

Güncel Tam Seramik Sistemlerde Yüzey Topografisi ve Bakteri Adezyonunun İncelenmesi

Investigation of the Surface Topography and Bacterial Adhesion in Current All Ceramic Systems

^{ID} Nazmiye ŞEN^a, ^{ID} Erkin ÖZCAN^a

^aİstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu in vitro çalışmanın amacı; farklı tam seramik sistemlerde yüzey pürüzlülüğü ve *Streptococcus mutans* adezyonunun incelenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Altı farklı CAD-CAM blok materyali [Vita Mark II (VMII), IPS e-max CAD (IPS), Vita Enamic (VE), Lava Ultimate (LU), Vita Suprinity (VS) ve Vita YZ ST (YZ-ST)] kullanılarak 10,0 mm çapında ve 2,0±0,3 mm kalınlığında 54 adet silindirik şekilli test örneği hazırlandı. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü profilometre cihazı ile ölçüldü. Ardından steril edilen test örnekleri, pelikül tabakası oluşturmak için mürsin içeren yapay tükürük ile kaplandı ve 24 saatlik *S. mutans* adezyonu test edildi. Elde edilen veriler, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD post-hoc testleri ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<,05 olarak belirlendi. **Bulgular:** En yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri YZ-ST grubunda (2,07±0,71 µm), en düşük ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri ise LU grubunda (0,39±0,15 µm) tespit edildi. Farklı tam seramik sistemlerin yüzey pürüzlülüğü bulgularına göre çoktan aza doğru sıralaması; YZ-ST> VMII> IPS> VS> VE> LU şeklindedir. En yüksek bakteri adezyonu ortalama değeri YZ-ST grubunda, en düşük ortalama bakteri adezyonu değeri ise VE grubunda tespit edildi. VE, LU ve IPS grupları arasında yapılan karşılaştırmada, benzer bakteri adezyonu değerleri belirlendi (p>,05). **Sonuç:** Kullanılan tam seramik restoratif materyal seçeneği, restorasyonların yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu değerlerini etkilemektedir.

ABSTRACT Objective: The purpose of this in vitro study was to evaluate the surface roughness and *Streptococcus mutans* adhesion in different all ceramic systems. **Material and Methods:** A total of 54 cylindrical test specimens were prepared using 6 different CAD-CAM blocks [Vita Mark II (VMII), IPS e-max CAD (IPS), Vita Enamic (VE), Lava Ultimate (LU), Vita Suprinity (VS) and Vita YZ ST (YZ-ST)] with a diameter of 10.0 mm and a thickness of 2.0±0.3 mm. The surface roughness of the specimens was measured by a profilometer. Subsequently, the sterilized specimens were coated with mucin-containing artificial saliva to form the pellicle layer, and then the 24-hour *S. mutans* adhesion was tested. The obtained data were statistically compared using one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD post-hoc tests. Statistical significance was set at p<,05. **Results:** The highest mean surface roughness was obtained in the YZ-ST group (2.07±0.71 µm) while the lowest surface roughness was found in the LU group (0.39±0.15 µm). The surface roughness findings of different all ceramic systems was as YZ-ST> VMII> IPS> VS> VE> LU. The highest bacterial adhesion was found in the YZ-ST group and the lowest bacterial adhesion was seen in the VE group. Similar bacterial adhesion values were determined between VE, LU and IPS groups (p>,05). **Conclusion:** The selected all ceramic restorative material option may affect the surface roughness and bacterial adhesion values of the restorations.

Anahtar Kelimeler: Tam seramik sistemler; yüzey pürüzlülüğü; bakteri adezyonu

Keywords: All ceramic systems; surface roughness; bacterial adhesion

Günümüzde, diş eksiklikleri nedeni ile kaybedilen fonksiyon ve estetiğin geri kazandırılması için uygulanan sabit ve hareketli protezlerin yapımında çok çeşitli restoratif materyaller kullanılabilir. ¹⁻³ Özellikle ön bölge restorasyonlarda; metal-seramik sistemlere alternatif oluşturmak ve daha estetik so-

nuçlar elde edebilmek için çok çeşitli tam seramik sistemler geliştirilmiştir. ⁴ Bilgisayar destekli tasarım ve üretim [computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM)] sistemlerinde yaşanan gelişmeler ile birlikte kullanımı yaygınlaşan güncel tam seramik sistemlerden bazıları; feldspatik sera-

Correspondence: Nazmiye ŞEN

İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi ABD, İstanbul, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: nazmiye.sonmez@istanbul.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 08 Jan 2019

Received in revised form: 01 Feb 2019

Accepted: 07 Feb 2019

Available online: 19 Feb 2019

2146-8966 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

mikler, lityum disilikat esaslı seramikler, hibrid seramikler, rezin modifiye nanoseramikler, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramikler ve monolitik zirkonya olarak sıralanabilmektedir.^{1,4} Güncel tam seramik sistemler, üstün estetik özellikleri ve biyolojik uyumları nedeni ile; inley, onley, laminate veneer, kron protezleri, özellikle ön bölge implant destekli restorasyonların üretiminde yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır.^{1,2} Kullanılan restoratif materyallerin estetik ve mekanik özelliklerinin yanı sıra biyolojik uyumu ve ağız ortamındaki mikroorganizmaların materyal yüzeyine adezyonu da önemlidir.⁵

Diş ve restorasyon yüzeylerine yerleşen, tükürük akışı, dil, dudak ve yanak tarafından temizlenemeyen biyofilm tabakası “dental plak” olarak adlandırılır.^{6,7} Dental plak, kişiden kişiye ve ağız ortamında bulunduğu bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Temel olarak; bakteriler, onların metabolik artıkları ve tükürük bileşenlerinden oluşur.⁵ Olgun bakteri plağının 1 mg’ında ortalama 108 ve üzerinde bakteri bulunduğu bildirilmiştir.^{8,9} Bu bakteriler; diş çürüğü, jinjivit, periodontitis, periimplantit ve stomatite neden olan başlıca etiyolojik faktörleri oluşturmaktadır.⁶ Bakteri plağında en erken kolonize olan ve çok sayıda bulunan mikroorganizma *Streptococcus mutans*’tır.^{6,9,10} *S. mutans*’ın virülansı, diş ve restoratif materyaller gibi katı yüzeylere iyi tutunan ve kolay çözünmeyen polimer matris üretmedeki üstün kabiliyetinden kaynaklanır.¹⁰ Dental materyallerin yüzey özelliklerinin, bakteri plağındaki mikroorganizmaların yüzeye ilk adezyon ve retansiyonunda önemli rol oynadığı bildirilmiştir.^{11,12} Ayrıca, yüzey pürüzlülüğünün plak oluşum hızını artırdığı belirtilmiştir.^{12,13}

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacıyla pek çok cihaz ve teknik kullanılmaktadır.¹⁴ Dental materyallerin yüzey pürüzlülüğü ile ilgili araştırmalar, taramalı elektron mikroskobu gibi kalitatif metotlar veya yüzey profili analizi gibi kantitatif metotlar ile yapılabilmektedir.¹¹⁻¹⁵ Yüzey pürüzlülüğü ölçümü için sıklıkla kullanılan ve güvenilir sonuçlar verdiği bildirilen elektriksel çalışan sivri uçlu cihazlardır.¹⁴

Diş hekimliği alanında kullanılan malzemelerin yüzey koşullarının olabildiğince düzgün olması iste-

nir.¹⁴ Bu amaçla, materyallerin yüzey özelliklerini klinisyenin istediği standarda ulaştıran çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Geliştirilmiş özellikleriyle güncel tam seramik sistemler; yüzey özellikleri, mekanik dayanım, biyolojik uyum, kimyasal stabilite ve estetik gibi pek çok yönden geleneksel seramik sistemlerden ayrılmaktadır.^{2,4} Güncel tam seramik sistemlerde yüzey topografisi ve bakteri adezyonu etkileşiminin incelendiği çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu nedenle, çalışmamızın amacı; farklı tam seramik sistemlerde yüzey pürüzlülüğü, *S. mutans* adezyonu ve erken dönem biyofilm oluşumunun karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Çalışmamızda test edilen geçersiz hipotez; kullanılan tam seramik materyal seçeneğinin, materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu değerlerini etkilemeyeceğidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada, altı farklı CAD-CAM bloğu [Vita Mark II (VMII), IPS e-max CAD (IPS), Vita Enamic (VE), Lava Ultimate (LU), Vita Suprinity (VS) ve Vita YZ ST (YZ-ST)] kullanıldı (Tablo 1).

CAD-CAM sistemi (Cerec, in Lab MC XL, DentsplySirona, Bensheim, Almanya) yardımıyla 54 adet, 10,0 mm çapında ve 2,0 mm kalınlığında disk şeklinde test örnekleri (n=9) hazırlandı (Resim 1). IPS, VS ve YZ-ST gruplarındaki örneklere, üretici firmaların talimatları doğrultusunda kristalizasyon [$850^{238}C$ ’de 10 dk (IPS) veya $840^{238}C$ ’de 8 dk (VS)] ve sinterizasyon ($1530^{238}C$ final sıcaklıkta 2 saat (YZ-ST)] işlemleri uygulandı. Hazırlanan test örneklerinde, standart bir yüzey elde edebilmek için polisaj cihazında (LaboPol-5, Struer, Danimarka) 300 rpm sabit devirde, 1200-4000 grid’lik SiC zımpara kâğıtları (Water Proof SiC Paper, Struers, Erkrath, Almanya) kullanılarak, su soğutması altında örnek yüzeyleri cilalandı. Hazırlanan örnekler, ultrasonik temizleme cihazında, distile suda 15 dk süreyle bekletilerek yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için hazır hâle getirildi.

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü için profilometre cihazı (Veeco-Wyko NT 1100 Optical Profiling System, Veeco, ABD) kullanıldı. Tarama mesafesi 400 µm olarak belirlendi ve elde edilen profilometrik

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Ticari isim	İçerik	Sayı	Kısaltma	Üretici firma
Feldspatit seramik	Vita Mark II	%56-64 SiO ₂ %20-23 Al ₂ O ₃ %6-9 Na ₂ O %6-8 K ₂ O %0,3-0,6 CaO %0,0-0,1TiO ₂	9	VMII	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
Lityum disilikat esaslı seramik	IPS e, max CAD	%58-80 SiO ₂ %11-19 Li ₂ O %0-13 K ₂ O %0-8 ZrO ₂ %0-5 Al ₂ O ₃	9	IPS	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Almanya
Hibrid seramik	Vita Enamic	%86 cam seramik, %58-63 SiO ₂ %20-23 Al ₂ O ₃ %9-11 Na ₂ O %4-6 K ₂ O %0-1 ZrO ₂ %14 Polimer (UDMA, TEGDMA)	9	VE	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
Rezin modifiye nanoseramik	Lava Ultimate	%80 seramik matris (20 nm silika, 4-11 nm %20 zirkonya silika-zirkonya nanopartikül demetleri) %20 rezin matris (UDMA, BisGMA, TEGDMA, BisEMA)	9	LU	3M ESPE, Seefeld, Almanya
Zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramik	Vita Suprinity	%56-64 SiO ₂ %1-4 Al ₂ O ₃ %15-21 Li ₂ O %8-12 ZrO ₂ %1-4 K ₂ O	9	VS	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
İtriyum ile stabilize zirkonya	Vita YZ ST	88-93% ZrO ₂ , 6-8% Y ₂ O ₃ , 1,5-2,5% HfO ₂ , 0-0,3% Al ₂ O ₃ , 0-0,5% Er ₂ O ₃ , 0-0,3% Fe ₂ O ₃	9	YZ-ST	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya

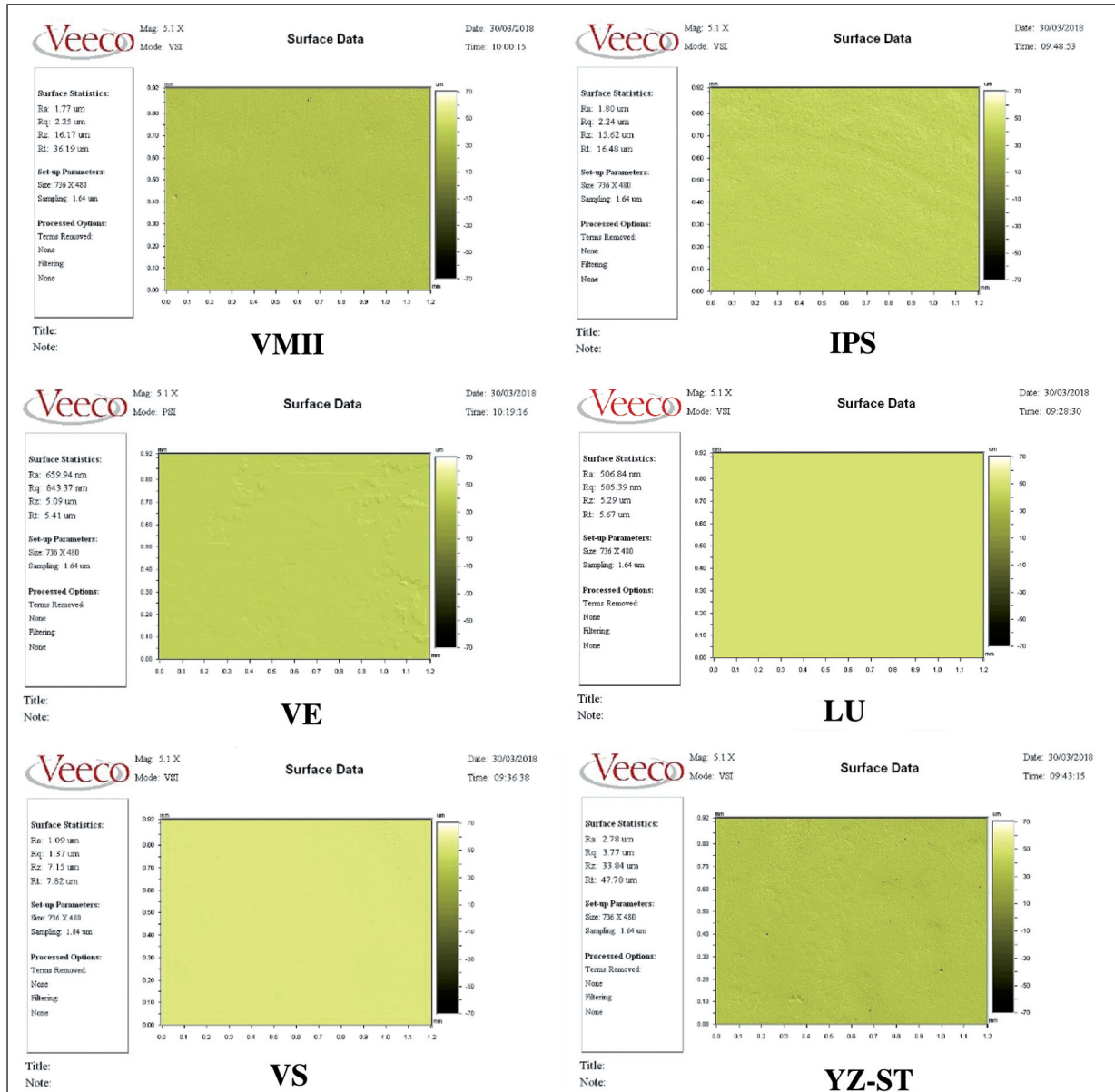
UDMA: Üretan dimetakrilat, **BisGMA:** Bisfenol A glisidil metakrilat, **TEGDMA:** Trietilen glikol dimetakrilat, **BisEMA:** Etoksillenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat.

**RESİM 1:** Deney örneklerinin hazırlanması.

veriler, bir bilgisayar programı (Wyko Vision 32, Printkey 2000 V 5,10) yardımıyla değerlendirildi. Her bir örneğin profilometrik analizi üç farklı bölgeden alınan tarama sonuçlarıyla elde edildi (Şekil 1). Bu ölçümlerden elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak, her bir örnek için ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri olan Ra değerleri kaydedildi. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tamamlanan örnekler, otoklavda 15 dk süreyle 121 ²³⁸/₉₂ C'de steril edildi.

Bakteri adezyon testleri için öncelikle pH 7,0 değerinde, aşağıdaki kompozisyona sahip yapay tükürük çözeltisi hazırlandı: 128 mg NaCl, 16,7 mg

CaCl₂, 12,5 mg MgCl₂ (6H₂O), 9,5 mg KCl, 150,75 mg CH₃COOK, 38,6 mg K₃PO₄ (3H₂O) ve 70 mg Tip II müsün (Sigma-Aldrich, ABD). Hazırlanan yapay tükürükten, steril örnek yüzeylerine 1'er mL eklenecek pelikül oluşması için 1 saat beklenildi. Adezyon testleri için S. mutans ATCC 25175 (Hemakim, İstanbul, Türkiye) bakteri suşu ve beyin-kalp infüzyon [brain heart infusion (BHI)] besiyeri kullanıldı. BHI besiyerinde, 24 saatlik inkübasyon ile aktif hâle getirilen bakteri kültüründen, 0,5 Mc Farland eşeline uygun bakteri süspansiyonları hazırlandı. Steril cam kaplar içerisine yerleştirilen her bir örnek yüzeyine 200 µl bakteri süspansiyonu ve 2,0 mL BHI (%1 sakkaroz içeren) besiyeri ilave edilerek anaerobik şartlarda (%10 CO₂) 37²³⁸/₉₂ C'de 24 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonrası, bakteri adezyonu tamamlanan örnekler fosfat tamponlu solüsyon [phosphate buffered saline (PBS)] ile adezyonu gerçekleşmeyen bakterilerin yüzeyden tamamen uzaklaşması için 60 sn yıkandı. Adezyonu gerçekleşen bakterilerin tespiti ve değerlendirmesi için örnekler, her biri 1 mL PBS içeren cam tüplere yerleştirildi ve Vorteks cihazında 2 dk süreyle karıştırıldı. Bu işlem sonrasında PBS içerisine geçen bakteri sayısını hesaplamak üzere, BHI agar besiyerlerine yayma tekniği ile ekim yapıldı ve



ŞEKİL 1: Test edilen materyallere ait profilometrik görüntüler. Vita Mark II (VMII), IPS e-max CAD (IPS), Vita Enamic (VE), Lava Ultimate (LU), Vita Suprinity (VS) ve Vita YZ ST (YZ-ST).

48 saat süreyle anaerobik şartlarda inkübe edildi. Kırk sekiz saatlik süre sonunda oluşan koloniler, CFU (Colony forming unit) cinsinden, mL'deki koloni sayısı olarak belirlendi.

Elde edilen veriler SPSS paket programı (IBM SPSS Statistics v23; Chicago, IL, ABD) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlendikten sonra, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD post-hoc testleri ile ista-

tistiksel anlamlılık karşılaştırıldı ($p<,05$).

BULGULAR

Altı farklı CAD-CAM blok materyalinden hazırlanan örneklerle ait yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı ve gruplar arasında anlamlı farklar saptandı ($p<,05$). Farklı tam seramik örneklerin (VMII, IPS, VE, LU, VS ve YZ-ST) yüzey pürüzlülüğü bulguları **Tablo 2'**de görülmektedir.

En yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri

TABLO 2: Yüzey pürüzlülüğü (Ra) bulguları.

Ra (µm)	VMII	IPS	VE	LU	VS	YZ-ST
Ortalama	1,76 ^b	1,57 ^b	0,55 ^a	0,39 ^a	0,83 ^a	2,07 ^c
Standart sapma	0,58	0,25	0,13	0,15	0,27	0,71

*Aynı küçük harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermektedir (p>.05, Tukey HSD post-hoc test).

TABLO 3: Örnek yüzeylerine ait *S. mutans* adezyonu bulguları.

CFU×10 ⁵	VMII	IPS	VE	LU	VS	YZ-ST
Ortalama	723,2 ^b	367,9 ^a	216,3 ^a	283,4 ^a	519,06 ^b	1198,0 ^d
Standart sapma	151,6	74,5	62,1	49,6	93,5	173,2

*Aynı küçük harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermektedir (p>.05, Tukey HSD post-hoc test).

YZ-ST grubunda (2,07±0,71 µm), en düşük ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri ise LU grubunda (0,39±0,15 µm) tespit edildi. VE, LU ve VS grupları arasında ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 2) (p>.05). Çalışmamızda yer alan farklı tam seramiklerin en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerinden en düşüğe doğru sıralaması;

YZ-ST> VMII> IPS> VS> VE> LU şeklindedir.

Çalışmamızda kullanılan materyallere ait bakteri adezyonu bulguları Tablo 3'te görülmektedir. En yüksek bakteri adezyonu bulguları YZ-ST grubunda, en düşük bakteri adezyonu ise VE grubunda saptandı. IPS, VE ve LU grupları arasında bakteri adezyonu değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>.05) ve bu gruplara ait bakteri adezyonu bulguları VMII ve VS gruplarına ait bakteri adezyonu değerlerinden anlamlı düzeyde düşük bulundu (p<.05, Tablo 3).

TARTIŞMA

Çalışmamızda, güncel tam seramik malzemelerin, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu incelendi. Kullanılan seramik malzeme çeşidinin, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu bulgularını etkilediği belirlendi ve test edilen geçersiz hipotez reddedildi.

Protetik restorasyonların yapımında kullanılan tam seramik sistemlerin yüzey özellikleri ve iyi derecede cilalanabilir olmaları, biyofilm tabakasının

kolay uzaklaştırılabilmesi ve potansiyel bakteri kolonizasyonunun önlenmesi açısından önemlidir.¹¹⁻¹³ Ancak, temizlenmesi zor olan subinjival alanlar ya da implant destekli protetik restorasyonlardaki implant-abutment bağlantısı gibi yapısal unsurlar; bakteri adezyonu ve kolonizasyonuna elverişli bölgelerdir.¹⁶

Dental materyallerde yüzey pürüzlülüğünün, malzemede renk değişikliği ve plak birikimine sebep olacağı bildirilmiştir.^{11,13,17} Ağız ortamında kullanılan restoratif materyallerin ortalama yüzey pürüzlülüğünün 0,2 µm ve altında olması gerektiği belirtilmiştir.¹⁷ Yapılan araştırmalar, yüzey pürüzlülüğünün; materyalin yapısındaki porözite, inorganik doldurucu içeriği, doldurucu tipi ve boyutu gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişebildiğini göstermektedir.^{11-14,17} Çalışmamızda en düşük yüzey pürüzlülüğü LU grubunda, en yüksek yüzey pürüzlülüğü ise YZ-ST grubunda elde edildi. VE, LU ve VS gruplarında birbirlerine benzer ve 0,39-0,83 µm aralığında değişen yüzey pürüzlülüğü değerleri saptandı (Tablo 3). Materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki farklılıkların, kullanılan malzemeler arasındaki mikroyapısal ve kimyasal farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda kullanılan materyaller; kimyasal içerik, doldurucu miktarı ve partikül boyutu açısından farklılıklar göstermektedir (Tablo 1). Resin modifiye nanoseramiğin (LU) partikül büyüklüğünün nanometre boyutunda olmasının; daha iyi cilalanabilmesini, dolayısıyla yüzey pürüzlülüğünün de diğer gruplar ile karşılaştırıldığında daha düşük olmasını sağladığı dü-

şünülmektedir.^{5,18} Dental materyallerde, yüzey pürüzlülüğünü inceleyen pek çok çalışmada; büyük partiküllü materyallerin, yüzey pürüzlülük değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.^{7,14,17} Çalışmamızda da kullanılan YZ-ST zirkonya bloğun partikül boyutunun, daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermesinde etkili olduğu düşünülmektedir.¹⁹ Mörmann ve ark., 2013 yılında, hibrid seramik, feldspatik seramik ve rezin modifiye nanoseramiğin yüzey özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; hibrid seramik ve rezin modifiye nanoseramiğin benzer yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiğini bildirmiştir.¹⁸ CAD-CAM materyallerinin yüzey pürüzlülüğünü inceleyen ve benzer sonuçlar bildiren başka çalışmalar da bulunmaktadır.^{17,20} Kouzimi ve ark., 2015 yılında yayımladıkları çalışmalarında, rezin matriks esaslı CAD/CAM materyallerinin (Reçine nanoseramik ve hibrid seramik) yüzey pürüzlülük değerlerini incelemiş ve materyaller için: 0,010-0,029 µm aralığında değişen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri bildirmiştir.¹⁷ 2018 yılında yayımlanan ve diş fırçalamanın CAD/CAM materyallerinin (Reçine nanoseramik, hibrid seramik, feldspatik seramik) yüzey özelliklerine etkisini inceleyen bir başka çalışmada da fırçalama deneyi öncesi; reçine nanoseramik materyalin yüzey pürüzlülüğü 0,517 ±0,016 µm, hibrid seramiğin yüzey pürüzlülüğü 0,697±0,023 µm ve feldspatik seramiğin yüzey pürüzlülüğü 0,246±0,017 µm olarak bildirilmiştir.²⁰ Çalışmamızda, bu araştırmadan farklı olarak, feldspatik seramiğin daha yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerine (1,76±0,58 µm) sahip olduğu görüldü. Gözlenen farklılığın; çalışmalarda uygulanan yüzey hazırlama işlemleri, yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemi ve ölçüm sayısı gibi değişkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı tam seramik malzeme yüzeylerinde *S. mutans* adezyonu ve erken dönem biyofilm oluşumu açısından gruplar arasında küçük, ancak anlamlı farklılıklar saptandı. En düşük bakteri adezyonu değerleri VE ve LU gruplarında, en yüksek bakteri adezyonu ise YZ-ST grubunda elde edildi. Yapılan çalışmalarda restoratif materyallerde bakteri adezyonunun; materyalin kimyasal içeriği, yüzey pürüzlülüğü, serbest yüzey enerjisi, hidrofobik veya hidrofilik oluşu gibi faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir.²⁰⁻²³ Bakteri adezyonu için yüzey pürüzlülüğü

önemli bir etkidir ve pek çok çalışmada bakteri adezyonu değerleri ile pozitif bir korelasyon gösterdiği savunulmuştur.^{20,21,24} Çalışmamızda da yüzey pürüzlülüğü değerleri düşük olan VE ve LU gruplarında daha düşük bakteri adezyonu gözlemlendi. Ancak, çalışmanın tamamı göz önünde bulundurulduğunda; yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu arasında pozitif bir korelasyondan bahsedilememektedir. Bu bulgunun, bakteri adezyonunda etkili diğer faktörler ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Örneğin; hidrofobik özellikte olduğu bilinen zirkonya yüzeyine, daha zayıf tutunan *S. mutans*'ın deney sırasında yüzeyden, diğer seramik yüzeylerde olduğundan daha kolay ayrılarak bakteri adezyonu bulgularında düşük değerler elde edilmesine yol açmış olabileceği düşünülmektedir.^{25,26} Ayrıca, çalışmamızda olduğu gibi diğer in vitro çalışmalarda da farklı deneysel koşullar ve bakteri suşları kullanılabilir. Bu farklılıklar da çalışmalarda elde edilen bulguları etkilemektedir.

Konuyla ilgili klinik koşulları taklit eden in vitro ve in vivo çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Bakteri adezyonu ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin; farklı yüzey bitirme yöntemleri, daha farklı restoratif materyal seçenekleri ve simantasyon seçenekleri gibi değişkenlerin de göz önünde bulundurulması incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Güncel tam seramik sistemler, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonu açısından küçük, ancak anlamlı farklılıklar göstermektedir. Klinik pratikte, materyal tercihi sırasında; bakteri adezyonunun, yüzey pürüzlülüğü ve materyalin kimyasal içeriği gibi faktörlerden etkileneceğinin göz önünde bulundurulması faydalı olacaktır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üye-

liği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Nazmiye Şen; **Tasarım:** Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Denetleme/Danışmanlık:** Nazmiye Şen; **Veri Toplama**

ve/veya İşleme: Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Analiz ve/veya Yorum:** Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Kaynak Taraması:** Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Makalenin Yazımı:** Nazmiye Şen; **Eleştirel İnceleme:** Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Nazmiye Şen, Erkin Özcan; **Malzemeler:** Nazmiye Şen.

KAYNAKLAR

- Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. Aust Dent J. 2011;56 Suppl 1:84-96. [Crossref] [PubMed]
- Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. Compend Contin Educ Dent. 2010;31 Spec No 4:2-11.
- Nguyen JF, Ruse D, Phan AC, Sadoun MJ. High-temperature-pressure polymerized resin infiltrated ceramic networks. J Dent Res. 2014;93(1):62-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. J Prosthet Dent. 2007;98(5):389-404. [Crossref]
- Rusin RP, Häberlein I, Schmid B, Stöger H, Hauke M, Brown AM. Plaque growth and activity on a resin nanoceramic CAD/CAM material. Dent Mater. 2013;29(1):24-5. [Crossref]
- Flemming HC, Wingender J. The biofilm matrix. Nat Rev Microbiol. 2010;8(9):623-33. [Crossref] [PubMed]
- Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. J Esthet Restor Dent. 2017;29(6):424-34. [Crossref] [PubMed]
- Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: a review of the current literature. Am J Dent. 2015;28(6):311-20.
- Bremer F, Grade S, Kohorst P, Stiesch M. In vivo biofilm formation on different dental ceramics. Quintessence Int. 2011;42(7):565-74.
- Lemos JA, Quivey RG Jr, Koo H, Abranches J. Streptococcus mutans: a new Gram-positive paradigm? Microbiology. 2013;159(Pt 3):436-45. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Hahnel S, Rosentritt M, Handel G, Bürgers R. Surface characterization of dental ceramics and initial Streptococcal adhesion in vitro. Dent Mater. 2009;25(8):969-75. [Crossref] [PubMed]
- Kawai K, Urano M, Ebisu S. Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. J Prosthet Dent. 2000;83(2):664-7. [Crossref]
- Ionescu A, Wutscher E, Brambilla E, Schneider-Feyrer S, Giessibl F, Hahnel S. Influence of surface properties of resin-based composites on in vitro Streptococcus mutans biofilm development. Eur J Oral Sci. 2012;120(5):458-65. [Crossref] [PubMed]
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and glossmeter. J Mater Sci Mater Med. 2007;18(1):155-63. [Crossref] [PubMed]
- Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. J Oral Rehabil. 1995;22(6):421-7. [Crossref] [PubMed]
- Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. J Clin Periodontol. 2008;35(8 Suppl):286-91. [Crossref] [PubMed]
- Koizumi H, Saiki O, Nogawa H, Hiraba H, Okazaki T, Matsumura H. Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. Dent Mater J. 2015;34(6):881-7. [Crossref] [PubMed]
- Mörmann WH, Stawarczyk B, Ender A, Sener B, Attin T, Mehl A. Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. J Mech Behav Biomed Mater. 2013;20(1):113-25. [Crossref] [PubMed]
- Stawarczyk B, Frevert K, Ender A, Roos M, Sener B, Wimmer T. Comparison of four monolithic zirconia materials with conventional ones: contrast ratio, grain size, four-point flexural strength and two-body wear. J Mech Behav Biomed Mater. 2016;59(6):128-38. [Crossref] [PubMed]
- Şen N, Tuncelli B, Göller G. Surface deterioration of monolithic CAD/CAM restorative materials after artificial abrasive toothbrushing. J Adv Prosthodont. 2018;10(4):271-8. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Yuan C, Wang X, Gao X, Chen F, Liang X, Li D. Effects of surface properties of polymer-based restorative materials on early adhesion of Streptococcus mutans in vitro. J Dent. 2016;54(1):33-40. [Crossref] [PubMed]
- Meier R, Hauser-Gerspach I, Lüthy H, Meyer J. Adhesion of oral streptococci to all-ceramics dental restorative materials in vitro. J Mater Sci Mater Med. 2008;19(3):3249-53. [Crossref] [PubMed]
- van Loosdrecht MCM, Lyklema J, Norde W, Schraa G, Zehnder AJB. Electrophoretic mobility and hydrophobicity as a measure to predict the initial steps of bacterial adhesion. Appl Environ Microbiol. 1987;53(2):1898-901. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Lampin M, Warocquier-Clérout R, Legris C, Degrange M, Sigot-Luizard MF. Correlation between substratum surface roughness and wettability, cell adhesion, and cell migration. J Biomed Mater Res. 1997;36(1):99-108. [Crossref]
- Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations. Dent Mater. 2011;27(1):83-96. [Crossref] [PubMed]
- Milleding P, Gerdes S, Holmberg K, Karlsson S. Surface energy of non-corroded and corroded dental ceramic materials before and after contact with salivary proteins. Eur J Oral Sci. 1999;107(11):384-92. [Crossref] [PubMed]