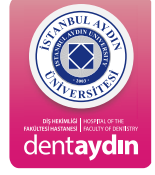




Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>



İNDİREKT KOMPOZİT ve SERAMİK

RESTORASYONLARDA YÜZEY HAZIRLIĞI

Özlem ELİBOL KANAR¹, Dilek TAĞTEKİN²

DergiPark
AKADEMİK

ÖZ

Restoratif diş hekimliğinde hastalar tarafından estetik beklentinin artması ve üretimde meydana gelen çeşitlilik, hekimleri estetik ve fonksiyonu birlikte sağlayan güncel materyallere yöneltmiştir. Bu amaçla en sık kullanılan materyallere bilgisayar destekli tasarlanan ve üretilen (CAD/CAM) kompozit ve tam seramik materyaller de dahil olmuştur. Estetik nedenlerle hastaların ilk tercihi olmayan metal destekli porselenlerin aynı zamanda fazla diş preparasyonu gerektirmesi, minimal invaziv diş hekimliğinin pratikte daha fazla yer bulması ve estetik materyallere yönelik yoğun ilgi sonucu adeziv simantasyon, klinik uygulamada ağırlık kazanmaya başlamıştır. Yapılan restorasyonların uzun süreli başarısında materyalin dayanıklılığı kadar güçlü bir bağlanma dayanımı da belirleyici bir faktördür. Adeziv siman ile restorasyon arasında iyi bir bağlantı oluşturmak için iç yüzeylerine mekanik ve kimyasal çeşitli işlemler uygulanmaktadır. Bu derlemede, indirekt kompozit ve seramik restorasyonlarda kullanılabilen yüzey hazırlık ve pürüzlendirme yöntemleri incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: *Kompozit, seramik, yüzey hazırlığı, bağlanma dayanımı*

¹ Arş. Gör. Dt., Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ozlem.kanar@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9701-5860

² Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, dtagtekin@marmara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2675-1764

Makale Geliş Tarihi: 04.12.2020 - Makale Kabul Tarihi: 14.01.2021

DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v07i1005

SURFACE TREATMENT of INDIRECT RESIN COMPOSITE and CERAMIC RESTORATIONS

ABSTRACT

In restorative dentistry, increasing aesthetic expectation by patients and the diversity in production have led physicians to up-to-date materials that provide aesthetics and function together. For this purpose, composite and full ceramic materials which computer-aided desing/ computer-aided manufacturing (CAD / CAM) are also included in the most frequently used materials. Due to the fact that metal-supported porcelains, which are not the first choice of patients because of aesthetic reasons, also require more dental preparation, minimally invasive dentistry has found more clinical application, and popularity in aesthetic materials, adhesive cementation has started to gain weight in the clinical procedure. A strong bond strength as well as the durability of the material is a determining factor in the long-term success of the restorations. Various mechanical and chemical processes are applied to the inner surfaces to create a reliable connection between the adhesive cement and the restoration. In this review, surface preparation and roughening methods that can be used in indirect composite and ceramic restorations will be examined.

Keywords: *Composite, ceramic, surface preparation, bond strenght*

GİRİŞ

Diş hekimliğinde yüksek estetik beklentinin doğal bir sonucu olarak artan üretimdeki çeşitlilik, hasta ve hekimlere restorasyon seçiminde farklı seçenekler sunmaktadır. Minimal invaziv diş hekimliği anlayışının önem kazanması, hekimlerin pratik uygulamalarına tercihen 'daha az preparasyon' olarak yansımış ve materyal seçimini de etkilemiştir. Fazla diş kesimi gerektiren ve geleneksel yöntemlerle yapıştırılabilen metal destekli seramikler hekim ve hastalar tarafında daha az tercih edilir hale gelmiş, daha konservatif bir yaklaşım olan inley ve onley restorasyonlar, kuron restorasyonlarının yerini önemli ölçüde doldurmuştur. Mevcut tam seramik sistemler, geleneksel tam kuron restorasyonlarına oldukça estetik, biyo uyumlu ve işlevsel bir alternatif sunmakla birlikte, yöntemin diğer avantajları, öngörülebilir uzun vadeli estetik sonuçlar ve supragingival servikal sınırların mükemmel uyumudur (1). Yapılan klinik uygulamaların takibinde cam seramik restorasyonlar, geniş madde kayıplı dişler dahil olmak üzere uzun vadede başarılı sonuçlar göstermiş,

bununla birlikte oluşabilecek komplikasyonları önlemek amacıyla simantasyon işleminin titizlikle yapılması gerektiği vurgulanmıştır (1, 2).

Tam seramik ve indirekt kompozit restorasyonların uzun vadeli başarısı için ideal bir adeziv simantasyon gereklidir. Bunun yanı sıra günümüzde CAD CAM materyallerin gelişimi ve geniş ürün yelpazesi, kompozit ve seramik materyallerin içeriklerinin çeşitlilik kazanmasıyla birlikte adezyon prosedüründe farklı gereksinimleri doğurmuştur. Öte yandan seramik ve kompozitlerin olumlu özelliklerinin birleştirilmesi ve kompozit materyallerin dezavantajlarının elimine edilmesiyle indirekt restorasyonlarda seramik materyaller kadar kompozitler de yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Standardize edilmiş üretimleri ve uygulama sırasında polimerizasyon bütülmesinin önlenmesi, direkt rezin kompozitlerin kullanımıyla ilgili dezavantajların üstesinden gelmiştir (3-5). Bununla birlikte sadece gelişmiş mekanik özellikler değil, yüksek aşınma direnci elde edilmiş ve renklenme önemli ölçüde azalmıştır. Karşıt dişlerde daha az aşınmaya neden olması ve gerekli durumlarda ağız içinde uyumlanabilmesi, kompozit

materyaller için seramiklere göre önemli bir avantajdır.

Diş ve restorasyonun iç yüzündeki bağlantı, restorasyonun uzun dönem başarısı için oldukça kritiktir (6). Adeziv ara yüzü iki kısımdan oluşur; bunlardan diş ve yapıştırıcı siman arasındaki bağlantı kuvveti uzun yıllardır araştırılmaktadır (7, 8). Fakat yapıştırıcı siman ve restorasyon ara yüzü arasındaki bağlantı nispeten daha az merak konusu olmuştur. Endüstriyel CAD/CAM kompozitlerinin kritik yönü, yüksek dönüşüm derecesi nedeniyle serbest karbon- karbon bağlarının azalmasıdır (9) ki bu nedenle güvenilir bir bağlanma için yüzeylerin düzenlenmesi gerekmektedir (10). Restorasyonun yüzey pürüzlülüğünü artırarak mekanik retansiyon sağlamanın yanı sıra karbon bağları da açığa çıkarılarak bağlanma dayanımı artırılabilir (11).

Restorasyon iç yüzü ve rezin siman arasındaki bağlantı kuvveti, restorasyon materyaline, uygulanan yüzey işleme ve rezin siman türüne göre çeşitlilik gösterir (12). İndirekt seramik ve rezin esaslı restorasyonlar için pürüzlendirme işlemleri; elmas döner aletler, asit, lazer, kumlama, tribokimyasal silika kaplama gibi yöntemlerle yapılabilmektedir (13, 14). Bilimsel kanıta dayalı protokolde cam matris seramikler için önerilen

yöntem hidroflorik asitle pürüzlendirilmez (13). Hibrit seramikler haricinde, rezin matris seramik alt gruplarının cam matris içermemesi nedeniyle hidroflorik asitle pürüzlendirilmesi uygun değildir (15). Bu nedenle iyi bir adezyon için indirekt kompozit materyallerin yapıştırma işlemi öncesinde farklı pürüzlendirme yöntemleri önerilmiştir. Bu amaçla en yaygın metot döner aletlerle pürüzlendirme, kumlama, tribokimyasal silika kaplama ve lazerle pürüzlendirme işlemleridir.

1.KUMLAMA

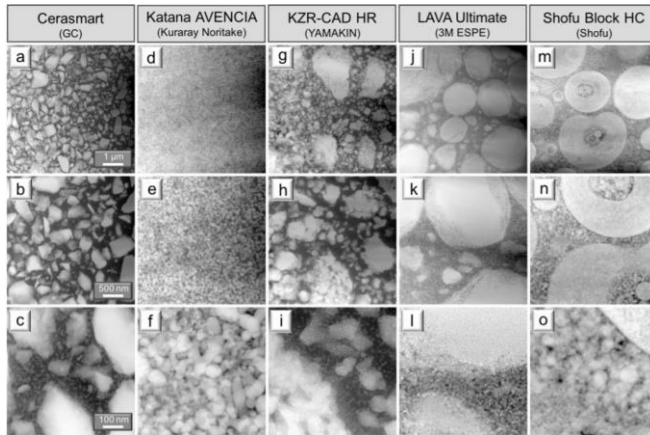
Kumlama işleminde farklı partikül büyüklüğüne sahip Al_2O_3 parçacıkları basınç ile püskürtülerek yüzeyde çıkıntılı alanlar oluşturulur, böylece siman ile restorasyon ara yüzündeki bağlantı güçlendirilir. Bu işlem aynı zamanda yüzey gerilimini azaltmakta

ve yüzeyin ıslanabilirliğini arttırmaktadır. Piyasada temel özellikleri aynı olan farklı markalara ait kumlama cihazları ve tozları bulunmaktadır. Temel olarak etkin bir pürüzlendirme için kumlanan yüzey sertliğinin kullanılan partikül sertliğinden fazla olması gerekmektedir. Yüzeyde oluşturulan defekt büyüklüğü substratın bileşenleri, uygulanan partikül boyutu, ve greniyle ilişkilidir. Restorasyon iç yüzü ve siman arasındaki bağlantı tüm bu faktörlerden doğrudan etkilenmektedir. Simantasyon öncesi pürüzlendirmede kullanılması gereken partikül büyüklüğü $50\mu m$, ortalama süre 10 sn, kumlama cihazının substrata uzaklığı 10 mm civarındadır (16). Uzun süreli ve yüksek basınçlı kumlama seramik yüzeylerde aşırı madde kaybına ve yüzey düzensizliğine sebep olduğundan silika esaslı tam seramiklerin hazırlığında önerilmemektedir (9).

Tablo 1. Bazı kumlama cihazları ve tozları

Kumlama Cihazı ve Üretici Firma	Partikül	Kullanım
Airsonic® Mini Sandblaster, Hagwerwerken, Almanya	50, 90 μm Al_2O_3	İntraoral, Ekstraoral
Aquacare Twin, Velopex, İngiltere	29 μm , 53 μm $Al_2O_3 + SiO_2$	İntraoral, Ekstraoral

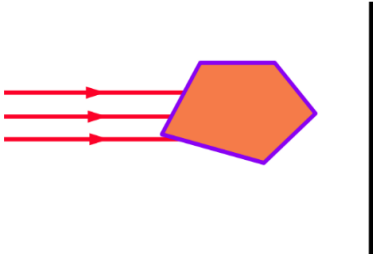
Basic Eco, Renfert, Almanya	25,70,250 μm Al_2O_3	Ekstraoral
Cojet, 3M Espe, Almanya	30 μm $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	İntraoral, Ekstraoral
Dentoprep, Ronvig, Danimarka	50 μm Al_2O_3	İntraoral, Ekstraoral
EasyBlast, Korostar Plus, Protempomatic Plus ve Duostar plus, Bego, Almanya	20, 50, 110, 250 μm Al_2O_3	Ekstraoral
Pressure Blasture, Dentalfarm, Qingdao, Çin	80, 95, 105 μm Al_2O_3	Ekstraoral
Rocatec Bağlayıcı Sistemi, 3M Espe, Almanya	110 ve 30 μm $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	Ekstraoral
Zhermack California, Badia Polesine (RO), İtalya	50, 90, 110, 125, 150, 250 μm Al_2O_3 tozu, 40/70, 90/150 cam mikroküreler	Ekstraoral



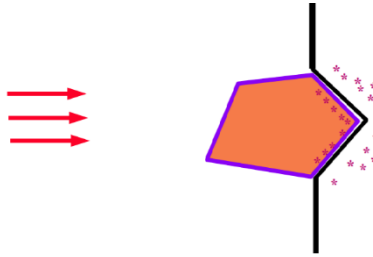
Resim 1. Kumlanmış kompozit CAD/CAM bloklarının SEM görüntüleri. (a – c) Cerasmart; (d – f) Katana Avencia; (g – i) KZR-CAD HR; (j – l) Lava Ultimate; (m – o) Shofu Blok HC. Tüm CAD-CAM bloklarında düzensiz ve nispeten düz kalan KZR-CAD HR dışında pürüzlü yüzey gözlenmiştir (g, h). Sadece Shofu Block HC’de küresel delikler (m) ve delikler (n) içinde pürüzsüz bir yüzey görülmüştür (17).

2.TRİBOKİMYASAL SİLİKA KAPLAMA (TSK)

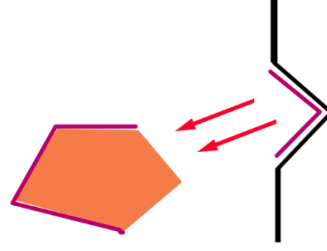
Tribokimya, kinetik enerjiyi kimyasal bağa dönüştürme işlemidir. Tribokimyasal silikatizasyon kum ve alümina partiküllerinin silika ile modifiye halidir ve basınçla uygulandığında seramik yüzeyine 15 μm 'a kadar penetre olarak silika tabakası oluşturur (18, 19). Bu amaçla kullanılan Rocatec ve Cojet (3M Espe, Seefeld, Almanya) alüminyum trioksit ve silisyum parçacıklarını seramik iç yüzeyine penetre ederek mikropürüzlülük ve kimyasal bağlantı oluşturmayı hedefler (19). Seramik yüzeylerle siman arasındaki kimyasal bağlantının, yalnızca yüzeydeki silika ile sağlanabildiği gösterilmiştir (20).



Şekil 1a. Tribokimyasal kaplama

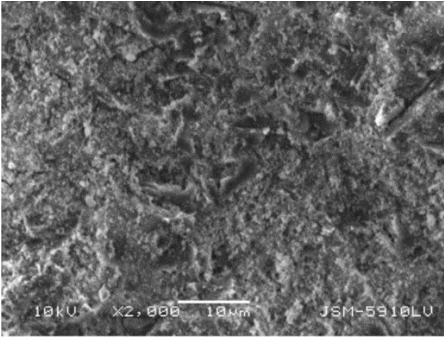


Şekil 1b. Tribokimyasal kaplama etki anı



Şekil 1c. Silanize metal yüzeyi (3M Espe, Almanya)

2.1.Cojet Sistemi: Kompozit, seramik ve metal destekli seramik ve amalgam restorasyonların tamirinde, adeziv simantasyon öncesi yüzey hazırlığında kullanılabilen, silika kaplı alüminyum trioksit parçacıklarıyla pürüzlendirme yapılan hava basınçlı bir mikro kumlama sistemidir (3M Espe, Almanya). Cojet sisteminin intraoral kullanım için üretilmiş tozlarının partikül büyüklüğü ise 30 μm 'dir. İntraoral kullanımda 15 sn süre ile 2-3 bar basınçla kullanılması önerilmektedir. Farklı rezin simanların kullanıldığı bir çalışmada %9,5 hidroflorik (HF) asit uygulamasının ardından Cojet ile yapılan tribokimyasal silika kaplama, lityum disilikat esaslı cam seramiklerin tüm siman gruplarıyla maksimum bağ dayanımı ile sonuçlanmıştır, bu sonuç pürüzlendirme sonrası yüzeyden koparılan silikanın yüzeye tekrar kazandırılmasına bağlanmıştır (21).



Resim 2. Cojet Kuşlama Cihazı,
Resim 2. Cojet ile pürüzlendirilen IPS
Emax porselen yüzeyinin X2000
büyütölmüş görüntüsü, **Resim 3.**
Cojet bağlayıcı sistemi (Özyöney N,
Farklı Yüzey İşlemlerinin Resin
Simanların Seramik Materyaline Olan
Bağlantı Dayanımı Üzerine Etkisinin

*İncelenmesi. Doktora tezi, Marmara
Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Enstitüsü, İstanbul, 2011. Danışman:
Prof. Dr. Dilek Tağtekin)*

2.2.Rocatec Sistemi: Bir kaplama ünitesi (Rocatec Delta veya Rocatec Junior), yüzey temizliği ve aktivasyon için kullanılan bir mikro kum (Rocatec Pre), silika kaplama kumu (Rocatec Plus veya Rocatec Soft) ve silan primer solüsyonundan oluşan bir sistemdir (3M Espe, Almanya). Endikasyon aralığı çok geniş olup kuron ve köprüler, implant üstü protezler, seramik ve kompozit veneerler, ortodontik bant ve braketler, döküm protezler, zirkonyum oksitler, hareketli protez ve parçaları, tüm metaller ve alaşımlar, elektrolizle kaplanmış altın ve substrat olarak özellikle titanyumun pürüzlendirilmesinde kullanılabilir. Rocatec Pre kumu, ince bir tabaka SiO_2 ile kaplanmıştır. Silika kaplı taneciklerin 110 μm boyutuna Rocatec Plus, 30 μm boyutuna Rocatec Soft ismi verilmiştir. Rocatec Plus daha çok oksit seramiklerin pürüzlendirilmesinde kullanılırken, aşınmaya karşı daha hassas restorasyonlarda Rocatec Soft kullanılması tavsiye edilir. SiO_2 , 15 μm derinliğe kadar penetre olmakta ve yüzeydeki çıkıntılarla kaynaşmaktadır.

2.3. Aquacare Sistemi: Aquacare sisteminin güncel cihazı Aquacare Twin (Velopex, İngiltere) sistemi, 29

μm ve $53 \mu\text{m}$ olmak üzere iki farklı partikül büyüklüğüne sahiptir. $29 \mu\text{m}$ büyüklüğüne sahip partiküller, direkt restorasyon yapımı öncesi aprizmatik minenin kaldırılması, simantasyon öncesi diş yüzeyinin hazırlanması, ortodontik tedavi bitiminde braket sökülmesi sonrasında diş yüzeyindeki kompozit artıklarının uzaklaştırılması gibi işlemlerde diş yüzeyinde herhangi bir frezlemeye gerek kalmadan minimal invaziv temizlik için kullanılır. Lamina provası sonrasında daimi simantasyondan önce restorasyon iç yüzeyinden deneme patlarının temizlenmesinde kullanılabilirler. Aquacare Twin sisteminin $53 \mu\text{m}$ büyüklüğündeki partikülleri, restorasyonun kalınlığına ve tipine uygun olarak seçilen basınç ayarında simantasyon protokolü öncesi yüzey pürüzlendirmesinde kullanılabilirler.



Resim 3. Aquacare Twin (Erişim: 07.01.2021 <http://www.velopex.com>)

Rezin nano seramik materyalleri kumlama işleminde partikül büyüklüğü $50 \mu\text{m}$, ortalama süre 10 sn, kumlama cihazının substrata uzaklığı 10 mm civarındadır. Bir çalışmada nano kompozit bazlı CAD/CAM restorasyonları için en iyi yüzey protokolünün, yüzey alanının büyüklüğüne bağlı olarak 2 bar (0.2 MPa) basınç altında $50 \mu\text{m}$ veya daha küçük Al_2O_3 partikülleriyle ya da $30 \mu\text{m}$ SiO_2 ile pürüzlendirilmesi olduğu, bu işlemi yaparken simantasyon yüzeyi dışındaki bölgelerin zarar görmemesi için gliserin jelle kaplanması gerektiği belirtilmiştir (22). Yapılan bir çalışmada, bir polimer infiltre rezin seramik (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik, Almanya), bir rezin nano seramik (Lava Ultimate, 3M Espe, ABD) ve nano partikül dolduruculu rezinden (Cerasmart, GC Corp., Belçika) hazırlanan örneklerin bir kısmı $50 \mu\text{m}$ Al_2O_3 ile (Korox 50, Bego GmbH, Almanya) aşındırılırken bir kısmı da $30 \mu\text{m}$ silika kaplı Al_2O_3 (Cojet Sand, 3M Espe, Almanya) ile pürüzlendirilmiştir. Dual cure ve light cure iki farklı siman kullanılarak bağ dayanım değerleri ölçülmüştür. Silika kaplanan örneklerde, kullanılan simanın tipi Lava Ultimate (3M Espe, Almanya) için, bağlanma dayanımında etkili olmazken, silika kaplama ve light cure siman kombinasyonu, polimer infiltre rezin seramiklerde

(Vita Enamic; Vita Zahnfabrik, Almanya) ve nano partikül dolduruculu rezinde (Cerasmart, GC Corp., Belçika) maksimum bağlanma değeri ile sonuçlanmıştır (12). Farklı iki indirekt kompozit restorasyonda yapılan bir çalışmada kumlama işleminde 80 PSI (yaklaşık olarak 0,55 MPa) basınç ile 10 saniye, 2mm uzaktan kumlanan yüzeyin, mikro makaslama bağlantı dayanımı açısından 1 W/50 mJ atımla lazer pürüzlendirmesine benzer sonuçlar verdiği görülmüş, lazer uygulanan yüzeylerde SEM görüntülerinde pürüzlülüğe ek olarak yüzey tahribatına bağlı çöküntüler dikkat çekmiştir (11). Aynı basınç ve partikül büyüklüğünde, aynı uzaklıkta ve aynı süreyle pürüzlendirilen CAD-CAM blokları, materyalin çeşidine bağlı olarak farklı yüzey özellikleri gösterebilmektedir. Birkaç farklı CAD/CAM kompozitiyle yapılan bazı çalışmalarda kumlanan yüzeylerin makaslama bağlanma dayanımının arttığı, kullanılan kompozitlerin arasında Shofu Block HC (Shofu, Kyoto, Japonya)'nin en düşük bağlanma dayanımı gösterdiği belirtilmiştir (6, 17). Bu durum Shofu Block HC'nin doldurucu oranının (%61) diğer kompozitlere göre düşük olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.

3. PİROKİMYASAL SİLİKA KAPLAMA

Bu yöntem Silicoater sistemi (Heraeus-Kulzer, Wehrheim, Almanya) olarak tanımlanan bir yüzey işlemidir. Substrat, bir silan çözeltisi enjeksiyonuyla beraber alevden geçirilir. Daha sonra 150–200 °C arasında bir dizi pirokimyasal reaksiyon meydana gelir ve seramik yüzey üzerinde bir silikon oksit ara tabakası oluşur. Substrat oda sıcaklığına soğutulduktan sonra silan birleştirme ajanı (3-metakriloloksipropil trimetoksisilan) silikon oksit tabakası yüzeyine uygulanır (20, 23). İlk olarak rezin ve metal alaşımlar arasındaki bağı güçlendirmek için kullanılan bu sistem, silisyum oksitin cam seramiklerde zaten mevcut olması nedeniyle gereksiz olduğu düşünülse de, bu teknikle bir silika tabakasının çökeltilmesinin bağlantıyı iyileştirmeye yardımcı olabileceği düşünülmüştür (20, 24).

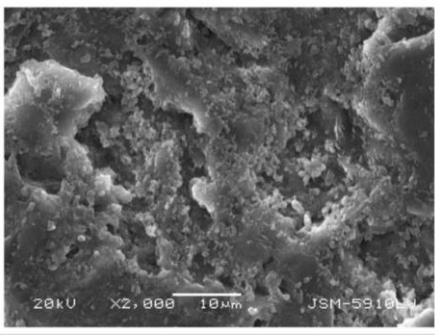
4. LAZERLER

Diş hekimliğinde lazerler yumuşak doku cerrahisi, pit ve fissür örtülmesi, kök yüzeyi düzenlemeleri, çürüğe karşı direnci arttırmak ve kompozit ve diş minesini bağlantısını kuvvetlendirmek amacıyla yüzey düzenlemeleri, diş beyazlatma, diş sert

dokusunu kaldırma, dentin hassasiyetinin azaltılması gibi amaçlarla kullanılmaktadır (25, 26). Yüzey hazırlık işlemlerinde Excimer, CO₂, Nd: YAG, Er,Cr: YSGG, Er: YAG gibi lazerlerin kullanıldığı çok sayıda literatür mevcuttur. Lazerler uygulandıkları yüzeyde ısı oluşturmaları nedeniyle yapı üzerinde erimeler meydana gelir. Düşük enerji seviyelerinde kullanılmaları, seramik yüzeyleri pürüzlendirmede önemli bir faktördür. Lazer ışığının gücü ve frekansı, CAD / CAM bloklarının yüzey pürüzlülüğünü ve yüzey enerjisini önemli ölçüde etkilemektedir (27). Bir çalışmada lazerin gücü arttıkça ortalama makaslama bağlanma dayanımının düştüğü belirtilmiştir (28). CO₂ lazerler üzerinde yapılan bir çalışmada seramik yüzeyde aşırı stres meydana geldiği, bu stres nedeniyle tekrar sertleşme ve foto iyonizasyon oluşarak pürüzlülük sağlanmadığı görülmüştür (29). Yoshihara ve ark. (17) yaptıkları çalışmada KZR-CAD HR (Yamakin, Osaka, Japonya) bloğunun kumlanmış yüzeyinin belirgin bir şekilde daha fazla hasar gördüğünü, bir kısmı yüzeyde sonlanan birkaç çatlakla birlikte alt yüzey çatlaklarının da oluştuğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise silan kaplı seramik yüzeye uygulanan CO₂ lazerin, seramik ve kompozit rezin arasındaki

makaslama bağlantı dayanımını arttırdığı bulunmuştur, bu sonuç silan uygulamasının ardından CO₂ lazerin seramik tamir prosedüründe kullanılabilceğini göstermektedir (30). Bir çalışmada Er, Cr :YSSG lazer kompozit blok (Shofu Block HC, Japan) numune yüzeylerine farklı güç ve dalga boylarında uygulanmıştır. Sonuçlar kontrol grubu, lazer ve kumlama işlemi karşılaştırılmıştır. Lazerle pürüzlendirilen grupta en yüksek bağlantı dayanımı 1.25 W ve 20 Hz değerlerinde elde edilmiş ve bu değerlerin 50 µm boyutunda alüminyum oksit ile kumlanan numuneler ile benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (27). Er:YAG lazer seramik yüzeylerde %43 oranında transmisyona uğradığı için bu tür lazerlerin seramik yüzeyleri üzerindeki pürüzlendirme etkisi tartışmalıdır (31). Feldspatik seramikler üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada, Nd:YAG ve ER:YAG lazerlerin tek başına kullanımı HF aside göre rezin simana bağlanmada yetersiz bulunmuştur (32). IPS Empress 2 ve IPS e.max Press seramikler üzerinde yapılan bir çalışmada, Nd:YAG lazerle pürüzlendirilen yüzeylerin, hiçbir işlem yapılmayan kontrol grubu ile benzer mikro morfolojik yüzey gösterdiği bulunmuştur (33). Bunun dışında kumlama ve femtosaniye (FS) lazer gibi farklı yüzey işlemlerine tabi

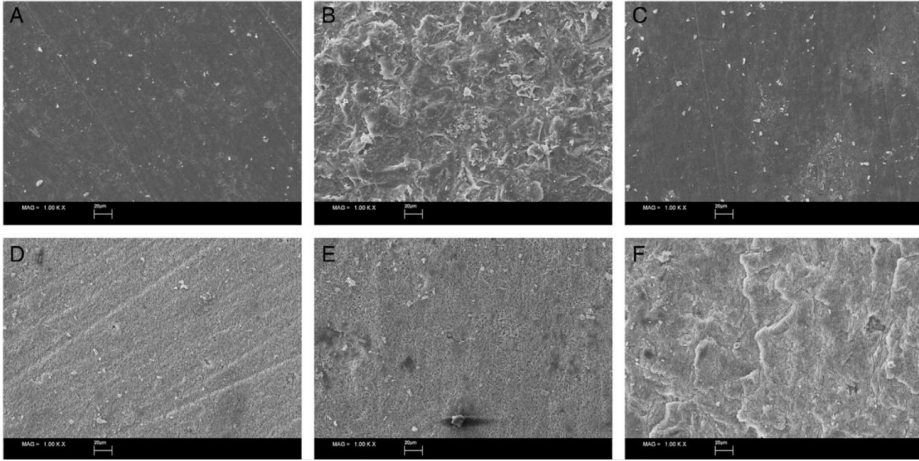
tutulan, fakat pürüzlülük açısından anlamlı bir fark göstermeyen iki farklı CAD/CAM materyali, rezin simana bağlanma açısından farklı sonuçlar ortaya koyabilmektedir (34). Bu noktada materyalin içeriği önem kazanmaktadır.



Resim 4. ER:YAG Lazer ile pürüzlendirilen IPS Emax porselen yüzeyinin X2000 büyütülmüş görüntüsü (Özyöney N, Farklı Yüzey İşlemlerinin Resin Simanların Seramik Materyaline Olan Bağlantı Dayanımı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011. Danışman: Prof. Dr. Dilek Tağtekin)

Lazerlerin restorasyon yapışma yüzeyinde kullanımı, birçok çalışmada diğer yöntemlerden daha fazla yüzey pürüzlülüğüyle sonuçlanmış, bazılarında derin çatlaklar görülmüştür (33, 35). Bununla birlikte, bazı araştırmacılar (11), Er, Cr: YSGG

lazerin indirekt kompozitlerde termal hasarı artırarak adezyonu azaltabileceğini bildirmiştir. Uzun atımlı lazerlerin bu dezavantajları, ultra kısa atımlı FS lazerleri ön plana çıkarmıştır. FS lazerlerinin kısa bir etkileşim süresinin olması, diş dokusundaki sıcaklık dağılımını sınırlar ve yüzeydeki enerji kaybını azaltır (34). Bu şekilde termal ve mekanik hasarı minimize ederek hassas ve kontrollü bir yüzey pürüzlülüğü sağlar. Bir hibrit seramik (Vita Enamic, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) ve rezin nano seramik materyalin (Lava Ultimate, 3M ESPE Seefeld, Almanya) üç farklı yöntemle pürüzlendirildiği bir çalışmada femtosaniye lazer uygulaması, hidroflorik asitle pürüzlendirme ve alüminyum oksitle kumlamaya göre, Panavia F 2.0 (Kuraray Medical Inc. Okayama, Japonya) yapıştırma simanı ile daha yüksek bağlanma ile sonuçlanmıştır (34). Araştırmacılar, Lava Ultimate için en yüksek makaslama bağlanma dayanımının, femtosaniye lazer (Integra-C-3.5, Quantronix, New York, ABD) (atım başına 300 mW çıkış gücü, 800 nm dalga boyu, 90-femtosaniye atım süresi, 1-kHz tekrarlama frekansı) ile pürüzlendirme sonrası silan uygulaması ile elde edilebileceğini belirtmişlerdir (34).



Resim 5. IPS Empress 2 yüzeylerinin SEM görüntüleri: A Kontrol; B Kumlama; C Nd: YAG Lazer; D Hidroflorik asit ile pürüzlendirme; E Lazer + asitle pürüzlendirme; F Kumlama + asitle pürüzlendirme (büyütme x1000) (33).

5.SİLANİZASYON

Silanlar, silikon dioksitlerin seramik yüzey hidroksil gruplarıyla (si-o-si) kimyasal bağlarına neden olan ve organik resin matrisi ile polimerizasyon yeteneği çok az olan çift moleküllerdir (11). Diş hekimliğinde kullanılan silanlar iki işlevli moleküllerdir; bir uç reaktif faza bağlanmak için bir veya daha fazla reaktif grup (metakrilat, akrilat, epoksi) sunarken, -OH ucu ise cam (oksitler, çoğunlukla silika) yüzeye bağlanabilir (36). Silanların bu kimyasal bağlantıyı sağlayabilmeleri için restorasyon yüzeyinde silika varlığı gerektiği öne sürülmüştür (37). Birçok çalışmacı, yüzeylerin

kumlandıktan sonra silanize edilmesi gerektiğini belirtmiştir (21, 24). Silanların materyallerin yüzey enerjisini artırarak rezinler tarafından ıslanabilirliğini kolaylaştırdığı belirtilmiştir (38-40). Kumlama sonrası artırılan mikromekanik bağlantının yanı sıra silanizasyon işlemiyle kimyasal bağlantı sağlanarak mikro gerilim kuvvetlerine karşı oluşturulan direnç desteklenmiş olur. Seramik yüzeylerde ise HF asit uygulamasını takiben silan uygulaması önerilmektedir. Yapılan bir çalışmada silanın tek başına uygulanmasının seramik yüzey morfolojisini değiştirmedeği ve hidrofilik bir yüzeyin göstergesi olan en yüksek

yüzey serbest enerjisiyle sonuçlandığı görülmüştür (41).

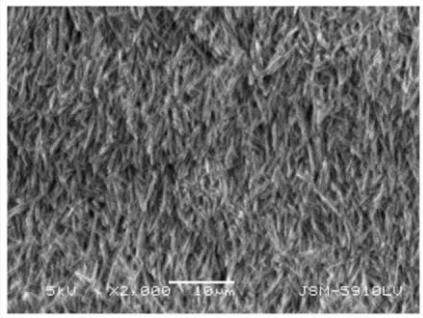
Silan monomeri genellikle susuz bir çözeltiliye eklenir ve diğer asidik adezivler tarafından hidrolize edilmektedir (42). Sulu bir ortama eklenen silan monomerleri, hidrolize ve dehidrate olmaları nedeniyle kısa raf ömürlüdür (43). Bununla birlikte, bazı üreticiler yakın zamanda etanol ve / veya susuz asit içinde çözülmüş silan monomeri içeren bir primer üretmiştir (43, 44). Kendinden asitli primerler HF asidin toksik etkisini göreceli olarak azaltmak ve simantasyon işlemini kısaltmak amacıyla önerilmiştir. Bir çalışmada kendinden asitli primer (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve aynı firmaya ait bir diğer primer (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) karşılaştırılmış, HF asit ve Monobond Plus primeri ile yapılan ön hazırlık sonucunda, kendinden asitli primer uygulamasına göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü ve yüksek makaslama değeri elde edilmiştir. Bununla birlikte yüzey işleminden bağımsız olarak IPS e-max CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Almanya) seramiğin ortalama makaslama bağlantı dayanımı, Vita Enamic (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH, Bad Säckingen, Almanya) ve Vita Blocks Mark II (Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH, Bad Säckingen, Almanya)'ye

göre daha yüksek bulunmuştur (45). Bu sonuçlar restorasyon yüzey ön hazırlığında kullanılan teknik ve materyallerin, restorasyon içeriğine göre önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir.

6. ASİTLE PÜRÜZLENDİRME

6.1. Hidroflorik Asit: Asit uygulaması ile seramikteki cam matris ve kristalleri çözülerek düzensiz bir yüzey topografisi oluşturulur. Hidroflorik asit uygulamasının temelinde, asidin yapısındaki florürün silikona olan afinitesinin, oksijene olan afinitesinden fazla olması yatmaktadır, böylece seramiğin cam matris yapısı çözülmekte, çözülmeyen alanlarda mikro çıkıntılar oluşmaktadır (21). Hidroflorik asit uygulama süresi 60 sn ve genellikle %5-10 konsantrasyonda olmakta, bu süre ve yüzde seramik materyalin cam içeriğine göre farklılık göstermektedir. Daha yüksek cam matris içeriğine sahip olan lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramik materyalin asitleme süresi üretici firma tarafından 20 saniye olarak belirtilirken, lösit ve feldspatik seramiklerde bu süre 40 saniye olarak önerilmiştir (Ivoclar Vivadent, Almanya). Lityum disilikat ile güçlendirilmiş iki farklı seramiğe yapılan yüzey işlemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kumlama sonrası HF asit

uygulamasının her iki seramik grubu için makaslama bağlantı dayanımını arttırdığı gösterilmiştir (Yucel et al., 2012). Farklı yüzey işlemlerinin (kumlama, hidroflorik asitle pürüzlendirme, lazer ile pürüzlendirme) farklı CAD/CAM materyallerine olan bağlantısını karşılaştıran bir çalışmada, tüm materyal çeşitleri için en yüksek mikro makaslama bağlantı dayanımı hidroflorik asitle pürüzlendirilen grupta elde edilmiştir (46). Başka bir çalışmada zirkonya ilave edilmiş lityum disilikat cam seramik materyali (Celtra Duo, Dentsply DeTrey, Almanya) hidroflorik asit ve alüminyum oksitle kumlanarak pürüzlendirilmiştir. Silanizasyonun ardından rezin simanla yapıştırılan numunelerin makaslama bağlantı dayanımları karşılaştırılmıştır. HF asit uygulaması sonucu elde edilen bağlantı değeri, kumlamaya göre anlamlı ölçüde başarılı bulunmuştur (47).



Resim 6. Laboratuvarında yapılan kumlama işlemini takiben HF asit ile

pürüzlendirilen IPS Emax seramik yüzeyinin görüntüsü (büyütme x2000) (Özyöney N, Farklı Yüzey İşlemlerinin Rezin Simanların Seramik Materyaline Olan Bağlantı Dayanımı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011. Danışman: Prof. Dr. Dilek Tağtekin)

6.2. Fosforik Asit: Diş hekimliğinde kullanılan fosforik asit, orto fosforik asittir (H_3PO_4). Diş yüzeyinde aşındırma amacıyla kullanılan fosforik asit, restorasyon iç yüzeylerinde genellikle yüzey temizliği ve bağlantıyı güçlendirme amacıyla kullanılır. Bununla birlikte, bir çalışmada 5 saniye veya 60 saniye boyunca %40 fosforik asit uygulaması elektron mikroskobu ile incelenmiş, seramik yüzeyde herhangi belirgin bir morfolojik değişiklik gözlenmemiştir (48). Asidite aşındırma işlemi üzerinde çok önemli bir etkiye sahip değilken florürün silikon dioksit ile atomik yer değiştirme üzerindeki rolü daha fazladır (24).

SONUÇ

Klinisyenlerin restorasyon materyali seçimi kadar yüzey hazırlığı ve adeziv siman tercihi de uzun vadeli başarı açısından önemli bir kriterdir. İyi bir

yüzey hazırlığı, uzun vadede desimantasyon, renklenme, mikrosızıntı gibi komplikasyonların önüne geçebilir. Genel olarak cam matris içerikli seramiklerin yüzey pürüzlendirme prosedürünü, klinik uygulamanın ve teminin kolay olması nedeniyle hidroflorik asit ile pürüzlendirme oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda, rezin siman ve seramik yüzey bağlanmasında yüzey pürüzlülüğü için en ideal yöntemin hidroflorik asit ile asitleme olduğu bildirilmiştir. Bilimsel ve klinik kanıtlara dayanarak, bir cam seramik restorasyonun yüzey işlemi için HF asitle pürüzlendirme ve silanizasyonun gerekli olduğu açıktır (12, 24). Uygulama süresi, materyalin cam matris içeriğine göre değişmektedir (49, 50). Kuşlamanın ardından son yıllarda piyasaya sürülen kendinden asitli primerler uygulamasının bağlantı dayanımına etkisi tartışmalıdır. İndirekt kompozit restorasyonlarda, özellikle kompozit yapıdaki CAD/CAM restorasyonlarda, kuşlama, tribokimyasal silika kaplama, lazerle pürüzlendirme gibi alternatifler kullanılabilir. Kuşlama ve tribokimyasal silika kaplama, nano kompozit bazlı CAD/CAM restorasyonları için yüksek bir bağlantı dayanımı sağlamakla birlikte lazer kullanımına göre çoğu çalışmada daha güvenli bulunmuştur. Lazerler

arasında indirekt kompozit restorasyonların pürüzlendirilmesinde kısa atımlı lazerler öne çıkmaktadır. Lazerlerin pürüzlendirme işlemlerinde düşük güçte kullanımı önemlidir. Simantasyon öncesi yüzey işlemine karar verirken kullanılan materyalin cinsi ve doldurucu oranına göre pürüzlendirme şekli ve süresi belirlenmelidir. Yapılan in vitro çalışma sonuçları ağırlıklı olarak birbirini desteklese de elde edilen bu sonuçlar uzun dönem klinik takiplerle desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

1. Özyöney G, Yanıkoğlu F, Tağtekin D, et al. The efficacy of glass-ceramic onlays in the restoration of morphologically compromised and endodontically treated molars. *International Journal of Prosthodontics*. 2013; 26.
2. Tagtekin D, Özyöney G, Yanikoglu F. Two-year clinical evaluation of IPS Empress II ceramic onlays/inlays. *Operative dentistry*. 2009; 34: 369-78.
3. Burke F, Watts D, Wilson N, et al. Current status and rationale for composite inlays and onlays. *British dental journal*. 1991; 170: 269-73.
4. Peutzfeldt A, Asmussen E. A comparison of accuracy in seating and gap formation for three inlay/onlay

techniques. *Operative dentistry*. 1990; 15: 129-35.

5. Ruyter I. Types of resin-based inlay materials and their properties. *International dental journal*. 1992; 42: 139-44.

6. Reymus M, Roos M, Eichberger M, et al. Bonding to new CAD/CAM resin composites: influence of air abrasion and conditioning agents as pretreatment strategy. *Clinical oral investigations*. 2019; 23: 529-38.

7. Souza EM, De Munck J, Pongprueksa P, et al. Correlative analysis of cement–dentin interfaces using an interfacial fracture toughness and micro-tensile bond strength approach. *Dental Materials*. 2016; 32: 1575-85.

8. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dental Clinics of North America*. 2007; 51: 643-58.

9. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003; 89: 268-74.

10. Soares CJ, Giannini M, Oliveira MTd, et al. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *Journal of Applied Oral Science*. 2004; 12: 45-50.

11. Moezizadeh M, Ansari ZJ, Fard FM. Effect of surface treatment on micro shear bond strength of two indirect composites. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012; 15: 228.

12. Alp G, Subaşı MG, Johnston WM, et al. Effect of different resin cements and surface treatments on the shear bond strength of ceramic-glass polymer materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2018; 120: 454-61.

13. Sevmez H, Güngör MB, Yılmaz H. *Tam Seramik Restorasyonlarda Uygulanan Yüzey İşlemleri*.

14. de Azevedo Miranda D. Essential Considerations for the Cementation of Facets and Ceramic Laminates. *J Dent Res*. 2019; 1: 1004.

15. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*. 2015; 28.

16. Heikkinen T, Matinlinna J, Vallittu P, et al. Effect of primers and resins on the shear bond strength of resin composite to zirconia. *SRX Dentistry*. 2010; 2010.

17. Yoshihara K, Nagaoka N, Maruo Y, et al. Sandblasting may damage the surface of composite CAD–CAM

- blocks. *Dental Materials*. 2017; 33: e124-e35.
- 18.** Tzanakakis E-GC, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2016; 115: 9-19.
- 19.** Della-Bona A. Characterizing ceramics and the interfacial adhesion to resin: II-the relationship of surface treatment, bond strength, interfacial toughness and fractography. *Journal of Applied Oral Science*. 2005; 13: 101-09.
- 20.** Jedynekiewicz N, Martin N. The effect of surface coating on the bond strength of machinable ceramics. *Biomaterials*. 2001; 22: 749-52.
- 21.** Çömlekoğlu ME, Dündar M, Uzel G, et al. Farklı yüzey pürüzlendirme işlemlerinin yapıştırıcı simanların seramiğe olan bağ dayanımı üzerine etkisi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2009; 33: 14-22.
- 22.** Özcan M, Volpato CÂM. Surface conditioning and bonding protocol for nanocomposite indirect restorations: how and why? *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016; 18: 82.
- 23.** Matinlinna J, Vallittu P. Bonding of resin composites to etchable ceramic surfaces—an insight review of the chemical aspects on surface conditioning. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2007; 34: 622-30.
- 24.** Tian T, Tsoi JK-H, Matinlinna JP, et al. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental materials*. 2014; 30: e147-e62.
- 25.** Lin S, Caputo AA, Eversole LR, et al. Topographical characteristics and shear bond strength of tooth surfaces cut with a laser-powered hydrokinetic system. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999; 82: 451-55.
- 26.** Gholami GA, Fekrazad R, Esmail-Nejad A, et al. An evaluation of the occluding effects of Er; Cr: YSGG, Nd: YAG, CO2 and diode lasers on dentinal tubules: a scanning electron microscope in vitro study. *Photomedicine and laser surgery*. 2011; 29: 115-21.
- 27.** Chuenjit P, Shinkai K. The application of the Er, Cr: YSGG laser surface treatment to CAD/CAM resin ceramic blocks to improve their bonding to the resin luting agent. *Lasers in Dental Science*. 2021: 1-9.
- 28.** Goekce B, Özpınar B, Dündar M, et al. Bond strengths of all-ceramics: acid vs laser etching. *Operative dentistry*. 2007; 32: 173-78.
- 29.** Akpınar YZ, Tak Ö, Koç Ö, et al. Protetik tedavilerde lazerlerin

kullanımı. *Selcuk Dental Journal*. 2015; 2: 33-42.

30. Chen J-R, Oka K, Kawano T, et al. Carbon dioxide laser application enhances the effect of silane primer on the shear bond strength between porcelain and composite resin. *Dental materials journal*. 2010: 1011170089-89.

31. Morford CK, Buu NC, Rechmann BM, et al. Er: YAG laser debonding of porcelain veneers. *Lasers in surgery and medicine*. 2011; 43: 965-74.

32. Akyıl MŞ, Karaalioglu OF, Yeşil Duymuş Z. Feldspatik seramiğe rezin simanın kesme bağlanma direncine asit, ER: YAG ve ND: YAG lazer uygulamaları ve silanizasyonunun etkisi. 2008: 35(2) 87-93.

33. Yucel MT, Aykent F, Akman S, et al. Effect of surface treatment methods on the shear bond strength between resin cement and all-ceramic core materials. *Journal of non-crystalline solids*. 2012; 358: 925-30.

34. Demirtag Z, Culhaoglu A. Surface roughness of ceramic-resin composites after femtosecond laser irradiation, sandblasting or acid etching and their bond strength with and without silanization to a resin cement. *Operative dentistry*. 2019; 44: 156-67.

35. Ersu B, Yuzugullu B, Ruya Yazici A, et al. Surface roughness and bond

strengths of glass-infiltrated alumina-ceramics prepared using various surface treatments. *J Dent*. 2009; 37: 848-56.

36. Miletic V. Dental composite materials for direct restorations. *Springer*, 2018; e253-e255.

37. Bottino MC, Özcan M, Coelho PG, et al. Micro-morphological changes prior to adhesive bonding: high-alumina and glassy-matrix ceramics. *Brazilian Oral Research*. 2008; 22: 158-63.

38. Özcan M. Adhesion of resin composites to biomaterials in dentistry. University of Groningen. 2003: 14.

39. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability. *Dental Materials*. 1998; 14: 64-71.

40. Özcan M, Alander P, Vallittu P, et al. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2005; 16: 21-27.

41. Moreno MBP, Murillo-Gómez F, de Goes MF. Physicochemical and morphological characterization of a glass ceramic treated with different ceramic primers and post-silanization

- protocols. *Dental Materials*. 2019; 35: 1073-81.
42. Lung CYK, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dental materials*. 2012; 28: 467-77.
43. Ali A, Takagaki T, Nikaido T, et al. Influence of Ambient Air and Different Surface Treatments on the Bonding Performance of a CAD/CAM Composite Block. *The journal of adhesive dentistry*. 2018; 20: 317-24.
44. Makhija SK, Lawson NC, Gilbert GH, et al. Dentist material selection for single-unit crowns: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *Journal of dentistry*. 2016; 55: 40-47.
45. El-Damanhoury HM, Gaintantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *Journal of prosthodontic research*. 2018; 62: 75-83.
46. Anwar T, Mokhtar A, Zaghloul H. Bond strength of hybrid ceramics: the effect of nanotechnology. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: IOP Publishing, 2021.
47. Abdulkader KF, Elnaggar GAE, Kheiralla LS. Shear bond strength of cemented zirconia-reinforced lithium silicate ceramics (Celtra Duo) with two surface treatments (in vitro study). *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2021; 35: 35-51.
48. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dental Materials*. 2002; 18: 380-88.
49. de Carvalho RLA, de Faria JCB, Carvalho RF, et al. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livre de metal: uma revisão da literatura. *IJD International Journal of Dentistry*. 2012; 11: 55-65.
50. Gordilho AC, Mori M, Gil C, et al. A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. *Odonto*. 2009; 17: 82-92.