

TEKRARLANAN DÖKÜMÜN TEK PARÇA BÖLÜMLÜ PROTEZ ALAŞIMININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ*

THE EFFECT OF RECASTING ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF REMOVABLE PARTIAL DENTURE ALLOY

Dilek NALBANT[†] Suat YALUĞ[†] Rıza GÜRBÜZ[‡]

ÖZET

Tek parça döküm protez yapım aşamasında laboratuvarlar tarafından alaşımın ikinci kez dökülerek kullanılması ekonomik nedenlerle sıklıkla yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı tekrarlanan döküm işlemlerinin tek parça bölümlü protezlerde kullanılan bir alaşımın (Cr-Co- Mo Kentzallo –Legierung) çekme dayancına , akma dayancına , sünekliliğine (yüzde uzama) ve yüzey sertliğine etkisini incelemektir.

Bu çalışmada 6x35 mm. boyutlarında çekme testi örnekleri hazırlandı. Örnekler 1-% 100 yeni alaşım 2- %75 yeni alaşım + %25 ikinci kez dökülen alaşım 3- %50 yeni alaşım + %50 ikinci kez dökülen alaşım olacak şekilde gruplandırıldı. Mekanik test aygıtında (Dartec –LTD England) her bir örneğin çekme dayancı , akma dayancı ve yüzde uzaması tesbit edildi. Yüzey sertliği testi için aynı şekilde gruplandırılan örnekler 2x10x25 mm. boyutlarında hazırlandı ve sertlik ölçme aletinde (Heckert –Germany) vickers sertliği ölçüldü.

Sonuç olarak 2. kez dökülen alaşım içeriğinin arttığı örneklerde (2 ve 3 grup) çekme dayancınının, akma dayancınının, yüzde uzama ve sertlik değerlerinin düştüğü saptandı. İstatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark tesbit edildi.

Anahtar kelimeler: Krom-kobalt alaşımları, döküm, tekrarlanan döküm.

SUMMARY

Most of the laboratories reuse the excess cobalt-chromium alloys in manufacturing partial denture frameworks for economical reasons .The aim of this study is to determine the effect of recasting on tensile strenght , yield strenght , elongation and surface hardness.

Rod specimens of 6x 35 mm. diameter are made in 3 different groups. The first group is the new alloy, the second 75 new alloy and %25 recasted alloy and the third 50 new alloy and %50 recasted alloy . The tensile strenght , yield strenght and elongation of specimens are evaluated. The surface hardness is determined (in vickers) on the specimens made in 2x10x2,5 mm. dimensions.

The results of the tests showed that as the recasted alloy proportion increased the mecanical prooperties (tensile strength, yield strength, elongation and surface hardness) on the alloy decreased It has been found out that significant differences exist among the groups.

Keywords: Cobalt-Chromium alloys, casting, recasting

† Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

‡ ODTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

** Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi 2.Uluslararası Kongresinde tebliğ edilmiştir .*

GİRİŞ

Krom kobalt alaşımları 1933 yılından beri bölümlü protezlerin döküm iskeletlerinin yapımında kullanılmaktadır. Başlangıçta bir çok teknik zorluklarla karşılaşıldığı için dişhekimliğinde kullanımı kısıtlı

olan bu alaşımların, teknik ve materyallerdeki gelişmelere bağlı olarak günümüzde kullanımı artmıştır. Bu materyalin sıklıkla kullanılmasının nedeni düşük dansite, yüksek elastikiyet modülü gibi bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi olması ve fiyatının ucuz olmasıdır^{2,3,4,5,11,13,17,18}.

Tek parça bölümlü protezlerde kullanılan krom-kobalt alaşımlarında; 14 no'lu ANSI- ADA spesifikasyonuna göre krom, kobalt, nikel gibi temel alaşımların % 85' den az olmaması ve alaşımların en az % 20 krom içermesi gerekmektedir.

Tek parça bölümlü protezlerde kullanılan bir çok döküm alaşımlarında krom kobalt gibi temel metallerin oranı alaşımların yaklaşık % 90'nını oluşturmaktadır. Döküm alaşımlarının fiziksel özellikleri daha ziyade molibden, karbon, berilyum, mangan, çinko gibi düşük yüzdeli elementler tarafından etki altında tutulmaktadır. Alaşımların içeriğinde bulunan krom, pasifleştirici etkisinden dolayı alaşıma lekelenme ve korozyon direnci sağlar. Kobalt, alaşımların elastikiyet modülü, dayanıklılık ve sertliğini, molibden sertlik ve dayanıklılığını, karbon ise sertliğini artırır. Alaşımdaki elementlerin yapısındaki ufak bir değişim bile mekanik özellikler üzerinde önemli rol oynar^{2,11}.

Tek parça bölümlü protezlerde kullanılan alaşımların çekme dayancı, akma dayancı, yüzde uzaması ve sertliği gibi bazı mekanik özelliklerinin uygun değerlerde olması onların klinik uygunluğunu gösterir. Örneğin parsiyel protez kroşesinin daimi deformasyona dayanması için en az 415 Mpa akma dayancısına sahip olması gerekmektedir. Bir çok dental döküm alaşımlarının akma dayancı 600 Mpa'dan büyüktür. Çekme kuvveti ve yüzde uzama değerleri yüksek olan alaşımlarda kırık olasılığı daha da azalmaktadır^{1,7}.

Laboratuvar aşamasında parsiyel protez dökümünde artan krom kobalt alaşımını tekrar kullanılması ekonomik nedenlerle sıklıkla yapılmaktadır. Döküm işleminde kullanılmış (dökülmüş) metalin en fazla alaşımların % 50' si oranında ilave edilmesi önerilmektedir^{6,7}. Artık alaşımların fazla oranda kullanımı uyumda aksaklıklara ve kolay kırılmalara neden olabilmektedir. Alaşımların yapısı tekrarlanan döküme bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu problemler, alaşımların içeriğindeki bazı elementlerin kaybına bağlı olarak ortaya çıkar.

Bu araştırmanın amacı; tekrarlanan döküm işlemlerinin tek parça bölümlü protezlerde kullanılan krom-kobalt-molibden esaslı bir alaşımların çekme dayancı, akma dayancı, yüzde uzaması ve yüzey sertliği gibi bazı mekanik özelliklerine etkisini incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada çekme dayancı testi için, 6x35 mm. boyutlarında döküm mumundan 27 adet örnek elde edildi. Bu örnekler bilinen usullerle revetmana alındı ve kendi aralarında rast gele 3 gruba ayrıldı. 1. gruba % 100 yeni alaşım 2. gruba %75 yeni alaşım + %25 ikinci kez dökülen alaşım, 3.gruba %50 yeni alaşım + %50 ikinci kez dökülen alaşım olacak şekilde krom-kobalt-molibden alaşımlarının (Cr-Co-Mo Kentzallooy –Legierung) indüksiyon döküm makinesinde (Microtronic-Schütrdent-Germany) üretici firma önerisi doğrultusunda bilinen yöntemlerle dökümleri yapıldı. Bilinen usullerle tesfiye ve polisajları tamamlandıktan sonra boyutları korunarak tornada vida yivleri açıldı. Mekanik test aletine (Dartec LTD England) bağlanan örnekler 0,01 mm./sn. çekme hızında kopuncaya kadar kuvvet uygulandı (Resim 1) ve çekme dayancı değerleri elde edildi. Bu değerlerden akma dayancıları değerleri %0,2 ofset tekniği ile hesaplandı ve yüzde uzama değerleri tesbit edildi.

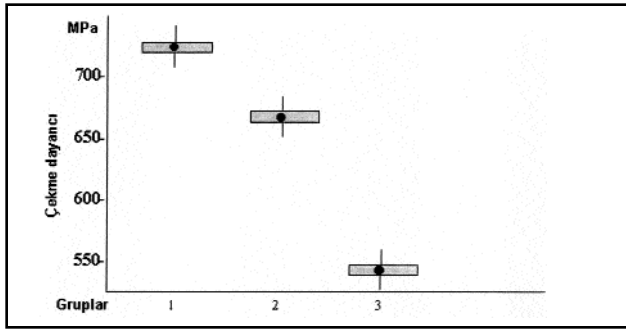
Sertlik değerleri tesbiti içinde 2x10x 25 mm boyutlarında 27 adet döküm mumundan örnek elde edildi. Bu örnekler bilinen usullerle revetmana alındı ve kendi aralarında rast gele 3 gruba ayrıldılar.1. gruba % 100 yeni alaşım 2. gruba %75 yeni alaşım + %25 ikinci kez dökülen alaşım, 3.gruba %50 yeni alaşım + %50 ikinci kez dökülen alaşım olacak şekilde krom-kobalt-molibden alaşımlarının (Cr-Co-Mo Kentzallooy –Legierung)) indüksiyon döküm makinesinde (Microtronic-Schütrdent-Germany) dökümleri yapıldı. Tesfiye ve polisajları tamamlandıktan sonra, sertlik ölçme aletinde (Heckert – Germany) vickers standart elmas uç ile ve 50 kg. yük (HV 50) uygulanarak örneklerin sertlik değerleri ölçümleri yapıldı. Bütün grupların çekme dayancı , akma dayancı , yüzde uzama ve yüzey sertliği sonuçlarının istatistiksel analizleri tek yönlü varyans analizi ile yapıldı.

BULGULAR

Çekme dayancı ortalama kuvvet değerleri (Mpa) Şekil 1 de görülmektedir. Buna göre en yüksek ortalama kuvvet değeri % 100 yeni alaşım içeren 1. grupta saptanmıştır. Tek yönlü varyans istatistiksel analiz sonuçları Tablo 1 de gösterilmektedir.

Tablo I. Çekme dayancı Tek Yönlü Varyans Analiz sonuçları

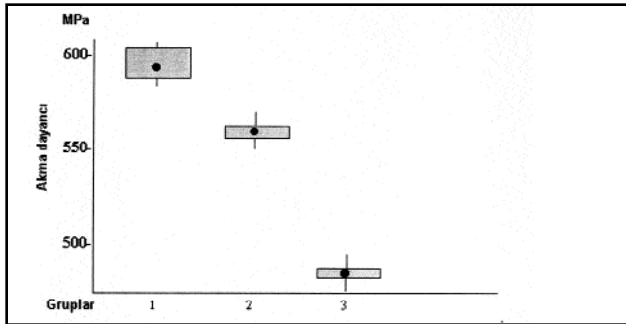
Değişim Kaynakları	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Toplamı (SS)	Kareler Ortalaması (MS)	f	p
Gruplar	2	134820,4	67140,2	9954,06	0,000
Hata	24	162,5	6,8		
Toplam	26	134982,2			

**Şekil 1.** Çekme dayancı ortalama değerleri (Mpa)

Akma dayancı sonuçlarına göre ortalama en yüksek kuvvet değerleri 1. grupta bulunmuştur (Şekil 2). İstatistiksel analiz sonuçları Tablo 2 de görülmektedir.

Tablo II. Akma dayancı Tek Yönlü Varyans Analiz sonuçları

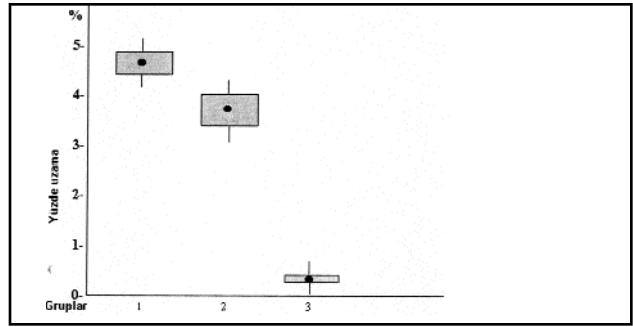
Değişim Kaynakları	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Toplamı (SS)	Kareler Ortalaması (MS)	f	p
Gruplar	2	57343	28671	7900	0,000
Hata	24	8711	363		
Toplam	26	66053			

**Şekil 2.** Akma dayancı ortalama değerleri

Yüzde uzama en yüksek ortalama değeri 1. grupta bulunmuştur. (Şekil 3) İstatistiksel analiz sonuçları Tablo 3 de görülmektedir.

Tablo III. Yüzde uzama Tek Yönlü Varyans Analiz sonuçları

Değişim Kaynakları	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Toplamı (SS)	Kareler Ortalaması (MS)	f	p
Gruplar	2	92.2081	46,1040	1176,04	0,000
Hata	24	0,9409	0,0392		
Toplam	26	93,1490			

**Şekil 3.** Yüzde uzama ortalama değerleri

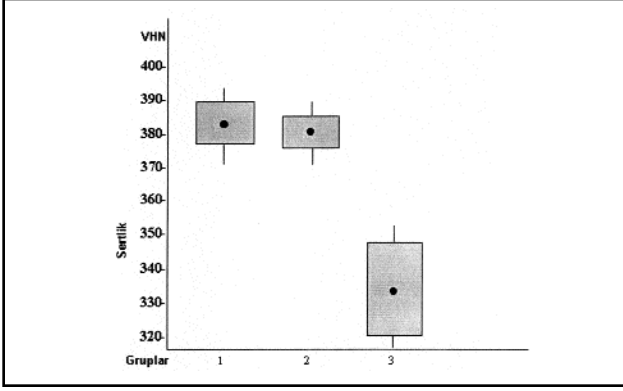
Yüzey sertliği sonuçlarına göre ortalama en yüksek değer 1. grupta saptanmıştır (Şekil 4). İstatistiksel değerlendirmelerin sonucunda (Tablo 4) 1.

Tablo IV. Sertlik değerleri Tek Yönlü Varyans Analiz sonuçları

Değişim Kaynakları	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Toplamı (SS)	Kareler Ortalaması (MS)	f	p
Gruplar	2	14163,9	7081,9	96,39	0,000
Hata	24	1763,3	73,5		
Toplam	26	15927,2			

grup (% 100 yeni metal alaşımı) ve 2. grup (%75 yeni alaşım + %25 ikinci kez dökülen alaşım) arasında önemli bir fark tespit edilemezken, 3. grup (%50 yeni alaşım + %50 ikinci kez dökülen alaşım) 2. ve 1. gruplardan anlamlı olarak farklıdır ($p < 0,000$).

Tüm gruplar arasında çekme dayancı, akma dayancı, yüzde uzama değerleri arasında ($p < 0,000$) düzeyinde anlamlı fark tespit edilmiştir.



Şekil 4. Sertlik ortalama değerleri

Sonuç olarak 2. kez dökülen alaşım içeriğinin arttığı örneklerde (2 ve 3 grup) çekme dayancının, akma dayancının, yüzde uzama ve sertlik değerlerinin düştüğü ve gruplar arası farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Döküm protezlerde kullanılan ilk metal olan saf altın 19 yüzyıl sonlarında kıymetli metal içeren alaşımlar olarak bölümlü protezlerde kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları hem ucuz hem de elastikiyet modülü yüksek olan krom-kobalt alaşımlarının kullanıma girmesi ile altın alaşımlarının kullanımı günümüzde terk edilmiştir^{4,9,10,13,18}. Son yıllarda bu alanda kullanıma giren titanyum alaşımları döküm için özel ekipman gerektirmesi nedeni ile ülkemizde henüz rutin kullanıma girememiştir.

Bölümlü protez iskelet dökümünde kullanılan krom-kobalt alaşımları için farklı döküm yöntemleri kullanılabilir. Döküm alaşımının mekanik özelliklerini, döküm yöntemleri, eritme ısısı, kullanılan gaz karışımı ve metalin okside olması gibi çeşitli faktörler etkileyebilir. Örneğin oksiasetlenen alevi ile metalin eritilmesinde alaşıma karbon ilave olması onun sertlik ve akma dayancını artırır ama erimesini azaltacaktır. Elektrikli ark fırınlarında ise eritme ısısı kontrol edilebilir, fakat indüksiyon eritme yöntemindeki kadar düzenli bir metal ısısı elde edilemez^{3,12,13,15}. Bu durum göz önünde bulundurularak indüksiyon döküm makinesinde bütün örneklerin dökümleri yapılmıştır.

Craig ve ark.³ farklı alaşımların içerdikleri metal kompozisyonlarına göre birbirleri ile benzer özellikler gösterebileceklerini belirtmişlerdir. Alaşımın içeriğinin

deki karbon, oksijen, nitrojen gibi az miktarda bulunan elementler dökümü etkilemektedir. Kullanılan çeşitli döküm yöntemlerine bağlı olarak döküm alaşımı içeriğindeki bu elementlerin oranlarının değişebilmesi neticesinde alaşımın mekanik özelliklerinin değişebileceği bildirilmektedir^{3,4,6}.

Tek parça döküm protezlerde iskeletin yapısal unsurları (kroşeler) ağıza yerleştirilme, çıkarılma ve kullanım sırasında çeşitli kuvvetlere maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle kullanıma sunulan döküm metal alaşımların bazı mekanik özelliklerini (akma dayancı, çekme dayancı, yüzde uzama, elastik modülü ve vickers sertliği) ortalama değerlerinden sapmamasına özen gösterilmektedir^{3,5,11,13,16,17}.

Ekonomik nedenlerden dolayı günümüzde laboratuvarlar döküm işlemlerinden arta kalan alaşımları tekrar kullanılmaktadırlar. Arta kalan metal alaşımlarının dökümde fazla oranda kullanımı pratikte tamiri mümkün olmayan bazı hatalara neden olabilir. Kırılmış bir döküm parsiyel protez iskeletinin tamiri geçici bir işlem olarak düşünülür. Çünkü kullanılan yüksek ısı nedeni ile protezin akrilik bölümlerinde hasarlara meydana gelir. Bu durumda protezin akrilik kısmının yenilenmesi gerekecektir. Bu işlem maliyeti arttıracığı gibi gereksiz zaman kaybına da neden olacaktır.

Bölümlü protezlerde kullanılan metal alaşımlarının sahip olması gereken mekanik özelliklere göre; çalışmada kullanılan gruplar değerlendirildiğinde %100 yeni alaşım içeren 1. Grup örneklerimizdeki akma dayancı, çekme dayancı, yüzde uzama ve vickers sertliği ortalama değerleri uyum içindedir^{3,5,13}.

Tek parça bölümlü protezlerde kullanılan ANSI-ADA spesifikasyonlarına göre uygun bir alaşımın yüzde uzaması % 1,5, akma dayancı 500 Mpa ve elastik modülü 170 Gpa olarak belirtilmiştir. Çalışmamız sonuçlarına göre sadece % 100 yeni alaşım ve % 75 yeni alaşım içeren 1. ve 2. grup örneklerde bu şartlar sağlanabilmiştir. % 50 yeni alaşım + % 50 ikinci kez dökülen 3. gruptaki örneklerin çekme dayancı ortalaması 548,72 Mpa, akma dayancı ortalaması 477,49 Mpa, yüzde uzama ortalaması % 0,30 olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz bu veriler standarttaki değerlerin altına düşmektedir.

Vallittu ve Kokkoven¹⁴ altın alaşımı , saf titanyum , titanyum alaşımı ve krom -kobalt döküm alaşımlarından yapılmış bölümlü protez kroşelerinin yorulma kuvvetini inceledikleri araştırmalarında en düşük yorulma kuvvetini saf titanyum ile yapılan kroşelerde saptamışlardır. Vallittu ve Luotio¹⁶ ise bu sonuçtan yola çıkarak kroşe yapımında kullanılan titanyumun krom-kobalt ile yüzey kaplamasından sonra yorulma yüzey sertliğini incelemişlerdir. Krom-kobalt yüzeyi kaplanan örneklerde titanyumun yüzey sertliği arttığı halde yorulma direncinin azaldığını saptamışlardır.

Hawbolt ve ark.⁸ yaptıkları araştırmada üç çeşit temel metal alaşımı mekanik özelliklerinin lehim işlemleri sırasındaki değişimlerini incelemişlerdir. Buna göre krom-kobalt içeren alaşımda lehim sonunda ortalama çekme kuvveti 560-592 Mpa olarak bulunmuştur. Bu sonuç bizim 2. ve 1. grup ortalama değerlerinin arasındadır. Akma dayancı ise 510-529 Mpa arasında olup 2. gruptaki ortalama değerlerimiz ile uyumludur. Yüzde uzama ortalamaları ise %1,8 ile 0,9 arasında olup araştırmamız 2. ve 3. grup ortalama değerlerimize benzerlik göstermektedir.

Vallittu ve Miettinen¹⁵ tek parça bölümlü protezlerde kullanılan üç değişik krom-kobalt alaşımının vickers sertlik değerlerinin farklı gren büyüklüklerinde değişmediklerini belirtmişlerdir. Araştırmacıların saptadıkları vickers sertlik ortalamaları , çalışmamızdaki 1. ve 2. grup vickers sertlik ortalama değerleri ile uyumlu olup 3. grup ortalama sertlik değerlerimiz daha düşük bulunmuştur.

Henriques ve ark.⁶ yaptıkları araştırmada % 50 yeni alaşım +% 50 yeniden döküm metal alaşımı kullanılmışlar ve istatistiksel olarak alaşımın mekanik özelliklerinde herhangi bir farkın olmadığını saptamışlardır.

Araştırmanın sonucunda % 100 yeni alaşım içeren 1.grup ve % 75 yeni alaşım+ %25 ikinci kez dökülen alaşım içeren 2. grup örneklerin çekme dayancı , akma dayancı , yüzde uzama ve vickers sertliği ortalama değerleri uygun sınırlar içerisinde iken % 50 yeni alaşım +% 50 ikinci kez dökülen alaşım içeren 3. grup örneklerin mekanik özellik ortalamaları istatistiksel olarak farklı tesbit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- 1 Bezzon O L , Barros C , Rollo J , Lorenzo P L : Pilot study of the relationship between the hardness and abrasion resistance of two base metal alloys used for metal- ceramic restorations. J Prosthet Dent. 85: 190-194.2001.
- 2 Çalikkocaoğlu S: Bölümlü Protezler 2. Baskı. İ.Ü.Basımevi ve Film Merkezi. İstanbul 1993.
- 3 Craig R, Ward ML: Restorative Dental Material. 10 th ed. Mosby-Year Book Inc St Lous 1997.
- 4 Dharmar S , Rathnasamy J , Swaminathan T N : Radiographic and metallographic evaluation of porosity defect and grain structure of cast chromium cobalt removable partial dentures. J Prosthet Dent.69: 369-373,1993.
- 5 Grasso JE, Miller EL: Removable Partial prosthodontics 3 th ed. Mosby Years Book St Louis 1991.
- 6 Henriques G E P , Consani S , Almeida Rolla J , Silva F A : Soldering and remelting influence on fatigue strength of cobalt-chromium alloys. J Prosthet Dent. 78: 146-152, 1997.
- 7 Hesby DA, Koloos P, Garver DG, Pellev GB Jr: Physical properties of a repeatedly used nonprecious metal alloy. J Prosthet Dent. 44:291-301, 1980.
- 8 Howbolt E B , MacEntee M I , Zahel J I : The tensile strength and appearance of solder joints in three base metal alloys made with high-and low-temperature solders. J Prosthet Dent. 50 :362 -367,1983.
- 9 Kotake M, Wakabayashi N, Ai M, Yoneyama T, Hamanaka H: Fatigue resistance of titanium -nickel alloy cast clasps. Int J Prosthodont . 10: 547-532,1997.
- 10 Lassila L V J , Vallittu P K : Effect of water and artificial saliva on the low cycle fatigue resistance of cobalt-chromium dental alloy. J Prosthet Dent. 80: 708-713, 1998.
- 11 Mc Gune GP, Catterberry DJ: Mc Crackens Removable Partial Prosthodonties. 8 th ed. The CV. Mosby Co. St Louis 1989.
- 12 Taga Y , Kawai K, Nokubi T : New method for divesting cobalt-chromium alloy casting : Sandblasting with a mixed abrasive powder . J Prosthet Dent. 85 :357-362 ,2001.
- 13 Ulusoy M, Aydın K: Bölümlü Protezler. Ankara Ü. Basımevi Ankara, 1988.
- 14 Vallittu P K , Kokkonen M : Deflection fatigue of cobalt-chromium , titanium and gold alloy cast denture clasp . J Prosthet Dent . 74 : 412-418 , 1995

- 15 Vallittu P K , Miettinen T : Duration of induction melting of cobalt-chromium alloy and its effect on resistance to deflection fatigue of cast denture clasps. J Prosthet Dent.75: 332-336,1996.
- 16 Vallittu P K, Luotio K : Effect of cobalt-chromium alloy surface casting on resistance to deflection fatigue and surface hardness of titanium . Int J Prosthodont , 9: 525-531 , 1996.
- 17 Winkler S , Morris H F , Monteiro J M : Changes in mechanical properties and microstructure following heat treatment of a nickel- chromium base alloy . J Prosthet Dent . 52 : 821-827, 1984
- 18 Zaimođlu A , Can G , Ersoy E , Aksu L : Dişhekimliğinde matdeler bilgisi , A Ü Basımevi Ankara 1993.

Yazışma Adresi

Doç. Dr. Dilek Nalbant
Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Emek/ANKARA