

Farklı Çok Katmanlı Monolitik Zirkonya Seramiklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Evaluation of Surface Roughness of Different Multilayer Monolithic Zirconia Ceramics

Eda Döğüşçü¹, Özgül Karacaer², Merve Bankoğlu Güngör³

ÖZET

Amaç: Bu *in vitro* çalışmada, monokromatik yapıdaki tek katmanlı ve polikromatik yapıdaki çok katmanlı monolitik zirkonya seramiklerin farklı yüzey işlemleri ve yaşlandırma işlemi sonrası yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Tek katmanlı (ZirCAD MT) ve iki farklı çok katmanlı zirkonya seramik (ZirCAD MT Multi ve ZirCAD Prime) bloklardan 12 x 12 x 1 mm ebatlarında A2 renginde toplam 60 örnek üretildi. Örnekler mekanik polisaj ve glaze işlemlerine göre iki alt gruba ayrıldı (n=10). Sonrasında tüm örnekler, 10000 devir termal siklus ile yaşlandırma işlemine tabi tutuldu. Her grup için yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) profilometre cihazı ile ölçüldü. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi için tekrarlı ölçümlü üç yönlü ANOVA testi kullanıldı ($\alpha=0.05$).

Bulgular: Termal siklus uygulamasıyla ortalama Ra değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<0.05$). Glaze ve polisaj uygulanan gruplarda, termal siklus sonrasında yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirlendi. Glaze gruplarında Ra değerlerinin ortalaması 0.031 μm olarak bulunurken, polisaj gruplarında Ra değerlerinin ortalaması 0.047 μm olarak bulundu ($P<0.05$). ZirCAD MT Multi materyalinde ortalama Ra değerleri diğer monolitik seramik gruplarına göre anlamlı olarak daha düşük bulundu ($P<0.05$). ZirCAD MT ve ZirCAD Prime seramik gruplarında ortalama Ra değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($P=0.476$).

Sonuç: Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, test edilen monolitik zirkonya seramiklerde termal siklus ile yaşlandırma sonrası yüzey pürüzlülüğü değerleri artmaktadır. Glaze işlemi, mekanik polisaj işlemine göre daha az yüzey pürüzlülüğüne neden olmaktadır. Tüm monolitik zirkonya seramik grupları arasında ZirCAD MT Multi materyali daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar yardımlı tasarım; Yüzey özellikleri; Zirkonyum oksit.

ABSTRACT

Aim: The aim of this *in vitro* study is to evaluate the surface roughness of monochromatic monolayer and polychromatic multilayer monolithic zirconia ceramics after different surface treatments and aging process.

Materials and Method: A total of 60 specimens, in A2 color and 12x12x1 dimensions, were prepared from monolayer (ZirCAD MT) and two different multilayered zirconia ceramic blocks (ZirCAD MT Multi and ZirCAD Prime). The specimens were divided into two subgroups according to mechanical polishing and glazing (n=10). Then, all specimens were subjected to 10000 cycles of thermocycling. Average surface roughness values (Ra) for each specimen was measured with a profilometer before and after aging. Repeated measures of three-way ANOVA test was used for the statistical evaluation ($\alpha=0.05$).

Results: The difference between the mean Ra values with the thermocycling was found to be statistically significant ($P<0.05$). Surface roughness increased after thermocycling in glazed and polished groups. The average Ra values of the glazed groups was found to be 0.031 μm , while the average Ra values of the polished groups was 0.047 μm ($P<0.05$). The mean Ra values of ZirCAD MT Multi material were found to be significantly lower than the other monolithic ceramic groups ($P<0.05$). There was no significant difference between mean Ra values in ZirCAD MT and ZirCAD Prime ceramic groups ($P=0.476$).

Conclusion: Within the limitations of this *in vitro* study, thermocycling increases the surface roughness values of the tested monolithic zirconia ceramics. Glazing results in lower surface roughness values than mechanical polishing. Among all monolithic zirconia ceramic groups, ZirCAD MT Multi material has lower surface roughness values.

Keywords: Computer-aided design; Surface properties; Zirconium oxide.

Makale gönderiliş tarihi: 20.01.2023; Yayına kabul tarihi: 14.03.2023

İletişim: Dt. Eda Döğüşçü

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Bışkek Cd.(8.Cd.) 1.Sk. No:8 06490 Emek, Ankara, Türkiye

E-posta: eda.doguscu@gazi.edu.tr

¹ Doktora öğrencisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

² Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

³ Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

GİRİŞ

Monolitik zirkonya seramik restorasyonlar, bilgisayar yardımlı tasarım-bilgisayar yardımlı üretim (CAD-CAM) teknolojileri ile tek parça olarak üretilen veneer seramik ayrılmalarının olmadığı, üstün mekanik özelliklere sahip tam seramik sistemlerdir. Bu sistemler aşınmaya karşı dirençleri ve estetik özellikleri ile son yıllarda birçok üretim tipi ile daha geniş kullanım alanı bulmaktadır.¹ Monolitik zirkonya restorasyonların, formülasyonunda ve mikro yapısında meydana gelen değişiklikler, daha yarı saydam özellikte zirkonya materyallerinin üretilmesi ile sonuçlanmıştır.² İlk üretilen monolitik zirkonyalar 3Y-TZP (%3 mol Y2O3) yapısında iken, daha translusent özellikteki yeni nesil zirkonyalar 4Y-TZP (%4 mol Y2O3) veya 5Y-TZP (%5 mol Y2O3) yapısında- dır. Son zamanlarda, dental restorasyonlarda daha iyi bir estetik görünüm elde edebilmek için farklı nesil zirkonyaların avantajlarını tek bir yapıda birleştirmeyi amaçlayan ve doğal dişlerdeki renk geçişlerini taklit edebilen çok katmanlı (multi-layered) zirkonya sistemleri geliştirilmiştir.³ Çok katmanlı zirkonya bloklar doğal dişlerdeki insizal bölgeden gingival bölgeye doğru azalan translusensi değerini, artan kroma ve opaklığı yansıtan çeşitli renk katmanlarına sahiptir. Zirkonya seramiklerin daha translusent yapıda üretilmelerine yönelik gelişmeler ve doğal diş yapısında bulunan mine dentin arasındaki renk geçişlerine sahip polikromatik özellikteki monolitik zirkonya bloklar mekanik ve estetik özelliklerin bir arada bulunduğu restorasyonlar için oldukça umut verici görünmektedir.⁴

Dental restorasyonlarda pürüzsüz ve parlak yüzeylerin elde edilmesi estetik, fonksiyon ve biyoyumluluk açısından oldukça önemlidir.⁵ Pürüzlü yüzeyler, pürüzsüz yüzeylere göre daha yüksek sürtünme katsayısına sahiptir ve daha hızlı aşınırlar.⁶ Seramik yüzeylerindeki pürüzlülük değeri arttıkça buna bağlı olarak karşıt dişte oluşturduğu aşınma miktarı da artmaktadır.⁷⁻⁹ Serbest yüzey enerjisi pürüzlü yüzeylerde daha küçük olduğundan bu bölgelerde mikro-organizmaların yerleşimi ve birikimi daha kolay hale gelmekte leke, plak ve diş taşı birikimi artmaktadır.^{7,9-11} Bu durumun sonucu olarak renk stabilitesi ve estetik kalite düşmekte, yumuşak doku reaksiyonları ve diş eti enfeksiyonu riski artmaktadır.^{7,9-11} Aynı zamanda, pürüzlü yüzeyler stres yoğunlaşmasına yol açarak restorasyonun dayanıklılığını azaltmakta

ve kırılma riskini arttırmaktadır.¹² Bu olumsuzlukları gidermek, hastaya teslim edilecek seramik restorasyonlarda uygun estetik ve fonksiyon ile hasta konforu sağlamak aynı zamanda iyi bir ağız hijyeni ve klinik başarı elde edebilmek için restorasyonların yüzey pürüzlülüğü en aza indirilmelidir.⁸ Bu nedenle farklı metotlarla uygulanan yüzey bitirme işlemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkinlikleri iyi bilinmelidir.⁵ Dental restorasyonlar, estetik ve fonksiyonel görevlerini yerine getirirken, ağız içerisindeki doku ve sıvılarla temas halinde oldukları için yaşlanma eğilimindedirler. Bir restorasyonun yüzey özelliklerinin yaşlanma sonrası stabil kalması da kullanılan materyalin başarısını belirleyen başlıca faktörlerden biridir.¹³

Bu çalışmada glaze ve mekanik polisaj işlemleri uygulanan farklı yapıdaki monolitik zirkonya seramiklerin yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Bu çalışmanın hipotezi; farklı yapıdaki monolitik zirkonya materyallere uygulanan termal siklusla yapay yaşlandırma ve farklı yüzey işlemlerinin materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyeceği yönündedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada tek katmanlı monolitik zirkonya örnekler ZirCAD MT (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) bloktan, çok katmanlı monolitik zirkonya örnekler ise ZirCAD MT Multi (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) ve ZirCAD Prime (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) bloklardan elde edildi. Çalışmada kullanılan materyallerin üretici ve içerik bilgileri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Monolitik zirkonya bloklardan, dakikada 3000 devir ile su soğutması altında hassas kesit alma cihazı (Metkon Micracut 201, Bursa, Türkiye) kullanılarak 15 x 15 x 1.25 (±0.5) mm boyutlarında toplam 60 adet örnek elde edildi. Örnekler, sinterizasyon ve zımparalama işlemleri sonrası aşınma miktarı göz önünde bulundurularak, elde edilmek istenen sonuç örnek boyutundan daha büyük boyutta elde edildi. Örnek boyutlarını kontrol etmek için dijital kumpas kullanıldı. Elde edilen örneklerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla tüm örnekler zımpara makinasında (Metkon GRIPO, Bursa, Türkiye) 600 gren boyutunda silikon karbid zımpara kağıtlarla su altında zımparalandı. Örnekler, sinterizasyon sonrası %25 oranında büzülme gözleneceği hesap

edilerek, dijital kumpas ile ölçülerek 15 x 15 x 1.25 (± 0.2) mm boyutlarında hazırlandı. Zirkonya örnekler üretici firmanın talimatları doğrultusunda InFire HTC Speed (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) sinterleme fırınında uygun ısı ve sürelerde sinterlendi. Sinterizasyon sonrası örneklerin 12 x 12 x 1 (± 0.2) mm boyutlarına ulaşım ulaşımadığı dijital kumpas ile kontrol edildi.

Çalışmada kullanılan monolitik zirkonya seramik bloklar farklı yapı ve içeriklerine göre üç ana gruba ayrıldı. Bütün monolitik zirkonya seramik bloklar A2 renk seçildi. Sinterizasyon sonrası elde edilen örnekler glaze ve mekanik polisaj grubu olarak her biri 10 örnekten oluşan 2 alt gruba ayrıldı. Farklı yüzey işlemleri uygulanmadan önce tüm örneklerin ölçüm yapılacak yüzeyi, sırasıyla 600, 800 ve 1200 gren boyutuna sahip silikon karbid kağıtlarla akan su altında 20 sn zımparalandı.

Glaze grubundaki tüm örneklere üretici talimatlarına göre uygun miktarda glaze tozu (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) ve glaze likidi (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) bir spatül ile karıştırılarak elde edilen karışım örneklerin yüzeyine fırça yardımıyla uygulandı. Firmaların önerdiği fırınlama programı ile uygun ısı ve süre ayarlanarak porselen fırınında (Programat X1, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) glaze işlemi yapıldı.

Polisaj işlemi için (Eve Diacera H8DCmf; EVA Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Almanya) polisaj lastik seti kullanıldı. Çalışmada örneklerin ölçüm yapılacak yüzeylerine, laboratuvar piyasemeniyle (Kavo Ewl 4990; KaVo Dental GmbH, Almanya) üretici talimatlarına uygun olarak 12000 rpm hızda, sırasıyla yeşil ve turuncu lastik diskler 60 sn süreyle uygulandı. Her bir örneğe toplamda 2 dk mekanik polisaj yapıldı. Her 10 örnek için kullanılan parlatma lastikleri değiştirildi. Polisaj işlemi sabit basınç ile aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Polisaj kitini takiben polisaj patı (Renfert Polish ZrO₂; Renfert, Hilzingen, Almanya) 10000 rpm sabit hızda ayarlanan piyasemen ile fırça yardımıyla 60 sn süre uygulandı.

Yüzey işlemleri uygulanan tüm örnekler yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmadan önce üzerindeki artık maddelerden arındırılması amacıyla distile su içeren ultrasonik banyoda (Euronda; Erosonic Energy, İtalya) 10 dk temizlendi ve kurutuldu. Profilometre ile yüzey pürüzlülük ölçümleri için, profilometre cihazı (Marsurf M300; Mahr GmbH, Göttingen, Almanya) kullanıldı. Cihaz, her grup için ölçüm yapılmadan önce kalibre edildi. Tarayıcı uç, ZirCAD MT (3Y-TZP) örnek yüzeylerinin merkezine, ZirCAD MT Multi (4Y/5Y-TZP) ve ZirCAD Prime (3Y/5Y-TZP) örnek yüzeylerinin insizal, geçiş ve dentin katmanlarını görecekte dik konumda yerleştirildi. Pürüzlülük ölçümü her örnek için üç kere tekrarlandıktan sonra, elde edilen değerlerin (Ra) ortalamaları alındı.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan monolitik zirkonya bloklar ve içerikleri

Materyal	Ticari isim	Üretici firma	İçerik
Tek katmanlı monolitik zirkonya seramik	IPS e.max ZirCAD MT	Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn	Zirkonyum oksit (ZrO ₂): %86 – %93.5 Yttrium oksit (Y ₂ O ₃): > %6.5 – ≤ %8 Hafnium oksit (HfO ₂): ≤ %5 Aluminyum oksit: (Al ₂ O ₃): ≤ %1 Diğer oksitler: ≤ %1
Çok katmanlı monolitik zirkonya seramik	IPS e.max ZirCAD Prime	Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn	Zirkonyum oksit (ZrO ₂): %88 – %95.5 Yttrium oksit (Y ₂ O ₃): > %4.5 – ≤ %7 Hafnium oksit (HfO ₂): ≤ %5 Aluminyum oksit: (Al ₂ O ₃): ≤ %1 Diğer oksitler: ≤ %1.5
	IPS e.max ZirCAD MT Multi	Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn	Zirkonyum oksit (ZrO ₂): %86 – %93.5 Yttrium oksit (Y ₂ O ₃): > %6.5 – ≤ %8 Hafnium oksit (HfO ₂): ≤ %5 Aluminyum oksit: (Al ₂ O ₃): ≤ %1 Diğer oksitler: ≤ %1

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tamamlanan örnekler, küçük fileler içerisinde sepetlere yerleştirildi ve termal döngü cihazında (Mechatronic thermo-cycler, Seelbach, Almanya) her su banyosunda 30 sn ve banyolar arasında 10 sn bekletme süresi olacak şekilde 5-55 °C (± 2)' lik su içerisinde 10000 kez termal sıklusa tabi tutuldu. Yaşlandırma işlemi sonrası örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tekrarlandı ve elde edilen değerlerin (Ra) ortalamaları alındı.

Bu çalışmada elde edilen veriler SPSS 20 programıyla (IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp) analiz edildi. Termal siklus uygulamasıyla Ra değerlerinde meydana gelen değişim üç yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile gerçekleştirildi. Sferisite varsayımı sağlanamadığı için Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanıldı. Farklı seramik materyallerine ait yüzey pürüzlülüğü değerleri Tukey HSD testi ile değerlendirildi. Sonuçlar $\alpha=0.05$ için anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Üç yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucuna göre, seramik türü, yüzey işlemi ve termal siklus uygulamasıyla Ra değerlerinde meydana gelen değişim arasında interaksyon bulunmadı ($P=0.576$). Termal siklus uygulamasıyla ortalama Ra değerleri arasındaki değişim (Ra termal siklus öncesi- Ra termal siklus sonrası) istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<0.05$) (Tablo 2). Ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri yüzey işlemine göre farklılık göstermektedir ($P<0.05$). Glaze ve polisaj işlemi uygulanan gruplarda termal siklus sonrasında yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. Glaze gruplarında Ra değerlerinin ortalaması 0.031 μ m bulunurken, polisaj gruplarında Ra değerlerinin ortalaması 0.047 μ m olarak bulundu.

Seramik türlerindeki farklılığın ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<0.05$). Glaze işlemi ve mekanik polisaj işlemi uygulanan örneklerde en düşük pürüzlülük

Tablo 2. Yaşlandırma işlemi öncesi ve sonrası ortalama Ra (μ m) ve standart sapma (SS) değerleri

	Materyal	Yüzey İşlemi	Ortalama	SS	n
Ra (Termal siklus öncesi)	ZirCAD MT	Glaze	0.028	0.007	10
		Mekanik polisaj	0.053	0.017	10
		Toplam	0.041	0.018	20
	ZirCAD	Glaze	0.02	0.003	10
		Mekanik polisaj	0.034	0.007	10
	Multi	Toplam	0.027	0.009	20
		ZirCAD	Glaze	0.03	0.01
	Prime	Mekanik polisaj	0.043	0.01	10
		Toplam	0.037	0.012	20
	Toplam	Glaze	0.026	0.008	30
		Mekanik polisaj	0.044	0.014	30
		Toplam	0.035	0.014	60
Ra (Termal siklus sonrası)	ZirCAD MT	Glaze	0.037	0.01	10
		Mekanik polisaj	0.056	0.12	10
		Toplam	0.047	0.015	20
	ZirCAD	Glaze	0.033	0.004	10
		Mekanik polisaj	0.047	0.006	10
	Multi	Toplam	0.04	0.009	20
		ZirCAD	Glaze	0.04	0.007
	Prime	Mekanik polisaj	0.051	0.006	10
		Toplam	0.045	0.008	20
	Toplam	Glaze	0.037	0.008	30
		Mekanik polisaj	0.05	0.009	30
		Toplam	0.044	0.01	60

değerlerini çok katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD MT Multi gösterdi ($P<0.05$). Ancak tek katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD MT ve çok katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD Prime seramik gruplarının yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı ($P=0.476$).

TARTIŞMA

Diş hekimliğinde güncel uygulamalardan biri olan CAD-CAM sistemleri hem üretim, hem de materyallerdeki çeşitliliği arttıran bir sistemdir. Günümüzde, farklı firmalara ait farklı yapı ve içeriklerde üretilen birçok monolitik zirkonya seramik sistemi bulunmaktadır. Bu çeşitlilik materyal seçiminde avantaj gibi görülmekle birlikte hekimin uygun materyal seçimini zorlaştıran bir etkidir. Kullanılan materyalin yüzey özellikleri klinik başarıyı belirleyen başlıca faktörlerden biridir.¹² Literatürde yeni geliştirilen monolitik zirkonya seramiklerin yüzey özellikleri ile ilgili yeterli bilginin olmaması bu konu ile ilgili daha fazla araştırma yapılması ihtiyacını yaratmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada gelişmiş estetik özelliklere sahip yeni nesil çok katmanlı ve tek katmanlı monolitik zirkonya restorasyonlara uygulanan yüzey işlemlerinin etkinliklerinin ve birbirlerine karşı avantajlarının saptanarak, yüzey işlemlerinin ve termal siklus işleminin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin incelenmesi hedeflendi. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde yüzey işlemi ve termal siklus ile yaşlandırma faktörlerinin yüzey pürüzlülüğü değerine anlamlı etki ettiği görüldü. Bu nedenle farklı yapıdaki monolitik zirkonya materyallere uygulanan termal siklusla yapıp yaşlandırma ve farklı yüzey işlemlerinin materyallerin pürüzlülüğünü etkileyeceği yönündeki hipotez kabul edildi.

Seramik restorasyonlara uygulanan yüzey işlemleri ile yüzey pürüzlülüğünün en aza indirilmesi ve uzun dönem bozulmadan devam etmesi restorasyonun başarısı için önemli bir kriterdir. *In vitro* çalışmalarda; klinik çalışmalarla benzerlik sağlanabilmesi için ağız ortamındaki ısı ve pH değişimlerinin taklit edilmesi gerekmektedir.¹³ Bu materyallerle ilgili *in vivo* koşullarda yapılan deneylerin zaman alıcı olması ve uygulama zorluğu nedeniyle, yapılan işlemlerin etkinliklerini değerlendirmek ve uzun dönemdeki davranışlarını önceden tahmin edebilmek amacıyla laboratuvar koşullarında uygulanan birtakım yön-

temler vardır. Bu yöntemlerden biri de termal siklus yöntemidir.¹⁴ Termal siklus deneylerinde, örnekler farklı ısı derecelerinde su bulunan banyolarda belirli zaman dilimlerinde tutulurlar ve bu termal siklus işlemi birçok kez tekrar edilir. Sıcaklığı 5 °C ve 55 °C olan su banyoları içerisinde yapılan 10000 devir termal siklus, yaklaşık olarak 1 yıllık ağız içi kullanıma karşılık gelmektedir.¹³ Bu çalışmada materyallere bir yıllık yaşlanmaya eş değer olan 10000 devir termal siklus ile yaşlandırma işlemi uygulandı.

Ağız içi ortamda bulunan yüzeylerin pürüzlü olması bakterilerin tutunmasına neden olabileceğinden klinik olarak önemlidir. Bakteriyel tutunmanın artması, çürük oluşumu ve diş eti enfeksiyonu gibi problemlere yol açtığı için ağız içerisine uygulanan restorasyonların yüzey pürüzlülüğünün en az seviyede olması gerekmektedir.¹⁵ Profilometre cihazı, yüzey pürüzlülüğünün niceleyici olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.¹⁶ Bu cihaz ile yüzey pürüzlülüğü değerleri rakamsal olarak elde edilebilmektedir.¹⁷ Bu değerlerden Ra (ortalama yüzey pürüzlülüğü), belirli bir ölçüm mesafesinde, yüzeydeki tüm yükseklik ve derinliklerin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir.¹⁸ Uygun bir eşik belirlenmemiş olmasına rağmen, 0.2 µm'nin üzerindeki Ra pürüzlülük değerinin bakteri tutulumu, diş eti enfeksiyonu ve aynı zamanda çürük gelişme riski gibi olumsuz etkilere neden olabileceği bildirilmiştir. 0.3 µm'nin üzerindeki değerler ise dil tarafından algılanarak hasta konforunu olumsuz yönde etkilemektedir.¹⁹ Bu çalışmada her üç monolitik zirkonya seramik türü için glazeli ve polisajlı yüzeylerdeki yaşlandırma öncesi ve sonrası Ra değerleri sonuçları klinik olarak kabul edilebilir bulundu.

Seramik yüzeylerine uygulanan glaze işlemi önemli ve etkili bir yüzey parlatma yöntemidir. Yapılan çalışmalarda, glaze işlemi uygulanan seramik yüzeylerin ideal pürüzsüz yüzey özellikleri gösterdiği belirtilmiştir.^{20,21} Çeşitli porselen türleriyle yapılan birçok çalışmada, mekanik polisaj işlemi uygulanan yüzeylerde yüzey düzensizliklerinin belirli bir miktar azaltılıp daha az pürüzlü yüzeyler elde edilebileceği fakat glaze işlemi ile elde edilen yüzey pürüzsüzlüğüne ulaşamayacağı belirtilmiştir.^{22,23} Bunun yanı sıra glaze işlemi uygulanan gruplar ile polisaj lastikleriyle mekanik parlatma işlemi yapılan gruplar arasında bir fark bulunmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.²⁴⁻²⁶ Preis ve ark.²⁷ tarafından yapılan bir çalışmada, monolitik zirkonya restorasyonlara uygu-

lanan mekanik polisaj işlemlerinde yaklaşık 0.2 µm yüzey pürüzlülük değerinin olduğu ve bu değer glaze işlemi uygulanan yüzeylerde ölçülen pürüzlülük değerine benzer ya da daha az olduğu belirtilmiştir.

Toma ve ark.²⁸ tarafından yapılan çalışmada üç farklı çok katmanlı monolitik zirkonya seramiklerin (4 Y-TZP, 4Y-TZP + 5 Y-TZP, 5Y-TZP) servikal, orta ve insizal katmanlardan örnekler elde edilip, örneklerin yarısına glaze diğer yarısına mekanik polisaj işlemi uygulanarak yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; süper yarı saydam (4 Y-TZP) seramiğin süper yüksek yarı saydam (5 Y-TZP) seramik materyale göre yaşlandırma işleminden daha fazla etkilendiği, yüzey özellikleri açısından katmanlar arasında önemli bir fark olmadığı, yüzey işlemlerinin (glaze ve mekanik polisaj) yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve glazeli yüzeylerin polisajlı yüzeylere göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğu belirtilmiştir. Ancak bu çalışmanın sonuçlarına göre, glaze işlemi uygulanmış yüzeylerin yüzey pürüzlülüğü değerleri polisaj işlemi uygulanmış örneklerle göre daha düşüktür. Glaze işlemi ve polisaj işlemi uygulanmış monolitik zirkonya restorasyonların yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırıldığı çalışmalarda farklı görüş farklılıklarının, yüzey işlemlerinin uygulama yöntemleri arasındaki farklılıktan ve polisaj işlemi sürelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Al Hamad ve ark.²⁹ tarafından yapılan çalışmada, ultra translüsent monolitik zirkonya ile translüsent monolitik zirkonya kıyaslanmış ve translüsent monolitik zirkonyanın polisajlanabilirlik özelliğinin daha fazla olduğu bildirilmiştir. Jum'ah ve ark.³⁰ tarafından yapılan çalışmada 3Y-TZP, 5Y-TZP ve 8Y-TZP monolitik zirkonya örneklerine, glaze işlemi, farklı aşamalarda uygulanan polisaj kiti ve polisaj kitine ilaveten polisaj patı uygulayarak farklı yüzey işlemleri sonrası yüzey pürüzlülükleri değerlendirilmiştir. 5Y-TZP ve 8Y-TZP monolitik zirkonya materyalleri ile geleneksel 3Y-TZP karşılaştırıldığında, geleneksel 3Y-TZP monolitik zirkonya materyallerinin daha az pürüzlü yüzeye sahip olduğu görülmüştür. 3Y-TZP'ye 4 aşamalı polisaj protokolü uygulamasında en düşük yüzey pürüzlülüğü elde edilmiştir. Benzer çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde, monolitik zirkonyada yttria oranı arttıkça yüzey deformasyonuna eğilimin arttığı ve translüsent monolitik zirkonyanın polisaj-

lanmasının geleneksel monolitik zirkonyaya kıyasla daha karmaşık olduğu düşünülmektedir. Ancak bu çalışmada kullanılan monolitik zirkonya materyallerinin glaze ve mekanik polisaj gruplarında yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; en düşük değerler çok katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD MT Multi seramik grubunda görüldü. Çok katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD Prime ve tek katmanlı monolitik zirkonya materyali olan ZirCAD MT seramik grupları arasında anlamlı bir farklılık görülmedi. Çalışmalar arasındaki farklı sonuçların, zirkonya örneklerin farklı şekillerde hazırlanmasına veya yüzey işlemlerindeki uygulama yöntemleri arasındaki farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Sonuçlara bakıldığında zirkonya seramiklere uygulanan mekanik polisaj ve glaze işlemleri yüzey pürüzlülüğünü azaltmada klinik olarak kabul edilebilir metotlardır. Ancak laboratuvarında gerçekleştirilen glaze işlemi üretim sırasında seramiklerin yapısında meydana gelen mikro çatlakları doldurarak mekanik polisaj işlemine göre daha pürüzsüz yüzeyler oluşturması, daha kolay ve kısa sürede uygulanması gibi avantajları sayesinde monolitik zirkonya seramiklerin parlatılması için etkili ve yeterli bir yöntem olarak tercih edilebilir. Yalnızca bir markaya ait monolitik zirkonya seramiklerin ve tek çeşit polisaj kitinin değerlendirilmiş olması çalışmanın sınırlamalarıdır. Gelecekteki çalışmalar için farklı monolitik zirkonya seramik ve polisaj kitinin kullanımı ile birlikte farklı yaşlandırma işlemlerinin pürüzlülüğe etkisi incelenebilir. Monolitik zirkonya restorasyonların bitirme ve parlatma işlemlerinin materyalin fiziksel ve mekanik özellikleri ile klinik ömrüne etkisi ilave araştırmalarla desteklenmelidir.

SONUÇ

Sabit protetik restorasyonların biyolojik, estetik ve biyomekanik açıdan başarılı olmaları için porselen yüzeylerinin mümkün olduğunca pürüzsüz olması gerekmektedir. Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, test edilen monolitik zirkonya seramiklerde termal siklus ile yaşlandırma uygulaması sonucu yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirlendi. Glaze işlemi uygulanan örnekler mekanik polisaj işlemi uygulanan örneklerden daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdi. Bu nedenle, monolitik zirkonya restorasyonlara uygulanan yüzey bitim işlemlerinde, daha

pürüzsüz yüzeyler elde edebilmek için glaze işlemi uygulaması tavsiye edilmektedir. Ancak klinik başarıları hakkında kesin bir sonuca ulaşmak için daha fazla klinik ve laboratuvar çalışmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Alghazzawi TF, Lemons J, Liu PR, Essig ME, Janowski GM. The failure load of CAD/CAM generated zirconia and glass-ceramic laminate veneers with different preparation designs. *J Prosthet Dent* 2012;108:386-93.
2. Shahmiri R, Standard OC, Hart JN, Sorrell CC. Optical properties of zirconia ceramics for esthetic dental restorations. *J Prosthet Dent* 2018;119:36-46.
3. Ueda K, Güth JF, Erdelt K, Stimmelmayer M, Kappert H. Light transmittance by a multi-coloured zirconia material. *Dent Mater J* 2015;34:310-4.
4. Karabaş Y. Yaşlandırma İşleminin Translucensi'si Arttırılmış Monolitik Zirkonya Materyallerinin Renk ve Işık Geçirgenliklerine Etkisi [tez]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2019.
5. Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 2004;29:203-11.
6. Guazzato M, Quach L, Albakry M, Swain MV. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic. *Int J Dent* 2005;33:9-18.
7. Chu F, Frankel N, Smales RJ. Surface roughness and flexural strength of self-glazed, polished, and reglazed In-Ceram/Vitadur Alpha porcelain laminates. *Int J Prosthodont* 2000;13:66-71.
8. Tholt B, Miranda-Júnior WG, Prioli R, Thompson J, Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent* 2006;31:442-9.
9. Wright MD, Masri R, Driscoll CF, Romberg E, Thompson GA, Runyan DA. Comparison of three systems for the polishing of an ultra-low fusing dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2004;92:486-90.
10. Kawai K, Urano M, Ebisu S. Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. *J Prosthet Dent* 2000;83:664-7.
11. Martínez-Gomis J, Bizar J, Anglada JM, Samsó J, Peraire M. Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont* 2003;6:74-7.
12. Papanagiotou HP, Morgano SM, Giordano RA, Pober R. In vitro evaluation of low-temperature aging effects and finishing procedures on the flexural strength and structural stability of Y-TZP dental ceramics. *J Prosthet Dent* 2006;96:154-64.
13. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Int J Dent* 1999;27:89-99.
14. Papacchini F, Toledano M, Monticelli F, Osorio R, Radovic I, Polimeni A, *et al.* Hydrolytic stability of composite repair bond. *Eur J Oral Sci* 2007;115:417-24.
15. Hmaidouch R, Müller WD, Lauer HC, Weigl P. Surface roughness of zirconia for full-contour crowns after clinically simulated grinding and polishing. *Int J Oral Sci* 2014;6:241-6.
16. Steiner R, Beier US, Heiss-Kisielewsky I, Engelmeier R, Dumfahrt H, Dhima M. Adjusting dental ceramics: An *in vitro* evaluation of the ability of various ceramic polishing kits to mimic glazed dental ceramic surface. *J Prosthet Dent* 2015;113:616-22.
17. Wan Bakar WZ, McIntyre J. Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive acids. *Aust Dent J* 2008;53:226-34.
18. Karahanlı IA. Farklı yüzey işlemleri uygulanmış alaşım gruplarına bakteri tutunmasının *in vitro* olarak değerlendirilmesi [tez]. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2002.
19. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The *in vivo* perception of roughness of restorations. *Br Dent J* 2004;196:42-5.
20. Günay Y, Atay A, Ozkan Y, Akyil MS, Karayazgan B, Toksoy F. Effect of colored beverages on the color stability of feldspathic porcelain subjected to various surface treatments. *Quintessence Int* 2009;40:41-8.
21. Magne P, Oh WS, Pintado MR, DeLong R. Wear of enamel and veneering ceramics after laboratory and chairside finishing procedures. *J Prosthet Dent* 1999;82:669-79.
22. Patterson CJW, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. *J Prosthet Dent* 1992;68:402-6.
23. Patterson CJW, McLundie AC, Stirrups DR, Taylor WG. Refinishing of porcelain by using a refinishing kit. *J Prosthet Dent* 1991;65:383-8.
24. Sarac D, Sarac YS, Yuzbasioglu E, Bal S. The effects of porcelain polishing systems on the color and surface texture of feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent* 2006;96:122-8.
25. Brewer JD, Garlapo DA, Chipps EA, Tedesco LA. Clinical discrimination between autoglazed and polished porcelain surfaces. *J Prosthet Dent* 1990;64:631-5.
26. Aykent F, İnan Ö, Üşümez A, Sevimay M. Farklı polisaj yöntemleri uygulanan seramiklerde yüzey pürüzlülüğünün incelenmesi. *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg* 2001;18:63-7.
27. Preis V, Schmalzbauer M, Bougeard D, Schneider-Feyrer S, Rosentritt M. Surface properties of monolithic zirconia after dental adjustment treatments and *in vitro* wear simulation. *Int J Dent* 2015;43:133-9.
28. Toma FR, Bîrdeanu MI, Utu ID, Vasiliu RD, Moleriu LC, Porojan L. Surface Characteristics of High Translucent Multilayered Dental Zirconia Related to Aging. *Materials* 2022;15:3606.
29. Al Hamad KQ, Al-Addous AMA, Al-Wahadni AM, Baba NZ, Goodacre BJ. Surface roughness of monolithic and layered zirconia restorations at different stages of finishing and polishing: an *in vitro* study. *J Prosthodont* 2019;28:818-25.
30. Jum'ah AA, Brunton PA, Li KC, Waddell JN. Simulated clinical adjustment and intra-oral polishing of two translucent, monolithic zirconia dental ceramics: An *in vitro* investigation of surface roughness. *Int J Dent* 2020;101:103447.