alaşımı(750Au-250Fe) eski mısır firavunu Tutankamon'un mezarında kullanılmıştır.

Au-Cu: Bakır, altına sertlik ve çekme mukavemeti kazandırır. Bakırın sadece binde 10'u bile alaşımın mukavemetini arttırmaya yeterlidir. Zamanla yaşlanma sebebiyle sertlik daha da artabilir. bakır yüzdesinin fazla olması alaşıma kırmızı renk verir.

3.6 Alaşım Elementleri ve Etkileri

Özellikle kuyumculukta ana alaşım elementleri olan altın, gümüş ve bakırın yanı sıra, fiziksel ve mekaniksel özellikleri geliştirmek amacıyla diğer alaşım ve katkı elementleri kullanılır. Bununla beraber üretim kademelerinde alaşıma karışmış bazı safsızlıklarında, etkileri görülmektedir.

Tablo 3.9. Altın alaşımlarında bazı katkı ve empürite elementlerinin etkileri [21]

Element	Tane Küçültücü	Tane Büyültücü	Döküm Özelliğini Geliştirici	Gevrekleştirici	Sertliği Arttırıcı	Deoksidan
İridyum	A			I		
Rutenyum	A					
Silisyum		A	A	I		A
Kobalt	A				A	
Çinko			A			A
Kurşun				I		
Baryum	A					
Titanyum					A	
Kalsiyum	A				A	
Nadir Toprak Elementleri	A			I	A	
Galyum				I	A	
Bizmut	A					
Demir		A				
Bor	A		A			A
Fosfor				I		A

A: Bilinçli olarak ilave edilen elementler

I: Empürite olarak bulunan elementler

Bu alaşım ve katkı elementleri;Pd, Sn, Ni, Cr, Fe, Ti, Co, Cd, Bi, Rh ve Se olup yeni araştırmalarda bunlara ilaveten Ru, In, Mo, B ve P gibi elementlerin etkileri incelenmektedir[21]. Tablo 3.9’da alaşım elementlerinin altın alaşımlarındaki etkileri gösterilmektedir.



4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Altın alaşımında kobalt elementinin mikroyapı ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için 6 adet farklı kobalt içeren 18 ayar kırmızı altın alaşımı dökümü yapılmıştır. Elde edilen numuneler optik mikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Numunelerin sertlik özellikleri belirtilmiştir.

4.1 Deneylerde Kullanılan Malzemeler

Tablo 4.1., dökümü yapılarak hazırlanan 18 ayar kırmızı altın alaşım numunelerinin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 4.1. İncelenen 18 Karat Kırmızı Altın Numunelerinin Bileşimi

NUMUNE NO	%Au	%Ag	%Cu	%Co
1	75	5	20	-
2	75	5	19,7	0,3
3	75	5	19,5	0,5
4	75	5	19,3	0,7
5	75	5	19,1	0,9
6	75	5	18,8	1,2

Ergitme işlemleri grafit pota içinde, karıştırma işlemleri ise grafit çubukla yapılmıştır. Kullanılan pota, Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi grafit, iç ve seramik dış parçalardan oluşur. Ergitilen alaşımlar kokil kalıba dökülmüştür.

4.2 Deneylerde Kullanılan Cihazlar

Döküm ve tavlama işlemleri esnasında Atasay Kuyumculuk A.Ş.'de mevcut olan EIA marka F9-s endüksiyon ocağı ve Permaksan marka tav fırınları kullanılmıştır. Haddelme işlemlerinde yerli yapım bir hadde makinesi kullanılmıştır. Mikroyapı ve topografik yüzey tekstürü incelemeleri, Olympus marka M6 model mikroskop ve JOEL JSM-T330 markalı ve Tracor Northern EDS analiz üniteli Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak yapılmıştır.

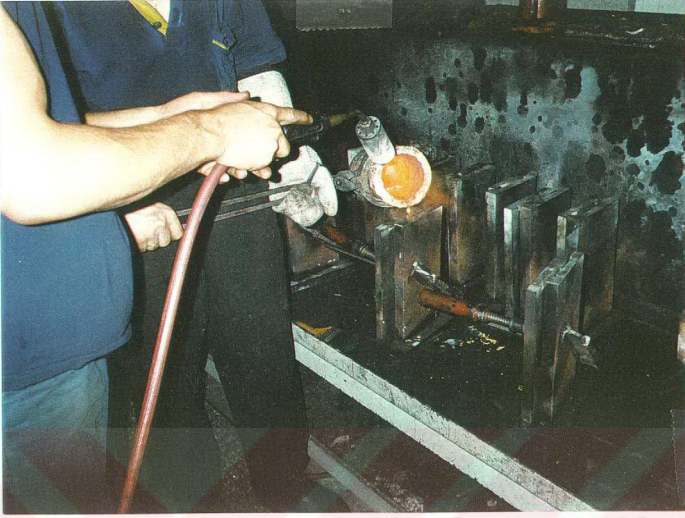


Şekil 4.1 Ergitme İşlerinde Esnasında Kullanılan Pota

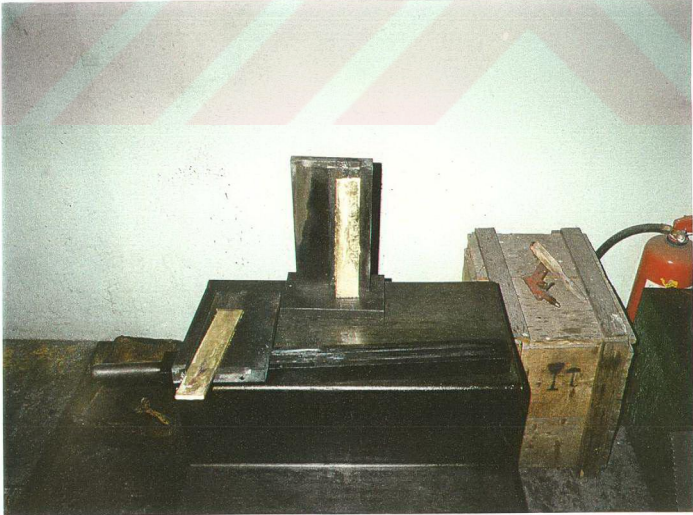
4.3 Deneyin Yapılışı

Tane küçültme amacıyla kullanılan ağırlıkça %15 Co -%85 Cu içeren bir ön alaşım endüksiyon ocağında kobalt ve bakırın istenilen oranda ergitilmesiyle hazırlanmıştır. Karışım, 1400°C'ye ulaştığında 5 dakika bir grafit çubuk yardımıyla karıştırılmıştır. Hazırlanan sıvı alaşım daha önceden 500°C'ye ısıtılmış derecelere Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi dökülmüştür. Döküm sırasında şalomo ile alev üflemek , sıvı metalin ısı kaybını azaltmak ve oksijen kapmasını önlemek açısından önemlidir.

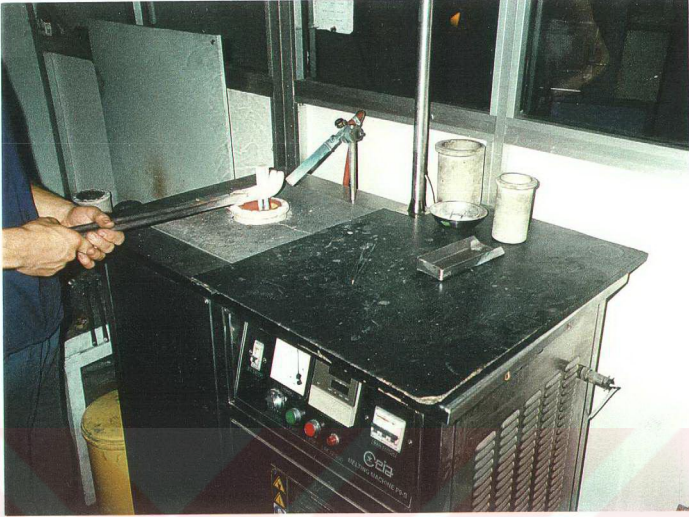
Döküm işlemi tamamlandıktan sonra dereceler Şekil 4.3.'deki gibi ayrılmış ve maden alınarak oksitlenmemesi için hemen zac yağına (%10 H_2SO_4 , %90 H_2O) atılmıştır. %10 seyreltik Sülfürik aside atılan yassı ürün daha sonra suya atılarak, sudaki soğumaları tamamlandığında yassı ürün döküm işlemi tamamlanmış olmaktadır. Elde edilen %15 Co - %85 Cu ön alaşımının ilave edileceği 18 ayar kırmızı altın alaşımı; %75 Au - %5 Ag - %20 Cu olarak seçilmiştir.



Şekil 4.2 Hazırlanan Sıvı Alaşımın 500°C'ye Ön-ısıtılmış Derecelere Dökülmesi



Şekil 4.3 Derecelerden Ayrılmış Haldeki Maden

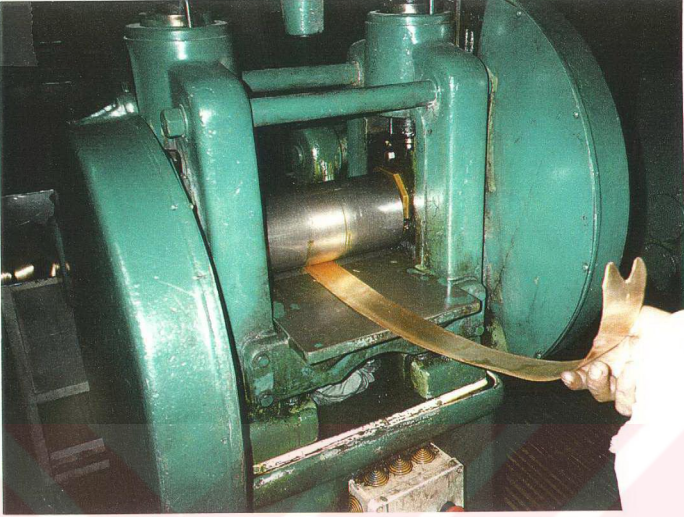


Şekil 4.4 Numunelerin Endüksiyon ocağında alaşımlandırılması

Kobalt ilaveli 18 ayar kırmızı altın alaşım numunelerinin her biri için 500gr.'lık karışımlar hazırlanmıştır. Her bir numune Şekil 4.4'deki endüksiyon ocağında 1150°C'de (Co'sız numune 1100°C'de) ergitilmiş ve grafit çubukla karıştırılmıştır. döküm esnasında şalamo ile alev üflenmiştir. Elde edilen dökümler önce %10 seyreltik sülfürik aside, daha sonra da suya atılarak soğutulmuştur.

Döküm sonrası elde edilen numunelerin kalınlıkları 5mm (5000µm)olarak tespit edilmiştir. Numuneler bir seri haddeme işlemine tabi tutulmuştur. Her bir numune 5000µm'den, 3200µm'ye haddelenmiştir. Haddeme işlemleri Şekil 4.5'deki hadde makinesi kullanılmıştır.

3200µm'de numuneler, 680°C'de 30 dakika Şekil 4.6'daki tav fırınında tavlınmıştır. Gaz atmosferi %30 H₂,%70 N₂'den oluşmuştur. Tav süresi sonunda numuneler 30°C derecedeki suya hızlı bir şekilde atılarak soğumaları sağlanmıştır. Numuneler daha sonra 3200µm'den 1500µm'ye inceltilmişlerdir.1500µm kalınlıkta tekrar 680°C'de 20 dakika tavlanaarak 30°C'deki suda hızlı soğutulmuşlardır. Daha sonra 1500µm'deki numuneler 500µm'ye inceltilmişlerdir. Numunelerin son tavlaları 680°C'de 20 dakika süresince yapılmış ve yine 30°C'de hızlı bir şekilde soğutulmuşlardır.



Şekil 4.5 Hadde Makinesi



Şekil 4.6 Gaz Atmosferli Permaksan marka (yerli) Tav Fırını

Numunelerin sertlik incelemeleri Wolpert - Testor Vickers sertlik ölçüm cihazında 10 kg. yük uygulanarak yapılmıştır. Sertlik ölçüm işlemi öncesi numuneler, metalografik parlatmaya tabi tutulmuşlardır. Sertlik incelemeleri tamamlanan numuneler, tekrar metalografik olarak parlatılmışlardır. Numunelerin kesit mikroyapılarının Taramalı elektron mikroskobu ile incelenmesi için Hammer 7 Spotter Coating ile 40µm altın kaplama işlemine tabi tutulmuşlar ve 1:3 oranına göre hazırlanmış olan HCl:HNO₃ dağlayıcı reaktifi ile dağlanmışlardır.

5. DENEY SONUÇLARI VE İRDELENMESİ

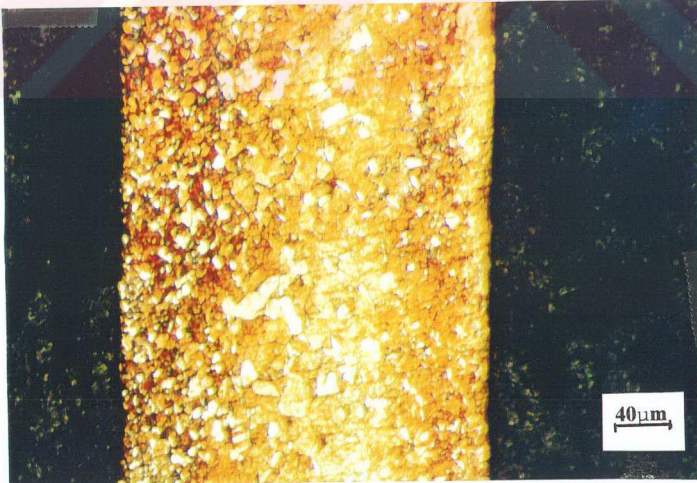
18 karat kırmızı altın (%75 Au - %5 Ag - %20 Cu) alaşımlarına kobalt elementi ilavesi ile elde edilen mik-royapılar ve yüzey tekstürleri ve sertlik özellikleri belirlenmiştir.

5.1 Metalografik İnceleme

Derecelere dökülerek elde edilen numunelerin kesit yüzeylerinin katılaşma mikroyapıları metalografik incelenmiştir.

5.1.1.Kobalt İlavesiz 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Mikroyapısı

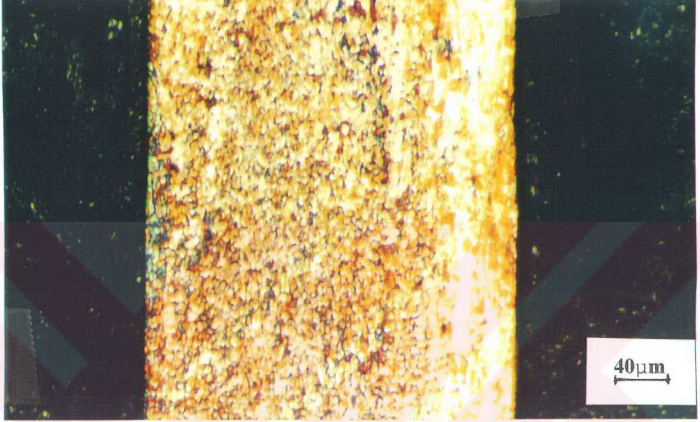
Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımının kesit mikroyapısı incelenmiştir.1:3 oranında HCl:HNO₃ dağlama solüsyonu ile dağlanarak hazırlanmış numunenin optik mikroskobu ile Şekil 5.1'de verilen görüntüsünden ortalama tane boyutunun 11.2 µm. olduğu tespit edilmiştir.



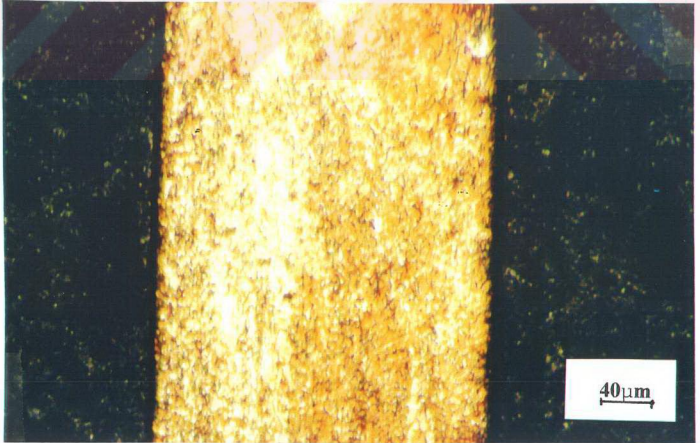
Şekil 5.1 Kobalt İlavesiz 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımı Kesit Mikroyapısı.
(1:3 HCl:HNO₃ dağlama solüsyonu ile dağlanmış)

5.1.2. Ağırlıkça %0.5 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşım Numunenin Mikroyapısı

Ağırlıkça %0.5 Co İlaveli 18 karat kırmızı altın alaşım numunenin mikroyapısı incelenmiştir. 1:3 oranında HCl:HNO₃ dağlama solüsyonu ile dağlanarak hazırlanmış numunenin optik mikroskobu ile Şekil 5.2'de verilen görüntülerden ortalama tane boyutunun 4.5 µm. olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.2 %0.5 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımı Kesit Mikroyapısı (1:3 HCl:HNO₃ dağlama solüsyonu ile dağlanmış)



Şekil 5.3 %1.2 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımı Kesit Mikroyapısı (1:3 HCl:HNO₃ dağlama solüsyonu ile dağlanmış)

5.1.3. Ağırlıkça % 1.2 Co İlaveli Karat Kırmızı Altının Mikroyapısı

Ağırlıkça %1.2 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşım numunenin mikroyapısı incelenmiştir. 1:3 oranında HCl:HNO₃ dağlama çözeltisi ile dağlanarak hazırlanmış numunenin optik mikroskobu ile Şekil 5.3'de verilen görüntülerden ortalama tane boyutunun 3.3 µm. olduğu tespit edilmiştir

5.1.4. 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımı Döküm Numunelerin Mikroyapı Karakterizasyonu ve İrdelemesi

18 karat kırmızı altın alaşımı döküm numunelerinin mikroyapı incelemesi ile kobalt ilavesiz alaşım numunelerinde ortalama tane boyutunun 11.2µm. olduğu ve ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi sonucunda tane boyutunun 4.5µm olup 2.5 kat ve benzer şekilde ağırlıkça %1.2 kobalt ilavesi ile 3.3µm olup, yaklaşık 3.4 kat küçülme elde edilmiştir. Carrano ve De Roner tarafından 14 karat altın alaşımlarında kobalt elementi etkisi çalışmasında ağırlıkça %0.4 kobalt ilavesi ile 25-70µm tane boyut aralığı tespit edilmiştir[3]. İncelenen 18 karat kırmızı altın alaşımlarında ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi ile yaklaşık 4.5µm. luk tanelerin elde edilme nedeni, döküm sonrası uygulanan haddeleme ve ısıtım şartlarına dayanmaktadır.

5.2 Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi

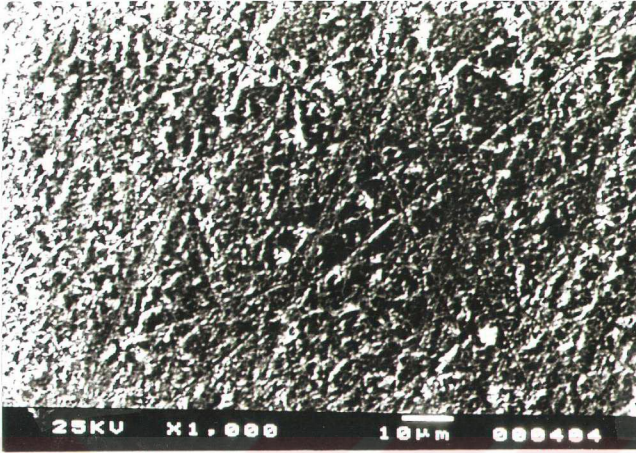
18 karat kırmızı altın alaşım numunelerinin yüzey topografi değişimi incelenmiştir.

5.2.1. 18 Karat Kobalt İlavesiz Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu İncelenmesi

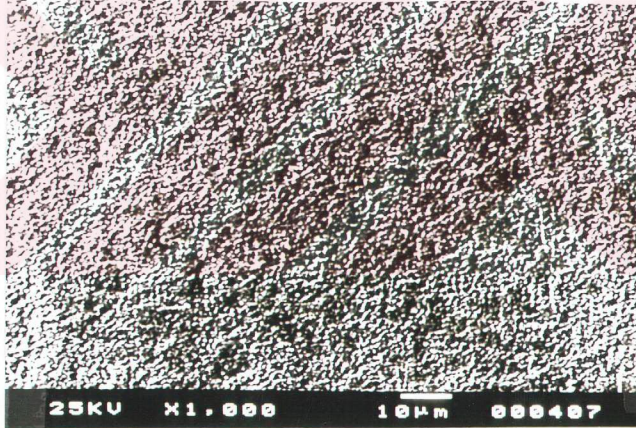
18 karat kobalt ilavesiz kırmızı altın alaşımında Şekil 5.4'de verilen Taramalı Elektron Mikroskobu yüzey topografi görüntüsünden, yüzeyde belirgin pürüzlülük varlığı tespit edilmiştir.

5.2.2. Ağırlıkça %0.5 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu İncelenmesi

Ağırlıkça %0.5 Co İlaveli 18 karat kırmızı altın alaşımında Şekil 5.5'de verilen Taramalı Elektron Mikroskobu yüzey topografi görüntüsünden, yüzeyde pürüzlülüğün kobalt ilavesi yapılmamış olan numuneye göre azaldığı tespit edilmiştir.



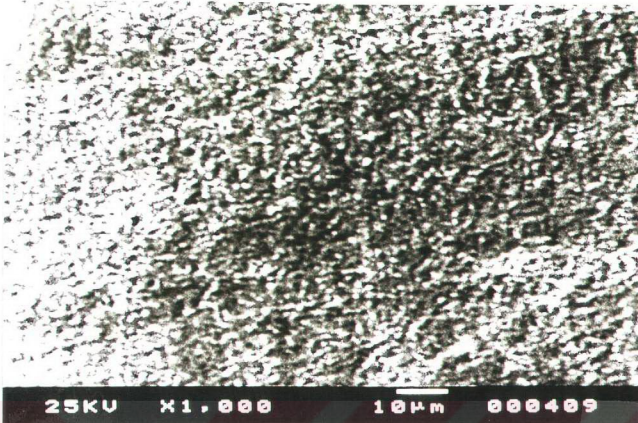
Şekil 5.4 Kobalt İlavesiz 18 Karat Altın Alaşım Numunesinin SEM Yüzey Topografi Görüntüsü



Şekil 5.5 %0.5 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşım Numunesinin SEM Yüzey Tomografi Görüntüsü

5.2.3. Ağırlıkça %1.2 Co İlaveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımının Taramalı Elektron Mikroskobu İncelenmesi

Ağırlıkça %1.2 Co ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımında Şekil 5.6'da verilen Taramalı Elektron Mikroskobu yüzey topografi görüntüsünden, yüzeyde pürüzlülüğün ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi yapılmış olan numuneye göre daha da azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.6 %1.2 Co İleveli 18 Karat Kırmızı Altın Alaşım Numunesinin SEM Yüzey Topografi Görüntüsü.

5.2.4. 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımı Döküm Numunelerin Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi

İncelenen 18 ayar kırmızı altın alaşım numunelerin yüzey topografi incelemesinden açıkça görülmüştür ki, yüzey pürüzlülüğü kobalt ilavesindeki artışa bağlı olarak belirgin bir şekilde azalmaktadır. Benzer sonuçlar, Arbini ve arkadaşlarınınca [21] 5N kırmızı altın alaşımına ağırlıkça %0.2 - 0.5 kobalt ilavesi ve Ott ve Raub [2] tarafından 14 karat beyaz altın (58.5Au-30Ag-11.5Cu) alaşımında %0.2 kobalt ilavesi şartları ile paralellik göstermektedir.

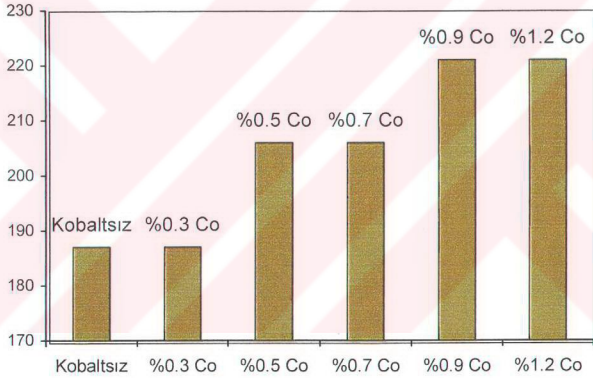
5.3 Kobalt İlavesi Göre 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımalarında Sertlik İncelemesi ve Sertlik Özelliğinin Karşılaştırılması

İncelenen 18 karat kırmızı altın alaşımalarının artan kobalt içeriğine bağlı olarak sertlik sonuçları Tablo.5.1’de verilmektedir. Sertlik özelliğinin ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi ile ortalama 1.1 kat, ağırlıkça %1.2 kobalt ilavesi ile de ortalama 1.18 kat sertlik artışı tespit edilmiştir.

Tablo 5.1. İncelenen 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımlarının Kobalt İçeriğine Bağlı Olarak Sertlik Değişimleri

Alaşım	Sertlik HV (kg/mm^2)
Kobalt İlavesiz	187 ± 4.2
%0.3 Co	187 ± 4.0
%0.5 Co	206 ± 5.1
%0.7 Co	206 ± 4.8
%0.9 Co	221 ± 3.2
%1.2 Co	221 ± 3.0

18 karat kırmızı altın alaşımında (Ağ.% olarak) sertlik değerlerinin alaşımdaki artan kobalt içeriğine paralel arttığı tespit edilmiştir. (Şekil 5.7)



Şekil 5.7 18 Karat Kırmızı Altın Alaşımında (Ağ.% olarak) Kobalt İçeriğine Bağlı Olarak Sertlik Özelliğinin Değişimi.

Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımında numunelerin sertliği, alaşıma ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi ile yaklaşık 1.1 kat artışı gözlenmiştir. R.V. Carrano ve J.DeRoner tarafından yapılan çalışma ile 14 karat sarı döküm alaşımlarına ağırlıkça %0.4 kobalt ilavesi sonucunda, kobalt ilavesiz alaşımlara göre sertlik özelliklerinde ortalama 1.099 kat artış gözlenmiştir[3]. 1.099 kat sertlik artışı, incelenen ağırlıkça %0.5 kobalt ilaveli 18 karat kırmızı altın alaşımlarınkine benzemektedir.

Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımında numunelerin sertliği, alaşıma ağırlıkça %1.2 kobalt ilavesi ile yaklaşık 1.18 kat artışı gözlenmiştir. Arbini ve arkadaşlarınca 5N (Ağırlıkça % olarak 75Au-4.2Ag-20.3Cu-0.5Zn) kırmızı altın alaşımlarında kobalt elementinin etkisi çalışmalarında 550°C de tavlama ısı işlemi sonrasında ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi durumunda 204.5Kg/mm² olarak tespit edilmiştir. İncelenen 18 karat kırmızı altın alaşımında 680°C deki tavlama sonrası sertliği 187 kg/mm² olarak düşük şekilde tespit edilme nedeninin tavlama sıcaklığının yüksekliği ve Arbini ve arkadaşlarının çalıştığı alaşım sisteminde çinko elementinin mevcudiyetinin önemli olduğu düşünülmektedir [21].

GENEL SONUÇLAR

1. 18 karat kırmızı altın alaşımlarının kobalt elementi ilavesi ile tane küçültme mekanizması ve etkileri, mikroyapı, yüzey topografisi ve mekanik özellikler açısından incelenmiştir.
2. Mikroyapı incelemesi sonucunda 18 karat kırmızı altın alaşımlarında kobalt ilavesinin artışının ortalama tane boyutunu küçülttüğü ve ağırlıkça %1.2 kobalt ilavesi durumunda tane boyutunda, kobalt ilavesiz alaşıma göre 3.4 kat küçülme meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca incelenen 18 karat kırmızı altın alaşımlarının üretim aşamasında uygulanan haddeleme ve ısıtma işlem şartlarının da nihai ürünün tane boyutu ve mekanik özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.
3. Kobalt ilavesiz 18 karat kırmızı altın alaşımında numunelerin sertliği, alaşıma ağırlıkça %0.5 kobalt ilavesi ile yaklaşık 1.1 kat arttığı, ağırlıkça %1.2 kobalt ilavesi ile yaklaşık 1.18 kat arttığı gözlenmiştir.
4. F.Arşini'nin yaptığı çalışmada; standart 5N (75 Au - 4,2 Ag - 20,3 Cu 0,5 Zn% ağı) alaşımlarında % 0,5 Co ilavesinin standart alaşımı belirgin şekilde geliştirdiği gözlenmiştir. Sertlik artmış, çekme mukavemeti artmıştır. Isı stabilitesi artarken, ısıtma işlemlerinin kontrol edilebilmesi kolaylaşmıştır.
5. Altın sektöründe çok yaygın olarak kullanılan ve önemli bir altın alaşım grubunu oluşturan 18 karat kırmızı altın alaşımları kobalt elementi ilaveli ve ilavesiz olarak başarılı şekilde ATASAY Kuyumculuk A.Ş. Dökümhanesinde hazırlanan numuneler başarı ile dökülerek üretilmişlerdir. Yapılan mikroyapı, yüzey topografisi ve sertlik incelemeleri ile Türk altın sektörüne 18 karat altın alaşımlarının karakterize edilmesi sonucunda altın alaşım ailesi için bir yol gösterici kılavuz çalışma yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] **Arbini F.**, Gold Bull.1981,14 (2)
- [2] **Ott D., Raub C.J.**,Investment Casting of Gold Jewellery;The Surface Properties of Castings:Effects of Casting Atmospheres and Other Factors,Gold Bull,**18** , 1985, 140-143
- [3] **Carrano R.V., De Roner J.**, The effects of Common Additives on the Cast Properties of 14 Karat Alloys.11-28
- [4] **Untracht O.**, Jewellery Concepts and Technology, Newyork, London 1985
- [5] **Ott D., Raub C.J.**,Investment Casting of Gold Jewellery, Gold Bull **18**, 1985, 98-108
- [6] The Encyclopedia Americana, International Edition, Volume 13, 1982
- [7] **Othmer K.**, Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd Edition, Volume 11
- [8] **Bard A. Bishop M.**, Gold and Gold Alloys, ASM Metals Handbook.10th Edition, Volume 2.
- [9] Gold Technology, Issue no.2 ,June 1990
- [10] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Completely Revised Edition, Volume A12, 500-531
- [11] **Yannopoulos J.C.**,1991.The Extractive Metallurgy of Gold , Van Nostrand Reinhold, New York
- [12] **Robertson,A.R.**,Precious Metals, ASM Metals Handbook,10th Edition, Vol.2
- [13] [http:// www.goldinstitute.org](http://www.goldinstitute.org),The Uses of Gold.
- [14] **Diego Pinton**,Jewellery Technology, Processes of Production Methods Tools and Instruments
- [15] **Yasuda K.**,1987 Age-Hardening and Related Phase Transformations in Dental Gold Alloys, Gold Bulletin,**20**, 90-103
- [16] <http://www.igeme.gov.tr>,Manufacturing Industry /Gold Jewellery
- [17] **Grimwade M.**,1985 Introduction to Precious Metals, Newnes Technical Books, London
- [18] **Corti C.W.**,Metallurgy of Mikroalloyed 24 Carat Golds, Gold Bull.,32,39-47
- [19] <http://www.gold.org/Gedt/Gdt32/Gdt32.pdf>,Gold Demand Trends
- [20] Gold Technology, Issue No.4,May 1991 (16-22)
- [21] **Ott D**,1997.Effect of Small Additions and Impurities on Properties of Carat Golds, Gold Technology,22,31-38
- [22] **Arbini F., Ricci A., Rosso M.**, Effect of Cobalt Additions on the Properties of 5N Red Gold Alloys, Gold Technology Issue 25 April 1999

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında İstanbul'da doğan Kutulmuş İsa TUNÇOKU, orta ve lise eğitimini Kadıköy Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1989 yılında İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine, 1997 yılında da İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Üretim Metalurjisi Programı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. 1999 -2000 seneleri arasında ATASAY Kuyumculuk A.Ş.'de Ergitme Bölüm Şefi olarak görev yapmıştır.