

# DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN Cr-Co ESASLI ALAŞIMLARIN SANTRİFÜJ DÖKÜM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

*Tijen ÖVER, Ahmet ÖZEL, Mehmet DURMAN*

**SAÜ. Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh. Böl.  
54040 Esentepe Kampusu, Sakarya, TÜRKİYE**

## ÖZET

Günümüzde, diş hekimliğinde çok çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bunların içinde kıymetli-kıymetsiz metaller önemli bir yer tutmaktadır. Bu metallerin dökümünde yöntem olarak hassas döküm yöntemi cihaz olarak da santrifüj döküm makineleri kullanılmaktadır. Fakat üretimde santrifüj döküm parametrelerinin belirlenmemiş olması, dökümlerde hata oranlarının artmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada; devir hızı ve bu hıza çıkış süresi değiştirilebilen yeni bir santrifüj döküm makinesi imal edilmiş ve bu makine ile gerçekleştirilen dökümlerde maksimum devir hızı ve maksimum devir hızına ulaşma süresi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ve sonuç olarak maksimum devir hızı 600 devir/dak., maksimum devir hızına ulaşma süresi olarak da 0.2 sn. belirlenmiş ve en verimli dökümler gerçekleştirilmiştir.

## ABSTRACT

Today, a number of materials are used in the dental field. These materials are plastics, porcelains, wax, precious and non precious metals. Precious metals used in the dental field are very expensive, therefore the scientists studied a number of studying to obtain non precious metals used in this area and succeeded after 1930's.

Investment casting techniques are used in producing both precious and non precious metals. The investment casting machine is commonly used. But, parameters in this technique were not determined. In this study, casting parameters for casting made by centrifugal technique are found. Cr-Co base alloys are used for testing. The best casting obtained in maximum rate of 600 (turn/min) and time of 0.2 s which is the time to reach maximum rate.

**Keywords:** Centrifugal casting, investment casting, implant materials.

## I. DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN MALZEMELER VE SINIFLANDIRILMASI

Diş hekimliğinin her çalışına alanında metallerin önemli yeri bulunmaktadır. Çünkü; diş hekimliğinin her dalında kullanılan çeşitli araçlar genellikle metallerle imal edilmişlerdir. Bunların yanısıra cerrahide kullanılan iğneler, teller ve şineler tedavide kullanılan amalgam ve inley dolgu maddeleri, ortodontide kullanılan bağlar ve daha birçok örnekler metal ana yapısına sahiptirler. Diş hekimliğinde kullanılan metaller, bazen saf olarak bazen de alaşımlar halinde kullanılırlar[1,2]. Dişçilikte kullanılan başlıca alaşımlar, altın alaşımları, paladyum alaşımları ve Co, Cr veya Ni-Cr gibi çeşitli kimyasal değişiklik göstermeyen metal alaşımlardır. Saf veya alaşımlar halinde kullanılan bu metaller kıymetli ve kıymetsiz iki ana grupta toplanmaktadır[3,4].

### I.1. Diş hekimliğindeki metal alaşımlarından istenilen özellikler

Diş hekimliğinde özellikle döküm yapılarak kullanılan metallerin hemen hemen tümü alaşımlar halinde kullanılmaktadır.

Alaşım seçimi çok sayıda faktörler ele alınarak yapılır. Maliyet, bugün artan altın fiyatları göz önünde bulundurulduğunda önemli bir faktördür. Diğer faktörler, alaşımın bio uygunluğu, korozyon ve kararmaya dayanıklılığıdır. Bunlar özellikle dişçilik uygulamalarına uygun alaşım aralığını sınırlayan faktörlerdir.

Sertlik, tasarım ve alaşımın elastik modülünün her ikisinin sonucudur. Elastik modül, arttıkça sertlikte artacaktır. Bu parçalar aynı zamanda büyük yüklere maruz kalırlar ve bu yüzden sürekli deformasyona karşı koymaya gereksinim duyarlar. Böylece geniş özellik aralıklarıyla alaşımların bu çeşitli istekleri karşılanması gerekir.

Kullanılan alaşımların ağız ısısından ve ağız kimyasal ortamından etkilenmemesi istenir [5,6]. İskelet protezler için, genelde Krom-Kobalt-Molibden alaşımları kullanılmaktadır. Firmaya göre, değişen bazı katkı maddelerinin bulunması normal olmakla birlikte, iskelet protezlerin ana maddeleri bunlardır.

Co-Cr alaşımları 1930'larda ilk olarak dişçilik uygulamaları için tanıtılmıştır.

- Diş dökümlerinde bu alaşımları kullanmanın avantajı hafif olmaları ve çok iyi mekanik özellik göstermeleridir. Alaşımlar kromun pasifize etme etkisinden dolayı altın alaşımlar kadar korozyona dayanıklıdır. Elbette altın alaşımlarından daha da ucuzdur. Bu nedenlerle bu alaşımlar dişçilik için büyük ölçüde önemlidir.

Bu alaşım tipinin dezavantajı dişçilik araçlarının üretim aşamasındaki karmaşıklığıdır. Yüksek ergime sıcaklığı döküm için gaz alevi kullanımını engeller. Aşırı sertliği döküm işleminden sonra özel temizleme ve düzleştirme teçhizatı kullanımı istemektedir. Genellikle Kobalt-krom sisteminde kobalt % 70 ve krom % 30 oranlarındadır [1,3,4].

## II. DIŞ ALAŞIMLARININ DÖKÜLEBİLİRLİK TESTLERİ

Diş üretim ve bakımında kullanılmaya uygun olan döküm alaşımlarının çoğu şu anda dişçilik işleri ile uğraşanların hizmetindedir, yeni alaşımlarında bunların kullanımı için gerekli materyal, ekipman uygulama teknikleri ile birlikte bulunmasına hızla devam edilmektedir. Her yeni buluşta bu materyal ve ürünleri kullananlar için döküm sırasında çıkacak değişimleri değerlendirmede uygulanacak karmaşık olmayan basit metotların geliştirilmesi ve döküm işleminde iyi sonuç alınabilmesi için en uygun şartların tespit edilmesi gerekmektedir.

Dişçilikte kullanılan metal alaşımlarının dökülebilirlik yeteneğini (döküme elverişli olup olmadığını) tespit

etmek için çeşitli metotlar ortaya sürülmüştür [7]. Halen belirlenmiş sınıflandırma sistemi bulunmamasına rağmen, en az üç çeşit dökülebilirlik testi mevcuttur. Bu kategoriler; abstract test (dişsel olmayan paternler), simulation test (ideal dişsel restorasyon paternleri) ve Replica test (dişsel restorasyon paternleri) [6]. ASGAR (1973), Sorensen ve İngersoll (1966), Vincent et al. (1977), Preston ve Berger (1977), Nielson ve Shalita (1977) ve Barreto et al. (1980), Whitlock ve Arkadaşları (1981) 'de alaşımların döküme uygunluğu konusunda incelemeler yapmışlardır.

Araştırma geliştirme işlerinde çalışanlarla diş döküm alaşımlarını kullananlara yararlı olabilmesi için bir alaşımın döküme uygun olup olmadığını değerlendirmede uygulanacak metot aşağıdaki özellikleri içermelidir.

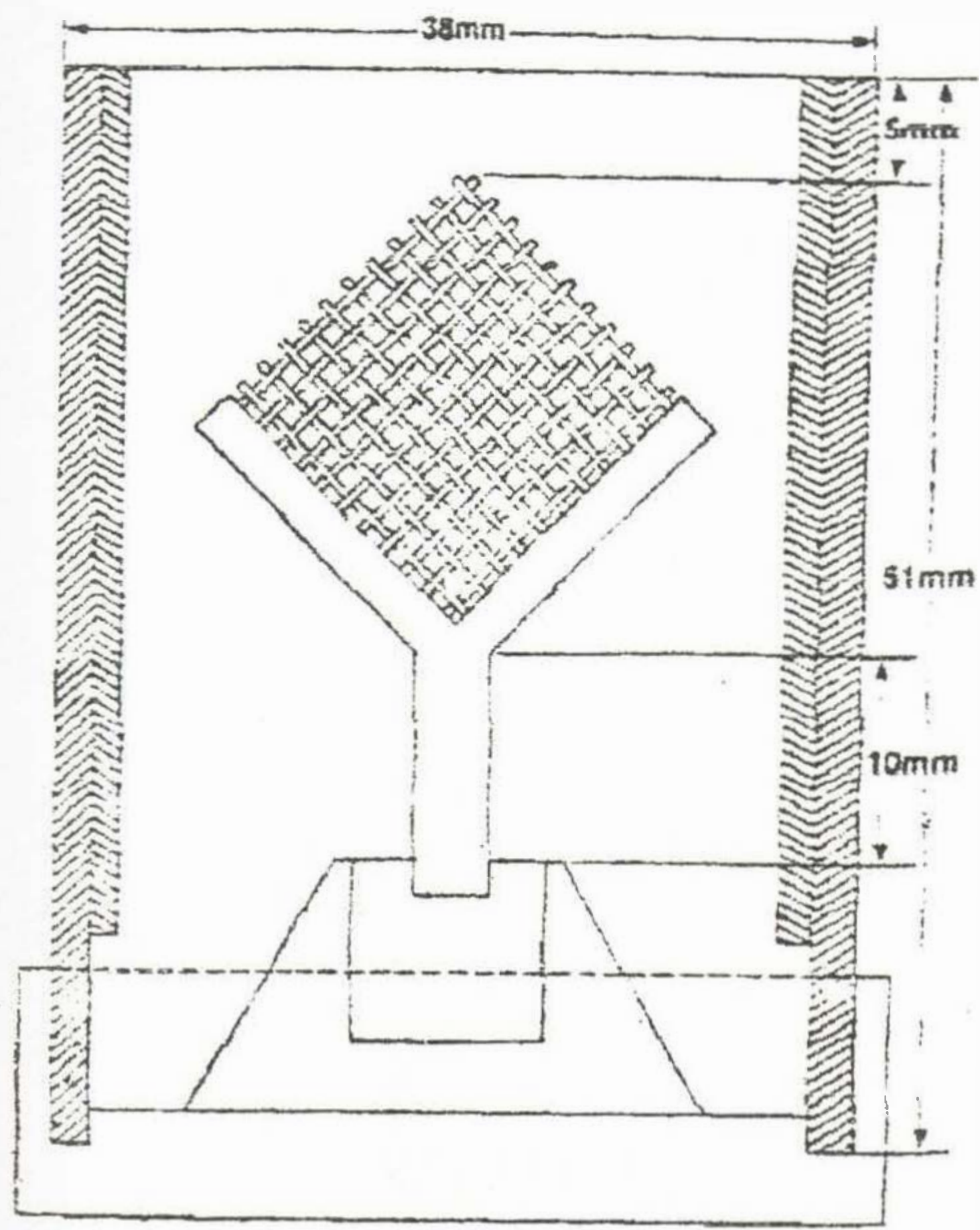
- 1) Uygulanacak metot bir alaşımın kalıbı doldurabilme ölçüsü hakkında yeteri kadar bilgi vermelidir.
- 2) Metot dişçilikte genel olarak kullanılmakta olan ekipman ve materyalle yürütülebilmelidir.
- 3) Deneysel şartlar, dişçilerin kullandığı protez laboratuvarlarındaki şartlara benzer olmalıdır.
- 4) Model ve kalıp kolaylıkla üretilebilmelidir.
- 5) Elde edilecek döküm parçasını değerlendirme şekli hislerin etkisine dayanmayan ve karmaşık ölçü aletlerine ihtiyaç göstermeyen cinsten olmalıdır.
- 6) Uygulanacak metot, materyale, sıcaklığa, kullanılacak tekniğe ve bir alaşımın döküme uygunluğunu etkileyebilecek diğer değişkenlere karşı hassas olmalıdır (Bütün olaylardan etkilenmeyecek tipten olmalıdır) [7].

### II.1. Whitlock Testi

1981'de Whitlock ve arkadaşları çeşitli şekillerdeki numunelerle deneyler yapmışlar. 18 ölçülü polyester ağ paternleri şeklindeki abstract testinin kullanılmasını önermişlerdir. Bu sayede dökülebilirlik değeri  $C_v$  elde edilmiş ve böylece alaşımın dökülebilme kabiliyetine değer biçilmiştir [7].

Dökülen numuneye sayısal bir döküme uygunluk değeri verme işlemi aşağıdaki gibi yürütülmüştür. Burada sonuçları rapor edilen dökümde 100 adet kare şeklinde deliği ve 220 parçası olan No:18 elek bezi kullanılmıştır (Şekil 1). Sağlam (bütün) olarak çıkan döküm parçacıkları sayılmış ve döküme uygunluk değerini ( $C_v$ ) yüzde cinsinden elde etmek için bu sayı 220'ye bölünüp 100 ile çarpılmıştır.

Yüzde olarak döküme uygunluk değeri ( $C_v$ ) = Sağlam çıkan döküm parçaları x 100 / 220



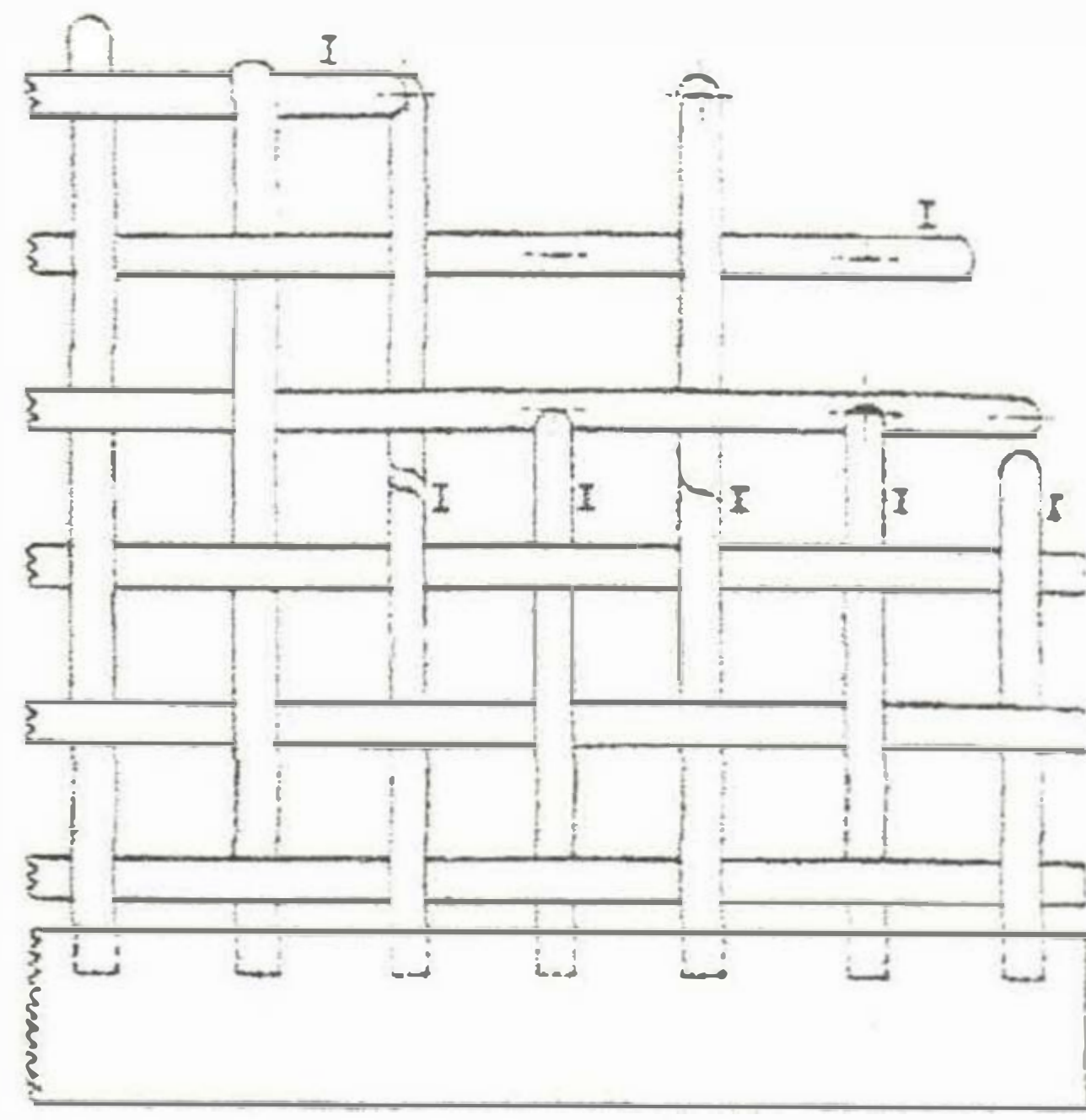
Şekil 1. Dökülebilirlik Modeli: Bu rapor edilen sonuçlar için Döküm çemberi ve 18 no elek. bezi kullanılarak elde edilen dökülebilirlik modeli.

Sağlam (bütün) ve noksan (tam kare şeklinde olmayan) parçaların tespiti için uygulanacak kriter Şekil 2.'de gösterilmiştir. Numune döküm parçasının değerlendirilmesi doğrudan kontrolle yapılabilir.

Döküme uygunluğu değerlendirmede sayma metodunun çokça görülebilen avantajı hassas ölçü aletlerine veya ekipmanlarına ihtiyaç olmayışındandır [7].

Whitlock ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bu deneyler neticesinde:

Üzerinde durulması gereken noktada elde edilen sonuçların tekrarlanabilirliğidir. Döküme uygunluk değeri ortalara yakın olan bir base metal alaşımı (C-II) bu özelliğini izlemek üzere beş ayrı zamanda dökülmüştür. Sonuçlardaki değişim istatistiksel bakımdan üzerinde durulmayacak kadar azdır, yani 0.01'da daha az değişiklik bulunmuştur [7].



Şekil 2. Dökülebilirlik Kriteri [7].

Dökme metalle diş onarımı gibi hızla genişleyen ve rekabet isteyen bir alanda geliştirilmiş materyal ve tekniklerin kullanılması konusunda sürekli olarak gayret sarf edilmesini beklemekte olasıdır. İşte bu nedenlerle, döküme uygunluğu tanımlayan bu metod sunulmuştur. Aşağıdaki gözlemler, bu çalışma veya incelemeye sonuçlarına dayanılarak elde edilmiş sonuçlardır.

Uygulanan test metodunun geçerliliğini (metodun uygun olduğunu) desteklemektedir.

- 1) Kullanılan hassas döküm kalıp malzemesinin tipi bazı alaşımların döküme uygunluğunda oldukça etkili olabilir.
- 2) Tahmin edileceği gibi kalıp ve döküm sıcaklığı döküme uygunluk değeri de artar.
- 3) Her alaşım için ideal bir kalıp ve döküm sıcaklık bölgesi bulunduğu bu bölgenin dışına kayıldığında döküme uygunluk değerlerinde biraz değişiklik gözlemlenebileceği bilinmelidir.
- 4) Her alaşım için ideal döküm sıcaklığını elde etmek üzere bu sıcaklığın bir miktar üstüne çıkmak (erimiş metali kızgın hale getirmek-süperheat duruma getirmek) gerekmektedir.
- 5) Kalıp sıcaklığını döküme uygunluk üzerinde etkisi bazı alaşımlarda oldukça fazla, bazılarında da daha azdır.
- 6) Döküme uygunluk üst sınır değerine yaklaştıkça ( $C_v = \% 100$ )  $C_v$ 'nin ortalama değerinden elde edilen standart sapma (S.D.) değeri azalacaktır. Bu nedenle bazı alaşımlarda standart sapmaların (S.D.) büyük çıkması o alaşımın dökümünde şartların biraz daha düzeltilmesi gerektiğini belirten iyi bir işarettir.

Yukarıda belirtilen gözlemlerden anlaşılacağı gibi, dişçilikte kullanılan alaşımların döküme uygunluk değerlerini karşılaştırırken kullanılan hassas döküm kalıp malzemesi, sıcaklıklar ve diğer birçok faktörler dikkate alınmalıdır [7].

### III. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### III.1. Kullanılan Döküm Cihazı

Literatür taramasından da anlaşılacağı üzere diş hekimliğinde kullanılan metallerin döküm parametrelerinin belirlenmesi hususunda bir bilgi eksikliği mevcuttur. Bu sebeple santrifüj dökümle yapılan bu dökümlerin üretiminde döküm parametrelerinin belirlenmesi çalışmanın ana hedefi olarak belirlenmiştir.

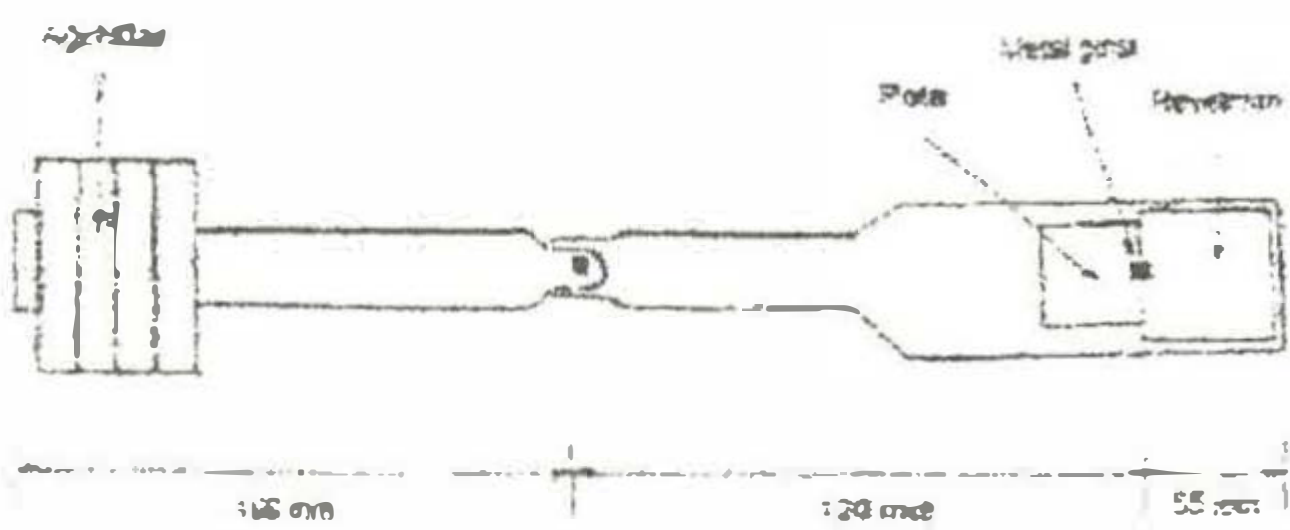
Bu çalışmada diş hekimliğinde kullanılan metallerin dökümünü gerçekleştirmek için kullanılabilecek bir santrifüj döküm makinası imal edilmiş ve çalışma parametreleri;

Sıvı metalin hazırlanan kalıp boşluğuna giriş hızı, santrifüj motorunun kalkış hızı ve

Santrifüj makinasının maksimum dönüş hızı olarak belirlenmiştir.

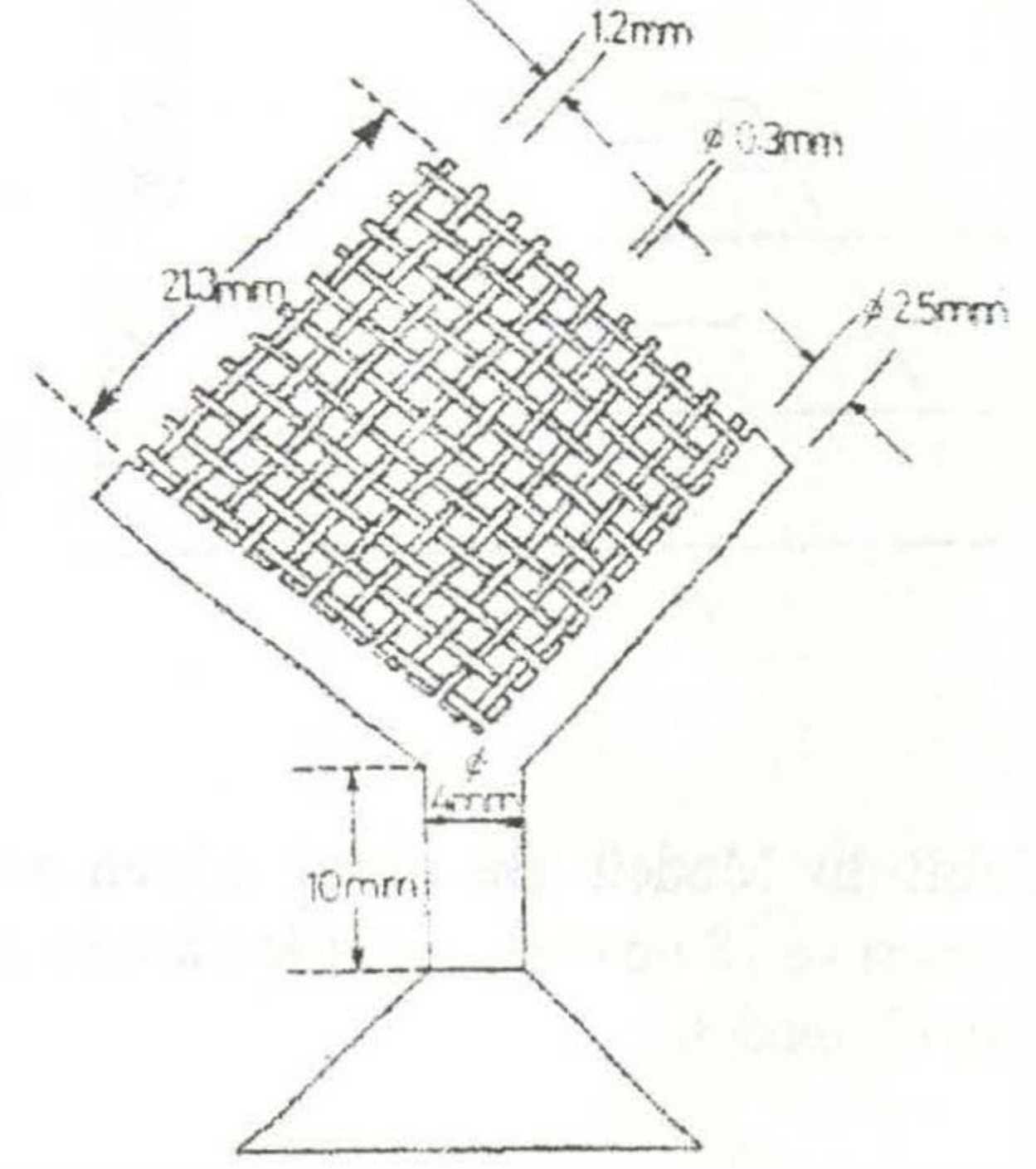
Bu parametreleri elde edecek şekilde imal edilen santrifüj makinası şu kısımlardan meydana gelmektedir.

- 1) Santrifüj kolunu döndüren 0.75 kW gücünde AC elektrik motoru
- 2) Makinanın kasası
- 3) Santrifüj kolunun denge ağırlıklarının ve potanın bağlandığı tabla
- 4) Meydana gelebilecek metal sıçramalarını engellemek amacıyla oluşturulan kapak
- 5) Elektrik motorunun kalkış hızı ve devrini elektronik olarak ayarlayabilen, güç kapasitesi maksimum 0.75 kW olan bir Siemens AC frekans kontrol ünitesi imal edilmiş olan bu santrifüj döküm makinasının önce kasası oluşturulmuştur. Daha sonra tablaya 0.75 kW gücündeki AC elektrik motoru dikey olarak monte edilmiş, bu motora bağlanan mile, santrifüj kolu yerleştirilmiştir.



Şekil 3. Santrifüj kolunun şematik gösterilişi

Gerçekleştirilen dökümlerde model malzemesi olarak 0.3 mm çapa ve 1.2 mm elek açıklığına sahip naylon esaslı elek bezleri kullanılmıştır. Kullanılan numune ve boyutları Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4. Kullanılan el bezi ve yolluk boyutları

Manşet olarak kullanılan çember Whip-Mix, 3.81 x 5.08 cm boyutlarındadır. Hassas döküm kalıp malzemesi olarak kullanılan revetman, karbon içermeyen Whip-Mix Power Cast ve 21 ml sıvı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu sıvının %90'ı Whip-Mix Power Plus Liquid revetman sıvısı, %10'u ise saf su olarak hazırlanmıştır.

Bu karışım hassas döküm kalıp malzemesi üreticilerinin tavsiyeleri gereğince 1 dakika karıştırılmış ve 30 sn vibrasyon uygulanmıştır. Numunemizin en üst seviyesini 5 mm geçecek şekilde revetmana alınmış ve bu şekilde oda sıcaklığında bir saat donması beklenmiştir.

Kullanılan metal ve revetman talimatları gereğince hazırlanan kalıp 7°C/dak hızla 440°C'a kadar ısıtılmış, 440°C'da ½ saat bekletilmiş, daha sonra 5°C/dak hızla 960°C ısıtılmış ve bu sıcaklıkta da 1 saat bekletilmiştir. Bu işlem neticesinde kalıbın içindeki mumun boşaltılması sağlanmıştır.

Bu çalışmada, döküm metali olarak Alman BEGO firması ürünü olan WIRONIT iskelet metali kullanılmıştır. Kullanılan bu metal krom-kobalt esaslı olup, bileşimi, fiziksel ve mekanik özellikleri aşağıda gösterilmektedir.

Bileşimi : % 0.5 C, % 1.05, % 1.0 Mn, % 28.5 Cr, % 5 Mo, % 64 Co  
 Yoğunluğu : 8.2 gr/cm<sup>3</sup>  
 Ergime sıcaklığı : 1320°C  
 Döküm sıcaklığı : 1460°C  
 VHN sertliği : 350

### III.2. Dökümlerin Yapılışı

Hazırlanan kalıbın fırında mumunun boşaltılması ve döküme hazır hale getirilmesinden sonra, yaklaşık 20 gr metal santrifüj makinasında bulunan alumina esaslı döküm potası içerisine yerleştirilmiş ve metal 0.5 Bar Bütan- 0.2 Bar oksijen kanşımı yanma sağlayan bir şalome ile homojen bir şekilde ergitilmiştir. Metalin ergime sıcaklığına yaklaşıncaya döküm manşeti fırından alınarak santrifüj makinasındaki yerine yerleştirilmiş ve metalde homojen bir ergime elde edilince, daha önceden belirlenmiş motor kalkış hızı ve max. dönme hızı ile santrifüj başlatılmış ve dökümler yapılmıştır.

Metal ile doldurulmuş kalıp yaklaşık ½ dakika döndürüldükten sonra, manşet makinadan çıkartılmış ve elde edilen döküm parçası manşet içerisinden çıkartılarak hassas bir şekilde kumlanarak temizlenmiştir. Bütün dökümler Tablo 1 'de görülen şartlarda yapılmıştır.

Tablo 1. Dökülen numunelere ait maksimum devre çıkış zamanları ve maksimum devir sayıları

Numune No	Max. devire Çıkış zamanı (Sn)	Maksimum devir (devir/dak)
1	0.2	600
2	0.3	600
3	0.4	600
4	0.5	600
5	1	600

Dökülen numuneye sayısal bir döküme uygunluk değeri verme işlemi aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir. Burada sonuçları değerlendirilen dökümlerde 196 adet kare şeklinde deliği ve 420 parçası (segment) olan elek bezi kullanılmıştır. Sağlam (bütün) olarak çıkan döküm parçacıkları sayılmış ve döküme uygunluk değerini (Cv) yüzde cinsinden elde etme için bu sayı 420'ye bölünüp 100 ile çarpılmıştır.

% olarak döküme uygunluk değeri (Cv)= Yüzde olarak döküme uygunluk değeri (Cv) = Sağlam çıkan döküm parçaları x 100 / 420

Sağlam (bütün) ve noksan (tam kare şeklinde olmayan) parçaların tespiti için uygulanacak kriter Şekil 2'de gösterilmiştir.

### IV. BULGULAR

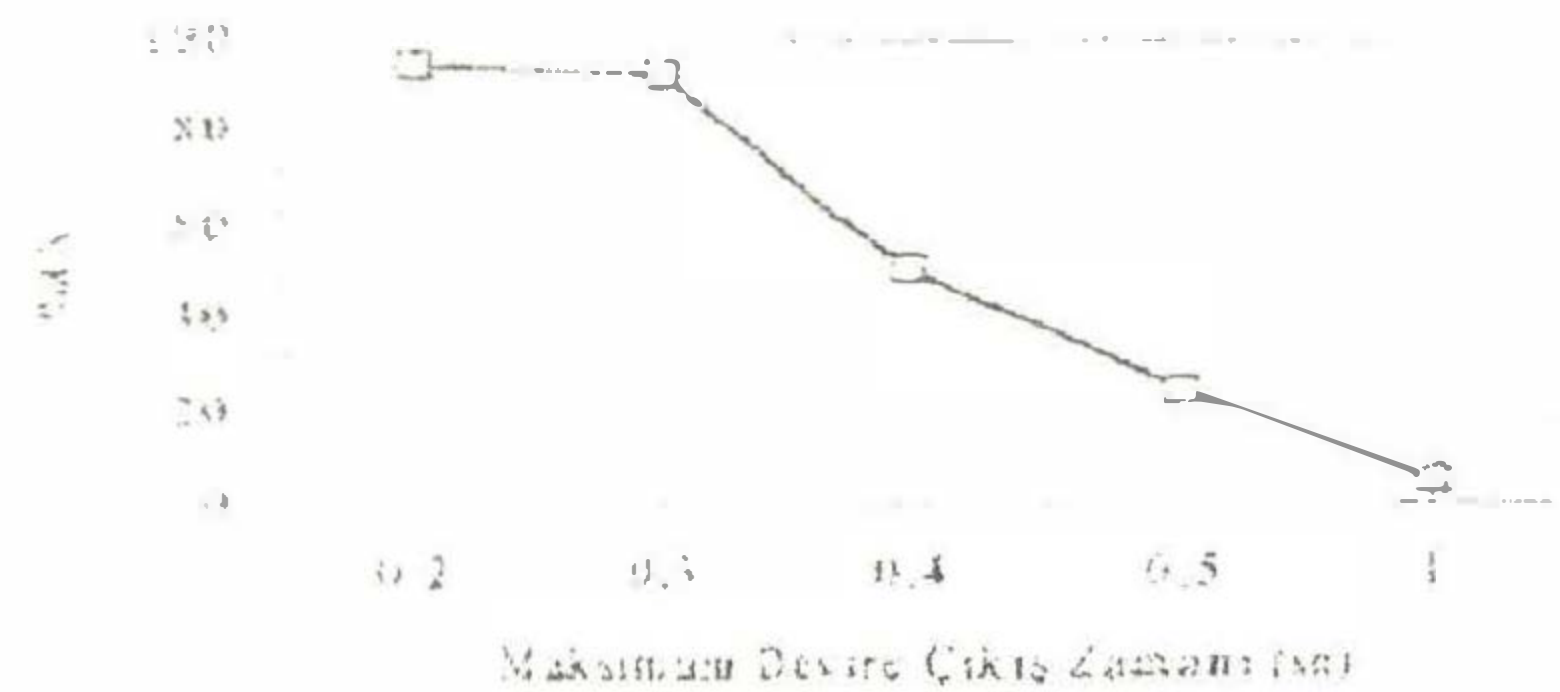
Tablo 1. 'den de görüldüğü gibi bütün dökümlerde maksimum devir sayısı 600devir/dak. olarak belirlenmiştir. Bu devire çıkış süresi (hızı) olarak da 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 ve 1 sn zamanları seçilmiştir.

Bu şartlara bağlı kalarak dökülen numunelere ait segment sayıları, tam kare sayıları ve Cv değerleri Tablo 2. 'de görülmektedir.

Tablo 2. Dökülen numunelere ait segment sayıları, tam kare sayıları ve Cv değerleri

Numune No	Segment Sayısı	Tam kare Sayısı	% Cv
1			
2	398	185	94.76
3	212	94	50.47
4	102	43	24.28
5	19	6	4.52

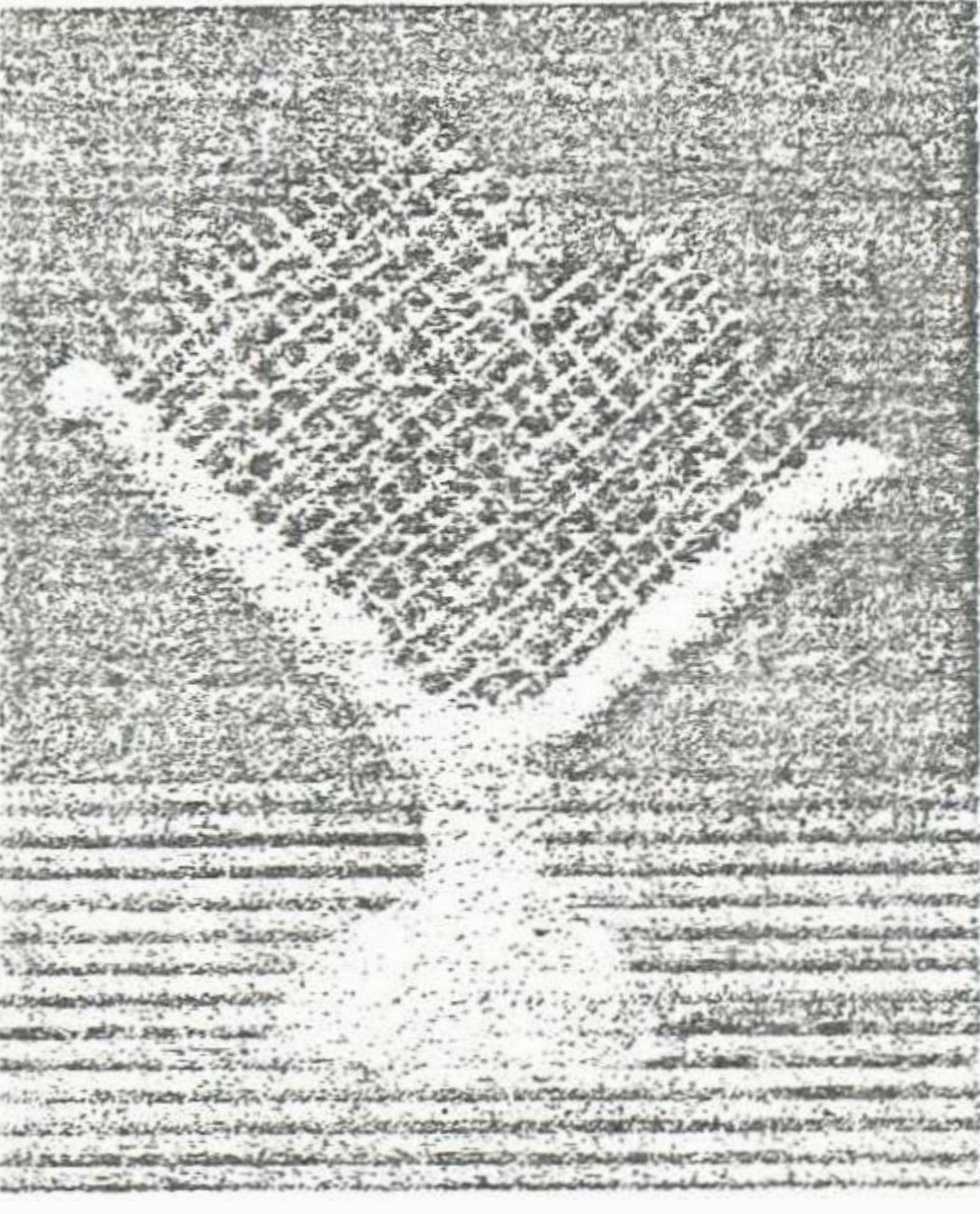
Tablo 2. 'deki 1, 2, 3, 4 ve 5 No 'lu numunelerin fotoğrafları sırası ile Şekil 6., Şekil 7., Şekil 8., Şekil 9. ve Şekil 10. 'da görüldüğü gibidir.



Şekil 5. %Cv değerlerinin grafikte gösterilişi



Şekil 6. 1 No 'lu numunenin fotoğrafı



Şekil 7. 2 No 'lu numunenin fotoğrafı



Şekil 8. 3 No 'lu numunenin fotoğrafı



Şekil 9. 4 No 'lu numunenin fotoğrafı



Şekil 10. 5 No 'lu numunenin fotoğrafı

Tablo 2. 'deki % Cv değerleri ve maksimum devire çıkış zamanlarından faydalanılarak oluşturulan grafik Şekil 5. 'deki gibidir.

Şekil 6 'da görülen 1 No 'lu numuneye ait % Cv değeri 94.76 olarak hesaplanmıştır. Yani neredeyse metal tüm kalıp boşluklarını doldurmuştur.

2 No 'lu numunenin % Cv değeri ise 92,38 'dir. Burada max. hıza 0.3 sn 'de çıkmıştır. Bunu Şekil 7. 'de görmek mümkündür.

% Cv değeri 50.47 olan 3 No 'lu numunemiz Şekil 8. 'de görülmektedir. Burada maksimum devire ulaşma zamanı olarak 0.4 sn belirlenmiştir.

Şekil 9. 'de görülen 4 No'lu numunemiz maksimum devire 0.5 sn'de ulaşmış ve % Cv değeri 24.28 olarak belirlenmiştir.

Son olarak Şekil 10. 'da görülen 5 No'lu numunemiz max. devire 1 sn 'de ulaşmış ve % Cv değeri 4.52 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak diyebiliriz ki; 0.2 sn 'de maksimum hız çıktığında en ideal dökümler elde edilmektedir. Maksimum devire çıkma hızında düşme gerçekleşmeye başlayınca yani 0.3 sn, 0.4 sn, 0.5 sn ve 1 sn 'de numunemizin kesiti çok ince olduğu için (0.3 mm) metalde soğuma meydana gelmekte ve metal uç noktaları ulaşmadan donmakta ve kalıbımızı tam manasıyla dolduramamaktadır.

## V. KAYNAKLAR

[1] Görker, Tonguç; "Ağız Protezlerinde Laboratuvar Bozak matbaası, İstanbul 1984.

[2] Akın, Erhan Prof.Dr.; "Diş Hekimliğinde Porselen 3. Baskı, İstanbul 1990.

[3] Noort, Richard Von; "Dental Materials", Mosby, an Important of Times Mirror International, Published Limited., 1994.

[4] Phillips, Rahph W., "Science of Dental Materials", M.S., C.S.c. W.B.Saunders Co. 1982 Philadehphia.

[5] Asgar, K., Arfaei, A.H., "Castability of Crown and Bridge Alloys", The Journal of Prosthetic Dentisty., Volume 54v, Number 1, July 1985.

[8] Wight, Thomas A., Grisius, Richard J., Gaugler, Robert W., "Evaluation of three variables effecting the casting of base metal alloys", The Journal of Prosthetic Dentisty, Volume 43, Number 4, April 1980.

[9] Hinman, R.W., Tesk, J.A., Whitlock, R.P., Porry, E.E., Durkowski, J.S.; "Materials Science", J.Dent.Res. Volume:64, No:2, February 1985.

and the other side of the mountain.

It is a very beautiful view.

The mountains are very high.

There are many trees on the mountain.

The water is very clear.

There are many flowers on the mountain.