

KROM-KOBALT ALAŞIMLARININ DÖKÜLEBİLİRLİĞİNE ERİTME VE DÖKÜM YÖNTEMLERİNİN ETKİSİ

Gülşen Bayraktar¹ Metin Turfaner²

Yayın kuruluna teslim tarihi : 21.2.1997

Yayma kabul tarihi : 16.4.1997

Özet

İskelet protezlerin dökümlerinde krom-kobalt alaşımları sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu alaşımların dökümlerinde, döküm teknolojisindeki ilerlemelere ve revetmanların gelişimine rağmen, birtakım sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Bu araştırma, iskelet protez döküm alaşımı olan üç farklı krom-kobalt alaşımının (Wirocat, Wironit, Wironium'un), iki farklı eritme ve döküm yöntemiyle (asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemiyle) dökümleri yapılarak alaşımların bileşimlerinin eritme ve döküm yöntemlerinin dökülebilirlik değerleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Sonuçta; asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde Wirocat alaşımının dökülebilirliğinin yetersiz, Wironit alaşımının iyi, Wironium alaşımının çok iyi olduğu görülmüş; indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde ise her üç alaşım için çok iyi dökülebilirlik değerleri bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Krom-kobalt alaşımları, eritme ve döküm yöntemleri, dökülebilirlik.

GİRİŞ

Krom-kobalt alaşımları yüksek sertlik, uzama değerleri, germe dayanımı göstermeleri ve ekonomik olmaları nedeniyle parsiyel döküm protezlerde sıklıkla kullanılan baz metal alaşımlarıdır (18,25,26). Ancak, bu alaşımların erime derecelerinin yüksek ve yoğunluklarının da düşük olması, dökülebilirlikte önemli sorunlara yol açabilmektedir (20,35). Döküm netliği, dökümlerde kabarcık oluşumu, sitotoksite, revetman maddesiyle etkileşme gibi konularda, krom-kobalt alaşımları ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır (3,11,12,15). Ancak laboratuvar işlemlerinde önemli bir yeri olan krom-kobalt alaşımlarının dökülebilirliği ile ilgili az sayıda çalışma vardır (25,26,27).

EFFECT OF THE MELTING AND CASTING METHODS ON CASTABILITY OF CHROME-COBALT ALLOYS

Abstract

Chrome-cobalt alloys are often used in casting of cast partial dentures. However, casting of this type of alloys causes, in spite of advances in casting technology and developments of investments, some problems.

In this study, three different chrome-cobalt alloys (Wirocast, Wironit, Wironium) which are cast partial denture alloys, have been chosen for casting with different melting and casting methods (with acetylen-oxygen and induction heat sourced melting and casting method). The effect of melting and casting methods on the castability values were analyzed.

Finally, it was observed that castability of Wirocast alloy was insufficient, castability of Wironit alloy was well and Wironium alloy was the best in the melting and casting method of acetylen-oxygen heat source; the best castability values were found, for all three alloys, in the melting and casting method of induction heat source.

Key words: Chrome-cobalt alloys, melting and casting methods, castability.

Dış hekimliğinde kullanılan alaşımlarda aranan en önemli özelliklerden birisi de dökülebilirliktir (31,34). Dökülebilirlik mum maketin ince kenarlarını ve keskin detaylarını tam olarak oluşturabilme özelliği (39), ya da mum maketin manşette eritilip çıkarılmasından sonra bıraktığı boşluğun tamamının alaşımla doldurulması (22) olarak tanımlanabilir. Bir başka tanımlama ise şöyledir; bir alaşımın dökülebilirlik yeteneği, porozitesiz ve madde kaybı olmaksızın, karmaşık şekilli bir boşluğu tamamen doldurmasıdır (17).

Alaşımların dökülebilirliği; alaşımın bileşimi, yoğunluğu, mum modelin şekli ve pozisyonu, döküm kanalının sayısı, şekli, kesit alanı, revetman tipi, mumun yok edilme yöntemi, erimiş haldeki alaşımın yüzey gerilimi ve manşet duvarlarını ısla-

1 Dr. İ.Ü. Dış Hek. Fak. Protetik Dış Tedavisi Anabilim Dah

2 Prof. Dr. İ.Ü. Dış Hek. Fak. Protetik Dış Tedavisi Anabilim Dah

tabiime yeteneği, eritme ve döküm yöntemi gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (3, 5, 8, 14, 23, 32, 35, 36, 37, 38, 39).

Alaşımların dökülebilirliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, çeşitli deney örnekleri kullanılmıştır (31).

Vincent ve ark. (35) silindir mum üzerine yerleştirilmiş naylon çubuk örnek, Barreto ve ark.(3) kama şekilli mum örnek kullanarak, Smith ve ark.(29) bir kuronun kenar keskinliğini ölçerek, Thomson(32) mum disk üzerine yerleştirilmiş naylon çubukları olan bir örnek kullanılarak alaşımların dökülebilirlik değerlerini belirlemişlerdir.

Donovan ve White(10). Tangsoohvatane ve ark.(31), Wulfes(38), Rieger ve ark.(23), Jarvis ve ark. (14). Beyli ve ark.(4), Dern ve ark. (7) Aksoy ve ark.(1) ise, ağ ya da kafes şeklinde polyester veya plastik örnekleri alaşımların dökülebilirlik değerleri ile ilgili araştırmalarında kullanmışlardır. Ağ ya da kafes şekilli örnekler dökülebilirlik testleri için uygulama kolaylığı ve objektif sonuçlar vermesi nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır(31,39).

Biz, bu çalışmamızda, iskelet protez döküm alaşımı olan üç farklı krom-kobalt alaşımı (Wirocast, Wironit, Wironium) ve iki farklı eritme ve döküm yöntemi (asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemi) kullanarak; alaşımların bileşimlerinin, eritme ve döküm yöntemlerinin, dökülebilirlik değerleri üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

-Dökülebilirlik değerlerinin saptanmasında plastik kafes mumlar kullanılmıştır. Deney örnekleri için, HERBST* firmasının yeşil kafesli mumundan 8x10=80 karelik, 60 tane kafesli deney örneği oluşturulmuştur. 60 deney örneğinin; 10'u Wirocast, 10'u Wironit, 10'u Wironium alaşımından olmak üzere 30 tanesi asetilen-oksijen ısı kaynaklı, 30 tanesi ise indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemi için aynı standartlarda hazırlanmıştır. Hazırlanan plastik kafes örnekler, revetmana alma işlemi sırasında deforme olmamaları için, döküm konisine yakın kısa kenarları, BEGO** firmasının 0.8mm çaplı yeşil bordür mumu ile kalınlaştırılarak desteklenmiştir.

* Katalog no: 40060

** Katalog no: 40250

- Revetmana alma işlemi için 7.5cm boyunda, 8cm çapında plastik manşetler kullanılmıştır.

- Manşetlerin tabanına, taban çapı 3cm, boyu 2cm olan döküm konileri yerleştirilmiştir.

- Döküm konileri üzerinde, döküm mumundan çapı 5mm, boyu 0.8cm olan döküm yolu hazırlanarak, bu ana döküm yolu üzerine çapı 2cm olan döküm halkaları yerleştirilmiştir. Döküm halkaları 2.6mm çaplı HERBST* firmasının mavi döküm mumundan hazırlanmıştır.

- Döküm halkasının çevresini 4 eşit parçaya bölen 2.6mm çaplı 4 yardımcı kanal, ana döküm kanalına bağlanmıştır.

- Hazırlanan her 5 plastik örnek, döküm halkası üzerine çapraz yerleşim düzeni ile yerleştirilmiştir.

- Mum örnekler döküm konisine yerleştirildikten sonra, Multi-Vest** marka silika bağlayıcı revetman, prospektüsüne uygun olarak hazırlanmış ve vakumlu karıştırıcıda karıştırılarak önce bir fırçayla örneklerin yüzeyini tamamen örtünceye kadar sürülmüş, daha sonra vibratör üzerinde kalan revetman manşetlere doldurulmuştur.

- Revetmanın sertleşmesi beklenerek, döküm potaları ve manşetler, soğuk ön ısıtma fırınına yerleştirilmiştir.

- Döküm işleminde, her alaşım/döküm sistemi için değiştirilen, kuartz içeren seramik potalar kullanılmıştır.

- Ön ısıtma fırınında, fırın ısısı 3 saatte 1100 °C'ye yükselecek şekilde ayarlanmış ve manşetlerin uniform şekilde ısınmaları için, 30 dakika daha beklenmiştir.

- Manşetler ön ısıtma fırınından alınarak, asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı, santrifüjlü döküm makinalardaki yerlerine yerleştirilmiş ve tüm döküm işlemleri standardizasyon sağlanabilmesi için aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.

- Her manşet için 6 döküm kübü kullanılmıştır. Döküm işlemlerinde artık alaşım kullanılmamıştır.

- Döküm işleminden sonra manşetler 1 gece soğumaya bırakılarak, döküm yollarından ayrılmış ve kumlama işlemi uygulanmıştır.

* Katalog no: 40340

** Dentsply/York Division-Dentsply International Inc., York, PA 17405

KULLANILAN ALAŞIMLAR

Araştırmamızda; iskelet protez dökümleri için sıklıkla kullanılan ve nikel içermeyen Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımları kullanılmıştır.

Wirocast alaşımın bileşimi:

% 35 Kobalt, %30 Krom, %29 Demir, %3 Molibden ve diğer elementler; silisyum, manganez ve maksimum %0.35'i aşmayacak oranda karbon içermektedir.

Wironit alaşımının bileşimi:

% 64 Kobalt, %28 Krom, %5 Molibden ve diğer elementler; silisyum, manganez ve maksimum %0.35'i aşmayacak oranda karbon içermektedir.

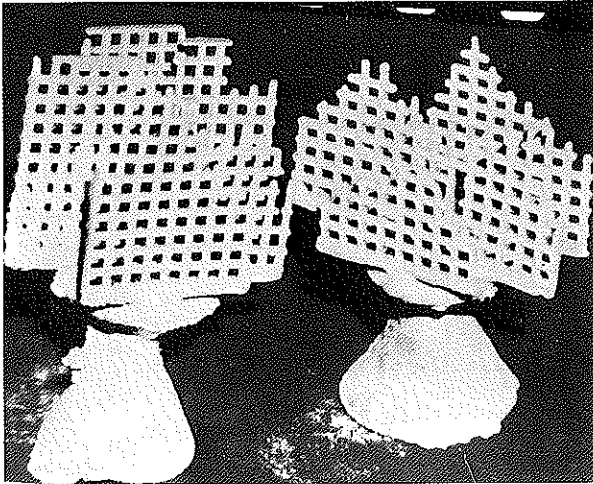
Wironium alaşımının bileşimi:

% 63 Kobalt, %29 Krom, %5 Molibden ve diğer elementler; silisyum, manganez, azot ve maksimum %0.25'i aşmayacak oranda karbon içermektedir.

KULLANILAN DÖKÜM MAKİNALARI

Araştırmamızda Wirocast, Wironit, Wironium alaşımlarından dökülen kafesli örneklerin dökümleri, İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı bünyesinde HERBST Pollux marka yatay yönde dönen kırık kollu, elektrik motorlu, santrifüjlü, asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm makinası ile BEGO Fornax 35 E marka yüksek frekanslı indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinasında gerçekleştirilmiştir.

Resim 1. Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemiyle Wirocast alaşımından dökülmüş deney örnekleri



Asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısı 460 dönüm/dakika, indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısı 490-500 dönüm/dakikadır.

Araştırmamızda elde edilen sonuçların istatistiksel analizi için, her deney grubu ile ilgili aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Grupların kendi aralarında ve birbirleriyle olan ilişkileri çift yönlü varyans analizi (ANAVO) testi ile incelenmiştir (30).

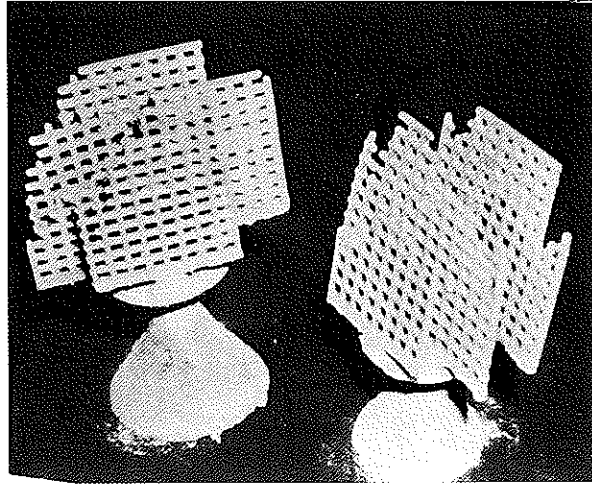
BULGULAR

Üç farklı bileşimdeki iskelet protez döküm alaşımının, farklı eritme ve döküm yöntemine sahip ve santrifüjlü, iki ayrı döküm makinasında dökülmeleri ile elde edilen 80 kareli kafesli örnekler; tam çıkan kare sayılarının, dökülebilirliğin göstergesi olarak kabul edildiği yönüne göre değerlendirilmiştir.

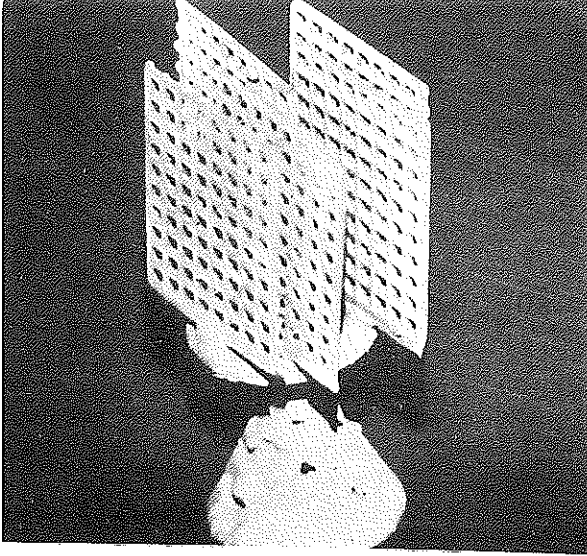
Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme yöntemi-ne sahip, santrifüjlü döküm makinasında; Wirocast alaşımından dökülen kafesli örneklerin $436/800=54.5\%$ 'i, Wironit alaşımından dökülen kafesli örneklerin $574/800=71.7\%$ 'si, Wironium alaşımından dökülen kafesli örneklerin $800/800=100\%$ 'ü tam olarak dökülmüşlerdir (Resim 1,2,3)

İndüksiyon ısı kaynaklı eritme yöntemine sahip, santrifüjlü döküm makinasında; Wirocast alaşımından dökülen kafesli örneklerin $800/800=100\%$ 'ü, Wironit alaşımından dökülen kafesli örneklerin $799/800=99.8\%$ 'i, Wironium alaşımından dökülen kafesli örneklerin

Resim 2. Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemiyle Wironit alaşımından dökülmüş deney örnekleri



Resim 3. Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemiyle Wironium alaşımından dökülmüş deney örneği



800/800=%100'ü tam olarak dökülmüşlerdir (Resim 4).

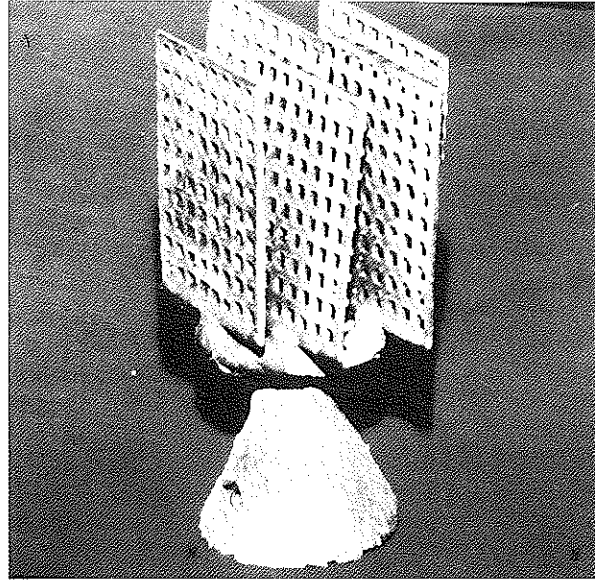
Asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemlerinde Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarıyla dökülmüş örneklerin tam çıkan kafes sayıları 1 no.lu tabloda görülmektedir.

Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının, asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı santrifüjlü döküm makinalarıyla dökümlerindeki dökülebilirlik değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri 2 no.lu tabloda görülmektedir.

TARTIŞMA

Diş hekimliğinde kullanılan alaşımlarda aranan en önemli özelliklerden birisi de dökülebilirliktir (18,19,34,35,39).

Resim 4. İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemiyle Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş deney gruplarından bir örnek



Döküm teknolojisindeki ilerlemelere ve revetmanların gelişimine rağmen, iskelet protez alaşımlarının dökümlerinde başarısızlıkla karşılaşabilmektedir (9,16).

Baz metal alaşımlarının teknik duyarlılıkları vardır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle döküm sistemindeki çok az değişikliklerden bile etkilenebilmektedirler (23). Dökülebilirliği etkileyen çok sayıda etken vardır. Ancak, döküm işleminde kullanılan alaşımların bileşiminin, ısı kaynağının ve döküm yönteminin dökülebilirlikte önemli etkenler olduğu bildirilmektedir (5,10,13,24,32).

Alaşımların bileşimi yoğunluklarını etkilemektedir. Baz metal alaşımlarının yoğunlukları, altın alaşımlarına göre oldukça azdır (Altın alaşımlarının yoğunluğunun yaklaşık yarısı kadardır). Bu durum, daha fazla döküm kuvveti ile

Tablo 2. Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının dökülebilirlik değerlerini, eritme ve döküm yöntemlerine göre aritmetik ortalama ve standart sapmalarının dağılımını gösteren tablo

	Eritme ve Döküm Yöntemi			
	Asetilen-oksijen ısı kaynaklı		İndüksiyon ısı kaynaklı	
ALAŞIMLAR	m	±S.D	m	±S.D.
Wirocast alaşımı	43.6	17.05	80	0
Wironit alaşımı	57.4	12.89	79.9	0.31
Wironium alaşımı	80	0	80	0

Tablo 1. Asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemlerinde Wiracast, Wironit ve Wironium alaşımlarıyla dökülmüş örneklerin tam çıkan kare sayılarını gösteren tablo

Döküm örnekleri no (80 kareli)	Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde tam çıkan kare sayısı			İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde tam çıkan kare sayısı		
	ALAŞIMLAR			ALAŞIMLAR		
	Wiracast	Wironit	Wironium	Wiracast	Wironit	Wironium
1	73	74	80	80	80	80
2	35	76	80	80	80	80
3	69	73	80	80	80	80
4	30	42	80	80	80	80
5	50	51	80	80	80	80
6	39	48	80	80	80	80
7	28	42	80	80	80	80
8	51	60	80	80	80	80
9	39	57	80	80	80	80
10	22	51	80	80	79	80
Toplam	436	574	800	800	799	800

dökülmelerini gerektirmektedir(6). Ayrıca, baz metal alaşımları, kıymetli metal alaşımlarından daha yüksek ısıda erimelerine karşın, daha kısa sürede donmaktadırlar(34). Ancak, kıymetli metal alaşımları için kullanılan döküm teknikleri ufak değişikliklerle baz metal alaşımlarının dökümleri için de kullanılmaktadır. Bu ufak değişiklikler optimal sonuçların elde edilmesini mümkün kılmamaktadır (23,34). Baz metal alaşımlarının farklı özellikleri nedeniyle, bu alaşımlara özgü yeni döküm tekniklerinin geliştirilmesi önerilmektedir (21,23,33,34).

Asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı farklı iki eritme ve döküm yönteminin, üç farklı alaşımın (Wiracast, Wironit, Wironium) dökülebilirlik değerlerine etkisini, tam çıkan kare sayılarını değerlendirildiği yonteme göre saptadığımız araştırmamızda; asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde; Wiracast alaşımı, Wironit ($t=3.52$, $p<0.01$) ve Wironium ($t=9.3$, $p<0.001$) alaşımlarına göre istatistiksel olarak daha az dökülebilirlik değerleri göstermiştir. Aynı döküm yönteminde; Wironit alaşımı, Wiracast ($t=3.52$, $p<0.01$) alaşımına göre daha fazla, Wironium ($t=5.78$, $p<0.001$) alaşımına göre istatistiksel olarak daha az dökülebilirlik değerleri göstermiştir. Wironium alaşımı ise, aynı döküm yönteminde, hem Wiracast ($t=9.3$, $p<0.001$), hem de Wironit ($t=5.78$, $p<0.001$) alaşımlarına göre istatistiksel

olarak çok iyi dökülebilirlik değerleri göstermiştir.

İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde ise her üç alaşım da birbirlerine çok yakın ve çok iyi dökülebilirlik değerleri göstermiştir.

Bu sonuçlar bize; alaşımların bileşiminin dökülebilirlikte etken olabileceğini, ancak eritme ve döküm yönteminin dökülebilirlikte çok önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Sato ve ark. (28) da, yaptıkları araştırmada, krom-kobalt alaşımlarının bileşiminin dökülebilirliğe etki eden bir faktör olduğunu bildirilmektedirler. Sato ve ark. (28)'nin bulguları, çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Diğer yandan, çalışmamız Wironit ve Wironium alaşımlarının dökülebilirlik değerlerini araştıran Wulf (38) un, daha düşük ön ısıtma derecelerinde bile indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemine göre daha yüksek dökülebilirlik değerleri saptadığı bulgularıyla da paralellik göstermektedir.

Aksoy ve ark. (1), asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemi uygulanarak, yeni ve artan oranlarda artık alaşım ilave ederek yaptıkları çalışmalarında; yeni alaşım ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemi

uyguladıkları dökümlerde iyi dökülebilirlik değerleri bulduklarını bildirmektedirler. Her döküm işleminde yeni alaşım kullanılan bu çalışma yukarıdaki sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Asgar ve Arfei (2) de, beş farklı döküm makinası ve üç farklı döküm alaşımı ile yaptıkları araştırmada, farklı eritme ve döküm yöntemlerinin alaşımaların dökülebilirlik değerlerinde etkili olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca Dern ve ark.(7) da, yaptıkları araştırmada, buldukları dökülebilirlik değerleri farklarının, döküm makinaların dakikadaki farklı dönüm sayısına ve hızına bağlı olabileceğini bildirmektedirler.

Çalışmamızda, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde başarılı dökülebilirlik değerleri göstermeyen alaşımaların, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde iyi dökülebilirlik değerleri göstermesini, eritme yönteminin etkisi yanında, indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısına ve efektif döküm kuvvetine de bağlı olabileceği düşünülebilir. Zira, kullandığımız asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm makinasının dönüm sayısı 460 dönüm/dakika, indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinasının dönüm sayısı ile 490-500 dö-

mün/dakikaydı. Dakikadaki dönüm sayısındaki bu küçük farkın bile, dökülebilirlik değerleri üzerine etkili olduğu görüşündeyiz. Bu gözlemimiz, dakikada dönüm hızı daha fazla olan döküm makinasında daha iyi dökülebilirlik değerleri saptadıklarını açıklayan Donovan ve White (10) ın ve dökülebilirlikte döküm gücünün önemini vurgulayan Vincent ve ark. (35) nın çalışmalarını desteklemektedir.

SONUÇ

Asetilen oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı, iki farklı eritme ve döküm yöntemi ile döküm yaptığımız üç farklı krom-kobalt alaşımının (Wiro-cast, Wironit, Wironium) dökülebilirlik değerleri sonuçları değerlendirildiğinde:

1- Krom-kobalt alaşımalarının dökümlerinde, alaşımın bileşiminin etkili bir faktör olduğu

2- İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yöntemine göre, homojen ve güçlü ısıtma nedeniyle daha iyi dökülebilirlik değerleri elde edildiği görülmüştür.

3- Döküm makinalarının dakikadaki dönüm sayısı ve hızının da dökülebilirlikte etkili bir faktör olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Aksoy G, Örgve EK, Bıçakçı A. Farklı eritme yöntemlerinin yeni baz metal alaşımları ile bunlara değişik oranda artık karıştırılmış olanlarının dökülebilirlikleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. *SÜ Dişhek. Fak. Derg.* 1996; **6**: 14-8.
2. Asgar K, Arfaei AH. Castability of crown and bridge alloys. *J Prosthet Dent* 1985; **54**: 60-3.
3. Barreto MT, Goldberg AJ, Nitkin DA, Mumford G. Effect of investment on casting highfusion alloys. *J Prosthet Dent* 1980; **44**: 504-7.
4. Beyli MS, Nayır EH, Pamuk ES. Dişhekimliğinde kullanılan değişik döküm yollukları üzerine araştırmalar. *İÜ Dişhek. Fak. Derg.* 1992; **26**: 3-7.
5. Cohen SM, Vaidyanathan TK, Schulman A. The effect of limited beryllium additions on a Ni-Cr alloy. *J Prosthet Dent* 1988; **60**: 688-92.
6. Craig R. Restoratif dental materials. 6th ed., Mosby Company, St. Louis, Toronto, London, 1980.
7. Dern WM, Hinman RW, Hesby RA, Pelcu GB. Effect of a two-step ringless investment technique on alloy castability. 1985; **53**: 874-6.
8. Dewald E. Tire relationship of pattern position on the

flow of gold and casting completeness. *J Prosthet. Dent* 1979; **41**: 531-4.

9. Dharmar S, Rathnasamy RJ. Radiographic and metallographic evaluation of porosity defects and grain structure of cast chromium cobalt removable partial dentures. *J Prosthet Dent* 1993; **69**: 369-73.

10. Donovan TE, White LE. Evaluation of an improved centrifugal casting machine. *J Prosthet Dent* 1985; **53**: 609-12.

11. Dootz ER, Graig RG, Peyton FA. Influence of investments and duplicating procedures on the accuracy of partial denture castings. *J Prosthet Dent* 1965; **15**: 679-90.

12. Firtel DN, Muncheeryan AM, Green AT. Laboratory accuracy in casting removable partial denture frameworks. *J Prosthet Dent* 1985; **54**: 856-62.

13. Howard WS, Newman SM, Nunez LS. Castability of low gold centent alloys. *J Dent Res* 1980; **59**: 824-30.

14. Jarvis RH, Jenkins TJ, Tedesco LA. A Castability study of nonprecious ceramometal alloys. *J Prosthet Dent* 1984; **51**: 490-4.

15. Lacy AM, Hora a, Boonsiri I. Incidence of bubbles on samples cast in a phosphate-bonded investment. *J Prosthet Dent* 1985; **54**: 367-9.

16. Marx VH. Über den einfluss des gussverfahrens auf die poren-und lunkerbildung. *Dtsch Zahnarzt Z* 1967; **10**: 1228-35.
17. Meyer JM. Alliages précieux ou nickel-chrome pour céramo,métallique. *Rev Odontostomatol* 1983; **12**: 185-9.
18. Moffa JP, Lugassy AA, Guckes AD, Getdeman L. An evaluation of non-precious alloys for use with porcelain veneers. Part I. Physical properties. *J Prosthet Dent* 1973; **30**: 424-31.
19. Moffa JP, Jenkins WA. Status report on base-metal crown and bridge alloys. *J Am Dent Assoc* 1974; **89**: 652-5.
20. Nitkin D, Asgar K. An evaluation of alloys alternative to type II gold for use in fixed prosthodontics. *J Am Dent Assoc* 19760 **93**: 622-9.
21. Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials. 8th ed. Phil. *WB Saunders Company*, 1982.
22. Presswood RG. The castability of alloys for small castings. *J Prosthet Dent* 1983; **50**: 36-9.
23. Rieger MR, Tanquist RA, Vainer S. The effect of a new sprue design on the castability of a base metal alloy. *J Prosthet Dent* 19860 **55**: 686-90.
24. Ritze VH. Grundsätzliches zum einbett-und gussverfahren. *Dtsch Zahnarzt Z* 1967; **10**: 1206-14.
25. Satoh Y, Toyoma H, Ohki K, Shiina Y, Maeda k. Studies on the castability of Co-Cr alloy for cast plate. Part I, *JNihon Univ Sch Dent* 1989; **31**: 397-407.
26. Satoh Y, Miyata M, Ono F, Ujiie Y, Toyoma H, Ohki K, Satoh N, Kimura K, Shiina Y, Maeda K. Studies on the castability of Co-Cr alloy for cast plates. Part 2, *J Nihon Univ Sch Dent* 1990; **32**: 27-34.
27. Satoh Y, Ohyama T, Nagai E, Matsuzu M, Toyoma H, Ohwa M, Kobayashi E, Sakurai H, Ohki K, Nishiyama M, Shiina Y, Maeda K. Study on the castability of Co,Cr alloy for cast plates 3, *J Nihon Univ Sek Dent* 1993; **35**: 49-56.
28. Satoh Y, Ohyama T, Itoh S, Sakurai H, Kobayashi E, Ohki K, Nishiyama M, Ikenati M, Shiina Y. Study on the castability of Co-Cr alloy for cast plates. Part 4. *J Nihon Univ Sch Dent* 1994; **36**: 40-7.
29. Smith CD, Deckman J, Fairhurst CW. An alloy castability and adaptation test. *J Dent Res* 1980; **59**: 349.
30. Şenocak M. Temel Biyoistatistik 1. baskı Çağlayan Kitabevi, İstanbul. 1990.
31. Tangsgoolwatana J, Oda Y, Sumii T. The pattern design for evaluation of castability of nickel-chromium alloys. *Bull Tokyo Dent coll* 1990; **31**: 117-23.
32. Thomson DH. A study of the effect of an increased mold temperature on the casting ability of some nonprecious alloys for porcelain veneers. *J Prosthet Dent* 1982; **48**: 52-8.
33. Tjan AHL, Dunn JR, Sanderson IR. Mikroleakage patterns of porcelain and castable ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent* 1982; **61**: 276-82.
34. Valega TM. Alternatives to Gold Alloys in Dentistry. Conferans proceedings, U.S. Department of Healt, Education and Welfare, 1977.
35. Vincent PF, Stevens L, Basford KE. A comparison of the casting ability of precious and nonprecious alloys for porcelain veneering. *J Prosthet Dent* 1977; **37**: 527-36.
36. Verrett RG, Duke ES. The effect of sprue attachment design on castability and porosity. *J Prosthet Dent* 1989; **61**: 418-24.
37. Wight TA, Grisius RJ, Gaugler RW. Evaluation of three variables affecting the casting of base metal alloys. *J Prosthet Dent* 1980; **43**: 415-8.
38. Wulfes WH. Flammenschmelzen und induktives schmelzen mit hochfrequenz in vergleich. *Dent Labor* 1984; **8**: 883-8.
39. Young HM, Coffey JP, Caswell CW. Sprue design and its effect on the castability of ceramometal alloys. *J Prosthet Dent* 1987; **57**: 160-4.

Yazışma adresi:

Dr. Gülsen Bayraktar

İ.Ü. Dişhek. Fakültesi Protetik

Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Çapa - İSTANBUL