

BULK FILL KOMPOZİTLERİN SON KULLANMA TARİHİNİN RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE EFFECT OF EXPIRATION DATE ON COLOR STABILITY IN BULK FILL COMPOSITES

Özlem Erçin¹, Dilan Kopuz¹, Bora Korkut², Dilek Tağtekin³, Funda Yanıkoğlu⁴

¹ Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

² Doçent Doktor, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³ Profesör Doktor, Marmara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

⁴ Profesör Doktor, İstanbul Kent Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Diş hekimliğinde kullanılan birçok materyalin optimum özelliklerini sürdürmek ve raf ömrünü maksimize etmek amacıyla uygun şekilde depolanması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı kalınlıklardaki tarihi geçmiş ve geçmemiş bulk fill kompozitlerin renk stabilitesini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Çalışmada iki farklı renkte mikrohibrit bulk fill kompozit kullanılmıştır: SDR-Plus bulk fill, A2 renk (n=150) ve SDR-Plus bulk fill, Universal renk (n=150). Tarihi geçmiş SDR Plus A2, SDR Plus Universal ve tarihi geçmemiş SDR Plus A2, SDR Plus Universal bulk fill kompozitlerden, 1, 2, 3 mm kalınlığında olacak şekilde kompozit diskler hazırlanmıştır (n=25). Hazırlanan örnekler dört farklı renklendirici solüsyondan (kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı) ve bir kontrol grubundan (distile su) oluşan 5 alt gruba ayrılmıştır (n=5). İlk ve son renk değerlendirmeleri çapraz polarize filtreyle çekilmiş makro fotoğraflar üzerinden CIEDE2000 formülü kullanılarak yapılmıştır. Veriler istatistiksel olarak 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD çoklu karşılaştırmalar testleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tarihi geçmiş kompozitlerin, tarihi geçmemişlere göre renk değişimi anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,05). 3 mm kalınlığındaki örneklerde, 1 ve 2 mm kalınlığındaki örneklerle göre anlamlı düzeyde daha yüksek ΔE_{00} skorları elde edilmiştir (p<0,05). 1 ve 2 mm kalınlığındaki örneklerin

ΔE_{00} değerleri arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir (p≥0,05). A2 renkteki örnekler, universal renktekilerden anlamlı düzeyde daha yüksek ΔE_{00} değerleri göstermiştir (p<0,05). Renklendirici solüsyonlar açısından, istatistiksel olarak en yüksek ΔE_{00} değerleri kırmızı şarap için bulunmuş ve bunu sırasıyla kahve, siyah çay ve moringa çayı takip etmiştir. Siyah çay ve moringa çayı arasında 1,2 ve 3 mm'lik örneklerde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (p≥0,05). Kırmızı şarap kompozit renklenmesi açısından en etkili solüsyon olarak tespit edilmiş ve bunu sırasıyla kahve ve çay takip etmiştir. Bu çalışmada kullanılan bulk fill kompozitlerde kalınlık arttıkça renklenme düzeyinde artış görülmüştür. İçeriğinde fazla miktarda renk pigmenti bulunan koyu renkli kompozitler, açık renklilere kıyasla daha düşük renk stabilitesi gösterebilirler.

Anahtar Kelimeler: Bulk fill, Kompozit, Renk, Son kullanma tarihi.

ABSTRACT

The proper storage of many restorative materials is vital to maintain their optimal properties and maximize shelf life in dentistry. This study evaluated the color stability of expired- and nonexpired-bulk fill composites in different thicknesses. Two microhybrid bulk fill composites in different shades were used in this study: SDR-Plus bulk fill (A2) and SDR-Plus

bulk fill (Universal). Composite discs of 1, 2, 3 mm thicknesses were prepared from expired and nonexpired bulk fill composites. The prepared samples were divided into 5 subgroups (n = 5) consisting of four different coloring solutions (coffee, black tea, red wine and moringa tea) and a control group (distilled water). Initial and final color assessments were conducted using macro photographs with a cross-polarization filter. The data were statistically analyzed using three-way ANOVA and Tukey's HSD multiple comparisons tests. According to the results, expired-composites presented significant color changes compared to nonexpired-composites ($p < 0.05$). 3 mm samples presented significantly higher ΔE_{00} values than the samples in 1-and 2 mm thicknesses ($p < 0.05$). No statistical differences were observed between samples in 1-and 2 mm thicknesses ($p \geq 0.05$). A2 shade group showed significantly higher ΔE_{00} values compared to universal shade group ($p < 0.05$). In terms of coloring solutions, significantly the highest ΔE_{00} values were detected for red wine, and it was followed respectively by coffee, black tea, and moringa tea. No statistical difference was found between black tea and moringa tea for the samples in all thicknesses ($p \geq 0.05$). The expiration date of the restorative material is an extremely important factor in terms of color stability of composites. Red wine was determined to be the most effective solution, followed by coffee and tea, respectively. In this study, an increase in the level of discoloration has been observed as the thickness increases in the bulk-fill composites used. Dark colored composites with large amounts of color pigments may have less color stability than light colored ones.

Keywords: Bulk fill, Composite, Color, Expiration date

GİRİŞ

Esas olarak monomer esaslı malzemeler olan kompozit rezinlerin in vitro ve in vivo performansları, kimyasal yapı konfigürasyonu ile onun bozunma hızı ve zamanıyla ilişkilidir (Drummond, 2008). Bozunma süreci karmaşıktır ve iki temel formda gözlemlenir: mekanik, fiziksel veya kimyasal etkenlerle meydana gelen intraoral bozunma veya malzemenin depolanması ve raf ömrü nedeniyle meydana gelen ekstraoral bozunma (Sabbagh, 2018). Dış hekimliğinde kullanılan birçok materyal bozulabilir.

Materyallerin optimum özelliklerini sürdürmek, raf ömrünü maksimize etmek amacıyla farklı kullanımları doğrultusunda raflarda veya buzdolabında uzun süre depolanabilmesi gereklidir. Kullanım dışı dönemde ise malzemenin bileşenleri ayrılmamalı, buharlaşmamalı, birbirleriyle reaksiyona girmemeli ve bozulmamalıdır (Albers, 2002).

Yapılan çalışmalarda kontrolsüz dış ortam depolamasının değişken koşulları altındaki etkisi araştırılmıştır (Albers, 2002). Işık ile sertleşen kompozit rezinlere kıyasla, kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinlerin depolama koşullarından daha fazla etkilendiği bildirilmiştir (D'Alpino, 2015). Resin esaslı malzemelerin maksimum etkinliğini korumak için uygun şekilde depolanması gerekir ve genellikle, 4°C ile 20°C arasında bir sıcaklıkta saklanması önerilir. Ancak, depolama koşulları ülkenin coğrafi ve iklimsel koşullarına (güneş maruziyeti ve nem) göre değişebilir, bu nedenle çoğu üretici firma kompozit rezinlerin buzdolabında saklanmasını önermektedir (Sabbagh, 2018). ANSI (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü)'ya göre bir materyalin raf ömrü, belirlenen amacı gerçekleştirmek için gereken sürede (imalat tarihinden itibaren), malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini koruması olarak tanımlanır (Anusavice, 2012). Kompozit resin materyallerin sınırlı bir raf ömrü vardır. Üretici firmalar tarafından materyalin kutusuna yazılan son kullanma tarihine kadar kompozit rezinlerin kullanılması önerilmektedir (Nagaoka, 2020). Teorik olarak, belirtilen son kullanma tarihinden sonra kullanılırsa, malzemenin özellikleri etkilenebilir. Klinik açıdan bakıldığında, bu durum kırılma, aşırı aşınma ve renk değişimi gibi başarısızlıklara yol açabilmektedir (Sabbagh, 2018).

Literatürde dental restoratif materyallerin renk stabilitesini inceleyen çalışmalar mevcuttur (Chaves, 2014; Rohr, 2017; Blumer, 2015). Ancak son kullanma tarihi geçmiş kompozit rezinler ile ilgili mevcut veriler sınırlı sayıdadır. Renklendirici ajanlar açısından ise literatürde farklı sonuçlar olmakla birlikte, en renklendirici ajanın nikotin ve kırmızı şarap olduğu ve bunları sırasıyla kahve, çay ve kolanın takip ettiği bildirilmiştir (Korkut and Hacıali, 2020). Moringa bitkisi yüksek düzeyde A ve C vitaminler, protein, potasyum, kalsiyum ve demir içeren antibakteriyel, antifungal ve antitümör özellikli bir doğal doğal bitki türü olup bu bitkiden üretilen çayın renklenmeye olan etkisi de henüz çok

incelenmemiştir (Alkan et al., 2022). Olası klinik başarıya dair bilgi sağlamak için daha fazla laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı farklı kalınlıklardaki son kullanma tarihi geçmiş ve geçmemiş bulk fill kompozit rezinlerin renk stabiliteilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmanın sıfır (h_0) hipotezleri; (1) Renk değişimi düzeyi, son kullanma tarihi geçmiş kompozitlerde ve tarihi geçmemiş kompozitlerde aynı düzeydedir, (2) renk değişimi düzeyi renklendirici solüsyon tipine bağlı olarak farklılık göstermez, (3) renk değişimi düzeyi kompozit rezinin rengine ve kalınlığına göre farklılık göstermez.

MATERYAL ve METOT

Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada iki farklı renkte mikrohibrit bulk fill kompozit rezin kullanılmıştır; (1) SDR-Plus bulk fill, A2 renk (n=150), (2) SDR-Plus bulk fill, Universal renk (n=150; Dentsply Sirona, ABD) (Tablo 1).

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri

Kompozit	Organik Matris	Doldurucu	Doldurucu Oran	Üretici Firma
SDR-Plus Bulk fill Kompozit Rezin	SDR patenti UDMA, TEGDMA, EBPDMA	Ba-Al-F-B silikat cam, Sr-A-F silikat cam	%68 ağırlıkça, %45 hacimce	Dentsply Sirona, Amerika

UDMA: Üretan dimetakrilat, TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat, EBPDMA: Etoksilat Bisfenol A dimetakrilat

Bulk fill kompozit rezin örnekleri, mylar strip bant kullanılarak alt yüzeyi kapatılmış 1, 2 ve 3 mm kalınlığında ve 4 mm çapında teflon kalıplara yerleştirilerek hazırlanmıştır. Kalıpların üst kısmı siman camı ile tamamen kapatılmış ve sonrasında polimerizasyon 1470 mW/cm² dalga boyunda bir LED ışık cihazı (Elipar Deepcure-S, St. Paul, MN, Amerika) kullanılarak yapılmıştır. Tüm örnekler tek yüzeyden (camla kaplı yüzey) polimerize edilmiştir. Cihazın standında bulunan LED radyometre ile numune hazırlama sırasında ışık yoğunluğu düzenli olarak kalibre edilmiştir. Hazırlanan örnekler polimerizasyonun tamamlanması için bir gün boyunca bir inkubatörde, 37°C distile suda saklanmıştır. Yüzey standardizasyonu için orta, ince ve ultra ince cila diskleri (Bisco Bitirme Diskleri, Bisco Inc., Schaumburg, IL, ABD) kullanılarak her iki yüzeyinde cilalama yapılmıştır. Cilalama işlemi tek bir operatör tarafından 15.000 RPM'de

su soğutması altında gerçekleştirilmiş ve her bir örnek için diskler yenilenmiştir.

Tarihi geçmiş SDR Plus A2 (n=75), SDR Plus Universal (n=75) ve tarihi geçmemiş SDR Plus A2 (n=75), SDR Plus Universal (n=75) bulk fill kompozit rezinlerden 1, 2, 3 mm kalınlığında olacak şekilde kompozit diskler hazırlanmıştır (her bir kalınlık için n=25). Hazırlanan örnekler dört farklı renklendirici solüsyondan (kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı) ve bir kontrol grubundan (distile su) oluşan 5 alt gruba ayrılmıştır (her biri için n=5).

Renklendirme ve Termal Yaşlandırma Protokolü

Renklendirici solüsyon olarak, kahve (Nescafe Classic; Nestle, İsviçre), siyah çay (Yellow Label, Lipton, Rize, İstanbul, Türkiye) kırmızı şarap (Doluca, Öküzgözü, İstanbul, Türkiye), moringa çayı (MorinGANTEP, Gaziantep, Türkiye) ve distile su (kontrol grubu) kullanılmıştır. Kahve solüsyonu, 3 gr kahve 50 ml kaynamış suya eklenerek hazırlanmıştır. Siyah çay solüsyonu için bir adet poşet çay 50 ml kaynamış suda 5 dk süresince demlendirilmiştir. Moringa çayı solüsyonu için bir tatlı kaşığı çay 80 derece suda 10 dakika boyunca kaynatılmıştır.

Solüsyonlara daldırılan tüm örnekler 72 saat boyunca 37°C'de inkubatörde bekletilmiştir. Bu süre literatürde günlük 2-3 fincan kahveyi 15 dk'da tüketen bir bireyin, yaklaşık olarak 3 aylık kahve tüketim süresine denk gelmektedir (Korkut, 2021).

Solüsyonlar, yosun oluşumu ve bakteri birikimi olmaması için günlük olarak değiştirilmiştir. Renklenme işlemi sonrası örnekler su altında yıkanmıştır. Daha sonra tüm numuneler, 5-55°C'deki su banyolarında ve her banyoda 30 saniye bekleme süresiyle 5000 döngü olacak şekilde termal sıklusa tabi tutulmuştur.

Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Renk ölçümleri her örnek için iki farklı zaman diliminde yapılmıştır (renklendirme öncesi T1 ve renklendirme sonrası T2). T1 ölçümleri, cilalama prosedürlerinden sonra örneklerin ilk renk kaydı olarak gerçekleştirilmiştir. T2 ölçümleri, renklendirme prosedürlerinden sonra örneklerin nihai rengi olarak kaydedilmiştir. İlk ve son renk değerlendirmeleri Samsung Note 22 Plus akıllı telefon ve çapraz polarizasyon filtreli mobil dental fotoğraf cihazı (Smile Lite MDP, Smile

Line, İsviçre) kiti kullanılarak çekilen makro fotoğraflar üzerinden yapılmıştır. Bütün fotoğraf çekimleri 25 cm uzaklıktan, X2 büyütme ile standart ışık altında ve aynı odada gerçekleştirilmiştir. L^* , a^* ve b^* renk parametreleri, Digital Color Meter v5.22 (Macbook, Apple Inc., Kaliforniya, ABD) yazılımı kullanılarak fotoğraflar üzerindeki 3 farklı noktadan elde edilmiş ve sonrasında bu verilerin ortalaması alınmıştır. Renk değişim (ΔE_{00}) değerlerini elde etmek için CIEDE2000 formülü kullanılmıştır:

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

Elde edilen veriler Minitab 17 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Kompozitlere, kompozit kalınlıklarına ve renklendirici solüsyonlara göre her ölçüm periyodundaki ΔE_{00} değerleri 3 yönlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlı farklılıklar, Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiş ve $p < 0,05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

ΔE_{00} skorları açısından değerlendirilen tüm parametreler için son kullanma tarihi, kompozit kalınlığı, kompozit rengi ve renklendirici solüsyon faktörleri bireysel olarak anlamlı faktördür. Renklendirici solüsyon istatistiksel olarak en etkili faktör olarak öne çıkmıştır ($p < 0,001$; $F 530,690$) (Tablo 2 ve 4).

TABLO 2: Kompozit rengi önemsenmeksizin son kullanma tarihi, kalınlık ve renklendirici solüsyonun ΔE_{00} üzerine etki düzeyleri

	F	P	Kısmi Eta Kare
Son kullanma tarihi	109,505	<0,001	0,289
Renklendirici Solüsyonlar	530,690	<0,001	0,887
Kalınlık	125,048	<0,001	0,481
Son kullanma tarihi *Renklendirici Solüsyon	5,034	0,001	0,069
Son kullanma tarihi *Kalınlık	26,822	<0,001	0,166
Renklendirici Solüsyon *Kalınlık	8,818	<0,001	0,207
Son kullanma tarihi *Renklendirici Solüsyon *Kalınlık	4,119	<0,001	0,109

F: Varyans Analizi Test istatistiği; $R^2 = 0,90,78$; Düzeltilmiş $R^2 = 0,89,79$

Son kullanma tarihi geçmiş ve son kullanma tarihi geçmemiş örnekler karşılaştırıldığında, tarihi geçmiş örneklerin ΔE_{00} değeri ($2,07 \pm 0,74^a$), tarihi geçmemiş örneklerden ($1,80 \pm 0,61^b$) anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur

($p < 0,05$) (Tablo 3). Tarihi geçmiş kompozitlerde, 1 mm, 2 mm ve 3 mm kalınlıkların her birinde tarihi geçmemiş olanlara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek renk değişimleri saptanmıştır ($p < 0,05$) (Tablo 3). 3 mm kalınlığındaki örnekler son kullanma tarihi geçmiş olan ($2,47 \pm 0,88^A$) ve geçmemiş olan ($1,94 \pm 0,70^B$) gruplarda 1 mm ve 2 mm kalınlıktaki örneklerle kıyasla anlamlı düzeyde fazla renk değişimi göstermişlerdir ($p < 0,05$) (Tablo3).

TABLO 3: Kompozit rengi önemsenmeksizin son kullanma tarihi, kalınlık ve renklendirici solüsyonların ΔE_{00} değerlerine ait tanımlayıcı istatistikleri ve çoklu karşılaştırmaları

Renklendirici Solüsyon	Kalınlık	Son Kullanma Tarihi		ΔE_{00}
		Tarihi Geçmiş	Tarihi Geçmemiş	
Kahve	1mm	2,01 \pm 0,21 ^{FGH}	1,90 \pm 0,12 ^{FGHJK}	1,95 \pm 0,17
	2mm	2,14 \pm 0,20 ^{EF}	1,98 \pm 0,16 ^{FGHI}	2,06 \pm 0,19
	3mm	3,11 \pm 0,16 ^B	2,40 \pm 0,20 ^{DE}	2,75 \pm 0,41
	Toplam	2,42 \pm 0,53 ^C	2,09 \pm 0,27 ^D	2,26 \pm 0,45 ^b
Kırmızı Şarap	1mm	2,68 \pm 0,19 ^{CD}	2,51 \pm 0,18 ^{CD}	2,60 \pm 0,20
	2mm	2,80 \pm 0,19 ^{BC}	2,66 \pm 0,26 ^{CD}	2,73 \pm 0,23
	3mm	3,80 \pm 0,13 ^A	2,77 \pm 0,92 ^{BC}	3,29 \pm 0,83
	Toplam	3,09 \pm 0,54 ^A	2,65 \pm 0,55 ^B	2,87 \pm 0,59 ^a
Çay	1mm	1,60 \pm 0,08 ^{JKLM}	1,48 \pm 0,07 ^{LMN}	1,54 \pm 0,10
	2mm	1,70 \pm 0,14 ^{HUKL}	1,57 \pm 0,12 ^{KLM}	1,64 \pm 0,14
	3mm	1,97 \pm 0,07 ^{FGHIJ}	1,68 \pm 0,12 ^{HUKL}	1,83 \pm 0,18
	Toplam	1,76 \pm 0,19 ^{EF}	1,58 \pm 0,13 ^G	1,67 \pm 0,18 ^c
Moringa Çayı	1mm	1,65 \pm 0,05 ^{HUKL}	1,48 \pm 0,12 ^{LMN}	1,56 \pm 0,12
	2mm	1,76 \pm 0,17 ^{GHUKL}	1,65 \pm 0,09 ^{HUKL}	1,70 \pm 0,14
	3mm	2,09 \pm 0,07 ^{FG}	1,62 \pm 0,26 ^{UKL}	1,85 \pm 0,30
	Toplam	1,83 \pm 0,22 ^E	1,58 \pm 0,18 ^{FG}	1,71 \pm 0,23 ^c
Distile Su	1mm	1,10 \pm 0,04 ^{OP}	0,99 \pm 0,10 ^P	1,04 \pm 0,09
	2mm	1,18 \pm 0,05 ^{NOP}	1,07 \pm 0,06 ^{OP}	1,12 \pm 0,08
	3mm	1,39 \pm 0,08 ^{LMNO}	1,25 \pm 0,07 ^{LMNOP}	1,32 \pm 0,10
	Toplam	1,22 \pm 0,14 ^H	1,10 \pm 0,14 ^H	1,16 \pm 0,15 ^d
Toplam	1mm	1,81 \pm 0,54 ^{CD}	1,67 \pm 0,53 ^E	1,74 \pm 0,54 ^c
	2mm	1,91 \pm 0,56 ^{BC}	1,79 \pm 0,55 ^{DE}	1,85 \pm 0,56 ^b
	3mm	2,47 \pm 0,88 ^A	1,94 \pm 0,70 ^B	2,21 \pm 0,84 ^a
	Toplam	2,07 \pm 0,74 ^a	1,80 \pm 0,61 ^b	1,93 \pm 0,69

*Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

TABLO 4: Son kullanma tarihi önemsenmeksizin kompozit rengi, kalınlık ve renklendirici solüsyonun ΔE_{00} üzerine etki düzeyleri

	F	P	Kısmi Eta Kare
Kompozit Rengi	21,193	<0,001	0,073
Renklendirici Solüsyonlar	340,575	<0,001	0,835
Kavite	80,250	<0,001	0,373
Kompozit Rengi*Renklendirici Solüsyon	1,200	0,310	0,018
Kompozit Rengi*Kalınlık	0,770	0,466	0,006
Renklendirici Solüsyon*Kalınlık	5,660	<0,001	0,144
Kompozit Rengi*Renklendirici Solüsyon*Kalınlık	1,810	0,075	0,051

F: Varyans Analizi Test istatistiği; $R^2 = 0,685,6$; Düzeltilmiş $R^2 = 0,684,1$

Renklendirici solüsyonlar açısından, istatistiksel olarak en yüksek ΔE_{00} değerleri kırmızı şarap için ($2,87 \pm 0,59^a$) bulunmuştur (Tablo 5). Sonrasında sırasıyla kahve ($2,26 \pm 0,45^b$), siyah çay ($1,67 \pm 0,18^c$) ve moringa çayı ($1,71 \pm 0,23^c$) takip etmiştir. Siyah çay ve moringa çayında bekletilen 1 mm, 2 mm ve 3 mm kalınlığındaki örneklerin ΔE_{00} değerleri arasında istatistiksel bir

farklılık gözlemlenmemiştir ($p \geq 0,05$) (Tablo 5). En az renk değişimi kontrol grubu olan distile suda gözlenmiştir ($1,16 \pm 0,15^d$) (Tablo 3 ve Tablo 5). Distile suda bekletilen örneklerde tarihi geçmiş olma durumu renk değişimi üzerine etkili bir faktör olarak bulunmamıştır ($p \geq 0,05$) (Tablo 3). En yüksek renk değişim değeri, tarihi geçmiş kompozit örneklerinden 3 mm kalınlıkta olanların kırmızı şarapta bekletilenlerinde tespit edilmiştir ($3,80 \pm 0,13^A$).

TABLO 5: Son kullanma tarihi önemsenmaksızın kompozit rengi, kalınlık ve renklendirici solüsyona göre tanımlayıcı istatistikler ve çoklu karşılaştırmalar

Renklendirici Solüsyon	Kalınlık	Kompozit Rengi		ΔE_{00}
		U	A2	
Kahve	1mm	1,85 ± 0,08	2,06 ± 0,19	1,95 ± 0,17 ^{CD}
	2mm	1,99 ± 0,15	2,13 ± 0,21	2,06 ± 0,19 ^C
	3mm	2,59 ± 0,40	2,92 ± 0,36	2,75 ± 0,41 ^B
	Toplam	2,14 ± 0,41	2,37 ± 0,47	2,26 ± 0,45 ^b
Şarap	1mm	2,43 ± 0,10	2,76 ± 0,11	2,60 ± 0,20 ^B
	2mm	2,52 ± 0,11	2,94 ± 0,07	2,73 ± 0,23 ^B
	3mm	3,36 ± 0,36	3,21 ± 1,15	3,29 ± 0,83 ^A
	Toplam	2,77 ± 0,48	2,97 ± 0,67	2,87 ± 0,59 ^a
Siyah Çay	1mm	1,48 ± 0,08	1,6 ± 0,07	1,54 ± 0,10 ^{FG}
	2mm	1,54 ± 0,09	1,74 ± 0,12	1,64 ± 0,14 ^{EF}
	3mm	1,76 ± 0,20	1,90 ± 0,13	1,83 ± 0,18 ^{CDEF}
	Toplam	1,59 ± 0,18	1,74 ± 0,16	1,67 ± 0,18 ^c
Moringa Çayı	1mm	1,49 ± 0,13	1,63 ± 0,06	1,56 ± 0,12 ^{FG}
	2mm	1,60 ± 0,05	1,80 ± 0,14	1,70 ± 0,14 ^{DEF}
	3mm	1,84 ± 0,21	1,87 ± 0,38	1,85 ± 0,30 ^{CDE}
	Toplam	1,64 ± 0,20	1,77 ± 0,25	1,71 ± 0,23 ^c
Distile Su	1mm	1,07 ± 0,07	1,02 ± 0,11	1,04 ± 0,09 ^H
	2mm	1,12 ± 0,10	1,12 ± 0,05	1,12 ± 0,08 ^H
	3mm	1,26 ± 0,08	1,38 ± 0,09	1,32 ± 0,10 ^{GH}
	Total	1,15 ± 0,12	1,18 ± 0,18	1,16 ± 0,15 ^d
Toplam	1mm	1,66 ± 0,47	1,81 ± 0,59	1,74 ± 0,54 ^c
	2mm	1,76 ± 0,49	1,95 ± 0,61	1,85 ± 0,56 ^b
	3mm	2,16 ± 0,79	2,26 ± 0,89	2,21 ± 0,84 ^a
	Toplam	1,86 ± 0,63 ^b	2,01 ± 0,73 ^a	1,93 ± 0,69

*Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

Kompozit rezinin renginin renk değişimine etkisi değerlendirildiğinde, A2 rengi ($2,01 \pm 0,73^a$), toplamda Universal renkten ($1,86 \pm 0,63^b$) anlamlı ölçüde daha yüksek ΔE_{00} değerleri göstermiştir ($p < 0,05$) (Tablo 5). Ancak renklendirici solüsyon alt grupları içerisinde kompozit renginin koyu veya açık renk olmasının renk değişimine anlamlı bir etkisi olmamıştır ($p \geq 0,05$).

TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan sıfır hipotezler reddedilmiştir. Bir malzemenin raf ömrü, üretim tarihinden itibaren malzemenin öngörülen amacı gerçekleştirmek için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri koruduğu süre olarak tanımlanmaktadır (Association, 2023). Bu nedenle, FDA yakın zamanda birçok reçeteli ilacın son kullanma tarihlerinden sonra da

etkinliğini koruyabileceğini bildirmiştir (Lyon, 2006). Dental ürünler söz konusu olduğunda ise, özelliklerinde birkaç yıl içerisinde meydana gelen değişiklikler klinik olarak fark edilmeyebilmekte, ancak restorasyonların klinik ömrü üzerinde etkisi olabilmektedir. Kimyasal bileşenlerin her birinin özellikleri dental ürünlerin fonksiyonel özelliklerini etkilemektedir (Cramer, 2011). Bu malzemeler esas olarak polimerik yapıda olduğu için, laboratuvar ve klinik performansları doğal yapılarının ve konfigürasyonlarının zaman içinde bozulma hızıyla ilişkilidir. Bu nedenle restoratif materyallerin raf ömrü materyalden materyale farklılık gösterebilmektedir.

Son kullanma tarihi materyallerin dönüşüm derecesini ve mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir. Monomer dönüşüm derecesi ise materyallerin kimyasal stabilitesini etkileyebilmektedir. Tam olarak dönüştürülmemiş çift karbon bağlarının varlığı, restoratif materyalin bozunmaya karşı daha duyarlı olmasına ve renk stabilitesini azalmasına neden olabilmektedir (Ferracane, 2006; Yap, 2000). Son kullanma tarihi 1, 2 ve 3 yıl geçmiş aynı marka ve renkteki mikrohibrit kompozitten 3 yıl geçenlerin dönüşüm derecesi ortalamasının en düşük olduğu rapor edilmiştir (Özmen, 2023). Bu çalışmanın sonuçlarında da bu bulguları destekler nitelikte, tarihi geçmiş bulk fill kompozit rezin örneklerde tarihi geçmemiş olanlara kıyasla anlamlı düzeyde daha fazla renk değişimi (renkte koyulaşma) tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın birinci hipotezi reddedilmiştir.

Kompozit rezin restorasyonlar, ağız ortamında sıklıkla renklendirici yiyecek ve içeceğe maruz kalmaktadır. Birçok çalışmada çay, kahve, kola ve şarap gibi içeceklerin restoratif materyallerde farklı derecelerde renklenmeye neden olduğu bildirilmiştir (Bagheri, 2005; Fontes, 2009; Hussain, 2021). Bu çalışmada kahve, siyah çay, kırmızı şarap ve moringa çayı renklendirici solüsyonlar olarak kullanılırken, distile su kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Kullanılan çay içeriğinde tannik asit, kahvede sarı pigmentler ve kırmızı şarapta alkol ve kırmızı pigmentler bulunmaktadır. Kırmızı şarap, örneklerde en fazla renk değişimine neden olan solüsyon olarak tespit edilmiştir. Akışkan kompozit örneklerde benzer şekilde renk stabilitesini değerlendiren Korkut ve Hacıali'nin (Korkut, 2020) raporunu destekleyen bu sonucun, şarapta yüksek derecede kırmızı pigmentler içermesi nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, çalışmamızda

kahvenin siyah çaya kıyasla daha fazla renklenmeye neden olması, önceki çalışmaların (Yannikakis, 1998; Reddy, 2013; Duc, 2019) bulgularını destekler niteliktedir. Buna bağlı olarak çalışmamızdaki ikinci hipotez de reddedilmiştir.

Rezin örnek kalınlığı, çalışmamızın sonuçlarına göre restorasyonun renk stabilitesini etkileyen diğer faktörlerden biridir. Polimerizasyon derinliği monomer kompozisyonu, doldurucu içeriği ve foto-başlatıcı sistem gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir ve ayrıca restoratif materyalin ışığı derin noktalara kadar aktarabilme kapasitesine de bağlıdır (Janda, 2004; Yılmaz Atalı, 2022). Bulk fill uygulaması, tüm kavite boşluğunun tek bir kompozit rezin katmanı ile doldurulabileceği basitleştirilmiş bir restoratif tekniktir (Flury, 2014; Korkut, 2023). Posterior dişlerdeki kavitelere uygun restoratif materyal ile tek seferde 4-6 mm kompozit rezin yüklenebilmesine izin vermesi nedeniyle bu teknik ve materyaller klinikte yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Bu teknikte derin katmanlara daha az miktarda foton ulaşmakta ve dolayısıyla en derin noktalarda daha düşük polimerizasyon ve dönüşüm dereceleri ile sonuçlanmaktadır (Yılmaz Atalı, 2022). Buna bağlı olarak farklı kalınlıklardaki restoratif materyallerdeki farklı polimerizasyon derinlikleri ve dolayısıyla dönüşüm derecesi, artık monomer miktarını da etkileyerek kompozit rezin materyalin rengine ve renk stabilitesine de etki edebilmektedir (Korkut, 2022). Sonuç olarak daha kalın uygulanmış kompozit rezinin mekanik özellikleri de etkilenecek daha fazla monomer elüsyonuna yol açabilmekte ve bu da daha fazla su emilimine neden olarak renk değişimine yol açabilmektedir (Janda, 2004; Yılmaz Atalı, 2022). Shamszadeh ve ark. (Shamszadeh, 2016) yaptıkları çalışmada 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki bulk fill kompozitlerin renk stabilitesini değerlendirmiş ve kalınlığı daha fazla olan kompozit rezin örneklerin daha fazla renk değişimine uğradığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçlarında 3 mm kalınlıktaki bulk fill kompozit örneklerin 1 ve 2 mm kalınlıktaki örneklerle göre daha fazla renklenmesi bu bilgileri destekler niteliktedir. Sonuçlarımıza göre bulk fill restorasyon tekniğinin klinikte 2 mm'ye kadar derinlikte tabakalama yapılacak şekilde uygulanmasının renk stabilitesi açısından daha güvenli olacağı düşünülmektedir.

Doldurucu boyutu, radyoaktivite, translusensi ve pigmentler materyalin ışık iletimini etkilemektedir. Literatürde, kompozit rezinlerin renk tonlarının dönüşüm derecesi üzerine etkilerini değerlendiren ve koyu renkteki kompozitlerin açık renklere nazaran daha düşük mikrosertlik değerlerinin olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Ilie, 2013; AlShaafi, 2017). Koyu renkli kompozitlerde daha fazla pigment olması sebebiyle ışık derin katmanlara kadar ulaşmamaktadır ve polimerizasyon derinliğinde azalma gerçekleşmektedir (Garcia, 2014). Çalışmamızda kullanılan A2 renkteki örneklerin, Universal renkteki örneklerle göre tüm örnekler değerlendirildiğinde daha fazla renk değişimine uğraması, daha fazla miktarda pigment içermesinden kaynaklanmış olabilir. Buna bağlı olarak üçüncü hipotez reddedilmiştir. Ancak sonuçlarımıza göre kompozit rengine bağlı bulunan fark, renklendirici solüsyon gruplarının her biri içerisinde anlamlı bir fark yaratmamıştır. Çünkü çalışmamıza göre kompozit renginin renklendirici solüsyon, son kullanma tarihi ve kalınlık faktörleri kadar etkili bir faktör bulunmamıştır. Renk stabilitesine etki eden faktörlerdeki bu önem derecesinin, klinik uygulamalarda klinisyenlere bir rehber olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada kullanılan SDR Plus bulk fill kompozitin yapısında trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), bisfenol-A diglisidil eter dimetakrilat (BIS-GMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA) bulunmaktadır. Yılmaz Atalı ve arkadaşları BIS-GMA içermeyen kompozit rezinlerin daha yüksek yüzey sertliği ve dönüşüm derecelerine sahip olduklarını bildirmiştir (Yılmaz Atalı et al., 2023). Choi ve arkadaşları (Choi, 2006) TEGDMA'lı kompozit rezinlerin yaşlandırma işleminden sonra en büyük renk değişimi gösterdiğini bildirilmiştir. Kim ve arkadaşları bu durumu TEGDMA'nın UDMA'ya göre su emilimine daha yatkın olmasına ve bu şekilde polimerin çözünürlüğünü arttırmasına bağlamıştır (Kim, 2006). Daha fazla su emilimi, su moleküllerinin polimerik ağa difüzyonu nedeniyle daha düşük renk stabilitesi sağlayabilmekte ve sonuç olarak bozunmayı teşvik edebilmektedir (Ferracane, 2006; Garcia, 2013). Bu bilgiler ışığında bu çalışmada kullanılan sınırlı sayıda kompozit rezinler, limitasyon olarak kabul edilebilir. Bu nedenle farklı restoratif materyallerle, daha kapsamlı in vitro ve in vivo çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın şartları altında şu sonuçlar çıkarılabilir:

- Kompozit rezinlerin renk stabilitesi, restoratif materyalin son kullanım tarihine bağlı olarak değişebilmekte olup, klinik uygulamalarda son kullanım tarihi geçmemiş kompozit rezinler ile restorasyonların yapılmasına özen gösterilmelidir.
- Bulk fill uygulamalarda tabaka kalınlığındaki artış, renklenme düzeyini de arttırabilmektedir. Özellikle 3 milimetre ve daha fazla kalınlıktaki tek parça halindeki tabakalamalardan klinikte kaçınılması renk stabilitesi açısından daha güvenli olabilir.
- Kırmızı şarap kompozit rezinleri en çok renklendiren solüsyon olup, bunu sırasıyla kahve ve çay solüsyonları takip etmektedir. Moringa çayı ve siyah çay benzer düzeyde renklenmeye neden olmaktadır.
- Koyu renkli kompozitler, açık renklilere kıyasla daha fazla renklenebilmektedir.

KAYNAKLAR

Albers, HF (2002). "Tooth-colored restoratives: principles and techniques", PMPH-USA.

Alshaafi, MM (2017). "Factors affecting polymerization of resin-based composites: A literature review". The Saudi dental journal, 29/2, 48-58.

Anusavice, KJ, Shen, C & Rawls, HR (2012). "Phillips' science of dental materials", Elsevier Health Sciences.

Association, AD (2023). "CDT 2024: Current Dental Terminology", American Dental Association.

Bagheri, R, Burrow, M & Tyas, M (2005). "Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials". Journal of dentistry, 33/5, 389-398.

Blumer, L, Schmidli, F, Weiger, R & Fischer, J (2015). "A systematic approach to standardize artificial aging of resin composite cements". Dental Materials, 31/7, 855-863.

Chaves, FO, Farias, NCD, Medeiros, LMDM, Alonso, RCB, Di Hipolito, V & D'alpino, PHP (2014). "Mechanical properties of composites as functions of the syringe storage temperature and energy dose". Journal of Applied Oral Science, 23, 120-128.

Choi, MS, Lee, YK, Lim, BS, Rhee, SH, Yang, HC & Lim, YJ (2006). "Changes in color and translucency of porcelain-repairing resin composites after thermocycling". Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 78/1, 1-6.

Cramer, N, Stansbury, J & Bowman, C (2011). "Recent advances and developments in composite dental restorative materials". Journal of dental research, 90/4, 402-416.

D'alpino, PHP, Da Rocha Svizero, N, Arrais, CaG, De Oliveira, M, Alonso, RCB & De Oliveira Graeff, CF (2015). "Polymerization kinetics and polymerization stress in resin composites after accelerated aging as a function of the expiration date". Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 49, 300-309.

Drummond, JL (2008). "Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials". Journal of dental research, 87/8, 710-719.

Duc, O, Di Bella, E, Krejci, I, Betrisey, E, Abdelaziz, M & Ardu, S (2019). "Staining susceptibility of resin composite materials". American Journal of Dentistry, 32/1, 39-42.

Ferracane, JL (2006). "Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks". Dental Materials, 22/3, 211-222.

Flury, S, Peutzfeldt, A & Lussi, A (2014). "Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites". Dental Materials, 30/10, 1104-1112.

Fontes, ST, Fernández, MR, Moura, CMD & Meireles, SS (2009). "Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media". Journal of Applied Oral Science, 17, 388-391.

- Garcia, D, Yaman, P, Dennison, J & Neiva, G (2014). "Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins". *Operative dentistry*, 39/4, 441-448.
- Garcia, LDF, Mundim, FM, Pires-De-Souza, F, Puppini Rontani, R & Consani, S (2013). "Effect of artificial accelerated aging on the optical properties and monomeric conversion of composites used after expiration date". *Gen Dent*, 61/7.
- Hussain, SK, Al-Abbasi, SW, Refaat, M-M & Hussain, AM (2021). "The effect of staining and bleaching on the color of two different types of composite restoration". *Journal of clinical and experimental dentistry*, 13/12, e1233.
- Ilie, N, Bauer, H, Draenert, M & Hickel, R (2013). "Resin-based composite light-cured properties assessed by laboratory standards and simulated clinical conditions". *Operative dentistry*, 38/2, 159-167.
- Janda, R, Roulet, JF, Kaminsky, M, Steffin, G & Latta, M (2004). "Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation". *European journal of oral sciences*, 112/3, 280-285.
- Kim, JH, Lee, YK & Powers, JM (2006). "Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites". *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 77/1, 21-27.
- Korkut, B, Dokumacigil, G, Murat, N, Atali, P, Tarcin, B & Gocmen, G (2022). "Effect of polymerization on the color of resin composites". *Operative Dentistry*, 47/5, 514-526.
- Korkut, B & Haciali, C (2020). "Color stability of flowable composites in different viscosities". *Clinical and Experimental Health Sciences*, 10/4, 454-461.
- Korkut, B, Tarcin, B, Atali, PY & Özcan, M (2023). "Introduction of a New Classification for Resin Composites with Enhanced Color Adjustment Potential". *Current Oral Health Reports*, 10/4, 223-232.
- Lyon, RC, Taylor, JS, Porter, DA, Prasanna, HR & Hussain, AS (2006). "Stability profiles of drug products extended beyond labeled expiration dates". *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 95/7, 1549-1560.
- Nagaoka, H, Bishop, S & Roberts, H (2020). "Flexural performance of direct resin composite restorative materials past expiration date". *European Journal of Dentistry*, 14/02, 217-223.
- Özmen, S, Bengü, D, Şenol, AA, Korkut, B, Tarcin, B & Atali, PY (2023). "Tarihi geçmiş kompozit rezinleri kullanmak mümkün mü?: FTIR analizi". *Istanbul Kent University Journal of Health Sciences*, 2/1, 5-11.
- Reddy, PS, Tejaswi, KS, Shetty, S, Annapoorna, B, Pujari, SC & Thippeswamy, H (2013). "Effects of commonly consumed beverages on surface roughness and color stability of the nano, microhybrid and hybrid composite resins: an in vitro study". *The journal of contemporary dental practice*, 14/4, 718.
- Rohr, N & Fischer, J (2017). "Effect of aging and curing mode on the compressive and indirect tensile strength of resin composite cements". *Head & face medicine*, 13, 1-9.
- Sabbagh, J, Nabbout, F, Jabbour, E & Leloup, G (2018). "The effect of expiration date on mechanical properties of resin composites". *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 8/2, 99.
- Shamszadeh, S, Sheikh-Al-Eslamian, SM, Hasani, E, Abrandabadi, AN & Panahandeh, N (2016). "Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion". *International journal of dentistry*, 2016.
- Yannikakis, SA, Zissis, AJ, Polyzois, GL & Caroni, C (1998). "Color stability of provisional resin restorative materials". *The Journal of prosthetic dentistry*, 80/5, 533-539.
- Yap, A, Lee, H & Sabapathy, R (2000). "Release of methacrylic acid from dental composites". *Dental materials*, 16/3, 172-179.

Yılmaz Atalı, P, Dođu Kaya, B, Manav Özen, A, Tarçın, B, Şenol, AA, Tüter Bayraktar, E, Korkut, B, Bilgin Göçmen, G, Tağtekin, D & Türkmen, C (2022). “Assessment of micro-hardness, degree of

conversion, and flexural strength for single-shade universal resin composites”. *Polymers*, 14/22, 4987.