

ELEKTROLİTİK PÜRÜZLENDİRME İŞLEMİNİN METAL-PORSELEN BAĞLANTISINA ETKİSİ

Yrd.Doç.Dr. Gözlem CEYLAN *

Yrd.Doç.Dr. Murat YENİSEY*

ÖZET

Baz metal alaşımlarının kompozit rezinler ve akrilik rezinler ile bağlantı kuvvetini, metal yüzeyinde mikro tutuculu yüzeyler oluşturulması ilkesiyle uygulanan elektrolitik pürüzlendirme bilinen fakat özellikle metal porselen uygulamalarında az kullanılan bir yöntemdir.

Çalışmamızda krom-nikel baz metal alaşımından (Wirrolloy® Bego, Germany) 30 adet 1mm. kalınlığında ve 5x10mm ebatlarında örnek döküm yöntemi ile oluşturuldu. Bu örneklerden ilk 15' ine sadece kumlama diğer 15' ine ise elektrolitik pürüzlendirme işlemi uygulandı. Metaller üzerine 2mm. yükseklik ve 2x3mm ebatlarında porselen konvansiyonel tekniklerle pişirildi. Metal-porselen bağlantı bölgesine Universal test cihazında shear test uygulandı. Kopma anındaki değerler kaydedildi. Sonuçlar anova ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Sonuçlarımızı göre bağlanma değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0.01$).

Anahtar Kelimeler: Metal-porselen bağlantısı, elektrolitik pürüzlendirme, shear bağlanma direnci.

THE EFFECT OF ELECTROLYTICALLY ETCHING ON METAL PORCELAIN BOND STRENGTH

SUMMARY

The technique of bonding electrolytically etched cast base metals to composit resins, and acrylic resins creates a microretentive surface which is rarely used.

In our study thirty metal specimens from Cr-Ni base metal alloy (5x 10 mm width and 1mm in thickness)

(Wirrolloy® Bego, Germany) were prepared by a lost wax technique. The first fifteen alloy specimens were sand blasted and electrolytically etched. The remaining fifteen alloy specimens were just sandblasted and used as controls. The conventional porcelain (2x3 mm. width and 2mm height) was applied and fired on the metal surfaces. Shear test was applied to the test samples and the force when the failure occurred was recorded. Anova test was performed on the data. According to our results there was a statistically significant difference between the bond strengths ($p<0.01$).

Key Words: Metal -porcelain bond strength, Electrolytic Etching, Shear bond strength.

GİRİŞ

Metal destekli porselen restorasyonlar, porselenin estetiği ve metal alt yapının sağladığı direnci birleştiren uygulamalardır.^{9,21,25} Baz metal alaşımlarının, 1960' lı yıllardan itibaren bu amaçla kullanılmaya başlanması ile de metal destekli porselen uygulamaları rutin hale gelmiştir.³⁴ Metal destekli porselen uygulamaları abrazyona dirençlidir, renkleri stabildir ve oral sıvılarda çözünürlük göstermezler.¹⁸ Dental porselenin bio uyumlu olmasının yanında, mekanik özelliklerinin sınırlı olması dental porselen üzerine yapılan çalışmalarını, mekanik özelliklerinin geliştirilmesi yönüne kaydırmıştır.²⁴ Metal porselen arasındaki bağlantı; mekanik, kimyasal, sıkıştırma kuvvetleri ve kimyasal bağlantının % 20' si kadar bir oranda Vander Waals kuvvetleri ile oluşmaktadır.^{26,35} Metal destekli porselen restorasyonlarda, metal alaşımı olarak soy, yarı soy ve baz metal alaşımları kullanılmaktadır.^{3,14,20,22} Baz metal alaşımları ile porselen arasındaki kimyasal bağlantı metal yüzeyinde fırınlama esnasında kendiliğinden oluşan krom oksitleri ve günümüzde baz metal alaşımlara ilave edilmeyen

berilyumun oksitleri ile oluşturulur.¹⁶ Metal porselen arasındaki bu bağın kimyasal karakterde olduğu; fırınlama ortamında oksijen varlığında bağ kuvvetinin daha da artmasıyla açıklanabilir. Ancak gereğinden kalın şekillenen bir oksit tabakası da bu kimyasal bağı zayıflatır. Porselenin süyünün alınması, kondanzasyonu, fırınlanması, alaşıma uygulanan yüzey işlemleri, ısısal genleşme katsayıları, alaşımın mikro yapısı ve gren boyutu gibi faktörler metal porselen arasındaki bağlantı direncini etkilemektedir.^{1,7,10,15,28,32,37}

Metal alaşımı ve porselen arasındaki bağlantı bölgesi streslerin metale aktarıldığı en zayıf bölgedir. Baz metal alaşımlarında metal oksitlerinin kalınlıklarının net bir şekilde ayarlanması güçtür ve koheziv kırıklar en çok bu bölgede görülür.⁶ Bu nedenle baz metal alaşımı-porselen sistemlerinde kırık ya da başarısızlıklar genellikle oksit tabakasında oluşurken, diğer grup metal alaşımı-porselen sistemlerinde kırık ya da başarısızlık oluşumu genellikle porselen yapısında izlenir.²³ Metal porselen arasındaki bağlantıyı artırabilmek için kullanılan metal şartlandırıcılar, ya metal yüzeyinde ilave oksitler oluştururlar ya da aşırı oluşan oksitleri absorbe etmeye yararlar.^{4,8}

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fak. Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi.

Porselen, metal ya da metal oksit yüzeyine bu yüzeyin pürüzlendirilmesi yoluyla daha iyi bir mekanik bağlantı sağlar. Porselenle metal arasındaki mekanik bağlantıyı arttırmak amacıyla; kumlama, asitle pürüzlendirme, elektro kimyasal yöntemle korozyon oluşturma ve yüzeye küresel alaşım partikülleri püskürtme gibi yöntemler uygulanır. Bu tekniklerden elektrolitik pürüzlendirme ilk olarak adeziv köprülerde baz metal alaşımı ile rezin arasındaki bağlantının artırılmasında kullanılmıştır.^{19,35} Adeziv restorasyonlar üzerine yapılan çalışmalarda; metal alaşımının içeriği, alaşımın yüzey alanı, elektrolitik asit solüsyonunun türü, uygulanan akım süresi ve şiddetine göre metal yüzeyinde ortaya çıkan mikro retantif yapının metal-rezin arasındaki bağlantı direncini arttırdığını göstermiştir.^{5,13,17,29,30,33,36} Bununla beraber metal-porselen bağlantısında elektrolitik pürüzlendirme yöntemi ile metal yüzeyinde oluşturulan yapının bu bağlantıya olan etkisi ile ilgili çalışmalar azdır.³¹

Bu çalışmanın amacı, mekanik yönden kumlanmış ve kumlanmaya ilave olarak elektrolitik pürüzlendirmeye tabi tutulmuş krom-nikel baz metal alaşımı örneklerinin porselenle oluşturdukları bağlantı direncinin karşılaştırılması olarak incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Deneyde kullanılacak metal örneklerin hazırlanmasında plaka şeklindeki döküm mumundan (Glattes GuBwachs, BEGO, Wilhelm-Herbst, Germany) faydalanıldı. 1 mm kalınlığındaki plaka mum, 5x10 mm. ebatlarında kesilerek toplam 30 adet mum maket hazırlandı. Metale dönüştürüldüğünde, makaslama testi sırasında, stabilizasyon sağlayabilmek amacıyla mum maketlerin tek yüzüne tij şeklindeki uzantılar ilave edildi. Mum örneklerin döküm işlemleri bir Ni-Cr baz metal alaşımı (Wirofloy,[®] BEGO, Wilhelm-Herbst Germany) kullanılarak gerçekleştirildi (Tablo I). Döküm işlemi tamamlandıktan sonra revetman artıkları temizlenen 30 metal örneğin tijleri de kesildikten sonra 90µ' lük Al₂O₃ ile 6 ATM basınç altında ve 10 mm. uzaklıktan kumlama işlemine tabi tutuldular. Metal yüzeyinin pürüzlü görünüm almasıyla kumlama işlemi tamamlandı. Daha sonra örnekler ultra sonik temizleyicide (Euronda, Vicenza, Italy) temizlendi.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan metal alaşımının içeriği

| Alaşımın İçeriği (%) | Ni | C | Mo | Fe | Si | Mn | Ce | C |
|----------------------|------|----|----|----|----|-----|----|-------------|
| Alaşımın Adı | | | | | | | | |
| Wirofloy | 63.5 | 23 | 3 | 9 | 1 | 0.5 | - | Max 0.02 |

Elde edilen metal örnekler 15'erli gruplara ayrıldı. Bu gruplardan ilk 15 metal örneğine elektrolitik pürüzlendirme işlemi uygulandı. Metal örnekler kurulan sistemde anoda bakır tel kullanılarak bağlandı. Elektrolitik pürüzlendirme uygulanacak metal yüzeyi dışındaki tüm metal örnek ve elektrolit çözeltisine temas edebilecek anodun bakır tel yüzeyleri sirkolant mum (Glas Wachs, Bego, Wilhelm- Herbst, Germany) ile kaplandı. Katot olarak, anodun polarizasyonu amacıyla 0.125 inç kalınlığında paslanmaz çelik tel kullanıldı. Anod- katot arası mesafe 1,5 cm. şeklinde ayarlandı ve katottaki çelik telin ucu anottaki metal örneğe doğru yarım daire şeklinde büküldü. Akım devresi 1-3 volt gerilim ve 250mA oluşturacak şekilde kuruldu. Metallerin açığa kalan yüzeyleri %95' lik etil alkol ile temizlendi. Elektrolit olarak metanol içeren %10'luk H₂SO₄ solüsyonu (5 ml. H₂SO₄, 6 ml. CH₃ OH ve 50 ml. de iyonize su) ilave edildikten sonra devre çalıştırıldı. İşlem sırasında elektrolitin homojenitesini sağlamak ve metal örnek yüzeyinde toplanan hidrojen gazı kabarcıklarını uzaklaştırabilmek için magnetik karıştırıcı (Thurlby-Thander Inst., England) 1300 devir/dakika'da devamlı şekilde çalıştırıldı. Elektrolitik pürüzlendirme işlemi 5 dakika boyunca uygulandı ve 10 dakika süre ile metal yüzeyleri % 15'lik HCL asit ile temizlendi. Kimyasal pürüzlendirmede kullanılan tüm ajanlar analitik saflıkta idi. Diğer metal grubu ise kontrol grubu olarak düşünüldü. 15'erli iki metal grubunun yüzey işlemlerinin tamamlanmasının ardından opak porseleni, dentin ve glaze porseleni uygulandı. İşlem sırasında metal yüzeyinde merkezi olarak 2x3x2 mm. boyutlarında porselen blok hazırlayabilmek için aynı boyutlarda açıklığa sahip önceden hazırlanmış pirinç kalıp kullanılarak porselen fırınlama işlemleri uygulandı; A_{3,5} renginde porselen (Vita, Bad Sackingen, Germany) 0.15 mm. opak, 960°C'de, 2.20 mm. dentin porseleni 930 ve 920 °C'lerde fırınlandı. İşlem sonrasında boyut kontrolü amacıyla 0.02 mm hassasiyette ölçüm yapabilen Boley ölçeği (Kyoto, Osaka, Japan) kullanıldı ve

gerekli düzeltmeler yapıldı. Uygulayacağımız makaslama testi sırasında, makaslama bıçağı ucunun metal- porselen birleşim yüzeyine paralel olabilmesi için metal örnekler film kutuları içerisine paralelometrede (Paraskop M, Wilhelm-Herbst, Bego, Germany) bahsedilen yüzey yere paralel olacak şekilde yerleştirildi. Otopolimerizan akrilik (Meliodent, Bayer Dental, Newbury, UK) kullanılarak sabitlendi, metal üst yüzeyinin ve porselenin tamamı açıkta olacak şekilde film kutusunun tamamı otopolimerizan akrilik ile dolduruldu.

Bütün test edilecek örnekler 37°C' daki suda 2 hafta bekletildi, daha sonra 5- 60 °C arasında değişen sıcaklıklarda 1' er dakikalık sürelerle 300 defa termal sıklusa tabi tutuldu. Termal siklus sonrasında dişler tekrar en az 24 saat 37°C' daki suda bekletildi. Dişler üniversal test cihazına (Instron, Lloyd Instruments Plc., Fareham, Hampshire England) yerleştirilerek uygulanan kuvvetin metal porselen arasındaki bağlantı yüzeyine paralel yönde olması sağlandı. Üniversal test cihazının başlık hızı 1mm./dakika olacak şekilde ayarlandı ve tüm örnekler makaslama testine tabi tutuldu. Ayrılma-kopmanın meydana geldiği andaki kuvvet değerleri kaydedildi ve istatistik işlemleri uygulandı. Araştırmamızda elde ettiğimiz veriler tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildi. İki gruba ait kopma kuvvetlerinin karşılaştırılması Student-t testi ile yapıldı.

BULGULAR

Çalışmamızda metal ile porselen arasındaki bağlantıyı artırmak için metal yüzeyinde kumlama ve kumlamaya ek olarak uygulanan elektrolitik pürüzlendirme işlemlerinin oluşturduğu kopma kuvvetleri ortalamaları ve istatistik testi sonuçları değerlendirildiğinde, ortalama kopma kuvvetleri sırasıyla; sadece kumlama yapılan örneklerde 629.18±29.54 kg/cm² ve kumlama+ elektrolitik pürüzlendirme yapılan örneklerde ise 1057.35±41.4 kg/cm² bulunmuştur. İki uygulama arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p< 0.01) (Tablo II). Kumlama yapılan grupta % 73.3 oranında metal porselen bağlantı bölgesinde adeziv kırıklar gözlenirken, kumlama+elektrolitik pürüzlendirme yapılan grupta ise % 80 oranında porselenin kendi yapısında oluşan koheziv kırıklara rastlandı.

Tablo II. İstatistiksel sonuç tablosu.

| Uygulama | n | X | Sx | t | p |
|-----------------------------|----|---------|-------|-------|------|
| Kumlama | 15 | 629.18 | 29.54 | 8.419 | 0.01 |
| Kumlama + Elekt. Pürüzl. | 15 | 1057.35 | 41.40 | | |

TARTIŞMA

Metal porselen arasındaki bağlantı kuvvetini arttırabilmek amacıyla metal yüzeyine uygulanan elektrolitik pürüzlendirme işlemi hem metal-porselen arasındaki temas yüzeyini genişletmekte, hem de ortaya çıkan mikro çukureukların morfolojisi sebebi ile mekanik olarak ortaya çıkan kilidenmeyi arttırarak bu bağı güçlendirmektedir.

Uusalo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada değerli ve baz metal alaşımı-porselen sistemlerinin bağlantı direnci incelenmiş; bu değerler baz metal alaşımları için değerli alaşım grubundakilerden düşük olduğu, baz metal alaşımı-porselen sistemlerindeki kırıkların daha çok adeziv karakterde ve metal porselen arasındaki oksit tabakası düzeyinde olduğu görülmüştür. Bunun alaşımın fiziksel özelliklerine, yüzey sertliği ve laboratuvar işlemlerine bağlı olabileceği vurgulanmıştır.³²

Hammad ve arkadaşları porselenin metale olan bağlantı direncinin pişirme sıcaklığı, yüzey özellikleri ve restorasyonda kullanılan metal alaşıma bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Fırınlama sıcaklığı yükseltildiğinde, elektrolitik olarak pürüzlendirilmiş baz metal alaşım örneklerinin sadece kumlama işlemine tabi tutulmuşlara göre porselen ile daha yüksek bağlantı direnci değerleri verdiği gözlenmiştir.¹²

Çalışmamızda kumlama ve kumlamaya ilave olarak elektrolitik pürüzlendirme yapılan krom- nikel baz metal alaşımı örneklerinde metal- porselen bağlantı direnci değerlerinde p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara rastlanmıştır. Elektrolitik pürüzlendirme sonucu elde edilen bu sonuçlar yukarıdaki araştırmaları destekler yöndedir.

Caniklioğlu ve Değer' in Wirolloy® ve diğer iki baz metal alaşımını kullanarak yaptıkları araştırmada alaşım yüzeylerine standart kumlama işlemine ilave olarak 3 adet yüzey işlemi uygulanmıştır. Wirolloy® alaşımı-porselen sistemi için yapılan çekme testleri sonucunda, kumlamaya tabi tutulan metal örneklerinde

metal- porselen arasındaki kırıkların % 63 oksit tabakasında olduğu, kalay kaplama yüzey işlemi sonucu metal- porselen bağının belirgin olarak zayıfladığı ancak çekme testi sonucunda ortaya çıkan kırıkların % 80 porselenin içinde ve koheziv tipte olduğu gözlenmiştir. Düşük kırılma- kopma değerlerinde porselenin içinde meydana gelen bu kırıklar, Wirolloy®daki %9 oranındaki demirin kalay oksitleri ile birleşmesi ve metal porselen bağını bozması şeklinde izah edilmiştir.⁶

Rogers krom- nikel baz metal alaşımları ile ilgili yaptığı çalışmada metal yüzeyinde oluşan oksit tabakasını elektrolitik olarak uzaklaştırmış ve porselenin metal yüzeyini daha iyi ıslatabilmesi ve bağlanabilmesi için elektro depozisyon yöntemini kullanarak altın ile kaplamıştır. Bu altın film tabakası baz metal alaşımından porselene olan iyon geçişini engelleyerek porselen metal ara yüzeyinde stresleri azaltıcı bir etki oluşturmuştur. Bu tekniğin altın renginin porselende izlenmesi şeklinde dezavantajının olduğundan bahsedilmiştir.²⁷

Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada altın-indium-kalay alaşım filmi ile kaplanan Wiron® S baz metal alaşımında metal porselen arasındaki bağlantı değerinde azalma meydana gelmiştir. Sadece altın ile kaplama işlemi ise bağlantı değerinde önemli bir artış kaydedilmemiştir.¹

Baz metal alaşımları için metal- porselen bağlantısını arttırabilmek amacıyla metal yüzeyinin kalay ile kaplanması ve altının elektro depozisyon yöntemiyle uygulanması bilinen yöntemlerden bazılarıdır. Çalışmamızda uyguladığımız, metal yüzeyinin elektrolitik pürüzlendirme işlemi; metal yüzeyinde mikro retantif sahaların ortaya çıkmasına ve metal porselen arasındaki temas yüzeyinin artmasına, dolayısı ile mekanik olarak metal-porselen arasındaki bağlantı değerinin artmasına yardımcıdır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar bunu destekler yöndedir ve yukarıdaki iki araştırmada bahsi geçen sakıncalara yol açmamaktadır. Kalay kaplama yöntemi kalayın porselen yapısına geçerek porselen yapısının bozulmasına ve dolayısıyla porselende koheziv sorunlara yol açabilen bir yöntemdir. Altın, indium gibi elementlerin kaplama yöntemi ile uygulanmasının ise baz metal alaşımı-porselen arasındaki bağlantıya olumlu etkisi açık değildir. Çalışmamızda uyguladığımız elektrolitik pürüzlendirme metal-porselen bağlantısını olumlu seviyede ($p<0.01$) etkilemiştir ve elektrolitik pürüzlendirme yapılan örneklerde yüksek değerlerde ortaya çıkan

kırıklar porselen yapısındaki koheziv kırıklardır. Bu da metal- porselen arasındaki bağın arttığının bir göstergesidir.

Tsai ve Hsu'nun ısı ve elektro kimyasal pürüzlendirmenin metal-porselen bağlantısına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, değerli metal alaşımlarının elektrolitik pürüzlendirme işlemine uygun olmadıkları görülmüştür. Nitrik asit ve sülfirik asit solüsyonlarının kullanıldığı elektrolitik pürüzlendirmede nitrik asidin daha iyi bir pürüzlendirme ve bağlantı sağladığı görülmüştür.³¹

Baz metal alaşımı- rezin ve porselen bağlantı sistemlerinde elektrolitik pürüzlendirme işlemi kullanılan asidik solüsyonlar farklıdır. Kullanılan metal alaşımı yüzey alanı, hazırlanan elektrolitik pürüzlendirme düzeneğine göre akım değerleri 56- 400 mA/ cm² arasında ve akım süreleri ise 3-10 dakika arasında değişkenlik gösterebilmektedir.^{19,29,30,33,35} Bunun yanında özellikle invivo çalışmalarda elektrolitik olarak pürüzlendirilecek metal yüzey alanının saptanması daha da önemli bir noktadır.¹⁷

Bu çalışmaların ışığında metal örneklerimiz için Yenisey ve arkadaşlarının³⁶ daha önceki bir araştırmalarında kullandıkları 3 krom-nikel baz metal alaşımından biri olan Wirolloy®'u seçmeyi uygun gördük. Kullanılan elektrolitik solüsyon aynı idi fakat akım değeri deney düzeneğinde ayarlamalar yapılarak 250 mA/ cm² şeklinde değiştirildi. Sonuç olarak yukarıdaki araştırma sonuçları ile uyumlu olarak metal-porselen bağlantısı sadece kumlama yapılan metal örneklerine göre istatistiksel olarak ($p<0.01$) anlamlı seviyede yüksek idi.

Doruk ve arkadaşları estetik materyaller ve krom- nikel alaşımları arasındaki bağlantının saptanabilmesi için elektrolitik pürüzlendirme yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda elektrolitik pürüzlendirme işleminin aradaki bağ kuvvetini artırdığını, 375 mA/ cm² akımın 15 dakika uygulanması ile, mikro retansiyon bilyaları ile sağlanan retansiyon değerlerinin % 60 üzerine çıktığını ve en önemlisi, çukurcuklu bir yüzey oluşturularak sağlanan bu retansiyon mekanizmasının aslında bir mekanik kilitleme sistemi olduğunu ve bunun içinde kritik çukurcuk büyüklüğü kavramının geliştirilmesini, ayrıca gerek şekli ve gerekse büyüme hızı açısından çukurcuk oluşumunun kontrolü için potansiyel (akım) kontrolünde elektrolitik pürüzlendirmenin önemini vurgulamışlardır.¹¹

Özellikle baz metal alaşımlarında oksit tabakası oluşumunun kontrolü oldukça zordur.

Gereğinden kalın şekillenen bir oksit tabakası porselen-metal arasındaki bağlantıyı zayıflatabilmektedir. Oksit tabakasının oluşturulması ve porselen pişirilmesi işlemleri olan ısı işlemler metal alaşımında faz değişikliğine sebep olarak metal porselen bağlantısını etkilemektedir.²

Metal-porselen arasındaki bağdan birincil derecede fırınlama sonucu oluşan oksitler sorumludur. Metal oksitleri ile porselen arasında gerçekleşen bu bağ kimyasal karakterdedir. Zayıf Vander Waals kuvvetleri, metal ve porselenin termal genleşme katsayılarının birbiri ile uyumlu olması bu bağa katkıda bulunan faktörlerdir. Mekanik olarak kumlanmanın metal yüzeyinde yarattığı çukurcuklu yapı metal porselen arasındaki temas alanını arttırmasına karşın, elektrolitik pürüzlendirme işleminde olduğu gibi porselenin metale kilitlenmesini sağlayacak bir çukurcuk yapısı oluşturamamaktadır. Rezinler ile yapılan yukarıdaki çalışmada bu kilit mekanizması kimyasal bağ olmaksızın yüksek bağlanma değerleri sergilemiştir. Mekanik kilitlenmeye ilave olarak porselende kimyasal bağlantının da olduğu düşünülürse çalışmamızda elde ettiğimiz veriler yukarıdaki çalışmalarını destekler yöndedir.

Sonuç olarak incelenen literatürlerin ışığında ve çalışmamızın sonucuna göre elektrolitik pürüzlendirme işleminin porselen ile bağlanacak olan metal yüzeyini genişlettiği ve bu yolla da porselen ile metal arasındaki bağ kuvvetini arttırdığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Artunç C, Artunç N, Sonugelen M. Kaplanmış ve kaplanmamış metal-porselen sistemlerinde bağlanma kuvvetinin incelenmesi. Ege Üniv Diş Hek Fak Derg 1992; 13:14-20.
2. Baran GR. Phase changes in base metal alloys along metal porcelain interfaces. J Dent Res 1979; 58:2095-104.
3. Barghi N, Whitmer MM, Aranda R. Comparison of fracture strength of porcelain veneered to high noble and base metal alloys. J Prosthet Dent 1987; 57: 23-6.
4. Bowers JE, Gisswold WH, Vermilyea SG. Effect of metal conditioners on porcelain-alloy bond strength. J Prosthet Dent 1985; 54: 201-3.
5. Brady T, Doukoudakis A, Rasmussen ST. Experimental comparison between perforated etched metal-resin bonded retainers. J Prosthet Dent 1985; 54: 361-5.
6. Caniklioğlu MB, Değer S. Kıymetsiz metal alaşımı-seramik bağlantı sisteminde etken faktörler. AÜ Diş Hek Fak Derg 1997; 24: 69-77.
7. Carpenter MA, Goodking RJ. Effect of varying surface texture on bond strength of one semi precious and one non precious ceramo alloy. J Prosthet Dent 1979; 42: 86-95.
8. Carter JM, Al-Mudafar J and Sorensen SE. Adherence of a nickel-chromium alloy and porcelain. J Prosthet Dent 1979; 41: 167-72.
9. Chung KH and Hwang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. J Prosthet Dent 1997; 78:267-72.
10. Daftary F, Donovan T. Effect of electro deposition of gold on porcelain to metal bond strength. J Prosthet Dent 1987; 57: 41-6.
11. Doruk M, Burgaz Y, Yurdukoru B. Kron köprü protezlerinde estetik malzeme ile alaşım arasındaki bağ kuvvetinin elektro kimyasal dağlama ile arttırılması. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 1987; 11:142- 9.
12. Hammad IA, Goodking RJ and Gerberich WW. A shear test for the bond strength of ceramometals. J Prosthet Dent 1987; 58: 431-7.
13. Hill GL, Zidan O and Gomez-Martin O. Bond strengths of etched base metals : Effects of errors in surface area estimation. J Prosthet Dent 1986; 56: 41-6.
14. Hüge EF, Ulica JM, Wall RM. Characterization of two ceramic base metal alloys.
15. Joghren DG, Caputo AA, Matyas J. Effect of metal surface treatment on ceramic bond strength. J Prosthet Dent 1986; 55: 186-8.
16. Kelly JR and Rose TC. Non precious alloys for use in fixed prosthodontics. A literature review. J Prosthet Dent 1983; 49: 363-9.
17. Kocabalkan E. Resin bağlı köprülerin elektro kimyasal yöntemle dağlanacak metal yüzeyi alanının saptanması. Selçuk Üniv Diş Hek Fak Derg 1993; 5: 46-8.
18. Lavinc MH, Custer F. Variables affecting the strength of bond between porcelain and gold. J Dent. Res 1966; 45: 32-6.
19. Livaditis GJ and Thompson VP. Etched castings: An improved retentive mechanism for resin bonded retainers. J Prosthet Dent 1982; 47: 52-8.
20. Lubouich RP, Goodking RJ. Bond strength studies of precious, semiprecious ceramo-metal alloys with two porcelains. J Prosthet Dent 1977; 37: 288-98.
21. Malone WFP, Koth DL. Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics. 8. ed. Ishiyaku Euro America, Inc. St. Louis, Tokyo. 1989: 427.
22. Mc Cabe JF. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi . 7. baskı İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi İstanbul 1999: 69.

23. Mc Lean JW. The science and art of dental ceramics Vol I Berlin, Quintessence Publishing Company, Berlin, 1979: 31-172.
24. Messer PF, Pidcock V and Lloyd CH. The strength of dental ceramics. J Dent 1991;19: 51-5
25. Nally JN. Chemico-physical analysis and mechanical tests of the ceramo-metallic complex. Int. Dent J 1971; 18: 309-25.
26. Naylor WP. Introduction to metal-ceramic technology. 1. ed. Quintessence Publishing Co. Inc. Illinois ,1992: 83-92
27. Rogers OW. The dental application of electroformed pure gold. III. Aust Dent J 1980; 25: 205- 8.
28. Rosenstiel SF, Lan MF, Junhei F. Contemporary fixed prosthodontics. 1. ed. The CV Mosby Company, St. Louis, Tokyo, 1988:387-93.
29. Schaffer H and Piffer A. Evaluation of electrolytic etching depth of nickel-chromium base metal alloy used in resin bonded cast restoration. J Prosthet Dent 1990; 64:680-3.
30. Sedberry D, Burgess J and Schwartz R. Tensile bond strengths of three chemical and one electrolytic etching systems for a base metal alloy. J Prosthet Dent 1992; 68: 606-10.
31. Tsai CS, Hsu CS. Changes in microstructure of ceramic alloys after heat and electro chemical acid treatment. Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi. 1989; 5: 114-21 Abstract.
32. Uusalo EK, Lassila VP and Urpo AU. Bonding of dental porcelain to ceramic metal alloys. J Prosthet Dent 1987; 57: 26- 8.
33. Watanabe F, Powers JM, Lorey RT. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. J Dent Res 1988; 67: 479-83.
34. Winkler S, Morris HF and Monteiro JM. Changes in mechanical properties and microstructure following heat treatment of a Nickel- Chromium base alloy. J Prosthet Dent 1984; 52: 821-7
35. Yavuzylmaz H. Metal Destekli Estetik (Veneer-Kaplama) Kronlar. Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi. Ankara ,1996: 213-23.
36. Yenisey M, Ceylan G, Arıcı S, Işıldak İ. Elektrolitik pürüzlendirmenin rezin-mine-metal bağlanma direncine etkisi. Hacettepe Diş Hek Fak Derg 2001; 25:26-32.
37. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu I. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara 1993: 377-85

Yazışma Adresi :

Yrd. Doç. Dr. Gözlem KOCA CEYLAN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı
55139 Kurupelit - SAMSUN

Tel. No : 0362 457 60 00 / 3008
Faks No : 0362 457 60 32