

# Kondanse Edilebilen ve Yüksek Dolduruculu Akıcı Kompozitlerin Floresans ve Renk Uyum Özelliklerinin *in vitro* Değerlendirilmesi

## *in vitro* Evaluation of Fluorescence and Color Adjustment Features of Paste Type and Highly Filled Flowable Composites

<sup>ID</sup> Ezgi TÜTER BAYRAKTAR<sup>a</sup>, <sup>ID</sup> Bora KORKUT<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Bu *in vitro* çalışmanın amacı, kondanse edilebilen ve yüksek dolduruculu akıcı kompozitlerin renk uyumu ve floresans özelliklerinin doğal diş dokuları ile karşılaştırılabilir olarak değerlendirilmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** On bir kondanse edilebilen rezin kompozit ve dört yüksek dolduruculu akıcı kompozit grupları araştırıldı. Toplam 120 örnek hazırlandı ve 24 saat distile su içinde bekletildi (n=8). Fotoğrafları çekmek için çapraz polarizasyon fotoğrafçılığı ve çapraz polarizasyon filtrelerinin floresan aydınlatmayla kombinasyonu kullanıldı. Her görüntüde bir örnek ve doğal diş yan yana yer alıyordu. Çekilen fotoğraflar üzerinden L\*, a\* ve b\* koordinatları elde edildi, diş ve örnek arasındaki  $\Delta E_{00}$  değeri hesaplandı. Doğal diş ve kompozit materyaller arasındaki renk uyumu ve floresans uyumu Photoshop CC yazılımı kullanılarak değerlendirildi. Veriler General Linear Model yöntemi ve Tukey HSD testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi (p<0,05). **Bulgular:** Renk uyumu ve floresans uyumu verilerine göre kompozitlerin ortalama değerleri arasında fark vardır (p<0,001). Filtek grubu hariç tüm grupların renk uyumu ve floresans uyumu değerleri arasında anlamlı fark vardır. Floresans uyumu (16,76±6,05) değeri renk uyumu (5,7±2,8) değerine göre anlamlı şekilde yüksek bulundu (p<0,001). Akıcı (14,96±8,06) ve kondanse edilebilir (9,87±6,47) kompozitlerin ortalama  $\Delta E_{00}$  değeri arasında anlamlı fark vardır (p<0,001). **Sonuç:** Resin kompozit materyal ile doğal diş arasında iyi bir renk uyumu olması, her zaman iyi bir floresans uyumu olduğu anlamına gelmeyebilir. Akıcı kompozitler floresans ışık altında ışığı daha fazla yansıtıkları için, anterior bölgede vestibül yüzeyin tamamını içermeyen restorasyonlarda kullanımı sınırlı olabilir.

**ABSTRACT Objective:** This *in vitro* study aimed to evaluate the color adjustment and fluorescence features of paste-type and flowable resin composites in comparison with the natural tooth. **Material and Methods:** Eleven paste-type and four flowable resin composites were investigated. A total of 120 samples were prepared and kept in distilled water for 24 hours (n=8). Cross-polarization photography and the combination of it with fluorescence illumination were used to take the photographs. In each image, one sample and an extracted tooth were included side-by-side. L\*, a\*, and b\* coordinates were measured, and  $\Delta E_{00}$  values between the tooth and the samples were calculated. Color adjustment and fluorescence adjustments between the natural tooth and the composite samples were assessed by using the Photoshop CC software. Data were analyzed statistically using the General Linear Model and Tukey HSD tests (p<0.05). **Results:** A significant difference between the composites' average color adjustment and fluorescence adjustment values was observed (p<0.001). There was a significant difference between the color adjustment and fluorescence adjustment values for all the groups except the Filtek group. The total fluorescence adjustment (16.76±6.05) values were significantly higher than the total color adjustment (5.7±2.8) values (p<0.001). A significant difference was also observed between the  $\Delta E_{00}$  values of flowable (14.96±8.06) and paste-type (9.87±6.47) composites (p<0.001). **Conclusion:** A good color adjustment between the resin composite materials and natural teeth may not always indicate good fluorescence compatibility. Since the flowable resin composites were generally brighter under fluorescence illumination, the use of these materials may be limited for the anterior partial coverage restorations in patients with high esthetic expectations.

**Anahtar Kelimeler:** Akıcı; çapraz polarizasyon; floresans; kompozit; renk uyumu

**Keywords:** Flowable; cross-polarization; fluorescence; composite; color adjustment

**KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:**

Tüter Bayraktar E, Korkut B. Kondanse edilebilen ve yüksek dolduruculu akıcı kompozitlerin floresans ve renk uyum özelliklerinin *in vitro* değerlendirilmesi. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2024;30(3):489-97.

**Correspondence:** Ezgi TÜTER BAYRAKTAR

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

E-mail: ezgi.tuter@marmara.edu.tr



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

Received: 13 Feb 2024

Received in revised form: 20 May 2024

Accepted: 31 May 2024

Available online: 12 Jun 2024

2146-8966 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Restoratif diş hekimliğinin amacı, doğal diş benzer optik ve fonksiyonel özelliklere sahip, uzun ömürlü restorasyonlar oluşturmaktır. Direkt kompozit restorasyonlar, minimal invaziv tedavi seçenekleri arasında fonksiyon ve estetiğin sağlanabilmesi için en iyi alternatifler arasındadır.<sup>1</sup>

Restorasyonlarda estetik görünümün değerlendirilmesinde rezin kompozit materyalin renk uyumu en önemli kriterlerden biridir. Doğal diş rengi, ışığın mine ve dentin dokuları üzerinden yansımaları ve kırılması sonucu oluşur. Mine ve dentin dokularının optik özelliklerinin birleşimi doğal diş rengi üzerinde etkilidir. Restorasyonlarda doğal diş ile olan renk uyumunun sağlanması ve optik özelliklerin taklit edilebilmesi için tek veya birden fazla kompozit renginin kullanıldığı tabakalama teknikleri uygulanabilir.<sup>2</sup> Restoratif materyal ve doğal diş, sadece gün ışığı altında değil, farklı ışık kaynakları altında da ışığı benzer şekilde dağıtma ve yansıtma özelliklerine sahip olmalıdır.

Üretici firmalar tarafından “hue”, “chroma”, “value”, translusensi ve son zamanlarda floresans açısından da doğal dişlere mümkün olduğunca benzer özellikte rezin bazlı materyaller sunulmaktadır.<sup>3</sup> Hastaların estetik beklentilerinin artması ile rezin kompozitlerin renk uyumunun yanı sıra floresans özelliklerinin uyumu da önem kazanmıştır. Floresans özellik bir materyalin ultraviyole ışık altında mavi floresans ışık yayma yeteneği ile ilişkilidir. Floresans özelliği olan materyaller, üzerine düşen ışıktan daha fazla algılanabilir ışık yayar ve bu durum kendisini aydınlatan görünür ışıktan daha fazlasını yansıtmayan, floresans özellik taşımayan materyallere kıyasla daha parlak, beyaz ve aydınlık görünmesini sağlar.<sup>4,5</sup> Özellikle direkt parsiyel ve tam veneer restorasyonlarda komşu diş ve diş dokuları ile olan estetik uyum açısından floresans uyumu da klinikte önemlidir.

Rezin kompozitlerin floresans özelliklerinden klinikte kompozitin diş yüzeyinden uzaklaştırılması sırasında faydalanılmaktadır, literatürde “*Fluorescence-aided Identification Technique (FIT)*” olarak tanımlanmıştır.<sup>6,7</sup> Bu teknik diş yüzeyindeki kompozit kalıntılarının floresans aydınlatma altında daha parlak görünmesini sağlayarak doğal diş dokusundan

ayrıt edilebilmesine olanak tanır. Diş rengindeki restorasyonların tamamen uzaklaştırılması sırasında, ortodontik amaçlı kullanılan ataşmanların ve braketler söküldükten sonra yüzeyde kalan artık rezinin uzaklaştırılmasında kullanılabilir. FIT yöntemi kompozit restorasyonların sınırlarının net bir şekilde tespit edilmesini sağlayarak minimal invaziv bir preparasyon yapılmasına olanak tanır. Yapılan çalışmalar, FIT yönteminin kompozit restorasyonları tespit etmede geleneksel yöntemlere göre 2 kat daha hızlı ve etkili olduğunu göstermiştir.<sup>6</sup> Ayrıca bu tekniğin tükürük veya plak gibi obstrüktif faktörlerin mevcut olduğu durumlarda bile uygulanabilir ve tekrarlanabilir olduğu gösterilmiştir.<sup>7</sup>

Çalışılan restoratif materyallerin optik özelliklerinin bilinmesi, farklı ışık kaynakları altında estetiğin sağlanması için faydalı olacaktır. Ayrıca rezin kompozitin diş yüzeyinden uzaklaştırılması gereken durumlarda floresans özelliğinin kullanılması klinik başarıyı artıracaktır. Ancak rezin kompozitlerin renk uyumu ve optik özellikleri üzerine birçok çalışma bulunmasına karşın, floresans özellikleri hakkında az sayıda bilimsel çalışma mevcuttur.

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, kondanse edilebilen kompozitlerin ve yüksek dolduruculu akıcı kompozitlerin renk uyumlarının ve floresans özelliklerinin doğal diş dokuları ile karşılaştırılarak kantitatif olarak değerlendirilmesidir. Çalışmanın hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir: 1) farklı kompozitlerin floresans özellikleri arasında fark yoktur, 2) kompozitlerin diş dokuları ile olan renk uyumu ve floresans uyumu arasında fark yoktur.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamıza, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulundan onay alınarak başlandı (tarih: 27 Nisan 2023, no: 2023-141) ve çalışma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütüldü.

Bu çalışmada toplam 11 farklı kondanse edilebilen rezin kompozit materyal [Omnichroma, Estelite Sigma Quick, Estelite Asteria, Tokuyama (Japonya); Charisma Diamond One, Kulzer (Almanya); Essentia Universal, G-aenial A'chord, GC (Japonya); Ruby, İnci Dental (Türkiye); Zenit, Presi-

dent Dental (Almanya); Filtek Universal Restorative, 3M (ABD); Optishade, Kerr Dental (ABD); Clearfil Majesty Es-2, Kuraray (Japonya)] ve 4 farklı yüksek dolduruculu akıcı kompozit [Estelite Universal Flow, Omnichroma Flow, Tokuyama (Japonya); G-aenial Universal Injectable, GC (Japonya); Charisma Diamond One Flow, Kulzer (Almanya)] kullanıldı ve periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz, restorasyonsuz A2 renkte, bir maksiller santral diş ile karşılaştırıldı (Tablo 1). Çekilmiş diş çalışma öncesinde

ve sırasında %0,1'lik timol solüsyonu içinde bekletildi. Kondanse edilebilen ve akıcı kompozitler için her bir grupta 8 örnek olacak şekilde toplam 120 örnek hazırlandı (n=8).

Diş şeklindeki hazır silikon kalıplar (Essentia Custom\_Eyes, GC) kullanılarak standart rezin kompozit örnekler hazırlandı, rezin kompozit materyal silikon kalıp içerisine restoratif spatül yardımı (Optra Sculpt, Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) ile yerleştirildi ve polimerize edildi (Resim 1). Örnekler 1.000

**TABLO 1:** Çalışmada kullanılan rezin kompozitlerin içerikleri.

Kompozit türü	Materyal	Renk	Üretici	Organik matris	Doldurucu	Doldurucu oranı wt %/vol %
Kondanse edilebilen kompozit	Asteria	A2	Tokuyama, Japonya	Bis-GMA, BisMEPP, TEGDMA, UDMA	Supra-nano sferikal doldurucu (200 nm sferikal SiO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> )	82-71
	Charisma Diamond One	Tek renk	Kulzer, Almanya	TCD-üretan akrilat, UDMA, TEGDMA	Baryum alüminyum boro flor silikat cam, 5 nm-20 µm	81-64
	Optishade	MD	Kerr Dental, ABD	Bis-EMA, Bis-GMA TEGDMA	PPF, BaO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> , silika, F <sub>3</sub> Yb	81-64,5
	Essentia	Universal	GC, Japonya	UDMA, Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA	Prepolimerize doldurucu, stronsiyum cam, lantanit florür, silika, silisyum cam	81/65
	Ruby	A2	İnci Dental, Türkiye	Bis-GMA	Silika, zirkonya, baryum cam partikülleri	81-63
	Filtek Universal Restorative	A2	3M, ABD	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA	Zirkonya, silika partikülleri, iterbiyum triflorür	82-60
	G-aenial A'chord	A2	GC, Japonya	Bis-MEPP	Cam doldurucu, organik doldurucu (baryum cam, silika)	82-n/a
	Estelite Sigma Quick	A2	Tokuyama Dental, Japonya	Bis-GMA TEGDMA	Silika-zirkonyum	82-71
	Clearfil Majesty Es-2	U	Kuraray, Japonya	Bis-GMA, hidrofobik aromatik DMA ve hidrofobik alifatik DMA, kamforkinon	Sılanlı baryum cam (0,37-1,5 µm) ve prepolimerize doldurucu	78-66
	Omnichroma	Tek renk	Tokuyama Dental, Japonya	UDMA, TEGDMA	Supra-nano sferikal doldurucu, yuvarlak şekilli kompozit doldurucu (SiO <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub> 260 nm)	79-68
Zenit	A2	President Dental, Almanya	UDMA, Bis-GMA, BDDMA	Cam dolgu 0,7 µm, pirojenik silika 12 nm, agglomer nanopartiküller 0,6 µm	83-70	
Akıcı kompozit	Omnichroma Flow	Tek renk	Tokuyama Dental, Japonya	UDMA, TEGDMA	Supra-nano sferikal doldurucu (200 nm sferikal SiO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> ), yuvarlak şekilli kompozit doldurucu (SiO <sub>2</sub> , ZrO <sub>2</sub> 260 nm)	71-n/a
	Charisma Diamond One Flow	Tek renk	Kulzer, Almanya	UDMA, EBADMA	Baryum alüminyum boro florür silikat cam, iterbiyum florür, silisyum dioksit, titanyum dioksit	n/a-41
	Estelite Universal Flow	U	Tokuyama Dental, Japonya	Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	dl-kamforkinon, başlatıcı, silika-zirkonyum, prepolimerize doldurucu	70-56
	G-aenial injectable	A2	GC, Japonya	Bis-EMA, UDMA Metakrilat monomer	Silika, baryum cam (150 nm)	69-n/a

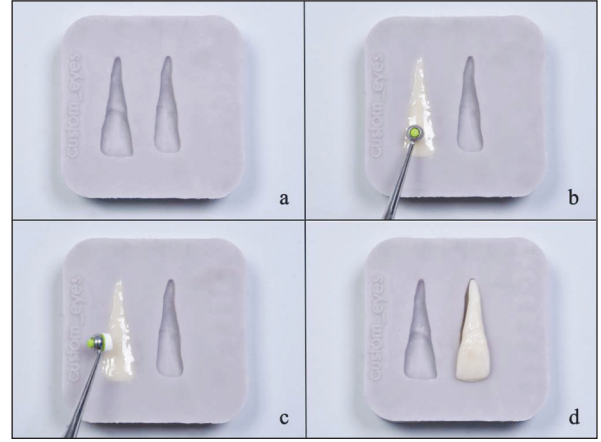
Bis-GMA: Bisfenol-A-diglisidil metakrilat; BisMEPP: Bisfenol-A etoksilat dimetakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; UDMA: Üretan dimetakrilat; TCD: Trisiklodekan; Bis-EMA: Bisfenol A etoksillenmiş dimetakrilat; PPF: Prepolimerize doldurucu; BaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>: Baryum alüminosilikat cam; F<sub>3</sub>Yb: İterbiyum triflorür; DMA: Dimetakrilat; SiO<sub>2</sub>: Silisyum dioksit; ZrO<sub>2</sub>: Zirkonyum dioksit; BDDMA: Bütandiol dimetakrilat; EBADMA: Etoksile bisfenol A dimetakrilat; Bis-MPEPP: (2,2'-bis(4-metakriloksi polietoksifenil) propan).

mw/cm<sup>2</sup> irradiasyondaki yeni bir led polimerizasyon cihazı (Valo Grand, Standard Power modu, Ultradent Products, ABD) ile 20 sn polimerize edildi sonrasında distile suda 24 saat bekletildi. Değerlendirmeler için gri zeminde doğal çekilmiş bir diş ile her seferinde farklı bir kompozit örneğin içinde bulunduğu çapraz polarizasyon filtreli fotoğraflar çekilerek kayıt altına alındı. Renk ölçümleri için çekilen fotoğraflar penceresiz bir odada sürekli ışıklar (JINBEI, EF-II, Japonya 200W, %85 güç) 5.500 sıcaklık ayarında kullanılarak çekildi. Çekimlerin hepsi aynı ayarlardaki fotoğraf düzeneği ile ve örnekler 30 cm mesafeden yapıldı. Canon Eos 700D (Tokyo, Japonya) kamera, Canon EF 100 mm makro lens, Canon MT-24EX makro twin flaş ve çapraz polarizasyon (Polar Eyes, Photomed, ABD) filtreleri kullanıldı. Twin flaşlar için kullanılan bataryalar 20 çekimde bir yenilenmiştir. Fotoğraf çekim parametreleri olarak pozlama hızı 1/125, diyafram f25 ve ISO 200 olarak ayarlandı. Ayrıca çapraz polarizasyon filtreleriyle birlikte 45 derece açıldırılmış ve aynı uzaklıktaki 2 adet Valo Grand (Ultradent Products, ABD) ışık cihazının “Black Light” lens ile kullanıldığı floresans ışık altında fotoğraflar çekilerek kaydedildi. Çekilen fotoğraflar üzerinden bir bilgisayar yazılımı (Photoshop CC, Adobe Systems Inc., ABD) kullanılarak, “Info” aracı ile L\*, a\* ve b\* renk koordinatları elde edilmiş ve kantitatif renk analizleri yapılmıştır (Resim 2). Her fotoğraftaki diş vestibül yüzeyi ve kompozit örnek yüzeyinin 3 farklı bölgesinden L\*, a\*, b\* koordinatları elde edilmiş ve bu 3 ölçümün ortalaması alınarak diş ve örnek arası renk farkı ( $\Delta E_{00}$ ) değeri hesaplanmıştır.

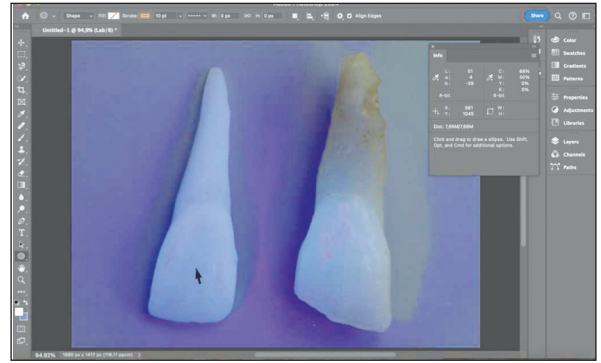
$$\Delta E_{00} = \{[\Delta L'/(k_L S_L)]^2 + [\Delta C'/(k_C S_C)]^2 + [\Delta H'/(k_H S_H)]^2 + R_T [\Delta C'/(k_C S_C)] \times [\Delta H'/(k_H S_H)]\}^{1/2}$$

Çapraz polarize filtreli fotoğrafların  $\Delta E$  değeri ile doğal diş ve kompozit materyallerin renk uyumu ve çapraz polarize filtre ile floresans ışık kombinasyonlu fotoğrafların  $\Delta E_{00b}$  değeri ile doğal diş ve kompozit materyallerin floresans özellikleri arasındaki uyumlar kantitatif olarak değerlendirildi. Ayrıca renk uyumu ( $\Delta E_{00a}$ ) ile floresans özellik ( $\Delta E_{00b}$ ) arasındaki ilişki de değerlendirildi.

Elde edilen veriler istatistiksel analiz programı (IBM SPSS V23; SPSS, Chicago, IL, ABD) ile incelendi, anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alındı. Kom-



RESİM 1: a) Diş şeklindeki hazır silikon kalıp, b-c) restoratif spatül yardımı ile kompozit örneğin hazırlanması, d) polimerizasyon sonrası hazırlanan kompozit örnek.



RESİM 2: Photoshop programı ile L\* a\* b\* verilerinin ölçülmesi.

pozitler ve floresans ışığın kullanımına göre ortalama değerlerin karşılaştırılmasında General Linear Model yöntemi kullanıldı. Çoklu karşılaştırmaların incelenmesinde Tukey HSD testinden yararlanıldı.

## BULGULAR

Renk uyumu verilerine göre kompozitlerin ortalama değerleri arasında fark vardır ( $p < 0,001$ ). Tüm kompozitler arasında en yüksek ortalama renk uyumu değerleri Omnichroma flow (11,02±1,09) ve Charisma Diamond One Flow (9,97±1,12) gruplarında elde edilmiş olup aralarında anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). Omnichroma Flow için renk uyumu değeri diğer tüm akıcı özellikteki kompozitlerden anlamlı farklılık gösterirken, Charisma Diamond One Flow (9,97±1,12) ile Estelite Universal Flow (4,72±1,16) arasında anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). Filtek

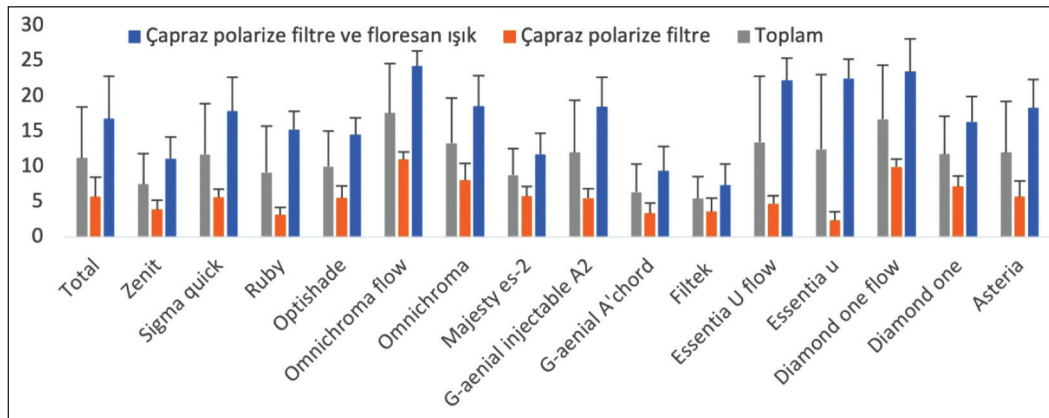
grubu diğer tüm kompozitlerden daha düşük ortalama renk uyumu değerine ( $3,59 \pm 1,91$ ) sahiptir ve Zenit ( $3,9 \pm 1,3$ ), G-aenial A'chord ( $3,37 \pm 1,43$ ) ve Filtek grupları arasında anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). Kondanse edilebilen kompozitler arasında istatistiksel olarak en yüksek renk uyumu Omnichroma ( $8,03 \pm 2,39$ ) grubunda bulunmuştur ve Charisma Diamond One ( $7,2 \pm 1,45$ ) ile aralarında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ; **Tablo 2**). Çapraz polarize filtre ile floresans aydınlatma kombinasyonunda floresans

uyumu değeri  $16,76 \pm 6,05$  iken sadece çapraz polarize filtre kullanımında bu değer renk uyumu:  $5,7 \pm 2,8$  olarak tespit edilmiştir. Floresans aydınlatma kullanımını ortalama  $\Delta E_{00}$  değerlerine anlamlı bir etki göstermiştir ( $p < 0,001$ ). Kompozit grupları ve floresans aydınlatma etkileşimlerinde ortalama değerler arasında anlamlı farklar vardır ( $p < 0,001$ ; **Şekil 1**, **Şekil 2**). En düşük floresans uyumu değeri Filtek grubu ( $7,33 \pm 3,05$ ) için bulunurken en yüksek değer Omnichroma Flow ( $24,24 \pm 2,18$ ) grubunda elde edilmiş-

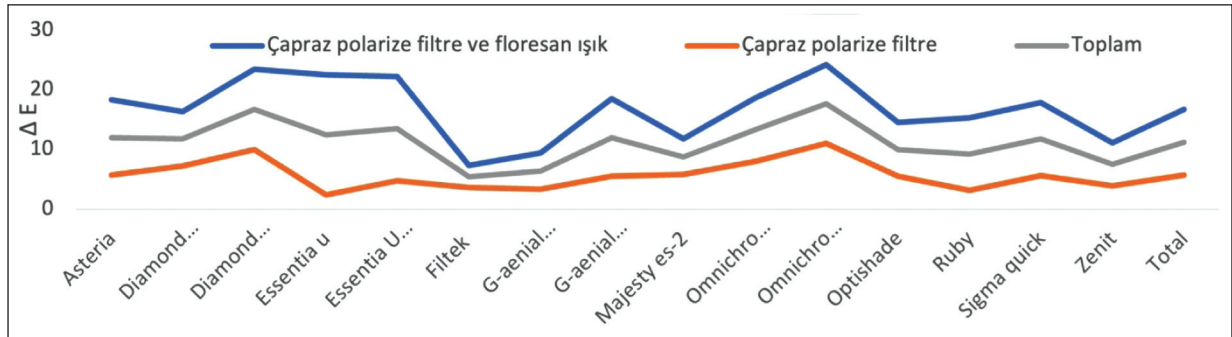
**TABLO 2:** Çapraz polarize filtre ve floresans ışık kullanımına göre  $\Delta E_{00}$  değerlerinin karşılaştırılması.

Kompozit türü	Kompozit adı	Çapraz polarize filtre ve floresans ışık kombinasyonu		Toplam
		Çapraz polarize filtre	ve floresans ışık kombinasyonu	
Kondanse edilebilen kompozit	Asteria	$5,72 \pm 2,23^{JKL}$	$18,32 \pm 4,06^{CD}$	$12,02 \pm 7,23^{cdef}$
	Charisma Diamond One	$7,2 \pm 1,45^{HIJKL}$	$16,33 \pm 3,59^{DE}$	$11,77 \pm 5,4^{cdef}$
	Optishade	$5,55 \pm 1,69^{JKL}$	$14,5 \pm 2,44^{DEFG}$	$10,03 \pm 5,05^{defg}$
	Essentia U	$2,37 \pm 1,22^I$	$22,5 \pm 2,73^{ABC}$	$12,43 \pm 10,59^{cde}$
	Ruby	$3,13 \pm 1,06^{KL}$	$15,25 \pm 2,62^{DEF}$	$9,19 \pm 6,55^{efgh}$
	Filtek	$3,59 \pm 1,91^{KL}$	$7,33 \pm 3,05^{HIJKL}$	$5,46 \pm 3,13^I$
	G-aenial A'chord	$3,37 \pm 1,43^{KL}$	$9,37 \pm 3,48^{GHJ}$	$6,37 \pm 4,02^{HI}$
	Estelite Sigma Quick	$5,65 \pm 1,17^{JKL}$	$17,86 \pm 4,81^{CD}$	$11,75 \pm 7,16^{cdef}$
	Majesty Es-2	$5,78 \pm 1,4^{JKL}$	$11,76 \pm 2,93^{EFGH}$	$8,77 \pm 3,8^{fgh}$
	Omnichroma	$8,03 \pm 2,39^{HIJK}$	$18,57 \pm 4,37^{BCD}$	$13,3 \pm 6,42^{cd}$
Zenit	$3,9 \pm 1,3^{KL}$	$11,11 \pm 3,1^{FGH}$	$7,5 \pm 4,37^{ghi}$	
Akıcı kompozit	Omnichroma Flow	$11,02 \pm 1,09^{FGH}$	$24,24 \pm 2,18^A$	$17,63 \pm 7,03^a$
	Charisma Diamond One Flow	$9,97 \pm 1,12^{GHI}$	$23,49 \pm 4,62^{AB}$	$16,73 \pm 7,7^{ab}$
	Estelite U Flow	$4,72 \pm 1,16^{JKL}$	$22,23 \pm 3,2^{ABC}$	$13,47 \pm 9,33^{bc}$
	G-aenial injectable	$5,5 \pm 1,36^{JKL}$	$18,5 \pm 4,21^{BCD}$	$12 \pm 7,36^{cdef}$
	Total	$5,7 \pm 2,8$	$16,76 \pm 6,05$	$11,23 \pm 7,27$

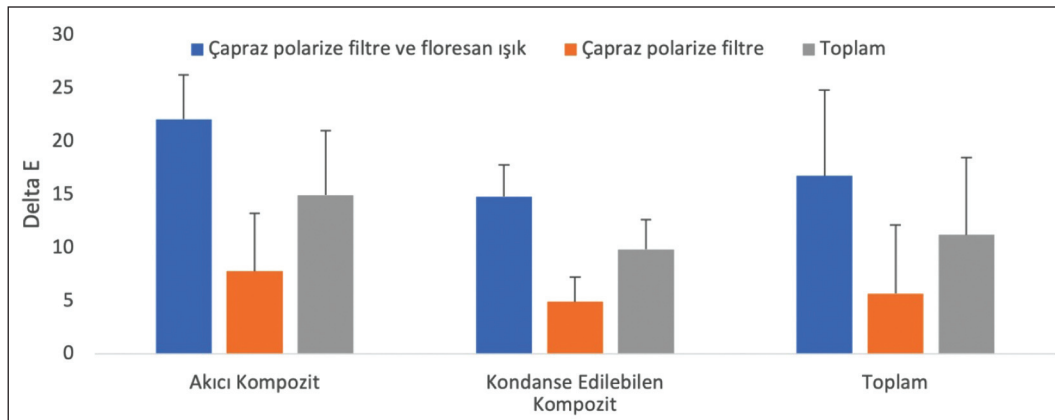
Aynı harfe sahip kompozitlerin toplam  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında fark yoktur (a-i), aynı harfe sahip kompozitlerin çapraz polarize filtre ve floresans ışık kullanımına göre  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında fark yoktur (A-L).



**ŞEKİL 1:** Renk uyumu ve floresans uyumu değerlerinin karşılaştırılması.



ŞEKİL 2: Çapraz polarize filtre ve floresans ışık kullanımına göre  $\Delta E_{00}$  değerlerinin karşılaştırılması.



ŞEKİL 3: Kompozit türüne göre renk uyumu ve floresans uyumu değerlerinin karşılaştırılması.

tir ve Charisma Diamond One Flow ( $23,49 \pm 4,62$ ) ile aralarında anlamlı bir fark yoktur. Filtek hariç diğer tüm kompozitlerin renk uyumu ve floresans uyumu değerleri arasında fark bulunmuştur. Ayrıca floresans uyumu ( $16,76 \pm 6,05$ ), renk uyumu ( $5,7 \pm 2,8$ ) değerlerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Tüm gruplar genelinde akıcı ve kondanse edilebilir kompozitler arasında  $\Delta E$  değerleri anlamlı şekilde farklıdır ( $p < 0,001$ ; Şekil 3). Akıcı kompozitlerde  $\Delta E$  değeri ( $14,96 \pm 8,06$ ) iken kondanse edi-

lebilir kompozitlerde ( $9,87 \pm 6,47$ ) olarak elde edilmiştir ( $p < 0,001$ ). Floresans aydınlatmanın etkisi değerlendirildiğinde, tüm kompozitler için floresans uyumu değeri ortalama değeri  $16,76 \pm 6,05$  iken sadece çapraz polarize filtre kullanımında renk uyumu değeri  $5,70 \pm 2,80$  olarak belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ). Akıcı ve kondanse edilebilir kompozit grupları ve floresans ışık etkileşimi değerlendirildiğinde ortalama değerler arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,001$ ; Tablo 3).

TABLO 3: Kompozit türü, çapraz polarize filtre ve floresans ışık kullanımına göre  $\Delta E$  değerlerinin karşılaştırılması.

Kompozit türü	Çapraz polarize filtre ( $\Delta E_{00}$ )	Çapraz polarize filtre ve floresans ışık kombinasyonu ( $\Delta E_{00}$ )	Toplam
Kondanse edilebilir kompozit	$4,93 \pm 2,30^D$	$14,81 \pm 5,43^C$	$9,87 \pm 6,47$
Akıcı kompozit	$7,80 \pm 2,99^B$	$22,11 \pm 4,15^A$	$14,96 \pm 8,06$
Total	$5,70 \pm 2,80$	$16,76 \pm 6,05$	$11,23 \pm 7,27$

Aynı harfe sahip kompozitlerin kompozit türü, çapraz polarize filtre ve floresans ışık kullanımına göre  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında fark yoktur (A-D).

## TARTIŞMA

Restoratif diş tedavisinde renk uyumu gibi floresans uyum da klinik açıdan önemli bir başarı kriteridir.<sup>8</sup> Bu çalışmada kondanse edilebilen kompozitlerin ve yüksek dolduruculu akıcı kompozitlerin renk uyumları ve floresans özellikleri doğal diş dokuları ile karşılaştırmalı olarak dijital görüntü analizi yöntemi değerlendirildi. Literatürde dijital görüntü analizi yönteminin diş hekimliğinde doğal diş ve restoratif materyaller arası renk analizinde güvenilir bir yöntem olduğunu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır.<sup>9,10</sup> Ancak dijital görüntü analizi yöntemi ile güvenilir veriler elde etmek için fotoğraf çekim aşaması standardize edilmeli, aydınlatma koşulları, kamera ayarları ve nesne-kamera mesafesi ve konumlandırması uygun şekilde ayarlanmalıdır.<sup>11</sup> Bu nedenle çalışmamızda aydınlatma koşullarını standardize etmek için sabitlenmiş bir DSLR kamera ile dual flaş braketleri kullanıldı. Tüm fotoğraflarda flaşlar eşit açı ve mesafede konumlandırıldı ve fotoğraf çekimleri eşit uzaklıktan yapıldı. Dental restorasyonlarda renk seçimi için dijital kameralar ile çapraz polarize filtrelerin kullanımını altın standart olarak kabul edilir.<sup>12</sup> Çapraz polarize filtrelerin kullanımı ile fotoğraflarda yüzeyden yansıyan istenmeyen ışık yansımaları minimuma indirilir ve renk seçimi daha net bir şekilde yapılabilir. Çalışmamızda renk değerlendirmesinde dijital kameralar ile çapraz polarize filtreler kullanıldı ve çekilen fotoğraflar Photoshop CC yazılımı kullanılarak kantitatif olarak değerlendirildi.<sup>13</sup>

Renk analizi için CIE (Commission International de l'Eclairage) tarafından önerilen ve en sık kullanılan formül CIELAB sistemi formülüdür. Ancak CIELAB sisteminin klinik durumu yansıtmadaki eksiklikleri nedeniyle, renk farkı hesaplamak için son yıllarda bu sistemi temel alan ve daha güncel olan CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) formülü kullanılır.<sup>14</sup> Yapılan çalışmalarda, CIEDE2000 renk değerlendirme formülünün renk değişikliklerinin algılanabilirliğini ve kabul edilebilirliğini belirlemede CIELAB ( $\Delta E$ )'den daha üstün olduğu rapor edilmiştir.<sup>15</sup> Bu çalışmada, renk farkı değerlendirmek için literatüre uygun olarak ( $\Delta E_{00}$ ) formülü kullanılmıştır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre rezin kompozit grupları arasında hem renk uyumu hem de floresans uyumu açısından fark bulunmuş olup bu değerlerin en düşük bulunduğu grup Filtek grubudur ( $p<0,001$ ). Bu nedenle çalışmamızın birinci hipotezi olan “farklı kompozitlerin floresans özellikleri arasında fark yoktur” reddedilmiştir. Resin kompozitin renk ve floresans uyumu inorganik ve organik matrisin bileşimi, oranı ve türü gibi faktörlerden etkilenir.<sup>16</sup> Tüm bu değişkenler ışığın emilimini, dağılımını ve yansımalarını yani materyalin optik özelliklerini etkiler. Ayrıca tüm aydınlatma koşullarında rezin kompozitlerin floresans ve estetik özelliklerini geliştirmek amacıyla kompozit materyallerin içeriğine evropiyum, seryum, terbiyum ve iterbiyum gibi inorganik doldurucular dâhil edilebilir.<sup>17,18</sup> Filtek grubunun floresans ışık altında en yüksek renk uyumunu göstermesi materyalin iterbiyum triflorür içeriği ile ilişkilendirilebilir.

İterbiyum florür içeriği Charisma Diamond One Flow grubunda da bulunmasına rağmen en yüksek 2. floresans uyumu değeri bu grupta elde edildi, bu sonuç kompozitin doldurucu içeriği ve oranları ile ilişkilendirilebilir. En yüksek renk uyumu, floresans uyumu değerleri diğer bir “monoshade universal” kompozit olan Omnichroma Flow grubunda bulundu ( $p<0,001$ ). Bu durum tek renk kompozitlerin renk uyum mekanizmaları ile açıklanabilir. “Monoshade universal” kompozitler polimerize olduklarında çevrelerindeki sağlam diş dokusunun rengini taklit etme özelliğine sahiptir.<sup>19</sup> Ancak çalışmamızda örnekler diş dokuları üzerinde değil dişten bağımsız olarak diş formundaki kalıplardan üretilmiştir. Bu durum, bu tip kompozitlerin renk uyum mekanizmasının doğru olarak çalışmamasına neden olmuş ve bu kompozit gruplarında renk uyumu ve floresans uyumu değerlerinin yüksek bulunmasına neden olmuş olabilir. Doğal dişler üzerinde açılan kavitelere yapılacak restorasyonlar üzerinden yapılacak renk değerlendirmelerinin bu açıdan faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Renk uyumu ve floresans uyumu değerleri arasında uyum sadece Filtek grubunda bulunmuştur ( $p>0,05$ ) ve Filtek dışındaki tüm gruplarda iki değer arasında anlamlı fark vardır ( $p<0,05$ ). Buna bağlı ola-

rak çalışmamızın ikinci hipotezi olan “kompozitlerin diş dokuları ile olan renk uyumu ve floresans uyumu arasında fark yoktur” kısmen kabul edilmiştir. Rezin kompozitin doğal diş yapısına benzer optik özellikler gösterebilmesi için yüksek derecede “value” ve “translucensi” değerlerine sahip olması, ışığı diş yapılarına benzer şekilde absorbe etmesi, dağıtması ve yansıtması gerekir.<sup>4,20</sup> Ancak, rezin kompozitlerin ve doğal diş yapısının benzer floresans metamerizmine sahip olabildiği belirtilse de bu durum birçok faktörden etkilenir.<sup>16</sup> Rezin kompozitin yapısı, inorganik doldurucu ve organik matrisin bileşimi, oranı ve türü bu floresans özelliği doğrudan etkiler.<sup>21,22</sup> Organik matris ve pigmentlerin türü ışığın emilimi, dağılımı ve yansıtması üzerinde etkilidir.<sup>23</sup> Bu parametrelere bağlı olarak çalışmamızda inorganik doldurucu oranı, yapısı ve türü farklı olan kompozit materyallerin farklı renk uyum ve floresans özellikler gösterdikleri düşünülmektedir (Tablo 2).

Benzer şekilde akıcı ve kondanse edilebilen kompozit materyaller de farklı optik özellikler göstermektedir. Yu ve Lee yaptıkları çalışmada, floresans aydınlatma altında, farklı markalara ait akıcı ve kondanse edilebilen rezin kompozit materyaller arasındaki uyumu değerlendirmiş ve materyaller arasındaki floresans uyum değerleri klinik olarak kabul edilebilir değer (AT>3,7) üzerinde bulunmuştur.<sup>15,20</sup> Akıcı ve kondanse edilebilen kompozit materyaller arasındaki floresans farkının mekanizması tam olarak açıklanamasa da bu durum rezin kompozit materyallerin yüzeyinden veya içinden yansıyan ışık miktarı ile orantılı olarak daha parlak ve aydınlık görünmesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu açıdan kompozitlerin organik ve inorganik yapısı fark yaratabilmektedir.<sup>20</sup> Çalışmamızda buna paralel olarak tüm örnekler içinde (renk uyumu ve floresans uyumu) akıcı ve kondanse edilebilen kompozitler arasında anlamlı bir uyum bulunmamıştır ( $p<0,001$ ).

FIT yöntemi, ortodontik braket sökümü ve de ataşman işlemi, retansiyon splinti sökümü ve diş yüzeyinde kalan artık rezinin uzaklaştırılması işlemleri sonrasında, uzaklaştırılan kompozit miktarı, mine defekti oluşumu, yüzey pürüzlülüğü ve uygulama süresi açılarından dental ünit üzerindeki reflektör ışığı kullanımına kıyasla daha üstün bulunmuştur.<sup>24</sup> So-

nuçlarımıza göre kondanse edilebilen kompozitlerin floresans uyumu ( $\Delta E_{00}$ : 14,81±5,43) akıcı kompozitlere göre daha yüksek bulunmuştur ( $\Delta E_{00}$ : 22,11±4,15) ( $p<0,05$ ). Dolayısıyla, restoratif materyalin diş yüzeyinden uzaklaştırılacağı öngörülen durumlarda akıcı kompozit varlığında klinikte FIT yönteminin kullanılmasının daha avantajlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, rezin kompozit örneklerin doğal diş dokusundan bağımsız olarak hazırlanması özellikle “monoshade universal” kompozitlerin renk uyum mekanizmasının çalışmamasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda çekilmiş dişler üzerindeki kavitelere yapılacak restorasyonlarda renk ve floresans uyumunun değerlendirilmesinin daha net sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı kalınlardaki kompozit materyallerin termal yaşlandırma sonrası gösterebileceği farklı renk uyum ve floresans özelliklerin değerlendirilmesi de bu çalışmada mümkün olmamıştır. Fotoğraf çekimlerinde kullanılan flaş bataryalarındaki kullanıma bağlı güç düşmesinin çekimlerde görüntünün sıcaklığına etki etmiş olabileceği de düşünülmektedir. Buna yönelik olarak elektrikli ışık kaynaklarının renk değerlendirilmesi amacıyla kullanımı standardizasyon açısından faydalı olabilecektir. Bu sonuçlar ışığında yapılacak klinik çalışmaların, klinik uygulamalar açısından hekimlere yol gösterici olabileceği de düşünülmektedir.

## SONUÇ

Bu *in vitro* çalışmanın sınırları dâhilinde; akıcı ve kondanse edilebilen kompozitlerin doğal diş dokuları ile olan renk uyum ve floresans uyum düzeyleri birbirinden farklı olabilmektedir. Estetik beklentisi yüksek olan hastalarda anterior dişlerde vestibül yüzeyin tamamını içermeyen restorasyonlarda kondanse edilebilir kompozitlerin restoratif materyal olarak tercih edilmesinin floresans uyumu açısından daha olumlu olacağı düşünülmektedir.

### Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma*



ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Bora Korkut, Ezgi Tüter Bayraktar; **Tasarım:** Bora Korkut, Ezgi Tüter Bayraktar; **Denetleme/Danışmanlık:** Bora Korkut; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Ezgi Tüter Bayraktar; **Analiz ve/veya Yorum:** Bora Korkut; **Kaynak Taraması:** Ezgi Tüter Bayraktar; **Makalenin Yazımı:** Ezgi Tüter Bayraktar; **Eleştirel İnceleme:** Bora Korkut; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Bora Korkut; **Malzemeler:** Ezgi Tüter Bayraktar.

## KAYNAKLAR

- Rahaju A, Rositoh I. Non-invasive esthetic rehabilitation of anterior diastema with direct composite restoration. *JHDS*. 2022;2(2):329-42. [Crossref]
- Tabatabaei MH, Nahavandi AM, Khorshidi S, Hashemikamangar SS. Fluorescence and opalescence of two dental composite resins. *Eur J Dent*. 2019;13(4):527-34. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Cruz J, Eira R, Coito C, Sousa B, Cavalheiro A. Fluorescence of esthetic resin composites: spectrophotometry and photography analysis techniques. *Eur J Dent*. 2024;18(2):485-92. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Meller C, Klein C. Fluorescence of composite resins: a comparison among properties of commercial shades. *Dent Mater J*. 2015;34(6):754-65. [Crossref] [PubMed]
- Lee YK, Lu H, Powers JM. Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2006;76(1):26-32. [Crossref] [PubMed]
- Meller C, Connert T, Löst C, ElAyouti A. Reliability of a Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for detecting tooth-colored restorations: an ex vivo comparative study. *Clin Oral Investig*. 2017;21(1):347-55. [Crossref] [PubMed]
- Leontiev W, Magni E, Dettwiler C, Meller C, Weiger R, Connert T. Accuracy of the fluorescence-aided identification technique (FIT) for detecting tooth-colored restorations utilizing different fluorescence-inducing devices: an ex vivo comparative study. *Clin Oral Investig*. 2021;25(9):5189-96. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Hein S, Ten Bosch JJ. The effect of ultraviolet induced fluorescence on visually perceived tooth color under normal light conditions. *Dent Mater*. 2018;34(5):819-23. [Crossref] [PubMed]
- Hardan LS, Moussa C. Mobile dental photography: a simple technique for documentation and communication. *Quintessence Int*. 2020;51(6):510-8. [PubMed]
- Hardan L, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, Lukomska-Szymanska M, Monjarás-Ávila AJ, Zarow M, et al. Novel trends in dental color match using different shade selection methods: a systematic review and meta-analysis. *Materials (Basel)*. 2022;15(2):468. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Rondón LF, Ramírez R, Pecho OE. Comparison of visual shade matching and photographic shade analysis. *J Esthet Restor Dent*. 2022;34(2):374-82. [Crossref] [PubMed]
- Sampaio CS, Atria PJ, Hirata R, Jorquera G. Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):333-9. [Crossref] [PubMed]
- El-Etreby A, McLaren EA. A step-by-step technique to create an ideal color match, form, and surface texture to all-ceramic restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2024;36(1):65-77. [Crossref] [PubMed]
- Korkut B, Dokumacıgil G, Murat N, Atalı PY, Tarcin B, Gocmen GB. Effect of polymerization on the color of resin composites. *Oper Dent*. 2022;47(5):514-26. [Crossref] [PubMed]
- 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(2):103-12. [Crossref] [PubMed]
- Lopes GM, Prado TP, Camilotti V, Bernardon P, Mendonça MJ, Ueda JK. In vitro and In vivo evaluation of resin composites fluorescence. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;114:104223. [Crossref] [PubMed]
- Uo M, Okamoto M, Watari F, Tani K, Morita M, Shintani A. Rare earth oxide-containing fluorescent glass filler for composite resin. *Dent Mater J*. 2005;24(1):49-52. [Crossref] [PubMed]
- Hirata R, de Abreu JL, Benalcázar-Jalkh EB, Atria P, Cascales ÁF, Cantero JS, et al. Analysis of translucency parameter and fluorescence intensity of 5 resin composite systems. *J Clin Exp Dent*. 2024;16(1):e71-e7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Korkut B, Tarçın B, Atalı PY, Özcan M. Introduction of a new classification for resin composites with enhanced color adjustment potential. *Curr Oral Health Rep*. 2023;10(4):223-32. [Crossref]
- Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent*. 2008;36(10):840-6. [Crossref] [PubMed]
- Fronza BM, Ayres A, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Characterization of inorganic filler content, mechanical properties, and light transmission of bulk-fill resin composites. *Oper Dent*. 2017;42(4):445-55. [Crossref] [PubMed]
- Kim BR, Kang SM, Kim GM, Kim BI. Differences in the intensity of light-induced fluorescence emitted by resin composites. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2016;13:114-9. [Crossref] [PubMed]
- Fujita K, Ikemi T, Nishiyama N. Effects of particle size of silica filler on polymerization conversion in a light-curing resin composite. *Dent Mater*. 2011;27(11):1079-85. [Crossref] [PubMed]
- Stadler O, Dettwiler C, Meller C, Dalstra M, Verna C, Connert T. Evaluation of a Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) to assist clean-up after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod*. 2019;89(6):876-82. [Crossref] [PubMed] [PMC]