

# Translüsensi Özelliğinin Polisaj Uygulanan Kompozit Rezinlerde Cielab ve Ciede Renk Sistemlerine Göre Karşılaştırılması

Muhammet Fidan(0000-0001-7869-4872)<sup>α</sup>, Zeynep Dereli(0000-0003-2317-9069)<sup>α</sup>

*Selcuk Dent J, 2021; 8: 477-485 (Doi: 10.15311/selcukdentj.704609)*

Başvuru Tarihi: 16 Mart 2020  
Yayına Kabul Tarihi: 06 Temmuz 2020

## ÖZ

### Translüsensi Özelliğinin Polisaj Uygulanan Kompozit Rezinlerde Cielab Ve Ciede Renk Sistemlerine Göre Karşılaştırılması

**Amaç:** Bu in vitro çalışmanın amacı, iki farklı polisaj sistemi uygulanan üç farklı kompozit rezinin iki farklı renk sistemine göre termal döngü işlemine tabii tutularak translüsensi değerlerini karşılaştırmaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** 60 adet disk şeklindeki kompozit materyaller (Tetric N-Ceram, Escom100, Filtek 3M-ESPE Bulk-Fill) üç gruba ayrıldı (n=20) ve her gruptaki örnekler iki polisaj sistemine (Sof-Lex, Optrapol) göre alt gruplara ayrıldı (n=10). Translüsensi değerleri termal döngü önce ve sonrasında (10.000 döngü), CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemlerine göre ölçümler yapılarak tespit edildi. Elde edilen verileri karşılaştırmak için üç yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Bonferroni testinden yararlanıldı. Renk sistemleri arasındaki ilişkinin incelenmesi için Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak belirlendi.

**Bulgular:** Kompozit rezin materyallere ait TP (translüsensi parametresi) değerleri karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılıklar elde edildi (p<0.05). Bulgulara göre TP değeri en fazla olan kompozit materyal Escom100 iken en az olan materyalin ise 3M-ESPE Bulk-Fill olduğu tespit edildi ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0.05). CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk farkı formülleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ve pozitif bir korelasyonun olduğu tespit edildi (p<0.05). Polisaj sistemleri ve kompozit rezin etkileşiminin termal döngü öncesinde CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 üzerinde TP değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Termal döngü sonrasında polisaj sistemleri ile kompozit materyallerin etkileşiminde anlamlı farklılık bulunurken, Sof-Lex disk uygulanan Escom100 materyalinin en yüksek TP değerini gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05).

**Sonuç:** Kompozit materyaller translüsensi değerleri arasında farklılıklar göstermektedir. CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 farkı formüllerine göre TP değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu tespit edilmiştir. Sof-Lex disk uygulanan Escom100 materyalinin en yüksek TP değeri göstermiştir. Uygulanan polisaj teknikleri ve materyal etkileşimi göz önüne alındığında farklılığın uzun dönemde materyalin translüsensi değerlerini etkileyebileceği dikkate alınmalıdır.

## ANAHTAR KELİMELELER

Kompozit rezin, Polisaj, Renk sistemi, Termal döngü, Translüsensi

## ABSTRACT

### Comparison of Translucency in Polished Composite Resins According to Cielab and Ciede Color Systems

**Background:** The purpose of this in vitro study is to compare the translucency values of three different composite resins, which are applied two different polishing systems, by thermal cycling according to two different color systems.

**Methods:** 60 disc-shaped composite materials (Tetric N-Ceram, Escom 100, Filtek 3M-ESPE Bulk-Fill) were divided into three groups (n=20) and samples were subdivided according to two polishing systems (Sof-Lex, Optrapol) (n=10). Translucency values were determined by measuring according to the CIELAB(L\*a\*b) and CIEDE 2000 color systems before and after the thermal cycle (10,000 cycles). Three-way analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni test were used to compare the data obtained. Pearson correlation analysis was used to examine the relationship between color systems. In all analyzes, the significance level was determined as p < 0.05.

**Results:** Translucency parameter (TP) of composite resins were compared, significant differences were obtained between the groups (p<0.05). According to the findings, the composite material with the highest TP was Escom100, whe-reas the least material was found to be 3M ESPE Bulk-Fill and a statistically significant difference was found (p<0.05). A statistically significant difference was found between CIELAB (L\*a\*b) and CIEDE 2000 color systems and a positive correlation was found between the two color systems (p<0.05). The two-way ANOVA test showed no significant difference among the interactive of polishing systems and composite resins in translucency values on color systems before thermal cycling. In the interaction of polishing systems and composite materials after the thermal cycling, Sof-Lex with Escom100 material showed the highest TP (p < 0.05).

**Conclusion:** Composite materials show significant differences between translucency values. A statistically significant agreement was found in the translucency parameter measurements of color systems. Sof-Lex with Escom100 material showed the highest TP value. Considering the applied polishing systems and material interaction, it should be taken into consideration that the difference may affect the translucency values of the material in the long term.

## KEYWORDS

Composite resin, Polishing, Color system, Thermal cycling, Translucency

Kompozit rezin materyaller güncel diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve dünya genelinde çok sayıda diş hekimi restoratif uygulamalarda bu materyallere güvenmektedir. Rutinde elde edilebilecek

estetik sonuçlar hem diş hekimleri hem de hastalar için büyük ölçüde tatmin edici olmalıdır. Bu materyaller pahalı protetik yaklaşımlardan çok daha ekonomiktir. Özellikle, anterior bölgede ve sınıf IV

<sup>α</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD. Konya, Türkiye

veya sınıf III kavite için, kompozit restorasyonların kullanımını "altın standart" haline getirmiştir.

Ön dişlerdeki rezin esaslı kompozit restorasyonların başarısız olmasının en önemli nedenlerinden birisi estetik sorunlardır.<sup>1</sup> Dişin yapısı ve uygulanan materyal arasındaki uyumsuzluk; teknik başarısızlık veya materyalin klinik ömrü boyunca renk değişikliği nedeniyle ortaya çıkabilir. Restorasyonlarda klinik uygulamalara bağlı olarak tüm diş özelliklerinin uygun şekilde yeniden üretilmesi amaçlanmalıdır. Bu nedenle, materyal ve diş dokuları arasında en iyi eşleşmeyi elde etmek için bir restoratif materyalin bazı translüsensi / opak tonlarının kullanılması gerekir.<sup>2</sup> Hastaların estetik restorasyonlara olan artan talebi, uygun optik özelliklere sahip dental materyallerin geliştirilmesini sağlamıştır.<sup>3</sup> Dişlerin doğal optik özellikleri ve doğal dişler ile restoratif materyaller arasındaki farkların anlaşılması ve doğru analizi, klinik başarıya ulaşmak için doğru ve tutarlı renk seçiminde ve restoratif materyallerin doğru kullanımında çok önemlidir.<sup>4-6</sup> Translüsensi, diş hekimliğinde estetiği değerlendirirken dikkate alınması gereken en önemli optik özelliklerden birisidir.<sup>3</sup> Resin esaslı kompozitlerin translüsensi özelliği, dolgu maddesi partiküllerinin kırılma indeksleri ile resin matrisi arasındaki ilişki kaynaklanır. Fark ne kadar büyük olursa, translüsensi o kadar düşük olur.<sup>2,7</sup> Uygulanan materyalin kalınlığı<sup>8</sup> doldurucu partikülleri ve opaklaştırıcılar<sup>9</sup> ve resin matrisin bileşimi<sup>7</sup> gibi kompozit restorasyonların translüsensini etkileyen bir dizi parametre vardır. Translüsensi parametresi belirli kalınlıktaki bir materyalin siyah ve beyaz zeminlerdeki renk farklılığıdır.<sup>10-12</sup>

Spektrofotometrelerde siyah ve beyaz arka plan değerlendirmesi iki ayrı klinik duruma karşılık gelmektedir.<sup>13</sup> Siyah arka plan, arkada diş yapısının olmadığı sınıf IV kompozit restorasyonların klinik durumunu taklit eder. Beyaz arka plan ise duvarlardan birinin bulunduğu durumla, yani Sınıf I, II, III ve veneer kronlar ile ilgilidir.<sup>14</sup> Cihaz yardımı ile renk eşleşmesinin sonuçları, kullanılan renk sistemlerinin sembolleri kullanılarak sunulur; bu sembollerle temsil edilen öğelerin görsel bulgularla ilişkili olması gerekir. CIE (Commission International de l'Eclairage) tarafından çeşitli renk sistemleri önerilmiştir. En sık kullanılan formül CIE L\*a\*b veya CIE76 sistemidir. CIE L\*a\*b sisteminin renk koordinatları L \* (hafiflik, siyahtan beyaza değişen akromatik koordinat), a \* ab (-a \* yeşil, + a \* kırmızı) ve b \* ab (-b \* mavi, + b \* sarı). Kutupsal koordinatlar, C \* (kroma) ve H \* (renk tonu), a \* ab ve b \* ab kromatik koordinatlarının bilinen değerlerinden hesaplanır. CIELAB sisteminin eksiklikleri nedeniyle, bazı renk farkı formülleri geliştirilmiştir. CMC (I: c), CIE94, BFD (Bradford) ve LCD (Leeds Renk Farkı) gibi. Sonuncusu ise CIE 2000 veya CIEDE 2000, özellikle yeni CIE renk farkı sistemi olarak önerilmektedir.<sup>15-18</sup> Bununla birlikte, kompozit kullanımı, esas olarak komşu dişlerle veya restorasyon çevresindeki diş

ile yetersiz renk uyumu nedeniyle tatmin edici olma-yan estetik sonuçlar gösterebilir. Renk seçimi ve tabakalama tekniği başarının kilit noktalarındandır. Bu anlamda farklı tabakalama teknikleri ve renk gradyanlarının kullanılması ile çalışmalar yapılmıştır.<sup>19-22</sup>

Ağız ortamında oluşan ısı dalgalanmalarının simülasyonunun sonucu olarak materyallerin bozulması-yıpranması ile oluşabilecek hatalar gözlemlenebilmektedir. Ağız ortamının taklit edilmesiyle *in vitro* çalışmalar ile klinik koşullara transfer edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Termal döngü test cihazları, ağız içindeki ısı değişikliklerinin simülasyonunu yapmaktadır. Bu cihazlarda istenilen sıcaklık değerleri belirli döngü sayılarında yapılmaktadır.<sup>23</sup> Termal döngü testlerinin 5° C-55° C arasında ve 10.000 döngünün 1 yıla denk gelebileceği bildirilmiştir.<sup>24</sup>

Kompozit rezinlere farklı polisaj sistemlerinin uygulanmasıyla translüsensinin değerlendirildiği ve renk sistemlerinin karşılaştırıldığı sınırlı sayıda bilimsel literatür mevcuttur. Bu *in vitro* çalışmanın amacı kompozit rezin örneklerin iki farklı polisaj sistemi kullanıldıktan sonra, CIELAB(L\*a\*b) (DE76) ve CIEDE 2000 (DE<sub>00</sub>) renk sistemlerine göre termal döngü öncesi ve sonrasında translüsensi parametresini (TP) karşılaştırmaktır. Araştırmamızın hipotezleri: (a) termal yaşlandırmadan önce ve sonra TP değerlerinde fark olmayacağı; (b) CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 değerlerinin ilişkili olmayacağı; (c) polisaj sistemleri arasında fark olmayacağı yönündedir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada 3 farklı kompozit materyal bulk-fill (Filtek, 3M ESPE, St. Paul, ABD) ve nanohibrit Tetric N-Ceram (Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein), nanohibrit Escom100 (Spident, Kore) A1 renk tonunda kullanıldı. Kompozit materyallerin içerikleri ve üretici firmaları **Tablo 1**'de verildi.

**Tablo 1.**

### Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyaller

Materyal/Üretici firma	Tip	İçerik	Filler wt/vol %
Filtek posterior (3MEspe, St. Paul, USA)	Bulk-fill	UDMA, DDDMA, Zirconia/silica (4-20 nm) cluster filler, ytterbium fluoride (100 nm) AUDMA, and 1, 12-dodecane-DMA	76.5/58.4
Tetric N-Ceram (Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein)	Nanohibrit	Bis-GMA, UDMA, BisEMA, bariumglass, prepolymer, ytterbium trifluoride, mixed oxide, copolymers(40-3000 nm)	61/77
Escom100 (Spident, Korea)	Nanohibrit	UDMA, barium glass	70/75-80

Bulk-Fill kompozit için (4 mm kalınlığında ve 10 mm çapında) ve diğer kompozitler için (2 mm kalınlığında ve 10 mm çapında) teflon kalıp kullanılarak kompozit materyaller polimerizasyon cihazı (Elipar, 3M ESPE, St. Paul MN, ABD) ile üretici firma önerilerine göre polimerize edildi. Her bir kompozit materyalden (n=20) örnek olacak şekilde toplamda 60 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Her bir kompozit grubu için örnekler iki polisaj sistemine göre Optrapol (Ivoclar, Vivadent, Schenn, Liechtenstein)

ve Sof-Lex disk (3M ESPE, St. Paul, ABD) olmak üzere alt gruplara ayrıldı (n=10). Örneklerin translüsensi derecesi translüsensi parametresi (TP) ile değerlendirildi. Örneklerin TP ölçümleri siyah ve beyaz arka planlar üzerinde termal döngü önce ve sonrasında (5° C ve 55° C, 10.000 döngü) yapıldı. CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemlerine göre bir spektrofotometre ile (Lovi-bond RT series, Tintometer grup, Lovibond house, İngiltere) ölçüm yapılarak tespit edildi.

Örneklerin CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre;<sup>10,25</sup>  $TP_{ab} = [(L_S - L_B)^2 + (a_S - a_B)^2 + (b_S - b_B)^2]^{1/2}$  formülü ile hesaplanmıştır. Burada  $L_S$ ,  $a_S$  ve  $b_S$  değerleri kompozit örneklerin siyah zeminde ölçülen CIE L\* a\* b\* değerlerini,  $L_B$ ,  $a_B$  ve  $b_B$  değerleri ise beyaz zeminde ölçülen CIE L\* a\* b\* değerlerini temsil etmektedir. Örneklerin CIEDE 2000 renk sistemine göre;  $TP_{00} = [(\Delta L/K_L.S_L)^2 + (\Delta C/K_C.S_C)^2 + (\Delta H/K_H.S_H)^2 + R_T]$  ( $C_S - C_B/K_C.S_C$ ).(HS-HB/KH.SH)<sup>1/2</sup> formülü ile hesaplanmıştır. CIEDE 2000 renk sistemine göre hesaplanması Sharma ve ark.<sup>26</sup> geliştirdiği formül ile hesaplanmıştır. Burada  $\Delta L$  ( $L_S - L_B$ ),  $\Delta C$  ( $C_S - C_B$ ) ve  $\Delta H$  ( $H_S - H_B$ ) örneklerde sırasıyla lightness, chroma ve hue tonu farklarıdır;  $S_L$ ,  $S_C$  ve  $S_H$  sırasıyla lightness, chroma ve hue tonu bileşenleri için ağırlıklandırma işlevleridir;  $R_T$ , mavi bölgedeki renk ve renk tonu farklılıkları arasındaki etkileşimi gösterir.  $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$  çalışma koşullarındaki varyasyonlar için parametrik faktörlerdir. Bu çalışmada parametrik faktörler 1 olarak belirlendi.<sup>3</sup>

Çalışma kapsamında istatistiksel analizler SPSS 23.0 paket programı ile gerçekleştirildi. Çalışmada öncelikle dağılımın normalliği Kolmogrov-Smirnov testi ile kontrol edildi. Kolmogrov-Smirnov testi sonucunda elde edilen p değeri 0.05'in üzerinde bulunarak veriler normal dağılım gösterip parametrik test yapılması uygun bulundu. Araştırma kapsamında termal döngü prosedürünün tüm örneklerin TP değerlerine etkisinin anlamlılığını incelemek için termal döngü öncesi ve sonrası ölçümleri karşılaştırmak için Paired Sample t test analizinden yararlanıldı. Resin kompozit materyallere uygulanan iki farklı polisaj sisteminin TP değerlerinin karşılaştırmak üzere independent sample t test analizinden yararlanıldı. Farklı resin kompozit materyallerin termal döngü sonrasında translüsensini karşılaştırmak üzere three-way analysis of variance (ANOVA) testinden yararlanıldı. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan sonuçlar (p<0.05), ikili çoklu karşılaştırmalar için post-hoc olarak Bonferroni testi ile yapıldı. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak ifade edildi. İki renk sistemine göre ölçümlerdeki değişimler arasındaki ilişkinin incelenmesi için ise Pearson korelasyon analizi kullanıldı. Çalışmanın tamamında istatistiksel anlamlılık p <0.05 olarak kabul edildi.

## BULGULAR

### CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre TP bulguları

Kompozit resin örneklerinin termal döngü öncesi ve sonrası CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre ortalama ve standart sapma TP değerleri ve karşılaştırılmalı sonuçları Tablo 2' de gösterildi.

**Tablo 2.**

**Kompozit resin örneklerinin termal döngü öncesi ve sonrası CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre ortalama ve standart sapma TP (translüsensi parametresi) değerleri ve karşılaştırılmalı sonuçları**

Kompozit Resinler	Grup 1(Sof-lex disk)		p	Grup 2(Optrapol lastik)		p
	TC öncesi	TC sonrası		TC öncesi	TC sonrası	
3M ESPE Bulk Fill	4,10±0,95	2,37±0,53	<0,05	3,43±0,67	2,49±0,76	<0,05
	Aa	A <sup>1</sup>		Aa	A <sup>1</sup>	
Tetric N-Ceram	9,71±1,69	8,54±3,60	>0,05	9,54±0,86	6,96±1,14	<0,05
	Ba	B <sup>1</sup>		Ba	B <sup>1</sup>	
Escom100	12,10±1,51	24,47±3,61	<0,05	11,22±1,93	8,24±3,79	<0,05
	Ca	C <sup>1</sup>		Ca	B <sup>2</sup>	

\*Büyük harfler her bir sütundaki değerler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı harfleri alanlar arasında fark yoktur.

\*Küçük harfler her bir satırdaki ilk ölçümler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı harfleri alanlar arasında fark yoktur.

\*Üst sayılar her bir satırdaki son ölçümler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı sayıları alanlar arasında fark yoktur.

\*p değeri her bir polisaj sisteminin ilk ölçümler ve son ölçümler arasındaki farkı ifade etmektedir. p <0,05 ise fark bulunmaktadır.

\*TC: Termal döngü

İki farklı polisaj tekniğinin uygulandığı üç farklı materyalin CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre termal döngü sonrası TP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu (p<0.05). Post hoc testinde üç kompozit materyal arasında da farklılık olduğu ve en düşük TP değeri alan materyalin Bulk-Fill, en yüksek TP değeri alan materyalin ise Escom100 olduğu tespit edildi. Optrapol lastik uygulanan üç farklı materyalin termal yaşlandırma sonrasında da benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ve post hoc testinde anlamlı farklılığın Bulk Fill – Escom100 ve Bulk Fill – Tetric N-Ceram arasında bulunduğu Bulk-Fill materyalinin ise en düşük TP değeri aldığı tespit edildi (p<0.05). Bulk Fill ve Tetric N-Ceram kompozit materyallerine uygulanan iki farklı polisaj sistemi uygulandıktan sonra termal döngü öncesi ve sonrasında ölçümleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0.05). Sof-lex disk polisaj tekniği uygulanan Escom100 kompozit materyalinin son ölçüm puanında artma olurken, Optrapol lastik uygulanan Escom100 kompozit materyalinin son ölçüm puanında azalma olduğu

görülmektedir (Tablo 2). Polisaj sistemleri ve kompozit rezin etkileşiminin termal döngü öncesinde renk sistemleri üzerinde translüsensi değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Termal döngü sonrasında polisaj sistemleri ve kompozit materyallerin etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sof-Lex disk uygulanan Escom100 materyalinin en yüksek TP değişimini gösterdiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 3.**

**Polisaj sistemleri ve Kompozit materyallerin (etkileşimi) termal döngü öncesi ve sonrası CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre Two-way ANOVA sonuçları**

CIELAB		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TC öncesi	polisaj	4,913	1	4,913	2,672	0,108
	marka	672,594	2	336,297	182,886	0,001
	polisaj * marka	1,354	2	0,677	0,368	0,694
TC sonrası	polisaj	521,619	1	521,619	73,47	0,001
	marka	1974,9	2	987,449	139,082	0,001
	polisaj * marka	808,19	2	404,095	56,917	0,001

#### CIEDE 2000 renk sistemine göre TP bulguları

Kompozit rezin örneklerinin termal döngü öncesi ve sonrası CIEDE 2000 renk sistemine göre ortalama ve standart sapma TP değerleri ve karşılaştırılmalı sonuçları Tablo 4' de gösterildi.

**Tablo 4.**

**Kompozit rezin örneklerinin termal döngü öncesi ve sonrası CIEDE 2000 renk sistemine göre ortalama ve standart sapma TP (translüsensi parametresi) değerleri ve karşılaştırılmalı sonuçları**

Kompozit rezinler	Group 1 (Sof-lex disk)		p	Group 2 (Optrapol lastik)		p
	TC öncesi	TC sonrası		TC öncesi	TC sonrası	
3M ESPE Bulk Fill	3,35±0,72	1,86±0,49	<0,05	2,75±0,752	2,08±0,58	<0,05
	Aa	A <sup>1</sup>		Aa	A <sup>1</sup>	
Tetric N-Ceram	6,92±1,05	6,33±2,59	>0,05	6,85±0,45	5,43±0,80	<0,05
	Ba	B <sup>1</sup>		Ba	B <sup>1</sup>	
Escom100	8,51±1,02	16,45±1,89	<0,05	7,98±1,18	5,92±2,63	<0,05
	Ca	C <sup>1</sup>		Ca	B <sup>2</sup>	

\*Büyük harfler her bir sütündeki değerler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı harfler alanlar arasında fark yoktur.

\*Küçük harfler her bir satırdaki ilk ölçümler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı harfler alanlar arasında fark yoktur.

\*Üst sayılar her bir satırdaki son ölçümler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Aynı sayıları alanlar arasında fark yoktur.

\*p değeri her bir polisaj sisteminin ilk ölçümler ve son ölçümler değerleri arasındaki farkı ifade etmektedir.  $p < 0,05$  ise fark bulunmaktadır.

\*TC: Termal döngü

İki farklı polisaj sistemi uygulanan üç farklı materyalin CIEDE 2000 renk sistemine göre TP ölçümlerinde termal yaşlandırma sonrası ölçülen değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ). Post hoc testinde üç materyal arasında da

farklılık olduğu ve CIEDE 2000 renk sistemine göre ölçümünde en düşük TP değeri alan materyalin Bulk-Fill, en yüksek TP değeri alan materyalin ise Escom100 olduğu tespit edilmiştir. Optrapol lastik uygulanan üç farklı materyalin termal döngü sonrası TP değerleri arasında da benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulundu ( $p < 0.05$ ). Post hoc testinde anlamlı farklılığın Bulk Fill – Escom100 ve Bulk-Fill – Tetric N-Ceram kompozit materyalleri arasında bulunduğu Bulk Fill materyalinin ise CIEDE 2000 renk sistemine göre en düşük TP değeri aldığı tespit edilmiştir. Kompozit materyallerin Sof-lex polisaj sonrası TP değerleri ortalaması Optrapol lastik işlemi sonrasında göre daha yüksektir. Tetric N-Ceram kompozit materyaline uygulanan polisaj sistemlerine göre ilk ölçümleri ve termal yaşlandırma sonrası TP ölçümleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p > 0.05$ ). Escom100 kompozit materyalinin uygulanan polisaj sistemleri arasında termal döngü öncesi CIEDE ölçümleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p > 0.05$ ) ve termal döngü sonrası TP ölçümleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Sof-lex disc polisaj tekniği uygulanan Escom100 kompozit materyalinin TP son ölçüm değerlerinde artma olurken, Optrapol lastik uygulanan Escom100 kompozit materyalinin TP son ölçüm değerlerinde azalma olduğu görülmektedir (Tablo 4). Polisaj sistemleri ve kompozit rezin etkileşiminin termal döngü öncesinde renk sistemleri üzerinde translüsensi değerlerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Termal döngü sonrasında polisaj sistemleri ve kompozit materyallerin etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Sof-Lex disk uygulanan Escom100 materyalinin en yüksek TP değişimini gösterdiği tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.**

**Polisaj sistemleri ve Kompozit materyallerin (etkileşimi) termal döngü öncesi ve sonrası CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre Two-way ANOVA sonuçları**

CIEDE		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
TC öncesi	polisaj	2,36	1	2,36	3,122	0,083
	marka	291,18	2	145,59	192,604	0,001
	polisaj * marka	0,787	2	0,394	0,521	0,597
TC sonrası	polisaj	209,44	1	209,44	67,947	0,001
	marka	854,815	2	427,408	138,661	0,001
	polisaj * marka	349,223	2	174,611	56,648	0,001

**Kompozit materyallere ait translüsensi parametresinin CIELAB ve CIEDE 2000 renk sistemleri arasındaki ilişkinin (korelasyon-regresyon) bulguları**

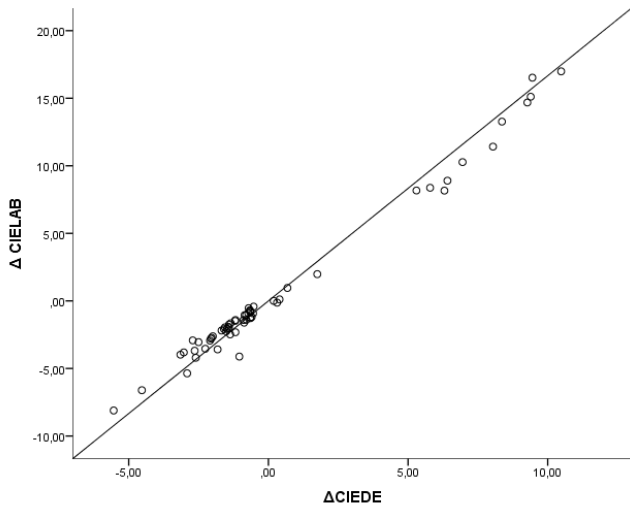
İki farklı renk sistemi ile test edilen TP değişimlerinin son ölçümün ilk ölçümden farkına dayalı hesaplamaları arasındaki ilişkiyi ölçmek üzere korelasyon analizi

yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre; CIELAB(L\*a\*b) renk sistemine göre ölçümde yaşanan değişim ( $\Delta$ CIELAB) ile, CIEDE renk sistemine göre ölçümde yaşanan değişim ( $\Delta$ CIEDE) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır ( $r: 0.994$ ) ( $p=0.001$ ). Regresyon analizi ile ölçüm puanları arasındaki ilişki incelendiğinde ise; elde edilen formül  $\Delta$ CIELAB=  $1.531x \Delta$ CIEDE+0.057'dir. Çalışmada kullanılan kompozit materyallerde TP değerlerinin CIELAB renk sistemi ölçümünde yaşanan değişim ile, CIEDE 2000 renk sistemi ölçümünde yaşanan değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 6) (Şekil 1).

**Tablo 6.**

**Kompozit materyallere ait translüsensi parametresi değişimine ait CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemleri arasındaki ilişkinin (korelasyon-regresyon) bulguları**

		$\beta$	Std. hata	r	p
3M ESPE Bulk Fill	Sabit değer (Constant)	-0,077	0,073	.983	.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,17	0,051		
Tetric N-Ceram	Sabit değer (Constant)	-0,487	0,164	.973	.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,385	0,078		
Escrom100	Sabit değer (Constant)	0,176	0,184	.997	.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,54	0,03		
Genel	Sabit değer (Constant)	0,057	0,087	.994	.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,531	0,023		



**Şekil 1**

$\Delta$ CIELAB-  $\Delta$ CIEDE ilişkisi

Sof-Lex disk uygulanan materyallerdeki CIELAB ölçümünde yaşanan değişim ile, CIEDE ölçümünde yaşanan değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır ( $r: 0.983$ ). Regresyon analizi ile ölçüm puanları arasındaki ilişki incelendiğinde ise; elde edilen formül  $\Delta$ CIELAB=  $1.528x \Delta$ CIEDE+0.169'dur. Optrapol lastik uygulanan materyallerdeki CIELAB ölçümünde yaşanan değişim

ile, CIEDE ölçümünde yaşanan değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır ( $r: 0.973$ ). Regresyon analizi ile ölçüm puanları arasındaki ilişki incelendiğinde ise; elde edilen formül  $\Delta$ CIELAB=  $1.386x \Delta$ CIEDE=  $-0.249$ 'dur (Tablo 7).

**Tablo 7.**

**Kompozit materyellere uygulanan iki farklı polisaj sisteminin TP değişimine ait CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemleri arasındaki ilişkinin (korelasyon-regresyon) bulguları**

		$\beta$	Std. hata	r	p
Sof-Lex Disk	Sabit değer (Constant)	0,169	0,141	0.983	0.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,528	0,028		
Optrapol Lastik	Sabit değer (Constant)	-0,249	0,153	0.973	0.001
	$\Delta$ CIELAB $\Delta$ CIEDE	1,386	0,077		

Polisaj sistemlerinin iki farklı renk sistemine göre translüsensi değerleri üzerindeki etkisi termal yaşlandırma öncesinde benzerdir. Termal döngü sonrasında polisaj sistemlerinin iki farklı renk sisteminde translüsensi değerleri üzerinde anlamlı farklılık oluşturmuştur. İki farklı polisaj sisteminin CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemlerine göre TP değerlerinin farkı açısından değerlendirildiğinde disk grubu değerleri artmış ve lastik grubu değerleri azalmıştır ( $p<0.05$ ) (Tablo 8).

**Tablo 8.**

**İki farklı polisaj sisteminin CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 renk sistemlerine göre TP değişim farkı ortalama ve standart sapma bulguları**

	Sof-lex disk	Optrapol lastik	P
$\Delta$ CIELAB (son-ilk)	7,18±3,16	-2,16±2,10	0.001
$\Delta$ CIEDE (son-ilk)	4,68±1,96	-1,38±1,45	0.001
İlk CIELAB	8,64±3,67	8,06±3,62	0.546
İlk CIEDE	6,26±2,37	5,86±2,41	0.524
Son CIELAB	11,80±9,89	5,90±3,36	0.003
Son CEDE	8,21±6,46	4,48±2,34	0.004

## TARTIŞMA

Bu çalışmada, üç farklı kompozit rezin materyale uygulanan iki farklı polisaj sisteminin kompozit materyallerin optik özelliklerinden birisi olan translüsensi parametresi iki farklı renk sistemine göre termal döngü öncesi ve sonrasında kaydedilen değerler ile değerlendirildi.

Translüsensi, materyalin ışığın geçmesi sonucu arka planın görünümüne izin vermesi ve kısmi opaklık veya tam opaklık ile tam şeffaflık arasındaki bir durum olarak tanımlanabilir.<sup>20</sup> TP için yüksek değerler materyalin daha fazla translüsensiye sahip olduğunu temsil eder; eğer materyal tamamen opaksa, bu parametrenin değeri sıfırdır.<sup>11,27</sup> Çalışmamızda kompozit rezin

materyallerin TP değerleri 1.86 ile 24.47 arasında değişmektedir. Nanohibrit kompozit rezinler yüksek translüsensiye sahiptir bunun sebebinin partikül büyüklüğü ışığın dalga boyundan daha küçük olmasıdır ve bu durum fotonların minimum derecede saçılımına neden olur.<sup>28,29</sup> Bizim çalışmamızda nanohibrit kompozitlerin bulk fill kompozite göre translüsensi değerleri daha yüksek bulunmuştur. Yu ve Lee<sup>11</sup>, L değeri ve translüsensi arasında anlamlı ilişki olduğunu belirtmiştir. Benzer bir çalışmada da translüsensi en yüksek materyalin L değerlerinin yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>30</sup> Çalışmamızda Escom 100 kompozit rezin materyali materyaller arasında en yüksek translüsensi ve L değerine sahiptir. Literatürde matriks ve doldurucu birleşimi, inorganik doldurucu partiküller ile matriks faz arasındaki kırılma indisi farkı, doldurucu büyüklükleri ve partikül boyutu oranlarının kompozit rezinlerde optik özelliklerini etkilediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Gelen ışığın materyalden absorbe olması ya da geçme miktarı materyalin kimyasal özelliklerine bağlı olarak da değişebilir.<sup>31,32</sup> Çalışmamızdaki sonuçlara göre aynı renk kompozit materyallerde farklı TP değerleri olduğu görülmüştür. Dişlerin renk ve translüsensi özellikleri ağızdaki herhangi bir bölgede, dişler arasında ve materyalin seçimi gibi birçok faktöre bağlı farklılıklar göstermektedir. Restoratif materyallerin estetik restorasyonlarda sadece renginin değil translüsensinin doğal dişlere yakın görünmesi gerektiği belirtilmektedir.<sup>30</sup> Kompozit rezinlerin renk ve optik özellikleri (translüsensi, opaklık, ışık geçirgenlik özellikleri vb) rezin matris bileşimi ve içeriği, pigment ve diğer eklenen maddeler tarafından belirlenir. Bu durum materyale gelen ışığın farklı dalga boyunda yansımaya sebep olmaktadır.<sup>8,12</sup> Naeimi Akbar ve ark.<sup>33</sup> doldurucu partikül büyüklüğü ve hacmi azaldıkça rezinin translüsensi değerlerinin artacağını bildirmişlerdir. Ancak çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre rezinin doldurucu hacmi yüksek olan Escom100 TP değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, kompozit rezinlere eklenen radyopak maddelerin (baryum cam partikülleri vb) oranlarının translüsensi değerlerini etkilediği belirtilmektedir.<sup>34</sup> Ayrıca materyalin kalınlığının da materyalin translüsensi farklılığını önemli ölçüde etkilediği rapor edilmiştir.<sup>35,36</sup> Bu durumda materyalin kalınlığına bağlı olarak çalışmamızda bulk-fill kompozitin TP değerlerini azalttığını düşünülmemektedir. Yapılan çalışmalarda inorganik doldurucu hacmi ve büyüklüğü dışında; doldurucuların dağılımı<sup>37</sup>, hacim başına düşen partikül sayısı<sup>31</sup> farklı kimyasal yapılar ve eklenen maddeler<sup>10</sup> polimerizasyon başlatıcının tipi ve inhibitörler<sup>37</sup> de rezinin TP değerlerini etkileyebileceği bildirilmiştir.<sup>38</sup>

Ağız ortamında kompozit restorasyonların maruz kaldıkları sıcaklık değişikliklerini taklit etmek amacı ile termal döngü testi in vitro çalışmalarda kullanılmaktadır.<sup>39</sup> Termal döngü testleri 5°C - 55°C arasında ağız içindeki döngü sayısının ortalama 1

günde 20-50 döngü olduğu ve 10.000 döngünün 1 yıla denk gelebileceği çalışmalarda bildirilmiştir.<sup>24,40-42</sup> Çalışmamızda diğer çalışmalarda belirlenen protokol ile termal döngü işlemi gerçekleştirilmiştir. Termal döngü işlemi uygulandıktan sonra çalışmamızda kullanılan tüm örnekler içinde disk uygulanan Escom100 haricinde diğerlerinde TP değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bağış ve ark.<sup>31</sup> yaşlandırma işlemi sonrasında kompozit materyallerde TP değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise TP değerlerinin arttığı bildirilmiştir.<sup>43</sup> Resin içerikli materyallerde meydana gelen renk farklılıkları içerdiği amin oksidasyonu, yan ürün oluşumu, yüzeyde oluşan değişiklikler ve dış faktörlerden kaynaklı boyan-malar şeklinde oluşabilmektedir.<sup>31</sup> Kompozit rezin materyallere uygulanan farklı bitirme (polisaj) ya da cila teknikleri, restorasyonların renklenmeye karşı dirençlerini etkilemektedir.<sup>44</sup> Yapılan çalışmalarda kompozit rezinlere uygulanan polisaj prosedürleri, pürüzlü bir yüzeyden daha fazla miktarda ışığı yansıtabilecek pürüzsüz yüzeylere neden olmuştur.<sup>45,46</sup> Elsayad,<sup>47</sup> kompozit rezinlere bitirme ve polisaj uygulanmasının translüsensi değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Çalışmamızda polisaj sistemlerinin renk sistemleri üzerinde TP değerleri göz önünde bulundurulduğunda; değişim değerleri açısından incelendiğinde disk uygulanması translüsensiyi arttırırken, lastik uygulanması azaltmış ve anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Polisaj sistemleri yüzeye gelen ışığın saçılmasını etkileyerek materyalin translüsensini belirlemede önemli bir faktör olabilir.

Dijital cihazların yardımıyla tekrarlanan ölçümlerin yapılabilmesi ve görsel renk skalasına göre daha kesin sonuçların elde edilmesi amaçlanmaktadır.<sup>48</sup> Bununla birlikte renk ölçüm cihazı olan spektrofotometreler; ölçüm yaptığı dalga boyu aralığı ve sahip olduğu ışık kaynağı çeşitliliğine sahiptir. Göz; parlaklık farkından kaynaklanan renk değişimini zor algılamakton farkından kaynaklanan renk değişimini daha kolay algılamaktadır. CIEDE 2000 renk sistemi, CIELAB(L\*a\*b)'ı temel alarak bazı parametreleri de içerir; bunlar açıklık-koyuluk (lightness), doygunluk (chroma) ve tonun (hue) ağırlıklandırma fonksiyonları ile, mavi renkler için kullanılan doygunluk ve ton farkı arasında interaktif bir terim ( $\Delta R$ ) ve gri renklerin performansını geliştirmek için CIELAB a\* faktörünü içerir. CIELAB(L\*a\*b) renk sisteminin eksikliklerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olan CIEDE 2000, CIE tarafından renk sistemi olarak benimsenmiştir.<sup>18,49</sup> CIELAB(L\*a\*b) renk sistemindeki değişken faktörlerin eşit olarak değerlendirilmediği araştırmacılar tarafından bildirilmiş ve gözün algılayabileceği değer aralığına yakın bir biçimde belirleyerek kabul edilebilirliği ve algılanabilirliğine daha uygun ve doğru bir şekilde saptamada CIEDE 2000 renk sisteminin araştırmacılar tarafından uyumlu olduğu belirtilmiştir.<sup>17,50</sup> TP değerlerini karşılaştırılan çalışmalarda CIELAB(L\*a\*b) ve CIEDE 2000 sistemleri

arasında Paravina ve ark, ( $r>0.97$ )<sup>51</sup>, Gregor ve ark, ( $r>0.97$ )<sup>52</sup> yüksek korelasyon elde etmişlerdir. Çalışmamızda kompozitleri değerlendirirken iki renk farkı formülü arasındaki korelasyon ( $r>0.99$ ) bulunmuştur. Bu durumun CIELAB(L\*a\*b) sisteminin sınırlamalarının bir sorun olarak görünmediğini gösterir ancak  $\Delta E_{ab}$  ve  $\Delta E_{00}$  değerleri arasında kaydedilen farklar renk sistemlerindeki uygulanan formüllerde veri dönüşümünün önemini vurgulamaktadır. Salas ve ark<sup>3</sup>, CIEDE 2000 renk farkı formülünün, diş hekimliğinde translüsensi değerlendirmesi için kullanılmasını öneren rezin kompozitlerinin translüsensi farkı eşik değerlerini değerlendirmek için verilerin CIELAB(L\*a\*b) formülüne göre daha iyi uyum sağladığı belirtilmiştir.

Restoratif materyaller en iyi klinik çalışmalarla değerlendirilebilmektedir. Materyal farklılığı, hasta şikayetleri, geri dönüş problemleri, yüksek maliyet ve hastaların uzun takip süresi klinik çalışmaların yapılmasını sınırlamaktadır.<sup>53,54</sup> Bu nedenle, klinik çalışmalar doğal ağız ortamını taklit eden statik veya dinamik yapay yaşlandırma yöntemlerini içeren in vitro çalışmalarla desteklenmelidir.<sup>55</sup> Bununla birlikte kompozit rezin materyallerin optik özelliklerinden birisi olan translüsensi ile ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır. Günümüz diş hekimliğinde kompozit rezin materyal seçiminde restorasyon yapmadan önce kullanılacak materyalin translüsensi özelliğinin bilinmesi ve sonraki süreçte ne gibi değişiklikler olabileceği göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmanın limitasyonları dahilinde, çalışmada kullanılan nanohibrit kompozitler bulk-fill kompozite göre daha yüksek TP değerleri göstermiş ve bu değerler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İki renk sistemi kullanılarak TP değerlerinin rezin kompozitlerde değerlendirilmesinde renk sistemlerinin translüsensi değişimi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir uyumun olduğu tespit edilmiştir. Ancak iki renk sisteminde kaydedilen değişim farkları renk sistemlerindeki uygulanan formüllerde veri dönüşümünün önemini vurgulamaktadır. Termal döngü sonrasında polisaj sistemleri ve kompozit materyallerin etkileşimi anlamlı bulunmuştur. Sof-Lex disk uygulanan Escom100 materyalinin en yüksek TP değerini gösterdiği tespit edilmiştir. Dişe en yakın estetiği sağlamak amacıyla polisaj sistemleri ve kompozit rezinlerin etkileşiminin translüsensi özelliğini etkileyebileceği ve klinisyenlerin bu durumu dikkate alması gerektiği unutulmamalıdır.

**KAYNAKLAR**

1. Baldissera RA, Corrêa MB, Schuch HS, Collares K, Nascimento GG, Jardim PS et al. Are there universal restorative composites for anterior and posterior teeth? *J Dent.* 2013; 41(11): 1027–35.
2. Kim JJ, Moon HJ, Lim BS, Lee YK, Rhee SH, Yang HC. The effect of nanofiller on the opacity of experimental composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 80(2): 332–8.
3. Salas M, Lucena C, Herrera LJ, Yebra A, Della Bona A, Pérez MM. Translucency thresholds for dental materials. *Dent Mater.* 2018; 34(8): 1168–74.
4. Li Q, Xu BT, Li R, Wang YN. Spectrophotometric comparison of translucent composites and natural enamel. *J Dent.* 2010; 38(2): e117–22.
5. Villarroel M, Fahl N, De Sousa AM, De Oliveira, OB. Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23: 73–87.
6. Burgess J, Cakir D. Comparative properties of low-shrinkage composite resins. *Compend Contin Educ Dent.* 2010; 31(2); 10–5.
7. De Oliveira DC, De Menezes LR, Gatti A, Correr Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Effect of nanofiller loading on cure efficiency and potential color change of model composites. *J Esthet Restor Dent.* 2016; 28(3): 171–7.
8. Arimoto A, Nakajima M, Hosaka K, Nishimura K, Ikeda M, Foxton RM, Tagami J. Translucency, opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dent Mater.* 2010; 26(11): 1090–7.
9. Salgado V, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *J Dent.* 2013; 41: e45–e53.
10. Johnston WM, Reisbick MH. Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dent Mater.* 1997; 13(2): 89–97.
11. Yu B, Lee YK. Influence of color parameters of resin composites on their translucency. *Dent Mater.* 2008; 24(9): 1236–1242.
12. Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater.* 2008; 24(9): 1243–47.
13. Ardu S, Braut V, Di Bella E, Lefever D. Influence of background on natural tooth colour coordinates: An in vivo evaluation. *Odontology.* 2014; 102(2): 267–71.
14. Ardu S, Braut V, Gutemberg D, Krejci I, Dietschi D, Feilzer AJ. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence Int.* 2010; 41(8): 695–702.
15. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl.* 2001; 26(5): 340–50.
16. Westland, S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2003; 15: S5–12.
17. Paravina RD, Kimura M, Powers JM. Evaluation of polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology.* 2005; 93(1): 46–51.
18. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent.* 2010; 38(2): e57–64.
19. Sidhu SK, Ikeda T, Omata Y, Fujita M, Sano H. Change of color and translucency by light curing in resin composites. *Oper Dent.* 2006; 31(5): 598–603.
20. Ryan EA, Tam LE, McComb D. Comparative translucency of esthetic composite resin restorative materials. *J Can Dent Assoc.* 2010; 76: a84.
21. Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N, van Noort R. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent. Mater.* 2009; 25(12): 1564–8.
22. Thompson JM. Translucency & radiopacity of five resin composites. (Thesis). Michigan; The University of Michigan: 2011.
23. Atay MT, Ahmet O, Özel G. Ağız ortamının simülasyonu açısından termal ve loading siklusunun önemi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2015; 14: 88–93.
24. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, Monaco A. Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* 2014; 29, 295–308.
25. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont.* 1995; 8(1): 79–86.
26. 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.
27. Yu B, Lee YK. Translucency of varied brand and shade of resin composites. *Am. J. Dent.* 2008; 21(4): 229–32.
28. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003, 134(10): 1382–90.
29. Frauscher KE, Ilie N. Depth of cure and mechanical properties of nano-hybrid resin-based composites with novel and conventional matrix formulation. *Clin Oral Investig.* 2012; 16(5): 1425–34.
30. Gül P, Akgül N. Farklı kompozit rezinlerin translüksensiy ve maskeleyme özelliklerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2013; 21(1): 30–6.
31. Turgut S, Bağış B, Bağış YH, Korkmaz FM. Restoratif Materyallerin Translüksensiy özelliklerinin Değerlendirilmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2011; 38(1): 15–21.



32. Piccoli YB, Lima VP, Basso GR, Salgado VE, Lima GS, Moraes RR. Optical stability of high-translucency resin-based composites. *Oper Dent*. 2019; 44(5): 536–44.
33. Naeimi Akbar H, Moharamzadeh K, Wood DJ, Van Noort R. Relationship between color and Translucency of Multishaded Dental Composite Resins. *Int J Dent*. 2012; 2012. 708032.
34. Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent*. 1999; 24(1): 20–5.
35. Mikhail SS, Schricker SR, Azer SS, Brantley WA, Johnston WM. Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials. *J Dent*. 2013; 41(9): 771–8.
36. Schmelting M, DE Andrada MA, Maia HP, DE Araújo EM. Translucency of value resin composites used to replace enamel in stratified composite restoration techniques. *J Esthet Restor Dent*. 2012; 24(1): 53–8.
37. Salgado VE, Albuquerque PP, Cavalcante LM, Pfeifer CS, Moraes RR, Schneider LF. Influence of photoinitiator system and nanofiller size on the optical properties and cure efficiency of model composites. *Dent Mater*. 2014; 30(10): e264–71.
38. Cengiz E, Kurtulmuş YS, Ulusoy N. Farklı Kompozit rezinlerin translusensi özelliklerinin karşılaştırılması. *EÜ Dişhek Fak Derg*. 2015; 36(3): 128–31.
39. Barclay CW, Boyle EL, Williams R, Marquis PM. The effect of thermocycling on five adhesive luting cements. *J Oral Rehabil*. 2002; 29(6): 546–52.
40. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999; 27(2): 89–99.
41. Xie C, Han Y, Zhao XY, Wang ZY, He HM. Microtensile bond strength of one-and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: The effects of thermocycling. *Oper Dent*. 2010; 35(5): 547–55.
42. Bektas ÖÖ, Eren D, Siso SH, Akin, GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci*. 2012; 27(4): 723–8.
43. Lu H, Powers JM. Color stability of resin cements after accelerated aging. *Am J Dent*. 2004; 17(5): 354–8.
44. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater*. 2006; 22(2): 146–65.
45. Chung, K. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater*. 1994; 10(5): 325–30.
46. Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res*. 2002; 63, (5): 657–63.
47. ElSayad II. Color and translucency of finished and unfinished esthetic restorative materials after staining and bleaching. *Saudi Dent J*. 2018; 30(3): 219–25.
48. Doğan A, Yuzugullu B. Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*. 2011; 2011(4); 57-64.
49. Genç G, Toz T. Ön dişlerin direkt restorasyonlarında uygulanan kompozit rezinlerin renk stabiliteleri. *The Journal of Ondokuz Mayıs University Faculty of Dentistry*. 2014; 14(2); 7-19.
50. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez MM. Color Difference Thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;1; S1–S9.
51. Paravina RD, Kimura M, Powers JM. Evaluation of polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology* 2005; 93(1): 46–51.
52. Gregor L, Krejci I, Di Bella E, Feilzer AJ, Ardu S. Silorane, ormocer, methacrylate and compomer long-term staining susceptibility using  $\Delta E$  and  $\Delta E_{00}$  colour-difference formulas. *Odontology*. 2016; 104(3): 305–9.
53. Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, Hickel R, Tagami J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater*. 2002; 18(3): 269–75.
54. Koyuturk AE, Kusgoz A, Ulker M, Yesilyurt C. Effects of mechanical and thermal aging on microleakage of different fissure sealants. *Dent Mater J*. 2008; 27(6): 795–801.
55. Khoroushi M, Mansoori M. Marginal sealing durability of two contemporary self-etch adhesives. *ISRN Dent*. 2012; 2012: 1–8.

## Yazışma Adresi:

Muhammet FİDAN  
Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Restoratif Diş Tedavisi AD.  
Konya, Türkiye  
E Posta : muhammetfidan93@gmail.com