

Farklı ağız içi tamir sistemlerinin Ni-Cr alt yapılara bağlanma dayanımının incelenmesi

Sirageddin Al-hmadi(0000-0002-2335-9441)^α, Funda Erol(0000-0002-8272-3733)^β, Melahat Çelik Güven(0000-0002-0896-2920)^γ

Selcuk Dent J, 2022; 9: 15-20 (Doi: 10.15311/selcukdentj.849251)

Başvuru Tarihi: 29 Aralık 2020
Yayına Kabul Tarihi: 29 Mart 2021

ÖZ

Farklı ağız içi tamir sistemlerinin Ni-Cr alt yapılara bağlanma dayanımının incelenmesi

Amaç: Protetik diş hekimliği uygulamalarında klinikte en sık karşılaşılan komplikasyonlardan biri porselen kırıklardır. Çalışmamızın amacı; farklı ağız içi tamir sistemlerinin nikel-krom alt yapı tamirindeki bağlanma dayanımlarını ve meydana gelebilecek kırılma tiplerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: 50 adet (10 mm çapta ve 3 mm kalınlığında) nikel-krom disk şeklinde örnekler oluşturulmuştur. Örnekler kullanılacak tamir sistemlerine göre 5 alt gruba ayrılmıştır. 1. Clearfil tamir sistemi, 2. Bisco tamir sistemi, 3. Ultradent tamir sistemi, 4. Ivoclar tamir sistemi ve 5. Single Bond. Bağlantı yüzeyine uygulanan tamir sistemleri sonrası metal yüzeyler üzerine özel bir kalıp yardımıyla kompozit uygulanmıştır. Örnekler 24 saat boyunca 37°C distile suda bekletilmiş ve ardından 1200 termal siklus uygulanmıştır. Bağlanma dayanım değerleri ölçümleri Instron cihazında yapılmıştır. İstatiksel değerlendirme için; ANOVA ve Tukey HSD testleri kullanılmıştır. Örneklerde meydana gelen ayrılmalar belirlenmiştir.

Bulgular: En yüksek makaslama bağlanma dayanımı değeri Bisco tamir sistemi grubunda (20,93 MPa) belirlenirken en düşük değer ise; Ultradent tamir sistemi grubunda (8,17 MPa) belirlenmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık mevcuttur (P<0.05). Meydana gelen ayrılma tipleri incelendiğinde Ivoclar, Clearfil ve Bisco tamir sistemlerine ait bütün örneklerin ayrılma tipleri adeziv ya da adeziv ve koheziv aynı anda belirlendiği miks ayrılmalarıdır. Single bond ve Ultradent tamir sistemlerinde ise, sadece adeziv tip ayrılma saptanmıştır.

Sonuç: Bu çalışmanın sınırlamaları dâhilinde; makaslama bağlanma dayanımı açısından tamir sistemleri metal alt yapıların tamirinde oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Tamir sistemlerinde meydana gelen ayrılmaların daha yüksek oranda adeziv ayrılmalar olduğu gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Bağlanma Dayanımı, Ni-Cr Alt Yapılar, Tamir Sistemleri

ABSTRACT

The effect of different oral repair systems on the strength of repair in Ni-Cr infrastructures

Background: Porcelain fractures are one of the most common clinical complications in prosthetic dentistry. The purpose of this study is to examine the bond strength of different intraoral repair systems in nickel-chrome infrastructure repair and to compare the different type of breakages that may occur.

Methods: Fifty nickel-chromium discs (10 mm diameter and 3 mm thickness) were used in this study. The samples were divided into five subgroups based on the repair systems to be used. 1. Clearfil repair system, 2. Bisco repair system, 3. Ultradent repair system, 4. Ivoclar repair system, and 5. Single Bond. After the repair systems applied to the connection surface, the composite was applied to the metal surfaces with a special mold. The samples were kept in 37 °C distilled water for 24 hours and then 1200 thermal cycles were applied. The shear bond strength values were measured using an Instron device. ANOVA and Tukey HSD tests were used for statistical evaluation. The breakages that occurred in the samples were determined.

Results: The highest shear bond strength value was determined in the Bisco repair system group (20.93 MPa) while the lowest value was; it was determined in the Ultradent repair system group (8.17 MPa). Moreover statistically significant differences were found between the groups (p<0.05). When the types of breakages were examined, the breakages types of all samples of Ivoclar, Clearfil and Bisco repair systems were adhesive or mixed breakages in which the adhesive or adhesive and cohesive were determined at the same time. Adhesive breakages were detected in Single bond and Ultradent repair systems.

Conclusion: Within the limitations of this study; with regard to the shear bond strength, repair systems give successful results in the repair of metal infrastructures. It was also observed that the breakages modes of the repair systems were mostly adhesive failures.

KEYWORDS

Repair Systems, Ni-Cr Infrastructures, Shear Bond Strength

Protetik diş hekimliğinde tam seramik restorasyonların kullanım alanı çok artsa da; metal-seramik restorasyonlar hala ilk sırada tercih edilmektedir. Nikel-krom ve kobalt-krom alaşımları fiyat ve rijitliklerinden ötürü sabit protetik restorasyonlar'da en fazla tercih edilen materyallerdir.¹⁻³

Klinik kullanımda metal seramik restorasyonların en

büyük dezavantajlarından biri meydana gelen porselen kırıklardır.^{4,5} Literatür incelendiğinde porselen kırıkları diş çürükleri sonrası protez yenilemesinde ikincil etken olarak belirlenmektedir.⁶

Metal porselen sabit restorasyonlarda porselen kırıklarının; travma, uygun olmayan metal alt yapı dizaynı, metal ve porselen arasındaki termal genleşme

^α Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE

^β İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE

^γ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Diş Protez Teknolojisi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

katsayısı uyumsuzlukları, yetersiz diş kesimi, porselen iç yüzündeki defektler, parafonksiyonel alışkanlıklar ve oklüzal uyumsuzluklar gibi birçok nedeni olabilir.⁶⁻⁸ Porselen kırıkları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; %2-16 oranında olduğu,^{5,9-11} en fazla porselen kırıklarının ön bölgede meydana geldiği (%60) ve maxillada olduğu (%75) ve kırıkların daha çok labial yüzde olduğu belirlenmiştir.¹² Kırıkların daha fazla ön bölgede ve labial yüzde olması estetik sorunlara neden olmaktadır. Meydana gelen kırıklar yüzünden protezlerin yenilenmesi zaman, efor ve ekstra maliyetlere yol açmaktadır. Bu nedenle porselen tamir sistemleri porselen kırıklarının tamirinde kullanılmaktadır.¹³

Porselen kırık tamirinde kullanılması için farklı ağız içi tamir sistemleri vardır ancak çalışmalar göstermektedir ki; sistemlerin en büyük dezavantajı bağlanma dayanımlarının düşük olmasıdır.^{14,15} Klinik tamir sistemleri estetik ve fonksiyonel açıdan klinik olarak kabul edilebilir bir düzeyde olursa klinisyenler açısından yeni bir protez yapılma ihtiyacı ortadan kalkacağı için hem zamandan hemde maliyet açısından kazançlar elde edilebilecektir.¹⁶

Bu çalışmada, nikel-krom alt yapının tamirinde kullanılan 5 farklı ağız içi tamir sistemi kullanılmış ve kompozit ile bağlanma dayanımları araştırılmıştır. Çalışmamızın amacı; farklı ağız içi tamir sistemlerinin nikel-krom alt yapı tamirindeki bağlanma dayanımlarını incelemek ve meydana gelebilecek kırılma tiplerini belirlemektir. Bu çalışmanın sıfır hipotezi, farklı tamir sistemlerinin nikel-krom alt yapıya bağlanma dayanımında farklılık yoktur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılması için; 10 mm çapta 3 mm kalınlığında 50 adet nikel-krom disk şeklinde örnek oluşturulmuştur. Güç analizi sonucunda örneklem sayısı (n=10) olarak belirlenmiştir. Kullanılan malzemeler ve firma bilgileri Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1

Çalışmada Kullanılan Materyallerin Bilgileri

	Üretici	Lot no.
Nikel - Krom (N)	Eisenbacher Dental H14-8 Waren Edgmbh Germany	H14-8
Clearfil tamir sistemi	Kuraray Co., Osaka, Japan	16,00
Bisco ağız içi tamir sistemi	BISCO Dental Products, Illinois, U.S.A.	1.700.001.601,00
Ivoclar ağız içi tamir sistemi	Ivoclar Vivadent Inc., Liechtenstein, Switzerland	T42712
Ultradent tamir sistemi	Ultradent Products GmbH, Cologne, Germany	BBFC4
Single bond	3M, ESPE, St., Paul, MN, USA	604.724.00
Filltek Z250 (C2)	3M, ESPE, St., Paul, MN, USA	(3)N566176. (3)N545065

Nikel-krom örneklerinin tasarımı CAD ünitesinde hazırlanmış ve dökülebilir mumdan (Kronenwachs, Bego Germany) fosfat bağlayıcı (Bellasun, Bego Germany) revetmanda üretilmiştir.

Bütün örnekler su soğutması altında 600, 800, 100 aşındırma boyutuna sahip zımpara kağıtları ile cila makinasında (Tegrapol-11; Struers, Ballerup, Germany) bir dakika boyunca zımparalanmıştır. Bütün örnek yüzeylerine pürüzlendirme işlemi, 50 µm alüminyum oksit ile 0.3 MPa basınç altında 10 mm uzaklıktan ve 10 sn süre ile kumlama makinesinde (Airsonic Mini Sandblaster, Hager & Warken, Duisburg, Germany) yapılmıştır. Örnekler (N = 50) beş gruba (n = 10) ayrılmıştır: 1. Nikel-krom - Bisco tamir sistemi (NB), 2. Nikel-krom - Clearfil tamir sistemi (NC), 3. Nikel-krom - Ivoclar tamir sistemi (NI), 4. Nikel-krom - Ultradent tamir sistemi (NU), 5. Nikel-krom - Single bond (NS). Tamir prosedürü aynı operator tarafından üretici firmanın talimatlarına uygun olarak uygulanmıştır.

Hibrit kompozit reçine, tabakalama tekniği ile olarak hazırlanmış bir epoksi cam kalıp (6 mm çap ve 3 mm kalınlık) kullanılarak el aleti ile uygulanmıştır. Her katman, 40 sn süre ile 1000 mW / cm²'lik bir çıktı ile 1 mm uzaklıktan polimerizasyon cihazı (3M Elipar S10, 3M Espe, Almanya) ile polimerize edilmiştir. Polimerizasyon cihazının dalga boyu, bir spektrometre (Model 77702, Oriel Instrument, Danbury, CT, ABD) kullanılarak ölçülmüş ve güç yoğunluğu bir radyometre (Radiometer LED, Demeton / Kerr, Danbury, CT, ABD) kullanılarak her polimerizasyon işlemi öncesinde ölçülmüştür.

Kompozit reçine ile bağlanma prosedürü aynı operator tarafından yapılmıştır. Polimerizasyondan sonra, örnekler epoksi kalıptan çıkarılmış ve her bir örnek beş yönde (üst ve yan) her bir tarafta yaklaşık yirmi saniye boyunca polimerizasyon cihazı ile sertleştirilmiştir. Örnekler bir gün boyunca 37 °C'de distile su içinde saklanmıştır. Her bir örnek 5 °C ila 55 °C su banyosunda her bir su banyosunda 20 sn kalacak şekilde ve banyo değişimlerinde 15 sn süzülme süresi olacak şekilde toplam 1200 termal döngü işlemine (Slibrus Technica Termal Siklus, İstanbul, Turkey) maruz bırakılmıştır.

Bütün örnekler akrilik rezin yardımı ile paslanmaz çelikten üretilen kalıplara gömülmüştür. Örneklerin makaslama bağlanma dayanımı değerleri Instron test cihazında (Instron 3345, Instron Corp., Norwood, Illinois, USA) 1mm/min hız ile ölçülmüştür. Makaslama bağlanma dayanımları maksimum yükün (N) bağlanma alanı (mm²) ile bölünmesi ve megapaskal (MPa) olarak hesaplanmıştır.

Örneklerde oluşan kırık tipleri x25 stereomikroskop (EMS-405, Esman, Türkiye) kullanılarak görsel olarak analiz edilmiş ve kırılma tipleri adeziv, koheziv ve miks olarak sınıflandırılmıştır.

İstatistiksel analizler Number Cruncher Statistical System 2007 (Utah, USA) programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile tespit edilmiştir. Sonuçlar, verilerin normal dağıldığını göstermiştir. Bu nedenle, veriler tek yönlü ANOVA kullanılarak analiz edilmiş ve farktan sorumlu grubu belirlemek için Tukey'nin HSD'si yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Gruplara ait örneklerin minimum, maksimum, ortalama makaslama bağlanma dayanım değerleri ve standart sapma değerleri **Tablo 2** de gösterilmektedir.

Tablo 2:

Gruplara ait makaslama bağlanma dayanım değerleri (MPa)

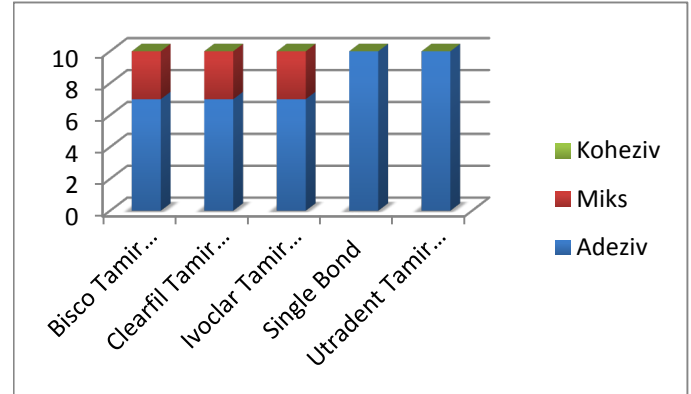
Gruplar (n=10)	Minimum	Maximium	Ortalama	Standart Sapma
NB ^a	16.92	24.89	20.93	2.63
NC ^a	10.17	26.90	17.37	4.46
NI ^a	10.62	29.50	16.13	5.94
NU ^b	6.75	13.71	8.17	2.48
NS ^b	5.64	15.21	10.33	3.55

^aAynı büyük harf üst yazıların arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p < 0.05$).

En yüksek makaslama bağlanma dayanımı değeri NB grubunda (20.93) MPa belirlenirken en düşük değer ise; NU grubunda (8.17 MPa) belirlenmiştir.

Bağlanma dayanımı açısından NU grubu ile NS grubu arasında istatistiksel anlamlı bir fark belirlenmezken ($P=0.750$); diğer gruplar ile karşılaştırıldığında bağlanma dayanımlarının istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük oldukları olduğu saptanmıştır. NB, NC ve NI grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p < 0.05$).

Meydana gelen bağlantı başarısızlık tipleri incelendiğinde Bisco, Clearfil ve Ivoclar tamir sistemlerine ait bütün örneklerin ayrılma tipleri adeziv ya da adeziv ve kohezivin aynı anda belirlendiği miks ayrılmalarıdır. Single bond ve Ultradent tamir sistemlerinde ise; sadece adeziv tip ayrılma saptanmıştır (**Şekil1**).



Şekil 1

Gruplara ait kırılma tiplerinin gösterimi

TARTIŞMA

Dental seramik restorasyonlar'da oluşan porselen kırıkları çok yaygındır. Meydana gelen kırıkların yeni restorasyonlarla değişmesi hem zaman hemde ekonomik açıdan klinisyenlere yük olmaktadır. Bu nedenle porselen kırıklarının tamirinde ağız içi tamir sistemleri sıkça kullanılmaktadır.¹⁷ Bu çalışmada 5 farklı ağız içi tamir sistemi sisteminin; Nikel-krom alt yapılar ile kompozit materyali arasındaki bağlanmaya etkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda farklı ağız içi tamir sistemlerinin alt yapı ve kompozit arasındaki bağlanma dayanımını etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Bu çalışmada kompozit ve metal yüzeyindeki bağlanma dayanımını belirlemek için makaslama bağlanma dayanım testi uygulanmıştır. Makaslama bağlanma dayanım testi uygulaması kolay ve güvenilir bir yöntemdir.¹

Ağız içi porselen tamir sistemlerinin işlevi; yüzey alanını mekanik olarak artırarak, yüzey gerilimini azaltarak ve kompozit reçinenin metal-seramik restorasyonun gözenekli yüzeyine yapışmasını destekleyen fiziksel değişikliğe neden olarak kompozit reçine ile metal veya seramik yapı arasındaki mekanik-kimyasal bağı arttırmaktır.¹⁸⁻²⁰

Araştırmacılar klinik olarak gerekli, kabul edilebilir ve uzun dönem başarılı kullanılabilecek makaslama dayanım değerinin 10 Mpa olması gerektiğini belirtmişlerdir.²¹⁻²⁴ Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında; Ultradent tamir sistemi grubu hariç tüm grupların dayanım değerleri klinik kabul edilebilir değer olan 10 MPa değerinden daha yüksektir. Literatür incelendiğinde; tamir sistemlerinin makaslama bağlanma dayanımlarını değerlendiren çalışmaların sonuçları 3 ile 37.4 MPa arasında değişmektedir.²⁵⁻²⁸ Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürde verilen değerler ile örtüşmektedir.

Tamir sistemleri ile tamir yüzeyi arasındaki bağlanma dayanımını arttırmak için bağlantı yüzeyine mekanik veya kimyasal işlemlerin uygulanması gerekebilir. Mekanik işlemler frez ile aşındırma, asit ile pürüzlendirme, kumlama veya lazer ile pürüzlendirme olarak belirtilebilir. Kimyasal işlemler ise; silan uygulamaları, bağlayıcı ajan uygulamaları, primer uygulamaları olarak sıralanabilir.^{1,5,8,10} Kimmich ve Steppert²⁹ 2014 yılında yayınlanan derleme ve klinik uygulamalar makalesinde sabit restorasyonlar'da meydana gelen kırık tamirlerinde tamir sistemlerinin uygulanmasını araştırmışlar ve malzemeler için farklı prosedürler önermişlerdir. Araştırmacılar metal alt yapılarda meydana gelen kırığın tamirinde silan ve fosfat monomer içeren primerlerin uygulanmasının bağlanmayı arttırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde; kimyasal ajan uygulanan Bisco, Clearfill ve Ivoclar tamir sistemlerinin tutuculukları kimyasal ajan uygulanmayan Ultradent tamir sistemi ve Single bond uygulamasından elde edilen bağlanma dayanım sonuçlarından daha yüksektir.

Metal ve porselen yüzeylerine tamir sistemlerinin bağlanma dayanımını değerlendiren çalışmalarda genelde metal yüzey adeziv başarısızlık göstermiştir.¹⁰ Literatürde çalışmamızın sonuçlarına paralel olarak metal yüzeye bağlanma dayanımı tamir materyalinin kendine özgü bağlanma dayanımından daha düşük değerlerde belirlenmiştir.^{25,30}

Çalışmamızdaki örneklerde meydana gelen ayrılma tipleri değerlendirildiğinde; hiç bir örnekte koheziv ayrılma meydana gelmez iken adesiv ayrılma miks ayrılmalara göre daha fazla oluşmuştur. Gruplar arasındaki makaslama bağlanma dayanım kuvvet değerlerine uyumlu olarak Single bond ve Ultadent tamir sistemi gruplarındaki bütün örneklerde adesiv kopmalar belirlenmiştir.

dos Santos ve ark.¹, metal alt yapıların tamirinde farklı tamir sistemleri kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde Clearfil tamir sistemi ile tamir edilen metal alt yapıların makaslama bağlanma dayanımı 18.40 MPa bulunmuştur ve bu sonuçta 17.37 MPa olan bu çalışmanın sonuçlarıylada benzerdir.

Ancak araştırmacılar meydana gelen ayrılmaların çalışmamızın aksine %60 oranında koheziv kopmalar olduğunu belirtmişlerdir. Kopmalarda meydana gelen farklılığının kullanılan metal alt yapı farklılıkları, termal siklus farklılıkları ve tamir sisteminde yıla bağlı olarak meydana gelebilecek farklılık kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz.

Jain, Parkash, Gupta ve Bhargava³⁰ farklı tamir sistemlerinin metal alt yapılar üzerindeki bağlanma dayanımlarını inceledikleri çalışmalarında çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak Ivoclar 18.61 MPa ve Clearfill tamir sistemlerinin 14.98 MPa makaslama bağlanma dayanımlarını bulmuşlardır. Araştırmacılar MDP içeren tamir sistemlerinin bağlanma dayanım değerlerini arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak; meydana gelen (Clearfill Tamir sistemi hariç) ayrılmaların adeziv kopmalar olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızın limitasyonları; örneklerin başarısızlık tiplerinin stereomikroskop aracılığı ile incelenmesi ve örneklerin disk şeklinde olması söylenebilir. Ağız içi tamir sistemlerinin klinik kullanımda uygulanabilirliğin artırılması için klinik çalışmaların artırılması fayda sağlayacaktır.

SONUÇ

Çalışmamızın kısıtlamaları göz önüne alınarak, farklı ağız içi tamir sistemleri Ni-Cr alt yapıların tamirinde farklı bağlanma dayanımları göstermektedir. Kimyasal ajan içeren tamir sistemlerinin bağlanma dayanımları daha yüksek değerlerde olmaktadır. Tamir sistemleri ile kompozit reçine arasında meydana gelen ayrılma tipleri çoğunlukla adeziv tipteki ayrılmalardır.

KAYNAKLAR

- Dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, Dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006;96:165-73.
- Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater* 2003;19:725-31.
- Prado RA, Panzeri H, Fernandes Neto AJ, Neves FD, Silva MR, Mendonca G. Shear bond strength of dental porcelains to nickel-chromium alloys. *Braz Dent J* 2005;16:202-06.
- Jaiveer SY, Nupur D, Akshay B, Puja M, Bhupender Y, Manoti S. Comparing two intraoral porcelain repair systems for shear bond strength in repaired cohesive and adhesive fractures, for porcelain-fused-to-metal restorations: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019;19:362-68.
- Korkmaz FM, Ates SM, Caglar Sl., Baygin O, Duymus ZY. Effect of different surface treatments on the repair bond strength of resin composites with titanium. *J Adhes Sci Technol* 2019;33: 2385–403
- Latta MA, Barkmeier WW. Approaches for intraoral repair of ceramic restorations. *Compend Contin Educ Dent* 2000;21:635-44.
- Potira DM, Larissa SR, Oscar EP, Alvaro DB, Paula B. Intraoral repair of a chipped porcelain-zirconia restoration. *J Esthet Restor Dent* 2020;32:444-50.
- Ozcan M. Fracture reasons in ceramic-fused-to-metal restorations. *J Oral Rehabil* 2003;30:265-69.
- Coornaert J, Adriaens P, De Boever J. Long-term clinical study of porcelain fused to gold restorations. *J Prosthet Dent* 1984;51:338-42.
- Atay A, Najafova L, Kurtulmus HM, Usumez A. The micro shear bond strength of two different repair systems to indirect restorative materials. *Stoma Edu J* 2020;7:233-41
- Libby G, Arcuri MR, LaVelle WE, Hebl L. Longevity of fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1997;78:127-31.
- Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002;15:299-302.
- Yoo JY, Yoon HI, Park JM, Park EJ. Porcelain repair - Influence of different systems and surface treatments on resin bond strength. *J Adv Prosthodont* 2015;7:343-48.
- Kim BK, Bae HE, Shim JS, Keun WL. The influence of ceramic surface treatments on the tensile bond strength of composite resin to all-ceramic coping materials. *J Prosthet Dent* 2005;94:357-62.
- Ozcan M, van der Sleen JM, Kurunmaki H, Vallittu, PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont* 2006;15:283-88.
- Ozcan M, van der Sleen JM, Kurunmaki H, Vallittu, PK. Comparison of repair methods for ceramic-fused-to-metal crowns. *J Prosthodont* 2006;15:283-88.
- Lee SJ, Cheong CW, Wright RF, ChangBond BM. Bond strength of the porcelain repair system to all-ceramic copings and porcelain. *J Prosthodont* 2014;23:112-16.
- Kimmich M, Stappert CF. Intraoral treatment of veneering porcelain chipping of fixed dental restorations: a review and clinical application. *J Am Dent Assoc* 2013;144:31-44.
- Çınar S, Kırmalı Ö. Repair bond strength of composite resin to zirconia restorations after different thermal cycles. *J Adv Prosthodont.* 2019;11:297-304.
- Lulwa A, Yasser M, Tariq AA, Dania S, Mazen A, Raghad A. Repair bond strength of dental computer-aided design/computer-aided manufactured ceramics after different surface treatments. *J Esthet Restor Dent* 2020;32:726-33.
- Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Oper Dent* 1998;23:250-57.
- Matsumura H, Yanagida H, Tanoue N, Atsuta M, Shimoe S. Shear bond strength of resin composite veneering material to gold alloy with varying metal surface preparations. *J Prosthet Dent* 2001;86:315-19.
- Trindade FZ, Anami LC, da Costa Lima JM, Oliveira de Vasconcellos LG, Balducci I, Nogueira Júnior L, et al. The effect of a bonding agent and thermo-mechanical cycling on the bond strength of a glass-ceramic to gold and cobalt-chromium alloys. *Appl Adhes Sci* 2014;2:16.
- Hammad IA, Talic YF. Designs of bond strength tests for metal-ceramic complexes: Review of the literature. *J Prosthet Dent* 1996;75:602-8
- Poljak-Guberina R, Catovic A, Jerolimov V, Franz M, Bergman V. The fatigue strength of the interface between ag-pd alloy and hydrothermal ceramic. *Dent Mater* 1999;15:417-20.
- Tulga A, Küçükekenci AS. The effects of universal adhesive and innovative fabrication techniques of metal-ceramic restorations on repair strength of porcelain fracture with metal exposure. *Journal of Adhesion Science and Technology* 2019;33:1102–11.
- dos Santos JG, Fonseca RG, Adabo GL, dos Santos Cruz CA. Shear bond strength of metal-ceramic repair systems. *J Prosthet Dent* 2006; 96:165-73.
- Karcı M, Demir N, Subaşı MG, Gökaya M. Shear bond strength of a novel porcelain repair system for different computer-aided design/computer-assisted manufacturing ceramic materials. *Niger J Clin Pract* 2018;21:507-13.

- 28.Kalra A, Mohan MS, Gowda EM. Comparison of shear bond strength of two porcelain repair systems after different surface treatment. *Contemp Clin Dent* 2015;6:196-200.
- 29.Kimmich M, Stappert CF. Intraoral treatment of veneering porcelain chipping of fixed dental restorations: a review and clinical application. *J Am Dent Assoc* 2013;144:31-44.
- 30.Jain S, Parkash H, Gupta S, Bhargava A. To evaluate the effect of various surface treatments on the shear bond strength of three different intraoral ceramic repair systems: an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc* 2013;13:315-20.
- 31.A.Tulga, A.S.Küçükkekençi. The effects of universal adhesive and innovative fabrication techniques of metal-ceramic restorations on repair strength of porcelain fracture with metal exposure. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 2019; 33: 1102–1111

Yazışma Adresi:

Melahat ÇELİK GÜVEN
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Diş Protez
Teknolojisi Bölümü, İstanbul Türkiye
E Posta : melahatcelik_@hotmail.com