

**DENTAL NİKEL KROM ALAŞIMINA UYGULANAN ALTIN KAPLAMANIN  
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE BAKTERİ ADEZYONUNA  
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ\***

**The Investigation of The Effects of Gold Plating Applied onto Dental Nickel-  
Chromium Alloy on Surface Roughness and Bacteria Adhesion**

**Özlem ÇÖLGEÇEN<sup>1</sup>, Bülent KESİM<sup>2</sup>, Seçil ABAY<sup>3</sup>, Eyüp Sabri TOPAL<sup>4</sup>**

**Özet:** Bu in vitro çalışmada, dental Nikel-krom (Ni-Cr) alaşımından hazırlanan örnekler elektrolitik yolla altın kaplanarak yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu üzerindeki etkileri incelendi. Toplamda 30 adet disk şeklinde Ni-Cr alaşımı örnek hazırlandı ve polisajlandı. Polisajlı örnekler rastgele iki gruba ayrıldı (n=15) ve kaplama işlemi öncesi örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçüldü. Sonrasında gruptan birine dental uygulamalar için üretilmiş altın kaplama cihazı yardımıyla kaplama işlemi uygulandı ve sonrasında tekrar yüzey pürüzlülüğü ölçümleri gerçekleştirildi. Bakteri adezyon testi için *Streptococcus mutans* (S.mutans) bakterisi (NCTC 10449) ve koloni sayım yöntemi kullanıldı. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildi ve çalışmanın sonucunda, altın kaplama uygulanan grupta hem yüzey pürüzlülüğü hem de bakteriyel adezyon miktarının belirgin bir şekilde azaldığı tespit edildi (p<0,05). Elde edilen sonuçlara dayanarak Ni-Cr alaşımına uygulanacak altın kaplamanın diş çürüğü ve periodontal hastalıkların önlenmesi adına klinik olarak yarar sağlayabileceği öngörüldü.

**Anahtar kelimeler:** Altın kaplama, dental alaşım, *Streptococcus mutans*

**Abstract:** In this in vitro study, the effect of surface roughness and bacteria adhesion of dental Nickel-chromium (Ni-Cr) alloy specimens plated with gold via electroplating were investigated. A total of 30 disc shaped Ni-Cr alloy specimens were prepared and polished. Polished specimens were randomly divided into two groups (n=15) and surface roughness measurement were performed, before plating process. *Streptococcus mutans* (S.mutans) bacteria (NCTC 10449) and colony counting method was used for bacteria adhesion test. Data were evaluated statistically, and the study suggested that both surface roughness and amount of bacterial adhesion of gold plated group were decreased significantly (p<0,05). In conclusion, gold plating applied onto Ni-Cr alloy might be beneficial for preventing caries and periodontal disease.

**Keywords:** Gold plating, dental alloy, *Streptococcus mutans*

<sup>1</sup> Dt.Erc.Ün.Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.AD, Kayseri  
<sup>2</sup> Prof.Dr.Erc.Ün..Diş Hek.Fak.Protetik Diş Ted.AD, Kayseri  
<sup>3</sup> Yrd.Doç.Dr.Erc.Ün.Vet.Fak.Mikrobiyoloji AD, Kayseri  
<sup>4</sup> Yrd.Doç.Dr.Erc.Ün.Müh.Fak.Makine Müh.Bölümü, Kayseri

Geliş Tarihi : 01.03.2011      Kabul Tarihi : 17.06.2011

**\*Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSD.08.605 nolu proje ile Doktora tezi olarak desteklenmiştir. 16. Balkan Stomaloji Kongresi'nde (28 Nisan—01 Mayıs 2011, Romanya) poster bildirisi olarak sunulmuştur.**

Sabit protezlerin yapımında bazı üstün mekanik özellikleri ve ekonomik olması nedeniyle günümüzde en fazla kullanılan metal alaşımı Ni-Cr alaşımıdır (1, 2). Bu alaşım sabit protez bünyesinde, diş ve diş eti dokusu ile en yakın komşulukta bulunan protetik malzemedir ve estetik olmayan görünümleri nedeniyle genellikle temizlenmesi zor alanlarda kullanılmaktadır (3). Yapılan çalışmalarda Ni-Cr alaşımı restorasyonların soy alaşım restorasyonlardan daha fazla plak birikimi sergilediği (4), yapışan plağın koroziv etkisine bağlı olarak sitotoksisite gibi biyolojik reaksiyonların arttığı (5-7) ve uzun vadede alaşımın yüzey polisajını koruyamadığı (8) belirtilmektedir. Bunun yanı sıra sabit protezlerle ilgili başarısızlık nedenleri arasında ilk iki sırada çürük ve periodontal hastalıklar bulunmaktadır (9, 10). Dolayısıyla Ni-Cr alaşımı yüzeyindeki plak birikimini azaltıcı önlemler çevre dokuların sağlığının idamesi ve restorasyonun hizmet süresinin artırılmasına adına yararlı olabilir. Bu amaç doğrultusunda malzeme yüzeyini modifiye edici çeşitli teknolojik imkânlardan yararlanmak mümkün görünmektedir. Yüzey kaplama teknolojileri sayesinde malzemenin yüzeyi ince bir kaplama tabakasıyla örtülerek yüzey kimyası ve özellikleri modifiye edilebilmektedir (11). Çok çeşitli kaplama yöntemleri mevcut olsa da, protetik diş hekimliğinde şu an için pratik kullanıma sahip olan ve dental alaşım yüzeyine uygulanabilecek kaplama çeşidi elektrolitik yolla üretilen altın kaplamadır. Bu kaplama, aynı zamanda galvanoseramik kronlar için altın alt yapı üretimine de olanak sağlayan, klinik ve laboratuvar şartlarında kolay kullanıma sahip olan ticari olarak mevcut cihazlar yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir (12, 13). Diş hekimliğinde elektrolitik altın kaplama uygulaması korozyonun ve alerjik reaksiyonların önlenmesi (13), daha estetik görünüm sağlanması (14) ve teleskop protezlerde tutuculuğun artırılması (15) amaçlarıyla önerilmektedir. Ancak altın kaplama uygulamasının oluşturduğu yeni bakteri adezyonuna etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Ni-Cr alaşımına uygulanan elektrolitik altın kaplamanın yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışmamızın sıfır hipotezi (H0), altın kaplı Ni-Cr alaşı-

mının yüzey pürüzlülüğü ve bakteriyel adezyonda bir değişime neden olmayacağı şeklinde kurulmuştur.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### Örneklerin hazırlanması ve deney gruplarının oluşturulması

Çalışmamızda kullanılan 30 adet deney örneği 10x2 mm boyutlarında olacak şekilde Ni-Cr alaşımından (Nicor, Schütz Dental, Almanya) hazırlandı. Döküm işlemlerinde kullanılacak mavi mum (774 inlay wax, İtalya) örnekler, standardizasyonun sağlanması amacıyla tek bir paslanmaz çelik kalıp kullanılarak elde edildi ve alaşımı üreten firma talimatlarına uygun olarak indüksiyonlu döküm cihazında (INF 2010, Mikrotek, Türkiye) döküldü. Örnek yüzeylerinin standart bir şekilde polisajlanabilmesi için, örnekler beşerli gruplar halinde epoksi rezin (EpoFix, Struers, Glasgow, İngiltere) kalıba gömüldü ve sırasıyla 600-800-1000-1200-2000 grenli zımpara kâğıtları (English Abrasives, İngiltere) ve ardından 0.25 µm elmas polisaj patı (Diapat, Metkon, Türkiye) ve dönen keçe diskler (Struers, Almanya) yardımıyla otomatik polisaj makinasında (Labapol-5, struers, Germany) ayna parlaklığına getirildi. Polisajı tamamlanmış Ni-Cr alaşımı örnekler rasgele seçim yöntemi ile iki eş gruba ayrıldı (n=15). Gruplardan biri altın kaplama grubu, diğeri ise Ni-Cr grubu olarak adlandırıldı.

### Kaplama işlemi öncesi yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Kaplama işlemi öncesi yüzey pürüzlülüğü ölçümleri profilometre cihazı (Perthometer S2, Mahr, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçüm uzunluğu olarak 5,6 mm, cut-off değeri olarak 0,25 mm seçildi. Her bir örneğin 5 ayrı bölgesinden ölçüm gerçekleştirildi ve her bir örneğin ortalama Ra (Roughness Average) değeri belirlendi. Elde edilen Ra değerleri "Ra1" olarak isimlendirildi.

### Altın kaplama işleminin uygulanması

Dental uygulamalar için üretilmiş altın kaplama ve elektroforming cihazı (Gammat-free, Gramm dental, Almanya) (Resim 1) yardımıyla altın kaplama grubuna ait örnekler % 99,8 saflıkta altın ile kaplandı. Kaplama banyosunun hazırlanması için litresinde 15g altın içeren kaplama solüsyonundan (Ecolyt SG 100, Gramm, Almanya) 40 ml, dilüe edici solüsyondan (SP-V, Gramm, Almanya) 360 ml ve aktivatör solüsyondan (Aktivatör SG 100, Gramm, Almanya) 120 ml kullanılarak toplam 400 ml solüsyon cam beher içerisinde hazırlandı. Cihaz, kaplama banyosunu karıştırırken kaplama başlığı ünitesine 0.25 mm'lik ligatür teli (Remanium, Dentaurum, Almanya) ile asılan deney örnekleri üretici firma talimatları doğrultusunda sırasıyla temizleme, aktivasyon ve ön kaplama işlemlerine tabi tutuldu. Ardından örnekler cihaz içerisinde karışmaya devam eden kaplama banyosuna daldırıldı ve bir saat sonrasında altın ile kaplanmış hale geldi. Kaplama sonrası deney gruplarına ait birer örneğin yakından görünümü Resim 2'de gösterilmektedir.

### Kaplama işlemi sonrası yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Kaplama işlemi sonrası altın kaplama grubu örneklerinin yüzey pürüzlülüğü, kaplama işlemi öncesi ile aynı parametreler kullanılarak tekrar ölçüldü ve elde edilen Ra değerleri "Ra2" olarak isimlendirildi.

### Pelikül tabakasının oluşturulması

Klinik durumu simüle etmek amacıyla örnek yüzeyleri üzerinde pelikül tabakası oluşturuldu. Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Etik Kurulu onayı doğrultusunda periodontal açıdan sağlıklı ve ağızda aktif çürük bulunmayan, sistemik rahatsızlığı olmayan, sigara kullanmayan ve son üç ay içerisinde medikal tedavi görmemiş dört erişkin bireyden aydınlatılmış onamları dâhilinde tükürük örnekleri alındı. Sabah kahvaltısından iki saat sonra şekersiz sakız (Falım, Türkiye) çiğnenmesi yoluyla tükürük uyarımı sağlandı ve oluşan tükürük steril plastik kaplar (FıratMed, Türkiye) içerisinde toplandı. Her bireyin tükürüğünden

eşit miktarda karıştırılarak 1600 devir/dakikada 15 dakika santrifüj (IEC Centra CL2, Thermo Scientific, Germany) edildi ve tüpün üst kısımda biriken süpernatant 0,2 µm'lik enjektör filtresi (Minisart, Biotech, Almanya) ile süzülerek sterilize edildi. Steril tükürük plastik tüpler (Orlab, Türkiye) içerisine bölüştürülerek -20 °C' de deney aşamasına kadar saklandı. Bakteri adezyon deneyi öncesi otoklavda steril edilen deney örnekleri 1 ml steril tükürük ile 37°C' de iki saat temasta bırakılarak örneklerin yüzeyinde pelikül tabakası oluşturuldu.

### Bakteri adezyon deneyinin uygulanması

Bakteri adezyon deneyleri için uluslararası standartlara sahip NCTC 10449 no'lu *S.mutans* suşu kullanıldı. Stoktan (-80 °C) çıkarılan bakteri, %5 insan kanı ile hazırlanan kanlı agar (Blood Agar Base Improved, ABD) ekim yapılarak 37 °C'lik mikroaerobik ortamda 24 saat inkübe edildi. Bu kültürden alınan bakteri ile 5 ml serum fizyolojik kullanılarak bakteri süspansiyonu hazırlandı. Elde edilen süspansiyonun bulanıklığı densitometre cihazı yardımıyla 0.5 McFarland standartlarına göre ayarlandı. Böylece süspansiyonun 1 ml' sinde  $150 \times 10^6$  cfu (koloni oluşturan birim) bakteri bulunması sağlandı (0.5 McFarland standardına sahip bir süspansiyon  $150 \times 10^6$  cfu/ml yoğunluğunda bakteri hücreleri içerir (16, 17)). Hazırlanan süspansiyonun 100 µl'si kanlı agar yüzeyine cam baget yardımıyla homojen bir şekilde yayıldı. Pelikül kaplı deney örneklerinin polisajlı yüzeyleri besiyeri yüzeyine temas edecek şekilde yerleştirildi ve petri mikrobiyoloji kit (Aneorocult-C, Merck, Almanya) kullanılarak 37°C' de 24 saatlik inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda besiyeri yüzeyinden kaldırılan örnekler, yapışmayan bakterilerin uzaklaştırılması için 15 ml serum fizyolojik ile nazikçe yıkandı ve her bir örnek 2 ml serum fizyolojik içeren cam tüp içerisine atıldı. Örnek yüzeyine yapışan bakterilerin sıvı içerisine geçmesini sağlamak için 35 kHz frekansında ultrasonik titreşim, banyo cihazı (Sonorex, Bandelin, Almanya) yardımıyla 5 dakika boyunca uygulandı. Sonrasında tüp içerisinde 100 µl sıvı alınarak ependorf tüplerinde dört kat dilüe edildi. Üçüncü ve dördüncü dilüsyon tüplerinden alınan 100 µl sıvı, kanlı agar yüzeyine yayıldı ve 37°C' de mikroaerobik ortamda gerçek-

leştirilen 48 saatlik inkübasyonun ardından besiyerinde oluşan koloniler sayıldı. Buradan yola çıkarak deney örneğinden sıvıya geçen toplam bakteri sayısı “cfu” cinsinden hesaplandı.

### İstatistiksel Analiz

Çalışma verileri SPSS Versiyon 17. 0 (Statistical Packages for the Social Sciences, SPSS Inc, ABD) istatistik paket programında değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-wilk testi ile test edildi. Bu testin sonuçlarına göre, hem pürüzlülük hem de bakteri adezyonu ile ilgili verilerin her iki grupta da normal dağılıma uygunluk gösterdiği saptandı. Bu nedenle kaplama işlemi öncesi yüzey pürüzlülüğü açısından iki grup arasındaki farkın önemi Student’s t-testi kullanılarak, kaplama işlemi sonrası altın kaplama grubunda yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen farklılığın önemi eşleştirilmiş-t testi kullanılarak, bakteri adezyonu bulgularında iki grup arasındaki farkın önemi ise Student’s t-testi kullanılarak değerlendirildi. İstatistiksel p değerinin 0.05’ten küçük olduğu durumlar anlamlı farklılık olarak kabul edildi.

### BULGULAR

Her iki gruptan elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ile birlikte kaplama işlemi öncesi iki grup arasında yapılan gruplar arası karşılaştırma

sonuçları ve kaplama işlemi sonrası altın kaplama grubunda yapılan grup içi karşılaştırma sonuçları Tablo I’ de sunulmuştur. Gruplar arası karşılaştırma sonuçlarına göre kaplama işlemi öncesinde her iki grubun pürüzlülük değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulundu ve grupların yüzey pürüzlülüğü açısından denk olduğuna karar verildi (p=0.923). Kaplama işlemi sonrasında ise altın kaplama grubunda ortalama yüzey pürüzlülüğünün azaldığı ve bu değişimin eşleştirilmiş t-testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi (p=0.007). Yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim Şekil 1’de grafiksel olarak sunulmaktadır.

*S.mutans* bakteri adezyon miktarı açısından gruplar karşılaştırıldığında altın kaplama grubunda belirgin olarak daha az bakteri adezyonu gerçekleştiği sonucuna ulaşıldı (p<0.001). Deney gruplarına ait ortalama *S.mutans* koloni sayıları ve Student’s t testi sonuçları Tablo II’de görülmektedir.

Hem yüzey pürüzlülüğü hem de bakteri adezyonu testi sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu, altın kaplı Ni-Cr alaşımının yüzey pürüzlülüğü ve bakteriyel adezyonda bir değişime neden olmayacağı şeklinde kurulmuş olan sıfır hipotezi (H<sub>0</sub>) reddedilmiştir.

**Tablo I.** Kaplama işlemi öncesi ve sonrasına ait pürüzlülük ve istatistiksel analiz sonucu elde edilen p değerleri

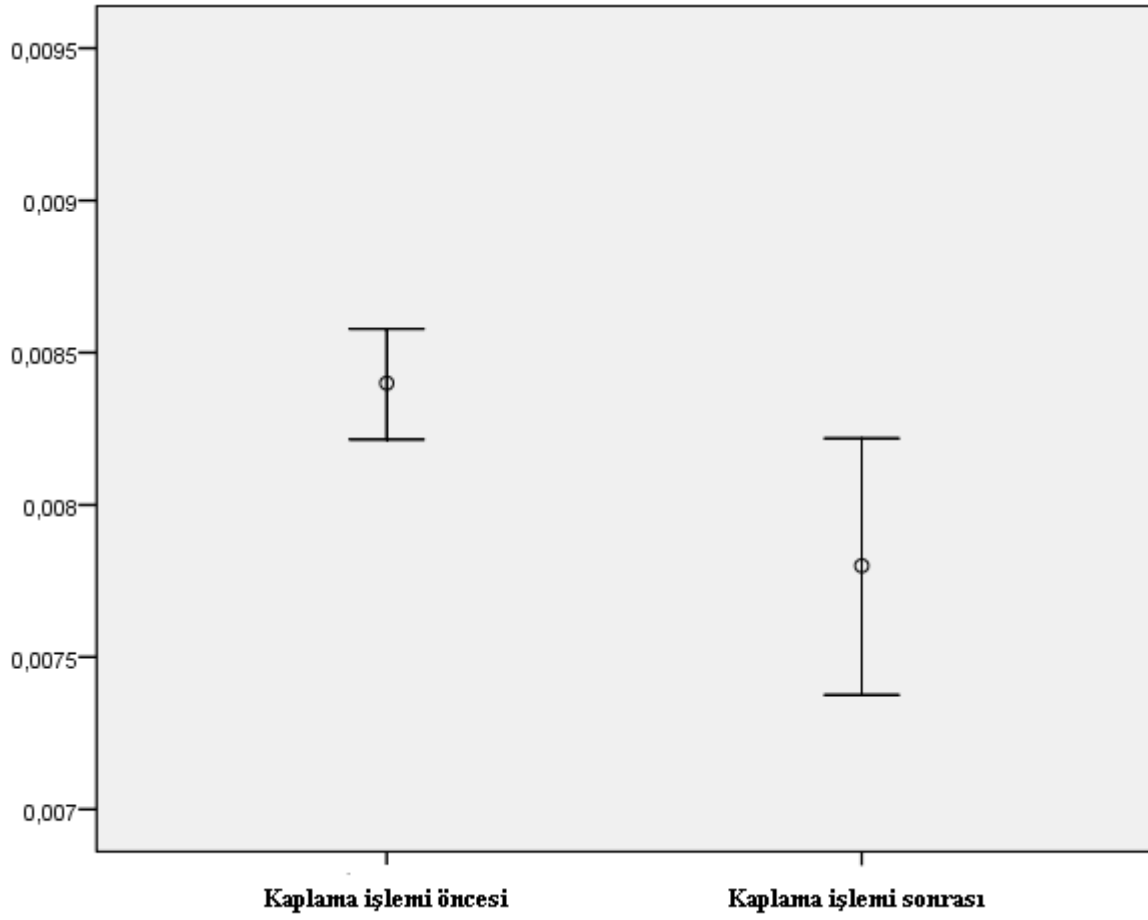
	Ni-Cr grubu (n=15)	Altın kaplama grub (n=15)	Gruplar arası karşılaştırma
Kaplama işlemi öncesi	8.33(0.49)* nm	8.40 (0.46) nm	p=0.923
Kaplama işlemi sonrası	-----	7.80 (0.35) nm	
Grup içi karşılaştırma		p= 0.007	

\*: Ortalama (standart hata), **nm**: Nanometre, **n**: Örnek sayısı

**Tablo II:** Bakteri adezyon miktarındaki farklılığın gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar	n	Kolon sayısı ( $\times 10^4$ cfu) $\bar{X} \pm Ss$	p
Ni-Cr grubu	15	715 $\pm$ 178	<0,001
Altın Kaplama grubu	15	302 $\pm$ 97	

n: Örnek sayısı, Ss: Standart sapma



**Şekil 1.** Altın kaplama grubunda kaplama işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğündeki değişim



**Resim 1.** Altın kaplama ve elektroforming cihazı



**Resim 2.** Ni-Cr ve altın kaplama grubuna ait deney örneklerinden birinin yakından görüntüleri

## TARTIŞMA

Sabit protetik materyale komşu diş ve diş eti dokusunun sağlığını koruyabilmesinde restorasyon dizaynı ve hastanın oral hijyeni sağlayabilme becerisinin yanı sıra, kullanılan malzemenin cinsi ve yüzey özellikleri de oldukça etkilidir (18). Sabit protez yüzeyinde biriken plak, marginal çürük ve diş eti probleminin başlıca nedeni olarak gösterilmektedir (19). Plak oluşumundaki ilk aşama primer kolonizer adı verilen bakterilerin pelikül yüzeyine adezyonudur. Primer kolonizerler diğer bakterileri hem beslerler, hem de onlar için bir yapışma yeri oluştururlar (18, 20). Dolayısıyla primer kolonizerlerin adezyonunu engellemek plağı inhibe etmekteki ilk hedefdir. Primer kolonizerler streptokoklardır ve bunlardan biri olan *S. mutans* ağız içerisindeki en karyojenik ve plak oluşumunda en etkin bakteri türü olarak tanımlanmaktadır (18, 20, 21). Bu sebeple birçok çalışma tarafından dental malzeme yüzeyindeki *S. mutans* adezyonu, plak birikim miktarı ve çürük gelişim olasılığının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (18, 22, 23). Tüm bu nedenlerden dolayı çalışmamızda, altın kaplamanın bakteriyel adezyon üzerindeki etkinliği *S. mutans* bakterisi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bakteriyel adezyon ve plak birikiminde etkili olan çok sayıda faktör (yüzey pürüzlülüğü, yüzey enerjisi, zeta potansiyeli, malzemenin cinsi... gibi) tanımlanmış olsa da, yüzey pürüzlülüğünün etkisinin diğerlerinden daha belirgin olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiş (24, 25) ve protetik malzemelerin mutlaka düşük pürüzlülüğe sahip olması gerektiği vurgulanmıştır (26). Yapılan araştırmalarda (24, 25) başlangıç bakteriyel adezyon için "Ra" ile belirlenen yüzey pürüzlülüğünün en fazla, buna karşın serbest yüzey enerjisinin ise en az etkili olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle çalışmamıza pürüzlülük ölçümleri dâhil edilmiş ve Ra parametresi esas alınarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmamızda kaplama işlemi öncesi yüzey pürüzlülüğünün gruplar arası denk olduğu istatistiksel yolla belirlenerek, başlangıç pürüzlülüğündeki farklılıkların kaplama sonrası yüzey pürüzlülüğü ve bakteriyel adezyon miktarına olan etkileri elimine edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmamızda uyguladığımız altın kaplama sonrası yüzey pürüzlülüğünde belirgin bir azalma meydana gelmiştir ( $p<0.01$ ). Bu durumun nedenlerinden biri elektrolitik kaplama yöntemini tercih etmemiz olabilir. Çünkü elektrolitik kaplamada elde edilen kaplamanın tanecik boyutunun daha küçük olması ve kullanılan kimyasal parlaticılar pürüzsüz ve parlak yüzeyler elde etmede katkı sağlayabilmektedir (27). Yen ve arkadaşları (28) elektrolitik kaplama yoluyla yüzey pürüzlülüğünün yaklaşık %10 oranında azaltılabileceğini belirtmiş, Park ve arkadaşları (29) da elektrolitik altın kaplı implant abutment vidalarının titanyum ve altın abutment vidalarından daha pürüzsüz yüzey özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da elektrolitik kaplama sonrası yüzey pürüzlülüğünde bir miktar azalma meydana gelmiş (yaklaşık %7) ve meydana gelen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Bu açıdan elde ettiğimiz sonuçlar elektrolitik kaplama yöntemini kullanan çeşitli araştırmacıların (28-30) sonuçlarıyla uyumlu görünmektedir.

Endüstriyel ve biyomedikal alanda uygulanan yüzey kaplama malzemeleri sayesinde korozyona dirençli, biyoyumlu, estetik ve daha az bakteriyel adezyonu sağlayan yüzeyler elde edilebildiği belirtilmektedir (14, 31-33). Dental malzemelerde de uygun bir kaplama materyali seçimiyle klinik olarak arzu edilen özelliklere bir adım daha yaklaşabilecek yüzeyler oluşturulması, restorasyonların kullanım ömrünü arttırabilir. Bu açıdan altın metali korozyona dirençli ve biyoyumlu (6, 7, 34) olmasının yanı sıra estetik olarak kabul edilen sarı rengi (14) nedeniyle uygun bir kaplama malzemesi adayı olarak görünmektedir. Ayrıca klinik ve laboratuvar şartlarında kullanım için üretilmiş kaplama cihazlarının mevcut olması uygulamayı oldukça kolaylaştırmaktadır. Yaptığımız literatür incelemesi sonucunda altın kaplamanın bakteriyel adezyon miktarına etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olmakla beraber, altınla ilgili oldukça olumlu sonuçlar mevcuttur. Çok sayıda çalışma (35-37) altının dişeti dokusu ve periodontal dokular tarafından oldukça iyi tolere edildiğini ve altın renkli marjinlerin estetik olarak soy olmayan döküm alaşımlarına göre çok daha iyi sonuçlar sergilediğini belirtmiştir. Bakteriyolojik açıdan yapılan

çalışmalarda ise altının oligodinamik etkiye bağlı olarak zayıf bir antibakteriyel etki sergilediği (38), altın yüzeylerde oluşan plak birikiminin ve bakteriyel adezyon miktarının soy olmayan dental alaşım, mine, dentin, akrilik ve seramik yüzeylerden daha az olduğu belirtilmektedir (4, 39-41) Çalışmamızda kullandığımız altın kaplama ise Ni-Cr alaşım yüzeyinden belirgin derecede (yaklaşık %60) daha az bakteri adezyonu sağlamıştır (p<0.001). Bu sonuç altın yüzeylerde olduğu gibi, altın kaplama yüzeyinin de bakteriyolojik açıdan olumlu etkilere sahip olduğunu doğrulamaktadır. Bakteri adezyon miktarındaki azalmanın, Sierra ve arkadaşlarının (38) belirttiği gibi altının sahip olduğu zayıf oligodinamik etki sonucu gerçekleştiğini düşünmekteyiz.

Bu çalışmada elektrolitik altın kaplama sayesinde Ni-Cr alaşım yüzeyinin daha pürüzsüz ve daha az bakteri adezyonu sağlayabilen bir hale getirilebileceği sonucuna ulaşıldı. Dolayısıyla kaplama uygulaması, özellikle temizlenmesi zor alanlarda sabit proteze komşu dokulardaki çürük ve periodontal hastalıkların gelişimini önlenmeye katkıda bulunarak restorasyonların daha uzun süre ve sağlıklı bir şekilde hizmet vermesini sağlayabilir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmamızın gerçekleştirilmesindeki katkılarından ötürü Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

1. Rosenstiel SF, Fujimoto J, Land MF. Framework Design and Metal Selection for Metal Ceramic Restorations, In: Contemporary Fixed Prosthodontics (4), St.Lois M, Elsevier, 2006: p 598-615.
2. O'Brien WJ. Alloys for Porcelain Fused to Metal Restorations, In: Dental Materials and Their Selection (3), O'Brien WJ, Quintessence, USA, 2002: p 200-239.
3. Shillingburg HT. Metal- Ceramic Restorations, In: Fundamentals of Fixed Prosthodontics (3), Quintessence Pub, Chicago, 1997: p 455-461.
4. Dalkız M, Beydemir B, Gökçe HS. Değişik materyallerden yapılan sabit kuronların dişeti sağlığına etkileri. Gülhane Tıp Dergisi 2002;44:378 - 385.
5. Geis-Gerstorfer J, Passler K-. Studies on the influence of Be content on the corrosion behavior and mechanical properties of Ni-25Cr-10Mo alloys. Dent Mater 1993;9:177-181.
6. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu L. Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara Üniversitesi Basım Evi, Ankara 1993;411-468.
7. Wataha JC. Biocompatibility of dental casting alloys: a review. J Prosthet Dent 2000;83:223-234.
8. Ma JF, Liu JS, Zhang DF, et al. Study on the surface roughness of three dental alloys soaked in artificial saliva. Shanghai Kou Qiang Yi Xue 2007;16:307-310.
9. Libby G, Arcuri MR, LaVelle WE, Hebl L. Longevity of fixed partial dentures. J Prosthet Dent 1997;78:127-131.
10. Fayyad MA, Al-Rafee MA. Failure of dental bridges. II. Prevalence of failure and its relation to place of construction. J Oral Rehabil 1996; 23 438-440.
11. Holmberg K, Matthews A. Coatings Tribology. Tribology and Interface Engineering Series no: 56, Elsevier, UK, 2009: p 7-435.
12. Sönmez A. Galvano Kronlarda Marjinal Adaptasyonun ve Porselen Bağlantısının İn-Vitro İncelenmesi ve Ni-Cr Alaşımlarla Karşılaştırılması Doktora Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2008:10-62.



13. Rudolf R, Anžel I, Stamenković D. Dental materials: Challenge and usage of the latest inventions. *Metalurgija* 2008;14:135-142.
14. Shi YL, Mu YZ, Zhao N, Ge SH. Short-term observation of gold-plating unprecious metal ceramic crown in restoring anterior tooth. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2005;14:11-13.
15. Greven B, Luepke M, von Dorsche SH. Telescoping implant prostheses with intraoral luted galvano mesostructures to improve passive fit. *J Prosthet Dent* 2007;98:239-244.
16. Carson KR, Goodell GG, McClanahan SB. Comparison of the Antimicrobial Activity of Six Irrigants on Primary Endodontic Pathogens. *JOE* 2005;31:471-473.
17. Kuula H, Kononen E, Lounatmaa K, et al. Attachment of oral gram-negative anaerobic rods to a smooth titanium surface: an electron microscopy study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:803-809.
18. Akça E, Akça G, Gökçe S, et al. Farklı sabit protetik restorasyon maddelerinde bakteri tutunmasının incelenmesi. *Gülhane Tıp Dergisi* 2005;47:251-255.
19. Valderhaugh J, Jokstad A, Ambjornsen E, Northeim PW. Assessment of the periapical and clinical status of crown teeth over 25 years. *J Dent* 1997;25:97-105.
20. Liljemark WF, Bloomquist C. Human oral microbial ecology and dental caries and periodontal diseases. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7:180-198.
21. Burne R. Oral streptococci. Products of their environment. *J Dent Res* 1998;77:445-452.
22. Nikawa H, Hamada T, Yamashiro H, et al. The effect of saliva or serum on *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* colonization of hydroxylapatite beads. *J Dent* 1998;26:31-37.
23. Burgers R, Eidt A, Frankenberger R, et al. The anti-adherence activity and bactericidal effect of microparticulate silver additives in composite resin materials. *Arch Oral Biol* 2009;54:595-601.
24. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995;22:1-14.
25. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, et al. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:201-211.
26. Burgers R, Gerlach T, Hahnel S, et al. In vivo and in vitro biofilm formation on two different titanium implant surfaces. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:156-164.
27. Demircan M. Elektrolitik Kaplamada Organometalik Malzemelerin Kaplama Veirimliliğine Etkisi. Yüksek Lisans, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli 2008:2-68.
28. Yen SK, Guo MJ, Zan HZ. Characterization of electrolytic ZrO<sub>2</sub> coating on Co-Cr-Mo implant alloys of hip prosthesis. *Biomaterials* 2001.
29. Park CI, Choe HC, Chung CH. Effects of Surface Coating on the Screw Loosening of Dental Abutment Screws. *Metal and Materials International* 2004;10:549-553.
30. Wu SJ, Yen SK. Electrolytic Gradient Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> Composite Coatings on Ti6Al4V Implant Alloys. 204th Meeting of The Electrochemical Society, 1219, 2003, Orlando, USA.
31. Paschoal AL, Vanancio EC, Canale Lde C, et al. Metallic biomaterials TiN-coated: corrosion analysis and biocompatibility. *Artif Organs* 2003;27:461-464.

32. *Ochsenbein A, Chai F, Winter S, et al. Osteoblast responses to different oxide coatings produced by the sol-gel process on titanium substrates Acta Biomaterialia 2008;4:1506-1517.*
33. *Kiraz N, Kesmez Ö, Burunkaya E, et al. Antibacterial glass films prepared on metal surfaces by sol-gel method. J Sol-Gel Sci Technol 2010;56:227-235.*
34. *Shuman IE. 24-karat gold and the art of aesthetics. Dent Today 2001;20:58-60, 62-55.*
35. *App GB. Effect of silicate, amalgam, and cast gold on the gingiva. J Prosthet Dent 1961;11:522-532.*
36. *Cavazos E. Tissue response to fixed partial denture pontics. J Prosthet Dent 1968;20:143-153.*
37. *Nathanson D, Nagai S, Po S, et al. Preliminary Evaluation of the Effect of Crown on Gingival Color. IADR/AADR/CADR 82nd General Session, March 10-13, 2004, Hawaii.*
38. *Sierra JF, Ruiz F, Pena DCC, et al. The antimicrobial sensitivity of Streptococcus mutans to nanoparticles of silver, zinc oxide, and gold. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine 2008 4 237-240*
39. *Siegrist BE, Brex MC, Gusberti FA, et al. In vivo early human dental plaque formation on different supporting substances. A scanning electron microscopic and bacteriological study. Clin Oral Implants Res 1991;2:38-46.*
40. *Goodson JM, Shoher I, Imber S, et al. Reduced dental plaque accumulation on composite gold alloy margins. J Periodontal Res 2001;36:252-259.*
41. *Zeytun G. Köprülerin Elde Edildiği Çeşitli Materyallere Göre Bakteri Plaklarının Yerleşim Özellikleri. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1990: 68-79.*