

154601

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Ni-Cr VE Co-Cr ESASLI DENTAL ALAŞIMLAR VE
HASSAS DÖKÜMÜ**

Metalurji Müh. Özer YILMAZ

**F.B.E. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM

Prof. Dr. Niyazi EKUSLU
Prof. Dr. Ahmet EKERİM

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. METALİK PROTEZ ALAŞIMLARI.....	3
2.1 Hareketli Kısmi Protezler	3
2.1.1 Kobalt-Krom	3
2.1.2 Kobalt-Krom-Nikel.....	4
2.1.3 Nikel-Krom.....	5
2.2 Sabit Kısmi Protezler	7
2.3 Cerrahi Alaşımlar.....	10
2.4 Dental Kobalt-Krom Alaşımları İçin American Dental Association No:14.....	11
2.4.1 Kullanım Alanı ve Sınıflandırma	11
2.4.2 Uygulanabilir Özellikler	11
2.4.3 Gereklikler	11
2.4.3.1 Renk	12
2.4.3.2 Bileşim	12
2.4.3.3 Üretici Talimatları	12
2.4.4 Numune Hazırlama, Muayene ve Deney Prosedürleri	12
2.4.4.1 Kimyasal Testler, Bileşim	12
2.4.4.2 Fiziksel Testler.....	12
2.4.4.2.1 Numune Hazırlama	12
2.4.4.2.2 Sertlik ve Çekme Özellikleri	14
2.4.4.2.3 Akma Dayanımı.....	14
2.4.4.2.4 Çekme Dayanımı	14
2.4.4.2.5 Uzama	14
2.4.4.2.6 Sertlik	14
2.4.4.2.7 Ergime Sıcaklığı	15
3. Nİ-Cr VE Co-Cr ESASLI DENTAL ALAŞIMLARIN DÖKÜMÜ İÇİN KALIP HAZIRLAMA	21
4. DÖKÜM	19
5. METALİK ALAŞIMLARIN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ	21
5.1 Alerji.....	21
5.2 Biyolojik Uyum ve Korozyon	21

5.3	Patch Testi	22
6.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	23
6.1	Örnek Alaşımların İncelenmesi	23
6.2	Dereceli Hassas Döküm Kalıbına Çekme Numunesi Dökümü	23
6.3	Seramik Kabuğa Çekme Numunesi Dökümü, Testi ve Muayenesi	29
6.4	Çekme Testi ve Sertlik Testi.....	31
6.5	Metalografik Muayene.....	32
7.	DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA	34
7.1	Örnek Alaşımların Mikroyapısal Özellikleri	34
7.2	Dereceli Hassas Döküm Kalıba Dökülen Numunelerin Mikroyapısal Özellikleri	36
7.3	Mekanik Özellikler	47
7.3.1	Sertlik ve Çekme Özellikleri	47
8.	GENEL SONUÇLAR.....	49
9.	ÖNERİLER.....	50
	KAYNAKLAR.....	52
	ÖZGEÇMİŞ.....	54

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Kobalt-krom denge diyagramı.....	3
Şekil 2.2	Kobalt esaslı alaşımların mikroyapıları	4
Şekil 2.3	Kobalt-krom-nikel üçlü denge diyagramı.....	5
Şekil 2.4	Nikel-krom denge diyagramı.....	7
Şekil 2.5	Kobalt-krom döküm alaşımının mikroyapısı	9
Şekil 2.6	Çekme testi numunesi	16
Şekil 2.7	Çekme numunesi için kalıp dizaynı	16
Şekil 4.1	Kalıbın kısımlarını gösteren şema	19
Şekil 6.1	Lastik kaideye yerleştirilmiş mum ağacı	25
Şekil 6.2	Mum modellerin manşete alınması.....	26
Şekil 6.3	Kalıba alınmış mum modeller	27
Şekil 6.4	Lastik kaidesi çıkarılmış kalıbın alttan ve üstten görünüşü.....	28
Şekil 6.5	Döküme hazır kalıbın fırından çıkarılması	29
Şekil 6.6	Ergitme haznesindeki ergimiş metal	30
Şekil 6.7	Kalıbın santrifüjlü döküm makinasındaki görünümü.....	30
Şekil 6.8	Çekme numuneleri.....	31
Şekil 6.9	Seramik kabuk kalıbın üstten ve yandan görünüşü	32
Şekil 6.10	Çekme aparatı	33
Şekil 6.11	Çekme testi cihazı.....	34
Şekil 7.1	100 büyütmede örnek alaşım 1'e ait döküm mikroyapısı	36
Şekil 7.2	500 büyütmede örnek alaşım 1'e ait döküm mikroyapısı	36
Şekil 7.3	150 büyütmede örnek alaşım 2'ye ait döküm mikroyapısı	37
Şekil 7.4	350 büyütmede örnek alaşım 2'ye ait döküm mikroyapısı	37
Şekil 7.5	Örnek alaşım 1'e ait mikroyapılar.....	38
Şekil 7.6	Örnek alaşım 1'e ait SEM analizi element oranları grafiği.....	39
Şekil 7.7	Örnek alaşım 2'ye ait mikroyapılar.....	40
Şekil 7.8	Örnek alaşım 2'ye ait SEM analizi element oranları grafiği	41
Şekil 7.9	Polymetal'e ait mikroyapılar	42
Şekil 7.10	Polymetal'e ait SEM analizi element oranları grafiği.....	43
Şekil 7.11	Polymetal 1'e ait mikroyapılar	44
Şekil 7.12	Polymetal döküm 1'e ait SEM analizi element oranları grafiği.....	45
Şekil 7.13	Polymetal döküm 2'ye ait mikroyapılar	46
Şekil 7.14	Polymetal döküm 2'ye ait SEM analizi element oranları grafiği	47

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Döküm altın alaşımlarının tipik bileşenleri	10
Çizelge 2.2	Dişçilikte kullanılan temel alaşımların bileşenleri	10
Çizelge 2.3	Cerrahi alaşımların mekanik özellikleri.....	11
Çizelge 5.1	Patch testi için kullanılan çözeltiler.....	23
Çizelge 7.1	Örnek alaşım 1'e ait SEM analiz sonuçları ve kimyasal bileşimi.....	39
Çizelge 7.2	Örnek alaşım 2'ye ait SEM analiz sonuçları	41
Çizelge 7.3	Polymetal'e ait SEM analiz sonuçları	43
Çizelge 7.4	Polymetal döküm 1'e ait SEM analizi ve kimyasal analiz sonuçları.....	45
Çizelge 7.5	Polymetal döküm 2'ye ait SEM analizi ve kimyasal analiz sonuçları	47
Çizelge 7.6	Alaşımların çekme ve sertlik özellikleri	48



ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışması boyunca, değerli bilgilerini ve tecrübelerini bana aktaran ve yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu konuda çalışma olanağı tanıyan POLYMETAL DÖKÜM'e, ayrıca Dr. Akın SİLİSAN, Şeref OCAK ve Rıdvan DOĞAN'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Malzeme temini ve deneysel çalışmalarında yardımcı olan OPTİMAL DIŞ PROTEZ LABORATUVARI'na ve laboratuvarlarından faydalandığım ASSAN ALÜMİNYUM'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her türlü konuda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve bana destek olan sevgili aileme çok teşekkür ederim.



ÖZET

Dişçilik alanında kullanılan ana metal döküm alaşımları, altın alaşımlarının yerini almıştır. Hem fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi olması hem de daha düşük bir maliyete sahip olması, bu alaşımlara olan ilginin artmasını sağlamıştır.

Günümüzde krom içeren alaşımlar, hareketli kısmi protez alanlarında kullanılan ana malzemelerdir ve sabit kısmi protezlerde de geniş uygulama alanı bulmaktadır. Kullanım alanlarına göre ana metal alaşımları, hareketli kısmi protezler, sabit kısmi protezler cerrahi implantlar olarak üç sınıfta incelenirler. Bu çalışmada daha çok krom alaşımı olarak bilinen sabit kısmi protez alaşımlarından nikel-krom esaslı alaşımlar incelenmiştir. Kimyasal olarak bu alaşımların korozyon dirençlerinin çoğu paslanmaz çelikten daha iyi olduğu, bunun da kromun pasifleştirici etkisinden ileri geldiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dişçilik alaşımları, Ni-Cr, Co-Cr, hassas döküm, cerrahi alaşımlar



ABSTRACT

Base metal casting alloys used in dentistry, are used as a substitute for gold alloys. Not only the physical and mechanical properties of alloys are better but also they have lower costs, so the interest against to these alloys has been increased.

Today, chromium containing alloys are the principal materials used in the fabrication of removable partial denture framework, they enjoy wide used in fixed partial dentures. Based metal casting alloys are classified as to their framework such as removable partial dentures, fixed partial dentures and surgical implants. In this study, nickel-chromium based fixed partial denture alloys known as crown alloys, are investigated. Chemically, the tests have shown that these materials are more resistant to corrosion that many stainless steels used as implants because of the influence of passivation property of chromium.

Keywords: Dental alloys, Ni-Cr, Co-Cr, investment casting, surgical alloys



1. GİRİŞ

Tıp ve malzeme biliminin gelişimine paralel olarak protez malzemelerden beklenen özellikler de artmıştır. Malzemelerden beklenen fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanısıra, imal edilebilirlik ve kullanılabilirlik konularında da gelişmeler beklenmektedir.

Metalik implant malzemelerden; trombüse neden olmamak, kan ortamına uygun olmak (pH: 7,34), alaşımın kimyasal yapısı ortamda veya herhangi bir işlem sırasında zararlı bir toksik madde içermemek ve alerjik etkilere neden olmamak, alaşımlar kimyasal olarak ağız sıvısı içerisinde korozyona karşı dirençli ve fiziksel değişikliklere karşı dirençli olmak, iletkenlik, ergime sıcaklığı ve termal genleşme katsayısı ve dayanım gibi fiziksel ve mekanik özellikleri tatminkar olmak ve bu değerlerin farklı uygulamalar için değişken olabilmesi gibi özelliklere sahip olması beklenir. Ayrıca uygulama anında steril ve toksik olmamak, organ yapısına uygun olmak, uzun ömürlü olmak ve performansını korumak, kan elementlerine ve komşu dokulara zarar vermemek, radyografik olarak görülebilmek, imalatı için teknik uzmanlığa gerek olduğundan uzman teknisyenler tarafından yapıp ve seri üretime elverişli olmak gibi özelliklere sahip olması da istenmektedir.

Dişçilikte son 70 yıldır krom içerikli ana metal döküm alaşımları kullanılmaktadır. Bu alaşımları cazip kılan, yüksek dayanımları, yüksek elastiklik modülleri, düşük yoğunlukları, düşük maliyetleri ve iyi korozyon dirençleridir. Bunun yansısı kobalt-krom ve nikel-krom döküm alaşımları kısmi diş uygulamalarında kullanılmak üzere uzun yıllar üretilmiş ve bu uygulama daha önceleri bu amaçla kullanılan altın alaşımlarının yerini almıştır.

1949 yılının başlarında, tüm kısmi protez uygulamalarının %80'inden fazlası kobalt-krom alaşımlarından dökülürken, 1969 yılında bu uygulamaların %87'nin üzerinden bir oranda bu tip ana metal alaşımları kullanılmaya başlanmıştır. Kobalt-krom alaşımları ana metal alaşımlarına ait olmakla beraber, ağız içindeki korozyon dirençleri en iyi altın alaşımlarından daha iyidir, bu da kromun pasifleştirici etkisinden ileri gelir. Ana metal döküm alaşımları içerdikleri metal alaşımlarına ve kullanım alanlarına göre; hareketli kısmi protezler (kobalt-krom, kobalt-krom-nikel, nikel-krom), sabit kısmi protezler (berilyum içeren nikel-krom, berilyum içermeyen nikel-krom, kobalt-krom), ve cerrahi implantlar (kobalt-krom-molibden, nikel-krom-kobalt) olmak üzere üç sınıfta incelenirler.

Karmaşık şekillerin üretimine imkan veren ve de kısa sürede uygulanabilen hassas döküm yöntemi bu alaşımların da dökümü için uygun olan yöntemdir. Hassas dökümde mum ve modeller harcanabilir tipte olup, işlem sırası, mum model hazırlama, kalıp yapımı, kalıptaki mumun ergitilmesi, kalıp pişirme ve dökümdür.

Son yıllarda hassas dökümde demirdışı alaşımlar için kullanılan kalsiyum sülfat bağlı hassas tozlara olan ilgi giderek artmıştır. Demir dışı metaller için en çok kullanılan dereceli kalıp tozları, bağlayıcı olarak görev yapan kalsiyumsülfathemihidrat ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), kuvarz ve kristobalit formundaki silika karışımıdır.



2. METALİK PROTEZ ALAŞIMLARI

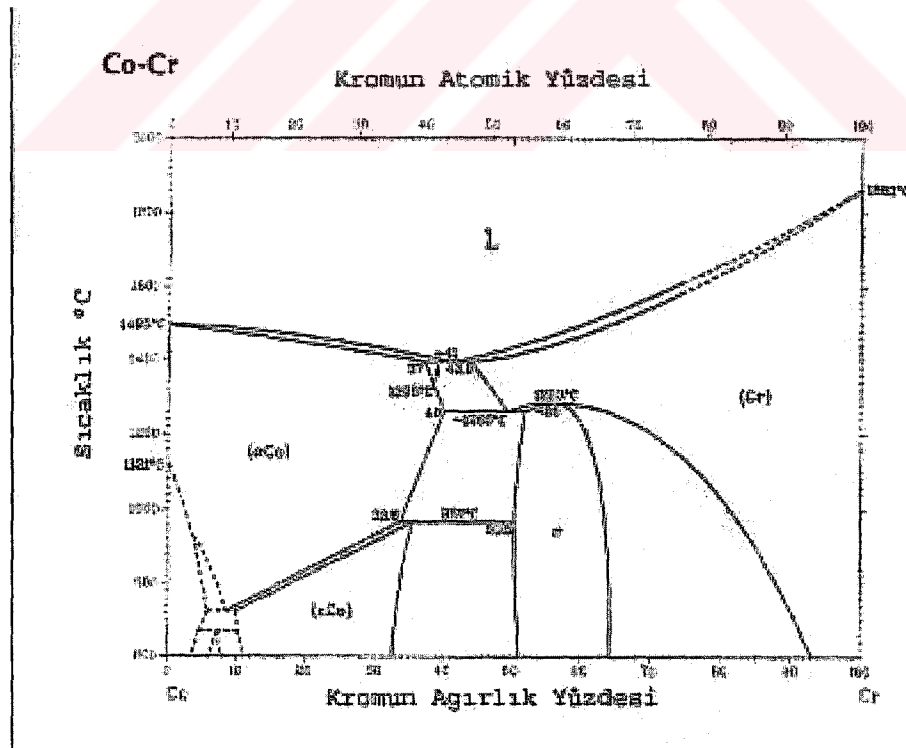
Metalik protez alaşımları içerdikleri bileşenlere ve kullanım alanlarına göre üç sınıfta incelenirler.

2.1. Hareketli Kısmi Protezler

Hareketli kısmi protezlerin yapımında, genelde kobalt veya nikel esaslı ve belli oranlarda krom içeren alaşımlar uygundur.

2.1.1. Kobalt-Krom

Ana element %60'lık oranla kobalt olup, %20-30'luk krom ilavesi de korozyon direnci sağlar. Bu alaşım ayrıca düşük oranlarda molibden, alüminyum, tungsten, demir, galyum, bakır, silisyum, karbon ve platin içerir. Mangan ve silis alaşımın akışkanlığını artırırken, molibden, tungsten ve karbon birincil sertleşme ve dayanım elementleri olarak görev yapar. (%0,25'in üstündeki karbon kırılganlık yapar). (O'Brien, 1989). Şekil 2.1'de kobalt-krom'a ait denge diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.1. Kobalt- Krom denge diyagramı. (ASM Handbook, 1992)

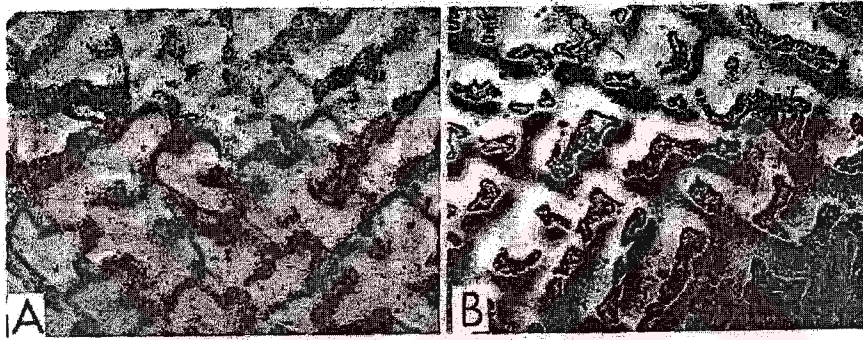
2.1.2. Kobalt-Krom-Nikel

Bu temel kobalt-krom alaşımında en uygun element oranları %50 kobalt, %25 krom, %19 nikel şeklinde olup, diğer kobalt esaslı alaşımlarda bulunan eser elementleri içerir.(O'Brien, 1989).

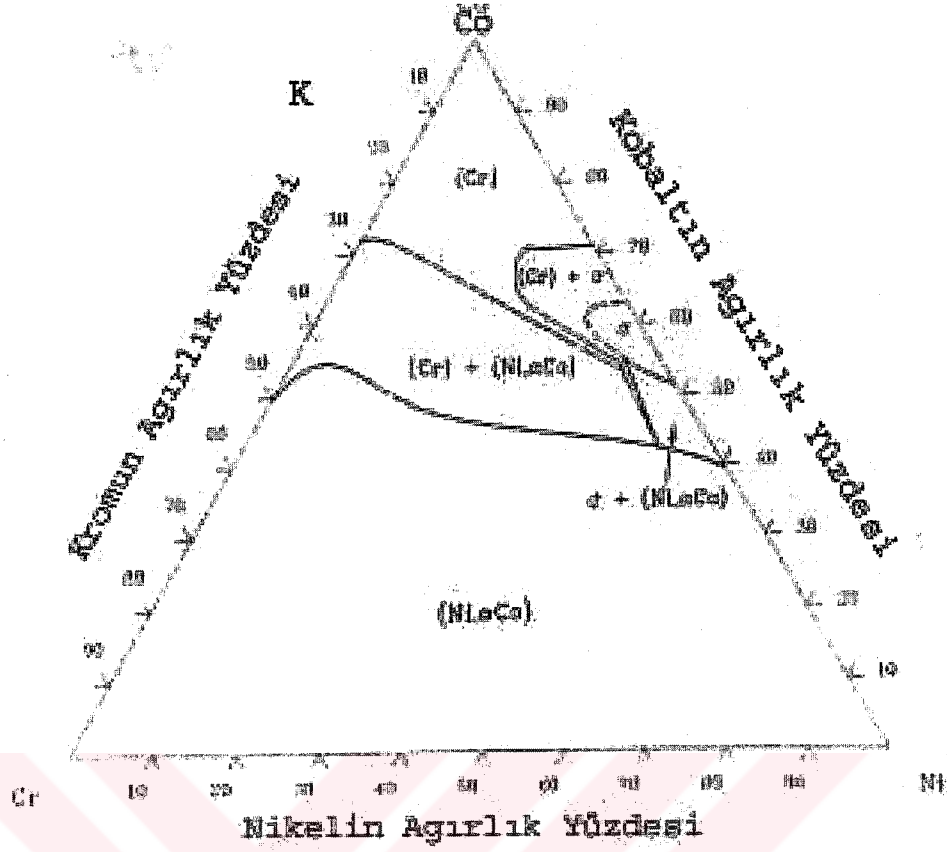
Bazen krom ięerięinin yerini nikel alabilir. Diğer elementlerin ilavesi de sertleřtirici olarak görev yapar. (Greener, Harcourt, Lautenschlager).

Bu alaşımda molibden oranı %3,7'nin, karbon oranı da %0,2'nin altında olmalıdır. şekil 2.2.A'da kobalt-krom-nikel alaşımına ait bir mikroyapı görülmektedir. (O'Brien, 1989).

şekil 2.3'de kobalt-krom-nikel'e ait l denge diyagramı verilmiştir.



şekil 2.2. Kobalt esaslı alaşımların mikroyapıları: (A) Hareketli kısmi protez alaşımı(kobalt-krom-nikel); (B) cerrahi implant alaşımı(kobalt-krom-molibden).(O'Brien, 1989).



Şekil 2.3. Kobalt-krom-nikel üçlü denge diyagramı. (ASM Handbook, 1992).

2.1.3. Nikel-Krom

Bu alaşımlar genelde %70 nikel, %16 krom içerirler. Diğer önemli alaşım elementleri %2'lik alüminyum ve %0,5'lik berilyumdur. Ni-Cr-Mo alaşımına, yine alaşım elementi olarak katılan Berilyum, ergime noktasının düşürerek alaşımın dökülebilirliğini kolaylaştırır. Berilyum içeren alaşımların sağlıklı olup olmadığı hala kafalarda soru işareti bıraksa da ticari alaşımlarda yaklaşık 0,5-2,0 oranlarında kullanıldığı bilinmektedir. (Eftekhari, 2003).

Yapılan deneylerde, Ni-Cr-Mo alaşımlarına yapılan farklı berilyum miktarlarının etkileri ağız ortamında denenmiş olup, yüksek Berilyum miktarında elektrod yüzey alanında, alaşımın korozyonunda belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Bu yüzden Berilyumun dental ortamda kullanılması uygun görülmemiştir. Ama Ni-Cr-Mo alaşımlarına yapılan uygun miktardaki Be ilavesinin faydası gözardı edilmemelidir. (Eftekhari, 2003).

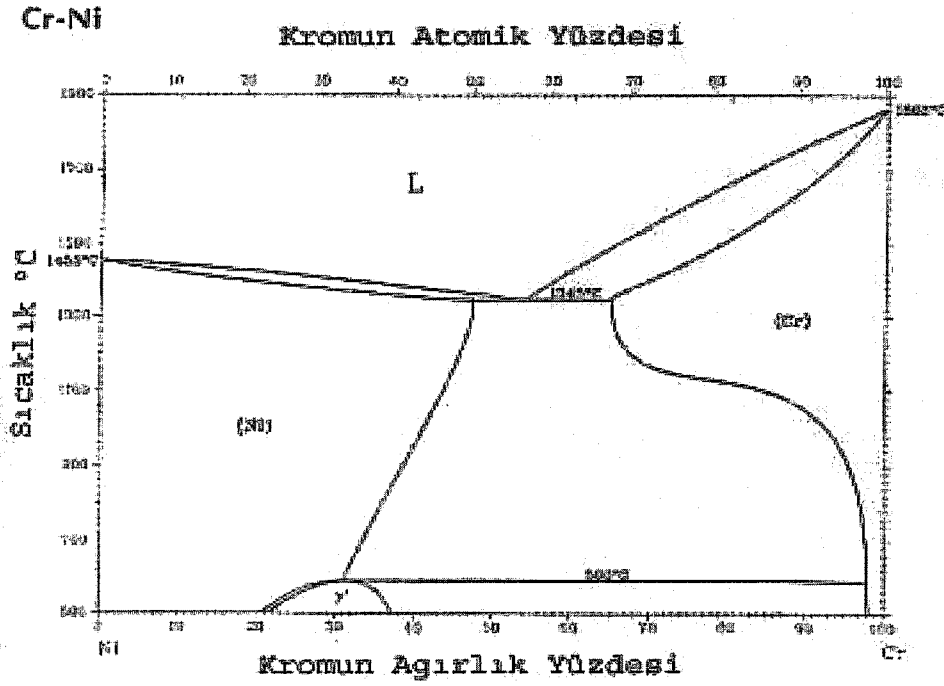
Alüminyum ve nikel intermetalik bileşim (Ni_3Al) oluşturarak dayanım ve sertliği artırırken, berilyumda ergime derecesini düşürerek akışkanlığı artırır ve tane yapısını geliştirir. Diğer eser elementler de molibden, tungsten, mangan, kobalt, silis ve karbondur. (O'Brien, 1989).

Hareketli kısmi protez alaşımlarının ergime sıcaklıkları yaklaşık $1399-1454^\circ\text{C}$ olup altın alaşımlarından yüksektir. Parlatılmış kobalt-krom ve nikel-krom alaşımları parlak ve gümüş beyazı rengindedir. Kobalt-krom ve nikel-krom malzemelerin yoğunlukları $8-9\text{gr/cm}^3$ olup altın alaşımlarından daha düşüktür. Doğrusal döküm büzülmesi göreceli olarak yüksel olup $\%2,05-2,33$ arasındadır. (O'Brien, 1989).

Elastiklik modülleri, yaklaşık altın alaşımlarının iki kadardır. Kobalt-krom ve nikel-krom protez alaşımlarının elastiklik modülleri 207Gpa 'a yaklaşır. Uzama değerleri döküm sıcaklığına ve kalıp durumuna bağlıdır. Kobalt-krom alaşımları genelde $\%1-2$ 'lik bir uzama gösterirken, daha az molibden ve karbon içeren alaşımlar $\%10$ 'luk bir uzama gösterirler. (O'Brien, 1989).

Kobalt-krom alaşımlarının özellikleri ısı ile işlemle kontrol edilemez ve geliştirilemez. Sadece yüksek sıcaklıklarda ısı ile işlem uygulanabilir. Dezavantaj olarak bu alaşımlardan yapılan kroşeler, göreceli olarak sünek değildir ve kısa sürede kırılma meydana gelebilir. Sertlik, dayanım ve uzama değerlerini kontrol içingereken küçük ama önemli ayarlar zaman alıcı işlemlerdir. (O'Brien, 1989).

Diş teknisyenleri için bu alaşımlarla çalışmak altın alaşımlarına nazaran daha zordur, çünkü dökülebilmesi için daha yüksek sıcaklıklara ısıtılması gerekir.(Noort, 1994). Şekil 2.4'de nikel –krom denge diyagramı verilmiştir.



Şekil 2.4. Nikel-krom denge diyagramı. (ASM Handbook, 1992).

2.2. Sabit Kısmi Protezler

Nikel-krom alaşımları berilyum içeren ve içermeyen alaşımlar olarak ikiye ayrılır. Çoğu alaşımlar %60-80 nikel, %10-27 krom, %2-14 molibden içerir. Kobalt-krom alaşımlarıyla kıyaslayacak olursak, %53-67 kobalt, %25-32 krom ve %2-6 molibden içerir. Bunlardan berilyum içerenler %1,6-2,0 berilyum içerirler. Ayrıca düşük miktarlarda alüminyum, karbon, kobalt, bakır, seryum, galyum, demir, mangan, niobyum, silisyum, kalay, titanyum ve zirkonyum içerir.(Craig, 1996).

Inconel tip Ni-Cr-Mo alaşımlarına dökülebilirliği geliştirmesi için katılan Berilyumun düşük miktarlardaki varlığı, klorürlü ortamlarda derin çukur oluşumuyla korozyona neden olduğu ve çatlak oluşumunu tetiklediği görülmüştür. Ancak bu tür alaşımlarda çatlak oluşumu beklenmediğinden, Berilyumun çatlak oluşumu artırıp artırmadığını kontrol etmek son derece önemlidir.(Hugot, Goff, Joiret, Abourazzouk, 1997).

Kobalt-krom ve nikel krom alaşımlarının korozyon dirençlerinin iyi olduğu uzun yıllardan beri bilinmesine rağmen krom ve köprü yapımında hala kıymetli metaller kullanılmaktadır. Sadece dökülebilirliği geliştirmek için berilyum içeren birkaç Co-Cr ve Ni-Cr alaşımları

kullanılmaktadır, bunun nedeni ise büyük miktarda döküm büzülmesi meydana gelmesidir. Döküm inceliği, sadece temel döküm yöntemlerini modifiye ederek elde edilebilir.(Ulmann's).

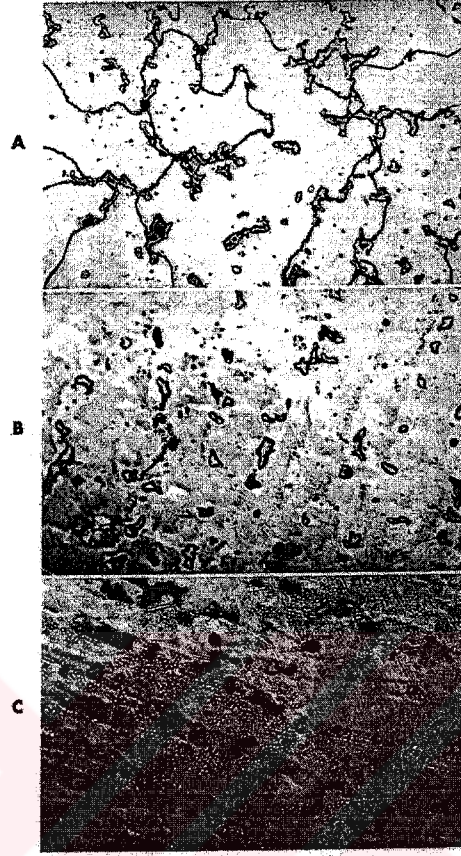
Co-Cr ve Ni-Cr alaşımlarında krom, korozyona direnç amacıyla kullanılır. Krom içeriği %30'un üzerine çıktığında alaşımın dökümü zorlaşır. Bu oranla birlikte α fazı olarak bilinen kırılgan bir faz oluşur. Yani ana metal döküm alaşımları %28-29'dan fazla krom içermemelidir. Kobalt ve kromun oranları kendi içinde değişmektedir. Kobaltın, elastiklik modülü, dayanım ve sertliğe olan etkisi nikelden fazladır. Kobalt esaslı alaşımların sertliğini artırmadaki bir yöntem de karbon oranını artırmaktır, ama bu oran %0,2'yi geçmemelidir. Co-Cr alaşımlarına yapılan %3-6'lık berilyum ilavesi alaşımın dayanımını artırmaya katkıda bulunur. Nikel esaslı alaşımlara yapılan %1-2'lik berilyum ilavesi ergime derecesini yaklaşık 100°C düşürür. (Craig, 1996).

Kobalt-krom alaşımları kısmi protez uygulamalarında kullanılmak üzere üretilirken, her firmada bileşimde küçük farklılıklar olmaktadır. Bu küçük değişiklikler son ürünün farklı özellik göstermesine neden olurken, American Dental Association kurumunun istediği özellikler çerçevesinde olmalıdır. (Hudis, 1977).

Genel olarak metal-seramik restorasyonlarında da kullanılabilen Kobalt-krom alaşımları, genel olarak hareketli kısmi protez uygulamalarında kullanılır. Nikel esaslı alaşımlarda meydana gelen alerjik etkiden dolayı, nikel esaslı alaşımlara tercih edilebilir. Amerika'da nikel-krom alaşımlarına nazaran daha az kullanılır, çünkü kobalt-krom alaşımları yüksek ergime sıcaklığına sahip olup, özel döküm ekipmanları gerektirir.[1].

Döküm sonrası kobalt-krom alaşımının mikroyapısı homojen değildir. Göbeklenmiş dentritik yapıda kobalt ve krom katı çözeltisinden oluşan östenitik matristen ibarettir. Ticari kobalt-krom alaşımının mikroyapısı şekil 2.5'de gösterilmiştir. Şekil 2.5A'da, karbürler tane sınırları boyunca sürekli şekilde bulunmaktadır. Böyle bir yapı metalin tamamiyle ergitildikten hemen sonra dökülmesiyle elde edilmiştir. Bu durumda alaşım düzgün ve güzel bir yapıya sahip olup, düşük uzama değeri gösterir. Şekil 2.5B'de karbürler küresel ve süreksiz adacıklar halindedir. Böyle bir yapı, alaşımın normal ergime sıcaklığının 100°C üzerine çıkılmasıyla elde edilir. Bunun sonucunda iyi bir uzama değeri fakat kötü bir yüzey elde edilir. Bu yüzey fakirdir ve dişçilikte kullanılmaz. Şekil 2.5C'de lameler yapıda koyu ötektik alanlar görülmektedir. Böyle bir yapıdan çok düşük uzama değerleri fakat güzel ve iyi bir döküm

yapısı beklenir. Bu üç örnekten de anlaşılacağı gibi mikroyapı önemli ölçüde fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemektedir.



Şekil 2.5. Kobalt-krom döküm alaşımının mikroyapısı. (Craig, 1996).

Yapılan çalışmalarda kobalt-krom alaşımlarına 1 saat 1000°C’de uygulanan ısıl işlemin mekanik özelliklerde farkedilebilir bir değişiklik yapmadığını göstermiştir. Ayrıca bu alaşımlara uygulanan ısıl işlemin akma dayanımı ve uzama değerlerini düşürdüğü gözlenmiştir. Bu alaşımlara herhangi bir nedenle lehim ve kaynak yapılacaksa, yüksek sıcaklıklara ısıtılırken mümkün olduğunca kısa sürede çıkılmalı ve düşük sıcaklıklar kullanılmalıdır. (Craig, 1996).

Ni-Cr ve Co-Cr alaşımlarından önce bu uygulamalar için farklı tipte altın alaşımları kullanılırdı. Çizelge 1’de farklı tipte altın alaşımlarının bileşimleri verilmiştir. Döküm halinde saf altın çığneme kuvvetlerine karşı direnç gösteremeyecek kadar yumuşak olduğundan, dayanıklılığı soğuk işleme veya başka metallerle alaşım oluşturarak büyük oranda artırılır. Altın çok iyi dövülebilme ve şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Bu tip özelliği nedeniyle saf altın daha çok döküm işlemlerinde kullanılır. (Mccabe, Nayır, 1996).

Çizelge 2.1. Döküm altın alaşımlarının tipik bileşenleri. (Mccabe, Nayır, 1996).

Tip	Au(%)	Ag(%)	Cu(%)	Pt/Pd(%)	Zn(%)
I(Yumuşak)	85	11	3	-	1
II(Orta)	75	12	10	2	1
III(sert)	70	14	10	5	1
IV(çok sert)	65	13	15	6	1

2.3. Cerrahi Alaşımlar

Önemli derecede pasiflik gösteren bu alaşımlar, kemik cerrahisinde plaka, vida gibi malzemelerin yapımında kullanılır. İki alaşım sistemi geçerlidir. Biri %60 kobalt, %32 krom içeren Vitallium, diğeri %54 nikel, %25 krom, %15 kobalt içeren Ticonium'dur. (Craig, 1999).

Bunların yanısıra sıkça kullanılan alaşımlar; *Wironit* (%64 Co, %28 Cr, %5,0 Mo), *Remanium CD* (%65 Co, %26 Cr, % 4,5 Mo), *Remanium GM380* (%64,5 Co, %29 Cr, %4,5 Mo), *Formalloy C* (%60 Ni, % 30 Cr, % 5,0 Mo), *Cerapulus C* (%62 Ni, %23 Cr, %10 Mo), *Remanium CS* (%61 Ni, %26 Cr, %11 Mo). (Burgaz, Demircigil, Yılmaz, Ertaş, Kemaloğlu, Burgaz, 2002).

Çizelge 2.2'de Vitallium ve Ticonium'daki elementlerin ağırlıkça yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Dişçilikte kullanılan temel alaşımların bileşimleri. (Craig, 1999).

Alaşımlar(% Ağırlık)		
Elementler	Vitallium	Ticonium
Krom	30,0	17,0
Kobalt	Denge	-
Nikel	-	Denge
Molibden	5,0	5,0
Alüminyum	-	5,0
Demir	1,0	0,5
Karbon	0,5	0,1
Berilyum	-	1,0
Silisyum	0,6	0,5
Mangan	0,5	5,0

Cerrahi alaşım sistemleri yaklaşık olarak %4 Molibden, %0,5 Silisyum ve %0,6 demir içerir. Şekil 2.2.B'de cerrahi bir alaşımın mikroyapısı görülmektedir.(O'Brien, 1989).

Cerrahi alaşımların sıvı metal sıcaklıkları 1554 °C civarındadır. İyi bir şekilde parlatıldıklarında cerrahi aletler parlak ve gümüş beyazı rengindedir. Bu alaşımlar hafif olup yoğunlukları (8gr/cm³) diğer temel metal alaşımlarından daha düşüktür. Çizelge 2.3’de cerrahi alaşımların mekanik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 2.3. Cerrahi alaşımların mekanik özellikleri. (O’Brien, 1989).

Özellikler	Co-Cr	Ni-Co-Cr
Çekme dayanımı(N/mm ²)	896,55	468,96
Akma dayanımı(N/mm ²)	689,66	331,03
Elastik sınır(N/mm ²)	475,86	262,06
Elastiklik modülü(x10 ⁶)	36	29
Uzama(%)	2	20
Sertlik(R-30N)	54	19

Yapılan deneyler sonucu, bu alaşımların implant malzemesi olarak korozyona karşı çoğu paslanmaz çelikten daha dirençli olduğu görülmüştür.

2.4. Dental Kobalt-Krom Alaşımları İçin American Dental Association No:14

Bu standart eski bir standart olup, yeni versiyonu bulunamamıştır.

2.4.1. Kullanım Alanı ve Sınıflandırma

Bu özellik hareketli kısmi diş protezlerinde kullanılan kobalt-krom döküm alaşımlarına ilişkin bir özelliktir. Bu alaşımların tipleri alıcı tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Tip I . Yüksek ergimeli

Tip II . Düşük ergimeli

2.4.2. Uygulanabilir Özellikler

Bu özelliğe ek olarak kullanılan başka bir özellik bulunmamaktadır.

2.4.3. Gereklilikler

2.4.3.1 Renk

Alaşımanın rengi alıcı tarafından belirlenebilir.

2.4.3.2. Bileşim

Alaşımdaki kobalt, krom ve nikelin ağırlıkça oranı %85'in altında olmamalı.

2.4.3.3. Üretici Talimatları

Her pakette kullanım talimatı bulunmalıdır. Bu bilgiler, alaşımanın döküm sıcaklığı, hassas tozların pişirme sıcaklıkları, gerekli katkı malzemeleri ve gereçler ve kullanıcı için özel uyarı bilgileri içermelidir.

2.4.4. Numune Hazırlama, Muayene ve Deney Prosedürleri

Alıcı, deney numulerini 6 adet olacak şekilde almalı ve bu döküm numuleri yolluklarıyla beraber olmalıdır. Ayrıca, renk, üretici talimatlarının bulunduğu bilgiler gözle muayene kapsamına girer.

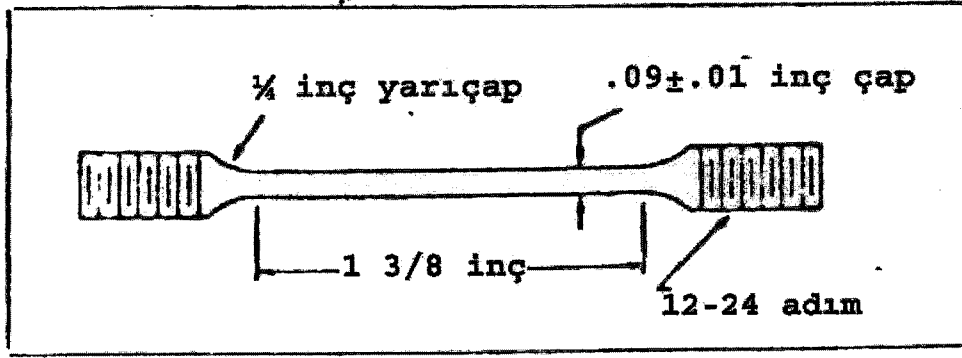
2.4.4.1. Kimyasal Testler, Bileşim

Üreticinin ADA opsiyonlarını sağlaması için, kobalt, krom ve nikelin ağırlıkça oranının %85'in altında olmaması gerekir. Analiz için yaş analiz yöntemi kullanılmalıdır. Krom, nikel ve kobalt için yapılacak analizler, J. Research NBS 53,353 (1954); ASTM Standarts (1964), Part 32. Chemical Analyses of Metals; Chemical Analyses of Iron and Steel, by Lundell, Hoffman and Bright'da verilen prosedürlere uygun olmalıdır.

2.4.4.2. Fiziksel Testler

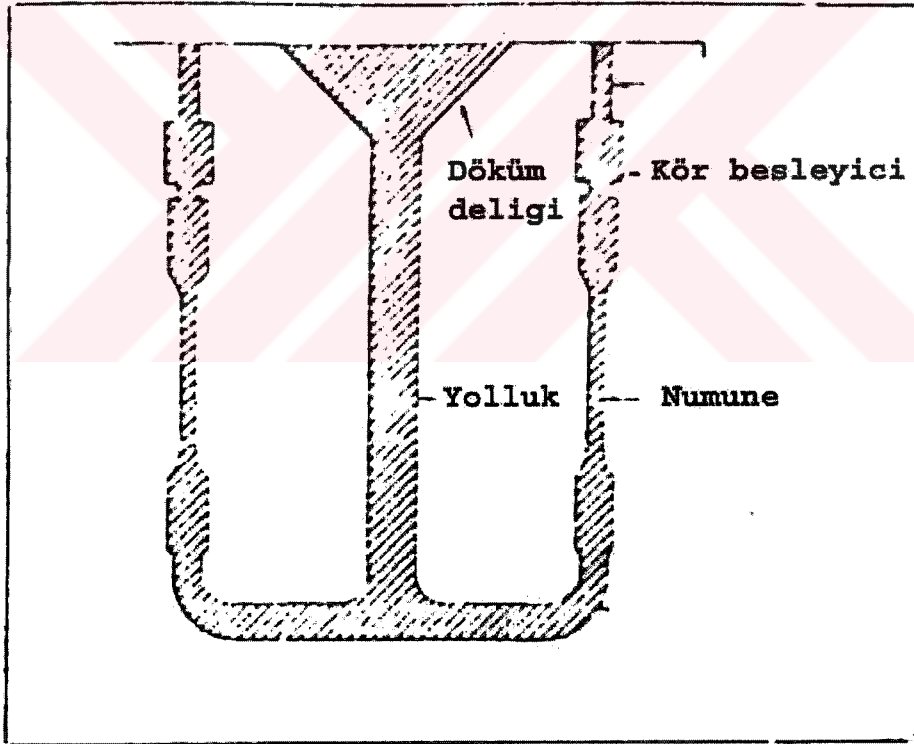
2.4.4.2.1. Numune Hazırlama

Çekme özellikleri ve sertlik özelliklerinin saptanması için döküm numunelerine ısıtma işlemi uygulanmamalıdır. Numunenin tipi ve boyutları şekilde görülmektedir.



Şekil 2.6. Çekme testi numunesi. Çaptaki tolerans yaklaşık 0,01 inç'tir.(ADA, 1971).

Şekilde görülen numuneden iki, üç veya dört numune simetrik olarak merkez yolluğa bağlanmalıdır. Bağlanma şekli ve çekme numunesi için kalıp tasarımı şekilde görülmektedir.



Şekil 2.7. Çekme numunesi için kalıp dizaynı. (ADA, 1971).

2.4.4.2.2. Sertlik ve Çekme Özellikleri

Altı deney numunesinden alınan sonuçların en az 3 veya daha fazlasının istenen sertlik ve çekme dayanım değerlerinde olması gerekmektedir. Sertlik, akma dayanımı, çekme dayanımı, uzaman gibi kaydedilen değerler hesaplanırken, elde edilen sonuçların ortalaması alınmalıdır.

2.4.4.2.3. Akma Dayanımı

Akma dayanımı hesaplanırken 25,4 mm ölçme uzunluğunda olmalıdır. Numuneye başlangıçta 350 kg/cm^2 gerilim uygulanmalı ve gerinim değeri okunmalıdır. Yük daha sonra 4200 kg/cm^2 'lik gerilmeye çıkmalı ve ikinci okuma yapılmalıdır. Yük dakikada (± 5) 30 kg artmalıdır. Max müsadde edilen gerinim değeri 0,0025 cm/cm olmalı ve saptanan değer 0,0001 cm/cm'ye yakın olmalıdır.

2.4.4.2.4. Çekme Dayanımı

Akma dayanımı için yapılan yüklemeden sonra, gerinim değeri kaldırılır ve numunede kopma meydana gelinceye kadar numuneye yükleme yapılır. Çekme dayanımı için saptanan değer 50 kg/cm^2 'ye yakın olmalıdır.

2.4.4.2.5. Uzama

Uzama değerlerinin ölçümü için, akma ve çekme dayanımında kullanılan numuneler kullanılabilir. Uzama, 25,4 ölçme uzunluğunda ölçülmelidir. Ölçme değerlerinin dışında kırılan dökümler tekrar çekilmemeli, fakat min değere eşit ve üstündeki değerler kaydedilmelidir. Saptanan değer % 0,1'e yakın olmalıdır.

2.4.4.2.6. Sertlik

Her çekme numunesine Rockwell 30N sertlik ölçümü uygulanmalıdır. Kırılmadan sonra çubukların düz yüzeyinde sertlik ölçülmelidir. Düz yüzey üzerinde 5 ayrı yer işaretlenmeli ve kopan uçtan ve incelen kısımdan mesafe olarak 1/8 inch uzak olmalı. En yüksek ve en düşük değerler atılıp, geriye kalan 3 değerın ortalaması alınır.

2.4.4.2.7. Ergime Sıcaklığı

Ergime sıcaklığı, soğuma eğrileriyle saptanan likidus sıcaklığı olmalıdır. Üretici bu sıcaklığı saptamış ve onaylamış olmalıdır. The American Dental Association kurumunun bu onayı kabul etmesi gerekir. (ADA, 1971).



3. Ni-Cr ve Co-Cr ESASLI ALAŞIMLARIN DÖKÜMÜ İÇİN KALIP HAZIRLAMA

Bu alaşımların dökümünde hassas döküm yöntemi kullanılır. Alaşımın cinsi, parça adedi, parça boyutu ve kalıp hazırlama şekli açısından iki farklı hassas döküm yöntemi vardır.

- a) Seramik kabuklu hassas kalıp yöntemi
- b) Dereceli hassas kalıp yöntemi

Bu yöntemler hiç değilse model hazırlama tekniği açısından tamamen aynıdırlar. Kabuk kalıp yönteminin farklı yanı, modellerin hemen her zaman bir ön kalıplama işlemine tabi tutulmasıdır. Dereceli kalıplama yönteminde ise modeller bir ön kaplamaya tabi tutulabilir veya hiç ön kaplama yapılmayabilir.(Yaman, 2002).

Dereceli kalıp yöntemi uygulamada demir esaslilar ve demirdışı alaşımlar için olmak üzere ikiye ayrılırlar. Demir esaslilar ve döküm sıcaklığı yüksek olan demir dışı alaşımlarda kalıp malzemesinin 1100 °C'ye kadar bozulmadan dayanabilmesi gerekir. Dolayısıyla demir dışı alaşımlar için kullanılan alçı, demir esaslilara uygun bağlayıcı veya refrakter malzeme olmayacaktır. (Yaman, 2002).

Demir dışı metaller için en çok kullanılan dereceli kalıp tozları, bağlayıcı olarak görev yapan kalsiyumsülfathemihidrat ($2CaSO_4 \cdot H_2O$), kuvarz ve kristobalit formundaki silika karışımıdır. (Yaman, 2002).

Döküm için dereceli kalıp hazırlanması en kritik adımlardan biridir. İlk adım su ve hassas tozu karıştırmaktır. Hava kabarcıkları içermeyen homojen ve akıcı çamur elde edebilmek için, tozlar suya eklenmelidir. Tercihen iyonize ve damıtık su sıcaklık kontrolüyle kullanılmalıdır. Mekanik karıştırma için suya azar azar alçı tozu eklenir ve 2-4 dakika karıştırmaya devam edilir. Bu bulamaç mutlaka tamamen pürüzsüz ve homojen kıvama gelmelidir. Karışımda gereğinden fazla su bulunması, döküm metal yüzeyinin dalgalı olmasına neden olabilir. Aşırı su katılaşmayı yavaşlatır. Alçının tam doğru biçimde katılaşmasında karışımın sıcaklığı son derece önemli olduğundan, alçı da su da gereken sıcaklıkta olmalıdır. Sıcaklığın dasha sıcak olması alçının daha hızlı katılaşmasına yol açar ve çalışma süresini kısaltır. (Yaman, 2002).

Kalsiyum sülfat esaslı alçılar, ateşe dayanıklı olmaması ve sülfür gazı gözenekliliğinden dolayı, kalsiyumsülfattan çok, kalsiyumfosfata dayalı daha pahalı bir fosfat temelli ateşe dayanıklı alçı gerekir. (Yaman, 2002).

İster sülfat ister fosfat bağı olsun, alçılarda silis tozu bulunur ve bu tozların en ince partikülleri bile, solunduğunda akciğerlerde ciddi hasara yol açabilecek büyüklüktedir. Alçıyla çalışırken özellikle silise uygun bir yüz maskesi takılmalıdır ve odanın iyice havalandırılması şarttır. (WGC, 1995).

Modelin alçılanması sırasında ayrıntılara dikkat edilmesi çok önemlidir. Alçının, modelleri tam olarak örtünceye kadar modellerin içinden ve kenarından akacak şekilde fanusların yanından aşağı dökülmesi gerekir. Kolaylıkla yüzey kusurlarına yol açacak sıkışmış hava miktarının azaltılması için, doldurma sırasında derece sarsılır ya da dereceye titreşim uygulanır. Alçılanmış fanus bir vakum tezgahına yerleştirilir ve iki dakika boyunca tam vakum uygulanır. Fanus, tepeye kadar bulamaçla doldurulur ve hiçbir sarsıntıya uğtamadan 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 8-10 dakikadır ve bu süre dikkatli planlanmalı ve kontrol edilmelidir. Donma süreleri farklılık gösterebileceğinden en iyi sonucun alınabilmesi için tedarikçilerin önerilerine tamamen uyulmalıdır. Hızlandırıcı ve geciktirici kullanılabilir. Kronometre kullanılarak zamanlama ayarlanmalıdır. Yaklaşık ½- 1 saat donmadan sonra, lastik kaide çıkarılır ve alçı malzeme fazlası bir bıçakla alınır. (Yaman, 2002).

Mumdan arındırma buharla veya kuru olarak yapılabilir. Buharla mumdan arındırılan fanuslarda yapılan dökümlerde, kutu mumdan arındırılan fanuslarda yapılan dökümlere nazaran gaz gözenekliği azdır. (Yaman, 2002).

Pişirme aşamasında, 100°C'ye kadar ısı aşamalı olarak uygulanır. Bu sıcaklıkta mum erimiş olur ve akar, ancak mumun ve mumdaki karbon artıklarının tamamen giderilmesi için ısıtmaya devam edilmesi gerekir. Isıtmaya 690°C'ye kadar aşamalı olarak devam edilmeli ve en fazla 730-750°C'ye kadar ısıtılarak bu sıcaklıkta 2-3 saat tutulmalıdır. (Yaman, 2002).

Isıya dayanıklı bir kalıp elde edilebilmesi için, mumun giderilmesi ve alçının pişirilmesi son derece önemli, çok dikkat edilmesi gereken bir işlem basamağıdır. Pişirme sırasında dikkat edilmesi gereken iki kritik nokta vardır. Birincisi 100-120°C'de, emilmiş su ve alçı taşı(su ile karıştırılmış kalsiyum sülfat) kristalizasyon suyunun buharlaştığı noktadır. Bu süreç yavaştır ve sıcaklık çok yavaş artmalıdır. İkinci nokta 250°C civarındadır, bu noktada α -kristobalit, β -kristobalite dönüşmektedir. Bu dönüşüm hacim artışı ile meydana gelmektedir. Bu değişim,

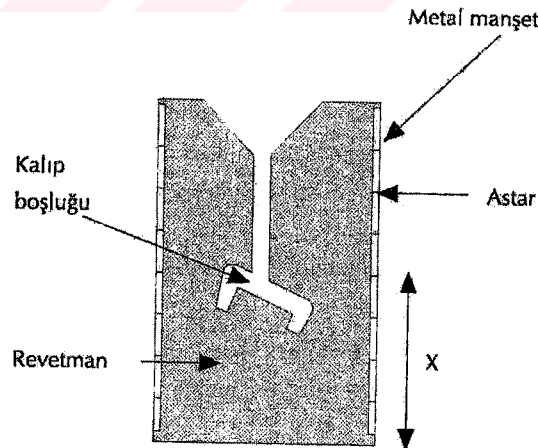
alçı kütlesinin tamamında homojen olarak gerçekleşebilmesi için sıcaklık 250°C’de sabit tutulmalıdır. (Yaman, 2002).



4. DÖKÜM

Bu alaşımın dökümünde mum model revetmana alınır ve daha sonra mum model sıvı metal ile yer değiştirir. Alaşımın cinsine göre değişik döküm yöntemleri kullanılabilir. Alaşımların dökümü sırasında yanlış malzeme ve teknik seçimine bağlı olarak birçok hata meydana gelebilir. Revetman kalıbın genel hatlarıyla kesiti Şekil 4.1.'de görülmektedir. Revetmanın mum model ve döküm yolu çevresinde sertleşmesiyle döküm boşluğu oluşturulur. Revetman sertleştikten sonra, döküm yolu çıkarılır, mum yakılarak ortamdan uzaklaştırılır. Kullanılacak alaşıma göre uygun revetman seçilir. Manşet çevresine sarılan astarın iki işlevi vardır. Sert manşet içinde esnek bir tabaka oluşturarak revetmanın sertleşme ve termal genişlemesine olanak sağlar. Ayrıca ısı yalıtıcı özelliğinden dolayı mum yakma işleminden sonra revetman kütlelerinin fırından çıkarıldığında hızla soğumasını ve büzülmesini engeller. (Mccabe, Nayır, 1999).

Mum yakılması esnasında manşetin ısıtma ısısı çok önemlidir, çünkü bu ısı revetmanın termal genişlemesini kontrol eder. Altın alaşımlarının dökümünde kullanılan alçı bağlayıcı revetmanlar yavaş ısıtmayla 450°C 'ye veya hızlı ısıtmayla 750°C 'ye kadar ısıtılır. Ni-Cr alaşımları için bu ısı $700-900^{\circ}\text{C}$ arasındayken, Co-Cr alaşımları için 1000°C 'ye kadar yükselir. (Mccabe, Nayır, 1999).



Şekil 4.1. Kalıbın kısımlarını gösteren şema. (Mccabe, Nayır, 1999).

Manşetin ısıtılma hızı, gazların ve su buharının revetmana zarar vermeden uzaklaşmasına izin vermelidir. Bunun yanı sıra manşetin ısıtıldığı ısı termal genişlemeyi ve dönüşümü sağlamalıdır. Aynı zamanda manşet ısısında döküm başlamadan önce ani düşüşler

olmamalıdır. Kuvartz içeren revetmanlarla döküm yapılırken termal genleşme ve dönüşümün tam anlamıyla gerçekleşebilmesi için manşet ısısının 650°C 'nin üzerinde olması gerekir. Bu da manşetin döküme kadar geçen sürede soğuyacağı düşünülürse, ısısının yaklaşık 750°C 'ye kadar çıkarılması gerektiği anlamına gelmektedir. Kristobalit içeren revetmanlarda manşet ısısı döküm esnasında yaklaşık 350°C olmalıdır. Yani manşetin soğuması gözönüne alınarak 450°C 'ye kadar ısıtılmalıdır. (Mccabe, Nayır, 1999).

İnce yapılı, net ve tam dökümler elde edebilmek için erimiş alaşımın ısısıyla manşet ısısı arasındaki denge çok önemlidir. Alaşımın ısısı tamamen eriyebileceği kadar yüksek olmalı ve kalıbın içini tamamen dolduruncaya kadar da bu ısıda kalmalıdır. Ancak bu ısı oksit oluşturacak kadar yüksek olmamalı, boşluğun sınırlarına eriştiğinde kristalizasyonu geciktirmemeli veya döküm boşluğunun duvarıyla zararlı bir etkileşime girmesine yol açmamalıdır. Manşet ısısı ise revetmanın tamamen genleşmesine yetecek ve alaşımın erken kristalizasyonuna yol açmayacak kadar yüksek olmalıdır. (Mccabe, Nayır, 1999).

Döküm yolunun çapı ve uzunluğu, modelin manşetin tabanından uzaklığı gibi faktörler de dökümün kalitesini etkiler. Büyük dökümlerde, iki veya daha fazla döküm yolu, erimiş metalin kalıbın her tarafına ulaşabilmesi için gereklidir. (Mccabe, Nayır, 1999).

Bu alaşımların dökümünde çeşitli döküm yöntemleri mevcuttur. Hepsinin amacı erimiş metalin döküm boşluğunu doldurmasını sağlamaktır. Döküm üç ayrı şekilde olabilir:

- 1) Alaşım manşet üzerinde oluşturulan potada veya döküm makinesi üzerindeki potada eritilir.
- 2) Alaşım, gaz-hava veya oksit-asetilen alevi ile, endüksiyon akımı ile veya elektrik resistansı ile eritilir.
- 3) Erimiş metal döküm boşluğuna yerçekimi, hava basıncı, buhar basıncı veya santrifüj kuvvetiyle gönderilir. Santrifüj kolu, elektrik motoru veya yaylı bir sistemle çalışır.

Günümüzde alaşımın en çok endüksiyon akımıyla ayrı bir potada ergitildiği ve erimiş alaşımın santrifüj koluyla manşet içine gönderildiği sistemler kullanılmaktadır. Santrifüj kuvvetiyle yapılan dökümün en klasik şekli manşetin bir zincirin ucuna bağlanarak çevrilmesidir. Alaşım döküm konisi içinde eritilir, daha sonra erimiş alaşım, zincirin çevrilmesiyle elde edilen santrifüj kuvvetiyle boşluğa yollanır. (Mccabe, Nayır, 1999).

5. METALİK ALAŞIMLARIN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Çevre ve hava kirliliği, yiyeceklere katılan katkı maddeleri insanların genel vücut direçlerini azaltmaktadır. Bunun sonucunda toksik ve alerjik reaksiyonlarda artış görülmektedir. Bu tip reaksiyonların ortaya çıkmasında günümüzde çeşitli alanlarda kullanılan metal ve alaşımlarının da etkisi bilinmektedir. Metal ve alaşımları dayanıklı, sert malzemeler olma özelliklerin dolayı gerek protez gerekse amalgam olarak restorasyonların yapımında en yaygın kullanılan maddelerdir. Özellikle altın ve alaşımları yüzyıllardır dişhekimliğinde kullanılmaktadır. Günümüzde altın alaşımlarının fiyatlarının yükselmesi, restorasyonların yapımında kıymetli alaşımların yanı sıra, kıymetsiz ve yarı kıymetli olarak adlandırılan alaşımların kullanımlarına yol açmıştır. Sabit protezlerde kıymetsiz alaşım olarak Ni-Cr, iskelet protezlerin metal alt yapısının yapımında ise Co-Cr alaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dişhekimliğinin çeşitli alanlarında yaklaşık 36 metal kullanılmaktadır. Ağız ortamında uzun süre kalan bu metallerin çevre dokularla uyum içinde olup onlara zarar vermemesi gerekmektedir. Oysa günümüzde kullanılan metallerin en az 10 tanesinin alerjen (Cr, Ni, Co, Au, Pd, Hg, Sn, Ag, Cu), 3 tanesinin toksik (Be, Cd, Hg), 4 tanesinin de kanserojen (Be, Cd, Cr, Ni) olduğu bildirilmiştir. Altına karşı da alerji vakaları mevcuttur. (Nayır, Şen, Pamuk, 1995).

5.1. Alerji

Alerji vücudun belli bir maddeye karşı aşırı hassas olması veya alerjenlere karşı organizmada doğuştan veya sonradan gelişen aşırı duyarlılık reaksiyonu olarak tanımlanabilir.

5.2. Biyolojik Uyum ve Korozyon

Ağız ortamında kullanılan metal ve alaşımlarının inert yapıda olması gerekir. Bu biyolojik uyum için gereklidir. Ancak ağız ortamında, elektropotansiyelleri farklı metallerin kullanılması metallerin elektrokimyasal korozyona uğramasına yol açar. Ağız içindeki protezler elektrot, tükürük ise elektrolit işlevi yapar. (Nayır, Şen, Pamuk, 1995).

Metal atomları anot yüzeyinden, yani elektropotansiyeli düşük elektrottan (kıymetsiz metal) açığa çıkarlar ve vücut dokularına veya sıvılarına nüfus edebilirler. Ağız içindeki korozyon olayı, bir taraftan elektrolit işlevi yapan tükürüğün bileşiminden, miktarından, pH'ındaki

değişmelerden, bakterilerden, enzimatik reaksiyonlardan, yiyeceklerden, alınan ilaçlardan etkilenirken, bir taraftan da elektrot işlevi gören metalden etkilenir. Metal veya alaşımların bileşimi, işlenme özellikleri, yüzeyinin durumu, lehim gibi ilave unsurlar, mekanik yüklenmeye ve aşınmaya maruz kalması korozyonda önemlidir. (Nayır, Şen, Pamuk, 1995).

Kobay olarak kullanılan fare ve hamsterlar üzerinde yapılan deneylerde, %66-67 nikel, %13-16 krom, %7 demir içeren bir alaşım toz ve çubuk olarak uygulanmış ve belli miktarda bölgesel tümör oluşumu gözlenmiştir. Yine %67 nikel, %30 bakır, %2 demir, %1 mangan içeren alaşım farelere kulak künyesi olarak uygulanmış ve bölgesel tümörlere rastlanmıştır. (McGregor, Baan, Partensky, Rice, Wilbourn, 1999).

5.3. Patch Testi

Alerjilerin nedenini bulmada kullanılan yöntem patch (yama) testi adı verilmektedir. Patch testi daha önceden temas eden maddeye karşı hassaslaşmış deriye aynı maddenin tatbik edilmesi ile bir deri reaksiyonu oluşturma esasına dayanır. Uygulama şu şekilde yapılır : 1cm²'lik keten üzerine test maddesi yerleştirilir. Geçirgen olmayan bir madde ile örtülür ve deriye flaster ile uygulanır. Test sonucu reaksiyon olursa o kişinin test edilen maddeye karşı hassasiyeti olduğu söylenebilir. Hangi metale karşı alerji araştırılıyorsa kullanılacak bileşik, Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Ancak tam teşhis konulabilmesi için fizyolojik muayene de gerekmektedir

Çizelge 5.1. Patch testi için kullanılacak çözeltiler. (Nayır, Şen, Pamuk, 1995).

NIKEL	Nikelin vazelin içinde %5'lik sülfat karışımı
KROM	Potasyum dikromatın (K ₂ Cr ₂ O ₇) vazelindeki %5'lik karışımı veya sudaki %0.25'lik solüsyonu
BERİLYUM	Berilyum sülfat, berilyum klorür veya berilyum nitratın %0.5-1'lik sulu solüsyonu
CİVA	Cıva klorürün %0.1'lik solüsyonu
ALTIN	Altın klorürün sudaki %0.1'lik solüsyonu
GÜMÜŞ	Gümüş nitratın sudaki %1'lik solüsyonu
PALLADYUM	Palladyum diklorürün %0.1-1'lik solüsyonu
ÇİNKO	Çinko sülfatın %1'lik solüsyonu

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu tezde gerçekleştirilen deneysel çalışmalar beş ana başlık altında toplanmıştır:

1. Örnek alaşımların incelenmesi
2. Seramik kabuğa çekme numunesi dökümü, testi ve muayenesi
3. Dereceli hassas döküm kalıba çekme numunesi dökümü
4. Çekme testi ve sertlik testi
5. Metalografik muayene

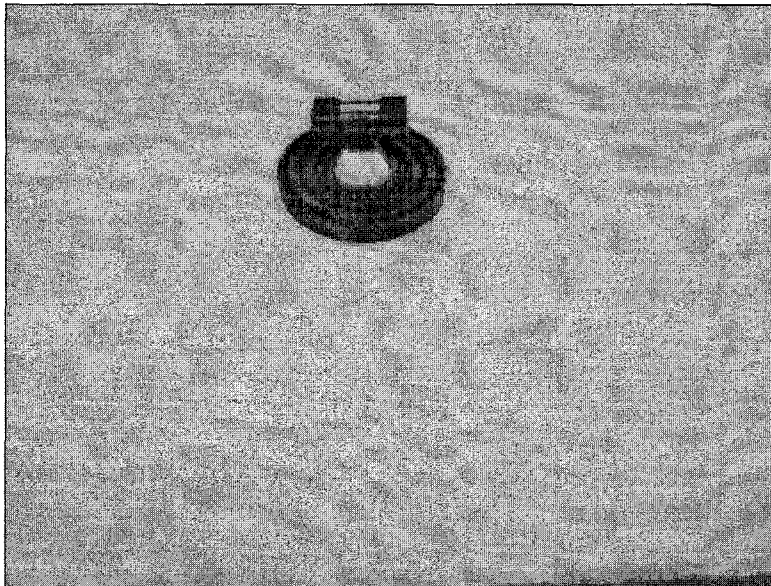
6.1. Örnek Alaşımların İncelenmesi

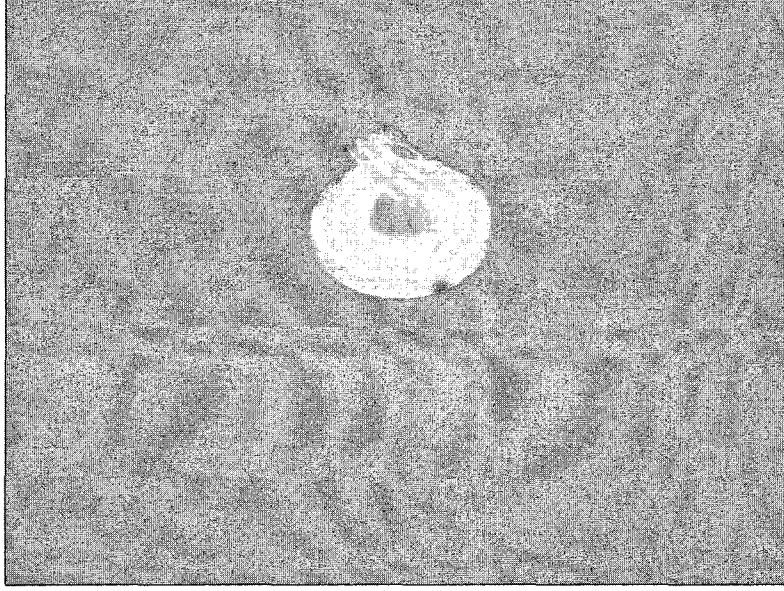
Endüstride, protez ve ağız içi implant malzemesi olarak kullanılan iki farklı alaşım yapısal olarak muayene edilerek alaşımların bileşim ve üretim teknolojisi hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Diş protez laboratuvarlarından temin edilen kullanıma hazır alaşımlar, zımparalama, parlatma ve değişik dağlama işlemlerinden sonra yapısı incelenmiştir.

6.2. Dereceli Hassas Döküm Kalıbına Çekme Numunesi Dökümü

Öncelikle, sanayide imal edilen metal modele, enjeksiyonla mum basılarak, ADA (American Dental Association)'da istenen boyutlarda çekme numunesi elde etmek üzere mum modeller hazırlandı.

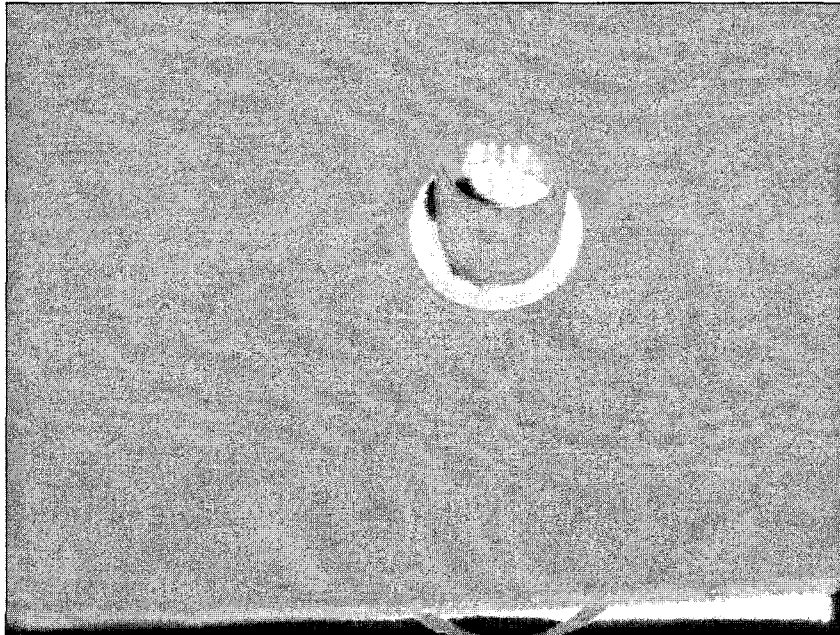
Hazırlanan mum modellerin dört tanesi bir araya getirilip, mum ağacı hazırlanarak Şekil 6.1'de gösterildiği gibi lastik kaideye yerleştirildi.





Şekil 6.1. Lastik kaideye yerleştirilmiş mum ağacı.

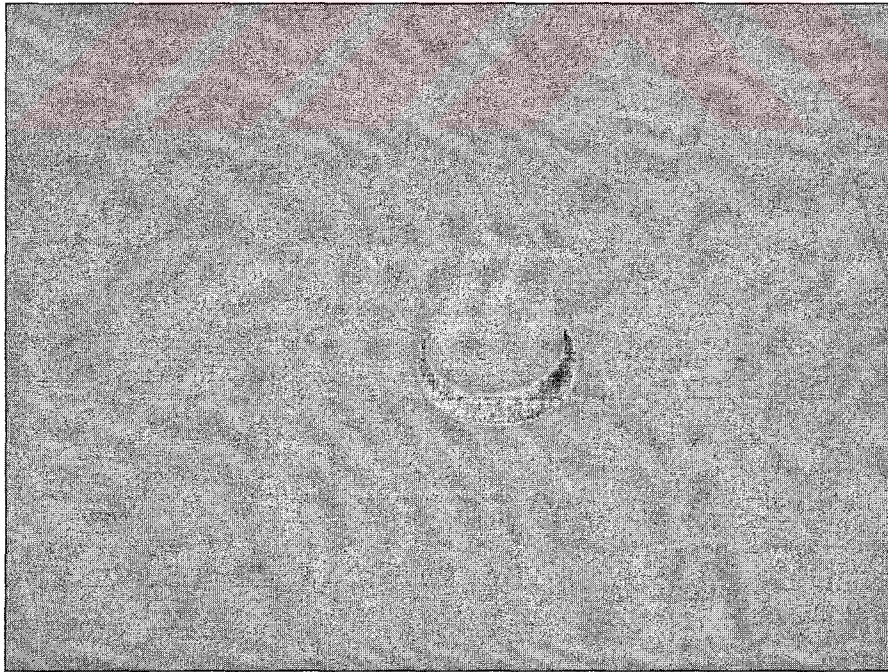
Lastik kaideye yerleştirilen mum ağacının revetmana alınması için, 160 gr.'lık ambalajlarda gelen fosfat bağlı yüksek sıcaklığa dayanıklı hassas tozların iki ambalajı için yaklaşık 80 85 ml özel likit eklenerek, vakumlu ortamda 45 sn karıştırıldı. Yazın sıcak aylarda revetmanın çatlamasını engellemek için yaklaşık 2 3ml su eklenir. Hazırlanan mum modelin etrafına Şekil 6.2.'de görüldüğü gibi kartondan manşet yerleştirildi. Mum modellerin her iki ucunun kalıp kenarlarına eşit uzaklıkta olmasına dikkat edildi. Kalıbın kartondan olmasının nedeni hem ekonomik olması, hem de hazırlanan toz çamuruna yapışmasını engellemektir.





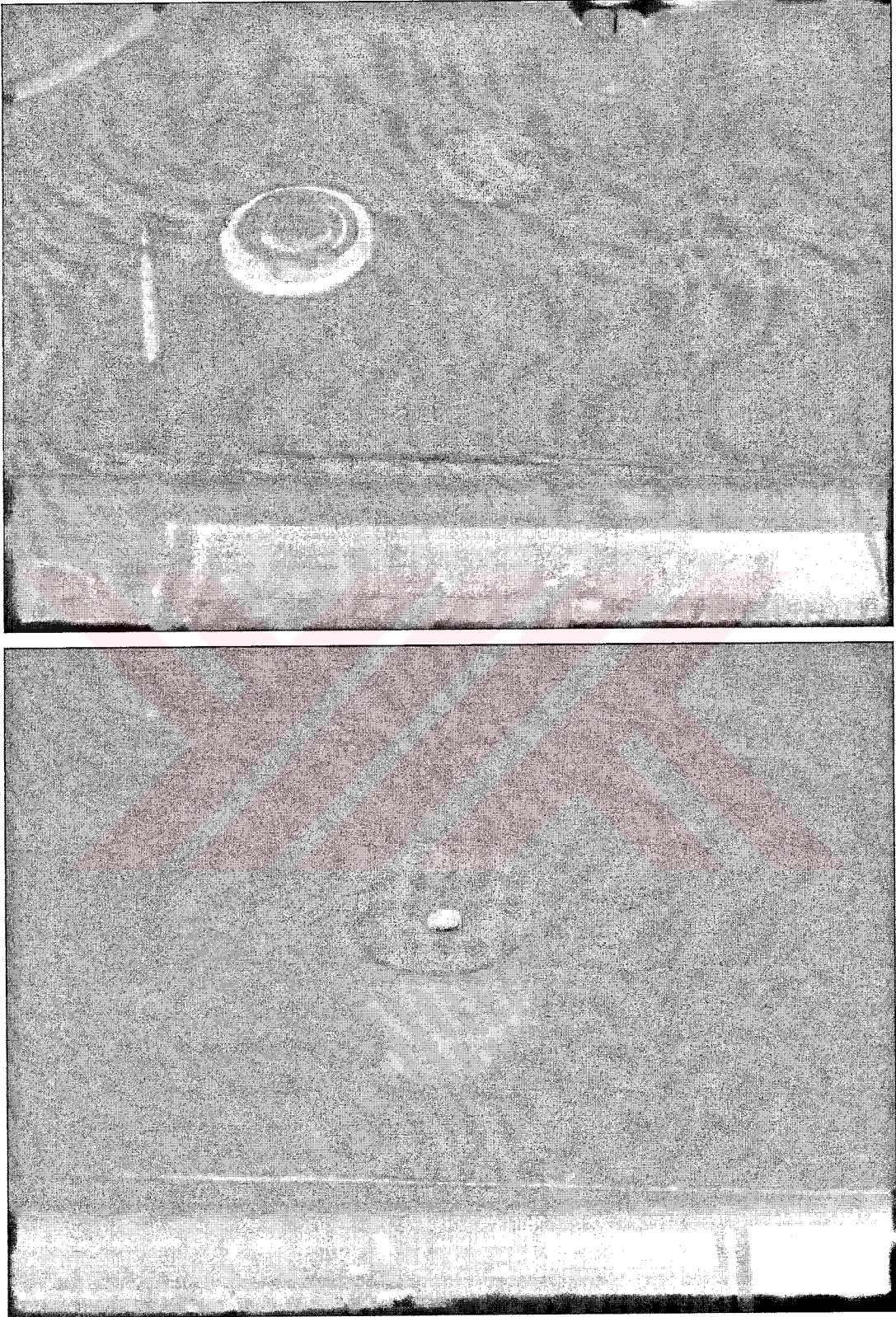
Şekil 6.2. Mum modellerin manşete alınması.

Kalıba alınan mum modellere hazırlamış olduğumuz toz çamuru, yüzeyi iyice kapatacak şekilde boşaltıldı. Revetmana yani kalıba alınan mum modeller Şekil 6.3.'de gösterilmiştir. Boşaltma sırasında yüzeyde oluşan hava kabarcıkları üflenerek giderildi.



Şekil 6.3. Kalıba alınmış mum modeller.

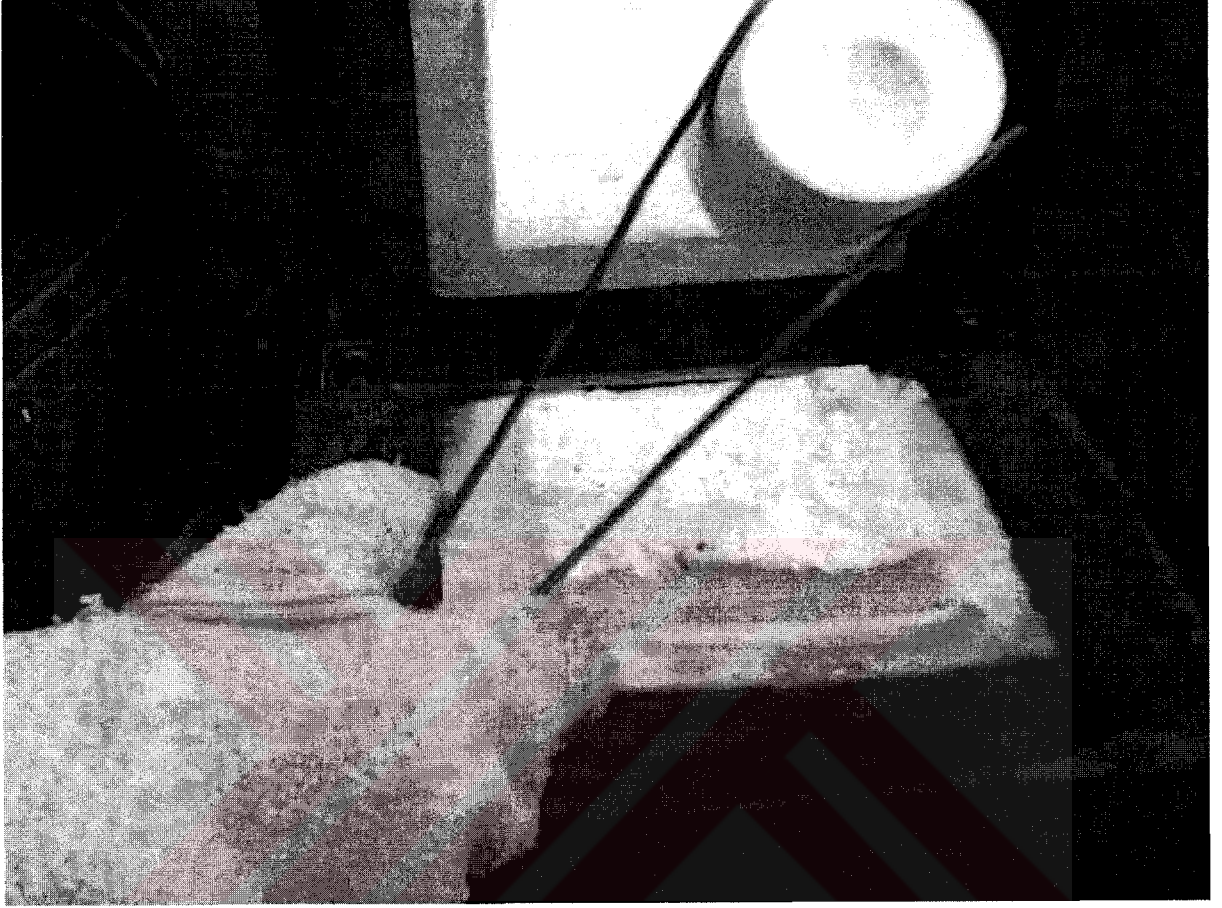
Hassas toz çamurunun katılaşması için yaklaşık 1 saat beklendi. 1 saat sonunda Şekil 6.4.'de gösterildiği gibi lastik kaide çıkarıldı.



Şekil 6.4. Lastik kaidesi çıkarılmış kalıbın alttan ve üstten görünüşü.

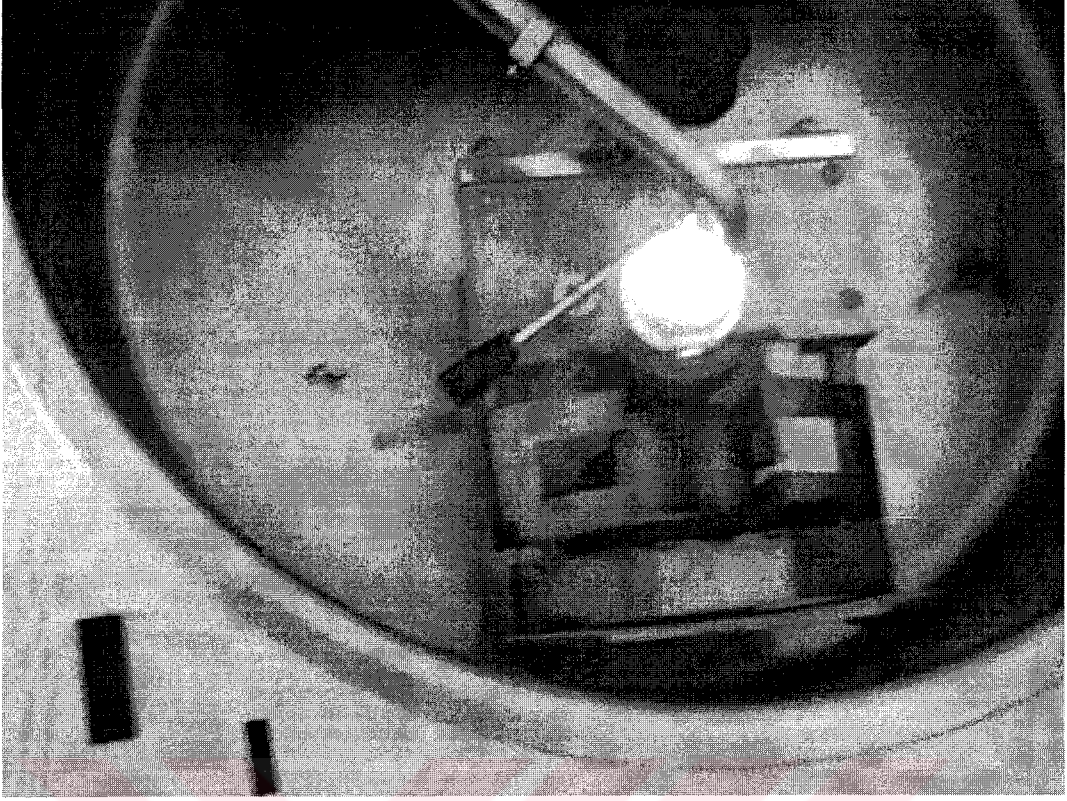
Plastik kaideden çıkarılan kalıp, buharlı mum çıkarma aletine konarak, mumun kalıp içinden akması sağlanarak döküm boşluğu oluşturuldu. Mum çıkarma aletinden çıkarılan kalıplar,

döküme hazırlanması için 1,5 saat kadar 950 °C’de pişirildi. Döküm yapılmadan önce, tüm işlemler yapılmış, sadece kalıbın fırından çıkarılması beklenmelidir. Şekil 6.5.’da kalıbın fırından çıkarılması gösterilmektedir.

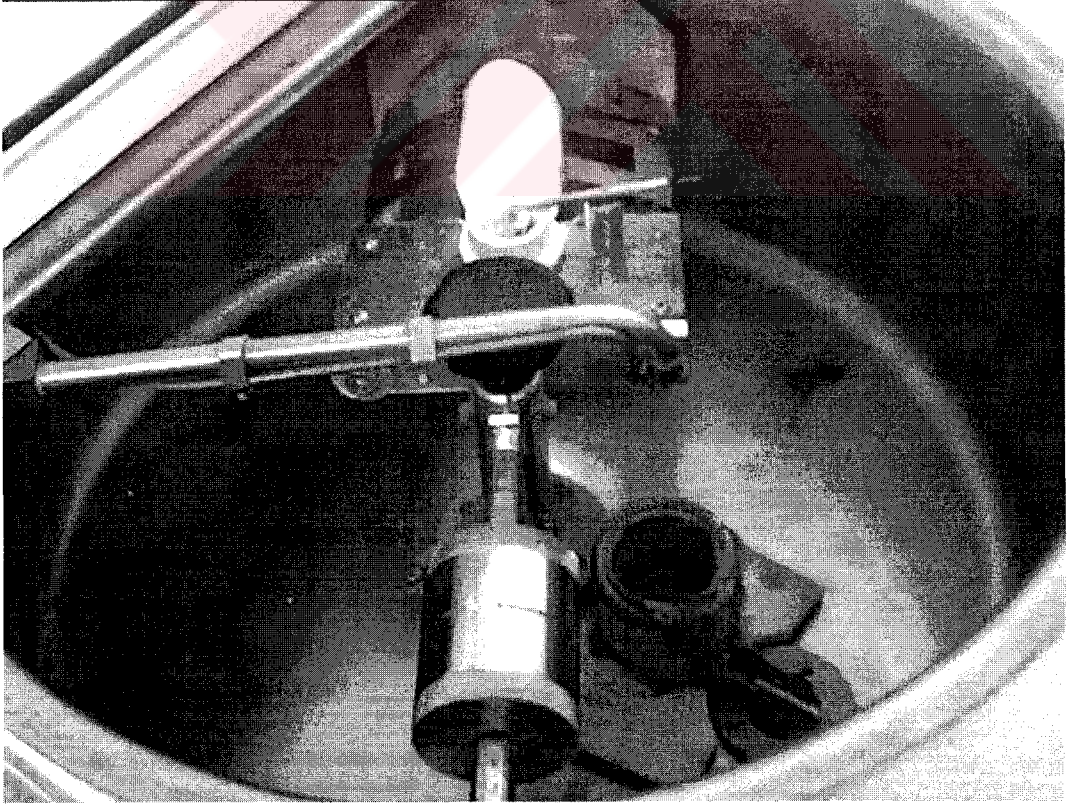


Şekil 6.5. Döküme hazır kalıbın fırından çıkarılması.

Kalıp fırından çıkarılmadan önce, küçük parçalar halinde hazırlanan yaklaşık 60 gr. ağırlığındaki metal malzeme, santrifüj makinasında, ergitme haznesine atılarak ergimesi için beklenildi. Ergitme haznesindeki metal döküme hazır duruma geldiğinde, kalıp fırından çıkarılarak SEIT marka santrifüjlü döküm makinasına yerleştirilmiştir. Ergimiş metalin görüntüsü ve kalıbın santrifüjlü döküm makinasına yerleştirilmiş hali şekil 6.6 ve şekil 6.7’de gösterilmiştir.

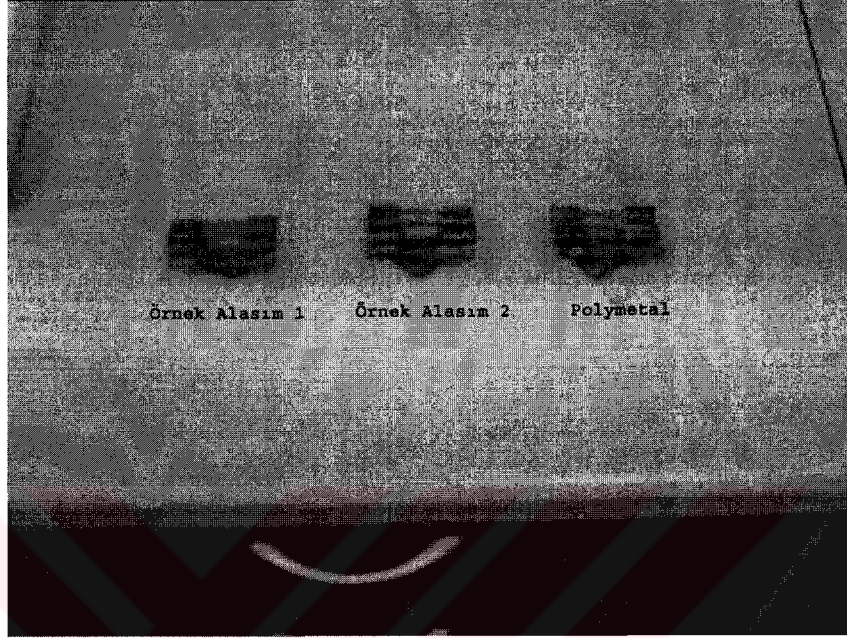


Şekil 6.6. Ergitme haznesindeki ergimiş metal.



Şekil 6.7. Kalıbın santrifüjlü döküm makinasındaki görünümü.

Metal malzeme tam olarak ergidikten ve döküm sıcaklığına geldikten sonra santrifüj işlemi başladı ve metal malzeme santrifüj etkisiyle kalıbı doldurduktan sonra makineden çıkarılan kalıp, belli bir süre soğumaya bırakıldıktan sonra bozularak çekme numuneleri yolluklara bağlı olarak alındı. Çekme numuneleri şekil 6.8’de yolluklarıyla birlikte görülmektedir.



Şekil 6.8. Çekme numuneleri

Yolluklardan kesilerek alınan çekme numunelerine son işlemleri yapılarak (kumlama vs...) testler için uygun durum getirilmiştir.

Endüstriyel malzemelerin ve dört ayrı bileşime sahip numunelerin dökümü, santrifüjlü döküm makinasında yapıldıktan sonra çekme numunelerine son işlemleri yapılarak testler için hazır duruma getirilmiştir.

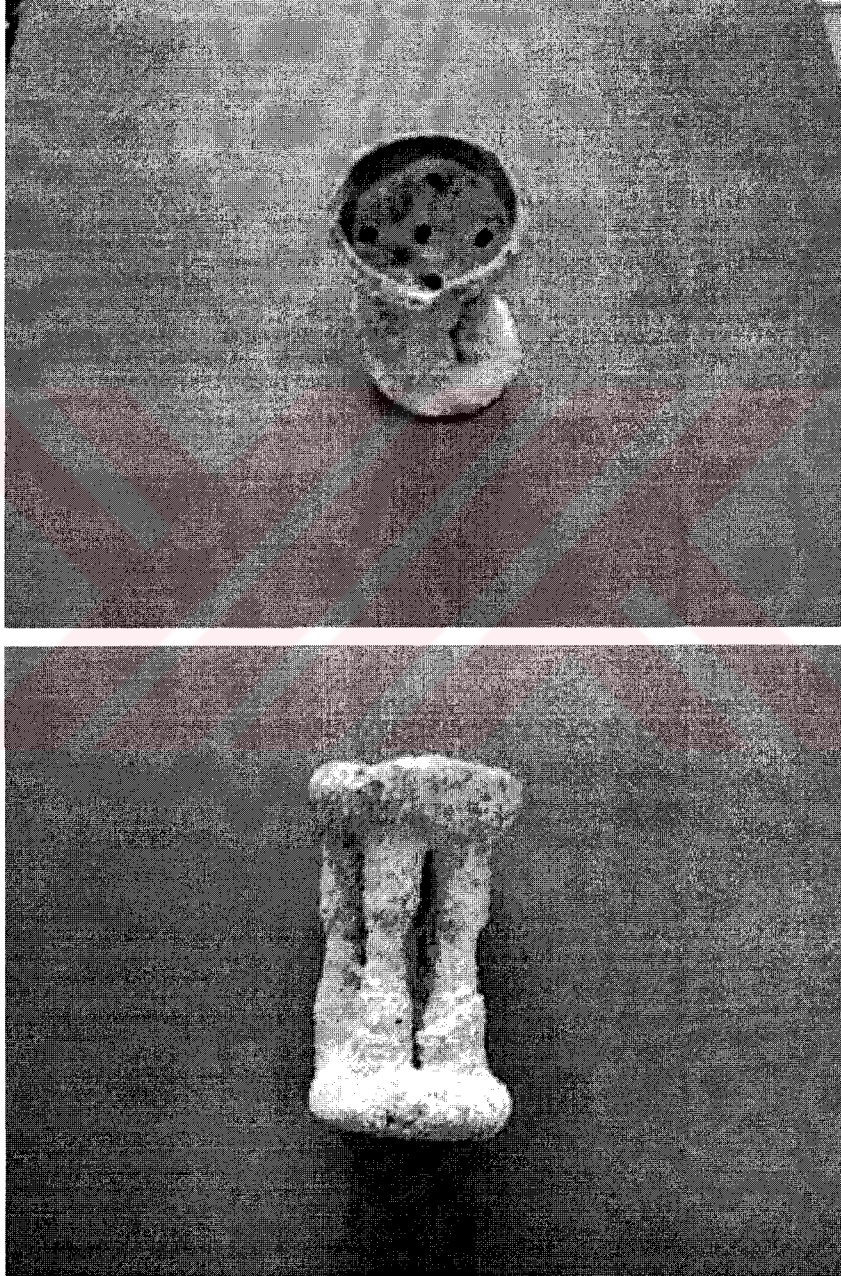
Dişçilikte seramik kabuk kalıp yönteminden ziyade dereceli hassas döküm yöntemi kullanıldığından ve de endüstriyel malzemelerin, dişçilerin kullandığı bu yöntemle kıyaslanmasının daha sağlıklı olacağı düşüncesiyle bu yöntemle dökülmüştür.

6.3. Seramik Kabuğa Çekme Numunesi Dökümü, Testi ve Muayenesi

Önceden hazırlanan çekme numunesi mum modellerinden yine mum ağacı hazırlanarak, bu mum ağacı yüksek sıcaklığa dayanıklı fosfat bağlı çamura daldırılarak ağacın yüzeyinin

çamurla sıvanması sağlandıktan sonra yüzeyine kum püskürtülerek şekil 6.9'daki hali alması sağlanmıştır.

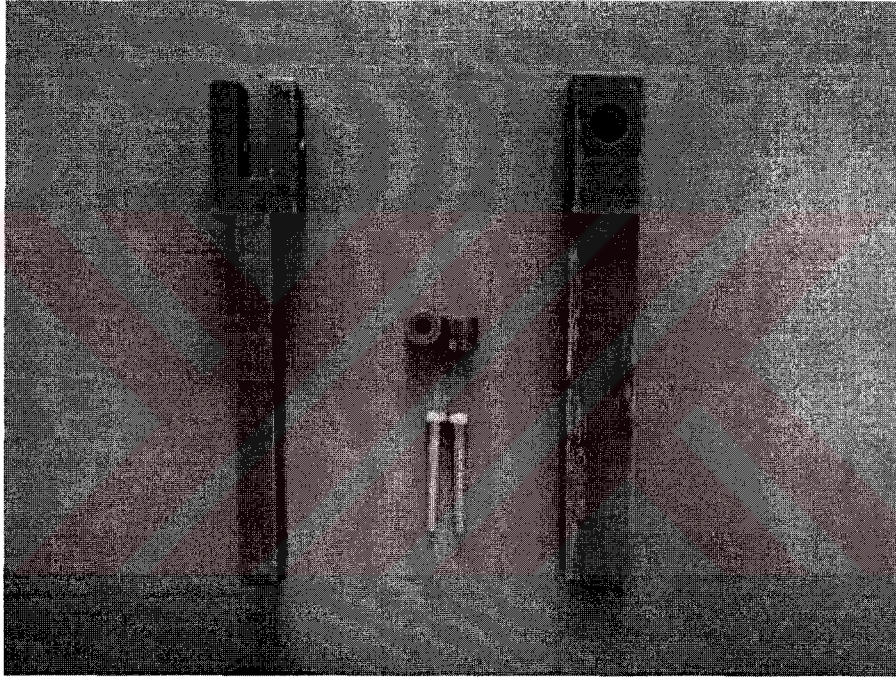
Seramik kabuk kalıp pişirildikten ve de döküme hazır sıcaklığa getirildikten sonra ergimiş metal malzeme kalıba döküldü. Kalıbın soğumasından sonra kabuk kalıp bozularak, çekme numuneleri yolluklardan ayırılarak testler için hazır duruma getirilmiştir.



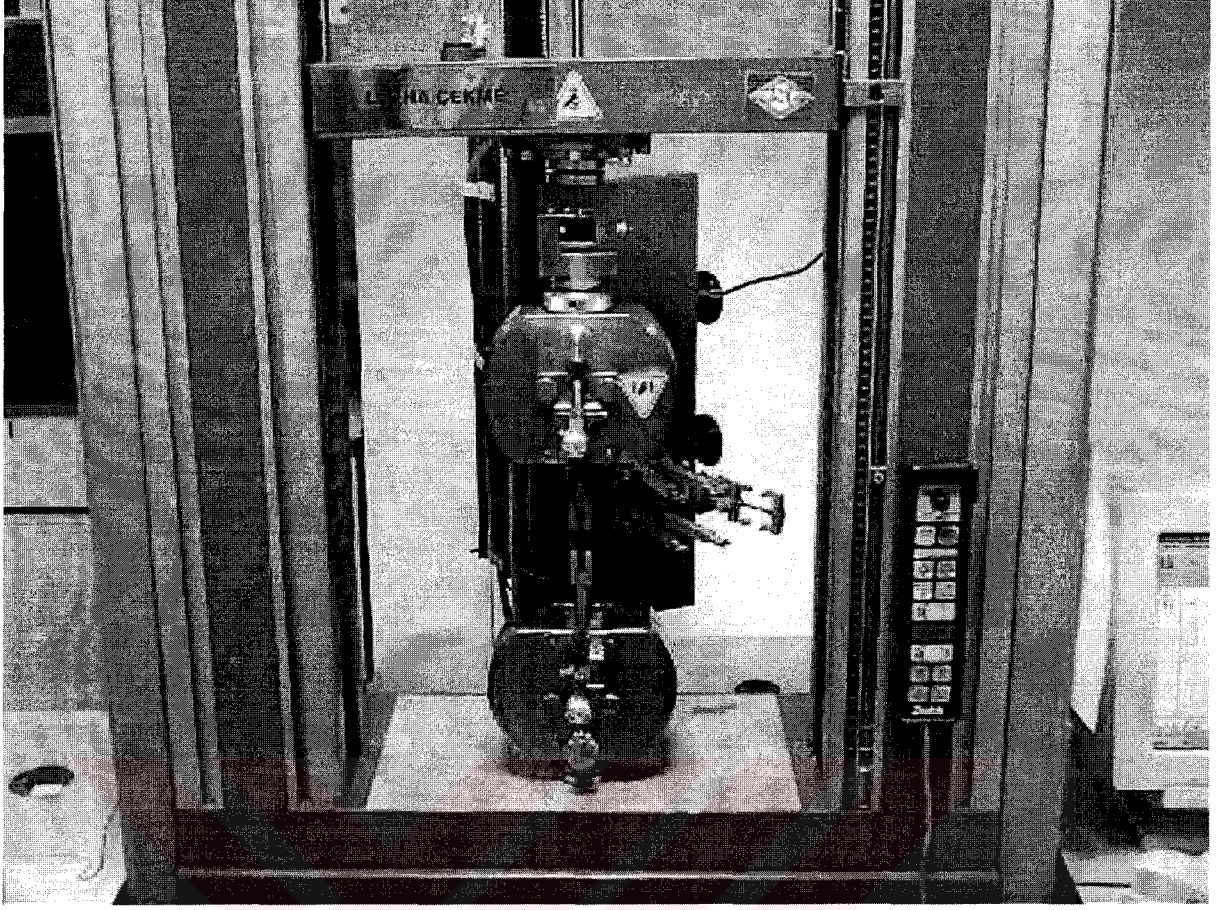
Şekil 6.9. Seramik kabuk kalıbın üstten ve yandan görünüşü.

6.4. Çekme Testi ve Sertlik Testi

Dişçilik malzemeleri için standartta belirtilen çekme numunesi boyutları, çekme testi yapılacak makinanın çeneleri için uygun olmadığından, çenelere tutturmak için şekil 6.10.'daki gibi bir aparat dizayn edilerek yapılmıştır. Aparata takılabilmesi ve pimlerin geçebilmesi için numunelerin her iki ucu matkapla delinerek, aparata bağlandıktan sonra şekil 6.11'deki ZWICK / Z050 marka çekme makinasına bağlanarak her malzeme için dört adet çekme testi yapılmıştır.



Şekil 6.10. Çekme aparatı.



Şekil 6.11. Çekme Testi cihazı.

6.5. Metalografik Muayene

Endüstriyel alaşımlardan ve dört ayrı bileşime sahip malzemelerden alınan numuneler sırasıyla 180, 240, 320, 400, 600 ve 800'lük zımparalarla zımparalandıktan sonra kromoksit ile parlatılıp elmas pasta ile son parlatma işlemi yapılmıştır.

Bu numunelerin dağlanması için çeşitli dağlama ayraçları denenmiş olup, iyi sonuç vermediğinden dolayı birkaç denemeden sonra, 12 ml HCL ve 8 ml HNO₃ karışımının bu malzemelerin dağlama ayracı olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Metalografik olarak hazırlanan endüstriyel alaşımlara ASSAN Alüminyum'da JEOL / JSM-5600 marka SEM (scanning electron microscope) analiz cihazıyla mikroyapıları muayene edilmiştir. Çizgi analizi ile mikroyapıdaki element dağılımları incelenmiş ve bunların daha sonra alaşımladığımız numunelerle karşılaştırılması yapılmıştır. Hazırlanan alaşımlardan Polymetal Döküm 1 ve Polymetal Döküm 2 isimli numuneler 1 nolu Örnek alaşım hedef

alınarak hazırlanmıştır. İlk iki alaşım spektrometre kontrollü olarak dökülmediğinden istenilen alaşım oranları yakalanamamıştır.

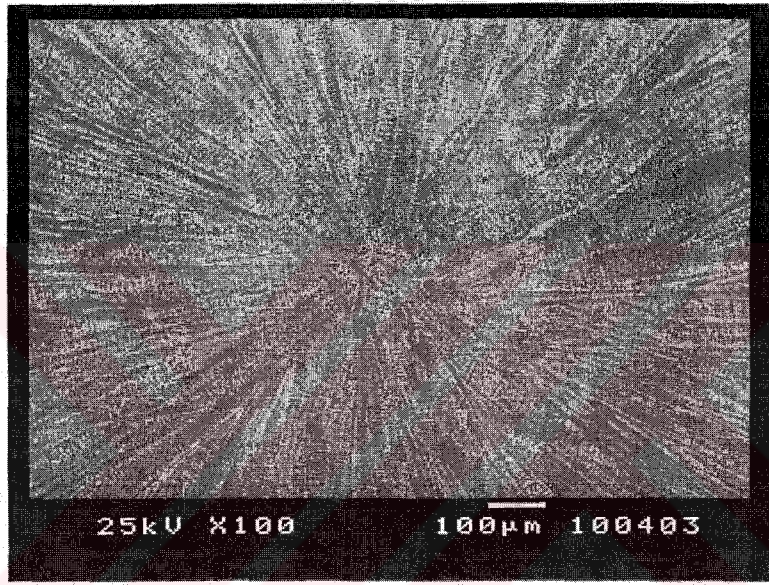


7. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

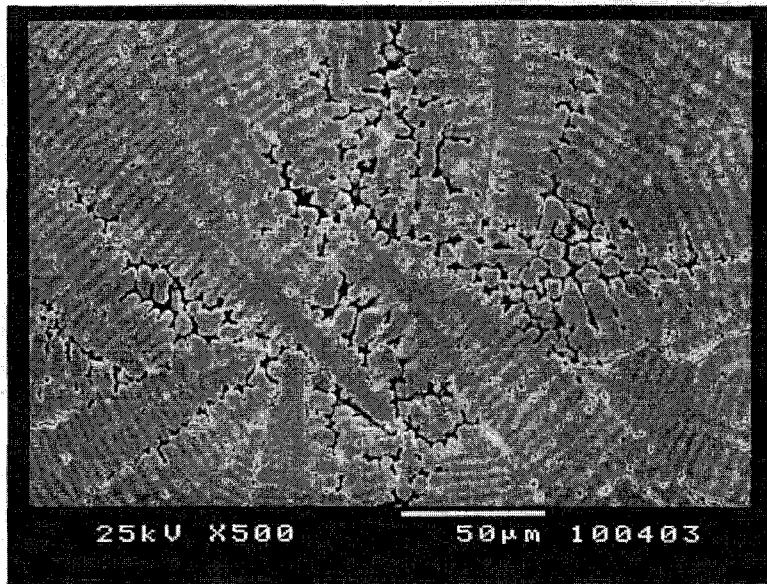
Deneysel sonuçlar 6. bölümde yapılan çalışmaların sırasını takip ederek aşağıda verilmiştir.

7.1. Örnek Alaşımların Mikroyapısal Özellikleri

Şekil 7.1 ve 7.2.'de örnek alaşım 1'e ait döküm mikroyapısı farklı büyütmelerde sergilenmiştir. Alaşım yaklaşık 6 mm çapında, 10 mm yüksekliğinde silindirik formda küçük külçeler şeklindedir.

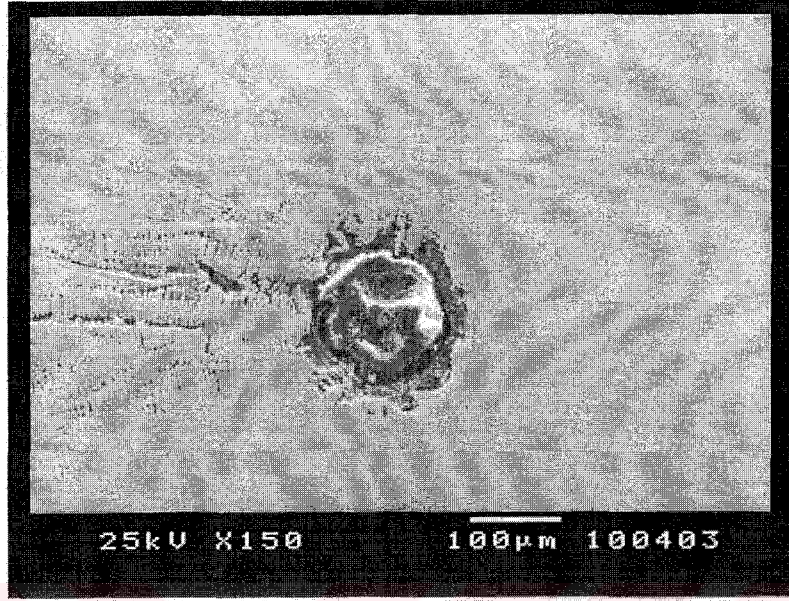


Şekil 7.1. 100 büyütmede örnek alaşım 1'e ait döküm mikroyapısı.

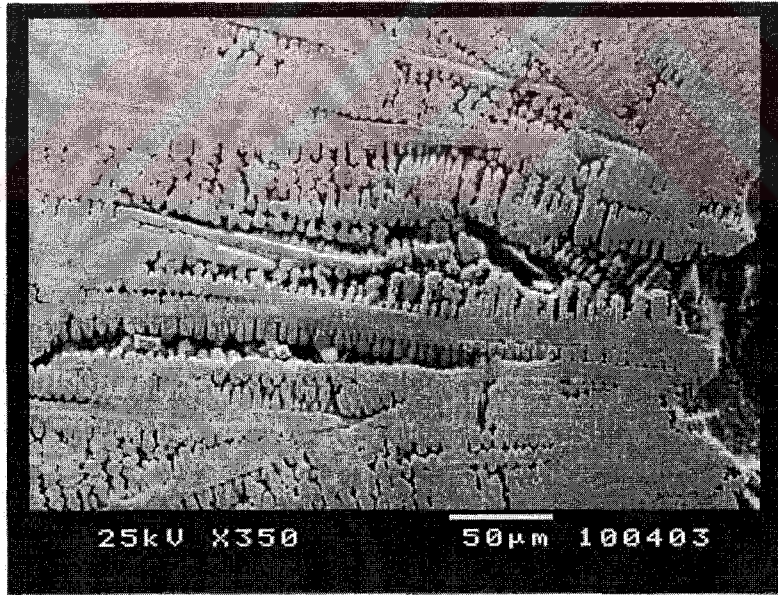


Şekil 7.2. 500 büyütmede örnek alaşım 1'e ait döküm mikroyapısı.

Şekil 7.3. ve 7.4’de örnek alaşım 2’ye ait döküm mikroyapıları görülmektedir. Bu alaşım da alaşım 1 gibi silindirik formda küçük külçeler şeklindedir.



Şekil 7.3. 150 büyütmede Örnek alaşım 2’ye ait döküm mikroyapısı.



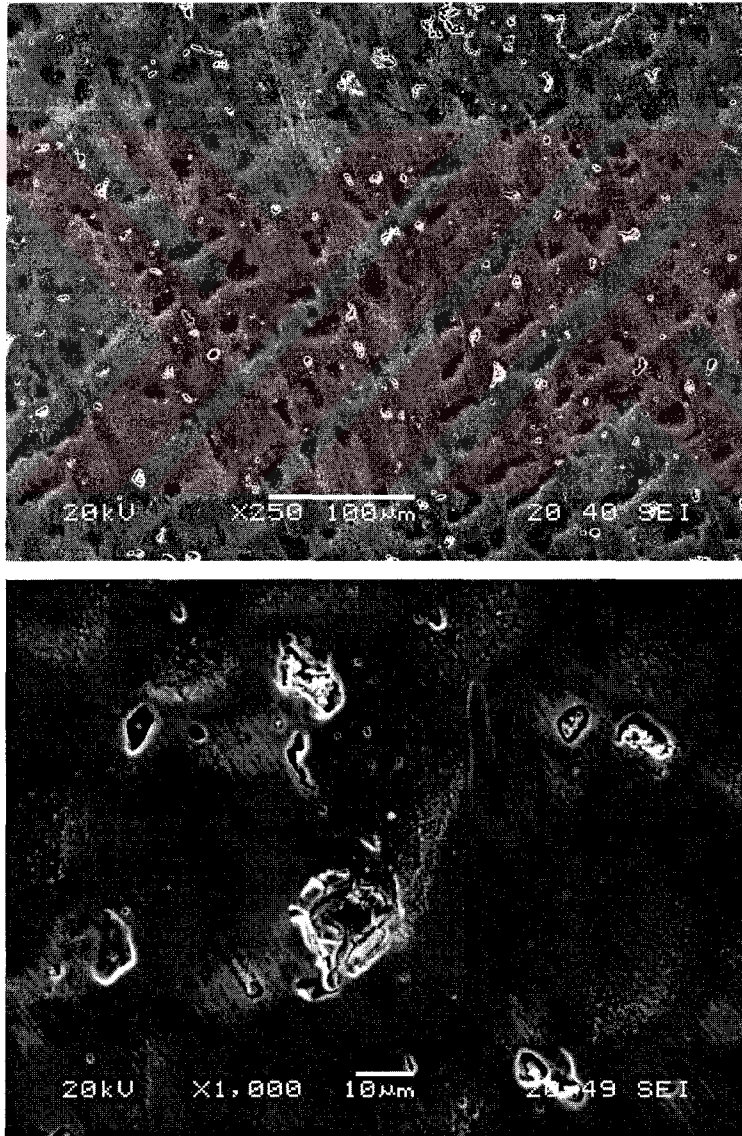
Şekil 7.4. 350 büyütmede Örnek alaşım 2’ye ait döküm mikroyapısı

Örnek alaşımların döküm mikroyapıları incelendiğinde; kenardan merkeze doğru yönelmiş iri kolonsal dentritlerin olduğu görülmektedir. Katılaşmanın alaşımın merkezinde sonlanması sonucu bu bölgede alaşım elementlerinin önemli oranda zenginleştiği ve büzülme boşluklarının buralarda teşekkül ettiği gözlenmektedir. Bu yapılar katılaşmanın radyal (yanal) ısı transferi ve yüksek sıcaklık gradyanı varlığında gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Sözonusu şartlar kokil kalıplarda ve uzun etekli sürekli/yarı sürekli döküm kalıplarında oluşmaktadır. Bu alaşımlar büyük olasılıkla bu iki yöntemden birisi ile üretilmiştir. Kalıbın kalıcı olması ve yolluk, besleyici gerektirmemesi, maliyeti ve araişi olarak adlandırılan geri dönen (yolluk, besleyici şeklinde) malzeme miktarını azaltmaktadır.

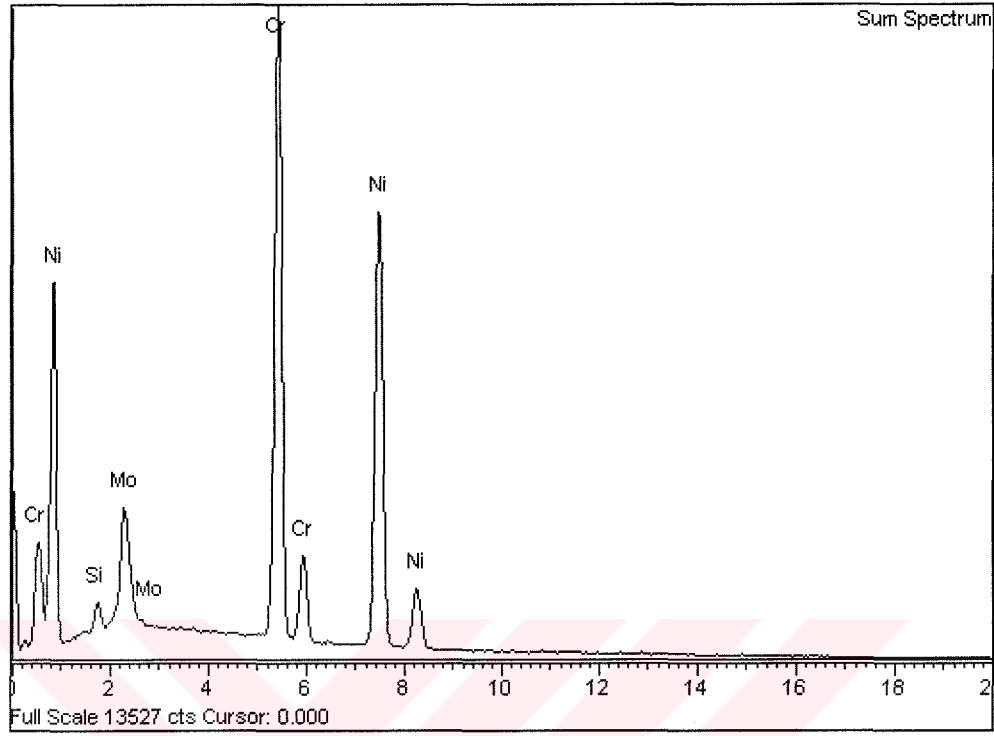
7.2. Dereceli Hassas Döküm Kalıba Dökülen Numunelerin Mikroyapısal Özellikleri

Öncelikle örnek 1 ve örnek 2 nolu alaşımların mikroyapıları incelenmeye alınmıştır. Bu alaşımlar alındıktan sonra tekrar bir ergitme işlemine tabi tutulup dereceli hassas döküm kalıbına santrifüjlü döküm makinasıyla dökülmüştür. Şekil 7.5’de örnek alaşım 1’e ait mikroyapı sunulmuştur. Bu yapıda hücre ve tane sınırlarında ikincil fazlar vardır.



Şekil 7.5. örnek alaşım 1’e ait mikroyapılar.

Şekil 7.6'da örnek alaşım 1'de yapılan SEM EDS analiz sonuçları verilmiştir. Analiz değerleri, 1000 büyütmedeki mikroyapıdan elde edilen çizgi analizi değerleridir.



Şekil 7.6. Örnek alaşım 1'e ait SEM analizi element oranları grafiği.

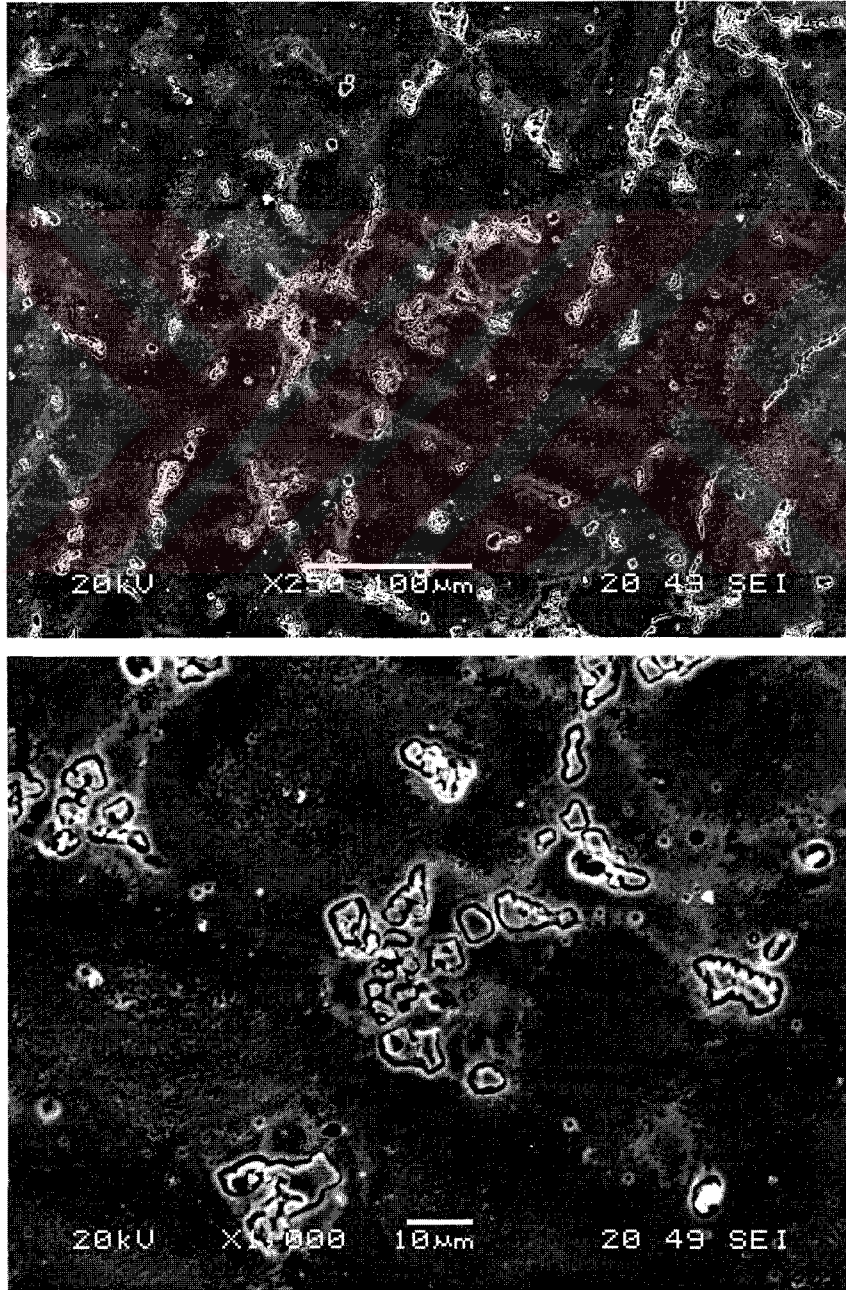
Çizelge 7.1'de örnek alaşım 1'e ait SEM analiz sonuçlarıyla kimyasal bileşim verilmiştir.

Çizelge 7.1. Örnek alaşım 1'e ait SEM analiz sonuçları ve kimyasal bileşimi.

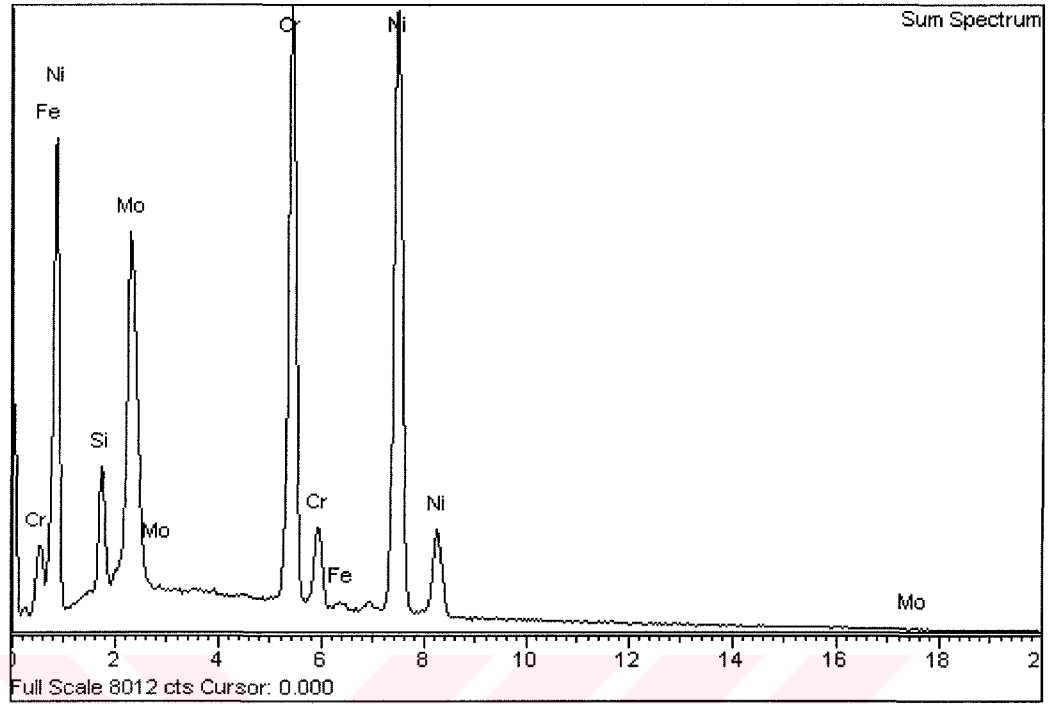
Element	Ağırlık yüzdesi (%)	Atomik yüzdesi (%)	Kimyasal bileşim (ağırlık %)
Si	1,06	2,15	1
Cr	37,16	40,65	22,5
Ni	54,72	53,01	65
Mo	7,05	4,18	9,5
Nb	---	---	1
Fe	---	---	0,5
Ce	---	---	0,5
C	---	---	max % 0,02

Örnek alaşım 1'e ait SEM analiz sonuçlarıyla, kimyasal bileşimi karşılaştırdığımızda, element oranlarında farklılık olduğu gözlemlenebilir ancak bu, 1000 büyütmede alınan görüntü üzerinde her ne kadar çizgi analizi yapılsa da, çizginin fazların daha yoğun olduğu bölgeye yerleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu fazlar kromca zengin fazdır.

Şekil 7.7.'de ağız içi implant malzemesi olarak kullanılan örnek alaşım 2'ye ait mikroyapılar görülmektedir. Şekil 7.8'de örnek alaşım 2'ye ait SEM analiz element oranları grafiği verilmektedir.



Şekil 7.7. Örnek alaşım 2'ye ait mikroyapılar.



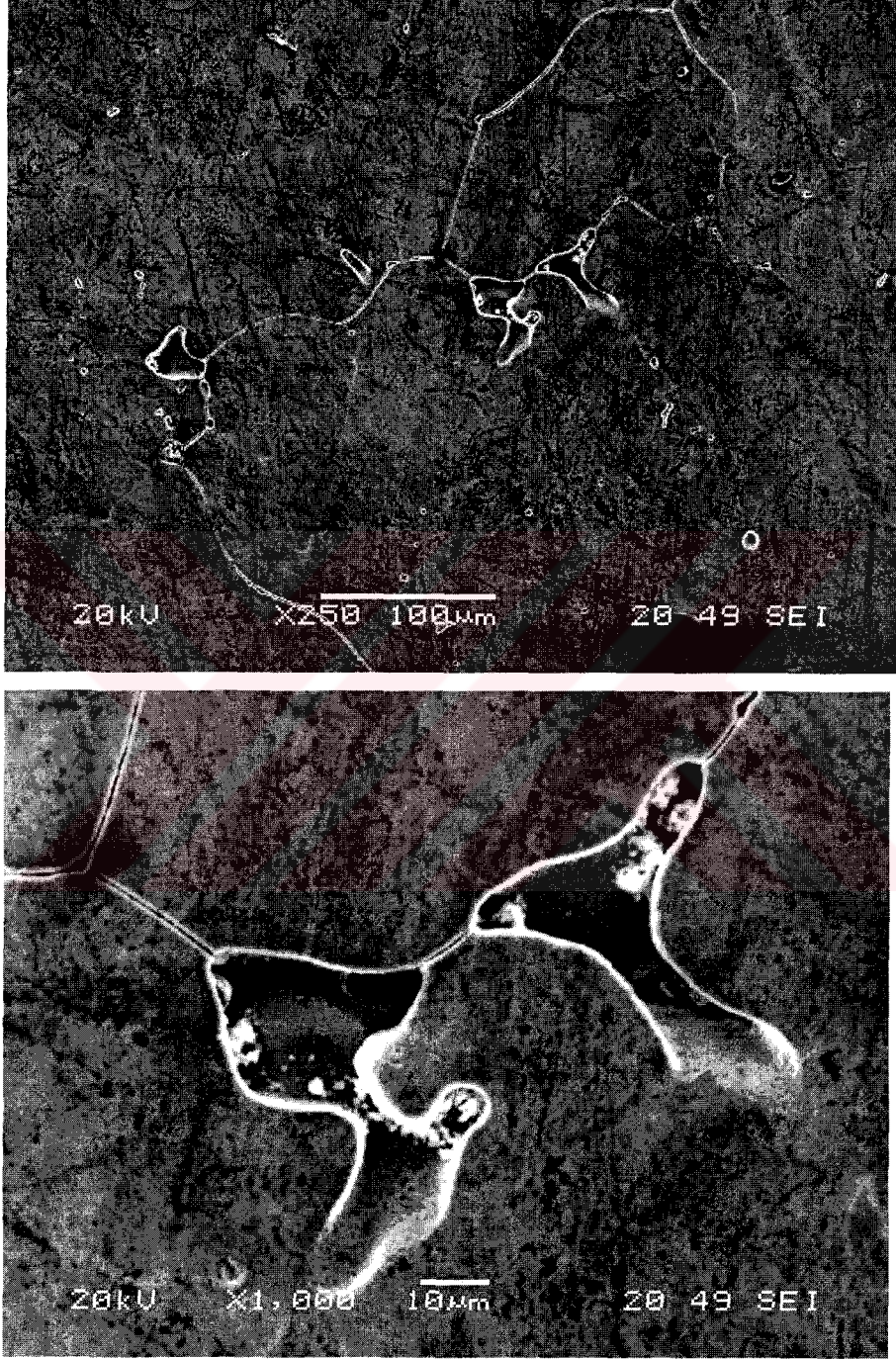
Şekil 7.8. Örnek alaşım 2'ye ait SEM analizi element oranları grafiği.

Çizelge 7.2'de örnek alaşım 2'ye ait SEM analiz sonuçları verilmektedir.

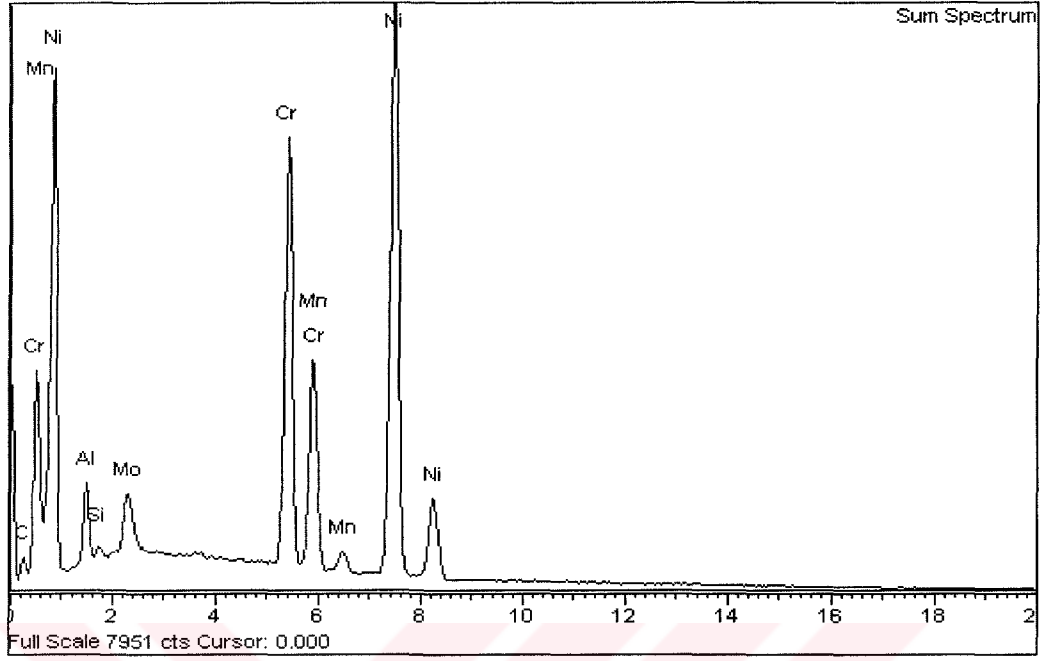
Çizelge 7.2. Örnek alaşım 2'ye ait SEM analiz sonuçları.

Element	Ağırlık yüzdesi (%)	Atomik yüzdesi (%)
Si	3,29	6,83
Cr	25,72	28,86
Fe	0,32	0,34
Ni	54,45	54,11
Mo	16,23	9,87

Şekil 7.9.'da spektrometre kontrollü olarak analizi yapılamayan seramik kabuğa döküldükten sonra yeniden ergitilip santrifüjlü döküm makinasında dökülmüş alaşıma ait mikroyapılar verilmiştir. Şekil 7.10'da Polymetal'e ait SEM analizi element oranları grafiği verilmektedir.



Şekil 7.9. Polymetal'e ait mikroyapılar. (seramik kabuğa döküldükten sonra yeniden ergitilmiş).



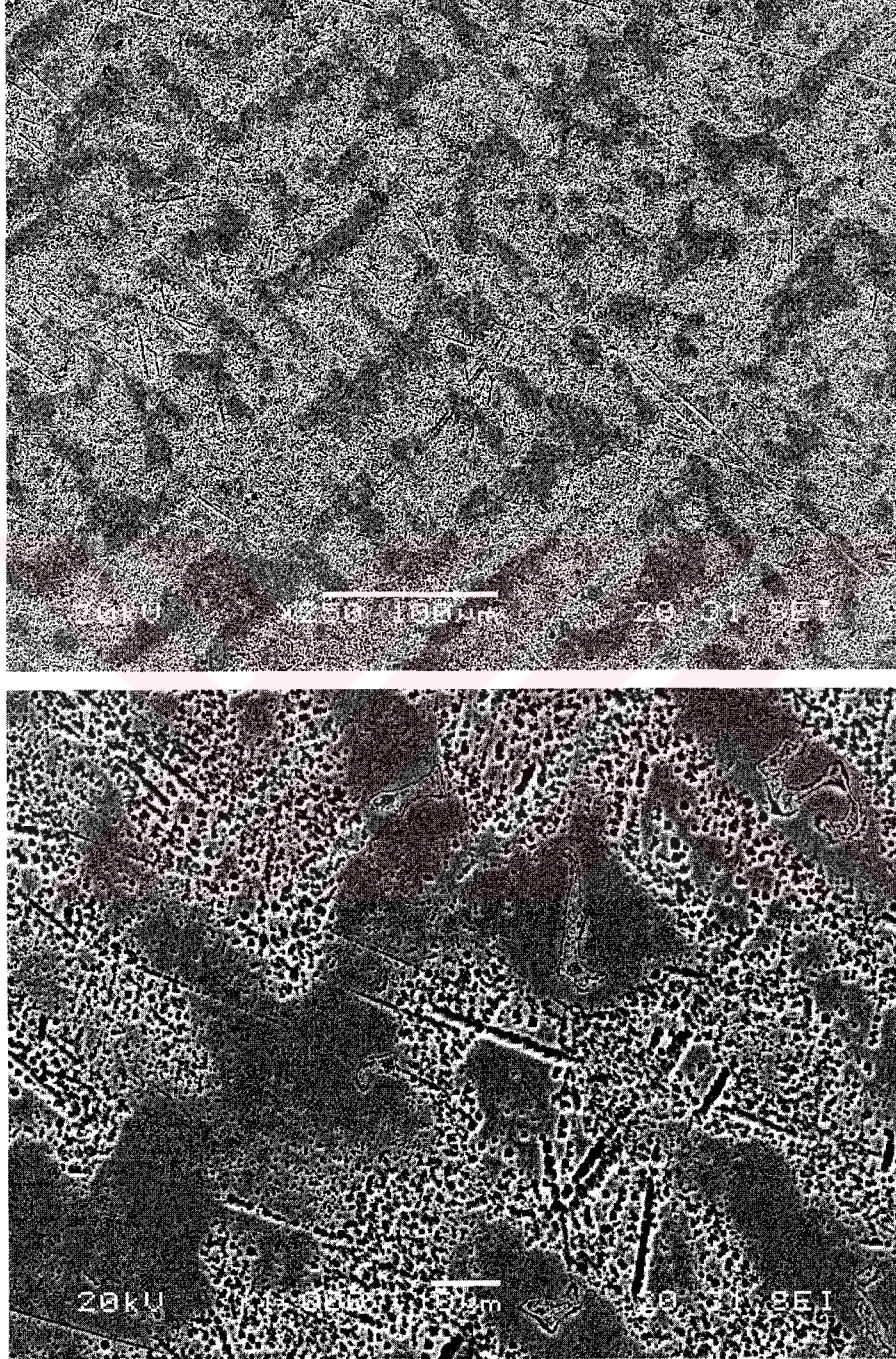
Şekil 7.10. Polymetal'e ait SEM analizi element oranları grafiği.

Çizelge 7.3. Polymetal'e ait SEM analiz sonuçları.

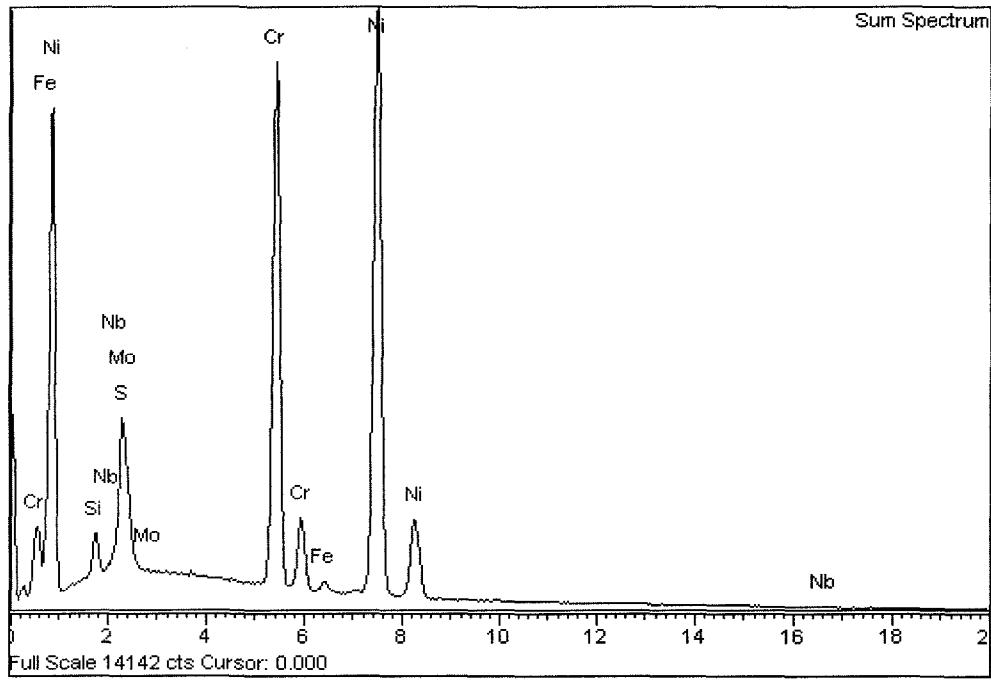
Element	Ağırlık yüzdesi (%)	Atomik yüzdesi (%)
C	3,23	13,32
Al	3,09	5,68
Si	0,35	0,62
Cr	20,81	19,82
Mn	9,13	8,23
Ni	59,97	50,58
Mo	3,42	1,77

Polymetal Döküm 1 isimli numune spektrometre kontrollü olarak, 1 nolu Örnek alaşım hedef alınarak dökülmüştür. Ancak 1 nolu örnek alaşımın bileşiminde bulunan %0,5'lik Ce ilavesi

yapılamamıştır. Şekil 7.11.'de Polymetal Döküm 1 numunesine ait mikroyapılar verilmiştir. Şekil 7.12'de polymetal döküm 1'e ait SEM analizi element oranları grafiği verilmiştir.



Şekil 7.11. Polymetal Döküm 1'e ait mikroyapılar



Şekil 7.12. Polymetal Döküm 1'e ait SEM analizi element oranları grafiği.

Çizelge 7.4'de polymetal döküm 1'e ait SEM analiz sonuçları ve kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.4. Polymetal Döküm 1'e ait SEM analiz sonuçları ve kimyasal analiz sonuçları.

Element	Ağırlık yüzdesi (%)	Atomik yüzdesi (%)	Kimyasal analiz (ağırlık %)
Si	1,38	2,84	1,111
S	0,13	0,24	0,013
Cr	26,20	29,16	25,346
Fe	0,61	0,63	0,668
Ni	62,40	61,50	62,55
Nb	1,15	0,71	0,938
Mo	8,13	4,90	9,008
C	---	---	0,024
Mn	---	---	0,186

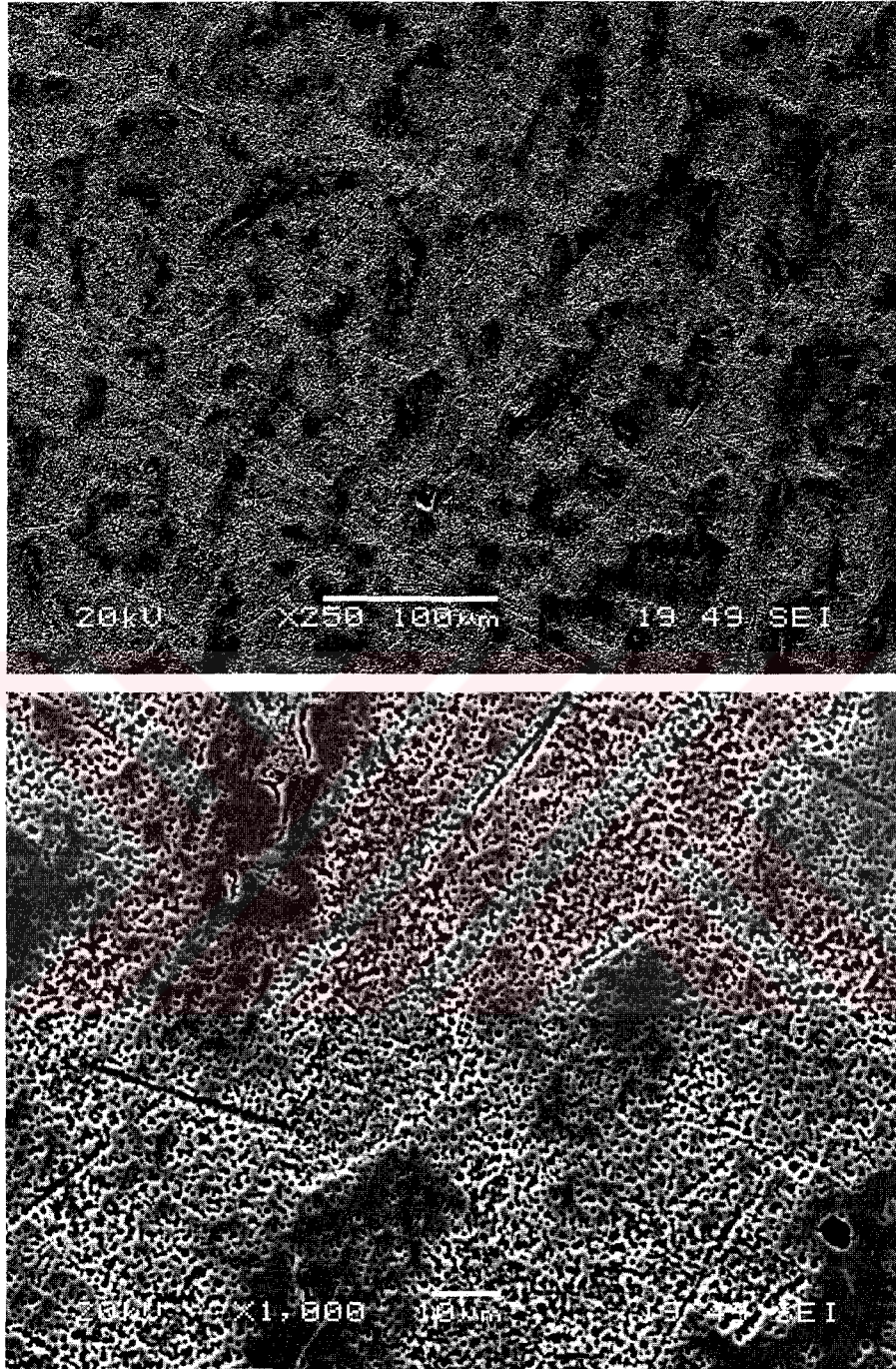
Polymetal Döküm 1 alaşımına ait spektral kimyasal analiz sonuunda eser miktarda wolfram, vanadyum, fosfor, alüminyum, kobalt, bakır, kalay, titanyum, bor, magnezyum, zirkon ve kurşun'a rastlanmıştır.

Polymetal Döküm 1 alaşımının SEM analiz sonuçlarıyla kimyasal analiz sonuçlarının aynı olduğu ancak, eser elementlerin oranlarındaki küçük değişikliklerin çizgi analizinde, çizginin uçlarının fazların yoğun olduğu bölgeye denk gelmesinden kaynaklanmaktadır. Bu alaşımda faz dağılımı önceki alaşımlara göre daha homojen olduğundan analiz sonuçlarında farkedilir bir değişiklik gözlenmemiştir.

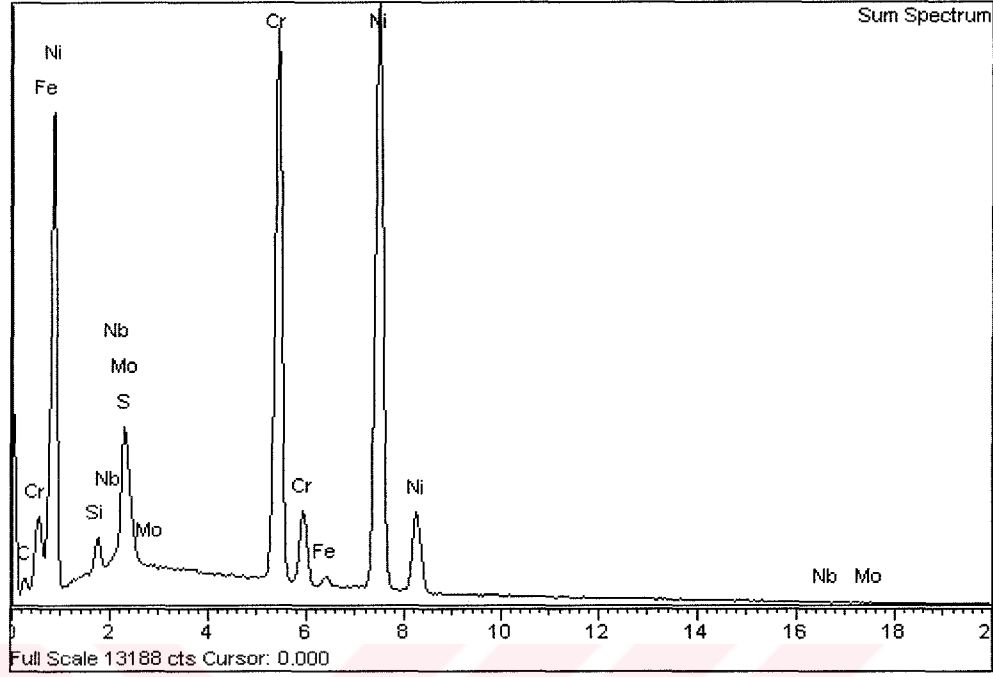
Bu malzemeyi, alaşımlandırma sırasında herhangi bir malzeme kaybı olmamıştır. Saf Nb elementi bulunamadığından, %65'lik ferroniyobyum kullanılmıştır. Ferroniyobyumdan gelen Fe, alaşım içindeki demir oranını yükselterek, örnek alaşım 1'deki %0,5 değerinin üzerine çıkmıştır.

Alaşım hazırlanırken, nikel küçük bilyeler halinde, krom küçük parçacıklar halinde, molibden yuvarlak ince plakalar halinde potaya atılmıştır. Molibden, diğer metaller ergidikten sonra sıvı metalin içine atılmıştır. Aksi halde molibden metali yanarak malzeme kaybına neden olmaktadır.

Polymetal Döküm 2 adlı numune spektrometre kontrollü olup Polymetal Döküm 1 adlı numuneden sonra bileşimler kontrol edilerek alaşımlanan yeni bir dökümdür. Şekil 7.13'de Polymetal Döküm 2'ye ait mikrotapılar görünmektedir.



Şekil 7.13. Polymetal Döküm 2'e ait mikroyapılar.



Şekil 7.14. Polymetal Döküm 2'ye ait SEM analizi element oranları grafiği.

Çizelge 7.5. Polymetal Döküm 2'ye ait SEM analizi ve kimyasal analiz sonuçları.

Element	Ağırlık yüzdesi (%)	Atomik yüzdesi (%)	Kimyasal analiz (ağırlık %)
C	1,53	6,94	0,026
Si	1,11	2,16	1,117
S	0,14	0,24	0,014
Cr	26,89	28,21	23,932
Fe	0,62	0,60	0,601
Ni	61,57	57,21	63,39
Nb	0,76	0,44	0,931
Mo	7,38	4,19	9,670
Mn	---	---	0,155

Polymetal Döküm 2 alaşımına ait spektral kimyasal analiz sonucunda eser miktarda fosfor, wolfram, vanadyum, alüminyum, kobalt, balır, kalay, titanyum, bor, magnezyum, zirkon ve kurşun'a rastlanmıştır.

7.3. Mekanik Özellikler

7.3.1. Çekme ve Sertlik Özellikleri

Bu bölümde 1 nolu örnek alaşım, 2 nolu örnek alaşım, seramik kabuğa döküm alaşımı, polymetal alaşımı, polymetal 1 nolu alaşım ve Polymetal 2 nolu alaşıma çekme testleri yapılmış ve sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 7.6. Alaşımların Çekme ve Sertlik Özellikleri.

Döküm No	Alaşım	Sertlik (HV)	Çekme Dayanımı(N/mm ²)	Elastisite Modülü(N/mm ²)
1	Seramik Kabuğa Döküm	321	678	2212
2	Seramik Kabuğa Döküm yeniden ergitilmiş	240	544	2324
3	Polymetal 1 (spektrometre kont.)	206	462	2272
4	Polymetal 2 (spektrometre kont.)	223	528	2868
5	Örnek Alaşım1	224	534	2467
6	Örnek Alaşım 2	233	452	2597

Çizelge 7.6.'da sunulan elastisite modülü değerleri , çekme sürecinde aparatın çenelerden sıyrılması sonucu güvenilir bir şekilde elde edilememiştir. Çekme dayanımları ve sertlik değerleri büyük bir paralellik göstermektedir.

1 Nolu dökümün sertliğinin yüksek olmasının nedeni seramik kabuğa dökülmesi ve katılaşmanın hızlı olmasından kaynaklanmaktadır. 4 ve 5 nolu dökümlerin, sertlik ve çekme dayanımı değerlerinin aynı olduğu görülmektedir.



8. GENEL SONUÇLAR

Alaşımlar incelendiğinde, bunların korozyona karşı çok iyi direnç gösterdikleri, en şiddetli saf asitlerle bile 10-15 dk içerisinde ancak dağlanabildikleri görülmüş olup, bunun da %29'lara kadar varan kromun pasifleştirici etkisinden kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Alaşımların çekme dayanımlarının 450-550 N/mm² aralığında değiştiğini, bu değerlerin de katalog değerleri içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Kobalt bazlı alaşımlara ait standartlarda verilen özellikler yüksek olup döküm yöntemi belirtilmemiştir. Diş alaşımlarının diş laboratuvarlarında dökülmesi gerektiği gözönünde bulundurularak, alaşımlar dişçilerin kendi kalıplarına, santrifüjlü döküm makinasıyla dökülmüş ve elde edilen çekme değerlerinin yine diş laboratuvarlarında aynı yöntemle dökülen örnek alaşımlarla paralellik gösterdiği görülmüştür.

Sertlik değerleri mikrosertlik cihazı ile ölçülüp, Vickers (HV)'e çevrilmiştir. Sertlik değerleri 206 HV ile 240 HV arasında değişmektedir. Alaşımlar içinde sertlik ve çekme değerleri sonuçlarında küçük dalgalanmaların olmasının nedeni, diş laboratuvarında, model yolluk ve besleyicilerin düzgün bir şekilde yapılamaması sonucu beslemenin tam olarak sağlanamaması, dolayısıyla dökümlerde gözenek meydana gelmesi, ayrıca her alaşımların kimyasal bileşimindeki küçük farklılıklardır.

9. ÖNERİLER

Diş alaşımları ağız içinde kullanılan alaşımlar olduklarından, üretimi çok dikkat istemektedir. Alaşımı imal eden kişinin, gelişmede ve üretimde dikkat etmesi gereken hususları üç kategoride inceleyecek olursak;

Alaşımların Bileşimi;

- Metalurjik olarak; metallerin karıştırma özellikleri, kullanılan malzemelerin özellikleri (metalin nerden geldiği, saflık derecesi vs..)
- Ekonomi; Saf metallerin fiyatı, imal masrafları ...

Diş teknik laboratuvarlarındaki işlemi;

- Kullanma; alaşımların ergitme sıcaklıkları ve döküm aralığı
- Güveni; alaşımların cilalanma özelliği ve döküm hassasiyeti

Fonksiyon;

- Ağız içinde dayanıklılık; ağız içinde rengini değiştirmeme dayanıklılığı, aşınmaya karşı dayanıklılık
- Biyouyumluluk; farmakolojik ürünlerle bir temas halinde bir sakıncası olmaması gerekir.

Diş alaşımlarının üretimi için aşağıdaki testlerin de mutlaka yapılması gerekmektedir.

Biyouyumluluk;

- NBT dirimsel renk verme ile hücre zehirlilik testi
- Tarım yayım ile selül zehirlilik deneyi
- AMES ile değişim deneyi (mutasyon olup olmadığı)

Aşınmaya dayanıklılık;

- Genel aşınma
- Artı enerji potansiyeli ölçme
- Polarizasyon direnci ölçme
- Anodik ve katodik polarizasyon eğrisini ölçme
- Aralık korozyonu potansiyelini ölçme

Rahat kullanılabilirlik;

- Ergitme aralığı
- Döküm deneyi
- Akış yeteneği deneyi

- Oksitle davranış deneyi
- Cila deneyi
- İşleme yanılma payı;
- Ergitme ve dökümden sonra mikroyapı incelenmesi
- Döküm hassasiyeti
- Döküm
- Termal genleşme katsayısı
- Aurofil MP/Bonding
- Yanma derecesinde sağlamlılık
- Lehimlenebilme
- Mekanik Özellikler;
- Çekme deneyi
- Sertlik ölçme deneyi



KAYNAKLAR

Alloy Phase Diagrams, ASM Handbook Volume 3, (1992), 3.45

American Dental Association Specification No 14 for Dental Chromium-Cobalt Casting Alloy, (1971), Guide to Dental Materials and Devices

Burgaz, S., Demircigil G. Ç., Yılmaz, M., Ertaş, N., Kemalöğlu, Y., Burgaz, Y., (2002), "Assessment of Cytogenetic Damage in Lymphocytes and in exfoliated nasal cells of dental laboratory Technicians Exposed of Chromium, Cobalt and Nickel", 47-56, Gazi University, Ankara

Craig, R. G., (1996), "Restorative Dental Materials", Department of Biologic and Materials Sciences, The University of Michigan School of Dentistry, Ann Arbor, Michigan, 410-412

Eftekhari, A., (2003), "Fractal Study of Ni-Cr-Mo Alloy for Dental Application: Effect of Beryllium", Electrochemical Research Center, 343-348,

Faccenda, V., (1996), "Alçı Döküm Makinası Teknolojisindeki Gelişmeler", Gold Technology, Sayı 20, 3-9

Greener, E. H., Harcourt, J. K., Lautenschlager, E. P., "Material Science in Dentistry", 209-210

Horton, P. J., (2000), "Investment Powders and Investment Casting", Gold Technology, Issue No:28, 12-17

Hugot, A., Goff, L., Joiret, S., Abourazzouk, D., (1997), "Raman Investigation of Crevice Corrosion in Nickel-Chromium Dental Alloys Containing Beryllium", 53-62, France

Hudis, M. M., (1977), "Dental Laboratory Prosthodontics", Department of Denture Prosthesis, New York University College of Dentistry, 221, W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto

Mccabe, J. F., Nayır, E., (1999), "Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi", 53-58, İstanbul

McGregor, D. B., Baan, R. A., Partensky, C., Rice, J. M., Wilbourn, J. D., (1999), "Evaluation of Carcinogenic Risks to Human Associated with Surgical Implants and other Foreign Bodies-A Report of an IARC Monographs Programme Meeting", 307-313, France

Nayır, E., Şen, D., Pamuk, S., (1995) "Dişhekimliği Metal ve Alaşımlarına Karşı Oluşan Yan Etkiler", Dişhekimliğinde Klinik, İ.Ü. Dişhekimliği Fak. Protez A.D. Çapa 59-69, İstanbul

Noort, V. R., (1994), "Introduction To Dental Materials", School of Clinical Dentistry, Department of Restorative Dentistry, University of Sheffield, 198-199, UK

O'Brien, W. J., (1989), "Dental Materials: Properties and Selection", Department of Biological and Materials Science Laboratory, School of Dentistry, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 363-372

Rusforth, R., (2000), "Don't Let Nickel Get Under Your Skin-The European Experience", Gold Technology, Issue No:28, 2-10

Ullmann's Encyclopedia Of Industrial Chemistry, Fifth Completely Revised Edition Volume A8, Dental Materials, 261

Ünal, A., "Biyomedikal Malzemeler" Ders Notları, 71, İstanbul

World Gold Council, (WGC), (1995), "Investment Casting –Altın Takı Üreticileri için Alçı Döküm", 19-20

Yaman, B., (2002) "Demir Dışı Alaşımların Dereceli Hassas Dökümünde Kullanılan Kalıp

Malzemeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Kimya-Metalurji Fakóltesi, YTÜ, 41-45

İnternet Kaynakları

[1] <http://www.brooks.af.mil/dis/DMNOTES/Prosalloys.pdf>



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	28.11.1977	
Doğum yeri	Diyarbakır	
Lise	1989-1994 1994-1996	Diyarbakır Mareşal Fevzi Çakmak Anadolu Lisesi Kırıkkale Anadolu Lisesi
Lisans Fakültesi,	1997-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Metalurji Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2004	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Müh. Anabilim Dalı, Malzeme Programı

