

# Farklı Yüzey İşlemlerinin Porselen Restorasyonların Bükülme Direncine Etkisi

## Effect of Different Surface Treatments on Flexural Strength of Porcelain Restorations

Ergül ERTÜRK,<sup>a</sup>  
Çağatay DAYAN,<sup>b</sup>  
Necat TUNCER<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Diş Servisi,  
Protetik Diş Tedavisi Kliniği,  
Erzurum Mareşal Çakmak  
Askeri Hastanesi, Erzurum  
<sup>b</sup>Diş Protez Teknolojisi Bölümü  
İstanbul Üniversitesi  
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
<sup>c</sup>Protetik Diş Tedavisi AD,  
İstanbul Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 27.11.2014  
Kabul Tarihi/Accepted: 05.02.2015

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Çağatay DAYAN  
İstanbul Üniversitesi  
Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
Diş Protez Teknolojisi Bölümü, İstanbul,  
TÜRKİYE/TURKEY  
cagataydayan@hotmail.com

**ÖZET Amaç:** Farklı yüzey bitirme teknikleri uygulanan farklı porselen yüzeylerinin çiğneme yükleri altındaki mekanik özellikleri sürekli araştırılan ve geliştirilmeye çalışılan bir konudur. Çalışmanın amacı; porselen yüzeyine uygulanan farklı bitirme tekniklerinin, farklı porselen sistemlerinin bükülme direncine etkisini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada; sekiz farklı porselen sistemi [IPS d. SIGN (Ivoclar Schaan, Liechtenstein), Antagon (Elephant Hoorn, Hollanda), Matchmaker (Davis Schottlander & Davis Ltd., İngiltere), Ceramco 3 (DeguDent GmbH, ABD), Vita VMK 95 (Vita, Almanya), HeraCeram (Heraeus Kulzer, Almanya), Vitadur Alpha (Vita, Almanya), IPS Empress (IvoclarSchaan, Liechtenstein) kullanılarak her birinden 70 adet olacak şekilde 6x2x13 mm boyutlarında toplam 560 adet porselen örnek hazırlanmıştır. Örnekler Zımpara, Lastik, Sof-Lex, Pasta, Otolglaze, Overglaze ve iyon değişimi yöntemi olmak üzere gruplara ayrılmıştır. Hazırlanmış olan örnekler 0,05 inch/dk'lık başlık hızında üç nokta (bükülme direnci) testine tabi tutulmuştur. Elde edilen değerler Newton olarak kaydedilmiş ve daha sonra Mpa'ya dönüştürülmüştür. **Bulgular:** İstatistiksel analiz için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (p<0,05). Overglaze, otoglaze ve iyon değişimi işlemleri daha yüksek bükülme dayanıklılığı sonuçları vermiştir. Farklı yüzey işlemleri yapılan porselen örnekler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar saptanmıştır (p<0,001). **Sonuç:** Porselen dayanıklılığını en fazla iyon değişimi artırmıştır. Matchmaker porselenin en fazla bükülme dayanıklılığına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dental porselen; yüzey özellikleri

**ABSTRACT Objective:** The mechanical properties of different porcelain surface that applied different finishing techniques under masticatory loads continuously researched and is a matter of trying to be developed. The purpose of the study was to evaluate the effect of different porcelain surface treatments on flexural strength of different porcelain systems. **Material and Methods:** Eight different porcelain systems (IPS d. SIGN (Ivoclar Schaan, Liechtenstein), Antagon (Elephant Hoorn, Holland), Matchmaker (Davis Schottlander & Davis Ltd., England), Ceramco 3 (DeguDent GmbH, USA), Vita VMK 95 (Vita, Germany), HeraCeram (Heraeus Kulzer, Germany), Vitadur Alpha (Vita, Germany), IPS Empress (IvoclarSchaan, Liechtenstein) were used in the study. Standardized specimens 6x2x13 mm were made using each material. Eight groups of seventy porcelain specimens (totally 560) were produced from each material. Examples were divided groups such as; Sandpaper, Rubber, Sof-Lex, HP Paste, Autoglaze, Overglaze and ion exchange methods. Specimens were then flexural loaded 0.05 inch/min crosshead speed until failure. The data obtained were recorded as Newtons and converted to Mpa. **Results:** Statistical analyses were performed with One Way ANOVA test and Tukey multiple comparison test (p<0.05). Autoglaze, overglaze and ion exchange surface treatment methods were showed generally higher flexural strengths. The results of this study showed that statistically significant difference to porcelain specimens with different surface treatments (p<0.001). **Conclusion:** Ion exchange had most increased to durability of porcelain. It is showed that matchmaker porcelain have the maximum flexural strength.

**Key Words:** Dental porcelain; surface properties

doi: 10.5336/dentalsci.2014-42645

Copyright © 2015 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2015;21(2):109-16

Dental porselenler; üstün estetik özellikleri, biyolojik olarak uyumlu olmaları, renk değiştirmemeleri gibi özelliklerinden dolayı restoratif diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen malzemelerdir.<sup>1-3</sup> Bunun yanında; diğer materyaller arasında estetik, korozyon direnci ve aşınma direnci, düşük ısı iletkenliği gibi avantajlı özelliklere sahip olmalarına rağmen kırılma yapı ve karşıt dişte aşındırma yapmaları gibi olumsuz özellikleri vardır.<sup>4,5</sup>

Kırılma yapı özelliği genellikle porselen yüzeyi boyunca oluşmuş çatlaklardan kaynaklanmaktadır. Bu çatlaklar genellikle porözite sebebiyle ortaya çıkan veya porseleni fırınlama ya da hastaya uyumlama aşamalarında ortaya çıkan mikro çatlaklardır. Mikro çatlak varlığının, çiğneme yükleri altında porselenin eğilme dayanıklılığını düşürerek kırılmalarını hızlandırma etkisi vardır.<sup>6</sup> Sato ve ark., aşındırma sürecinde seramik yüzeyinde oluşan mikro çatlakları ve defekt büyüklüğünün kırılma dayanımına etkisini araştırmış ve yüzey çatlaklarının kırılma dayanımını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.<sup>7</sup>

Porselen restorasyonun, karşıt oklüzyonunda yer alan diş yüzeyindeki aşındırma etkisinin porselen yüzeyinin pürüzlülüğü ve sertliği ile doğru orantılı olduğu görülmüştür.<sup>8-10</sup> Aşınmayı artırmasının yanı sıra yüzey pürüzlülüğünün porselen restorasyonların dayanıklılığını da etkilediği ve porselen restorasyonun yüzeyine uygulanan yüzey bitirme işlemlerinin pürüzlülüğü etkilediği bildirilmiştir.<sup>11-13</sup>

Uygulanan yüzey işlemleri; farklı glaze fırınlama yöntemleri, kimyasal etkileşimler ve polisaj teknikleri olarak özetlenebilir. Bu yöntemlerle, en pürüzsüz yüzey ve çiğneme yüklerine en dayanıklı restorasyonun oluşturulması amaçlanmaktadır.<sup>14</sup> Elde edilen yüzeyin pürüzsüzlük derecesi ise bakteri tutulumunu en aza indirerek, diş eti sağlığını devam ettirme, daha estetik olma ve karşıt arktaki aşınmaları önleme açısından önemlidir.<sup>15-19</sup>

Dental seramiklerin yapısı, yüzey işlemlerinin dayanıklılığa etkisi ve mekanik özellikleriyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır.<sup>20-25</sup> Ayrıca bir çok araştırmacı, farklı yüzey bitirme işlemi uygulanmış

porcelainlerin bükülme dayanımını değerlendirmek için üç nokta bükme testi uygulamıştır.<sup>26-35</sup>

Seramik restorasyonlar, ideal olarak laboratuvarda yüzeyine glaze işlemi yapıldıktan sonra ağız içindeki destek dişe uygulanmalıdır.<sup>36,37</sup> Ancak klinikte oklüzal veya estetik uyumlandırmalar gibi işlemler sonucunda glaze işlemi yapılmış yüzeylerde bozulmalar olmaktadır.<sup>2</sup> Bu sebeple farklı yüzey bitirme teknikleriyle oluşan, farklı porselen yüzeylerinin çiğneme yükleri altındaki mekanik özellikleri sürekli araştırılan ve geliştirilmeye çalışılan bir konudur.

Bu çalışma, protetik diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan porselenlere uygulanan farklı yüzey bitirme işlemlerinin porselenlerin bükülme dayanımlarına farklı etkilerinin olduğu öngörülerek planlanmış ve bunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI

Porselen deney örneklerinin hazırlanabilmesi için; freze cihazında, ISO 6872 standartlarını sağlamak için paslanmaz çelikten 26x5,5x2,5 mm ölçülerinde kalıp hazırlanmıştır.<sup>38</sup> Üretici firmaların önerileri doğrultusunda vibratör yardımıyla çelik kalıplar içerisinde porselen örnekler hazırlanmıştır. Elde edilen porselen hamur örnekler 3 mm kalınlığında asbest levha üzerine yerleştirilerek üretici firmaların talimatlarına uygun olarak fırınlanmıştır. Araştırmada kullanılan materyaller Tablo 1'de fırınlama talimatları ise Tablo 2'de görülmektedir.

Sekiz farklı porselen grubundan, her yüzey işlemi için 10 blok olacak şekilde, her birinden 70, toplam 560 adet porselen örnek fırınlanmıştır.

Tüm porselen blokların tesviyeleri, piyasemenle, 15 000 Rpm hızında, elmas grenli silindirik frezle yapılmıştır. Porselen blokların çalışma yüzeyleri, sırasıyla 220 ve 360 no'lu abrasiv kâğıtlar kullanılarak, otuzar saniye süreyle zımparalanmıştır. Bu şekilde porselen bloklar, kumpasla kontrol edilerek 20x5x2 mm ebatlarına getirilmiştir.<sup>38</sup> Tüm yüzeylerin, düzgün ve birbirine paralel olması sağlanmıştır.

**TABLO 1:** Araştırmada kullanılan materyaller.

| Seramik sistemi            | Seramik tipi                    | Üretici firma                                  | Kullanım şekli  | Lot no       |
|----------------------------|---------------------------------|--|-----------------|--------------|
| IPS Empress 2              | Lityum disilikat cam seramik    | Ivoclar Vivadent AG, Schaan; Liechtenstein     | Metal desteksiz | 579384       |
| VitadurAlpha<br>(In-Ceram) | Alümina içerikli cam seramik    | VITA Zahnfabrik<br>Sackingen/Almanya           | Metal desteksiz | 9335-BMF 250 |
| IPS d.Sign                 | Floroapatit-lösit cam seramik   | Ivoclar Vivadent AG, Schaan; Liechtenstein     | Metal destekli  | K3392        |
| VMK 95                     | Feldspatik seramik              | VITA Zahnfabrik<br>Sackingen/Almanya           | Metal destekli  | 26590        |
| Ceramco 3                  | Feldspatik seramik              | Ceramco Inc., Burlington, NJ, ABD              | Metal destekli  | 09 001 402   |
| Antagon                    | Feldspatik seramik              | Elephant Hoon, Hollanda                        | Metal destekli  | K982129      |
| Matchmaker                 | Düşük ısıli feldspatik porselen | Davis Schottlander & Davis Ltd, United Kingdom | Metal destekli  | 1107         |
| HeraCeram                  | Feldspatik seramik              | Heraeus Kulzer GmbH, ABD                       | Metal destekli  | 1602         |

**TABLO 2:** Çalışmada kullanılan porselenlerin fırınlama süre (dakika) ve ısıları (°C).

| Porselen çeşitleri | Başlangıç sıcaklığı (°C) | Ön ısıtma süresi (dakika) | Sıcaklık yükselme oranı (°C/dakika) | En yüksek sıcaklık (°C) | Bekleme süresi (dakika) | Vakum Başlangıcı (°C) |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| IPS d.SIGN         | 403                      | 4                         | 60                                  | 870                     | 1                       | 450                   |
| Antagon            | 500                      | 6                         | 60                                  | 895                     | 1                       | 400                   |
| Matchmaker         | 600                      | 4                         | 60                                  | 940                     | 1                       | 600                   |
| Ceramco 3          | 650                      | 5                         | 56                                  | 930                     | 1                       | 650                   |
| VitaVMK 95         | 600                      | 6                         | 55                                  | 930                     | 1                       | 600                   |
| Heraceram          | 600                      | 5                         | 100                                 | 860                     | 1                       | 600                   |
| Vitadur Alpha      | 600                      | 6                         | 60                                  | 960                     | 1                       | 600                   |
| IPS Empress 2      | 403                      | 6                         | 60                                  | 800                     | 2                       | 450                   |

Tüm örneklerin, birer yüzeyine (çalışma yüzeyi) 500 no'lu abrasiv kâğıt (Buehler, ABD), 30 saniye süreyle uygulanmıştır. Diğer yüzeyler ise işaretlenerek bırakılmıştır. Tüm porselen örnekler, ultrasonik temizleme cihazında, ultrasonik temizleme solüsyonunda onar dakika süreyle temizlenmiştir. Tüm porselen örnekler önce üretici firma markalarına göre, sonra da her gruptan onar adet porselen blok örnek değişik yüzey işlemine tabi tutulmak üzere Tablo 3'teki gruplara ayrılmıştır.

Tüm örneklerin bükülme dirençlerini değerlendirmek amacıyla üç nokta bükülme testi tercih edilmiştir. Bu test için porselen blokların üzerine yerleşeceği, çelik bir destek ve kuvvet uygulama ucu yapılmıştır. Desteğin iki ayağının merkez noktaları arası mesafesi 9 mm olup, bloklara temas eden yüzeyleri bıçak ucu şeklinde, 0,8 mm çapında yuvarlatılmıştır. Porselen blokların ortasının, des-

tekler arası mesafenin merkezine gelmesi amacıyla destek kenarlarına rehber dayanaklar yapılmıştır. Kuvvet uygulama aparatının uç kısmı da bıçak ucu şeklinde ve 0,8 mm çapında yuvarlatılmıştır.

Üç nokta testi için Türk Standartları Enstitüsünde bulunan instron cihazı kullanılmıştır. Instron cihazına, çelik destek sabitlenerek, porselen bloklar, işlem gören yüzeyleri üste gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Kuvvet uygulama ucu ise blokların tam ortasına, üstten gelecek şekilde sabitlenmiştir. Bu uca, 0,5 mm/dakika eğme hızı verilerek, tüm örneklerle aynı hızda uygulanmış ve bloklar kırılana kadar devam edilmiştir. Porselen blokların kırılma anındaki değerler newton cinsinden kaydedilmiştir.

Her bir bloğun, eğilme dayanıklılığını ya da kırılma modülü (M)'nü, megapascal (MPa) cinsinden hesaplamak için aşağıdaki denklem kullanılır.

**TABLO 3:** Örneklere uygulanan değişik yüzey işlemleri.

|               |  |
|---------------|--|
| Zımpara       | 500 no'lu zımpara 30 saniye uygulandı  |
| Lastik        | Cerashine porselen lastikleri 15 000 Rpm hızında, 20 saniye uygulandı  |
| Sof-Lex       | 1982 C, 1982 M, 1982 F, 1982 SF no'lu Sof-Lex polisaj diskleri (3M ESPE ABD) sırasıyla onar saniye süreyle 15 000 Rpm hızında uygulandı  |
| Pasta         | HP Pastası (Heraeus Kulzer, Almanya) rotasyonel hareket eden kıl fırça yardımıyla 15 000 Rpm hızında 20 saniye uygulandı   |
| Otoglaze      | Her firmanın kendine ait otoglaze tozu iyonize edilmiş su ile üretici firma önerisi doğrultusunda karıştırılarak örnek yüzeyine uygulanmış ve fırınlanmıştır   |
| Overglaze     | Her firmanın kendine ait overglaze tozu iyonize edilmiş su ile üretici firma önerisi doğrultusunda karıştırılarak örnek yüzeyine uygulanmış ve fırınlanmıştır  |
| İyon değişimi | Örneklerin yüzeyine, distile su içerisinde başlangıçta %'sinde 10 mol lityum klorid bulunan ve bu oranın %'sinde 90 mol sodyum kloride yükseltildiği solüsyon uygulandı. Ardından örnekler 750°C'de ısıtılmış fırında 30 dakika bekletildi, daha sonra fırın ısısı 450°C'ye indirilerek örnekler bu ısıda 30 dakika daha bekletildi. |

miştir. Bu denklem, dental seramik materyallerin standardı olan ISO 6872'den alınmıştır.<sup>38</sup>

$$M=3 W I/2 b d^2$$

W=Kırılma anındaki yükün newton cinsinden değeri

I=Destek merkezleri arasındaki mesafenin milimetre cinsinden değeri

b=Test örneklerinin genişliğinin milimetre cinsinden değeri

d=Test örneklerinin kalınlığının milimetre cinsinden değeri

## İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

İstatistiksel analizler için SPSS 10,5 programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma şeklinde gösterilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar için "Tek Yönlü Varyans Analizi" ve Tukey testi kullanılmıştır. Yanılma düzeyi olarak 0,05 değeri seçilmiştir.

## BULGULAR

Üç nokta testi sonucu elde edilen, bükülme dayanıklılığı değerleri ve istatistiksel analiz sonucu Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.

Çalışılan tüm porselen grupları ve uygulanan tüm yüzey işlemleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0,001).

Vitadur Alhpa grubunda; iyon değişimi işlemi bitirildiğinde, dayanıklılığının azaldığı görülmüş-

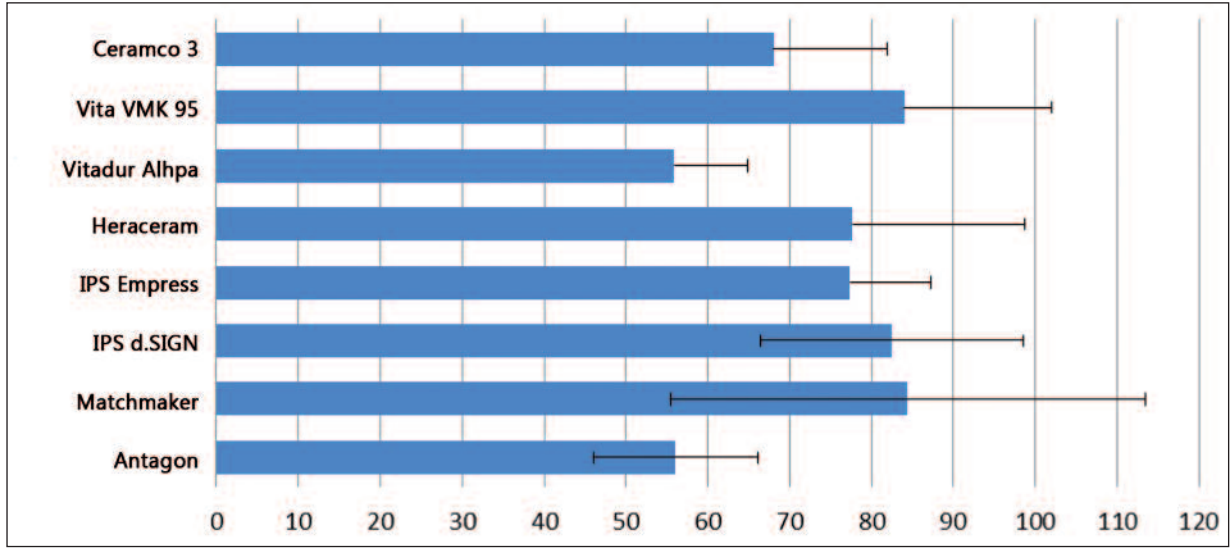
tür. İyon değişimi ile bitirilen Vitadur Alpha seramikler tüm örnek grupları içindeki en düşük dayanıklılık değerini vermiştir (40,28±10,60 MPa). Matchmaker grubu; iyon değişimi işlemi bitirildiğinde tüm gruplar içinde en yüksek (145,50±30,42 MPa) bükülme dayanıklılığı değerini vermiştir.

Tukey analizine göre, farklı yüzey bitirme işlemlerini gözetmeden, porselen gruplarının sahip oldukları bükülme dayanıklılık (MPa) değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanması, Vitadur Alpha<Antagon<Ceramco 3<Empress 2<Heraceram IPS d.SIGN<Vita VMJ 95<Matchmaker şeklinde elde edilmiştir (Şekil 1).

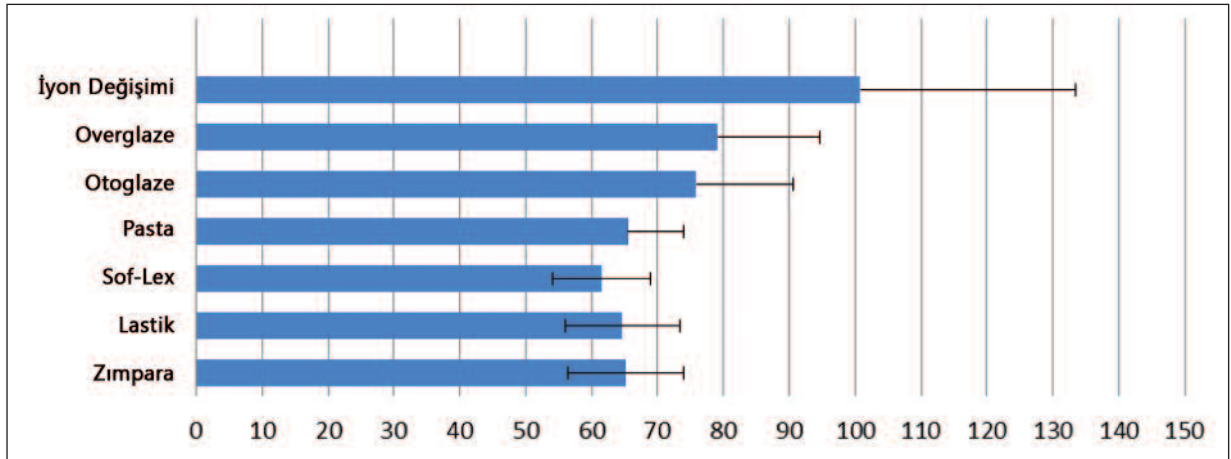
Tukey analizine göre, farklı porselen gruplarını gözetmeden, farklı yüzey bitirme işlemlerinin sahip oldukları bükülme dayanıklılık (MPa) değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanması, Sof-Lex<lastik<zımpara<HP pasta<otoglaze<overglaze<iyon değişimi şeklinde elde edilmiştir (Şekil 2).

## TARTIŞMA

Dental porselenler biyoyumlu yapıları, mükemmel estetik sonuçları ve farklı dental uygulamalarda kullanılabilme gibi özellikleriyle günümüzde hekim ve hastalar tarafından en çok tercih edilen restoratif materyallerdir.<sup>3</sup> Geçtiğimiz 10 yıl içerisinde çok sayıda seramik materyal ve yeni geliştirilen teknikler tanımlanmıştır. Bu konudaki genel düşünce, klinik olarak başarıyı yakalayabilmemizi



ŞEKİL 1: Farklı yüzey bitirme işlemlerini gözetmeden, porselen gruplarının sahip oldukları ortalama bükülme dayanıklılık (MPa) değerleri.



ŞEKİL 2: Farklı porselen gruplarını gözetmeden, farklı yüzey bitirme işlemlerinin sahip oldukları bükülme dayanıklılık (MPa) değerleri.

sağlayabilecek yüksek dayanım ve güçteki seramiklerin geliştirilmesidir.<sup>39</sup>

Seramik materyallerin dayanıklılığını tespit etmek için birtakım araştırmacılar yüzey sertliklerinden yola çıkarak veriler elde etmeye çalışmışsa da, bu konuda en standart ve güvenilir sonuçlar bükülme dayanımının ölçülmesi ile elde edilebilmiştir. Birçok araştırmacı, bu amaçla “The International Standart Organization (ISO)” ve “Amerikan Ulusal Standartları (ANSI) ile Amerikan Dişhekimleri Birliği (ADA)” tarafından da önerilen üç nokta ve dört nokta bükülme testlerinin

cam ve seramik materyaller için sıklıkla kullanılan yöntemler olduğunu ve bu testin özellikle materyaller arasında karşılaştırma yapılırken basit, güvenilir, ayrıca hassas bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle çalışmamızda, ağızdaki basma, çekme ve makaslama kuvvetlerini taklit etmek amacıyla 3-nokta bükülme testi uygulanarak seramik materyallerinin bükülme direnci hesaplanmıştır.

Porselen restorasyonlarda uygun yüzey bitirme işlemiyle plak ve renklenme yapıcı ajanların birikimi önlenir, yumuşak doku üzerindeki me-

kanik irritasyonlar giderilebilir ve karşıt arkta olan dişlerin temas yüzeylerindeki aşınmalar da azaltılabilir.<sup>40-42</sup>

Porselenler biyouyumlu materyaller olarak bilinmelerine karşın, oldukça poröz ve kırılğan yapıya sahiptirler. Dental porselenlerin hem dayanıklılık hem de biyouyumluluk özelliklerini artırabilmek amacıyla çeşitli yüzey işlemleri uygulanmaktadır.<sup>43</sup> Bunlar; tesviye, polisaj, glaze ve iyon değişimleridir. Bu çalışma, söz konusu yüzey bitirme işlemlerinin dental porselenlere etkilerinin araştırılması ve güncel literatür bulgularıyla karşılaştırılması amacıyla planlanmıştır.

ISO 6872 sayılı standarda göre bar şeklindeki örnekler uygulanan 3-nokta bükülme testi sonucunda seramik materyallerin minimum bükülme direnci 50 MPa olmalıdır.<sup>38</sup> Çalışmamızda, sadece metal desteksiz seramik olan Vitadur Alpha seramikler tüm örnek grupları içindeki en düşük (40,28 MPa) dayanıklılık değerini vermiştir. Tüm gruplar içinde en yüksek (145,5 MPa) bükülme dayanıklılığı değerini ise Matchmaker grubu vermiştir. En düşük ve en yüksek değerlerin ikisi de iyon değişimi uygulandıktan sonra gerçekleşmiştir. Piddock ve ark. ile Fischer ve ark., metal desteksiz porselenlerde tek aşamalı iyon değişiminin porselen direncini artırdığını belirtmişlerdir.<sup>21,22,32</sup> Giardano ve ark. da çalışmalarında, tek aşamalı iyon değişiminin, otoglaze ve overglazeden daha fazla porselen dayanıklılığını artırdığını bildirmişlerdir.<sup>28</sup> Bu çalışmalar, bizim çalışmamızla Vitadur Alpha grubu dışında benzerlik göstermektedir. Vitadur Alpha alumina içerikli cam seramiktir. Bu durum, diğer çalışmalarda kullanılan metal desteksiz seramiklerin yapılarının farklı olmasına bağlanabilir.

Giardano ve ark., overglaze ve polisaj işlemlerinin porselenlerde dayanıklılığı artırdığını, Williamson ve ark. ise overglaze işlemlerinin polisaja göre dayanıklılığı daha olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.<sup>15,19</sup> Çalışmamızda overglaze ve otoglaze işlemlerinin tüm polisaj işlemlerine göre porselenlerin dayanıklılığını artırdığının belirlenmesi Williamson ve ark.'nın sonuçlarını desteklerken, Giardano ve ark.'nın bulguları ile çelişmektedir. Bu sonuç, yöntem ve kullanılan porselen farklılıkla-

rına dayandırılabilir. Ayrıca, çalışmamızda kullanılan iki aşamalı iyon değişimi yönteminin tüm işlemlere göre porselen dayanıklılığını en yüksek seviyede artırması, bu araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

Fischer ve ark. ile Denry ve ark., iki aşamalı iyon değişiminin tek aşamalı iyon değişimine göre porselen direncini daha fazla artırdığını ifade etmişlerdir.<sup>20,31</sup> Piddock ve ark., iki aşamalı iyon değişiminin porselen direncini önemli derecede artırdığını ifade etmişlerdir.<sup>32</sup> Anusavice ve ark., iyon değişiminin porselen dayanıklılığını artırdığını ifade etmişlerdir.<sup>33</sup> Bizim çalışmamızda da bu sonuçlara paralel sonuçlar elde edilmiştir. İki aşamalı iyon değişiminin, tek aşamalı iyon değişimine göre dayanıklılığı daha fazla artırması, porselen yüzeyindeki etkilediği tabakanın kalınlığıyla ilgili olabilir.

Bhamra ve ark., yüzey düzgünlüğünün artmasıyla dayanıklılığın arttığını ifade etmişlerdir.<sup>24</sup> Albakry ve ark., taşlama, frezle bitirme, polisaj kiti ve otoglaze yöntemlerinin dayanıklılığı aynı derecede etkilediğini ifade etmişlerdir.<sup>1</sup> Chu ve ark., glaze işlemlerinin polisaj yöntemlerine göre dayanıklılığı daha fazla artırdığını ifade etmişlerdir.<sup>25</sup> Çalışmamızda, porselenlerin dayanıklılığını en fazla iyon değişiminin artırdığının, overglaze ve otoglaze uygulamalarının yeterli dayanıklılık sağladığının; Sof-Lex, lastik, zımpara ve HP pasta uygulamalarının ise dayanımı aynı derecede etkilediğinin belirlenmesi bu araştırmacıların bulgularıyla çelişmektedir. Bu sonuçlardaki farklılık, kullanılan porselenlerin ve uygulanan yöntemlerin farklılığına bağlanabilir.

Kawai ve ark., cam porselen ve dökülebilir cam porselenlerde iyon değişiminin dayanıklılığı belirgin derecede etkilemediğini; Guazzato ve ark., metal desteksiz restorasyonlarda glaze yöntemleri hariç, uyguladıkları diğer yüzey işlemlerinin dayanıklılığı azalttığını, bu nedenle metal desteksiz restorasyonlarda önce kumlama, frezle düzeltme, polisaj ve en son ısıl işlem ile glaze uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>16,18</sup> Çalışmamızda, iyon değişimi uygulamalarının, Empress 2 için belirgin şekilde dayanıklılık sağlaması, overglaze ve otog-

laze uygulamaların ise yeterli dayanıklılığın sağlanması bu araştırmacıların bulgularıyla çelişmektedir.

## SONUÇ

Yaptığımız çalışmanın sınırlamaları dâhilinde, farklı yüzey bitirme işlemlerinin porselen restoras-

yonların bükülme direncine etkileri in vitro olarak değerlendirildiğinde, yüzey bitirme işlemlerinden iyon değişimi grubunun porselen dayanıklılığını en fazla artırdığı; Matchmaker porselenin bütün gruplar arasında en yüksek, Vitadur Alpha porselenin ise en düşük bükülme dayanıklılığına sahip olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Albakry M, Guazzato M, Swain MV. Effect of sandblasting, grinding, polishing and glazing on the flexural strenght of two pressable all-ceramic dental materials. *J Dent* 2004;32(2):91-9.
- Al-Wahadni A, Martin DM. Glazing and finishing dental porcelain: a literature review. *J Can Dent Assoc* 1998;64(8):580-3.
- Hulterstrom AK, Bergman M. Polishing systems for dental ceramics. *Acta Odontol Scand* 1993;51(4):229-34.
- Yu HY, Cai ZB, Ren PD, Zhu MH, Zhou ZR. Friction and wear behavior of dental feldspathic porcelain. *Wear* 2006;261(5-6):611-21.
- Krämer N, Frankenberger R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. *Dent Mater* 2005;21(3):262-71.
- Mackert JR, Twigg SW, Russell CM, Williams AL. Evidence of a critical leucite particle size for microcracking in dental porcelains. *J Dent Res* 2001;80(6):1574-9.
- Sato T, Tsuji K, Kawashima N, Sato H, Nakamura Y. Effect of defect size on fracture strength of dental low fusion porcelain. *Colloids Surf B Biointerfaces* 2004;38(1-2):77-82.
- Al-Wahadni AM, Martin DM. An in vitro investigation into the wear effects of glazed, unglazed and refinished dental porcelain on an opposing material. *J Oral Rehabil* 1999;26(6):538-46.
- Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosth Dent* 2004;92(2):557-562.
- Fischer H, Schafer M, Marx R. Effect of surface roughness on flexural strenght of veneer ceramics. *J Dent Res* 2003;82(12):972-5.
- Nakamura Y, Hojo S, Sato H. The effect of surface roughness on the weibull distribution of porcelain strength. *Dent Mater J* 2010;29(1):30-4.
- Lohbauer U, Müller FA, Petschelt A. Influence of surface roughness on mechanical strength of resin composite versus glass ceramic material. *Dent Mater* 2008;24(2):250-6.
- Rashid H. The effect of surface roughness on ceramics used in dentistry: A review of literature. *Eur J Dent* 2014;8(4):571-9.
- Haralur SB. Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. *J Adv Prosthodont* 2012;4(4):179-86.
- Giordano R, Cima M, Pober R. Effect of surface finish on the flexural strength of feldspathic and aluminous dental ceramics. *Int J Prost* 1995;8(4):311-9.
- Guazzato M, Albakry M, Quanch L, Swain MV. Influence of grinding, sandblasting, polishing and heat treatment on the flexural strenght of a glass-infiltrated alumina-reinforced dental ceramic. *Biomaterials* 2004;25(11):2153-60.
- Isgrò G, Pallav P, Van Der Zel JM, Feilzer AJ. The influence of the veneering porcelain and different surface treatments on the biaxial flexural strenght of a heat-pressed ceramic. *J Prosth Dent* 2003;90(5):465-73.
- Kawai K, Inoue M, Tsuchitani, Y. Effect of ion-exchange treatment on mechanical properties of new dental ceramics. *Am J Dent* 2003;16(5):347-50.
- Williamson RT, Kovarig RE, Mitchell RJ. Effects of grinding, polishing, and overglazing on the flexure strength of a high-leucite feldspathic porcelain. *Int J Prost* 1996;9(1):30-7.
- Fischer H, Maier HR, Marks R. Improved reliability of leucite reinforced glass by ion exchange. *Dent Mater* 2000;16(2):120-8.
- Fischer H, Marx R. Suppression of subcritical crack growth in a leucite-reinforced dental glass by ion exchange. *J Biomed Mater Res* 2003;66(4):885-9.
- Fischer H, Marx R. Improvement of strength parameters of a leucite-reinforced glass ceramic by dual-ion exchange. *J Dent Res* 2001;80(1):336-9.
- Piddock V, Qualtrough AJE, Slevin A, Fernandes JC. Lithium ion strenghtening of dental porcelain. *Int J Prost* 1995;8(3):280-4.
- Bhamra G, Palin WM, Fleming GJ. The effect of surface roughness on the flexure strenght of an alumina reinforced all-ceramic crown material. *J Dent* 2002;30(4):153-60.
- Chu FC, Frankel N, Smales RJ. Surface roughness and flexural strenght of self-glazed, polished and reglazed in-Ceram/Vitadur Alpha porcelain laminates. *Int J Prosth* 2000;13(1):66-71.
- Tinschert J, Zwez D, Marx R, Anusavice KJ. Structural reliability of alumina-feldspar-leucite-mica ve zirconia-based ceramics. *J Dent* 2000;28(7):529-35.
- Della Bona A, Mecholsky JJ Jr, Anusavice KJ. Fracture behavior of lithia disilicate-and leucite-based ceramics. *Dent Mater* 2004;20(10):956-62.
- Giordano RA 2nd, Campbell S, Pober R. Flexural strength of feldspathic porcelain treated with ion exchange, overglaze. and polishing. *J Prost Dent* 1994;71(5):468-72.
- Seghi RR, Daher T, Capputo A. Relative flexural strength of dental restorative ceramics. *Dent Mater* 1990;6(4):181-4.
- Oh S, Dong J, Lüthy H, Schärer P. Strength and microstructure of IPS Empress 2 glass-ceramic after different treatments. *Int J Prost* 2000;13(6):468-72.
- Denry IL, Hollaway JA, Rosenstiel SF. Effect of ion exchange on the microstructure, strength, and thermal expansion behavior of a leucite-reinforced porcelain. *J Dent Res* 1998;77(4):583-8.
- Piddock V, Qualtrough AJ, Brough I. An investigation of an ion strenghtening paste for dental porcelains. *Int J Prosthodont* 1991;4(2):132-7.
- Anusavice KJ, Hojjatie B, Chang TC. Effect of grinding and fluoride-gel exposure in strength of ion-exchanged porcelain. *J Dent Res* 1994;73(8):1444-9.
- Griggs JA, Kishen A, Le KN. Mechanism of strenght increase for a hydrothermal porcelain. *Dent Mater* 2003;19(7):625-31.

35. Zeng K, Odén A, Rowcliffe D. Evaluation of mechanical properties of dental ceramic core materials in combination with porcelains. *Int J Prosthodont* 1998;11(2):183-9.
36. Boaventura JM, Nishida R, Elossais AA, Lima DM, Reis JM, Campos EA, et al. Effect finishing and polishing procedures on the surface roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Acta Odontol Scand* 2013;71(3-4):438-43.
37. Flury S, Lussi A, Zimmerli B. Performance of different polishing techniques for direct CAD/CAM ceramic restorations. *Oper Dent* 2010;35(4):470-81.
38. International Organization For Standardization. *Dental ceramic: amendment 1, ISO 6872*. Geneva: ISO, 1998.
39. Denry IL, Holloway JA. Elastic constants, Vickers hardness, and fracture toughness of fluorrichterite-based glass-ceramics. *Dent Mater* 2004;20(3):213-9.
40. Il-Sung Chang, Sun-Hyung Lee, Jae-Ho Yang, Jung-Suk Han, Jai-Bong Lee. The effect of surface finishes on flexural strength, fracture toughness of feldspathic dental porcelain. *J Korean Acad Prosthodont*, 2005;43(3):293-305.
41. Gomis JM, Bizar J, Anglada JM, Samsó J, Peraire M. Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *Int J Prosthodont* 2003;16(1):74-7.
42. Haralur SB. Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. *J Adv Prosthodont* 2012;4(4):179-86.
43. Rashid H. Comparing glazed and polished ceramic surfaces using confocal laser scanning microscopy. *J Adv Microscopy Res* 2012;7(4):208-13.