

İKİ FARKLI CO-CR HBP ALAŞIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF MECHANICAL PROPERTIES OF TWO DIFFERENT Co-Cr RPD ALLOYS

Yrd.Doç.Dr.Yurdanur UÇAR*

Yrd.Doç.Dr.Cem KURTOĞLU*

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde sıklıkla kullanılmakta olan iki farklı hareketli bölümlü protez alaşımının mekanik özelliklerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Magnum H60 (MESA, Travagliato, İtalya) ve Biosil F (Degussa Dental, GmbH, Hanau, Almanya) olmak üzere iki farklı Co-Cr alaşımı kullanılarak her grup için 10 örnek olmak üzere ADA'nın 14 nolu şartnamesine göre çekme testi örnekleri hazırlanmıştır. Örnekler kırılana kadar devam ettirilen çekme testinde iki grubun maksimum çekme dayanıklılığı ve uzama yüzdesi değerleri Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır ($\alpha=0.05$). Kırılma yüzeyleri stereomikroskop kullanılarak incelenmiştir.

Bulgular: Magnum H60 grubunun maksimum çekme dayanıklılığının (828 ± 17.3 MPa) Biosil F'nin dayanıklılığından (782 ± 51.6) istatistiksel açıdan anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulunmuştur ($\alpha = 0.01$). Magnum H60 ve Biosil F gruplarının uzama yüzdeleri sırası ile 6.77 ± 1.62 ve 6.32 ± 2.38 olarak bulunmuştur. İki grubun uzama yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($\alpha = 0.496$). Kırılma yüzeylerinden alınan stereomikroskop görüntüleri benzerlik göstermektedir. Her iki gruba ait örneklerin kırılma yüzeyinde alaşımın sertleşmesi sırasında oluşmuş porotik yapılar ve çatlaklar izlenmektedir.

Sonuç: Bu çalışmada test edilen Co-Cr alaşımlarının her ikisi de mekanik özellikleri açısından hareketli bölümlü protezlerin ağızda uzun süre kullanımı için uygundur.

Anahtar Kelimeler: Hareketli bölümlü protezler, Co-Cr alaşımları, maksimum çekme dayanımı, uzama yüzdesi

SUMMARY

Purpose: The purpose of this study was to compare the mechanical properties of two different removable partial denture alloys that are commonly used in Çukurova University Faculty of Dentistry.

Material and Methods: Using two different Co-Cr alloys; Magnum H60 (MESA, Travagliato, Italy) and Biosil F (Degussa Dental, GmbH, Hanau, Germany) ten tensile test specimens were prepared for each group according to the ADA specification number 14. Specimens were loaded to crack. Ultimate tensile strength and percent elongation of two groups were compared using Mann Whitney U test ($\alpha=0.05$). Crack surfaces were investigated using a stereomikroskop.

Results: A statistically significant difference was found between ultimate tensile strength of Magnum H60 (828 ± 17.3 MPa) and Biosil F (782 ± 51.6) ($\alpha = 0.01$). Percent elongation of Magnum H60 and Biosil F were found as 6.77 ± 1.62 and 6.32 ± 2.38 , respectively. No significant difference was found among the two groups when the percent elongation was compared ($\alpha = 0.496$). Stereomikroskop images that are taken from the crack surfaces of both groups show similarities. Porotic structures and cracks that formed during solidification of the alloys can be seen on crack surfaces.

Conclusion: Both of the Co-Cr removable partial denture alloys tested in the current study seem capable of serving in the mouth for a long time.

Key words: Removable partial dentures, Co-Cr alloys, ultimate tensile strength, percentage elongation

GİRİŞ

Hareketli bölümlü protez (HBP)ler uzun yıllardır diş eksikliklerinin giderilmesinde uygun bir tedavi seçeneği olarak protetik diş tedavisinde yer almaktadır.^{1,2} Kısa sürede tamamlanması, alternatif tedavi seçenekleri ile kıyaslandığında kısmen ucuz olması, çoğu vakada herhangi bir cerrahi işlem gerektirmemesi gibi avantajlara sahiptir.^{1,3,4} Dişsiz boşluğun uzun olması, destek dokuların kaybı, yeterli

sayıda destek diş olmaması, destek olarak kullanılması planlanan dişlerin periodontal probleminin olması, distal sonda destek diş bulunmaması gibi nedenlerle sabit protezin kontrendike olduğu vakalarda hareketli bölümlü protezler sıklıkla alternatif olarak düşünülmektedirler.^{5,6} Ayrıca, anestezi yapılması uygun olmayan hastalarda ve koopere olması zor olanlarda alternatif olarak ilk düşünülecek tedavi seçeneğidir.⁷ Bununla birlikte gerek ekonomik gerekse ileri yaş ya da sağlık engeli nedeniyle ya da kemik kalitesinin ve/veya miktarının yeterli olmaması sonucu implant

* Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD, ADANA.

tedavisinin uygulanmadığı durumlarda HBP'ler alternatif olarak sıklıkla uygulanmaktadır.

1930'lu yıllarda Vitallium alaşımın diş hekimliği klinik uygulamasına girmesinden sonra HBP metal altyapı yapımında kıymetsiz alaşımlar kullanılmaya başlanmıştır.^{8,9} HBP'lerde kullanılan kıymetsiz alaşımların dezavantajları arasında yüksek sertlikleri ve yeterince sünek olmamaları sayılabilir.^{1,2} Bu özellikler özellikle dental laboratuvar açısından dökümün bitirilmesi sırasında zorluk yaratmaktadır¹⁰. Ancak bununla birlikte, kıymetsiz alaşımlar yüksek elastisite modülleri ve dayanıklılıkları, yüksek korozyon dirençleri, ve alternatif altın alaşımlarına oranla çok daha ucuz olmaları nedeni ile HBP yapımında sıklıkla tercih edilmektedirler.¹¹ Son dönemlerde HBP yapımında korozyon direncinin çok iyi olması, biyouyumlu olması, ve düşük yoğunluğu nedeni ile ticari olarak saf olan (commercially pure, CP) titanyum ve titanyum alaşımlarının kullanılması da söz konusu olmuştur.¹² Ancak, CP titanyum dayanıklılığının düşük olmasının yanısıra dökümü ve polisajı sırasında yaşanan zorluklardan dolayı çok tercih edilmemektedir. Ti-6Al-4V alaşımı vanadyum içeriğinden dolayı sitotoksikite konusunda problem yaratırken, Ti-6Al-7Nb alaşımı rijiditesinin veya bir başka deyişle elastik modülünün düşük olması nedeniyle HBP iskeletinin yapımında yaygın olarak kullanılamamaktadır.¹³ Ayrıca, kliniğimizde yaygın olarak kullanmakta olduğumuz Co-Cr alaşımlarının elastik modülü Ti-6Al-7Nb alaşımın elastik modülünün iki katına yakındır.

Hazırlanması sırasındaki zorluklar da göz önünde bulundurulduğunda titanyum alaşımlarının özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılması uzak görünmektedir. Ancak buna rağmen, son dönemlerde HBP ile ilgili neredeyse tüm çalışmaların titanyum üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bununla birlikte gerek ulusal gerekse uluslararası yayınlar araştırıldığında Co-Cr ile ilgili güncel bir çalışma olmamasının eksikliği görülmektedir. Protetik diş tedavisi ile ilgili literatürdeki bu eksiklik dikkat çekicidir. Bu nedenle, bu çalışmada Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi kliniğinde sıklıkla kullanılmakta olan iki farklı Co-Cr HBP alaşımının mekanik özelliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan alaşımların; Biosil F (Degussa Dental, GmbH, Hanau, Almanya) ve

Magnum H60 (MESA, Travagliato, İtalya) içerikleri Tablo I'de görülmektedir.

Tablo I. Çalışmada kullanılan alaşımların içerik bilgisi (kütle %)

Alaşım	Co	Cr	Mo	Si	Mn	C
MAGNUM H60*	63	29	6,5	<1 %	<1 %	<1 %
Biosil F**	64.8	28.5	5.3	0.5	0.5	0.4

* : Magnum H60 (MESA, Travagliato, İtalya)

** : Biosil F (Degussa Dental, GmbH, Hanau, Almanya)

Çekme testinde kullanılacak örnekler döküm mumu (VKS Sculpturing wax, Yeti Dental, Engen, Almanya) kullanılarak her grup için toplam 10 örnek olmak üzere hazırlanmıştır. Örnekler Amerika Diş Hekimleri Birliği'nin (ADA) 14 nolu şartnamesine göre hazırlanmıştır.¹⁴ Mum yapılardan geleneksel döküm yöntemleri ile Co-Cr alaşımlardan metal örnekler elde edilmiştir. Bu işlem sırasında döküm manşetlerin oda ısısına kadar soğumasına dikkat edilmiştir ve de tijlerin karbit frez ile çekme testi örneklerinden uzaklaştırılmasına özen gösterilmiştir. Çekme testi öncesinde her bir örneğin çapı ve gauge uzunluğu sırası ile çekme dayanıklılığının ve uzama yüzdesinin hesaplanmasında kullanılmak üzere ölçülmüştür. Örnekler, Üniversal Test Cihazı (Testometric, Lancashire, United Kingdom) na yerleştirilmiş ve daha sonra 1mm/dak çekme kuvveti uygulanmıştır.¹¹ Çekme testi sonucunda her iki grubun maksimum çekme dayanımı (MÇD) ve uzama yüzdesi karşılaştırılmıştır. Stereomikroskop (SZ 40, Olympus, Tokyo, Japonya) kullanılarak çekme testi örneklerinin kırılma yüzeyi $\times 45$ büyütmede incelenmiştir. Kırılma yüzey analizini takiben, uzama yüzdesi, çekme testi sonrasında kırılmış iki parçanın dikkatlice biraraya getirilip test öncesinde gauge uzunluğu olarak belirlenmiş iki nokta arasındaki mesafenin (15mm) yeniden ölçülmesi ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.¹⁵

$$\text{uzama yüzdesi} = (\Delta L/L_0) \times 100\%$$

ΔL : Final uzunluk – Orijinal uzunluk

L_0 : Orijinal uzunluk.

Shapiro-Wilk testi sonucunda Magnum H60 grubuna ait örneklerin normal dağılmadığı ($\alpha=0.047$) ayrıca iki grubun varyanslarının farklı olduğu görülmüş; bu nedenle iki grubun maksimum çekme dayanıklılıkları ve % uzama miktarları non parametrik bir test olan Mann Whitney U testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel analizler $\alpha=0.05$ değeri kullanılarak SPSS'de (SPSS 15.0, Cary, NC) yapılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada test edilmiş olan iki farklı HBP alaşımının mekanik özellikleri Tablo II'de verilmiştir. Magnum H60 grubunun MÇD'nin (828 ± 17.3 MPa) Biosil F'nin MÇD'ndan (782 ± 51.6) istatistiksel açıdan anlamlı ölçüde yüksek olduğu bulunmuştur ($\alpha=0.01$). Karşılaştırma yapılabilmesi açısından üretici firmalar tarafından verilen mekanik özellikler de aynı tabloda belirtilmiştir. Biosil F'in firma tarafından gösterilen MÇD (900 MPa) mevcut çalışmada bulunan ortalama değer üzerinde. Bunun yanında Magnum H60'ın MÇD'na ulaşamamıştır. Firma MÇD yerine %0.2lik yield dayanımı değerini (546 MPa) vermiştir. Mevcut çalışmada Magnum H60 ve Biosil F gruplarının uzama yüzdeleri sırası ile 6.77 ± 1.62 ve 6.32 ± 2.38 olarak bulunmuştur. İki grubun uzama yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken ($\alpha=0.496$), her iki grup için bulunan uzama yüzdesi değerinin firma tarafında verilen değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. (Tablo II)

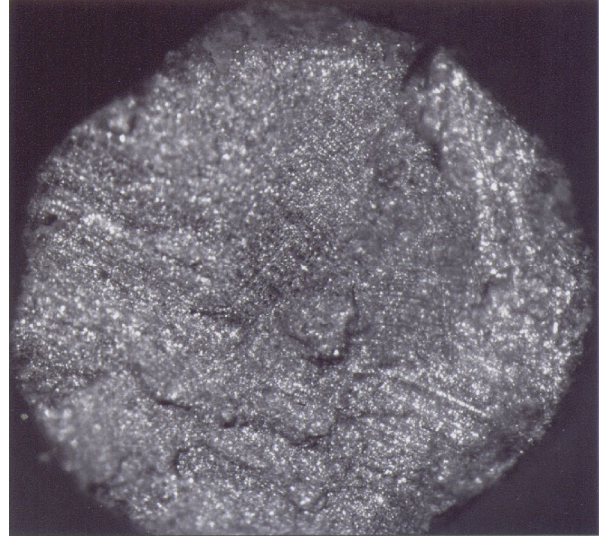
Tablo II. Çalışmada elde edilen maksimum çekme dayanımı (MÇD) ve uzama yüzdesi değerlerinin firma tarafından verilen değerlerle karşılaştırılması (Ortalama \pm standard deviasyon)

Alaşım	MÇD (MPa)	MÇD* (MPa)	Uzama Yüzdesi	Uzama Yüzdesi *
MAGNUM H60	828 ± 17.3	-	6.77 ± 1.62	% 5.8
Biosil F	782 ± 51.6	900	6.32 ± 2.38	% 5

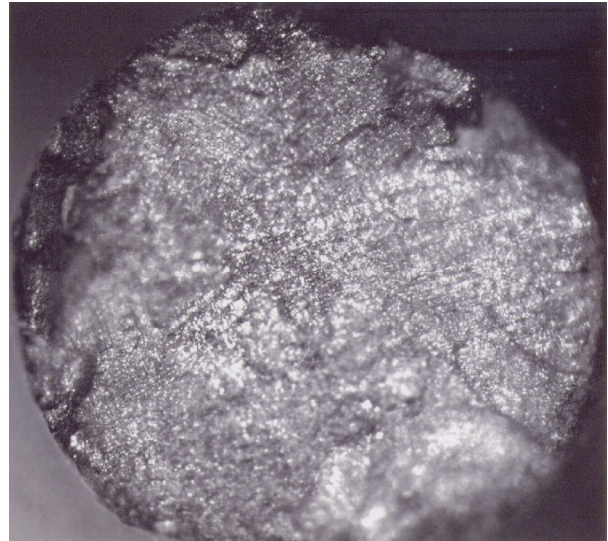
*: Firma tarafından belirtilen değerler

Kuvvet deformasyon eğrisinde elastik kısmın her iki gruptaki örneklerde lineer olduğu izlenmiştir. Magnum H60 ve Biosil F'e ait örneklerin kırılma yüzeylerinden stereomikroskop kullanılarak elde edilmiş görüntüler sırası ile Şekil 1 ve 2'de yer almaktadır.

Kırılma yüzeylerinden alınan stereomikroskop görüntüleri benzerlik göstermektedir. Her iki gruba ait örneklerin yüzeyinde alaşımın sertleşmesi sırasında oluşmuş protetik yapılar ve çatlaklar izlenmektedir. Ayrıca farklı doğrultularda diziler halindeki paralel çizgiler de her iki grup örneklerinde belirgindir.



Şekil 1. Magnum H60 grubundan bir örneğe ait kırılma yüzeyi (x 45)



Şekil 2. Biosil F grubundan bir örneğe ait kırılma yüzeyi (x45)

TARTIŞMA

Mevcut çalışmada, kliniğimizde HBP yapımında sıklıkla kullanılmakta olan iki farklı Co-Cr alaşımı, mekanik özellikleri ve kırılma yüzey görüntüleri açısından karşılaştırılmıştır.

İki grubun MÇD arasında anlamlı bir farklılık bulunmuş, Magnum H60'ın yüzde uzama değeri kısmen daha yüksek olmasına rağmen, yüzde uzama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum eser elementlerdeki farklılıklardan ve alaşımın üretim aşamalarında olabilecek ufak ayrımlardan kaynaklanabilir. Bir

alaşımın fiziksel özelliklerinde majör elementlerden ziyade minör ya da eser elementler etkili olmaktadır.¹¹

Tablo I'de de görüldüğü gibi test edilen iki alaşımın mekanik özelliklerinin firmaların vermiş olduğu değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılık döküm şartlarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Firmanın kendi alaşımını daha ideal şartlarda dökmesi bu tür bir farklılığı doğurabilir. Ancak, piyasadaki dental laboratuvarların bu şartları yakalaması her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle, mevcut çalışmada bulunan değerler kıymet kazanmaktadır.

Magnum H60 ile Biosil F'in maksimum çekme dayanımları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunsa da, bu fark klinik açıdan anlamlı değildir. Her iki grubun MÇD kabul edilebilir değerdedir. Cr-Co'nun kabul edilebilir değerleri MÇD: 870 MPa, yield dayanımı: 710 MPa, uzama yüzdesi: 1.6 dır.¹⁶

Bu çalışmada çekme testinde kırılan örneklerin kırılma yüzeyleri, $\times 45$ büyütme kullanılarak stereomikroskop altında incelenmiştir. Örneklerin bir kısmında kırılma yüzeyinde porozite görülmesi kırılmanın poroziteden başladığını düşündürmektedir. Her iki gruba ait örneklerin kırılma yüzeyinde görülen paralel bir dizi çizgi mikroyapıyı yansıtmaktadır. Ancak bu konuda kesin bir sonuca varabilmek için kırık yüzeylerinin elektron tarama mikroskobu ile daha büyük büyütme incelenmesi gerekmektedir. Bir sonraki çalışmada kırılma yüzeyinin çok daha yüksek büyütme incelenmesi planlanmaktadır. Fraktografik inceleme sayesinde kırığın orijini, hareketli bölümlü protez alaşımlarının mikroyapılarında farklılık olup olmadığı ve başarısızlığın yapısı (ductile ya da brittle) hakkında detaylı bilgiye ulaşmak mümkün olacaktır.

Bir sonraki çalışmada iki alaşımın biyouyumluluklarının ve korozyona dirençlerinin karşılaştırılması planlanmaktadır. Ayrıca, günlük kullanım sırasında protezin günde en az bir kez takılıp çıkarıldığı ve bir HBP'in yıllarca ağızda hizmet ettiği düşünülürse kroşelerde yorgunluk sonucu oluşabilecek kırılmalara ışık tutması açısından alaşımların yorulma dirençlerinin karşılaştırılması da önemlidir.

MÇD ve uzama yüzdesi malzemelerin temel mekanik özelliklerindedir. MÇD çekme testi sırasında malzemenin kırılmadan önce dayanabildiği maksimum

stres değeridir. Malzemelerin karşılaştırılması sırasında sıklıkla kullanılan bir parametredir.⁸ Restorasyonun boyutunun veya kesit alanının ne kadar olması gerektiğinin belirlenmesinde kullanılır. Uzama yüzdesi ise, çekme testi sonucunda oluşan uzama miktarının orijinal uzunluğa oranının %100 ile çarpılması ile hesaplanır. Uzama yüzdesi, alaşımın çalışılabilirliği hakkında bilgi verdiği için son derece önemlidir. Özellikle dental laboratuvarlar açısından büyük önem taşır. Mesela bu çalışmada test edilen hareketli bölümlü protez alaşımlarının uzama yüzdesi arasında anlamlı bir fark görülmemesi, laboratuvarında çalışma kolaylığı açısından alaşımlar arasında bir fark olmayacağını göstermektedir.

MÇD test edilen iki alaşımın karşılaştırılması için önemli olsa da alaşımların yield dayanımlarının karşılaştırılması daha çok önerilmektedir.^{11,17} Yield dayanımı bir materyalde kabul edilebilir asgari bir plastik deformasyon oluşturabilecek stres dayanımıdır. Bridgeport ve arkadaşları¹¹ beş farklı HBP alaşımının mekanik özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında MÇD ve uzama yüzdesi değerlerine ek olarak elastik modül, % 0.1 ve 0.2 yield dayanımları, ve alaşımların sertliğini de karşılaştırmışlardır. Çalışmaya dahil ettikleri alaşımların maksimum çekme dayanımları (660 MPa, 730 MPa, 781 MPa, 793 MPa ve 870 MPa) mevcut çalışmada test edilmiş olan alaşımlardan kısmen düşük olsa da sonuçlar benzerlik göstermektedir. Kompozisyonu çalışmamızda kullandığımız Magnum H60 ve Biosil F alaşımlarına yakın olan Vitallium 2 alaşımının uzama yüzdesi 6.2 ± 4.4 olarak belirtilmiştir. Bu değer çalışmamızdan elde ettiğimiz uzama yüzdesi sonuçları ile paralellik göstermektedir. Ancak diğer alaşımların uzama yüzdesi çalışmamızdaki sonuçlardan farklılık göstermiştir. Bu farklılıkların kompozisyondaki farklılıklardan kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın kısıtlayıcı noktaları göz önünde bulundurularak, çalışmada test edilen her iki alaşımın mekanik özelliklerinin klinik kullanım için gerekli görülen asgari değerlerin üzerinde olduğu ve protetik diş tedavisi uygulamalarında kullanılacakları sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Ulusoy M, Aydın AK. Bölümlü Protezler. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 1988. s.70.

2. Çalikkocaoğlu S. Bölümlü Protezler. 2. basım. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi; 1992, s.21-30.
3. Ulusoy M, Aydın AK. Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler. Cilt I. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 2003. s.56, 207.
4. Ulusoy M, Aydın AK. Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler. Cilt II. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 2003. s.687-9.
5. Can G, Akaltan F. Hareketli Bölümlü Protezler Planlama. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 2002. s. 4-6.
6. Phoenix RD, Cagna DR, DeFreest CF. Stewart's Clinical Removable Partial Prosthodontics. 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing CO; 2003. p. 6-8.
7. McGivney GP, Castleberry DJ. McCracken's Removable Partial Prosthodontics. 9 th ed. St. Louis: CV Mosby; 1995. p. 17-20.
8. Craig RG, Powers JM. Restorative Dental Materials. In: Powers JM(ed) Waxes, 11 th ed. St. Louis: CV Mosby; 2002. p. 432-439
9. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. In Brantley WA(ed) Wrought alloys, 11th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2003. p. 621-54.
10. Çalikkocaoğlu S, Kursoğlu P, Çapa N. Parsiyel Protezlerin Laboratuvar İşlemleri. İstanbul: İbrahim Mımtaş, 2005 s. 34.
11. Bridgeport DA, Brantley WA, Herman PF. Cobalt-chromium and nickel-chromium alloys for removable prosthodontics. Part 1. Mechanical Properties. J Prosthodont 1993; 2: 144-50.
12. Rodrigues RC, Ribeiro RF, de Mattos Mda G, Bezzon OL. Comparative study of circumferential clasp retention force for

titanium and cobalt-chromium removable partial dentures. J Prosthet Dent 2002;88:290-6.

13. Aridome K, Yamazaki M, Baba K, Ohshima T. Bending properties of strengthened Ti-6Al-7Nb alloy major connectors compared to Co-Cr alloy major connectors. J Prosthet Dent 2005; 93: 267-73.

14. American National Standards Institute/American Dental Association Specification No. 14 for dental base metal casting alloys. Approved 1982.

15. Craig RG, Powers JM. Restorative Dental Materials. 11 th ed. St. Louis: CV Mosby; 2002. p. 76.

16. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2003. p. 604.

17. Leinfelder KF, Servais WJ, O'Brien WJ. Mechanical properties of high-fusing gold alloys. J Prosthet Dent 1969;21:523-8.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Yurdanur UÇAR

Çukurova Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi

Protetik Diş Tedavisi AD.

Balcalı, Adana, 01330

Telefon : 0 322 3387330

Faks : 0 322 3387331

E-posta : ysanli@cu.edu.tr