

# Farklı Modlarda Kullanılan LED Işık Cihazı ile Polimerize Edilen Güncel Rezin Kompozitlerin Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Evaluation of the Color Stability of Contemporary Resin Composites Polymerized with LED Curing Unit Used in Different Modes

Özge Gizem YENİDÜNYA<sup>a</sup>, Başak YAZKAN<sup>a</sup>, Nilgün AKGÜL<sup>a</sup>, Mehmet Alperen ŞAHİN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pamukkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Denizli, Türkiye

<sup>a</sup>Pamukkale University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Denizli, Türkiye

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada, farklı modlarda kullanılan LED ışık cihazı ile polimerize edilen güncel bulk-fill kompozitlerin, kahve solüsyonunda bekletilmesi ile meydana gelen renk değişimlerinin geleneksel bir rezin kompozit ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Üç farklı restoratif materyalin [GrandioSO (GSO), GrandioSO x-tra (GSX), VisCalor bulk (VCB)] her birinden 40 örnek olmak üzere, 8x4 mm kalıplar kullanılarak 120 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Her bir kompozit grubu LED ışık kaynağının yüksek güç (1200 mW/cm<sup>2</sup>) ve turbo (2100 mW/cm<sup>2</sup>) modları talimatlarda belirtilen sürelerce uygulanarak polimerize edildi (n=20). Ardından her bir grup, iki farklı içecek (kahve ve distile su) bekletilmek üzere alt gruplara ayrıldı (n=10). Renk değişim değerleri [CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ )] 1., 7. ve 30. günlerin sonunda hesaplandı.  $\Delta E_{00}$  değerlerinin karşılaştırılmasında p<0,05 anlamlılık düzeyinde üç yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanıldı.

**Bulgular:**  $\Delta E_{00-t3}$  değerleri incelendiğinde, turbo modunda kullanılan LED ışık cihazı ile polimerize edilen GSX kompozitin kahvede bekletilen numuneleri istatistiksel olarak anlamlı en yüksek ortalama değeri (17,45 ± 0,95) verirken, en düşük değerler test edilen tüm kompozit\*polimerizasyon modu gruplarının distile suda bekletilen numunelerinde kaydedilmiştir.

**Sonuç:** 30 günlük bekletme sonrası en iyi renk stabilitesi, test edilen bulk-fill kompozitlere kıyasla polimerizasyon modu fark etmeksizin geleneksel kompozit grubunda izlenmiştir. Ön ısıtma prosedürünün bulk-fill kompozitlerin renk stabilitesini iyileştirebileceği söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Ön ısıtma; polimerizasyon modu; renk stabilitesi.

## ABSTRACT

**Aim:** To investigate the color changes of contemporary bulk-fill composites, polymerized with LED curing unit used in different modes, by immersion in coffee solution, in comparison with a conventional resin composite.

**Materials and Method:** 120 disc-shaped specimens were prepared, 40 specimens from each of three different restorative materials [GrandioSO (GSO), GrandioSO x-tra (GSX), VisCalor bulk (VCB)], using 8-mm diameter and 4-mm thickness molds. Each composite group was polymerized by applying the high power (1200 mW/cm<sup>2</sup>) and turbo (2100 mW/cm<sup>2</sup>) modes of the LED curing unit for the times specified in the instructions (n=20). Each group was divided into two subgroups to be immersed into beverages (coffee, and distilled water) (n=10). The color change values [CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ )] were calculated at the end of the 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, and 30<sup>th</sup> days. Three-way ANOVA and multiple comparison tests with Tukey HSD at a significance level of p<0.05 were performed for the comparisons of  $\Delta E_{00}$  values.

**Results:** When the  $\Delta E_{00-t3}$  values are examined, the samples of GSX composite polymerized with LED curing unit used in turbo mode and stored in coffee indicated the highest statistically significant values (17.45 ± 0.95), while the lowest values were recorded in the samples stored in distilled water of all tested composite\*polymerization mode groups.

**Conclusion:** The highest color stability after 30 days of storage was observed in the conventional composite group, regardless of polymerization mode, compared to the bulk-fill composites tested. It can be said that the preheating procedure can improve the color stability of bulk-fill composites.

**Keywords:** Color stability; preheating; polymerization mode.

## GİRİŞ

Son yıllarda diş hekimliğinde, mekanik ve optik stabilite arasında bir denge bulmaya odaklanılan rezin kompozitler alanında önemli gelişmeler olmaktadır.<sup>1</sup> Rezin kompozitler, birçok klinik durum için kabul edilebilir dayanım sağlamalarının yanı sıra, doğal diş görünümünü taklit edebilmeleri nedeniyle de direkt ve indirekt restorasyonlar için ideal bir seçenek haline gelmişlerdir.<sup>2</sup> Rezin kompozitlerin sürekli evrimine rağmen, renk değişikliği hala restorasyonların fonksiyonel ömrünü tehlikeye atan faktörlerin başında gelmektedir.<sup>3</sup> Hastanın yaşam kalitesini ve özgüvenini büyük ölçüde etkileyen estetiğin diş hekimliği açısından önemi göz ardı edilemeyecek olup, dental materyallerin ağız ortamındaki davranışlarını ve renklendiricilerle olası etkileşimlerini bilmek, uzun vadeli estetik performanstan bahsedebilmek açısından önemlidir.<sup>4</sup>

Renk stabilitesi, bir materyalin ortamdaki çeşitli faktörlere karşı başlangıçtaki rengini koruma yeteneği olarak tanımlanabilir ve dental materyaller için önemli bir fiziksel özelliktir.<sup>5</sup> Rezin kompozit materyallerin renk değişiklikleri, dışsal veya içsel faktörlerden kaynaklanabilir. Bu bağlamda dışsal kaynaklı renklenme, materyalin yetersiz polimerizasyonu, su absorpsiyonu, kahve, çay, kırmızı şarap gibi

gibi renklendirici maddelerin adsorpsiyonu, yetersiz ağız hijyeni veya sigara kullanımı ile ilgili olabilir.<sup>6</sup> İçsel kaynaklı renk değişimi ise, materyalin dönüşüm derecesi, organik matriksin ve/veya matriks-doldurucu ara yüzünün hidrolizi, reaksiyona girmemiş monomerlerin varlığı ve ışığa maruz kalma süresince tüketilmeyen fotobaslatıcı bileşenleri gibi kimyasal reaksiyonlara atfedilir.<sup>7</sup> Yukarıda bahsedilen tüm bu etkenlerin bir sonucu olarak meydana gelebilecek renk değişikliği klinisyenlerin ve hastaların restorasyonlardan memnuniyetsizliğine neden olmaktadır.<sup>8</sup>

Geleneksel olarak, hem ışığın materyale nüfuz etmesine izin vermek hem de polimerizasyon sırasında meydana gelecek büzülme kontrol altında tutabilmek için rezin esaslı kompozitler 2 mm'lik kalınlıklarda inkremental tabakalama ile yerleştirilir. Bu teknik, özellikle büyük kaviteilerin restore edilmesi gerektiğinde zaman alıcı olacağından, son zamanlarda üretici firmaların odak noktası, 4-5 mm'lik kalınlıklarda uygulanabilen bulk-fill formülasyonları üzerindedir.<sup>9</sup> Bulk-fill kompozitlerin kullanımı ile restoratif prosedürler basitleştirilerek klinik zamandan tasarruf sağlanırken, aynı zamanda tabakalar arası boşluk oluşumu ve oral sıvı kontaminasyon riski de minimize edilmektedir.<sup>10</sup> Restoratif diş hekimliğindeki en son gelişmelerden biri de, özellikle ön-ısıtma/ısıtma prosedürleriyle kullanım için tasarlanmış 'termo-viskoz teknoloji' ile pazarlanan yeni bir bulk-fill kompozittir (VisCalor bulk, VOCO, Cuxhaven, Almanya).<sup>11</sup> Dental literatür incelendiğinde ön-ısıtma

Gönderilme Tarihi/Received: 2 Ekim, 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 17 Kasım, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 19 Ağustos, 2024

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Yenidünya ÖG, Yazkan B, Akgül N, Şahin MA. Farklı Modlarda Kullanılan

LED Işık Cihazı ile Polimerize Edilen Güncel Rezin Kompozitlerin Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi.

Selcuk Dent J 2024;11(2): 157-161 [Doi: 10.15311/selcukdentj.1370105](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1370105)

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Özge Gizem YENİDÜNYA

E-mail: [gizemyndny@outlook.com](mailto:gizemyndny@outlook.com)

Doi: [10.15311/selcukdentj.1370105](https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1370105)

prosedürünün; dental materyallerin kullanım özelliklerini optimize etmeye, dönüşüm derecesini iyileştirmeye, viskoziteyi azaltarak restorasyon marjinal adaptasyonunu geliştirmeye, mikrosızıntı ve gap formasyonunu azaltmaya neden olduğu belirtilmektedir.<sup>11,12</sup> Bununla birlikte, yazarların bilgisi dahilinde, bu güncel termo-viskoz bulk-fill kompozitin renklenmesini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma<sup>9</sup> bulunmaktadır.

Işıkla polimerize resin kompozitlerin polimerizasyon etkinliği, materyalin bileşimine ve ışığın spektral özelliklerine bağlıdır. Bir resin kompozitin polimerizasyonunun etkin şekilde gerçekleşmesi için, yeterli süre boyunca uygun dalga boylarında gerekli gücü almalıdır. Resin kompozitlerdeki yapısal farklılıklar ve polimerizasyon kinetiğinin karmaşıklığı nedeniyle polimerizasyon protokollerinin seçimi konusunda net bir konsensus bulunmamaktadır.<sup>13</sup> Mevcut 3. nesil LED polimerizasyon cihazları, daha yüksek ışık yoğunlukları ve çoklu polimerizasyon modlarına sahip olup<sup>14</sup>, bu çalışmada farklı polimerizasyon protokollerinin kompozitlerin optik özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çok sayıda resin esaslı restoratif materyalin piyasaya sürülmesiyle, klinisyenlerin olası uzun vadeli estetik sonuç ve beklentiler konusunda farklılıklarını sağlamak adına, farklı polimerizasyon modları kullanımı ve renkendirici içecek tüketiminin resin kompozitlerin renk stabilitesi üzerindeki etkisini araştırmak önemlidir. Bu çalışmada, farklı modlar ile polimerize edilen güncel bulk-fill kompozitlerin, kahve solüsyonunda bekletilmesi ile meydana gelen renk değişimlerinin geleneksel bir resin kompozit ile CIEDE2000 formülasyonu kullanılarak karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sıfır hipotezi; farklı polimerizasyon modları kullanımı ile bekletme ortamının test edilen bulk-fill ve geleneksel kompozitler üzerinde renk değişimi açısından herhangi bir fark yaratmayacağıdır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada bir universal nanohibrit [GrandioSO (GSO)], bir nanohibrit bulk-fill [GrandioSO x-tra (GSX)] ve bir termo-viskoz bulk-fill kompozit [VisCalor bulk (VCB)] kullanıldı. Çalışmada kullanılan resin kompozitlerin içerikleri, özellikleri ve üretici firma bilgileri Tablo 1'de verildi. A2 renk tonlu bu üç farklı resin kompozitten (n=40) toplam 120 adet disk şeklinde numune, 8 mm×4 mm boyutlarındaki paslanmaz çelik kalıplar kullanılarak hazırlandı.

**Tablo 1. Test edilen resin kompozit türleri, bileşimleri ve üretici firmaları**

Materyal	Tür	İçerik	Doldurucu oran (%w/w)	Lot numarası	Üretici Firma
GrandioSO [GSO]	Universal nanohibrit kompozit	<b>Matriks:</b> Bis-GMA, BisEMA, TEGDMA <b>Doldurucu:</b> Cam seramik, silikon dioksit	89	2033292	VOCO, Cuxhaven, Almanya
GrandioSO x-tra [GSX]	Nanohibrit bulk-fill kompozit	<b>Matriks:</b> Bis-GMA, BisEMA, alifatik dimetakrilat <b>Doldurucu:</b> İnorganik doldurucu, organik modifiye silika	86	2016101	VOCO, Cuxhaven, Almanya
VisCalor bulk [VCB]	Termo-viskoz nanohibrit bulk-fill kompozit	<b>Matriks:</b> Bis-GMA, alifatik dimetakrilat <b>Doldurucu:</b> İnorganik doldurucu	83	2105218	VOCO, Cuxhaven, Almanya

Bis-GMA: Bisfenol A glisidil metakrilat; Bis-EMA: Etoksi bisfenol A dimetakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat.

Termo-viskoz teknoloji ile tasarlanmış VisCalor bulk kompozit içeren tüm kompüller VisCalor Dispenser (VOCO, Cuxhaven, Almanya) kullanılarak 'Ayar-1' modunda ön-ısıtma işlemine tabi tutuldu. Üretici firma talimatları doğrultusunda, bulk-fill kompozitler olan GSX ve VCB grupları tek tabaka halinde (4 mm), geleneksel kompozit olan GSO grubu ise 2 mm'lik tabakalar halinde yerleştirilerek, düz numune yüzeyleri elde edebilmek için kalıpların üst yüzeylerinde şeffaf matriks bantları ve ince cam lameller (1 mm) kullanılarak parmak basıncı uygulandı. Ardından, D65 standart aydınlatma koşullarında, LED ışık kaynağının (Bluephase PowerCure, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) ucu cam lamele direkt temas ettirilerek, yüksek güç (1200 mW/cm<sup>2</sup>) ve turbo (2100 mW/cm<sup>2</sup>) modları talimatlarda belirtilen sürelerce uygulanarak kompozitler polimerize edildi. Işık

gücünün periyodik olarak ölçülerek cihazın kalibrasyonunun yapılması, ışık kaynağının şarj tabanına entegre radyometre ile gerçekleştirildi. Yüze standardizasyonunu sağlamak için, numunelerin ışık uygulanan yüzeylerine Enhance/PoGo sistemi (Enhance&PoGo, Dentsply, Konstanz, Almanya) ile bitirme ve polisaj işlemleri uygulandı. Ardından, numuneler ilk renk ölçümlerinden önce, polimerizasyonlarının tamamlanması amacıyla, 24 saat 37°C'de inkübatörde (EN055, Nüve, Ankara, Türkiye) ağız kapalı bir kaptaki distile su içinde bekletildi.

İki farklı mod ile polimerize edilen her bir restoratif materyal grubunun numuneleri, kahve (Nescafé Classic®, Nestlé, İsveç) ve distile suda (kontrol grubu) bekletilmek üzere rastgele olarak 2 alt gruba ayrılarak numaralandırıldı (n=10). Üretici firma talimatlarına uygun olarak, 2 gr granül kahve 200 mL kaynamış suda çözülerek solüsyon hazırlandı. Numuneler 30 gün süresince 37°C'de inkübatörde bekletildi ve bakteri/mantar kontaminasyonunu önlemek için tüm solüsyonlar iki günde bir yenilendi.

Renkendirme prosedüründen önce (t<sub>0</sub>), başlangıç CIE L\* a\* b\* değerleri, D65 standart aydınlatma koşullarında, oral kavitenin karanlığını göz önünde bulundurmak adına standart siyah zemin (L\*=1,7, a\*=0,6, b\*=15,0) üzerinde bir dental spektrofotometre (VITA Easyshade V, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) yardımıyla ölçüldü. Her ölçüm öncesi cihaz kalibre edildi ve her numunenin merkezinden üç ölçüm alınarak, bunların aritmetik ortalamaları kaydedildi. Ardından, 1. (t<sub>1</sub>), 7. (t<sub>2</sub>) ve 30. günlerde (t<sub>3</sub>) solüsyonlarda bekletmeye bağlı renk değişiminin tespiti için ölçümler yukarıda belirtildiği gibi tekrarlandı ve siyah zemin üzerindeki ölçümler aşağıdaki CIEDE2000 formülasyonuna uygulanarak renk değişim değerleri (ΔE00) elde edildi:<sup>15</sup>

$$\Delta E_{00} = [(\Delta L^*/K_L S_L)^2 + (\Delta C^*/K_C S_C)^2 + (\Delta H^*/K_H S_H)^2 + R_T (\Delta C^*/K_C S_C) (\Delta H^*/K_H S_H)]^{1/2}$$

Renk formülasyonunda bulunan, parametrik faktörler olan K<sub>L</sub>, K<sub>C</sub> ve K<sub>H</sub> 1:1:1 olarak ayarlandı.

## İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler Minitab 17 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun Shapiro Wilk testi ile kontrolü ardından üç yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırmalar için Tukey HSD testi kullanılarak istatistiksel analiz tamamlandı. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama ± standart sapma şeklinde sunularak, anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak kabul edildi.

## BULGULAR

1., 7. ve 30. günlerde 'kompozit', 'solüsyon' ve 'polimerizasyon modu' parametreleri ile bunların interaksiyonlarının renk değişimi üzerindeki etkileri Tablo 2'de gösterilmiştir.

	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Sd	F	p	Kısmi Eta Kare	
1.gün	Kompozit	40,117	20,058	2	141,880	<0,001	0,724
	Solüsyon	62,045	62,045	1	438,870	<0,001	0,803
	Polimerizasyon Modu	16,314	16,314	1	115,390	<0,001	0,517
	Kompozit*Solüsyon	34,735	17,368	2	122,850	<0,001	0,695
	Kompozit*Polimerizasyon Modu	17,119	8,559	2	60,800	<0,001	0,53
	Solüsyon*Polimerizasyon Modu	5,339	5,339	1	37,760	<0,001	0,259
Kompozit*Solüsyon*Polimerizasyon Modu	16,432	8,216	2	58,120	<0,001	0,518	
<b>Sd: Serbestlik derecesi, F: Varyans analizi test istatistiği, R<sup>2</sup>=%92,64, Düzeltilmiş R<sup>2</sup>=%91,89</b>							
	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Sd	F	p	Kısmi Eta Kare	
7.gün	Kompozit	135,17	67,587	2	201,080	<0,001	0,788
	Solüsyon	774,18	774,183	1	2303,320	<0,001	0,955
	Polimerizasyon Modu	4,01	4,007	1	11,920	0,001	0,099
	Kompozit*Solüsyon	130,66	65,332	2	194,370	<0,001	0,783
	Kompozit*Polimerizasyon Modu	6,77	3,384	2	10,070	<0,001	0,157
	Solüsyon*Polimerizasyon Modu	3,69	3,686	1	10,970	0,001	0,092
Kompozit*Solüsyon*Polimerizasyon Modu	3,85	1,927	2	5,730	0,004	0,096	
<b>Sd: Serbestlik derecesi, F: Varyans analizi test istatistiği, R<sup>2</sup>=%96,68, Düzeltilmiş R<sup>2</sup>=%96,35</b>							
	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Sd	F	p	Kısmi Eta Kare	
30.gün	Kompozit	309,28	154,640	2	573,690	<0,001	0,914
	Solüsyon	3401,4	3401,400	1	12618,770	<0,001	0,992
	Polimerizasyon Modu	1,21	1,210	1	4,480	0,037	0,04
	Kompozit*Solüsyon	366,07	183,030	2	679,030	<0,001	0,926
	Kompozit*Polimerizasyon Modu	24,62	12,310	2	45,670	<0,001	0,458
	Solüsyon*Polimerizasyon Modu	1,21	1,210	1	4,490	0,036	0,04
Kompozit*Solüsyon*Polimerizasyon Modu	12,39	6,190	2	22,980	<0,001	0,299	
<b>Sd: Serbestlik derecesi, F: Varyans analizi test istatistiği, R<sup>2</sup>=%99,30, Düzeltilmiş R<sup>2</sup>=%99,23</b>							

Kompozit, solüsyon ve polimerizasyon moduna göre renk değişim değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, tüm değerlendirme periyotlarında, polimerizasyon modu fark etmeksizin her üç kompozitin kahvede bekletilen numuneleri distile suda bekletilenlere kıyasla daha yüksek renk değişim değerleri sergilemiştir.  $\Delta E_{00-t1}$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı en yüksek ortalama değer turbo mod ile polimerize edilen GSX grubunun kahvede bekletilen numunelerinde ( $5,31 \pm 1,00$ ) izlenmekteyken, en düşük değerler kompozit ve polimerizasyon modundan bağımsız olarak distile suda bekletilen numunelerde saptanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3. Test edilen materyallerin 1. gün renk değişim ( $\Delta E_{00-t1}$ )  $\pm$  standart sapma değerleri**

Rezın kompozit	Polimerizasyon Modu	Solüsyon		Total
		Kahve	Distile Su	
GSO	High power	1,24 $\pm$ 0,55 <sup>CD</sup>	0,57 $\pm$ 0,10 <sup>E</sup>	0,91 $\pm$ 0,52 <sup>C</sup>
	Turbo	1,35 $\pm$ 0,21 <sup>C</sup>	0,72 $\pm$ 0,23 <sup>DE</sup>	1,03 $\pm$ 0,39 <sup>BC</sup>
	Total	1,30 $\pm$ 0,41 <sup>B</sup>	0,64 $\pm$ 0,19 <sup>C</sup>	0,97 $\pm$ 0,46 <sup>B</sup>
GSX	High power	2,04 $\pm$ 0,24 <sup>B</sup>	0,55 $\pm$ 0,14 <sup>F</sup>	1,30 $\pm$ 0,79 <sup>B</sup>
	Turbo	5,31 $\pm$ 1,00 <sup>A</sup>	0,89 $\pm$ 0,16 <sup>DE</sup>	3,10 $\pm$ 2,37 <sup>A</sup>
	Total	3,68 $\pm$ 1,82 <sup>A</sup>	0,72 $\pm$ 0,23 <sup>C</sup>	2,20 $\pm$ 1,97 <sup>B</sup>
VCB	High power	1,28 $\pm$ 0,09 <sup>CD</sup>	0,39 $\pm$ 0,09 <sup>F</sup>	0,84 $\pm$ 0,46 <sup>C</sup>
	Turbo	1,38 $\pm$ 0,33 <sup>C</sup>	0,86 $\pm$ 0,24 <sup>DE</sup>	1,12 $\pm$ 0,39 <sup>BC</sup>
	Total	1,33 $\pm$ 0,24 <sup>B</sup>	0,62 $\pm$ 0,30 <sup>C</sup>	0,98 $\pm$ 0,44 <sup>B</sup>

<sup>CD</sup>: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında farklılık yoktur. <sup>AE</sup>: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında bir fark yoktur.

$\Delta E_{00-t2}$  değerleri ele alındığında ise, en yüksek renk değişimi polimerizasyon modundan bağımsız olarak kahvede bekletilen GSX gruplarında ( $8,93 \pm 0,65$ ;  $8,91 \pm 1,12$ ) kaydedilmişken; en düşük değerler, aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaksızın her üç kompozit grubunun distile suda bekletilen numunelerinde izlenmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4. Test edilen materyallerin 7. gün renk değişim ( $\Delta E_{00-t2}$ )  $\pm$  standart sapma değerleri**

Rezın kompozit	Polimerizasyon Modu	Solüsyon		Total
		Kahve	Distile Su	
GSO	High power	4,33 $\pm$ 1,01 <sup>C</sup>	0,64 $\pm$ 0,20 <sup>D</sup>	2,48 $\pm$ 2,02 <sup>C</sup>
	Turbo	4,05 $\pm$ 0,25 <sup>C</sup>	0,95 $\pm$ 0,36 <sup>D</sup>	2,5 $\pm$ 1,62 <sup>C</sup>
	Total	4,19 $\pm$ 0,73 <sup>C</sup>	0,79 $\pm$ 0,32 <sup>D</sup>	2,49 $\pm$ 1,81 <sup>A</sup>
GSX	High power	8,93 $\pm$ 0,65 <sup>A</sup>	0,97 $\pm$ 0,22 <sup>D</sup>	4,95 $\pm$ 4,11 <sup>A</sup>
	Turbo	8,91 $\pm$ 1,12 <sup>A</sup>	0,83 $\pm$ 0,24 <sup>D</sup>	4,87 $\pm$ 4,22 <sup>A</sup>
	Total	8,92 $\pm$ 0,89 <sup>A</sup>	0,90 $\pm$ 0,23 <sup>D</sup>	4,91 $\pm$ 4,11 <sup>B</sup>
VCB	High power	5,71 $\pm$ 0,65 <sup>B</sup>	1,07 $\pm$ 0,20 <sup>D</sup>	3,39 $\pm$ 2,42 <sup>B</sup>
	Turbo	3,86 $\pm$ 0,62 <sup>C</sup>	0,85 $\pm$ 0,40 <sup>D</sup>	2,35 $\pm$ 1,62 <sup>C</sup>
	Total	4,78 $\pm$ 1,13 <sup>B</sup>	0,96 $\pm$ 0,33 <sup>D</sup>	2,87 $\pm$ 2,1 <sup>C</sup>

<sup>CD</sup>: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında farklılık yoktur. <sup>AD</sup>: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında bir fark yoktur.

$\Delta E_{00-t3}$  değerleri incelendiğinde, turbo mod ile polimerize edilen GSX kompozitin kahvede bekletilen numuneleri istatistiksel olarak anlamlı en yüksek ortalama değeri ( $17,45 \pm 0,95$ ) verirken, en düşük değerler test edilen tüm kompozit\*polimerizasyon modu gruplarının distile suda bekletilen numunelerinde kaydedilmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5. Test edilen materyallerin 30. gün renk değişim ( $\Delta E_{00-t3}$ )  $\pm$  standart sapma değerleri**

Rezın kompozit	Polimerizasyon Modu	Solüsyon		Total
		Kahve	Distile Su	
GSO	High power	8,03 $\pm$ 0,92 <sup>E</sup>	1,34 $\pm$ 0,31 <sup>F</sup>	4,69 $\pm$ 3,5 <sup>F</sup>
	Turbo	8,13 $\pm$ 0,38 <sup>E</sup>	1,31 $\pm$ 0,26 <sup>F</sup>	4,72 $\pm$ 3,52 <sup>E</sup>
	Total	8,08 $\pm$ 0,69 <sup>B</sup>	1,32 $\pm$ 0,28 <sup>D</sup>	4,7 $\pm$ 3,46 <sup>B</sup>
GSX	High power	15,02 $\pm$ 0,54 <sup>B</sup>	0,83 $\pm$ 0,26 <sup>F</sup>	7,92 $\pm$ 7,29 <sup>A</sup>
	Turbo	17,45 $\pm$ 0,95 <sup>A</sup>	1,17 $\pm$ 0,27 <sup>F</sup>	9,31 $\pm$ 8,38 <sup>B</sup>
	Total	16,23 $\pm$ 1,45 <sup>A</sup>	1,00 $\pm$ 0,31 <sup>D</sup>	8,62 $\pm$ 7,78 <sup>B</sup>
VCB	High power	11,95 $\pm$ 0,68 <sup>C</sup>	1,49 $\pm$ 0,27 <sup>F</sup>	6,72 $\pm$ 5,39 <sup>F</sup>
	Turbo	10,62 $\pm$ 0,42 <sup>D</sup>	1,18 $\pm$ 0,23 <sup>F</sup>	5,9 $\pm$ 4,86 <sup>E</sup>
	Total	11,29 $\pm$ 0,87 <sup>C</sup>	1,33 $\pm$ 0,29 <sup>D</sup>	6,31 $\pm$ 5,08 <sup>F</sup>

<sup>EF</sup>: Aynı harfe sahip ana etkiler arasında farklılık yoktur. <sup>AF</sup>: Aynı harfe sahip etkileşimler arasında bir fark yoktur.

## TARTIŞMA

Rezın esaslı kompozit restorasyonlar ağız ortamında optik özelliklerinin stabilitesini önemli ölçüde etkileyebilecek birçok fiziksel ve kimyasal etkene maruz kalmaktadır.<sup>16</sup> Bu sebeple farklı klinik koşulların simüle edildiği *in vitro* testler, restoratif materyallerin *in vivo* ortamdaki davranışlarını öngörebilmek açısından önemlidir. Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, materyal tipi, farklı polimerizasyon modları kullanımı ile bekletme ortamının test edilen restoratif materyallerin renk stabilitesine etkileri olduğu belirlendiğinden, çalışmanın sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Diş hekimliği literatüründe, renk farklılıklarının değerlendirildiği birçok çalışmada, en yaygın kullanılan renk analiz sistemi CIELab ( $\Delta E_{ab}^*$ ) olmasına rağmen, CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) sisteminin düşük renk farklılıklarını dahi tespit ederek, algılanabilir (PT) ve kabul edilebilir (AT) renk farklılıkları için daha iyi göstergeler sağlaması sebebiyle, bireyin renk algısını daha doğru temsil ettiği rapor edilmiştir.<sup>17</sup> Bu konuda yapılan çok merkezli bir çalışmada, diş hekimliğinde  $\Delta E_{00}$  için PT ve AT değerlerinin sırasıyla 0,8 ve 1,8 olduğu bildirilmiştir.<sup>18</sup> Çalışmamızda  $\Delta E_{00-t1}$  değerleri incelendiğinde; her iki mod ile polimerizasyon sonrasında kahvede bekletilme GSO ve VCB kompozitlerinde algılanabilir renk değişimine neden olurken, GSX'te ise klinik olarak kabul edilebilir sınırın üzerinde bir renk değişimi izlenmiştir. Bekletme periyodunun ilerlemesiyle beraber renk değişim değerlerinin artış gösterdiği ve 30. gün sonunda  $\Delta E_{00-t3}$  değerleri sıralandığında en yüksek değerleri sırasıyla turbo ve yüksek güç modları ile polimerize edilerek kahvede bekletilen GSX'in verdiği tespit edilmiştir.  $\Delta E_{00-t3}$  değerlerine bakıldığında test edilen tüm kompozitlerin distile suda bekletilen örneklerinin kabul edilebilir sınırlar dahilinde renk değişimi gösterdiği söylenebilir.

Renk farklılığını algılamak ve bu farklılığın kabul edilebilir olup olmadığını belirlemek, klinik diş hekimliğinde görsel ve enstrümental bulgular ile araştırma standardizasyonu için bir kalite kontrol aracı olarak hizmet etmesi açısından büyük önem taşımaktadır.<sup>19</sup> Rengin algılanması; ortamdaki ışık miktarı ve özelliği, materyalin ışık geçirgenliği ve opasitesi, yansıyan ışık ve insan gözünün renk algısı gibi faktörlerden etkilenebilen kompleks bir olgu olup, potansiyel hataları en aza indirmek için renk ölçüm cihazları geliştirilmiştir.<sup>20</sup> Bu çalışmada da, klinisyenin karar verme sürecinin öznel olduğu olmadan nicel olarak renk değerlendirmesi yapmak için bir dental spektrofotometre kullanılmıştır.

Sık tüketilen içeceklerin restoratif materyallerin optik özellikleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalara bakıldığında; en çok kullanılan solüsyonlardan birinin, polimer ağ yapısına olan afiniteleri nedeniyle renklenmeden sorumlu tutulan, düşük polariteye sahip birçok kromojene sahip olan kahve olduğu görülmektedir.<sup>21</sup> Kahvedeki pigmentlerin adsorpsiyonu ve absorpsiyonu nedeniyle, kompozitin renklenmesinin sadece yüzeyde değil, materyalin derin katmanlarında da meydana geldiği rapor edilmiştir.<sup>22</sup> Buna ek olarak Sulaiman ve ark.'nın bisakril-, kompozit- ve seramik-rezin restoratif materyallerin optik özelliklerini değerlendirdikleri bir yaşlandırma simülasyonu çalışmasında, kahvenin yüksek sıcaklığının restorasyonların renklenme sürecini kolaylaştırabileceğinden bahsedilmektedir.<sup>1</sup> Daha önce yapılan bir çalışmada, kahve çözeltilisinde 24 saatlik *in vitro*

inkübasyonun 1 aylık tüketimi simüle ettiği bildirildiğinden<sup>23</sup>, bu çalışmada kullanılan 30 günlük bekletme süresinin yaklaşık 2,5 yıllık klinik ömre karşılık geldiği söylenebilir.<sup>24</sup> Çalışmamızın bulguları diğer araştırmalarla<sup>5,25,26</sup> uyumlu olarak, 30 gün süresince rezin kompozitleri distile suda bekletmenin de hafif algılanabilir renk değişimine yol açabileceğini göstermektedir. Distile suda bekletme sonrası numunelerin renklenme duyarlılığı, su absorpsiyon derecelerinden ve rezin matrisin hidrofilik/hidrofobik yapısından kaynaklanabilir.<sup>27</sup> Aşırı su emilimi, rezin bileşeni plastikleştirip genişleterek mikro çatlak oluşumuna neden olup, renklendiricilerin penetrasyonuna izin vererek kompozit rezinlerin ömrünü azaltabilir.<sup>28</sup> Ek olarak, su emilimi sonrası artabilecek doldurucu ve matrisin kırılma indisindeki farklılıklar nedeniyle de renklenme meydana gelebilir.<sup>27</sup>

Estetik restoratif materyallerin rengi; organik matris ve inorganik doldurucular gibi makroskopik öğelerin yanı sıra, minör seviyedeki diğer tüm kimyasal bileşenlerden etkilenir.<sup>29</sup> Bu bağlamda, üretici firmalar materyallerin içeriklerini detaylı olarak raporlamadıkları için, çalışmadan elde edilen sonuçlar ile materyal yapısı arasındaki korelasyonu göstermenin zor olduğunu belirtmek gerekir. Çalışmanın bulguları incelendiğinde  $\Delta E_{00-13}$  değerleri açısından en düşük renk değişimini, 2 mm kalınlığında uygulanarak polimerize edilen ve inorganik doldurucu içeriği en yüksek olan geleneksel kompozitin (GSO) verdiği, en yüksek renk değişiminin ise GSX bulk-fill kompozit grubunda görüldüğü belirlenmiştir. Termo-viskoz özelliği olan VCB'de ise bulk-fill kompozit olmasına rağmen, ön-ısıtma/ısıtma prosedürünün materyalin renk stabilitesine olumlu anlamda katkı yaptığı düşünülmektedir. Bu durum, ön ısıtma/ısıtma işlemleri ile muhtemelen artan moleküler hareketlilik ve reaktif türlerin çarpışma sıklığındaki artış nedeniyle daha yüksek dönüşüm derecelerine ulaşımlasıyla ilişkilendirilebilir.<sup>10</sup> Ön ısıtma/ısıtma prosedürlerine ek olarak, ışık kaynağının gücü ve uygulama süresi ile polimerizasyon modu gibi faktörlerin de rezin kompozitlerin dönüşüm derecesi ve dolayısıyla uzun dönem klinik performans ve işlevsellikleri üzerinde etkileri olduğu bilinmektedir.<sup>11</sup> Strazzi-Sahyon ve ark.'ları<sup>30</sup> çalışmalarında, yüksek ışık gücü ve çoklu dalga boyuna sahip polimerizasyon cihazının (Valo, Ultradent), tekli dalga boyuna sahip, düşük güçteki diğer ışık kaynağına (EC 450, Ecel) kıyasla daha iyi renk stabilitesi ve mikrosertlik değerleri sağladığını bildirmişlerdir. Domingos ve ark.'ları<sup>31</sup> tarafından yapılan çalışmada, kompozit rezinlerin renk stabilitesi üzerinde ışık kaynaklarının (geleneksel halojen, yüksek-güç-yoğunluklu halojen, yüksek-güç-yoğunluklu LED) etkisi açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise test edilen güncel materyallerin farklı modlar ile polimerizasyonlarının renk stabilitesi üzerindeki etkisini değerlendiren başka çalışmalar bulunamadığından, elde edilen verilerin analizi sınırlıdır.

Çalışmanın doğası gereği bazı limitasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Bu *in vitro* deneyde aynı firmaya ait yalnızca üç kompozit test edilmiş ve 3. nesil LED ışık cihazının iki polimerizasyon modu kullanılmıştır. Farklı restoratif materyaller, ışık kaynakları ve polimerizasyon modları kullanımına bağlı olarak sonuçların değişiklik gösterebileceğini belirtmek gerekir. Ayrıca test edilen materyaller sürekli olarak renklendirici solüsyonlara maruz bırakılmış ve bu süreçte fırçalama yapılmamıştır. Mevcut araştırmanın sonuçlarının, oral ortam koşullarını tamamen simüle edebilmeleri nedeniyle *in situ* ve/veya *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi önemlidir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmanın limitasyonları dâhilinde,

- 30 günlük bekletme sonrası en iyi renk stabilitesi, test edilen bulk-fill kompozitlere kıyasla polimerizasyon modu fark etmeksizin geleneksel kompozit grubunda izlenmiştir.
- Ön ısıtma/ısıtma prosedürünün bulk-fill kompozitlerin renk stabilitesini iyileştirebileceği söylenebilir. Bu konuda yapılacak daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır.

## Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

## Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

## Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

## Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

## Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

## Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

## Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

## Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÖGY (%30), BY (%20), NA (%20), MAŞ (%30)

Veri Toplanması | Data Acquisition: ÖGY (%50), MAŞ (%50)

Veri Analizi | Data Analysis: ÖGY (%60), BY (%20), NA (%20)

Makalenin Yazımı | Writing up: ÖGY (%80), MAŞ (%20)

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÖGY(%40), BY (%20), NA (%20), MAŞ (%20)

## KAYNAKLAR

1. Sulaiman TA, Suliman AA, Mohamed EA, Rodgers B, Altak A, Johnston WM. Optical properties of bisacryl-, composite-, ceramic-resin restorative materials: An aging simulation study. *J Esthet Restor Dent* 2021; 33(6): 913-918.
2. Alberton Da Silva V, Alberton Da Silva S, Pecho OE, Bacchi A. Influence of composite type and light irradiance on color stability after immersion in different beverages. *J Esthet Restor Dent* 2018; 30(5): 390-396.
3. Ardu S, Duc O, Di Bella E, Krejci I, Daher R. Color stability of different composite resins after polishing. *Odontology* 2018; 106(3): 328-333.
4. Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: An SEM and AFM study. *Microsc Res Tech* 2018; 81(12): 1422-1433.
5. Llena C, Fernández S, Forner L. Color stability of nanohybrid resin-based composites, ormocers and compomers. *Clin Oral Investig* 2017; 21(4): 1071-1077.
6. Ribeiro JS, Peralta SL, Salgado VE, Lund RG. In situ evaluation of color stability and hardness' decrease of resin-based composites. *J Esthet Restor Dent* 2017; 29(5): 356-361.
7. Eldwakhly E, Ahmed DRM, Soliman M, Abbas MM, Badrawy W. Color and translucency stability of novel restorative CAD/CAM materials. *Dent Med Probl* 2019; 56(4): 349-356.
8. Colombo M, Gallo S, Poggio C, Ricaldone V, Arciola CR, Andrea S. New resin-based bulk-fill composites: In vitro evaluation of microhardness and depth of cure as infection risk indexes. *Materials* 2020; 13(6), 1308.
9. Bilgili Can D, Özarlan M. Evaluation of color stability and microhardness of contemporary bulk-fill composite resins with different polymerization properties. *J Esthet Restor Dent* 2022; 1-9.
10. Lopes LCP, Terada RSS, Tsuzuki FM, Giannini M, Hirata R. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review. *Clin Oral Investig* 2020; 24(12): 4225-4235.
11. Yang J, Silikas N, Watts DC. Pre-heating time and exposure duration: Effects on post-irradiation properties of a thermo-viscous resin-composite. *Dent Mater* 2020; 36(6): 787-793.
12. Deb S, Di Silvio L, Mackler HE, Millar BJ. Pre-warming of dental composites. *Dent Mater* 2011; 27(4): e51-59.
13. Al-Zain AO, Eckert GJ, Platt JA. The influence of distance on radiant exposure and degree of conversion using different light-emitting-diode curing units. *Oper Dent* 2019; 44(3): E133-E144.
14. Gan JK, Yap AU, Cheong JW, Arista N, Tan CBK. Bulk-fill composites: effectiveness of cure with poly-and monowave curing lights and modes. *Oper Dent* 2018; 43(2): 136-143.
15. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl* 2005; 30(1): 21-30.
16. Piccoli YB, Lima VP, Basso GR, Salgado VE, Lima GS, Moraes R. Optical stability of high-translucency resin-based composites. *Oper Dent* 2019; 44(5): 536-544.
17. Gasparik C, Culic B, Varvara MA, Grecu A, Burde A, Dudea D. Effect of accelerated staining and bleaching on chairside CAD/CAM materials with high and low translucency. *Dent Mater J* 2019; 38(6): 987-993.
18. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Della Bona A, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015; 27: S1-S9.
19. Torso VH, Fraga MAA, Lopes RM, Aranha ACC, Correr-Sobrinho L, Correr AB. Charcoal-based dentifrices: Effect on color stability and surface wear of resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2021; 33(5), 815-823.
20. Ozkanoglu S, Akin EG. (2020). Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Niger J Clin Pract* 2020; 23(3): 322-322.
21. Aydin N, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Kiliçarslan MA. Investigating the color changes on resin-based CAD/CAM Blocks. *J Esthet Restor Dent* 2020; 32(2): 251-6.
22. Backes CN, França FMG, Turssi CP, do Amaral FLB, Basting RT. Color stability of a bulk-fill composite resin light-cured at different distances. *Braz Oral Res* 2020; 34: e119.
23. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J* 2006; 25(2): 371-376.
24. Lee EH, Ahn JS, Lim YJ, Kwon HB, Kim MJ. Effect of post-curing time on the color stability and related properties of a tooth-colored 3D-printed resin material. *J Mech Behav Biomed Mater* 2022; 126: 104993.
25. Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Investig* 2013; 17(6): 1481-1487.
26. Erdemir U, Yıldız E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent* 2012; 40: e55-e63.
27. Shamszadeh S, Sheikh-Al-Eslamian SM, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion. *Int J Dent* 2016; 2016: 7186140.
28. Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, Johnston WM. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 2021; 33(6): 899-905.
29. Hotta M, Murase Y, Shimizu S, Kusakabe S, Takagaki T, Nikaido T. Color changes in bulk-fill resin composites as a result of visible light-curing. *Dent Mater J* 2022; 41(1): 11-16.
30. Strazzi-Sahyon HB, Passos Rocha E, Gonçalves Assunção W, Henrique dos Santos P. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. *Int J Periodontics Restor Dent* 2020; 40(1): 129-134.
31. Domingos PADS, Garcia PPNS, Oliveira ALBMD, Palma-Dibb RG. Composite resin color stability: influence of light sources and immersion media. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(3): 204-211.