

# Ev Tipi Beyazlatma İşleminin Farklı Yüzey Bitirme İşlemleri Uygulanan Monolitik CAD-CAM Seramiklerinin Renk Değişimine Etkisi

## *Effect of Home Bleaching on the Color Differences of Polished and Glazed CAD-CAM Produced Monolithic Ceramics*

Ayşe Buşra Taşar Bulut<sup>1</sup> , Neşet Volkan Asar<sup>2</sup> , Elif Su Çiçek<sup>3</sup> , Merve Bankoğlu Güngör<sup>4</sup> 

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı mekanik polisaj ve glaze uygulanmış CAD-CAM seramiklerinde ev tipi beyazlatma işlemi sonrasında meydana gelen renk değişiminin değerlendirilmesidir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmada; lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya olmak üzere üç farklı CAD-CAM seramiğinden 14x12x1 mm<sup>3</sup> boyutlarında hazırlanan örnekler; mekanik polisaj ve glaze olmak üzere iki alt gruba ayrıldı (n=8). Örnek yüzeylerine %16 karbamid peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı 14 gün (günlük 4 saat) ara vermeden uygulandı. Örnekler için renk parametreleri beyazlatma ajanı uygulamasından önce ve sonra ölçüldü. Renk değişimi değerleri iki farklı formülle ( $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$ ) hesaplandı. Sonuçlar istatistik anlamlılık düzeyi  $P<0.05$  alınarak, iki yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testleri ile analiz edildi.

**Bulgular:** İki yönlü ANOVA testi sonucuna göre farklı materyal ve yüzey işlemleri faktörlerinin  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  değerleri üzerinde etkili olduğu ve faktörler arasında etkileşim bulunduğu belirlendi ( $P<0.05$ ). Mekanik polisaj işleminde, materyal grupları içerisinde en yüksek  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  değerleri monolitik zirkonya grubunda bulundu.  $\Delta E_{ab}$  değerinin glaze uygulanmış monolitik zirkonya grubunda, mekanik polisaj uygulanmış monolitik zirkonya grubuna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu belirlendi ( $P>0.05$ ).

**Sonuç:** Ev tipi beyazlatma işlemi uygulanan lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya seramiklerde seramik tipi ve yüzey bitirme işlemleri renk değişimi değerlerini etkilemektedir ancak bütün deney gruplarında her iki renk değişim değeri de ( $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$ ) algılanabilir eşik değerlerinin altındadır ( $<0.8$  ve  $1.2$ ).

**Anahtar kelimeler:** CAD-CAM; Diş beyazlatma; Renk; Seramikler

### ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study was to evaluate the color differences of mechanically polished and glazed CAD-CAM produced monolithic ceramics after home bleaching.

**Materials and Method:** In this study; three different CAD-CAM ceramics (lithium disilicate, zirconia-reinforced lithium silicate, and monolithic zirconia) were prepared in 14x12x1 mm<sup>3</sup> dimensions and divided into two subgroups as mechanical polishing and glazing (n=8). Afterwards, home bleaching agent containing 16% carbamide peroxide was applied to the specimen surfaces for 14 days (4 hours daily). The color parameters of the specimens were measured before and after the bleaching application and the values were recorded. The color difference values were calculated with two different formulas as  $\Delta E_{00}$  and  $\Delta E_{ab}$ . Results were statistically analyzed by using two-way ANOVA and Tukey HSD tests ( $P<0.05$ ).

**Results:** According to the two-way ANOVA results, it was determined that material type and surface treatment factors were effective on the  $\Delta E_{00}$  and  $\Delta E_{ab}$  values and there was an interaction between the factors ( $P<0.05$ ). The highest  $\Delta E_{00}$  and  $\Delta E_{ab}$  values were found in the monolithic zirconia group.  $\Delta E_{ab}$  value was significantly lower in the glazed monolithic zirconia group than the mechanically polished monolithic zirconia group ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** Ceramic type and surface finishing procedures affected the color difference values of lithium disilicate, zirconia-reinforced lithium silicate, and monolithic zirconia ceramics which were subjected to home bleaching; however, both color difference values were below the perceptible threshold values ( $<0.8$  and  $1.2$ ) in the all experimental groups.

**Keywords:** CAD-CAM; Ceramics; Color; Tooth bleaching

Makale gönderiliş tarihi: 14.10.2023; Yayına kabul tarihi: 19.03.2024

İletişim: Dr. Merve Bankoğlu Güngör

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

E-posta: [mervegungor@gazi.edu.tr](mailto:mervegungor@gazi.edu.tr), [mervebankoglu@yahoo.com](mailto:mervebankoglu@yahoo.com)

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> Arş. Gör., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>4</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

## GİRİŞ

Diş hekimliğinde CAD-CAM teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte son yirmi yılda bu sistemler ile uyumlu estetik materyallerin geliştirilmesi önemli ölçüde artış göstermiştir. Geliştirilen yeni seramik materyaller ile veneer tabakasının uygulanmasına ihtiyaç duyulmadan restorasyonlar tamamlanabilmektedir.<sup>1</sup> CAD-CAM sistemlerinde kullanıma uygun olarak üretilen seramikler; çok geniş bir materyal sınıfını kapsamaktadır. Seramik materyallerin mikro yapısına ve içeriklerine göre yapılan güncel sınıflandırmada seramikler ve seramik benzeri malzemeler; cam seramikler, polikristalin seramikler ve rezin matris seramikler olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır.<sup>2</sup> Doğal diş rengine benzer estetik özelliklerin artırılması ve mekanik özelliklerin geliştirilmesi ile birçok yeni malzeme de sınıflamaya dâhil edilmeye devam etmektedir. Lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve zirkonya seramikler sıklıkla tercih edilen monolitik materyallerdendir. Monolitik zirkonyanın daha az preparasyona ihtiyaç duyularak diş dokusunun korunması ve iyi mekanik özelliklere sahip restorasyonların üretilmesi gibi avantajları vardır. İlk üretilen monolitik zirkonya sistemlerinde ideal estetiğin sağlanmasında sıkıntılar mevcut olmasına rağmen, yeni nesil monolitik zirkonya sistemlerinde itriya içeriği artırılarak ışık geçirgenliği artırılmış ve daha estetik restorasyonların üretilmesi sağlanmıştır.<sup>3</sup> Lityum disilikat içerikli cam seramikler bloklar şeklinde üretilerek CAD-CAM sistemleri ile kullanılabilir hale gelmiştir. Günümüzde sıklıkla tercih edilen, lityum disilikat bloklardan biri IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) bloklardır. Materyalin içeriğinde %70 oranında lityum disilikat kristali vardır. Materyalin frez ile aşındırılmasının zor olması ve kırılabilirliğinin fazla olması nedeniyle bu bloklar kısmen kristalize edilmiştir. 850 °C'de uygulanan kristalizasyon fırınlaması sonrasında materyal en dirençli formuna kavuşmaktadır.<sup>4,5</sup> CAD-CAM sistemi ile üretilen bir diğer materyal zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikatlardır. Prekristalize (Vita Suprinity; Vita Zahnfabrik; Bad Säckingen, Almanya) ve kristalize (Celtra Duo; Sirona Dental System, Bensheim, Almanya) formları vardır. Her iki materyal de benzer içeriklere sahiptir. Vita Suprinity'nin içeriğinde %8-12 oranında zirkonyum oksit vardır.<sup>6</sup> Yaklaşık 0.5 µm boyutundaki kristallerin yapı içinde homojen dağılması ile tamamen kristalize olmuş seramik kolayca aşındırılabilir ve polisajlanabilmektedir.<sup>4</sup>

Estetiğin elde edilmesi için uygulanan diş beyazlatma işlemleri, etkinlikleri ve restoratif tedavilere kıyasla diş dokularını korumaları nedeniyle son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir.<sup>7</sup> Hekim tarafından yönlendirilen iki tip beyazlatma tekniği vardır. Bu uygulamalar: ev tipi beyazlatma ve ofis tipi beyazlatmadır.<sup>7,8</sup> Ev tipi beyazlatma daha kolay ve daha düşük konsantrasyonlarda uygulanmaktadır ve sonuçları daha sürdürülebilirdir.<sup>7,8</sup> Beyazlatma işlemleri, beyazlatma ajanının içerisindeki peroksit konsantrasyonuna, uygulama süresine ve uygulama metoduna göre seramik materyallerin özelliklerini etkilemektedir.<sup>9</sup> Günümüzde, beyazlatma işlemleri sırasında özellikle estetik bölgedeki restorasyonlar da sıklıkla beyazlatma işlemine maruz kalabilmektedir. Özellikle komşu dişlerden daha açık renge sahip hale gelen restorasyonlar estetik sakınca yaratabilmektedir.<sup>10</sup> Literatürde, beyazlatıcı sistemlerin içeriğindeki oksidize edici ajanların kompozit rezinler, cam iyonomer simanlar, cam seramikler ve CAD-CAM seramikleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır.<sup>11-16</sup> Beyazlatma işlemleri sonrasında CAD-CAM materyallerinde oluşan yüzey değişiklikleri ve renk değişimleri restorasyonların uzun süreli ve başarılı şekilde ağız içinde fonksiyon görmesi açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada, CAD-CAM sistemi ile monolitik özellikte sabit üst yapı üretiminde kullanılan ve farklı bitirme işlemleri (mekanik polisaj ve glaze) uygulanan lityum disilikat, zirkonya içerikli lityum silikat ve zirkonya seramiklerde ev tipi beyazlatma sonrasında meydana gelen renk değişimlerinin incelenmesi amaçlandı. Çalışmanın sıfır hipotezi ise ev tipi beyazlatma işlemi uygulanan CAD-CAM seramiklerinin renk değişimi değerleri üzerinde, seramik tipi ve seramik yüzeyine uygulanan yüzey bitirme işlemlerinin etkili olmadığı yönündedir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Materyal (lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya) ve yüzey işlemlerinin (mekanik polisaj ve glaze)  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  ölçümleri üzerindeki etkisini araştırmak için çalışmaya alınması gereken örnek sayısı, G-Power (ver. 3.1.9.4; Kiel Üniversitesi, Kiel, Almanya) programında hesaplandı. Örnek sayısı, orta düzey bir etki büyüklüğünde ( $f=0.50$ ), 1.tip hata değeri 0.05, güç değeri ise 0.80 olarak alındığında her bir grup (6 grup) için en az 7 olmak üzere; toplam 42 olarak belirlendi.

## Deney örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada CAD-CAM sisteminde monolitik restorasyon üretimine uygun lityum disilikat (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent), zirkonya katkılı lityum silikat (Vita Suprinity; Vita Zahnfabrik) ve monolitik zirkonya (InCoris TZI; Sirona Dental System, Bensheim, Almanya) olmak üzere üç farklı seramik materyali kullanıldı. Çalışmada kullanılan materyallere ait bilgiler Tablo 1'de gösterildi.

Deney örneklerinin elde edilmesi amacıyla seramik bloklar dakikada 3000 devir ile su soğutması altında hassas kesit alma cihazı (Metkon Sulu Kesim Micracut Hassas Kesit Alma Cihazı; Metkon, Bursa, Türkiye) kullanılarak kesildi. Lityum disilikat ve zirkonya katkılı lityum silikat örnekler 1 mm kalınlığında, monolitik zirkonya örnekler sinterizasyon büzülmesi hesaba katılarak yaklaşık olarak 1.3 mm kalınlığında üretildi. Lityum disilikat ve zirkonya katkılı lityum silikat örnekler üretici

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Marka	Kompozisyon	Üretici firma
<b>Lityum disilikat</b>	IPS e.max CAD, HT A2	Ağırlıkça % SiO <sub>2</sub> %5-80 Li <sub>2</sub> O %11-19 K <sub>2</sub> O %0-13 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %0-11 ZrO <sub>2</sub> %0-8 ZnO %0-8 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %0-5 MgO %0-5	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn
<b>Zirkonya katkılı lityum silikat</b>	Vita Suprinity, HT A2	Ağırlıkça % ZrO <sub>2</sub> %8-12 SiO <sub>2</sub> %56-64 Li <sub>2</sub> O %15-21 La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %0,1 Pigmentler < %10	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
<b>Monolitik zirkonya</b>	InCoris TZI C, A2	Ağırlıkça % ZrO <sub>2</sub> +HfO <sub>2</sub> +Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≥ %99 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> > %4.5 - ≤%6 HfO <sub>2</sub> ≤ %5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ %0.07 Diğer oksitler ≤ %1.1	Sirona Dental Systems, Almanya
<b>Toz-likit glaze sistemi</b>	IPS Ivocolor Glaze tozu	Toz: Alkali alüminosilikat cam	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn
	IPS Ivocolor mixing liquid all around glaze likiti	Likit: Çözücü (solvent)	
<b>Mekanik polisaj seti</b>	Vita Akzent Plus Glaze tozu	Fırçayla kullanıma uygun düşük ısıli cam esaslı glaze materyali	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya
	Vita Akzent Plus Powder fluid glaze likiti		
<b>Ev tipi beyazlatma ajanı</b>	DFL %16 karbamid peroksit Beyazlatma jeli	Karbamid peroksit, sodyum florit, potasyum nitrat, carbopol tiksotropik jel, amin, glikol, sakkarin, aroma verici, koruyucu ve su	DFL Industria Comercio S/A, Rio de Janerio, Brezilya

firmaların talimatları doğrultusunda kristalizasyona tabi tutuldu. Monolitik zirkonya örnekler ise, üretici firmanın talimatları doğrultusunda sinterleme fırınında (InFire HTC Speed; Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Almanya) uygun ısı ve sürelerde sinterlendi. Lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya seramiklere uygulanan kristalizasyon ve sinterizasyon prosedürleri Tablo 2'de gösterildi. Elde edilen örnek yüzeylerinde standardizasyonu sağlamak amacıyla tüm örnekler zımpara makinasında (Metkon; Bursa, Türkiye) 1000 gren boyutunda silikon karbid zımparayla su altında zımparalandı. Örnek boyutları dijital kumpas yardımıyla kontrol edildi. Her bir materyal türünden 16 olmak üzere;  $14 \times 12 \times 1$  mm<sup>3</sup> boyutlarında toplam 48 adet örnek üretildi. Ardından örnekler uygulanacak yüzey bitirme işlemine göre 2 alt gruba ayrıldı (n=8). Yüzey bitirme işlemi olarak örneklerin ölçüm yapılacak yüzeylerine mekanik polisaj ve glaze işlemleri uygulandı. Mekanik polisaj işleminde seramik restorasyonların polisajı için üretilmiş seramik polisaj seti (Optrafine Ceramic Polishing System; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) kullanıldı. Mekanik polisaj işlemi üretici firmaların önerileri doğrultusunda 10000 rpm hızda yapıldı. Mekanik polisaj işlemi için kullanılan polisaj sistemi 3 aşama içerdiğinden; 1. aşamada örnekler açık mavi

bitirme lastikleri ile 2. aşamada koyu mavi polisaj lastikleri ile ve 3. aşamada ise yüksek parlaklık sağlayan patla polisajlandı. Her bir aşamada, örnek yüzeyleri öncelikle bir doğrultuda 30 saniye süre ile sonrasında 90 derece döndürülerek 30 saniye daha polisaj yapıldı. 3 aşamanın sonunda her bir örneğe 3 dakika polisaj işlemi uygulanmış oldu.

Glaze uygulaması amacıyla, her bir materyal için üretici firmalar tarafından önerilen toz-likit glaze sistemleri kullanıldı. Lityum disilikat ve monolitik zirkonya örnekler için; IPS Ivocolor Glaze tozu ve IPS Ivocolor mixing liquid all around (Ivoclar Vivadent; Schaan, Lihtenştayn) glaze likiti kullanıldı. Zirkonya katkılı lityum silikat örnekler için; Vita Akzent Plus Glaze tozu ve Vita Akzent Plus Powder fluid (Vita Zahnfabrik; Bad Säckingen, Almanya) glaze likiti kullanıldı. Önerilen miktarlarda glaze tozu ve likiti homojen olarak karıştırıldı ve ince bir tabaka glaze materyali örneklerin üzerine sürüldü. Glaze fırınlanması, üretici firmaların önerileri doğrultusunda porcelen fırınında (Programat P300, Ivoclar Vivadent; Schaan, Lihtenştayn) tamamlandı.

**Tablo 2.** Lityum disilikat ve zirkonya katkılı lityum silikat seramiklere ait kristalizasyon ve zirkonya seramiğe ait sinterizasyon prosedürleri.

<b>Lityum disilikat (IPS e.max CAD)</b>					
Başlangıç sıcaklığı (°C)	Başlangıç sıcaklığında bekleme zamanı (dk)	Sıcaklık artış oranı (°C/dk)	Kristalizasyon sıcaklığı (°C)	Bekleme zamanı (dk)	Bitim sıcaklığı (°C)
403	6:00	90	820	7:00	700
<b>Zirkonya katkılı lityum silikat (Vita Suprinity)</b>					
Başlangıç sıcaklığı (°C)	Başlangıç sıcaklığında bekleme zamanı (dk)	Sıcaklık artış oranı (°C/dk)	Kristalizasyon sıcaklığı (°C)	Bekleme zamanı (dk)	Bitim sıcaklığı (°C)
400	8:00	55	840	8:00	680
<b>Monolitik zirkonya (InCoris TZI)</b>					
Isıtma hızı (°C/dk)		Bekleme sıcaklığı (°C)		Bekleme zamanı (dk)	
S4	99	750		0	
S3	50	1510		30	
S2	99	800		5	
S1	15	80		30	

## Örnek yüzeylerine beyazlatma işleminin uygulanması

Tüm örnekler beyazlatma işlemi öncesi distile su içeren ultrasonik temizleyicide 15 dakika temizlendi. Beyazlatma ajanı (DFL Total Blanc Home C16, Rio de Janeiro, Brezilya), örneklerin yüzeyine üretici firmanın önerdiği uygulama prosedürlerine göre uygulandı. Beyazlatma işleminden önce tüm örnekler pamuk peletlerle kurutuldu. Örnek yüzeylerine %16 karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanı ince bir jel tabakası şeklinde sürülerek bond fırçasıyla tüm yüzeye yayıldı. 4 saat bekletildikten sonra yüzeyden pamuk rulolarla çıkarıldı. Daha sonra örnek yüzeyleri su ile durulandı ve havayla kurutuldu. Aynı işlem 14 gün ara vermeden günlük 4 saat süreyle uygulandı.

## Renk parametrelerinin ölçümü ve renk değişiminin hesaplanması

Renk parametrelerinin ölçümü öncesinde bütün deney örnekleri, ultrasonik temizleyicide temizlenerek ölçüme hazır hale getirildi. Renk parametrelerine ait tüm ölçümler, D65 ölçüm koşullarında renk ölçüm kutusu içinde gerçekleştirildi. Ölçümler, her bir örneğin yüzeyinden spektrofotometre ile (CM-2300; Konica Minolta, Tokyo, Japonya) yapıldı. Ölçümler öncesi spektrofotometrenin kalibrasyonu yapıldı. Her bir seramik materyalinin spektrofotometre ile renk parametreleri (L, a, b, C ve H) ölçüldü.

Başlangıç renk parametrelerinin ölçümü, ev tipi beyazlatma işlemi uygulamasının hemen öncesinde yapıldı. 14.gün sonunda beyazlatma işleminin tamamlanmasının ardından örnekler ultrasonik banyoda temizlendi ve renk parametreleri (L, a, b, C ve H) tekrar ölçülerek meydana gelen renk değişim miktarları  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  olmak üzere iki farklı formülle hesaplandı.<sup>17-19</sup>

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)}$$

CIEDE2000 sistemine göre,  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$ ,  $\Delta H'$  örneklerin nötral gri zemin üzerinde ölçülen parlaklık, doygunluk ve renk tonu değerleri arasındaki farkı;  $R_T$  (rotasyon fonksiyonu) ise mavi bölgedeki doygunluk ve ton farkı arasındaki etkileşimi gösteren bir fonksiyondur.<sup>11,17-19</sup>

SL, SC, SH: Sırasıyla parlaklık, doygunluk ve renk tonu bileşikleri için L, a, b koordinat sistemindeki varyasyonu düzenleyen, toplam renk farkı ayarlamasını yapan ağırlıklandırma fonksiyonlarıdır.  $K_L$ ,  $K_C$ ,  $K_H$  parametre faktörleri ise görüntüleme parametrelerini ayarlamak için kullanılan, deneysel koşullar için düzeltme terimleridir. Bu çalışmada parametrik faktörlerin değerleri 1 olarak alındı.<sup>11,17-19</sup>

$$\Delta E_{ab} = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2]^{1/2}$$

$\Delta E^*$  formülünde yer alan  $L_1^*$ ,  $a_1^*$  ve  $b_1^*$  ilk ölçüm değerleri iken,  $L_2^*$ ,  $a_2^*$  ve  $b_2^*$  ise ikinci ölçüm değerleridir.<sup>17,20</sup>

Paravina ve ark.<sup>17,20</sup> algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerlerini  $\Delta E_{00}$  için sırasıyla 0.8 ve 1.8 olarak tanımlamıştır.  $\Delta E_{ab}$  formülüne karşılık gelen algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri ise 1.2 ve 2.7 olarak belirtilmiştir.<sup>17,20</sup> Çalışmada elde edilen  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  verileri bu eşik değerlere göre değerlendirildi.

## İstatistik analiz

Çalışmanın veri analizi IBM SPSS (IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Versiyon 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik programı kullanılarak yapıldı. Deney gruplarının,  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma (Ort  $\pm$ SS) olarak tablolar halinde sunuldu. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygun olması nedeniyle, farklı materyal ve yüzey bitirme işlemlerinin  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  değerleri üzerindeki etkisi iki yönlü ANOVA ile incelendi. Varyansların homojenliği Levene testi ile değerlendirildi ve varyanslar homojen bulundu. Deney gruplarına ait renk değişim değerlerinin karşılaştırmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $P < 0.05$  olarak alındı.

## BULGULAR

İki yönlü ANOVA testi sonucuna göre farklı materyal ve yüzey işlemleri faktörlerinin  $\Delta E_{00}$  değerleri üzerinde etkili olduğu ve faktörler arasında etkileşim bulunduğu belirlendi ( $P=0.47$ ;  $P < 0.05$ ) (Tablo 3).  $\Delta E_{00}$  değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 4'te sunuldu. Mekanik polisaj işleminde, materyal grupları içerisinde en yüksek  $\Delta E_{00}$  değeri monolitik zirkonya grubunda bu-



lunmasına rağmen; materyaller arasında renk değişim değerleri arasında istatistik olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ). Ancak glaze uygulanan gruplar içerisinde, lityum disilikat grubunun monolitik zirkonya ( $P=0.02$ ) ve zirkonya katkılı lityum silikat seramik ( $P=0.05$ ) grubundan anlamlı derecede daha yüksek  $\Delta E_{00}$  değerine sahip olduğu belirlendi. Monolitik zirkonya ve zirkonya katkılı lityum silikat grupları arasında istatistik olarak fark bulunmadı ( $P=0.725$ ). Ayrıca monolitik zirkonya yüzeyine uygulanan glaze işleminin mekanik polisaj işlemine kıyasla daha az renk değişimine sebep olduğu belirlendi. Ancak her bir materyal türü için, uygulanan yüzey bitirme işleminin istatistik olarak anlamlı bir fark yaratmadığı belirlendi ( $P>0.05$ ).

İki yönlü ANOVA testi sonucuna göre farklı materyal ve yüzey işlemleri faktörlerinin  $\Delta E_{ab}$  değerleri üzerinde etkili olduğu ve faktörler arasında etkileşim bulunduğu belirlendi ( $P=0.23$ ;  $P<0.05$ ) (Tablo 5).  $\Delta E_{ab}$  değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 6'da sunuldu. Mekanik polisaj işleminde, materyal grupları içerisinde en

yüksek  $\Delta E_{ab}$  değeri monolitik zirkonya grubunda bulunmasına rağmen; materyaller arasında renk değişim değerleri arasında istatistik olarak anlamlı fark bulunmadı ( $P>0.05$ ). Ancak glaze uygulanan gruplar içerisinde, lityum disilikat grubunun monolitik zirkonya ( $P=0.02$ ) ve zirkonya katkılı lityum silikat seramik ( $P=0.08$ ) gruplarından anlamlı olarak daha yüksek  $\Delta E_{ab}$  değerine sahip olduğu belirlendi. Yüzey bitirme işlemi olarak mekanik polisaj veya glaze uygulanması, ev tipi beyazlatma ajanı uygulanmış zirkonya katkılı lityum silikat ve lityum disilikat gruplarının  $\Delta E_{ab}$  değerlerinde anlamlı farklılığa neden olmazken;  $\Delta E_{ab}$  değerinin glaze uygulanmış monolitik zirkonya grubunda mekanik polisaj uygulanmış monolitik zirkonya grubuna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu belirlendi ( $P>0.05$ ).

Deney gruplarına ait  $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$  değerleri algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri ile karşılaştırıldığında, bütün deney gruplarında her iki renk değişim değerinin de algılanabilir eşik değerlerinin altında olduğu gözlemlendi ( $<0.8$  ve  $1.2$ ).

**Tablo 3.**  $\Delta E_{00}$  değerlerine ait iki yönlü ANOVA testi sonuçları.

Değişim kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Materyal	0.327	2	0.164	4.886	0.012
Yüzey işlemi	0.000	1	0.000	0.005	0.942
Materyal * Yüzey işlemi	0.220	2	0.110	3.282	0.047
Hata	1.406	42	0.033		
Toplam	7.558	48			

**Tablo 4.** Deney gruplarının  $\Delta E_{00}$  değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve gruplar arası karşılaştırmalar.

Materyal	Yüzey İşlemi	
	Mekanik Polisaj	Glaze
Lityum disilikat	0.37 ±0.20 A a	0.54 ±0.28 A a
Zirkonya katkılı lityum silikat	0.25 ±0.10 A a	0.26 ±0.15 B a
Monolitik zirkonya	0.40 ±0.20 A a	0.23 ±0.09 B a

\*Aynı yüzey bitirme işlemi grubunda ortak büyük harfe sahip materyal gruplarının  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $P>0.05$ ).

\*\*Aynı materyal grubunda ortak küçük harfe sahip yüzey bitirme işlemi gruplarının  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $P>0.05$ ).

**Tablo 5.**  $\Delta E_{ab}$  değerlerine ait iki yönlü ANOVA testi sonuçları.

Değişim Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Materyal	0.630	2	0.315	4.006	0.026
Yüzey işlemi	0.000	1	0.000	0.003	0.956
Materyal * Yüzey işlemi	0.652	2	0.326	4.143	0.023
Hata	3.305	42	0.079		
Toplam	18.090	48			

**Tablo 6.** Deney gruplarının  $\Delta E_{ab}$  değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve gruplar arası karşılaştırmalar.

Materyal	Yüzey İşlemi	
	Mekanik Polisaj	Glaze
Lityum disilikat	0.55 ±0.30 A a	0.82 ±0.43 B a
Zirkonya katkılı lityum silikat	0.39 ±0.17 A a	0.43 ±0.27 A a
Monolitik zirkonya	0.64 ±0.27 A a	0.35 ±0.14 A b

\*Aynı yüzey bitirme işlemi grubunda ortak büyük harfe sahip materyal gruplarının  $\Delta E_{ab}$  değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $P>0.05$ ).

\*\*Aynı materyal grubunda ortak küçük harfe sahip yüzey bitirme işlemi gruplarının  $\Delta E_{ab}$  değerleri arasında anlamlı fark yoktur ( $P>0.05$ ).

## TARTIŞMA

Bu çalışmada lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya olmak üzere üç farklı CAD-CAM seramiğine mekanik polisaj ve glaze işlemi uygulandı ve ev tipi beyazlatma işlemi 14 gün boyunca uygulanarak (günlük 4 saat) materyallerde meydana gelen renk değişim değerleri belirlendi. Çalışmanın sonuçlarına göre; ev tipi beyazlatma işlemi uygulanan CAD-CAM seramiklerinin renk değişimi değerleri üzerinde seramik tipinin ve seramik yüzeyine uygulanan yüzey bitirme işlemlerinin etkili olduğu bulundu. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi reddedildi.

CAD-CAM sistemleriyle üretilen restorasyonlarda milleden sonra düzgün bir dış yüzey oluşmaması ve seramik restorasyonlara yüzey bitirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Glaze veya mekanik polisaj ile bitirme işlemleri, restorasyonların üretimi sonrasında uygulanabilmektedir. Oklüzal uyumluların gerekli olduğu vakalarda yüzeyin mekanik polisaj ile bitirilmesi avantaj sağlamaktadır.<sup>21</sup> Yüzey bitirme işlemlerinin dental seramiklerin yüzey topografisinde, pürüzlülüğünde ve ayrıca optik özelliklerinde farklı etkiler gösterdiği belirtilmektedir.<sup>22</sup> Bu çalışmada, yüzey bitirme işlemi olarak mekanik polisaj ve toz-likit glaze sisteminin ikisi de araştırma gruplarına dahil edilerek mikroyapıları birbirinden farklı üç seramik materyali test edildi.

Protetik materyallerde, renk değişiminin ölçülmesinde cihazlar ve görsel yollarla yapılan ölçümler kullanılmaktadır. Cihazla yapılan renk ölçümleri, görsel renk ölçümlerine göre daha başarılı sonuçlar vermektedir.<sup>11</sup> Ancak bütün cihazlar arasında renk parametrelerinin ölçümü için en doğru olan cihaz spektrofotometrelerdir.<sup>11</sup> Spektrofotometreler ile renk ölçümü yapıldığında, her ölçüm öncesinde kalibrasyon yapılabilir. Bu çalışmada da seramik örnekleri

ait renk parametreleri standart D65 ölçüm koşulları altında spektrofotometre kullanılarak yapıldı. Her grubun ölçümünden önce cihaz kalibre edildi. Gözün farklı renkleri birbirinden ayırt edebilmesi materyale ait rengin parlaklığı, doygunluğu ve tonuna bağlıdır. Tüm değişkenleri CIELab formülünde olduğu gibi eşit değerlendirmek yerine, gözün algısını daha baskın biçimde etkileyen faktörün katsayısını belirleyerek kabul edilebilirliği ve algılanabilirliği daha doğru bir biçimde saptayabilmek amacıyla CIEDE2000 formülü geliştirilmiştir.<sup>17,20,23</sup> Paravina ve ark.<sup>20</sup> klinik olarak algılanabilir eşik değeri, gözlemcilerin %50'si tarafından gözle fark edilebilir renk değişim değeri olarak tanımlamaktadır. Ayrıca algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri  $\Delta E_{00}$  için sırasıyla 0.8 ve 1.8 olarak;  $\Delta E_{ab}$  formülüne karşılık gelen algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri ise 1.2 ve 2.7 olarak belirtilmiştir.<sup>20</sup> Bu çalışmada materyallerde meydana gelen renk değişiminin belirlenmesi için her iki renk değişimi hesaplama formülü de kullanıldı. Böylelikle çalışmada yer alan deney gruplarına ait renk değişimi değerlerinin literatürde yer alan daha fazla sayıda araştırmayla karşılaştırılması amaçlandı.

Seramik restorasyonların optik özellikleri ve rengi birçok faktörden etkilenmektedir. Renk değişimi sıklıkla restorasyonların ağız içerisinde kullanımına bağlı olarak gerçekleşse de bazı dental uygulamalar seramik restorasyonlarda renk değişikliğine neden olabilmektedir. Bu uygulamalardan biri beyazlatma işlemleridir. Evde hasta tarafından veya klinikte hekim tarafından uygulanan beyazlatma ajanları farklı kimyasal ajanlar içermekte ve bu ajanların seramik restorasyonların üzerindeki etkisi farklı olmaktadır. Farklı konsantrasyonlarda olabilen karbamid peroksit içerikli ev tipi beyazlatma ajanlarının etkinliği üzerine birçok çalışma bulunmaktadır.<sup>8,21,24,25</sup> Bu ajanların kısa periyotlar halinde kullanılması önerilmektedir.<sup>8</sup> Alshali ve ark.<sup>26</sup>

beyazlatma işleminin farklı CAD-CAM seramiklerin yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığı üzerindeki etkisini değerlendirdiği çalışmalarında, kontrol grubunu distile suda bekletirken, ikinci ve üçüncü gruplara 7 gün boyunca sırasıyla %20 karbamid peroksit (%20 CP) ile günde 4 saat ve %35 karbamid peroksit (%35 CP) ile günde 1 saat olacak şekilde beyazlatma ajanları uygulamışlardır. Dördüncü gruba, her biri 20 dakika olmak üzere iki kez ofis tipi %40 hidrojen peroksit (%40 HP) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda lityum disilikat ve zirkonya katkılı lityum silikat seramiklerin farklı beyazlatma tedavilerinden etkilenmediği görülmüştür. Bu çalışmada da beyazlatma ajanlarından %16 karbamid peroksit içerikli bir ajan seçildi ve üretici firmanın önerisi doğrultusunda 14 gün süreyle günde 4 saat olarak uygulandı.

Ev tipi bir beyazlatma ajanının glaze ve mekanik polisaj uygulanmış lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya seramiklerin renk değişimi değerlerine etkisini değerlendiren bu çalışmanın sonuçlarına göre; renk değişiminin seramik türünden ve uygulanan yüzey bitirme işleminden etkilendiği ancak materyallerde meydana gelen renk değişiminin klinik olarak algılanabilir eşik değerlerin altında olduğu belirlendi. Ramos ve ark.<sup>18</sup> yaptıkları çalışmada monolitik CAD-CAM seramiklerine 14 gün boyunca günde 10 saatlik uygulamalardan oluşan yıllık ev tipi beyazlatma işlemi (%10'luk karbamid peroksit) uygulamışlardır. Çalışmada test edilen seramik türleri: rezin nano seramik (Lava Ultimate; 3MESPE, St Paul, MN, ABD), polimer infiltre (Vita Enamic), lösit ile güçlendirilmiş seramik (IPS Empress CAD; Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), ve lityum disilikat (IPS e.max CAD) seramiktir. Deney gruplarına ait, 3 yıllık renk değişimi değerleri ( $\Delta E_{00}$ ) değerlendirilmiştir. Beyazlatma işlemi yapılmayan gruplarla karşılaştırıldığında ev tipi beyazlatmanın tüm materyallerin yıllar içinde lekelenme duyarlılığını ve renk değişimi miktarını arttırdığını ve materyallerin optik özelliklerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Alkurt ve ark.<sup>19</sup> %10 karbamid peroksit ve %6 hidrojen peroksit ev tipi beyazlatma ajanlarının monolitik zirkonyanın translüsensisi ve renk değişimi üzerine etkisini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada; üç farklı kalınlıkta (0.4; 1; 1.5 mm- çap 10 mm) çok katmanlı (ML), ultra translüsent çok katmanlı (UTML), ve süper translüsent çok katmanlı (STML) zirkonya

seramikleri test etmişlerdir. Örnekler, 14 gün boyunca %6 hidrojen peroksit (günde 45 dakika) ve %10 karbamid peroksit (günde 8 saat) uygulanan gruplar olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Uygulama süresi arttıkça translüsensi ve renk değişimi değerlerinin arttığı belirtilmiştir. Materyal kalınlığının renk değişimi değerleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bütün araştırma gruplarında algılanabilir eşik değer üzerinde (0.8) renk değişimi değerleri bulunmuştur. Bu çalışmada ise; monolitik zirkonya grubunda renk değişimi değerleri her iki yüzey bitirme işlemi grubunda da algılanabilir eşik değer altında bulunmuştur. İki çalışmanın sonuçları arasındaki farkın; test edilen zirkonya materyallerinin mikro yapılarının, kullanılan beyazlatma ajanlarının konsantrasyonlarının ve beyazlatma ajanı uygulama süresinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Murat ve ark.<sup>21</sup> %16 karbamid peroksitin (CP), glaze ve mekanik polisaj uygulanan, termal olarak yaşlandırılmış CAD-CAM cam seramiklerin göreceli translüsensi parametresi ve renk stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Feldspatik (Vitablocs Mark II; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), lityum disilikat (IPS e.max CAD) ve zirkonya katkılı lityum silikat seramik (Vita Suprinity) olmak üzere üç farklı CAD-CAM seramik grubu yüzey işlemlerine göre iki alt gruba (n=10) ayrılmıştır. Termal olarak yaşlandırılmış örnekler %16 CP ile beyazlatma işlemi 8 gün boyunca günde 6 saat uygulanmıştır. Lityum disilikat seramik (IPS e.max CAD), hem glaze hem de mekanik polisajlı yüzeyler için önemli ölçüde daha düşük translüsensi ve  $\Delta E_{00}$  değerleri göstermiştir ( $P<0.05$ ). Zirkonya katkılı seramik için (Vita Suprinity) glazeli yüzeyler mekanik olarak parlatılmış yüzeylere göre daha yüksek renk stabilitesi göstermiştir ( $P<0.05$ ). Bu çalışmada ise; zirkonya katkılı lityum silikat seramiğin her iki yüzey bitirme işlemi grubunda benzer sonuçlar gösterdiği ve renk değişimi değerlerinin lityum disilikat seramik gruplarından daha düşük olduğu belirlendi. Ancak her iki materyal için de belirlenen renk değişimi değerleri algılanabilir eşik değer altında bulundu. İki çalışmanın sonuçları arasındaki farkın Murat ve ark.<sup>21</sup> çalışmasında beyazlatma işlemlerinin termal yaşlandırma işlemlerinin ardından uygulanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca başka bir çalışmada benzer olarak Nikanjam ve ark.,<sup>27</sup> lityum disilikat, hibrit seramik, zirkonya katkılı lityum silikat ve zirkonya restorasyonlara %16'luk karbamid



peroksit (14 gün/ günlük 3 saat) ve %40'lık hidrojen peroksit (20 dakika) uygulamışlar ve hibrit seramik hariç materyallerde meydana gelen renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Alshali ve Alqahtani,<sup>7</sup> ev tipi ve ofis tipi beyazlatma işlemlerinin lityum disilikat (IPS e.max CAD), polimer infiltre (Vita Enamic) ve zirkonya katkılı lityum silikat (Celtra Duo CAD) seramiklerin mikro sertliği ve renk değişimi üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında örnekleri kontrol, %20 karbamid peroksit, %35 karbamid peroksit ve %40 hidrojen peroksit olmak üzere dört gruba ayırmışlardır (n=10). Beyazlatmanın renk değişimi ve mikro sertlik üzerindeki etkisinin esas olarak materyal çeşidine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Renk değişimi; lityum disilikat seramik için klinik olarak algılanamayan aralıktayken, polimer infiltre seramik ve zirkonya katkılı lityum silikat seramikler algılanabilir renk değişimi göstermiştir. Bu çalışmada ise, lityum disilikat ve zirkonya katkılı seramik gruplarında meydana gelen renk değişimi algılanabilir eşik değerinin altında bulundu. Zirkonya katkılı lityum silikat seramik için elde edilen farklı sonuçların; kullanılan materyallerin üretim farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan Vita Suprinity prekristalize formdadır. Milleme sonrasında sonuç formuna ulaşabilmesi için kristalizasyon fırınlanması gerektirmektedir. Celtra Duo CAD ise kristalize olmuş formdadır ve milleme sonrasında ilave bir fırınlama gerektirmemektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Çalışmada yalnızca toz-likit glaze sistemi glaze işlemi olarak kullanılmıştır. Günümüzde sprey şeklinde veya pasta şeklinde uygulanabilen glaze materyalleri de bulunmaktadır. Farklı glaze yöntemleri uygulanmış seramiklerde beyazlatma ajanlarının etkinliği üzerine çalışmaların yapılması bu konudaki bilimsel literatüre katkı sunacaktır. Bu çalışmada klinikte sıklıkla kullanılan ve farklı mikro yapıya sahip üç seramik test edilmiştir. Ancak günümüzde CAD-CAM seramikleri çok geniş bir materyal çeşitliliğine sahiptir. Ayrıca çalışmada yalnızca tek tip bir beyazlatma ajanı kullanılmıştır. Farklı beyazlatma ajanlarının yeni geliştirilen seramikler üzerindeki etkinliğini değerlendirmek için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## SONUÇ

Çalışmanın sonuçlarına göre ev tipi beyazlatma işlemi uygulanan lityum disilikat, zirkonya katkılı lityum silikat ve monolitik zirkonya seramiklerde seramik tipi ve yüzey bitirme işlemleri renk değişimi değerlerini etkilemektedir. Ancak bütün deney gruplarında her iki renk değişim değerinin de ( $\Delta E_{00}$  ve  $\Delta E_{ab}$ ) algılanabilir eşik değerlerinin altında (<0.8 ve 1.2) olduğu belirlendi. Ancak tekrarlayan beyazlatma uygulamalarında renk değişim değerlerinin artabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Deniz D, Aktaş G. Güncel zirkonya jenerasyonları: Klinik ipuçları. *Acta Odontol Turc* 2023;40:95-102.
2. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227-35.
3. Ziyad TA, Abu-Naba'a LA, Almohammed SN. Optical properties of CAD-CAM monolithic systems compared: three multi-layered zirconia and one lithium disilicate system. *Heliyon* 2021;7:e08151.
4. Ülkü O, Cengiz S. Klinikte kullanılan CAD/CAM sistemlerinin güncel materyalleri. *J Int dent Sci* 2015;1:9-12.
5. Zhang Y, Vardhaman S, Rodrigues C, Lawn B. A critical review of dental lithia-based glass-ceramics. *J Dent Res* 2023;102:245-53.
6. Zarone F, Ruggiero G, Leone R, Breschi L, Leuci S, Sorrentino R. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: A literature review. *J Dent* 2021;109:103661.
7. Alshali RZ, Alqahtani MA. The effect of home and in-office bleaching on microhardness and color of different CAD/CAM ceramic materials. *Materials* 2022;15:5948.
8. De Geus J, Wambier L, Boing T, Loguercio A, Reis A. At-home bleaching with 10% vs more concentrated carbamide peroxide gels: a systematic review and meta-analysis. *Oper Dent* 2018;43:E210-E222.
9. Al-Angari NS, Quwayhis S, Almayouf N, Meaigel S, Aldahash A, Al-Angari SS. Effect of staining and whitening systems on color stability of computer aided design/computer aided manufacturing lithium disilicate glass ceramic. *The Saudi Dental Journal* 2023;35:359-64.
10. Razeen HM, Mahmoud AS, El-dessouky RA. Evaluation of color changes produced by different bleaching techniques on stained two different ceramic materials. *Tanta Dental Journal* 2023;20:275-80.

11. Karakaya I, Cengiz-Yanardag E. Changes in optical characteristics and surface topography of CAD/CAM materials after bleaching applications: an AFM evaluation. *J Prosthodont* 2020;29:226-36.
12. Tavangar MS, Mousavipour E, Ansarifard E. The effect of bleaching on the optical and physical properties of externally stained monolithic zirconia. *Clin Exp Dent Res* 2021;7:861-7.
13. Silva MdA, Davies R, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, da Silva Júnior JG, *et al.* Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater* 2006;22:919-24.
14. Kara HB, Aykent F, Ozturk B. The effect of bleaching agents on the color stability of ceromer and porcelain restorative materials *in vitro*. *Oper Dent* 2012;38:E1-E8.
15. Polydorou O, Mönning JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater* 2007;23:153-8.
16. Vanderlei AD, Passos SP, Salazar-Marcho SM, Pereira SM, Vásquez VZ, Bottino MA. Effect of bleaching agent on dental ceramics roughness. *Acta Odontol Latinoam* 2010;23:249-56.
17. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *J Esthet Restor Dent* 2019;31:103-12.
18. Ramos A, Peña R, Dovigo L, Pérez M, Fonseca R. Effect of Simulated Annual At-home Bleaching on Susceptibility to Staining, Translucency, and Whiteness Variations of Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing Monolithic Materials. *Oper Dent* 2023;48:404-15.
19. Alkurt M, Duymus ZY, Yildiz Ş. How home bleaching agents affect the color and translucency of CAD/CAM monolithic zirconia materials. *Dent Mater J* 2022;41:511-9.
20. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, *et al.* Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27:S1-S9.
21. Murat S, Batak B, Yılmaz D, Öztürk C. Effects of 16% carbamide peroxide on optical properties of thermally aged monolithic CAD-CAM glass ceramics with different surface treatments. *Oper Dent* 2023;48:176-85.
22. Kurt M, Güngör MB, Nemli SK, Bal BT. Effects of glazing methods on the optical and surface properties of silicate ceramics. *J Prosthodont Res* 2020;64:202-9.
23. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010;38:e57-e64.
24. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, Santos IS, Bona Á, Demarco FF. Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth-whitening gels: a randomized clinical trial. *Oper Dent* 2008;33:606-12.
25. Basting RT, Amaral F, França F, Flório F. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent* 2012;37:464-73.
26. Alshali RZ, Alqahtani MA, Bukhary DM, Alzahrani MA, Alsoraihi SS, Alqahtani MA. The effect of bleaching on surface roughness and gloss of different CAD/CAM ceramic and hybrid ceramic materials. *J Appl Biomater Funct Mater* 2023;21:22808000231152566.
27. Nikanjam S, Abbasi S, Khazaei S. Effect of different bleaching methods on optical behaviors of CAD/CAM ceramics. *Avicenna Journal of Dental Research* 2021;13,113-8.