

78157

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

OKSİJEN - ASETİLEN ve İNDÜKSİYON TEKNİKLERİYLE
DÖKÜLEN İSKELET PROTEZ DÖKÜM METALLERİNİN
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

(DOKTORA TEZİ)

Dişhekimisi B. Gülsen BAYRAKTAR

Danışman: Prof.Dr. Metin TURFANER

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi

İstanbul-1990

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
I. GİRİŞ	1
II. GENEL BİLGİLER	2
III. MATERYEL VE METOD	28
IV. BULGULAR	44
V. TARTIŞMA VE SONUÇ	56
VI. ÖZET	62
VII. SUMMARY	63
VIII. KAYNAKLAR	64
IX. ÖZGEÇMİŞ	71

Tezimin hazırlanmasında değerli bilgilerinden yararlandığım ve kendisinden çok şeyler öğrendiğim kıymetli Hocam Sayın Prof. Dr. Metin TURFANER'e, deneysel çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Yard. Doç. Dr. Özker SERTGİL'e, İstatistiksel incelemelerimi yönlendiren Sayın Prof. Dr. İnci OKTAY'a ve ayrıca İ.T.Ü.'den Sayın Dr. Yük. Mühendis Sakin ZEYTİN'e teşekkürlerimi borç bilirim.

I-GİRİŞ

Diş hekimliği protezleri alanında, "Tek parça döküm iskelet protez" uygulamaları, önemli bir yer almaktadır. Bu tür protezlerin yapımında kullanılan ve yüksek ısıda eriyen krom-kobalt alaşımlarının döküm işlemlerinde, çeşitli yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu yöntemlerden, krom-kobalt alaşımlarının eritilmesi ve dökümü için, günümüzde, yaygın ve rutin olarak kullanılan iki yöntem vardır.

- 1- Asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm yöntemi,
- 2- Yüksek frekanslı indüksiyon akımı kaynaklı döküm yöntemi.

Tek parça iskelet protezlerin dökümünde, uzun yıllardan beri kullanılan, "Asetilen-Oksijen ısı kaynaklı döküm makinaları"ndan, ülkemizde, yakın zamana kadar hemen hemen tek alternatif olarak yararlanılmıştır. Batı ülkelerinde kullanımı yaygınlanmış olan "Yüksek frekanslı indüksiyon akımlı döküm makinaları" ise, ülkemize son yıllarda ithal edilerek, "Asetilen-Oksijen ısı kaynaklı döküm makinaları"nın yerini almaya başlamıştır.

Biz, bu çalışmamızda, çeşitli krom-kobalt alaşımlarıyla yapılan dökümlerde, ortaya çıkabilen fiziksel sorunların çözümünde, bu iki döküm yönteminin etkilerini ve rolünü değerlendirmeyi düşündük. Her iki döküm yöntemi ile yapılan uygulamalarda, çeşitli krom-kobalt alaşımlarının dökümlerinin başarısını sağlayan akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri farklılıklarını ve ayrıca, iskelet protezlerin fizik ve fonksiyonel kalitesini etkileyen döküm sonrası sertlik değişimlerini araştırmayı amaçladık.

Tezimizle, bu alanda yapılan uygulamalara biraz ışık tutabilirsek, kendimizi mutlu sayacağız.

II-GENEL BİLGİLER

II-1. İSKELET PROTEZ DÖKÜM ALAŞIMLARI

1949 yılına ait istatistikte, batıda yapılan bölümlü protezlerin % 80 inin iskelet protez tipinde, ancak, % 20 sinin akrilikten yapıldığı bildirilmektedir (50,52).

TURFANER (68), dişhekimliği protezlerinin sınıflandırılmasında plaklı veya iskelet bölümlü protezlerin, genellikle, "Çiğneme kuvvetlerini çene kemiğine dişler ve fibro-mukoza aracılığı ileten protezlerdir" diye tarif edebileceğini bildirmektedir.

Memleketimizde, iskelet protez imalinin başlaması ve yayılması 1957-1958 yıllarına rastlamaktadır (50).

ÇALIKKOCAOĞLU (12), bölümlü protezler denilince, anlaşılması gereken protez türünün, iskelet protezler olduğunu belirtmektedir.

Günümüzde, iskelet protezlerin çoğunluğu krom-kobalt alaşımları ile dökülmektedir. Krom-kobalt alaşımları hakkında ilk patent, ELWOOD HAYNES tarafından alınmıştır. HAYNES, otomobil bujilerinde, korozyona dirençli alaşım imali için incelemeler yaparken, 1899 yılında krom ile kobaltı alaşım haline getirmeyi başarmıştır. 1913 yılında HAYNES, daha sert bir alaşım elde etmek için, alaşımın bileşimine tungsten ve molibden ilave ederek, bu alaşıma stellite adını vermiştir. 1929 yılında R.W. ERDLE ve C.H. PRANGE, Amerika'da Austenal laboratuvarlarında bu alaşımı ve döküm tekniklerini geliştirerek, 1933 yılında, alaşıma Viltallium ticari adını vermişler ve ilk defa dişhekimliğinde kullanmışlardır (39,51,52,66).

Vitallium'un imali ve kullanımı gerçek bir devrim gibi görünmüştür. Gerçekte, bu alaşımlar, vulkanitten veya altından yapılmış alaşımlardan daha hafif ve daha ince döküm bölümlü protezlerin hazırlanmasına imkan vermekteydi. Bileşimi oluşturan elemanların seçimi ve bileşimdeki değişiklikler, sürekli geliştirilerek, kaliteli yeni alaşımların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ortaya çıkışlarından itibaren, krom-kobalt alaşımları giderek artan bir popolariteye sahip olmuşlardır (39).

Dişhekimliği ile ilgili çalışmalarda, saf metal kullanımı, son derece sınırlıdır. İki veya daha fazla saf metal veya metaloidin eritilmesi ile oluşan katı bileşiklere alaşım ismi verilmekle beraber, alaşım sözcüğü yerine, sıklıkla, metal sözcüğü de kullanılmaktadır (60).

Günümüzde, dişhekimliği çalışmalarında çok kullanılan bu alaşımların bileşimlerinin ortalama % 90 ile % 97 gibi önemli bir kısmını krom, kobalt, molibden ve nikel oluşturmaktadır (51,52,59). Bu alaşımlar içinde, daima mevcut olan en önemli metal kromdur (52).

PÉYTON ve CRAIG (52), "Restorative Dental Materials" isimli eserlerinde, bu tür alaşımları krom-kobalt alaşımları olarak isimlendirmenin pek doğru olmadığını, çünkü bazı alaşımların bileşimlerinde hiç kobalt içermediklerini; (örneğin, I nolu tabloda görüldüğü gibi B alaşımı hiç kobalt içermemektedir.) bu nedenle, bu tür alaşımları krom-kobalt alaşımları yerine, döküm krom alaşımları olarak isimlendirmek gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Dişhekimliğinde kullanılan alaşımlarda, genellikle kobalt ve nikel belirli bir yüzdeye kadar, kendi aralarında değiştirilebilmektedir (52). Kobalt ve nikelin alaşım içinde yer almalarına göre bu alaşımlar krom-kobalt alaşımları veya krom-nikel alaşımları olarak isimlendirilmektedir (59).

Dişhekimliğinde kullanılan krom-kobalt alaşımlarının bileşiminde, genellikle, ortalama % 35-65 Kobalt, % 20-35 Krom, % 0-30 Nikel, % 0,7 Molibden, % 0,4 Karbon bulunmaktadır (37).

Alaşımların içindeki metaller	Alaşımlar ve % ağırlıkları			
	A	B	C	D
Krom	30,0	17,0	27,0	30,0
Kobalt	dengelenir	-	dengelenir	dengelenir
Nikel	-	dengelenir	13,0	-
Molibden	5,0	5,0	4,0	5,0
Alüminyum	-	5,0	-	-
Demir	1,0	0,5	1,0	-
Karbon	0,5	0,1	0,2	0,35
Berilyum	-	1,0	-	-
Silisyum	0,6	0,5	0,6	0,35
Manganez	0,5	5,0	0,7	-
Galyum	-	-	-	0,05

Tablo I. Dişhekimliğinde kullanılan bazı döküm krom alaşımlarının bileşimleri (52).

Dişhekimliğinde kullanılan nikel-krom alaşımları bileşiminde ise, genellikle, ortalama % 60-70 nikel, % 15-20 krom, % 5-10 demir, % 2-3 silisyum bulunmaktadır (9).

İskelet protez dökümlerinde kullanılan krom-kobalt alaşımları, çok düşük oranda veya hiç nikel içermemektedirler (59).

Döküm krom alaşımları içinde krom, kobalt ve nikelin ağırlığı, bu alaşımların toplam ağırlığının % 90 ının üstünde olmakla beraber, bu üç metalin, bu alaşımların fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri oldukça sınırlıdır. Döküm krom alaşımlarının fiziksel özellikleri, azınlıktaki elementlerin kontrolü altındadır (52).

Dişhekimliğinde kullanılan döküm krom alaşımlarının ortalama % 10 unu içeren azınlıktaki elementler; karbon, molibden, berilyum, tungsten, manganez, bakır, demir, silisyum, alüminyum, titan, galyum, azot gibi elementlerdir (2,37,47,51,52).

PEYTON (51), alaşım içindeki küçük yüzdeli bu elementlerin varlıkları ve oranlarının, alaşımların kullanım amacına uygun olarak değiştiğini belirtmektedir.

Döküm krom alaşımlarını oluşturan elementler ve alaşıma etkileri:

Kobalt: Sert, dirençli ve rijit bir metaldir (37,51).

LEJOYEUX (37), PEYTON ve CRAIG (52), kobaltın, alaşımın elastiklik modülünü arttırması nedeniyle, alaşıma sertlik ve katılık özelliklerini kazandırdığını bildirmektedirler.

Krom: Kobalt ile beraber alaşıma katı bir eriyik şekli vermektedir (37). Krom, alaşımları korozyonlara ve kararmaya dirençli hale getirmektedir (26,35,37,48,58).

PEYTON ve CRAIG (52), bir döküm krom alaşımında oksit tabakasının oluşmaması ve alaşımın korozyona dirençli olabilmesi için en az % 20 oranında krom içermesi gerektiğini bildirirken, bu oranın % 28-29 dan fazla olmaması konusunda uyarılmaktadırlar. Yazarlar, alaşımdaki krom oranının % 30 dan fazla olması halinde, alaşımların dökülebilirliğinin azaldığına, dökümlerin zorlaştığına dikkati çekmektedirler.

RITZE (58), 1967 yılında yayınladığı makalesinde, kobaltla erimiş kromun, % 1 oranında karbon bağladığını bildirmektedir. Muntazam dağılmış krom-karbür olan bu olayın sonucunun, metalografik cildada tanecik sınırında görüldüğüne dikkati çekmektedir.

Nikel: PEYTON ve CRAIG (52), nikel ve kobaltın, alaşımda belirli bir yüzdeye kadar birbirinin yerini alabileceğini bildirmektedirler.

Nikel, alaşımların erime ısısında azalmaya neden olmakta, yumuşamaya meyli arttırmakta, alaşımın direnç karakterini azaltmaktadır (26,51).

AICHHORN (1), TOWNSEND ve ark. (67), nikelin, mukozada duyarlılığına neden olduğunu ve vücutta zamanla nikel karşı allerji oluştuğuna dikkati çekmektedirler.

AICHHORN (1), 1976 yılındaki yazısında, ağızda % 60 dan fazla nikel eçeren alaşımların, tehlikeli kabul edilmesi gerektiğini bildirmektedir.

Molibden: LEJOYEUX (37), molibdenin alaşımda, gren (tane) boyutunu azaltma özelliğine sahip olduğunu bildirirken, PEYTON ve CRAIG (52), alaşımlarda % 3 - % 6 oranında molibden bulunmasının, alaşımların dayanıklılık kazanmasına yardımcı olduğunu belirtmektedirler.

Silisyum ve Manganez: LEJOYEUX (37), NALLY (47), PEYTON ve CRAIG (52), silisyum ve manganezin alaşımların akıcılığını ve dökülebilirliğini arttırdığını bildirmektedirler.

NALLY (47), alaşımlardaki % 0,2 ile % 3 arasındaki manganezin, % 0,1 ile % 0,35 arasındaki silisyumun varlığının alaşımın oksitlenmesini önleyici görev yaptığını bildirmektedir.

Karbon: LEJOYEUX (37), MacCULLOCH (40), PEYTON ve CRAIG (52), sertliği arttırmanın en etkili yollarından birinin, alaşımdaki karbon miktarını arttırmak olduğunu bildirmektedirler.

PEYTON ve CRAIG (52), dişhekimliğinde kullanılan alaşımların içindeki karbon oranının % 0,2 civarında olması gerektiğini belirterek, karbon oranının artmasının, alaşımları çok sert ve kırılğan yaptığını; öte yandan, karbon oranının azalmasının ise, alaşımın dayanıklılığını ileri derecede azalttığını açıklamakta, her iki durumda da, alaşımların dişhekimliğinde kullanılmayacağına dikkati çekmektedirler.

AYDIN (4), HARCOURT (23), MacCULLOCH (40), karbon oranının çok ciddi biçimde kontrol edilmesi gereği üzerinde durmaktadırlar.

Alaşımların içinde bulunan % 0,2 oranı gibi az orandaki karbon, karbürlerin oluşmasında etkili olarak, alaşımların direncinin artmasına yardımcı olmaktadır (47).

Alüminyum: PEYTON ve CRAIG (52), alüminyumun, nikel içeren alaşımlarda Ni_3Al şeklinde bulunduğunu ve bu bileşiğin, alaşımın son çekme direncini ve klasik elastiklik sınırını büyük ölçüde yükselttiğini bildirmektedirler.

Tungsten: PEYTON (51), PEYTON ve CRAIG (52), dişhekimliğinde

kullanılan ilk alaşımların az miktarda tungsten içermekte olduğunu, tungstenin alaşımların uzama değerlerini önemli ölçüde azalttığını belirterek, daha sonraki döküm krom alaşımlarında, tungstenin yerini diğer sertlik verici elementlere, özellikle molibdene bıraktığını bildirmektedirler.

Berilyum: Birçok araştırmacı, krom-kobalt alaşımlarına % 1 lik berilyum katılmasının erime ısılarını düşürdüğünü belirtmektedirler (29,52).

DUNCAN (19) ve PEYTON (51) da, berilyumun, alaşımların erime ısını düşürdüğünü, döküm büzülmesini azalttığını, döküm karakterini iyileştirdiğini, ayrıca, alaşımlarda tane yapısının incelmeye ve özellikleri tek tip olan alaşımların oluşmasına yardım ettiğini bildirmektedirler.

AICHHORN (1), NAKAMURA ve ark. (46), ağırlığının % 0,5 i ile % 3 ü oranında berilyum içeren alaşımların zararlı olmadığını, ancak saf berilyum ve bileşiklerinin toksik ve kanserojen olduğunu belirtmektedirler.

Azot: PEYTON ve CRAIG (52), döküm krom alaşımlarında azot bulunmasının, alaşımların kırılma kalitelerini etkilemede yardımcı olduğunu bildirmektedirler. Yazarlar, önceleri, dökümlerin vakum altında veya argon atmosferinde yapılamadığından, dökümlerdeki azot miktarının kontrol edilemediğini; eğer dökümü yapılmış alaşım içindeki azot oranı % 0,1 den fazla ise, alaşımların şekil verilebilirlik özelliklerinin bir kısmını kaybettiklerini bildirmektedirler.

Bor: Erimiş döküm krom alaşımlarının oksijen ile birleşmeye eğilimli olduğunun üzerinde duran HARCOURT ve ark. (26), endüstriyel dökümlerde, eritici spery kullanılmış alaşımlarda oksitlenmenin önlenip, akıcılığın arttığını görünce bor ve silisyumu oksitlenmeyi önleyici olarak kullanmaya karar vermişlerdir. Araştırmacılar, çalışmalarını sonucunda, alaşımlardaki en uygun bor oranının ortalama % 0,4 olması gerektiğini, ayrıca, döküm büzülmelerini önlemede, bor elementinin etkili olduğunu bildirmektedirler.

Titan: LEJOYEUX (37), döküm krom alaşımlarındaki titan oranının % 4-10 arasında olması gerektiğini vurgulayarak; titan elementinin:

- Alaşımların akıcılığını arttırdığını,
- Dökümlerin hassasiyetini ve kalitesini iyileştirdiğini,
- Protezin kroşelerinin ince yapılabilmesine imkan verdiğini,
- Alaşımların elastikliğini ve çekmeye dirençlerini arttırdığını belirtmektedir.

A.D.A.'nın (American Dental Association), krom-kobalt döküm alaşımları ile ilgili, 1957 yılında yayınladığı 14 no:lu bildirisi;

- Dişhekimliği ile ilgili alaşımların gelişimini,
- Alaşımların çeşitli fiziko-mekanik özelliklerini ve bu özelliklerin sağlanmasında sabit değerleri ve yöntemleri açıklayarak, araştırma sonuçlarının birbirleriyle kıyaslanması olanağını vermektedir (51,52).

II-1.A. İSKELET PROTEZ DÖKÜM ALAŞIMLARININ FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİ:

İskelet protez döküm alaşımlarının fiziko-mekanik özelliklerini 1- Renk, 2- Yoğunluk, 3- Erime, 4- Döküm büzülmesi, 5- Sertlik, 6- Elastiklik, 7- Çekme direnci, 8- Uzama, 9- Elastiklik modülü başlıkları altında irdeleyebiliriz.

1- Renk: Dökümleri kurallara uygun bir şekilde bitirilip, cilalanmışsa, döküm krom alaşımları gümüşü beyaz, parlak bir renge sahiptir (52).

2- Yoğunluk: Döküm krom alaşımlarının yoğunluğu ortalama 8-9 gr/cm³ dür. Düşük yoğunluktan kaynaklanan ağırlık azalmasının, bu tür alaşımlar için avantaj kabul edilmesi gerektiği belirtilmektedir (39,51,52,66).

3- Erime: A.D.A. tarafından dişhekimliğinde kullanılan alaşımlar, erime ısılarına göre 2 gruba ayrılmıştır.

- Erime ısıları 1300°C nin üstünde olan alaşımlar.
- Erime ısıları 1300°C nin altında olan alaşımlar (51,52,65).

PEYTON ve CRAIG (52), 1300°C nin altında eriyen bir tek döküm alaşımı olduğunu, diğer döküm krom alaşımlarınının 1390 ile 1450°C arasında eridiklerini bildirmektedirler.

Saf Metaller İçin Erime:

LUBESPERE ve ark. (39), bir döküm işlemi sırasında saf bir metal için, katı halden sıvı hale geçişin, kesin (belirli) bir ısıyla olduğunu, erime için, metalin kristallerinin parçalanması gerektiğini, bunun da, bir ısı kaynağı gerektirdiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, soğuma sırasında olayın tersine döndüğünü, ısı açığa çıktığını, ekzotermik (ısı veren) bir reaksiyon görüldüğünü ve katılaşma noktasının, sıvı halden katı hale geçişi gösterdiğini, saf metaller için erime ve katılaşma noktalarının aynı olduğunu açıklamaktadırlar.

Alaşımlar İçin Erime:

LUBESPERE ve ark. (39), bir alaşım için erimenin, saf metallerdeki gibi kesin (belirli) bir ısıda değil, erime aralığı veya katılaşma aralığını belirleyen iki ısı noktası arasında gerçekleştiğini bildirerek;

- Katı halin aşağı erime noktasında oluştuğunu,
- Erime halinin, üst erime noktasında oluştuğunu,
- Katılık altında, bütün alaşımların katı,
- Likitliğin üstünde, bütün alaşımların sıvı olduğunu,
- Erime ve katılaşma aralığındaki alaşımların, eriyik içinde dağılmış katı parçacıklar ile karışık bir faz gösterdiğini açıklayarak; döküm krom alaşımları için, ortalama katı halin 1315°C, likit halin de 1370°C civarında olduğunu belirtmektedirler.

ANDERSON (2), CARTER ve KIDD (10), LUBESPERE ve ark. (39), sınırlı bir erime aralığının, hızlı soğumaya neden olduğunu; hızlı soğumanın ise, alaşımın yapısında küçük boyutlu ve sayıca fazla tane oluşumuna; aksine, yavaş soğumanın ise, az sayıda ve büyük boyutlu tane oluşumuna neden olduğunu; bir alaşımın mikroyapısı ve fiziko-mekanik özellikleri arasındaki ilişki nedeniyle, tane yapısının çok önemli olduğunu vurgulamaktadırlar.

4- Döküm Büzülmesi: LUBESPERE ve ark. (39), WAGNER (71), döküm krom alaşımlarının döküm büzülmesinin büyük kısmının, sıvı halden katı hale geçerken oluştuğunu belirtmekte ve alaşımların büzülmesinin 3 aşamada gerçekleştiğini bildirmektedirler.

a- Alaşımların erimesi ve erişim alaşımın ısınması sırasında ulaşılmış maksimum ısı arasında oluşan ısısal büzülme,

b- Katı faz ve sıvı faz arasındaki hal değişikliği sırasında oluşan ısısal büzülme,

c- Katılık ve çevre ısısı arasındaki katılık büzülmesi.

A.D.A.'nın, bu tür alaşımların büzülme oranı için verdiği yüzde oranı % 2,05 ile % 2,33 arasında değişmektedir (39,51,58).

BARRETO ve ark. (5), DOOTZ ve ark. (18), LACY ve ark. (34), PEYTON (51), PEYTON ve CRAIG (52), PICARD (54), döküm büzülmeleri fazla, erime ısıları da yüksek olan döküm krom alaşımları için, gelişmeleri de fazla olan silika veya fosfat bağlayıcılı revetmanlar kullanılması gereğini belirtmektedirler.

Net Döküm Büzülmesi:

LUBESPERE ve ark. (39), net döküm büzülmesini, kalıp revetmanının genişmesi ile, gerçek döküm büzülmesi arasındaki fark olarak tanımlamakta ve bir dökümde, döküm parçasının, orijinal mum maketinden daha küçük olduğu anlamına gelen nicel fark olarak bildirmektedirler. Yazarlar; revetman seçimi ve imalatçı tarafından önerilen kullanma şekline uymanın, alaşımların döküm büzülmelerini önlemede önemli bir etken olduğunu belirtmektedirler.

DOOTZ ve ark. (17), FUSAYAMA ve ark. (21), dişhekimliği alaşımlarının döküm büzülmelerinin önlenmesinde, revetmanların önemine dikkati çekmektedirler.

WAGNER (71) de, döküm büzülmesinin, döküm haznesi veya döküm yolunun genişliğinin arttırılması ile kompanse edilebileceğini bildirmektedir.

5- Sertlik:

VALEGA (69), sertliğin fiziksel özelliklerin iyi bir göstergesi olduğunu belirtmektedir.

PEYTON ve CRAIG (52), bileşimindeki ufak değişikliklerin, döküm krom alaşımlarının sertlikleri üzerinde önemli değişiklikler yaptığını açıklamaktadırlar.

LUBESPÈRE ve ark. (39), bir alaşımın sertliğini, test edilen malzemenin yüzeyine uygulanmış basınç zorlaması altında, malzemenin penetrasyona direnci olarak tanımlamaktadırlar.

LUBESPÈRE ve ark. (39), PEYTON (51), PEYTON ve CRAIG (52)'e göre başlıca 3 sertlik ölçme metodu vardır.

a- Brinnell sertlik ölçme metodu: LUBESPÈRE ve ark. (39), bu metodu bir P yükselmesi altında, D çapında çelik bir bilyenin sürekli ve gittikçe artan penetrasyonu olarak tanımlamakta ve çelik bilye ile oluşturulmuş penetrasyon yüzeyinin çapının, mikroskop altında ölçülmesi gerektiğini, penetre ölçü yüzeyi ne kadar küçükse, alaşımın o kadar sert olacağını ve Brinnell indisinde o kadar yüksek olacağını vurgulamakta; ayrıca, deney için ölçümü yapılan alaşımın minimum kalınlığının, penetre olan ölçü derinliğinin en az 10 katı kalınlıkta olması gerektiğini; test edilecek maddeye göre farklı çaplarda bilyeler kullanıldığını ve her çapa göre değişik bir yüklenme değeri uygulandığını açıklamakta; Brinnell sertlik değerinin (HB) ile, Anglo-Sakson literatüründe ise (BHN) ile gösterildiğini belirtmektedirler.

PEYTON ve CRAIG (52), Brinnell metodu ile sertlik ölçümlerinin, döküm krom alaşımları için, pratik olmadığını; bu nedenle, alaşımların sertlik ölçümlerinin, diğer metodlarla yapılmasını önermektedirler.

b- Rockwell sertlik ölçme metodu: LUBESPÈRE ve ark. (39), bu sertlik ölçme metodunda;

- 120° lik tepe açısına sahip elmas bir koni,

- 1,5875 mm lik veya 3,175 mm lik çok sert çelik bilyelerin penetratör olarak seçildiğini, uygulanan yük, penetrasyon derinliklerinin artmasının, sertlik ölçme aletinin üzerindeki bir mikrometre yardımı ile kayıt edici bir kadran üzerinde, otomatik olarak saptandığını belirterek, penetratör tipinin test maddesine bağlı olarak seçildiğini, sertlik indisi verilirken, penetratör tipinin de belirtilmesi gerektiğini, bildirmektedirler.

PEYTON ve CRAIG (52) de, Rockwell sertlik ölçme metodunun plastik maddeler gibi çok sert olmayan maddelerin sertlik ölçümleri için uygun olduğunu; bu nedenle, dişhekimliğinde, diğer sertlik ölçüm yöntemlerinin yanında daha az kullanıldığını açıklamaktadırlar.

c- Vickers sertlik ölçme metodu: Önceleri İngiltere'de geliştirilmiş, sonraları sert yüzeyli materyeller için uygun bir metod olarak benimsenmiş bu sertlik ölçme metodu, Vickers sertlik ölçme metodu olarak isimlendirilmektedir (52).

LUBESPÈRE ve ark. (39), tepe açısı 136° , tabanı kare şeklinde olan elmas bir piramidin sivri ucunun, kesintisiz ve gittikçe artan bir P yükü altında test edilecek yüzeyde bıraktığı izin ölçümü ile değerlendirildiğini, Vickers sertlik değerlerinin (HV) ile gösterildiğini, bu sertlik ölçüm metodunda, uygulanmış yüke bağlı olmayan 1,8544 gibi sabit bir sayı kullanılarak, $HV = \frac{P}{S}$ formülüne göre hesaplama yapıldığını, madde sertliği arttıkça, sertlik indisinin de yükseldiğini, Vickers sertlik ölçme metodunun, genellikle, Brinnell sertlik ölçümüne göre HB 400 den fazla sert olan materyeller için kullanıldığını, Vickers sertlik ölçme metodu ile sert ve kırılğan, (örneğin; cam, porselen, diş minesini gibi) maddelerin sertliklerinin ölçülebildiğini belirtmektedirler.

LUBESPÈRE ve ark. (39), TAYLOR ve ark. (66), bu 3 sertlik ölçme metodu indislerinin birbirlerine dönüştürülebildiğini ve A.D.A.'nin 14 no:lu bildirisinde döküm krom alaşımlarının ortalama sertlik indislerinin HR30N = HB310 = HV330 olarak belirtildiğini, açıklamaktadırlar.

LUBESPÈRE ve ark. (39), krom-kobalt alaşımlarının sertlik değerleri oldukça yüksek alaşımlar olduğunu; bu nedenle, bu alaşımların mülleme işlemlerinin güç olduğunu, buna karşılık, cilalarını uzun bir periyot süresince koruyabildiklerini; özellikleri, iyileştirilerek geliştirilmiş yeni krom-kobalt alaşımlarının sertliklerinin, klasik alaşımlardan daha az olmasına rağmen, daha yüksek çekme direnci gösterebildiklerini, bu durumun da, bu alaşımların dökümlerinin, laboratuvarında bitim işlemlerini kolaylaştırdığını; böylece,

alaşımın direncinin artması için, mutlak olarak sertliğinin artması gerekmediğini bildirmektedirler.

HARCOURT (24), ısısal işlemler uygulanmış dökümlerde sertlik artışı görüldüğünü belirtmektedir.

6- Elastiklik:

ADA'nın 14 no:lu bildirisinde, döküm krom alaşımlarının bazı fiziko-mekanik özelliklerini saptayabilmek ve karşılaştırabilmek için test örnekleri standartları açıklanmakta, bu örneklerin iki uçlarından çekme makinasına tutunabilmeleri için yivli başlara sahip olmaları gerektiği bildirilmektedir. Test işlemi sırasında, çekme makinasına ekstensiyometre adı verilen bir ölçüm aleti bağlanmaktadır (52).

Bir çekme zorlanmasına uğramış bir metal telde uzama görülür. Çekme kuvveti hafif olduğunda, kuvvet ortadan kalkınca, tel başlangıçtaki uzunluğuna dönebilmekte; daha kuvvetli bir çekme zorlamasında, metal tel, kuvvet ortadan kalksa da başlangıçtaki uzunluğa dönememektedir. Çünkü metal telin elastiklik sınırı aşılmış, plastik faza geçilmiştir (39).

Elastiklik Sınırı: Bir çekme deneyinde, kuvvet ortadan kalktıktan sonra, metal telin etkilemeksizin başlangıçtaki uzunluğa dönmediği en yüksek kuvvettir (39).

Oranlılık Sınırı: Bir çekme deneyinde basınç ve uzamanın artması arasındaki orantının belirli bir noktaya kadar devam ettiği görülmektedir. Bu noktaya oranlılık sınırı denmektedir (39).

"Yield Strength" veya Klasik Elastiklik Sınırı: LUBESPERE ve ark. (39), klasik elastiklik sınırının, elastik fazdan hemen sonra başlayan plastik fazın başlangıcında, yapıda kalıcı deformasyonları sağlamak için gerekli kuvvetin göstergesi olarak tanımlanmaktadır.

PEYTON ve CRAIG (52), iskelet protez ve kroşeleri için, kalıcı bir deformasyon riski olmaksızın, karşılayabilecekleri en fazla yükü belirtebilmesi açısından, klasik elastiklik sınırının önemini vurgulamaktadırlar.

Akma Noktası: Kuvvet ortadan kalktıktan sonra, kalıcı uzamanın % 2 lik değere ulaştığı noktaya akma noktası denmektedir. Akma noktası değeri yükseldikçe, tutuculuğun azalması riski olmaksızın retansiyon ağları, barlar ve kroşeleri inceltebilme imkanı olabilmektedir (39).

7- Çekme Direnci

Bir materyelin çekme veya germe kuvvetlerine karşı gösterdiği direnç kuvvetine çekme direnci denmektedir. A.D.A. tarafından açıklanan ortalama çekme direnci 63 K/mm^2 olarak belirtilmesine rağmen, geliştirilmiş iyi nitelikli yeni krom-kobalt döküm alaşımlarında bu değer mm^2 ye 100 K'den fazlaya ulaşmıştır (39).

8- Uzama

HARCOURT (24) ve LUBESPÈRE ve ark. (39), bir çekme deneyinin, sürekli uzama sonucu bir kopma ile sonuçlanacağını, deneyin başındaki uzunluk ile, uç uca getirilen deney parçalarının, yeni konumdaki uzunlukları arasındaki farkın, deneyin başındaki uzunluğa bölünmesiyle uzama değerinin bulunduğunu ve uzama değerinin % ile ifade edildiğini bildirmektedirler.

A.D.A.'nın, 14 no:lu bildirisinde minumum uzama yüzdesi % 1,5 olarak bildirilmekte, ancak son krom-kobalt alaşımların uzama yüzdeleri % 10 gibi yüksek değerlere ulaşmış bulunmaktadır (39).

9- Elastiklik Modülü = Young Modülü

Bir alaşımın elastiklik modülü, alaşımın yapısından beklenen dayanıklılık veya fleksibilite derecesinin göstergesidir. Elastiklik modülü değeri ne kadar yüksekse, alaşımın direncinin o kadar fazla olması beklenir (9,39,51,52).

KORN (33), elastiklik modülünü, bir maddenin elastik şekil değişikliğinin sayısal ifadesi olarak tanımlamaktadır.

LUBESPÈRE ve ark. (39), iskelet protez yapımında kullanılan krom-kobalt alaşımlarının ortalama elastiklik modülünü $E = 9842 \text{ K/mm}^2$ olarak bildirmekte ve elastiklik modülünün,

$$E = \text{Elastiklik Modülü} = \frac{\text{Uygulanan kuvvet}}{\text{Deformasyon}}$$

formülü ile saptandığını belirtmektedirler.

DEGENER ve FINGER (13), de krom-kobalt alaşımlarının yüksek elastikiyet modülleri nedeniyle, protezlerde bağlayıcı elemanların ince yapılabilmesine imkan verdiğini bildirmektedirler.

II-1.B. İSKELET PROTEZ DÖKÜM ALAŞIMLARIN MİKROYAPISI:

LUBESPÈRE ve ark. (39), PEYTON ve CRAIG (52), herhangi bir maddenin mikroyapısının, onun özelliklerini, kontrol altında tutan temel parametresi olduğunu, başka bir deyişle; eğer, bir materyelin fiziksel özelliklerinde bazı değişiklikler varsa, mikroyapısında da birtakım değişiklikler meydana gelebileceğini bildirmekte, metalografik olarak, krom-kobalt alaşımlarının, krom ve kobaltın katı bir eriyiğinin bileşik bir matrisinden oluştuğunu, döküm sonrası bu matrisinin dendritik, çekirdekli bir yapıya sahip olduğunu belirtmekte ve matrisler arasında karbür partiküllerinin farklı konumlarda yerleştiklerini; bu tür alaşımlarda karbürlerin oluşmasının nedeninin krom, kobalt, tungsten ve molibden gibi elementlerin, karbür yapıcı elementler olmalarına bağlı olduğunu bildirmektedirler.

PEYTON ve CRAIG (52), döküm krom alaşımlarının bileşimi ve döküm şartlarının, alaşıma özgü karbür tipinin az veya çok oluşmasında ve karbürlerin yerleşim düzeninde etkili olduğunu belirtirken, CARTER ve KIDD (10), karbürlerin yerleşim düzeninde, döküm parçasının kalınlığının önemli bir etken olduğunu bildirmektedirler.

II-2.A. İSKELET PROTEZLER İÇİN KULLANILAN DÖKÜM MAKİNALARI

PEYTON ve CRAIG (52), sanat ve endüstri işlemlerinde, bir parçanın mumdun bir kopyasının yapılarak katılaşabilen bir madde içine gömüldüğünün, daha sonra da mumun yakılarak uçurulduğunun ve kalıbın içine metalin eritilerek basınçsız olarak boşaltıldığının çok eski yıllardan beri bilindiğini açıklamaktadırlar.

BATES (6) ve HOLLENBACK (27), dişhekimliğinde yapılan döküm-

lerin, endüstriyel dökümlere göre küçük boyutlu ve dökümlerde kullanılan alaşımlar da yüksek yüzey gerilimine sahip alaşımlar olduklarından, dökümlerin yapılabilmesinde yerçekimi kuvvetinin yeterli olamayacağını, erimiş metalin manşet boşluğunu tamamen doldurabilmesi için mutlak bir kuvvetin gerektiğini belirtmektedirler.

HOLLENBACK (27), PEYTON ve CRAIG (52), dişhekimliği dökümleri için geliştirilmiş çok çeşitli döküm makinalarının olduğunu bildirerek; döküm işleminde uygulanan kuvvetin cinsine göre, döküm makinalarını 2 ana tipe ayırmaktadırlar.

- Basınç kuvveti ile çalışan döküm makinaları.

- Santrifüj kuvveti ile (Merkezkaç kuvveti ile) çalışan döküm makinaları.

1897 yılında PHILBROOK, basınçlı döküm yöntemini ilk defa ortaya atmıştır (27).

NALLY (47), 1907 yılında WILLIAM H. TAGGART'ın hava basınçlı döküm makinasını ve döküm tekniğini, dişhekimliğine kazandırdığını bildirmektedir.

PEYTON ve CRAIG (52), küçük boyutlu dökümlerde, hava basınçlı ve santrifüj kuvvetli döküm makinalarının birbirlerine üstünlüğünün çok fazla olmadığını, ancak büyük boyutlu dökümlerin basınçlı döküm makinaları ile dökümlerinin olanaksız olduğunu belirtmektedirler.

PHILLIPS (53), daha 1947 yılında, hava basınçlı makinalarda manşetin yerleştirildiği diskin delikli olması nedeniyle döküm sırasında manşet boşluğundaki gazların kaçışının kolaylaştığını, ayrıca döküm kanalı boyu da yeterli uzunlukta hazırlanmışsa, geri basınç sorununun önlenebildiğini, santrifüjli döküm makinalarında ise, manşet aynı düzlemde arka metal plağa dayandığından, gazların kolay kaçmamasına bağlı olarak geri basınç oluştuğunu, bu nedenle santrifüjli dökümlerde yüksek döküm kuvvetlerine gereksinim olduğunu bildirmektedir.

Santrifüj kuvveti ile (Merkezkaç kuvveti ile) çalışan döküm makinaları:

PEYTON ve CRAIG (52), bu makinaların, erimiş metali merkezkaç kuvveti ile manşet boşluğu içine fırlatarak, boşluğun tamamen doldurulması prensibiyle çalıştıklarını, santrifüjlü döküm makinalarının birçok çeşidi olduğunu, bazılarının elle, bazılarının yay sistemi ile hareket ettiğini, bir kısmında alaşımın eritilebileceği bir pota, bazılarında ise elektrikli ısıtma ünitelerin eklendiğini bildirmektedirler.

Santrifüj kuvveti ile çalışan bu makinaların bir kısmında manşet, makinanın yerleştirildiği yer düzlemine dik, bir kısmında ise paralel bir düzlemde dönmektedir (6,31,47,52).

NALLY (47), santrifüjlü döküm makinalarının en eski modellerinin el kuvveti ile çalıştırılmakta olduğunu, bu makinaların büyük kısmında manşetin yer düzlemine paralel bir düzlemde döndüğünü, yatay düzlemde hareket eden santrifüjlü döküm makinaları ile daha güçlü, daha düzgün ve daha hızlı bir hareket elde edilebildiğini savunmaktadır.

HOLLENBACK (27), santrifüjlü döküm makinalarında ortaya çıkan ve manşeti çeviren kuvvetlerin;

- a- Erimiş metalin kitlesine,
- b- Makina hareket halinde iken, dönen kolda oluşan hıza,
- c- Hareket eden kolun uzunluğuna ve
- d- Makinanın dönme hızına bağlı olduğunu bildirmektedir.

BATES (6), döküm sırasında gerekli kuvvetin sağlanabilmesi için, döküm manşetinin ve santrifüj kolunun karşıt kitlesinin eşit ve dengede olması gerektiğini belirtmektedir.

MARX (42), santrifüjlü döküm makinalarının dizayn ve işlem basitliği yanında, değişik döküm şartlarında dökümlerin yapılabilmesine olanak verdiğini; en önemli avantajlarından birisinin de, döküm kanalının genişliğini, dökülecek objenin büyüklüğüne göre oluşturma olanağını sağladığını açıklamaktadır.

HOLLENBACK (27), 1964 yılında, santrifüjlü döküm makinalarının giderek, daha popüler hale geldiğini ve diğer tip döküm makinalarının yerini aldığını bildirmektedir.

BRETSCHNEIDER (8), MAICKEL (41) ve INGERSOLL (28), yatay düzlemde hareket eden santrifüjlü döküm makinalarında, çevirici çalıştığı andan itibaren, en büyük merkezkaç kuvvetinin dönme yönüne zıt tarafta oluştuğunu, bunun manşetin içine akan eriyiğin temel akış yönü olduğunu, temel akış yönünde duran bölümlerin içeri dolan eriyikle ilk başta dolduğunu belirtmektedirler.

INGERSOLL (28), kırık kola sahip olmayan santrifüjlü döküm makinalarının, hızlanma problemi olduğunu, bu tip makinaların belirli bir hıza erişinceye kadar santrifüj kuvvetine karşı koyduklarını açıklamaktadır.

VALEGA (69), 1977 yılında, konferans tutanaklarından derleyerek oluşturduğu eserinde, santrifüjlü dökümlerin, hava basınçlı ve vakum tekniklerine göre tercih edilmesi gerektiğini bildirmektedir.

PEYTON ve CRAIG (52), erimiş metalin kalıba dökülmesine yardımcı olmak üzere, vakum sistemi eklenmiş santrifüjlü ve gaz basınçlı döküm makinalarının olduğunu, bazı durumlarda vakumlu dökümlerin avantajlı olabildiğini, ancak genelde, vakumla yapılmış dökümlerin kalitesinde bir üstünlük olmadığını açıklamaktadırlar.

BRETSCHNEIDER (8) de, 1977 yılındaki bir araştırmasında, yatay tip santrifüjlü döküm makinalarının, vakumlu-basınçlı döküm makinalarının yerini aldığını belirtmektedir.

JORGENSON (30) ise, 1976 yılında yayınladığı yazısında, Kopenhag Dişhekimliği Yüksek Okulu'nda kullanılan bir vakumlu döküm tekniğini tanıtmaktadır. Araştırmacı, bu döküm tekniğinde, dökümlerin bir pota olmadan vakumda ve revetman maddesine döküm sırasında basınç uygulanması ile gerçekleştirildiğini, bu sistemde havalandırma kanalları ve besleme haznesine gerek olmadığını, döküm büzülmesinin santrifüj kuvvetli makinalara göre daha az ve hızlı devirli, kızgın pota ve metal içeren merkezkaç kuvvetli döküm tekniklerinden daha sorunsuz olduğu görüşünü savunmaktadır.

II-2.B. İSKELET PROTEZLERDE KULLANILAN ALAŞIMLARIN ERİTİLME YÖNTEMLERİ:

MacCULLOCH (40) ve PICARD (54), döküm krom alaşımlarının eritilmesinin bir gaz yanması, elektrik arkı veya yüksek frekanslı indüksiyon sistemi gibi güçlü ısı kaynakları sayesinde elde edilen ısı ile gerçekleştirilebileceğini belirtmektedirler.

MARX (42), SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61), metallerin başarılı dökümlerinin, öncelikle alaşımların eritilmesine, daha sonra da döküm makinasının tipine bağlı olduğunu bildirmektedirler.

VALEGA (69), dişhekimliğinde kullanılan alaşımların eritilmelerinin;

- a- Gaz kaynaklı şalomalarla veya
- b- Elektrik kaynaklı cihazlarla gerçekleştirdiğini bildirmektedir. Yazar, gaz kaynaklı şalomalarda,
 - Asetilen-oksijen,
 - Gaz-oksijen,
 - Gaz-hava ısı kaynağı kullanıldığını; elektriksel eritmelerin ise,
 - İndüksiyon üniteleri ve
 - Direnç fırınlarında gerçekleştirildiğini belirtmektedir.

Gaz-oksijen ısı kaynaklı eritme sisteminde, döküm krom alaşımları, doğal gaz-oksijen ısı kaynağıyla da eritilebilmektedir (7,52,61,73).

Gaz-hava ısı kaynaklı eritme: Gaz-hava şalomaları, düşük ısı güçleri nedeniyle altın ve alaşımlarını eritmede kullanılmaktadır (6,55).

Asetilen-Oksijen ısı kaynaklı eritme:

NITKIN ve ASGAR (48), döküm krom alaşımlarının içerdikleri kromun erime ısısını yükseltmesi nedeniyle, bu alaşımların eritilebilmelerinin asetilen-oksijen veya indüksiyon eritmeleri gibi yüksek ısı verebilen güçlü ısı kaynakları gerektirdiğini bildirmekte ve asetilen-oksijen ısısının kontrolü zor bir ısıtma yöntemi olduğunu, alaşımlarda fazla ısınmaya neden olabileceğini belirtmektedirler.

PICARD (54), VALEGA (69) ve WULFES (73), asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritmelerin, yüksek erime ısıllı döküm krom alaşımlarının eritilmesinde kullanıldığını, döküm krom alaşımlarının karbona güçlü ilgi gösterme özelliklerinden dolayı, aleve ulaşan asetondan karbon alabildiklerini belirtmektedirler.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sisteminde, nötral alev tipine yaklaşabilmek için, ortalama asetilen basıncının 0,5 bar, oksijen basıncının ise 1,5-1,75 bar oranlarında tutulması, alev-alaşım uzaklığının ise, 4 cm civarında olması önerilmektedir (7,14,61).

SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61), asetilen-oksijen ısı kaynaklı dökümlerde, doğru alev ayarının, alev çekirdeklerinin yuvarlak sonlanmalar göstermeleriyle saptanabileceğini bildirmektedirler.

RITZE (58), asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi ile döküm yapılırken, alaşım erir erimez makinanın çalıştırılmamasını, alevin erimiş alaşım üzerinden çekilerek 1-1,5 sn. kadar beklenmesini, böylece alaşım içine girmiş gazların çıkmasına izin verilmesini önermektedir.

Doğal gaz - Oksijen ısı kaynaklı eritme:

BEGO (7), SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61) ve WULFES (73), alışılmış asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritmelere göre, daha düşük ısıtma değeri ve alev ısılarına rağmen, daha konsantre alevleri sayesinde doğal gaz-oksijen eritme yöntemi ile alaşımların erime noktalarına çok çabuk ulaşıldığını bildirmektedirler.

BEGO (7), doğal gaz-oksijen ısı kaynaklı eritmelerin en önemli avantajının, alaşımlara karbon karışmasının olmadığını, bunun kimyasal analizler ile gösterildiğini bildirmekte, ayrıca doğal gazın ekonomik avantajını ve tehlikeli asetilen tüpünün ortadan kalkmasının yararını belirtmektedir.

Yüksek Frekanslı İndüksiyon ısı kaynaklı eritme:

BATES (6), SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61), krom-kobalt alaşımlarının eritilmelerinde indüksiyon ısı kaynaklı eritme apereylerinin oldukça sık kullanıldığını belirterek, bu eritme ünitesine sahip

döküm makinalarında alaşımların eritilmelerinin indüktif akım yoluyla sağlandığını, şehir şebeke akımının, makinadaki özel bir jeneratör yardımıyla frekans sayısı çok yüksek olan bir alternatif akıma çevrildiğini, bu akımın çok sayıda helezona sahip, içi boş, bakırdan yapılmış yüksek frekans bobinlerinden geçirildiğini, bobinlerin apereyin çalışma süresi boyunca suyla soğutulduğunu bildirmektedirler. Yazarlar, bobinin içinden alternatif akım geçmesinden dolayı bobin çevresinde manyetik bir kuvvet alanı oluştuğunu, bu alana içi alaşım dolu bir pota sokulduğunda, yüksek frekanslı alternatif akımın, potadaki alaşımda indüksiyon gerilimi oluşturması nedeniyle belli bir zaman süreci içinde alaşımın sıvı hâle geldiğini belirtmektedirler.

AYDIN (4), BEGO (7), MacCULLOCH (40), RITZE (58), SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61), TAYLOR ve ark. (66), metal eriyiklerin havanın oksijeni ile reaksiyona girmelerini yani oksidasyonlarını önlemek için, indüksiyon ısı kaynaklı eritmelerde dökümlerin, makinaya bir boru aracılığıyla iletilen ve soy bir gaz olan argon veya helyum gazının koruyucu atmosferi altında yapılması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61), indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinalarında, alaşımlar çok çabuk sıvı hâle geldiklerinden homojen olarak ısıtıldıklarını; açık alevle ısıtma sonucu alaşıma atmosfer gazlarının karışması nedeniyle, olumsuz döküm sonuçlarının meydana gelme riskinin azaldığını belirtmektedirler.

NITKIN ve ASGAR (48), döküm krom alaşımlarının eritilmesindeki işlemler daha iyi kontrol altında tutulabildiğinden, indüksiyon ısı kaynaklı eritmelerin daha iyi sonuçlar verdiğini savunmakta, fakat, bu eritme sisteminin ekonomik olarak pahalı araç-gereç kullanımını gerektirdiğini bildirmektedirler.

II-3. DÖKÜM VE ERİTME YÖNTEMLERİNİN ALAŞIMLARIN FİZİKO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ:

BEGO (7), VALEGA (69) ve WULFES (73), döküm krom alaşımlarının asetilen-oksijen ısı kaynağı ile dökümlerinde, alaşımlara karbon karışmasının daha sert ve kırılğan olmalarına neden olduğunu açıklamaktadırlar.

HARCOURT (24), STADE ve ark. (62), alaşımların mikroyapılarındaki karbür çökeltisinin oluşumunun sertliklerini etkilediğini bildirmektedirler.

WULFES (73), alaşımların oksijen fazlalığı ile eritilmesinin ise, karbon yanmasına bağlı olarak, dökümlerin çok yumuşak olmasına neden olduğunu belirtmektedir.

BATES (6) de, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sisteminde, doğru alev tipinin kullanılmasının, uçurulacak veya eklenecek karbon miktarına bağlı olarak önem taşıdığını belirterek, nötral bir alev tipinin seçilmesini ve alev-metal uzaklığının standardize edilmesini önermektedir.

SPIKERMANN ve GRUNDLER (61), alevle eritmelerde, alaşım üzerinde hızlı dairesel hareketler yapmanın alaşımın ani olarak eriyik hale gelmesine, sürekli ısınıp soğuyarak kolayca okside olabilmesine neden olduğunu bildirmektedirler.

TAYLOR ve ark. (66), döküm krom alaşımlarının cilalama işlemi sırasında soğutulmalarını, cila işlemi sırasında oluşacak ısının sertlikle değişiklikler meydana getirdiğini bildirmektedirler.

DEGENER ve FINGER (13), üç krom-kobalt alaşımı üzerinde yaptıkları araştırmada, iskelet protez dökümlerinde yeterli sertlik ve yüksek çekme direnci açısından en uygun alaşımın Wironium, ikinci olarak Wisil, sınırlı olarak da Remanit alaşımı olduğunu belirtmektedirler.

Test örneklerinin dökümlerini, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemiyle, 13 yeniden eritmeye kadar sürdüren HARCOURT (23),

rutin laboratuvar çalışmalarında, artık alaşım kullanılmasının mümkün olduğunu, fakat ilk eritmenin yapıldığı şartların bilinerek, alaşımların başka şartlarda eritilmesini; örneğin, bir önceki dökümde karbürize edici alev kullanıldıysa, alaşımın tekrar eritilmesinde bir başka alev tipinin kullanılmasını önermektedir. Yazar, yeniden kullanılacak alaşımın, yeni alaşımla, en az kendi ağırlığı kadar oranla karıştırılmasını vurgulayarak, yeni alaşım oranı arttıkça, alaşımın fiziksel özelliklerindeki düşüşlerin azalacağını bildirmektedir.

AICHHORN (1) ise, yeniden eritmeli dökümlerde en az % 33 oranında yeni metal katılmasını önermektedir.

ELARBI ve ark. (20), alaşımları yeniden eritmenin, döküm yapısını olumsuz etkilediğini açıklamaktadırlar.

ANDERSON (2), HARCOURT ve COTTERILL (25), döküm-krom alaşımlarının eritilmesinde, bileşimi önemli ölçüde etkilemeyen indüksiyon kaynaklı eritmelerin ideal olduğunu, ancak atmosferik kontrol olmadan indüksiyonla yapılan eritmelerin, metalurjik olarak az yarar sağladığını açıklamaktadırlar.

AYDIN (4) da, bu görüşe katılarak alaşımların eritilmesi sırasında, erimiş alaşıma gaz karışmasını önlemek için, vakum veya argon atmosferini önermektedir.

PRESSWOOD (56), bir alaşımın dökülebilirliğini, mum maketin manşette eritildikten sonra bıraktığı boşluğun tamamının alaşım tarafından doldurulması olarak tanımlamaktadır.

MEYER (43), 1983 yılındaki bir çalışmasında, bir alaşımın dökülebilirliğini, porozitesiz ve madde eksikliği olmaksızın karmaşık şekilli bir boşluğu tamamen doldurması olarak tanımlamaktadır. Yazar, dökülebilirliğin, birçok faktöre bağlı olduğunu, bu faktörlerin alaşıma bağlı olanlarını; akıcılık, erimiş alaşımın yüzey gerilimi, alaşımın kalıp duvarlarını ıslatma kabiliyeti, yoğunluğu, ısı iletkenliği olarak belirtmektedir.

Erimiş döküm-krom alaşımlarının yüzey gerilimlerinin yüksek, kalıp duvarlarını ıslatmalarının iyi olmaması nedeniyle, mum maketlere, revetmana alınmadan önce, yüzey gerilimi uygun hale getirici ve kabarcık çözücü sürülmesi önerilmektedir (34,44,57).

DONOVAN ve WHITE (16), 1985 yılında yayınladıkları araştırmalarında, döküm-krom alaşımları için yükseltilmiş kalıp ısısının dökülebilirliği arttırdığını bildirirlerken, santrifüjlü döküm makinasının başlangıç hızını arttırmak ve erimiş metalin döküm boşluğunu çabuk doldurmasını sağlamak gerektiğini belirtmektedirler. Araştırmacılar, santrifüjlü döküm makinasında ulaşılan son hızın, başlangıçtaki ilk hızla karşılaştırılınca, önemsiz olduğunu savunmaktadırlar. Yazarlar, araştırmalarında 1985 yılında piyasaya yeni çıkmış dikey hareketli Airspin döküm makinasını, yatay hareketli ve düşük devirli santrifüjlü döküm makinası ile karşılaştırmak için toplam 100 kare içeren kafesli dökümler yapmışlar ve Airspin döküm makinasının, ani harekete geçirerek erimiş alaşımın soğumasına zaman bırakmadan daha iyi dökülebilirlik değerleri gösterdiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, her iki döküm sisteminde de asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi kullandıklarını; altın, gümüş-palladyum ve döküm krom alaşımlarının dökümlerinde, tam çıkan kare sayısını dökülebilirliğin bir göstergesi olarak değerlendirdiklerini belirtmektedirler.

RIEGER ve ark. (57), dökülebilirlik testleri için, 0,45 mm lik liflerden örülü, 0,90 mm lik aralıklı polyester kafesleri, kanal boyları aynı fakat kanal şekilleri silindirik veya konik, iki farklı kanal tipi ile, her grup için 12 şer adet olmak üzere döküm krom alaşımı ile dökümlerdir. Araştırmacılar, konik şekilli döküm kanalıyla yapılmış dökümlerde daha anlamlı dökülebilirlik değerleri bulduklarını, konik döküm kanalında alaşımın akışkanlığı korunurken, erken donma olasılığının ortadan kalktığını, silindirik döküm kanalında ise yüksek yüzey alanı/hacim oranı ve dar kanalda daha hızlı ısı kaybı nedeniyle alaşımların akışkanlıklarının azaldığını bildirmektedirler.

DERN ve ark. (15), dökülebilirlik testleri için, 100 kareyi

çevreleyen 220 çizgi segmenti bulunan polyester kafesleri, 2 farklı revetmana alma tekniğinde, 2 farklı döküm makinasında dökmüşlerdir (Autocast indüksiyon döküm makinası ve Howmedica elektromanyetik döküm makinası). Araştırmacılar, tam çıkan çizgi segmentlerini değerlendirerek, aynı ön ısıtma derecesinde iki ayrı döküm makinasında farklı dökülebilirlik değerleri bulmuşlardır. Yazarlar, bu sonuca dayanarak, dökülebilirlik değerlerinde döküm makinasının ilk hızının ve santrifüj kolunun dakikadaki dönme sayısının en önemli etken olduğunu açıklamaktadırlar.

STRICKLAND ve ark. (63), ASGAR ve PEYTON (3), akışkanlık ve döküm kanalının yarı çapı, tipi, şekli, konumu ve yönü arasında doğru orantı olduğunu belirtmektedirler.

ÖKTEM (49) de, yüksek ısıda eriyen alaşımlarla yapılan dökümlerde, alaşım katılaşmadan döküm yapılabilmesi için, geniş çaplı döküm kanalı önermektedir.

CLAYSON (11), döküm-krom alaşımları için, soy metal alaşımlarının dökümleri için önerilenden daha geniş çapta, fakat kısa döküm kanalı kullanılmasının, döküm-krom alaşımlarının düşük yoğunluk ve erimiş alaşım/kalıp ısısı farkı nedeniyle gerekli olduğunu belirtmektedir.

LOEBICH (38) de, dökümlerde kısa ve kalın döküm kanalının hemen altında yer alan ve döküm objesinin en az % 25 i ağırlığında olan bir döküm haznesi önermektedir.

LEINFELDER ve ark. (36) da, dökümlerde en önemli faktörün döküm kanalı genişliği olduğunu, bunu kalıp ısısının izlediğini, döküm kanalı uzunluğu ile dökümün yüzey alanı/hacim oranının birbirlerine etkisi olduğunu bildirmektedirler.

FUSAYAMA ve YAMANE (22), santrifüjlü dökümlerde; eritmelerin elektrikle yapıldığı dökümlerin, gaz kaynaklı eritmelere göre, dikey yönde dönen santrifüjlü döküm makinalarının, yatay yönde dönenlere göre daha net yüzeyler verdiğini açıklamaktadırlar.

SUFFERT ve ark. (64) da, dökümlerdeki yüzey netliğinin veya kalabalığının, dökümlerin modele uyumundaki etkisinin önemine dik-kati çekmektedirler.

VALEGA (69), kalıp boşluğundaki gazlar tamamen çıkmadıkça ve erimiş alaşım revetmanı tamamen ıslatmadıkça hiçbir dökümün eksiksiz olamayacağını bildirmekte ve döküm krom alaşımlarının, fizik ve me-kanik özelliklerinin iyi, fakat dökülebilirliklerinin kötü olduğunu bildirmektedir.

MAICKEL (41), 1977 yılında yayınladığı araştırmasında, sant-rifüjlü dökümlerde erimiş alaşımın akışkanlığını sürdürebilmesi için, hızlı ve rotasyonsuz akımı sağlayabilmek amacıyla, döküm koni-lerinin derin düzenlenmesi gerektiğini bildirmekte, ayrıca masif ve daha kusursuz dökümler için, havalandırma kanallarının önemine işa-ret etmektedir.

WIGHT ve ark. (72), döküm kanalı genişliği yeterli olmayan manşetlerde, dökülebilirliğin mümkün olmadığını, döküm kanalı geni-şliği yeterli olan manşetlerde ise, dökülebilirlik değerlerinin hava-landırma kanallı manşetlerde daha yüksek olduğunu belirterek; dökü-lebilirlikte, yeterli döküm kanalı genişliğinin en önemli faktör, havalandırma kanallarının da olumlu bir etken olduğunu bildirmekte-dirler.

INGERSOLL (28) ise, havalandırma kanalları oluşturmanın, dö-kümlerde istenmeyen değişikliklere neden olacağını ve bazı riskleri olduğunu bildirerek, döküm objesini manşetin dibinden ve yan duvar-larından en fazla 3 mm uzağına yerleştirmekle, manşet boşluğunun hava alış-verişinin, kolaylaşacağını ve havalandırma kanallarına gerek olmadığını belirtmektedir.

VINCENT ve ark. (70), dişhekimliği alaşımları için, en önemli özelliğin dökülebilirlik olduğunu, dökülebilirliğin alaşımın yapı-sal özelliğinden çok, döküm kuvvetiyle ilişkili olduğunu belirterek, alaşımların eritilmelerinde yüksek ısılar uygulayarak akışkanlığı arttırmak yoluyla dökülebilirliğin arttırılabileceğini, ancak bu

yolla alaşımı oluşturan bazı elementlerin buharlaşarak, alaşımın fizik özelliklerini olumsuz etkileyebileceğini bildirmektedirler.

MYERS ve ark. (45), dökülebilirlikte, kalıp ısısının, daha sonra da döküm ısısının önemli etken olduğunu belirtmektedirler.

KELLY (32), döküm kanalının boyutunun, önısıtma ve alaşımı eritme ısısının, revetman tipinin ve havalandırma kanallarının, döküm işleminde etkili değerler olduğunu bildirmektedir.

WULFES ise (73), standardize ettiği şartlarda, krom-kobalt alaşımlarıyla, asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme yöntemiyle santrifüjlü döküm makinasında yaptığı dökümlerin, dökülebilirlik değerlerini karşılaştırmış ve 1984 yılında yayınladığı araştırmasında, aynı ısı derecesinde indüksiyon ısı kaynaklı eritmelerin daha iyi dökülebilirlik değerleri verdiğini gözlemleyerek, iyi dökülebilirlik değerleri için;

- Manşetin ön ısıtma derecesinin ve
- Döküm zamanlamasının önemli etkenler olduğunu bildirmektedir. Yazar, ayrıca döküm işleminin için eritilmesi gereken alaşım miktarı, döküm küplerinin potada üst üste yerleştirilmesini gerektirecek kadar fazla olduğu durumlarda, indüksiyon ısı kaynaklı eritmelerde, üstte yer alan küplerin indüktif akımdan yeterli derecede etkilenememelerine bağlı olarak homojen erimenin mümkün olmadığını, böyle durumlarda, erimemiş olduğu gözlenen küpler üzerinde alev gezdirilerek daha homojen eritmelerin mümkün olması açısından alev ile eritme sistemlerinin tercih edilmesini savunmaktadır.

NITKIN ve ASGAR (48), 1976 yılında yayınladıkları çalışmaları sırasında, yüksek ısıda eriyen alaşımlarda, indüksiyon eritmesinin, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritmelerden daha fazla oranda dökülebilirlik değerleri verdiğini bildirmektedirler.

III-MATERYEL VE METOD

III-1.A. KULLANILAN ALAŞIMLAR

Araştırmamızda, iskelet protez dökümleri için rutin laboratuvar çalışmalarında ve Fakültemiz iskelet protez döküm laboratuvarında sıklıkla kullanılan 3 krom-kobalt döküm alaşımını kullandık.

Alaşımın ve üretici firma (BEGO Firması) tarafından bildirilen özellikleri, aşağıda belirtilmektedir.

Wirocast Alaşımı

Bileşimi:

Bileşimindeki ana elementler: % 35 Kobalt, % 30 Krom, % 29 Demir, % 3 Molibden.

Diğer elementler: Silisyum, manganez, maximum, % 0,35 i aşmayacak oranda karbon.

Fiziko-mekanik özellikleri:

Yoğunluğu	: 8,2 gr/cm ³
Erime aralığı	: 1280°C - 1350°C
Döküm ısısı	: 1460°C
Kopma uzaması	: % 7
Çekmeye direnci	: 860 N/mm ²
Uzama sınırı	: 590 N/mm ²
Elastiklik modülü	: 210.000 N/mm ²
Vickers sertliği	: (HV10) = 330

Wironit Alaşımı

Bileşimi:

Bileşimindeki ana elementler: % 64 Kobalt, % 28 Krom, % 5 Molibden.

Diğer elementler: Silisyum, manganez, maksimum % 0,35 i aşmayacak oranda karbon.

Fiziko-mekanik özellikleri:

Yoğunluğu	: 8,2 gr/cm ³
Erime aralığı	: 1320°C - 1350°C
Döküm ısısı	: 1460°C
Kopma uzaması	: % 6,2
Çekmeye direnci	: 880 N/mm ²
Uzama sınırı	: 600 N/mm ²
Elastiklik modülü	: 211000 N/mm ²
Vickers sertliği	: (HV10) = 350

Wironium Alaşımı

Bileşimi:

Bileşimindeki ana elementler: % 63 Kobalt, % 29 Krom, % 5 Molibden.

Diğer elementler: Silisyum, manganez, azot, maksimum % 0,25 i aşmayacak oranda karbon.

Fiziko-mekanik özellikleri:

Yoğunluğu	: 8,4 gr/cm ³
Erime aralığı	: 1320°C - 1340°C
Döküm ısısı	: 1440°C
Kopma uzaması	: % 12
Çekmeye direnci	: 1000 N/mm ²
Uzama sınırı	: 680 N/mm ²
Elastiklik modülü	: 216000 N/mm ²
Vickers sertliği	: (HV10) = 330

Araştırmamız için seçtiğimiz Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımları ortak özellik olarak nikel içermemektedir. Ayrıca, üretici firma tarafından, her üç alaşımın fiziko-mekanik özelliklerinin

D.I.N.'ın 13912 sayılı normunun ve diğer uluslararası normların üzerinde olduğu bildirilmektedir.

III-1.B. KULLANILAN DÖKÜM MAKİNALARI VE ALAŞIMI ERİTME YÖNTEMLERİ

Araştırmamızda, krom-kobalt esaslı iskelet protez alaşımlarının dökümleri, Fakültemiz Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı bünyesindeki İskelet Protez Laboratuvarlarında bulunan HERBST Pollux* marka yatay yönde dönen, kırık kollu, elektrik motorlu santrifüjlü döküm makinası ile ve BEGO Fornax 35 E** marka induksiyon ısı kaynaklı döküm makinasında yapılmıştır (Resim 1,2,3 ve 4).

HERBST Pollux marka elektrik motorlu santrifüjlü döküm makinasının özellikleri:

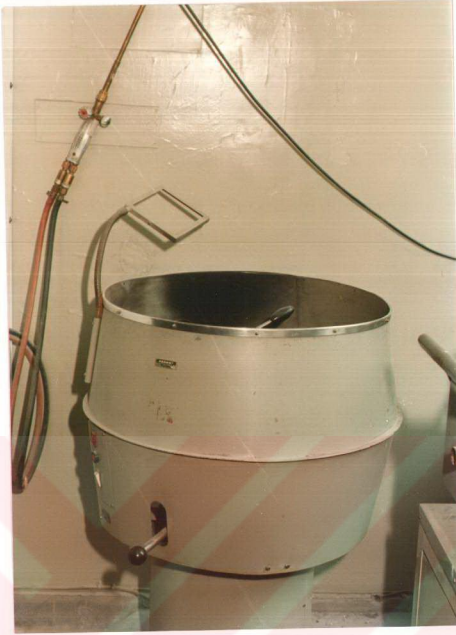
Çap : 75 cm
Yüksekliği: 104 cm
Gerilimi : 380 V
Akımı : Trifaze
Elektrik gücü tüketimi : 600 W
Dakikadaki dönüm sayısı: 460
Çevresel hızı: 14,5 m/saniyede
Ağırlığı : 95 kg

BEGO Fornax 35 E marka yüksek frekanslı induksiyon ısı kaynaklı döküm makinasının özellikleri:

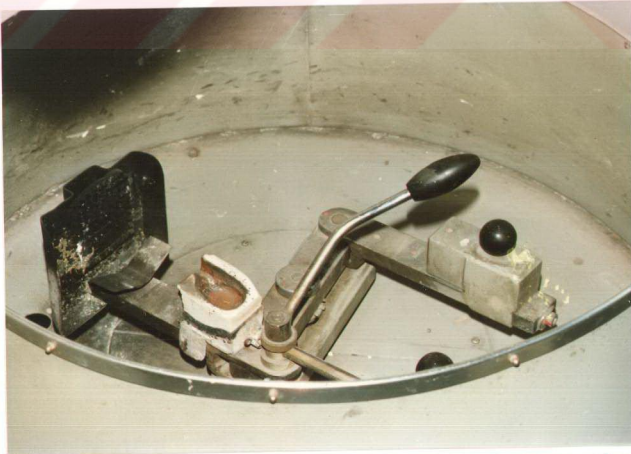
Yüksekliği: 105 cm
Genişliği : 63 cm
Derinliği : 76 cm
Gerilimi : 220/240 V, 50/60 Hz
Güç tüketimi: 20 A
Dakikadaki dönüm sayısı: Ortalama 490-500
Yüksek frekans verimi : 3 kW
Yüksek frekans frekansı: 1,5 MHz
Yüksek voltaj transformatörü: 220 V~/4,2 kV/3,5 kVA
Su tüketimi: 1,5l/dakikada
Su basıncı : 0,1-0,6 MPa
Ağırlığı : 150 kg

* Made in Germany
Bremer Goldschlågerei Wilh. Herbst. 28 Bremen 41. Postf. 419220

** Made in Germany
Bego Bremer Goldschlågerei Wilh. Herbst. D 2800 Bremen 41



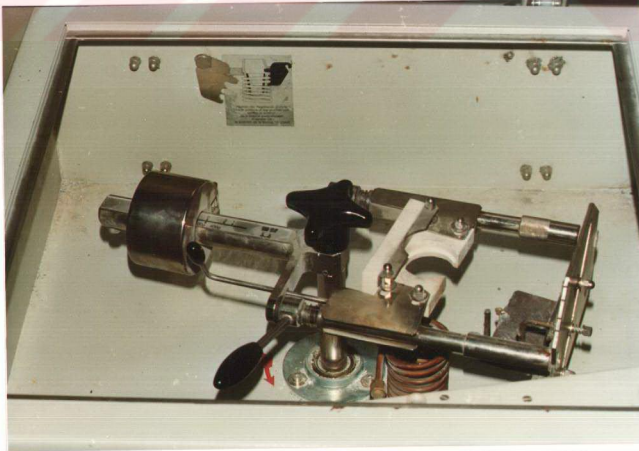
Resim 1. Araştırmamızda kullandığımız Herbst Pollux marka santrifüjlü döküm makinasının önden görünümü.



Resim 2. Araştırmamızda kullandığımız Herbst Pollux marka santrifüjlü döküm makinasının üstten görünümü.



Resim 3. Araştırmamızda kullandığımız Bego Fornax 35 E marka indüksiyon eritme sistemli döküm makinasının önden görünümü.



Resim 4. Araştırmamızda kullandığımız Bego Fornax 35 E marka indüksiyon eritme sistemli döküm makinasının üstten görünümü.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı dökümler sırasında, nötral alev tipine ulaşılabilmek amacıyla alev çekirdeklerinin yuvarlaklaşmış sonlanmalar göstermelerine özen gösterilerek, asetilen basıncı 0,5 bar, oksijen basıncı 1,50-1,75 bar, alev-alaşım uzaklığı ise ortalama 4 cm ile standardize edilmeye çalışıldı.

III-1.C. DENEY GRUPLARI

Araştırmamızda, bileşimleri ve özellikleri bilinen 3 krom-kobalt alaşımının, 2 farklı eritme ve döküm sistemi ile dökümleri yapılan 120 denek kullanılmıştır.

Sertlik deneylerinde kullandığımız 60 denek 20x30x1,2 mm boyutlarında döküm plak olarak hazırlanmıştır.

Akışkanlık ve dökülebilirlik deneylerinde kullandığımız 60 denek ise, 8x10=80 kafes içeren, 20x26 mm boyutlarında kafesli döküm plak olarak hazırlanmıştır.

III-2. DENEY GRUPLARININ HAZIRLANMASI

Dökümleri yapılan 20x30x1,2 mm boyutlu tam plaklar ve 8x10=80 kare içeren kafesli plaklar aşağıdaki standart şartlarda hazırlanmışlardır.

- Mum plakların hazırlanması için, BEGO* Firmasının yeşil renkli 150x75x0,6 mm boyutlu döküm mumları kullanıldı. Bu mumlardan boyutları 20x30x1,2 mm olan 60 tane mum plak hazırlandı.
- Kafesli plakların hazırlanması için, HERBST** Firmasının 60x42 mm boyutlu ve 2520 mm² lik dikdörtgen şekil içinde 384 tane kare içeren yeşil kafesli mumundan 8x10=80 karelik 60 tane kafesli plak hazırlandı. Ayrıca, kafesli plakların döküm konisine bakan kıs

* Katalog no: 40190

** Katalog no: 40060

kenarları, revetmana alma işleminde deforme olmamaları için BEGO* Firmasının 0,8 mm çaplı yeşil bordür mumu ile kalınlaştırıldı.

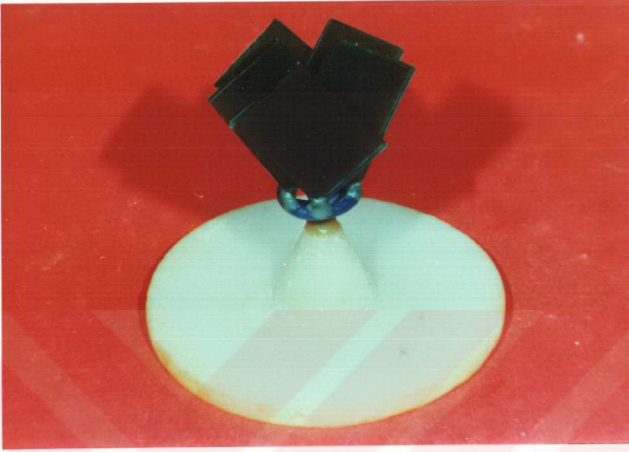
- Revetmana alma işlemleri için 7,5 cm boyunda, 8 cm çapında plastik manşetler kullanıldı.
- Manşetlerin tabanına, taban çapı 3 cm, boyu 2 cm olan döküm konileri yerleştirildi.
- Döküm konileri üzerine, döküm mumundan çapı 5 mm, boyu 0,8 cm olan döküm yolu hazırlanarak, bu ana döküm yolu üzerine çapı 2 cm olan döküm halkaları yerleştirildi. Döküm halkası 2,6 mm çaplı HERBST** Firmasının mavi döküm mumundan hazırlandı.
- Döküm halkasının çevresini 4 eşit parçaya bölen 2,6 mm çaplı 4 yarıdımca kanal ana döküm kanalına bağlandı.
- Hazırlanan her 5 mum örnek, döküm halkası üzerine çapraz yerleşim düzeni ile yerleştirildi (Resim 5 ve 6). Örneklerin döküm halkasına bağlantıları mavi döküm mumu ile desteklendi.
- Mum örnekler döküm konisine yerleştirildikten sonra Multi-Vest*** marka silika bağlayıcı revetman, prospektüsüne uygun olarak 12 cc su/100 gr toz oranı ile karıştırıldı. Revetmanı karıştırmak için deney boyunca sertlik derecesi 1,5 Hfr olan 20°C sıcaklıktaki su kullanıldı.
- Revetman, Alpha Vac**** marka vakumlu revetman karıştırıcıda karıştırılarak, önce bir fırçayla mum örneklerinin yüzeyini tamamen örtünceye kadar sürüldü. Daha sonra manşetler, Herbst Vibromoster marka vibratör üzerinde kalan revetmanla dolduruldu.

* Katalog no: 40250

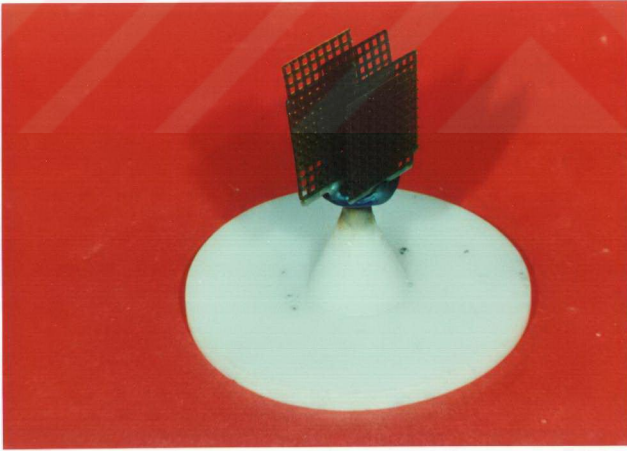
** Katalog no: 40340

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

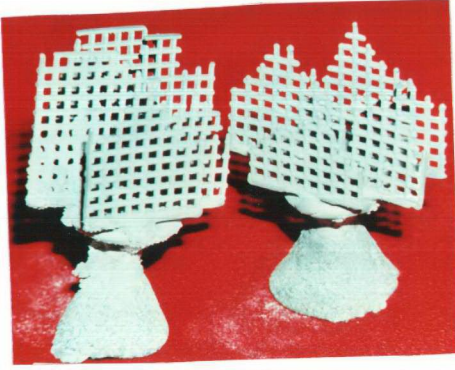
**** Made in Germany - Schütz - Dental.



Resim 5. Mum plakların döküm konisine yerleştirilmiş görünümü.

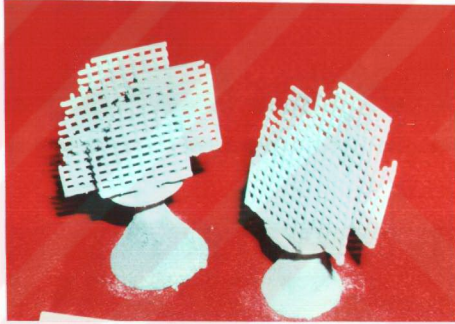


Resim 6. Kafesli mum plakların döküm konisine yerleştirilmiş görünümü.



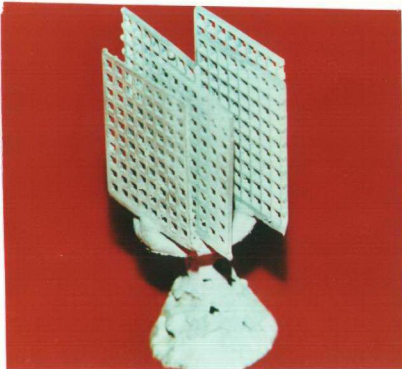
Resim 7. Wirocast alaşımından asetilen-oksijen ısı kaynağı ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.

Wirocast-Asetilen-Oksijen



Resim 8. Wironit alaşımından asetilen-oksijen ısı kaynağı ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.

Wironit-Asetilen-Oksijen



Resim 9. Wironium alaşımından asetilen-oksijen ısı kaynağı ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.

Wironium-Asetilen-Oksijen

- Revetmanın tam sertleşmesi için, 1 saat beklenerek, manşet duvarları çıkarıldı. Metali eritmek için kullanacağımız pota ile birlikte manşetler, HERBST marka soğuk ön ısıtma fırınına, birbirlerine değmeyecek şekilde ve yatay olarak yerleştirildiler.
- Dökümlerde, her alaşım/döküm sistemi için değiştirilen, kuartz içeren seramik materyelden yapılmış standart kapasiteli potalar* kullanıldı.
- Önısıtma fırınında, fırın ısısı 3 saatte 1100°C ye kadar yükselecek şekilde ayarlandı ve revetman manşetler uniform olarak ısınmaları amacıyla, 30 dakika bu ısıda tutuldular. Daha sonra manşetler, ön ısıtma fırınından, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı eritmeler için, özellikleri III-1.B bölümünde anlatılan döküm makinasındaki yerine yerleştirilerek, standart şartlarda dökümleri yapıldı.
- Araştırmamız için, 2 ayrı döküm makinasında 2 ayrı eritme yöntemiyle dökülen dökümlerimiz, alaşımların eritilmesi ve döküm makinasının santrifüj motorunun çalıştırılması anının standardize edilmesi açısından aynı kişi tarafından (Y.Doç.Dr. Özker Sertgil) dökülmüştür.
- 5'li plak örnekleri içeren dökümler için 7 metal kübü, 5'li kafesli plaklar için 6 döküm kübü kullanıldı. Dökümlerde artık metal kullanılmadı.
- Döküm işlemlerinden sonra manşetler 1 gece oda ısısında soğuma ya bırakıldılar.
- Açılan manşetlerden çıkan döküm objeleri, HERBST Nonstop tesviye makinasında döküm konisi ve döküm yollarından ayrılırken, ısısız işleme uğramamaları için suyla soğutuldu (Resim 10).
- Döküm objeleri daha sonra HERBST Protempomatic kumlama cihazında, büyüklüğü 50 µ olan alüminyum oksit kumu ile temizlendiler.

* Katalog no: 52453 (BEGO)

- Döküm plak örnekler, ısınmamalarına dikkat edilerek aşındırıcı özellikleri gittikçe azalan, aynı standartlardaki zımpara ile cilalandılar. Daha sonra, siyah ve beyaz fırça ile cilalama işlemine tabi tutuldular.

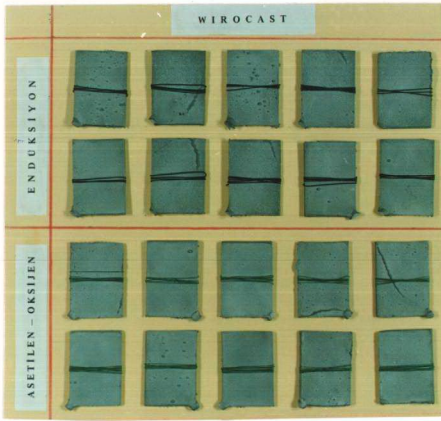


Resim 10. Dökümden çıkmış mum plakların döküm konisinden ayrılmış görünümü.

III-3. DENEY METODLARI

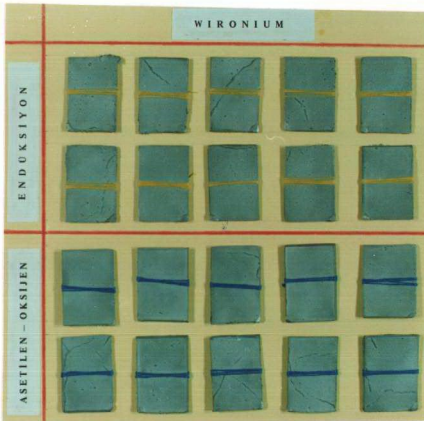
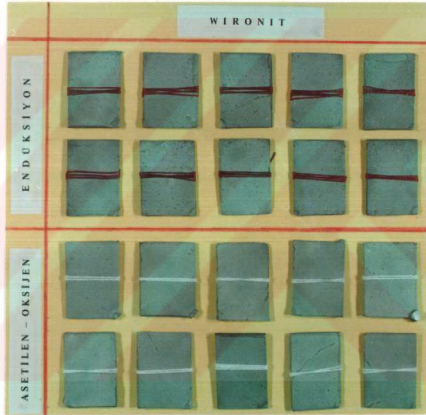
III-3.A. SERTLİK DEĞERLERİNİN SAPTANMASI

Araştırmamızda, döküm sonrası sertlik değerlerinin saptanması amacıyla, Wirocast, Wironit, Wironium isimli iskelet protez dökümlerinde kullanılan 3 krom-kobalt alaşımından, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemleri ile 20x30x1,2 mm boyutlarında toplam 60 plak dökümü yaptık (Resim 11,12 ve 13).



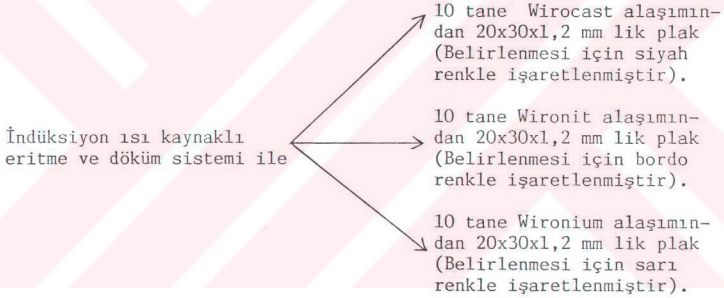
Resim 11. Wirocast döküm alaşımından asetlen-oksijen ve induksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş plakların görünümü.

Resim 12. Wironit döküm alaşımından asetlen-oksijen ve induksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş plakların görünümü.



Resim 13. Wironium döküm alaşımından asetlen-oksijen ve induksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş plakların görünümü.

Sertlik değerlerinin saptanması amacıyla yaptığımız çalışmanın gruplanması aşağıdaki gibidir.



Araştırmamızın sertlik ölçümleri ile ilgili bölümünü, iki farklı çalışma halinde değerlendirmeyi amaçladık. Birinci bölümde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı 2 farklı eritme ve döküm sisteminin, 3 farklı döküm alaşımının (Wirocast, Wironit, Wironium) sertlik değerleri üzerine etkilerini araştırmayı amaçladığımızdan, 6 değişkenimiz vardı.

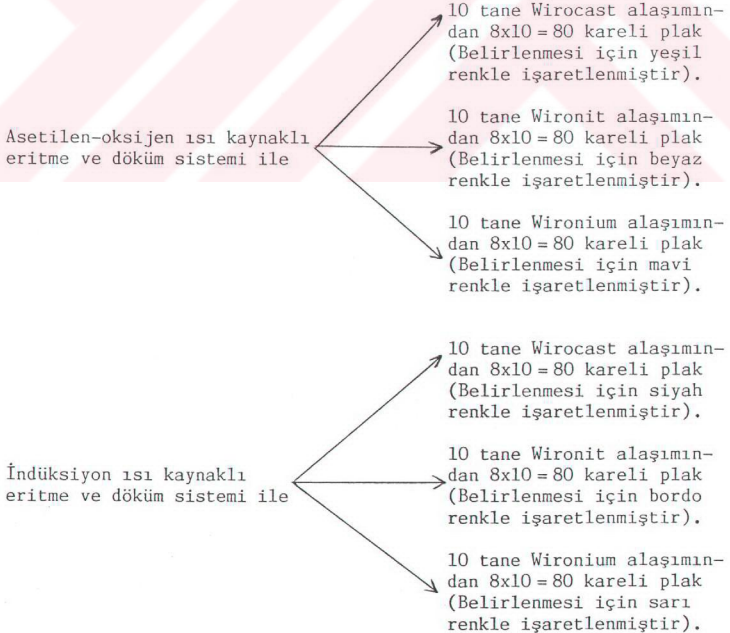
Araştırmamızın sertlik değerleri ile ilgili ikinci bölümünde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı 2 farklı döküm sisteminin 3 farklı döküm alaşımının (Wirocast, Wironit, Wironium), döküm sonrası ve döküm öncesi sertlik değerleri farklarına etkilerini araştırmayı amaçladığımızdan, yine 6 değişkenimiz vardı.

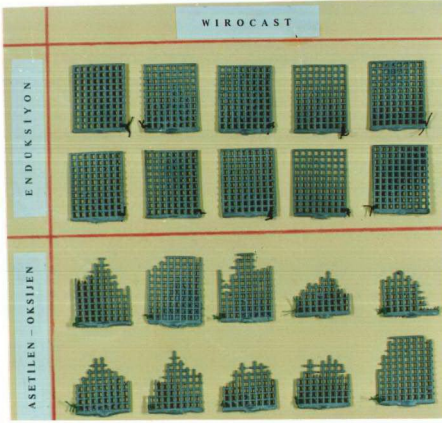
Dökümlerimiz sonrası sertlik değerlerini saptamak üzere, örneklerin sertlik ölçümleri İstanbul Üniversitesi Kimya-Metalurji Mühendisliği bölümünde bulunan Vilson Tukon marka mikrosertlik ölçme cihazında yapılmıştır. Cihaz 25 gr ile 1000 gr arasında yükler uygulanarak, hassas sertlik ölçmeleri yapmak için kullanılmaktadır. Elde edilen sertlik değerleri (HV) cinsinden kg/mm^2 olarak ifade edilmektedir. Çalışmamızda 1 kg lık yük uygulanmıştır.

III-3.B. AKIŞKANLIK VE DÖKÜLEBİLİRLİK DEĞERLERİNİN SAPTANMASI

Araştırmamızda, akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin saptanması amacıyla Wirocast, Wironit ve Wironium isimli, iskelet protez dökümlerinde kullanılan 3 krom-kobalt alaşımından, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemleri ile $8 \times 10 = 80$ karelik, toplam 60 tane kafesli plak dökümü yaptık (Resim 7,8 ve 9).

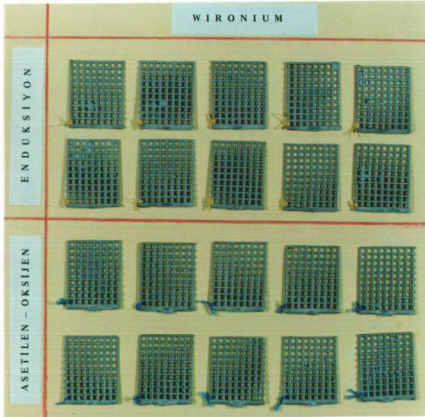
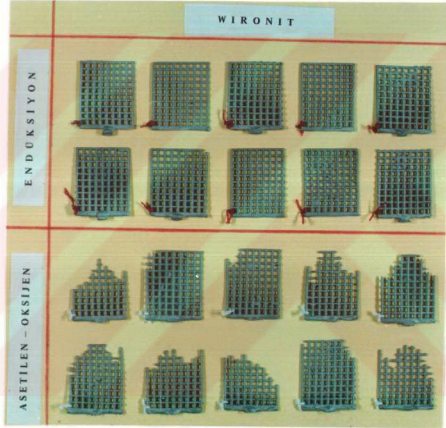
Akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin saptanması amacıyla yaptığımız çalışmanın gruplanması aşağıdaki gibidir.





Resim 14. Wirocast alaşımından asetlen-oksijen ve endüksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.

Resim 15. Wironit alaşımından asetlen-oksijen ve endüksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.



Resim 16. Wironium alaşımından asetlen-oksijen ve endüksiyon ısı kaynakları ile dökülmüş kafesli plakların görünümü.

Akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin saptanması için yaptığımız çalışmada 2 farklı döküm sistemimiz ve 3 farklı döküm alaşımımız mevcut olduğundan, toplam 6 değişkenimiz vardır. Akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin saptanmasında, dökümden sonra tam çıkan kare sayılarını, akışkanlık ve dökülebilirliğin göstergesi olarak kabul ederek, değerlendirmemizi bu metodla yaptık (Resim 14,15 ve 16).

III-4. İSTATİKSEL ANALİZ YÖNTEMİ

Araştırmamızın sonuçlarını saptamak için, her deney grubu ile ilgili aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı. Grupların kendi aralarında ve birbirleriyle olan ilişkileri Student "t" testi ile incelenerek; aradaki farklılıkların anlamlı olup olmadıkları araştırıldı; buna uygun olarak anlamlılık derecelerini gösteren tablolar düzenlendi.

IV-BULGULAR

IV-1. SERTLİK DEĞERLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR

20x30x1,2 mm boyutlarındaki plaklarda, sertlik ölçümleri, Vilson Tukon marka mikrosertlik ölçüm cihazında yapılmıştır. Her plakta sertlik ölçümleri, tepe açısı 136° olan elmas pramidinin oluşturduğu dörtgen şeklinin sağ ve sol köşeleri aletin ayar düğmesi ile iki çizgiye çakıştırılarak elde edilen değerlerin aritmetik ortalamasının, alete özgü sertlik değerleri tablosundaki karşılığı olan değerler okunarak saptanmıştır. Sertlik ölçümleri, her plak için 2 defa ölçülerek, bulunan değerlerinin aritmetik ortalaması, o plak için sertlik değeri olarak kabul edilmiştir.

IV-1.A. 3 DÖKÜM ALAŞIMI/ASETİLEN-OKSİJEN ISI KAYNAKLI ERİTME VE DÖKÜM SİSTEMİNDE

Araştırmamızın, sertlik değerleriyle ilgili birinci bölümünde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların sertlik değerleri üzerine etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, plaklarda saptadığımız sertlik değerleri bulguları 2 no:lu tabloda gösterilmektedir.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi Plak no	Ölçülen sertlik değerleri ortalaması		
	Wirocast	Wironit	Wironium
1	387	444,3	432
2	368	412	391
3	362	462,3	450
4	365,5	416	436,3
5	338,5	376,6	422
6	411,6	438	430
7	342,6	482,5	417
8	375,3	466,5	392,5
9	348,6	446	420,5
10	334	438	395,5

Tablo 2: Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemi ile Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülen plaklarda ölçülen sertlik değerleri ortalamalarını gösteren tablo.

Araştırmamızın, sertlik değerleriyle ilgili çalışmalarımızın ikinci bölümünde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm yönteminin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların, döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farklarına etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, plaklarda saptadığımız sertlik değerleri farkları bulguları 3 no:lu tabloda gösterilmektedir.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi Plak no	Döküm sonrası sertlik değerleri- Döküm öncesi sertlik değerleri		
	Wirocast	Wironit	Wironium
1	387 - 330=57	444,3-350= 94,3	432 - 330=102
2	368 - 330=38	412 - 350= 62	391 - 330= 61
3	362 - 330=32	462,3-350=112,3	450 - 330=120
4	365,5-330=35,5	416 - 350= 66	436,3-330=106,3
5	338,5-330= 8,5	376,6-350= 26,6	422 - 330= 92
6	411,6-330=12,6	438 - 350= 88	430 - 330=100
7	342,6-330=12,6	482,5-350=132,5	417 - 330= 87
8	375,3-330=45,3	466,5-350=116,5	392,5-330= 62,5
9	348,6-330=18,6	446 - 350= 96	420,5-330= 90,5
10	334 - 330= 4	438 - 350= 88	395,5-330= 65,5

Tablo 3: Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminde Wirocast, Wironit, Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farklarını gösteren tablo.

IV-1.B. 3 DÖKÜM ALAŞIMI/İNDÜKSİYON ISI KAYNAKLI ERİTME VE DÖKÜM SİSTEMİNDE

Araştırmamızın, sertlik değerleri ile ilgili birinci bölümünde, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların sertlik değerleri üzerine etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, plaklarda saptadığımız sertlik değerleri bulguları 4 no:lu tabloda gösterilmektedir.

İndüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemi Plak no	Ölçülen sertlik değerleri ortalaması		
	Wirocast	Wironit	Wironium
1	351,6	419	375
2	345	427	349,3
3	356,3	365,6	418,3
4	363	362,6	496
5	364,6	443	398,6
6	351	425	374
7	339	432,5	399,5
8	345,5	395,5	460
9	392,5	474,5	425,5
10	346	435,5	449,5

Tablo 4: İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemi ile Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülen plaklarda ölçülen sertlik değerleri ortalamalarını gösteren tablo.

Araştırmamızın, sertlik değerleri ile ilgili çalışmalarımızın ikinci bölümünde, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların, döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farklarına etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, plaklarda saptadığımız sertlik değerleri farkları bulguları 5 no:lu tabloda gösterilmektedir.

İndüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemi Plak no	Döküm sonrası sertlik değerleri- Döküm öncesi sertlik değerleri		
	Wirocast	Wironit	Wironium
1	351,6-330=21,6	419 - 350= 69	375 - 330= 45
2	345 - 330=15	427 - 350= 77	349,3-330= 19,3
3	356,3-330=26,3	365,6-350= 15,6	418,3-330= 88,3
4	363 - 330=33	362,6-350= 12,6	496 - 330=166
5	364,6-330=34,6	443 - 350= 75	398,6-330= 68,6
6	351 - 330=21	432,5-350= 75	374 - 330= 44
7	339 - 330= 9	432,5-350= 82,5	399,5-330= 69,5
8	345,5-330=15,5	395,5-350= 45,5	460 - 330=130
9	392,5-330=62,5	474,5-350=124,5	425,5-330= 95,5
10	346 - 330=16	435,5-350= 85,5	449,5-330=119,5

Tablo 5: İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminde Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş plakların, döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farklarını gösteren tablo.

IV-1.C. SERTLİK DEĞERLERİNİN İSTATİKSEL ANALİZLE DEĞERLENDİRİLMESİ

a) Döküm sonrası, plaklarda saptanan sertlik değerlerinin istatistiksel analizi:

Deney Grupları	Döküm Sistemi			
	Asetilen-oksijen ısı kaynaklı		İndüksiyon ısı kaynaklı	
	m	$\bar{+}$ S.D.	m	$\bar{+}$ S.D.
Wirocast alaşımı	363,31	23,99	355,45	15,33
Wironit alaşımı	438,24	32,43	418,02	34,61
Wironium alaşımı	418,68	20	414,57	44,72

Tablo 6: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının sertlik değerlerinin eritme ve döküm sistemlerine göre aritmetik ortalama ve standart sapmalarının dağılımı.

Deney Grupları	t	p
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	0,8727	A.B.
Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	1,3093	A.B.
Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	0,2652	A.B.

Tablo 7: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının sertlik değerleri ortalamalarının eritme ve döküm sistemlerine göre istatistiksel analizi.

A.B. : Anlamlı bulunamadı.

b) Döküm öncesi ve döküm sonrası, plaklarda saptanan sertlik değerleri farklarının istatistiksel analizi:

Deney Grupları	Döküm Sistemi			
	Asetilen-oksijen ısı kaynaklı		İndüksiyon ısı kaynaklı	
	m	\bar{x} S.D.	m	\bar{x} S.D.
Wirocast alaşımı	33,31	42,48	25,45	15,33
Wironit alaşımı	88,24	32,43	62,72	43,67
Wironium alaşımı	88,68	20	84,57	27,84

Tablo 8: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farklarının, eritme ve döküm sistemlerine göre aritmetik ortalama ve standart sapmalarının dağılımı.

Deney Grupları	t	p
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	3,1386	$\alpha\alpha$ $0,001 < p < 0,01$
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	3,7282	$\alpha\alpha$ $0,001 < p < 0,01$
Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	0,0360	A.B.
Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	2,5462	α $0,02 < p < 0,05$
Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	5,8809	$\alpha\alpha\alpha$ $p < 0,001$
Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	1,3340	A.B.

Tablo 9: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının döküm öncesi ve döküm sonrası sertlik değerleri farkları ortalamalarının döküm sistemlerine göre istatistiksel analizi.

$\alpha\alpha\alpha$ $p < 0,001$ Çok ileri derecede anlamlı
 $\alpha\alpha$ $0,001 < p < 0,01$ İleri derecede anlamlı
 α $0,01 < p < 0,05$ Anlamlı
A.B. Anlamlı bulunamadı

IV-2. AKIŞKANLIK VE DÖKÜLEBİLİRLİK DEğERLERİ İLE İLGİLİ BULGULAR

Akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri ile ilgili bulgular, tam çıkan kare sayılarının değerlendirildiği yöntemine göre, $8 \times 10 = 80$ kareli kafesli plaklarda, her plak için tam ve eksik çıkan kare sayıları sayılarak saptanmıştır.

IV-2.A. 3 DÖKÜM ALAŞIMI/ASETİLEN-OKSİJEN ISI KAYNAKLI ERİTME VE DÖKÜM SİSTEMİNDE

Araştırmamızın akışkanlık ve dökülebilirlik değerleriyle ilgili bölümünde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş kafesli plaklardaki akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerine etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, kafesli döküm plaklardaki döküm sonrası tam çıkan kare sayısını, akışkanlık ve dökülebilirliğin göstergesi olarak kabul eden yöntemle göre saptanmış, her kafesli plakta tam çıkan kare sayıları bulguları 10 no:lu tabloda gösterilmektedir.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	Kafesli plak no	Döküm yapılan alaşımlar					
		Wirocast		Wironit		Wironium	
		Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı	Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı	Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı
1	73	7	74	6	80	-	
2	35	45	76	4	80	-	
3	69	11	73	7	80	-	
4	30	50	42	38	80	-	
5	50	30	51	29	80	-	
6	39	41	48	32	80	-	
7	28	52	42	38	80	-	
8	51	29	60	20	80	-	
9	39	41	57	23	80	-	
10	22	58	51	29	80	-	
Toplam	436	364	574	226	800	-	

Tablo 10: Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemi ile Wirocast, Wironit ve Wironium döküm alaşımlarından dökülmüş 8x10=80 kareli kafesli plaklardaki tam ve eksik çıkan kare sayılarını gösteren tablo.

IV-2.B. 3 DÖKÜM ALAŞIMI/İNDÜKSİYON ISI KAYNAKLI ERİTME VE DÖKÜM SİSTEMİNDE

Araştırmamızın akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri ile ilgili bölümünde, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminin, Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarından dökülmüş kafesli plaklardaki akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerine etkilerini incelemeyi amaçladığımızdan, kafesli döküm plaklardaki, döküm sonrası tam çıkan kare sayısını, akışkanlık ve dökülebilirliğin göstergesi olarak kabul eden yöntemine göre saptanmış, her kafesli plakta tam çıkan kare sayıları bulguları 11 no:lu tabloda gösterilmektedir.

İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Kafesli plak no	Döküm yapılan alaşımlar					
	Wirocast		Wironit		Wironium	
	Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı	Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı	Tam çıkan kafes sayısı	Eksik çıkan kafes sayısı
1	80	-	80	-	80	-
2	80	-	80	-	80	-
3	80	-	80	-	80	-
4	80	-	80	-	80	-
5	80	-	80	-	80	-
6	80	-	80	-	80	-
7	80	-	80	-	80	-
8	80	-	80	-	80	-
9	80	-	80	-	80	-
10	80	-	79	1	80	-
Toplam	800	-	799	1	800	-

Tablo 11: İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemi ile Wirocast, Wironit ve Wironium döküm alaşımlarından dökülmüş 8x10=80 kareli kafesli plaklardaki tam ve eksik çıkan kare sayılarını gösteren tablo.

IV-2.C. AKIŞKANLIK VE DÖKÜLEBİLİRLİK DEĞERLERİNİN İSTATİKSEL ANALİZ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Döküm sonrası kafesli plaklarda saptanan akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin istatistiksel analizi:

Deney Grupları	Döküm Sistemi			
	Asetilen-oksijen ısı kaynaklı		İndüksiyon ısı kaynaklı	
	m	$\bar{+}$ S.D.	m	$\bar{+}$ S.D.
Wirocast alaşımı	43,6	17,05	80	0
Wironit alaşımı	57,4	12,98	79,9	0,31
Wironium alaşımı	80	0	80	0

Tablo 12: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerinin, eritme ve döküm sistemlerine göre aritmetik ortalama ve standart sapmalarının dağılımı.

Deney Grupları	t	p
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	6,7510	ααα p < 0,001
Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	5,4798	ααα p < 0,001
Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	0	A.B.
Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	1	A.B.
Wirocast alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	0	A.B.
Wironit alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, İndüksiyon ısı kaynaklı eritme	1	A.B.
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	2,0364	Sınırdı 0,05 < p < 0,10
Wirocast alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	6,7510	ααα p < 0,001
Wironit alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme Wironium alaşımı, Asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme	5,5058	ααα p < 0,001

Tablo 13: Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri ortalamalarının eritme ve döküm sistemlerine göre istatistiksel analizi.

ααα p < 0,001 Çok ileri derecede anlamlı
αα 0,001 < p < 0,01 İleri derecede anlamlı
α 0,01 < p < 0,05 Anlamlı
A.B. Anlamlı bulunamadı

V-TARTIŞMA VE SONUÇ

Protetik diş tedavisinde, özellikle iskelet bölümlü protezlerin yapımında çeşitli firmaların ürettikleri krom-kobalt esaslı alaşımlar kullanılır. Protezin ana bağlayıcılarını, direkt ve indirekt tutucularını oluşturan bu alaşımların yerine göre esnek ve rijit veya yumuşak olması, çekme ve itme kuvvetleri karşısında kırılmaya karşı az bir hacimle yeterli direnç göstermesi, aşınmaya uğramaması için gerekli sertliğe sahip olması, alınan ölçülerin tam bir kopyası olabilmesi için yeterli akıcılık ve dökülebilirlik değerlerine sahip olması, işlenebilir ve iyi cilalanabilir olması, yapı olarak homojen olması, poroz olmaması ve bu özelliklerinin sürekli olması istenir (37).

Uygulanan döküm tekniklerinin, döküm alaşımlarının arzu edilen bu özelliklerine olumlu ve olumsuz yöndeki etkileri, gerek literatür ve gerekse döküm cihazlarını yapan firmaların prospektüslerinde değişik yönde yorumlanmakta ve açıklanmaktadır.

Araştırmamıza başlarken, Fakültemiz Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı bünyesindeki iskelet protez döküm laboratuvarlarında 1974 yılından beri kullanılmakta olan asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemi ile, yine aynı laboratuvarda 1984 yılından beri kullanılmaya başlanan indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminden yararlandık. Bu sistemlerin, bölümlü protezlerin metal kaide plağı dökümlerinde kullanılan 3 ayrı alaşımın, (Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımları) iskelet protezlerin başarılı dökümleri için gerekli fiziko-mekanik özelliklerine en iyi kriter olacağına

inandığımız sertlik, akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerini etkilemedeki farklı sonuçları araştırdık.

PICARD (54), VALEGA (69), WULFES (73), gibi pekçok araştırmacı, döküm krom alaşımlarının karbona güçlü ilgileri olduğu, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemlerinde, döküm sırasında yapılarına karbon aldıkları, bu nedenle daha sert ve kırılğan hale geldikleri konusunda görüş birliği içindedirler. Biz bu görüş açısından hareket ederek; araştırmamızın birinci bölümünde, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi ile dökülmüş 3 farklı krom-kobalt alaşımının sertlik değerlerini araştırarak, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemi ile yaptığımız dökümlerdeki sertlik değerleri ile karşılaştırdık. Standart şartlarda, 60 denek üzerinde Vickers sertlik değerleri ölçümleri yaptığımız araştırmamız sonucunda, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemlerinin Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarının sertlik değerlerini etkilemesi açısından anlamlı bir fark bulamadık. Literatür taramamız sırasında, bizim çalışmamızda uyguladığımız iki eritme sisteminin, alaşımların sertlik değerleri üzerine etkilerini deneysel olarak araştıran bir çalışmaya rastlamamış olmakla beraber, LEJOYEUX (37) ve PICARD (54), gibi pekçok araştırmacı, döküm krom alaşımlarının karbona güçlü ilgileri olduğunun önemine işaret ederken, VALEGA (69) ve WULFES (73), gibi pekçok araştırmacı da bu görüşü destekleyerek, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemlerinde alaşıma karbon karışması ile sertlik ve kırılğanlık değerlerindeki olumsuz artışı belirtmektedirler. Bizim çalışmamızdaki sertlik değerleri bulguları ise, literatür görüşlerini desteklemiyordu. Ancak; BATES (6) in de bildirdiği gibi, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sisteminde, erimiş alaşıma alevden karbon karışmaması için nötral bir alev tipinin seçilmesi ve alev-alaşım uzaklığının standardize edilmesi alınacak en önemli önlemdir. Biz asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm işlemlerimizde DENTAURUM Firması (14) ve SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61) in, nötral alev tipi oluşumu için önerdiği alev-alaşım uzaklığını ortalama 4 cm ile, asetilen basıncını 0,5 bar, oksijen basıncını ise, 1,50-1,75 bar oranları ile standarize etmeye çalıştık. MacCULLOCH (40), PEYTON ve CRAIG (52) in, karbon oranı % 0,4 den fazla olan ala-

şımlarda karbür yapısındaki değişikliklere bağlı olarak, alaşımların sertlik değerlerinin çok arttığı uyarısını dikkate alarak, karbürize edici alev tipinden kaçındık. Araştırmamızda, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemi ile yapılan dökümlerde, indüksiyon ısı kaynaklı dökümlere göre alaşımlarda sertlik değeri artışının görülmemesinin nedenlerinden birinin aldığımız bu önlemlere bağlı olabileceği görüşündeyiz.

Ayrıca; indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminde ise, BEGO Firması (7), MacCULLOCH (40), RITZE (58), SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61)'in alaşım eriyiklerinin atmosferdeki gazlarla reaksiyona girmelerini önlemek için önerdiği argon veya helyum gazlarının koruyucu atmosferini kullanma imkanından yoksunduk. Zira, indüksiyon ısı kaynaklı eritmeleri gerçekleştirdiğimiz döküm makinamızda böyle bir koruyucu sistem mevcut değildi. ANDERSON (2), HARCOURT ve COTTERILL (25), döküm krom alaşımlarının eritilmesinde ideal yöntemin, bileşimi önemli ölçüde etkilemeyecek olan yüksek frekanslı indüksiyon sistemi olduğunu, ancak atmosferik kontrol olmadan indüksiyonla yapılan eritmelerin, metalurjik olarak az yarar sağladığını bildirmektedir. AYDIN (4)'da, bu görüşe katılarak, alaşımların eritilmesi sırasında gaz karışımlarından kaçınmak için vakum veya argon atmosferinin sağlanması gerektiğini bildirmektedir.

Diğer yandan WULFES (73), indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminin bir dezavantajı olarak, bu eritme sisteminde alaşım küpleri üst üste gelecek şekilde yerleştirildiğinde, indüktif akımın potanın dibinde ve yanlarında yer alan alaşım küplerini daha önce etkileyerek erittiğini, üstte kalan küplerin ise indüktif akımdan gecikerek etkilendiğini bildirmektedir. Araştırmacı, üstteki küplerin erimesi için geçen zamanda, erimiş alaşımın fazla ısınmaya uğradığını belirtmektedir. SPIEKERMANN ve GRUNDLER (61)'de, WULFES (73)'in bu görüşünü destekleyerek, alaşım küplerinin potada yanyana yerleştirilmesi uyarısını yapmaktadır. Bizim çalışmamızda ise, sertlik değerleri ölçümleri yaptığımız plakların dökümleri için, her döküm işleminde 7 alaşım kübü kullanma standardımıza bağlı olarak, indüksiyon eritme sisteminin potasında alaşım küpleri üst üste yerleşmiş durum-

daydı. Alaşımları aşırı ısıtmaların mikroyapılarını etkilediği ve bileşimindeki bazı elementlerin yok olmasına neden olarak fiziko-mekanik özelliklerini değiştirdiği bilinmektedir (10,39,52).

Araştırmamızda, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminin yukarıda açıklanan etkenlerden dolayı, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemine göre alaşımlarda sertlik değerleri artışına neden olduğu görülmüştür.

Araştırmamızın, sertlik değerleri ile ilgili ikinci bölümünde, dökümlerini yaptığımız Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımlarında ölçtüğümüz sertlik değerlerinin, üretici firma tarafından bildirilen sertlik değerleri ile olan farklarını saptayarak, uyguladığımız eritme ve döküm sisteminden, sertlik değerleri açısından, alaşımların birbirine oranla ne derecede etkilendiğini araştırdık. Çalışmalarımız sonucunda, Wirocast alaşımının hem asetilen-oksijen, hem de indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminde, Wironit ve Wironium alaşımlarına oranla, sertlik değerlerindeki artış açısından en az oranda etkilendiğini saptadık. Wironit ve Wironium alaşımlarının, her iki döküm sisteminden etkilenmeleri anlamlı derecede değildi. Diğer bir ifadeyle, sertlik değerlerindeki artış açısından, Wironit ve Wironium alaşımlarının eritme sistemlerinden aynı oranda etkilendikleri gözlemlendi. Biz, Wirocast alaşımının hem asetilen-oksijen, hem de indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminde, diğer iki deney alaşımına oranla sertlik değerlerinin çok az oranda artmış olmasının, bileşimine bağlı olabileceği görüşündeyiz. Zira, üretici firma tarafından da bildirildiği ve Materyel ve Metod bölümünde de belirtildiği gibi, üç alaşım arasında, sadece Wirocast alaşımı % 29 gibi yüksek oranda demir içermektedir. Biz bu konuya yeni araştırma çalışmaları ile daha geniş açıklamalar getirileceği kanısındayız.

Araştırmamızın, $8 \times 10 = 80$ kareli, kafesli 60 denek üzerinde, dökümden sonra tam çıkan kare sayılarının değerlendirildiği yönteme göre, asetilen-oksijen ve indüksiyon ısı kaynaklı farklı eritme sistemlerinin, alaşımların akışkanlık ve dökülebilirlik değerlerine etkilerini incelediğimiz bölümünde, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminin, her üç alaşım için, çok ileri derecede anlamlı akışkanlık

ve dökülebilirlik değerleri verdiğini gözlemledik. Bu sonuçlar, kafesli döküm plaklarda, Wironit ve Wironium alaşımları ile akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri araştıran WULFES (73)'in, daha düşük ön ısıtma derecelerinde bile, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemine oranla, indüksiyon eritme sisteminde daha yüksek akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri elde ettiğini açıkladığı çalışma sonuçlarına paralellik göstermektedir.

Ayrıca, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sisteminde, her üç döküm alaşımının da çok ileri düzeyde anlamlı akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri göstermiş olmasını eritme sisteminin etkisi yanında, indüksiyon eritme sistemli döküm makinalarının santrifüj kolunun dakikadaki dönüm sayısının daha fazla olması nedeniyle etkili döküm gücüne de bağlı olabileceği görüşündeyiz. Bu görüş açısından bizim sonuçlarımız, DONOWAN ve WHITE (16)'ın, dakikadaki dönüm hızları farklı iki ayrı döküm makinasında çeşitli döküm alaşımları ile yaptıkları dökümlerde, başlangıç hızı ve santrifüj kolunun dakikadaki dönüm sayısı fazla olan döküm makinasında daha iyi akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri bulduklarını belirttikleri araştırma sonuçlarına da paralellik göstermektedir. Zira, bizim akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri araştırdığımız iki eritme sistemi arasında, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ünitesine sahip olan döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısı, asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm makinasından az da olsa daha yüksek dakikadaki dönüm sayısına sahipti (Dökümlerimizi yaptığımız asetilen-oksijen ısı kaynaklı döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısı 460, indüksiyon ısı kaynaklı döküm makinasının dakikadaki dönüm sayısı ise, ortalama 490-500 dür).

Akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri sonuçlarımız, yine NITKIN ve ASGAR (48)'in, FUSAYAMA ve YAMANE (22)'nin, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemleriyle, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemlerine göre daha başarılı döküm sonuçları alındığını belirttikleri çalışmalarına da paralellik göstermektedir.

Bu gözlemlere dayanarak, indüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sistemlerinin, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme ve döküm

sistemlerine göre, iskelet protez döküm alaşımlarının akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri üzerinde daha olumlu etki yaptığını ve bu nedenle tercih edilmesi gereken bir döküm sistemi olduğu görüşünderiz. İndüksiyon ısı kaynaklı eritme ve döküm sisteminde, alaşımların eritilmesi işlemi sırasında koruyucu gaz sisteminin kullanılması ile, sertlik değerlerindeki artışın da önleneyeği ve olumlu sonuçlar alınacağı kanısındayız.



VI-ÖZET

Bu çalışmada, asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı iki ayrı eritme ve döküm sisteminin, iskelet protezlerde kullanılan çeşitli krom-kobalt alaşımlarının sertlik, akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Döküm materyeli olarak üç farklı krom-kobalt alaşımı (Wirocast, Wironit ve Wironium alaşımları) kullanılmıştır. Her alaşımdan, sertlik deneyleri için 20x30x1,2 mm boyutlarında 20 tane tam plak, akışkanlık ve dökülebilirlik deneyleri için 8x10 = 80 kareli 20 tane kafesli plak olmak üzere, toplam 120 denek standart şartlarda hazırlanmıştır. Denekler 2 gruba ayrılarak, 60 denek asetilen-oksijen ısı kaynaklı, diğer 60 denek de indüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemiyle dökülmüştür.

Sertlik değerleri ölçümleri, Vilson Tukon marka mikrosertlik ölçüm cihazında yapılmıştır. Sertlik değerleri, Vickers sertlik değerleri cinsinden kg/mm^2 olarak ifade edilmiştir. Akışkanlık ve dökülebilirlik değerleri ise, dökümden sonra tam çıkan kare sayılarının değerlendirildiği yöntemle saptanmıştır.

Akışkanlık ve dökülebilirlik deneylerinde, indüksiyon eritme sisteminin, asetilen-oksijen ısı kaynaklı eritme sistemine göre, ileri derecede anlamlı olarak olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

Asetilen-oksijen ısı kaynaklı ve indüksiyon ısı kaynaklı iki eritme sisteminin, dökülen alaşımların sertlik değerleri üzerindeki etkilerinin ise, anlamlı olmadığı görülmüştür. Ancak, indüksiyon ısı kaynaklı eritme sistemlerinde, uygulanması mümkün olan koruyucu gaz sistemini kullanma imkanının bulunması halinde, sertlik değerleri artışının önlenmesinin mümkün olacağı anlaşılmaktadır.

VII-SUMMARY

In this study attempts were made to investigate the effect of two different melting and casting systems of acetylene-oxygen heat origin and of induction origin on the hardness, flow property and casting values of various chrome-cobalt alloys used in cast dentures.

As casting material, three different chrome-cobalt alloys (Wirocast, Wironit and Wironium alloys) were used. From each alloy and under standard conditions, 20 complete plates with dimensions of 20x30x1,2 mm were prepared for the hardness test, and 20 meshed plates with 8x10 = 80 squares for flow and castability properties with a total number 120 samples.

The samples were divided into two groups, after which 60 samples were casted through the melting system with the heat origin of acetylene-oxygen, and the rest 60 samples were melted by the heat origin of induction.

The estimations of hardness values were made by Vilson Tukon microhardness measuring apparatus. Their hardness values were expressed in terms of Vickers hardness values as kg/mm^2 . Flow and casting property values were determined same as the method where the complete square numbers were evaluated after the casting procedure.

In flow and casting experiments, it was seen that the induction melting system had a positive result with a high significance when compared to the melting system with a heat origin of acetylene-oxygen.

It was also observed that the effects of two melting systems, acetylene-oxygen heat origin and induction heat origin, on the hardness values of the casted alloys were not significantly different. When the melting system with a heat origin of induction is used and the protective gas system is applied, the increase in hardness values may be prevented.

VIII-KAYNAKLAR

1. AICHHORN, W.: Erfahrungen in nickel-chrom-aufbrennkeramik, Quintessenz Zahntech., 11: 41-48, 1976.
2. ANDERSON, J.N.: Applied Dental Materials, 5. baskı, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne, 1976 (Ref: 4).
3. ASGAR, K., PEYTON, F.A.: Pits on the inner surfaces of cast gold crowns, J. Prosthet. Dent., 9: 448, 1959 (Ref: 57).
4. AYDIN, A.K.: İskelet protez döküm metallerinde görülen mikroporozite olayının neden ve sonuçları, Doktora tezi, Ankara Üniv. Diş Hek. Fak., 1980.
5. BARRETO, M.T., GOLDBERG, A.J., NITKIN, D.A., MUMFORD, G.: Effect of investment on casting high-fusing alloys, J. Prosthet. Dent., 44(5): 504-507, 1980.
6. BATES, J.F.: Removable Partial Denture Construction, 2. baskı, J. Wright, Bristol, 1978.
7. "BEGO" firması tarafından yayınlanmış konu ile ilgili araştırmalar.
8. BRETSCHNEIDER, R.: Technische möglichkeiten zur verbesserung der gusstechnik bei der anwendung einer horizontalschleuder, Quintessenz Zahntech., 2: 69-72, 1977.
9. BUGUGNANI, R.: Utilisation des alliages nickel-chrome dans les restaurations coulées conventionnelles, Rev. Odontostomatol., 6(4): 286-291, 1977.

10. CARTER, T.J., KIDD, J.N.: The precision casting of cobalt-chromium alloy, part no 2: The influence of casting variables on microstructure and mechanical properties, Br. Dent. J., 118: 431-436, 1965 (Ref: 39).
11. CLAYSON, J.F.: Indirect spruing technique, Quintessence Dent., Technol., 3: 53, 1979 (Ref: 57).
12. ÇALIKKOCAOĞLU, S.: Bölümlü Protezler, Kudret Matbaası, 1981.
13. DEGENER, A., FINGER, W.: Zur bedeutung der steifigkeit und der elastisch-plastischen übergangsgrenzen von kobalt-chrom-legierungen, Sonderdruck aus Zahnärztl., 6: 272-275, 1976.
14. DENTAURUM Firmasının konu ile ilgili broşürleri: Dentaurem Informations-Service, Postfach 440, D-7530 Pforzheim.
15. DERN, W.M., HINMAN, R.W., HESBY, R.A., PELLEU, G.B.: Effect of a two-step ringless investment technique on alloy castability, J. Prosthet. Dent., 53(6): 874-876, 1985.
16. DONOVAN, T.E., WHITE, L.E.: Evaluation of a improved centrifugal casting machine, J. Prosthet. Dent., 53(5): 609-612, 1985.
17. DOOTZ, E.R., CRAIG, R.G., PEYTON, F.A.: Influence of investments and duplicating procedures on the accuracy of partial denture casting, J. Prosthet. Dent., 15(4): 679-690, 1965.
18. DOOTZ, E.R., CRAIG, R.G., PEYTON, F.A.: Simplification of the chrome-cobalt partial denture casting procedure, J. Prosthet. Dent., 17(5): 464-471, 1967.
19. DUNCAN, J.D.: The casting accuracy of nickel-chromium alloys for fixed prostheses, J. Prosthet. Dent., 47(1): 63-68, 1982.
20. ELARBI, E.A., ISMAIL, Y.H., AZARBAL, M., SAINI, T.S.: Radiographic detection of porosities in removable partial denture casting, J. Prosthet. Dent., 54(5): 674-677, 1985.

21. FUSAYAMA, T., HOSODA, H., KHER, V.M.: Influences of clinical variables on a cristobalite investment, J. Prosthet. Dent., 11(1): 152-168, 1961.
22. FUSAYAMA, T., YAMANE, M.: Surface roughness of casting made by various casting techniques, J. Prosthet. Dent., 29(5): 529-535, 1973.
23. HARCOURT, H.J.: The remelting of cobalt-chromium alloys, Br. Dent. J., 112: 198-204, 1962.
24. HARCOURT, H.J.: The effect of variation in cooling rates and heat treatment on cobalt-chromium alloys, Br. Dent. J., 116(1): 475-483, 1964.
25. HARCOURT, H.J., COTTERILL, W.F.: Induction melting of cobalt-chromium alloys "A comparison with flame melting", Br. Dent. J., 118(8): 323-329, 1965 (Ref: 4).
26. HARCOURT, H.J., RIDDIHOUGH, M., OBSERNE, J.: The properties of nickel-chromium casting alloys containing boron and silicon, Br. Dent. J., 129(9): 419-423, 1970.
27. HOLLENBACK, G.M.: Science and Technic of the Cast Restoration, The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1964.
28. INGERSOLL, N.: Troubleshooting casting technical problems, for dental alloys to which porcelain will be fused, J. Prosthet. Dent., 28(4): 439-441, 1972.
29. JARVIS, R.H., JENKINS, T.J., TEDESCO, L.A.: A castability study of nonprecious ceramometal alloys, J. Prosthet. Dent., 51(4): 490-494, 1984.
30. JØRGENSEN, K.D.: Ein neuer Vakuum-Gussapparat; "Die Quintessenz Zahntech.", 11: 65-69, 1976.
31. KASLOFF, Z.: Casting techniques and some variables, J. Prosthet. Dent., 11(3): 533-536, 1961.

32. KELLY, G.P.: Study of porosity and voids in dental gold casting, J. Dent. Res., 49(5): 986-993, 1970.
33. KORN, V.O.: Verleichende Prüfung des elestischen Verhaltens einer neuen Modellgusslegierung, Zahntechnik, 11: 436-439, 1976.
34. LACY, A.M., MORA, A., BOONSIRI, I.: Incidence of bubbles on samples cast in a phosphate-b nded investment, J. Prosthet. Dent., 54(3): 367-369, 1985.
35. LANE, J.R.: A survey of dental alloys, J. Am. Dent. Assoc., 39: 428-437, 1949.
36. LEINFELDER, K.F., FAIRHURST, C.W., RYGE, G.: Porosities in dental gold casting, II. Effects of mold temperature, sprue size and dimension of wax pattern, J. Am. Dent. Assoc., 67(6): 816-821, 1963.
37. LEJOYEUX, J.: Restauration Prothétique Amovible de L'Édentation Partielle, Maloine, Paris, 1973.
38. LOEBICH, V.O.: Der lunker und seine vermeidung, Dtsch. Zahnarztl. Z., 8: 1037-1042, 1953.
39. LUBESPÈRE, A., ROTENBERG, A., WAYSENSON, B., ALZIEU, J.: Alliages stellites en prothèse adjointe leurs qualités physico-mécaniques, Rev. Odontostomatol., 6(3): 179-188, 1977.
40. MacCULLOCH, W.T.: Application of thermicast principles to cobalt-chromium dentures, Br. Dent. J., 116(8): 329-338, 1964.
41. MAICKEL, L.B.: Ein vorgefertigter gusskegel, Quintessenz Zahntech., 2: 41-49, 1977.
42. MARX, V.H.: Uber den einfluss des gussverfahrens auf die poren-und lunkerbildung, Dtsch. Zahnarztl. Z., 22(2): 1228-1235, 1967.
43. MEYER, J.M.: Alliages précieux ou nickel-chrome pour céramo-métallique, Rev. Odontostomatol., 7(3): 185-189, 1983.

44. Multi-Vest revatmanları ile ilgili prospektüs, Dentsply/York Division.
45. MYERS, G.W., CRUICKSHANKS-BOYD, D.W.: Mechanical properties and casting characteristics of a silver-palladium bonding alloy, Br. Dent. J., 153: 323-326, 1982.
46. NAKAMURA, M., KAWAHARA, H., HAEUCHI, Y.: In vitro cell response to cobalt-chromium-molybdenum alloy containing beryllium, J. Prosthet. Dent., 51(6): 790-796, 1984.
47. NALLY, J-N.: Matériaux et Alliages Dentaires, Julien Prélat-Éditeur, Paris, 1964.
48. NITKIN, D.A., ASGAR, K.: Evaluation of alternative alloys to type III. gold for use in fixed prosthodonties, J. Am. Dent. Assoc., 93: 622-629, 1976.
49. ÖKTEM, F.: Altın dökümlerinde porozite ve döküm yolunun planlanması, Dentoral, 2(4): 195-203, 1970.
50. ÖKTEM, F.: Türkiye'deki modern protez laboratuvarlarına genel bir bakış, Dentoral 3(8): 90-93, 1971.
51. PEYTON, F.A.: Cast Chromium-Cobalt Alloys, Dent. Clin. North. Am., 759-771, 1958.
52. PEYTON, F.A., CRAIG, R.G.: Restorative Dental Materials, 4. baskı, The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1971.
53. PHILLIPS, R.W.: Studies on the density of castings as related to their position in the ring, J. Am. Dent. Assoc., 35: 329-342, 1947.
54. PICARD, B.: Les erreurs, les échecs liés aux alliages non précieux dans les céramo-métalliques, Rev. Odontostomatol., 11(4): 253-261, 1982.
55. POMÉS, C.E., SLACK, G.L., WISE, M.W.: Surface roughness of dental castings, J. Am. Dent. Assoc., 41: 545-556, 1950.

56. PRESWOOD, R.G.: The castability of alloys for small castings, J. Prosthet. Dent., 50: 36, 1983 (Ref: 16).
57. RIEGER, M.R., TANQUIST, R.A., VAINER, S.: The effect of a new sprue design on the castability of a base-metal alloy, J. Prosthet. Dent., 55(6): 686-690, 1986.
58. RITZE, V.R.: Grundsätzliches zum einbett-und gussverfahren, Dtsch. Zahnarztl. Z., 22: 1206-1214, 1967.
59. ROUOT, J.: Prothèse Dentaire Squelettique, 2. baskı, Masson, Paris, 1968.
60. SKINNER, E.W.: The Science of Dental Materials, 4. baskı, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London, 1958.
61. SPIEKERMANN, H., GRUNDLER, H.: Die Modellguss-Prothese, Buch-und Zeitschriften-Verlag, "Die Quintessenz", Berlin, Chicago, Rio de Janeiro, Tokio, 1977.
62. STADE, E.H., STEWART, G.P., MORRIS, H.F., PESAVENTO, B.A.: Influence of fabrication technique on wrought wire clasps flexibility, J. Prosthet. Dent., 54(4): 538-543, 1985.
63. STRICKLAND, W.D., STURDEVANT, C.M., HILL, N.C.: Porosity in the full cast crown, J. Am. Dent. Assoc., 58: 69, 1959 (Ref: 57).
64. SUFFERT, L.W., MAHLER, D.B.: Reproducibility of gold casting made by present day dental casting technics, J. Am. Dent. Assoc., 50(1): 1-6, 1955.
65. TAYLOR, D.F., SWEENEY, W.T.: A proposed specification for dental chromium-cobalt casting alloys, J. Am. Dent. Assoc., 54: 44-48, 1957.
66. TAYLOR, D.F., LEIBFRITZ, W.A., ADLER, A.G.: Physical properties of chromium-cobalt dental alloys, J. Am. Dent. Assoc., 56: 343-351, 1958.

67. TOWNSEND, L.W.A., GRISWOLD, W.H., VERMILYEA, S.G.: Preliminary observations on clinical use of a base metal casting alloy, J. Prosthet. Dent., 52(3): 370-373, 1984.
68. TURFANER, M.: Oklüzal tırnakların endikasyon ve kontrendikasyonları, İ.Ü. Dişhek. Fak. Dergisi, 6(1): 80-87, 1972.
69. VALEGA, T.M.: Alternatives to Gold Alloys in Dentistry, Conference Proceedings, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1977.
70. VINCENT, P.F., STEVENS, L., BASFORD, K.E.: A comparison of the casting ability of precious and nonprecious alloys for porcelain veneering, J. Prosthet. Dent., 37(5): 527-536, 1977.
71. WAGNER, V.E.: Beitrag zum präzisionsgussverfahren, Dtsch. Zahnärztl. Z., 22: 1215-1220, 1967.
72. WIGHT, T.A., GRISIUS, R.J., GAUGLER, R.W.: Evaluation of three variables affecting the casting of base metal alloys, J. Prosthet. Dent., 43(4): 415-418, 1980.
73. WULFES, V.H.: Flammenschmelzen und induktives schmelzen mit hochfrequenz im vergleich, Dent. Labor, XXXII, Heft 8/84, 883-888, 1984.

IX-ÖZGEÇMİŞ

1953 yılında Çanakkale'de doğdum. İlk öğrenimimi Çanakkale'de, orta ve lise öğrenimimi İstanbul Kız Lisesi'nde tamamladım. 1971 yılında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'ne girdim ve 1976 yılında mezun oldum. 1976 yılının Ekim ayında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Total-Parsiyel Protez Bilim Dalı'nda dişhekimi olarak çalışmaya başladım. Evliyim. Eşim doktordur. Okay adında bir oğlum var.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi