

Renklendirilmiş Farklı Tip Resin Materyallerine Ev Tipi Beyazlatma Uygulamasının Renk Değişimleri Üzerine Etkisi: İn Vitro Bir Çalışma

The Effect of Home Bleaching Application on Different Types of Colored Resin Materials on Color Changes: An In Vitro Study

^{1b} Sevde Gül BATMAZ^a, ^{1b} Zehra SÜSGÜN YILDIRIM^a

^aÇukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Adana, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, bir 3B baskılı daimi reçine, bir nanoseraamik resin bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim [computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM)] bloğu, bir bulk-fill ve bir konvansiyonel kompozit rezinin renklendirici ajan ile renk değişimini ve ev tipi beyazlatmanın etkisini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Toplamda 40 resin örnek [daimi reçine (DR), Cerasmart (CS), SonicFill (SF), Solare X (SX)] 6 mm çapında ve 2 mm kalınlığında hazırlanmıştır. Başlangıç renk değeri spektrofotometre ile ölçülen örnekler, 30 gün boyunca distile su ve kahvede bekletilmiştir. Renklendirme sonrası spektrofotometre ile ölçüm tekrarlanmış ve örnekler ev tipi beyazlatma ajanı 7 gün boyunca günde 6 saat uygulanmıştır. Beyazlatma uygulamasından sonra da renk değeri spektrofotometre ile ölçülmüştür. Başlangıç, 30 günlük renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimi değerleri CIEDE2000 formülü ile hesaplanmıştır. Kompozitler arasındaki renk değişimi farkları tek yönlü ANOVA ve Bonferroni testi ile renklendirici sıvılar arasındaki renk değişimi farkları bağımsız t-testi ile değerlendirildi. Materyallerinin L*, a* ve b* değerlerinin renklendirme sıvılarına ve beyazlatma ajanına bağlı renk değişimlerini repeated measure (tekrarlı ölçüm) ANOVA ile analiz edildi. **Bulgular:** Solüsyonlarda bekletme sonrası en fazla renklenme distile su grubu için DR'de, kahve grubu için ise SX'te görülmüştür. Her iki grupta da en az renklenme CS'de meydana gelmiştir. Beyazlatma sonrasında ise distile su grubunda bekletilen DR, SF ve SX dışında tüm örneklerde eşik değerin üzerinde renk değişikliği gözlenmiştir. **Sonuç:** DR'nin daha fazla renklenmesi ve beyazlatma yanıtının daha düşük olması estetik bölgede kullanımını güçleştirebilir. Bu çalışmanın sınırları dahilinde, CAD/CAM ile üretilen resin bloğun renklenmeye karşı daha stabil olduğu ve beyazlatma yanıtının daha iyi olduğu söylenebilir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the color change of a 3D printed permanent resin, a nanoceramic resin computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM) block, a bulk-fill and a conventional composite resin with a coloring agent and the effect of home bleaching. **Material and Methods:** A total of 40 resin samples [permanent resin (DR), Cerasmart (CS), SonicFill (SF), Solare X (SX)] were prepared with a diameter of 6 mm and a thickness of 2 mm. The samples were kept in distilled water and coffee for 30 days after the initial color value was measured with a spectrophotometer. After coloring, the measurement with spectrophotometer was repeated and home bleaching agent was applied to the samples for 6 hours a day for 7 days. After bleaching, color measurement was repeated with a spectrophotometer. Color change values after initial, 30-day coloring and bleaching were calculated with the CIEDE2000 formula. Color change differences between composites were evaluated with one-way ANOVA and Bonferroni test, and color change differences between coloring liquids were evaluated with independent t-test. Color changes of L*, a*, and b* values of the materials due to coloring liquids and bleaching agent were analyzed by repeated measure ANOVA. **Results:** The highest coloration was observed in the DR for the distilled water group and SX for the coffee group after the solutions were kept. The least coloration occurred in CS in both groups. After bleaching, color change was observed above the threshold value in all samples except DR, SF and SX, which were kept in the distilled water group. **Conclusion:** More coloration of DR and lower whitening response may complicate its use in the esthetic area. Within the limits of this study, it can be said that the resin block produced by CAD/CAM is more stable against coloration and has a better whitening response.

Anahtar Kelimeler: Diş beyazlatma; diş renklenmesi; SonicFill; üç boyutlu baskı

Keywords: Tooth bleaching; tooth discoloration; SonicFill; 3D printing

Correspondence: Sevde Gül BATMAZ

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Adana, Türkiye

E-mail: sbatmaz@cu.edu.tr



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

Received: 22 Aug 2022

Received in revised form: 22 Sep 2022

Accepted: 29 Sep 2022

Available online: 30 Sep 2022

2146-8966 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Günümüzde dijital araç ve biyo-materyallerdeki hızlı gelişmeler, hem üretim teknolojilerinin hem de geleneksel rezin materyallerin alternatiflerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.¹ Dijital diş hekimliği genel olarak, dijital veya bilgisayar kontrollü bileşenleri içeren bir dental teknoloji olarak tanımlanabilir.² Dijital yöntemlerden biri olan bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim [computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM)] analiz ve üretim gibi çoklu uygulamalar için kullanılabilir.³ Üç boyutlu yazıcılar da dijital üretim teknolojilerine dâhil olarak, kısa sürede tıp ve diş hekimliği uygulamalarına yeni bir vizyon getirmiştir.⁴ Eklemeli üretim tekniği, istenen nesne oluşturulana kadar bir katmanı diğerinin üzerine koyarak son ürünü oluşturma işlemidir.¹ Üç boyutlu yazıcılar, zengin renk skalası, geniş materyal ve üretim yelpazesi ile diş hekimliğinde daha hızlı ve kaliteli üretim imkânı sağlayacaktır.⁴

Estetik bir restorasyonun başarısında renk stabilitesi en önemli faktörlerden biridir. Literatürde, renk stabilitesi, bir malzemenin belirli çevresel koşullar altında ve belirli bir süre boyunca rengi koruyabilme yeteneği olarak tanımlanır.⁵

Renklendirici içeceklere sık maruz kalmak, geleneksel rezin restoratif materyallerin renk stabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Restoratif materyallerin renk stabilitesi, materyalin bileşimine, yüzey pürüzlülüğüne, renklendirici ajanın tipine, renklendirici ajana maruz kalma süresi ve sıklığına bağlı olarak değişebilir. Herhangi bir restoratif materyalin renk stabilitesi üzerinde etkili olabilecek bir diğer faktör de kullanılan üretim tekniğidir. 3B baskı teknolojisi ile üretilen materyaller, özellikle kavisli yüzeylerinde yaygın olarak gözlenen merdiven basamaklama fenomeni ile estetik restorasyonlar için kullanılan rezin materyallerinin renk stabilitesi için önemli olabilir.⁶

Diş beyazlatma, genellikle ofis tipi (profesyonel olarak uygulanan), ev tipi (profesyonel olarak verilen) veya tezgâh üstü ürünler (kendi kendine uygulanan) olarak kategorize edilen çeşitli yöntem veya ürünlerle gerçekleştirilebilir.⁷

Diş beyazlatma tedavisi gören birçok hastanın dişlerinde bir veya daha çok restorasyon bulunabilir.

Beyazlatma işlemi hangi yöntemle uygulanırsa uygulansın, işlem sırasında hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içeren ajanlar restoratif materyallerle temas eder.⁸

Kompozit rezinler, bileşim, kimyasal ve fiziksel özellikler bakımından diş minesinden büyük ölçüde farklılık gösterdiğinden, aynı renk değişikliği prosedürlerinden farklı derecelerde etkilenebilirler.⁹ Bu nedenle beyazlatıcı ajanların restoratif materyaller üzerindeki etkilerini incelemek önemlidir.

Ev tipi beyazlatma bir plak yardımı ile hastanın evde her gün ya da gün aşırı uygulayabildiği bir tedavi yöntemidir. Hastanın gülüş hattına göre 1 veya 2. premolara kadar uygulama alanı genişletilebilir. Bu yüzden anterior restorasyonlar kadar posteriora uygulanan restorasyonlar da bu ajandan etkilenmektedir. Özellikle premoların mezialinde bulunan renklenmiş bir rezin restorasyon hasta için estetik kaygı oluşturabilir. Farklı üretim teknikleri ile yapılabilen rezin restorasyonların renklenmeye ve beyazlatmaya cevabının değerlendirilmesi önemlidir. Bu in vitro çalışmanın amacı, güncel bir materyal olan 3B baskılı daimi reçine (DR), bir nanoseramik rezin CAD/CAM bloğu, bir bulk-fill kompozit rezin ve bir konvansiyonel kompozit rezinin renklendirici ajan karşısında renk stabilitesini ve sonucunda ev tipi beyazlatmanın etkisini karşılaştırarak değerlendirmektir. Test edilen sıfır hipotezler; a) materyaller arasında renklendirici solüsyonlarda bekletme sonrası renk değişimi (ΔE_{00}) açısından fark yoktur, b) beyazlatıcı ajan materyaller üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

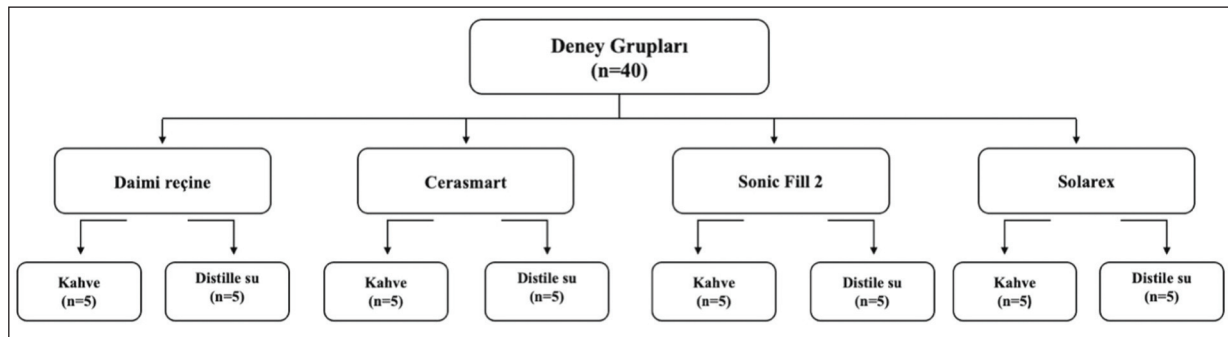
Bu çalışmada, test edilen rezin içerikli materyaller, kullanılan beyazlatma ajanı ve içerikleri **Tablo 1**'de, deney grupları ise **Şekil 1**'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm rezinler A2 rengindedir.

Çalışmada kullanılacak örnek sayısını belirleyebilmek amacıyla G*Power (G*Power Ver. 3.1.5, Kiel, Almanya) paket programı kullanıldı. Bu doğrultuda planlanan çalışmayla benzer özellikte bir çalışma referans alınarak etki büyüklüğü $f=4,61$ olarak hesaplandı.¹⁰ Bu etki büyüklüğünde %80 güç ve 0,05 anlamlılık seviyesinde her grupta 4 örneğe ihtiyaç olduğu belirlendi. Çalışmada her grupta 5 örnek kullanıldı.

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Ürün bilgisi	Tip	Lot numarası	Üretici
Daimi reçine (DR)	4,4'-izopropilidifenolün esterleşme ürünleri, etoksillenmiş 2-metilprop-2enoik asit, silanize dental cam, metil benzoilformat, metil benzoilformat, difenil (2,4,6-trimetil benzoil) fosfin oksit	3B baskılı daimi reçine	600163	Formlabs, Somerville, MA, ABD
Cerasmart (CS)	Nanoseramiklerin eşit dağılımına sahip esnek nanoseramik matris	Nanoseramik blok	1510091	GC Amerika
Sonic Fill 2 (SF)	Bis-GMA, TEGDMA, EBPADMA, cam oksit, silikon dioksit	Bulk fill kompozit	7703579	Kerr, Orange, CA, ABD
Solare X (SX)	UDMA, silika nanopartiküller, silika nanopartiküller içeren prepolimerize doldurucu, florealüminosilikat cam doldurucu	Geleneksel hibrid kompozit	2106171	GC Corporation, Tokyo, Japonya
Opalescence PF %16	Gliserin, su, karbamid peroksit, ksilitol, karbomer, PEG-300, sodyum hidroksit, aroma, potasyum nitrat, EDTA, sodyum florid	Ev tipi beyazlatma ajanı	BN4TS	Ultradent Products Inc., South Jordan ABD

Bis-EMA: Bisfenol a etoksi dimetakrilat; Bis-GMA: Bis glisidil metakrilat; EBPADMA: Etoksillenmiş bisfenol ve dimetakrilat; EDTA: Etilen diamin tetraasetik asit; PEG: Polietilen glikol; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; UDMA: Üretan dimetakrilat.

**ŞEKİL 1:** Deney grupları.

3B baskılı DR örneklerini hazırlamak için, 6 mm çapında ve 2 mm kalınlığında silindir içeren STL (standard tessellation language) formatında bir dosya hazırlanmıştır. Bu dosya formatı ile 3B yazıcıda (Formlabs, Somerville, MA, ABD) 50 mikron çözünürlükte DR (Formlabs, Somerville, MA, ABD) kullanılarak örnekler hazırlanmıştır (n=5). Örnekler, Form Wash (Formlabs, Somerville, MA, ABD) cihazı içinde %99 saflıkta izopropil alkol ile yıkanmıştır. Daha sonra Form Cure (Formlabs, Almanya) cihazında 60°C'de, 20 dk polimerize edilmiştir.

Bulk-fill ve konvansiyonel kompozit resin materyaller 6 mm çapında, 2 mm kalınlığında teflon kalıp kullanılarak hazırlanmıştır. Kompozit numuneler teflon kalıplara tek tabaka hâlinde yerleştirilerek,

alt ve üst yüzeyleri strip bant ile kapatılarak bir ışık cihazı (VALO Ultradent, South Jordan, UT) ile standart güç modunda (1000 mW/cm²-20 sn) polimerize edilmiştir. Işık çıkışı radyometre ile düzenli olarak takip edilmiştir.

Nanoseramik resin CAD/CAM bloktan hassas kesme cihazı (Struers Accutom 10, Copenhagen, Danimarka) kullanılarak 6 mm çapında ve 2 mm kalınlığında örnekler elde edilmiştir.

Örnekler hazırlandıktan sonra 24 saat 37°C'de etüvde bekletilmiştir. Daha sonra örnek yüzeylerinin standardizasyonu için polisaj işlemleri kalın grenden ince grene alüminyum oksit diskler (TOR VM, Moskova, Rusya) kullanılarak yapılmıştır. Ardından örnekler distile su ile yıkanarak kâğıt peçete ile

kurutulmuş ve rastgele gruplara ayrılmıştır. Örneklerin polisajlanmayan yüzeyleri renklerini etkilemeyecek şekilde silinmez kalem ile işaretlenmiştir.

Örneklerin renk değerlerinin ölçümünde spektrofotometre (VITA Easyshade V; VITA Zahnfabrik) kullanılmıştır. Spektrofotometre, ölçümler yapılmadan önce ve sırasında üreticinin talimatları izlenerek kalibre edilmiştir. Örneklerin başlangıç renk ölçümleri gri bir zemin üzerinde, prob ucu örnek yüzeyine 90° açıyla tutularak ve her örnekten 3 ölçüm alınarak tamamlanmış ve bu sonuçlar başlangıç değerleri olarak kaydedilmiştir.

Örnekler 30 gün boyunca 37°C'de distile su ve kahvede (Nescafe Classic, Nestlé; Türkiye) bekletilmiştir. Solüsyonlar her gün taze hazırlanarak yeniden daldırma işlemi yapılmıştır. Renklendirme işlemi tamamlandıktan sonra örnekler ultrasonik temizleyicide 1 dk temizlenmiş ve kâğıt peçete ile kurutulmuştur. Bu işlemlerden 24 saat sonra renk ölçümü tekrarlanmış ve bu veriler renklendirme değerleri olarak kaydedilmiştir.

Ev tipi beyazlatma ajanını (Opalescence PF; Ultradent Products, Inc) uygulamak için örneklerin yerleştirileceği silikon kalıp hazırlanmıştır. Ev tipi beyazlatma ajanı örneklerin işaretli yüzeylerine uygulanmıştır. Üretici talimatları doğrultusunda beyazlatma ajanı 7 gün boyunca günde 6 saat uygulanmıştır.¹¹ Dişler, beyazlatma işlemi yapılmadığı sürelerde oda sıcaklığında (25°C) distile suda bekletilmiştir. Beyazlatma işlemleri tamamlandıktan 24 saat sonra renk ölçümleri spektrofotometre ile tekrar yapılmıştır. Ölçümler aynı koşullarda ve örneğin işaretli yüzeyinden yapılmıştır. Her numune için 3 ölçüm yapıp ortalaması alınmış ve sonuçlar beyazlatma sonrası değerler olarak kaydedilmiştir. Örneklerin renk ölçümü Commission Internationale de l'Éclairage L*a*b* (CIE Lab) renk alanında değerlendirilmiştir. CIELAB sisteminin renk koordinatları L* (parlaklık, siyahtan beyaza değişen akromatik koordinat), a*ab (-a* yeşil, +a* kırmızı) ve b*ab (-b* mavi, +b* sarı) şeklindedir. Başlangıç, 30 günlük renklendirme ve beyazlatma işleminden sonraki renk değişimi değerleri, CIE 2000 veya CIEDE2000 olarak isimlendirilen formül kullanılarak hesaplandı:¹²

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

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Araştırmada elde edilen veriler SPSS Windows 25.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak analiz edildi. Kullanılan verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile analiz edilerek homojen dağıldığı bulundu. Kompozitler arasındaki renk değişimi farkları tek yönlü ANOVA ve Bonferroni testi kullanılarak değerlendirildi. Daldırma sıvıları arasındaki renk değişimi farkları bağımsız t-testi ile değerlendirildi. Materyallerinin L*, a* ve b* değerlerinin renklendirme sıvılarına ve beyazlatma ajanına bağlı renk değişimleri repeated measure (tekrarlı ölçüm) ANOVA ile analiz edildi. İstatistiksel farkların analizinde %95 anlamlılık düzeyi kabul edildi.

BULGULAR

Yapılan ölçümler neticesinde elde edilen sonuçlar **Tablo 2** ve **Tablo 3**'te verilmiştir. Solüsyonlarda bekletme süresince meydana gelen renk değişiklikleri incelendiğinde, en fazla renklenme distile su grubu için DR'de, kahve grubu için ise Solare X'te (SX) gözlenmiştir. Distile suda bekletilen örneklerden Sonic-Fill (SF) ve Cerasmart (CS), kahvede bekletilen örneklerden CS dışındaki tüm materyallerde kabul edilebilir ($\Delta E_{00}=2,25$) eşik değerinin üzerinde renklenme meydana gelmiştir (**Tablo 2**).

Beyazlatma sonrasında ise distile suda grubunda DR ve SX dışında tüm materyallerde kabul edilebilir ($\Delta E_{00}=2,25$) eşik değerinin üzerinde renk değişikliği

TABLO 2: Materyallerin renklendirme sonrası ΔE_{00} değerleri.

Materyal	Renklendirme sonrası (ΔE_{00})		p değeri
	Distile su	Kahve	
DR	3,26±0,85A	2,73±0,54B	0,058
CS	1,03±0,30B	1,56±0,28D	0,000
SF	1,08±0,21B	4,36±0,58C	0,000
SX	2,59±1,18A	5,27±0,92A	0,000
p değeri	0,000	0,000	

Aynı sütündeki büyük harfler satırlar arası istatistiksel farkı göstermektedir. p değeri sütünlarda istatistiksel farkı gösterir; DR: Daimi reçine; CS: Cerasmart; SF: SonicFill 2; SX: Solare X.

TABLO 3: Materyallerin beyazlatma sonrası ΔE_{00} değerleri.

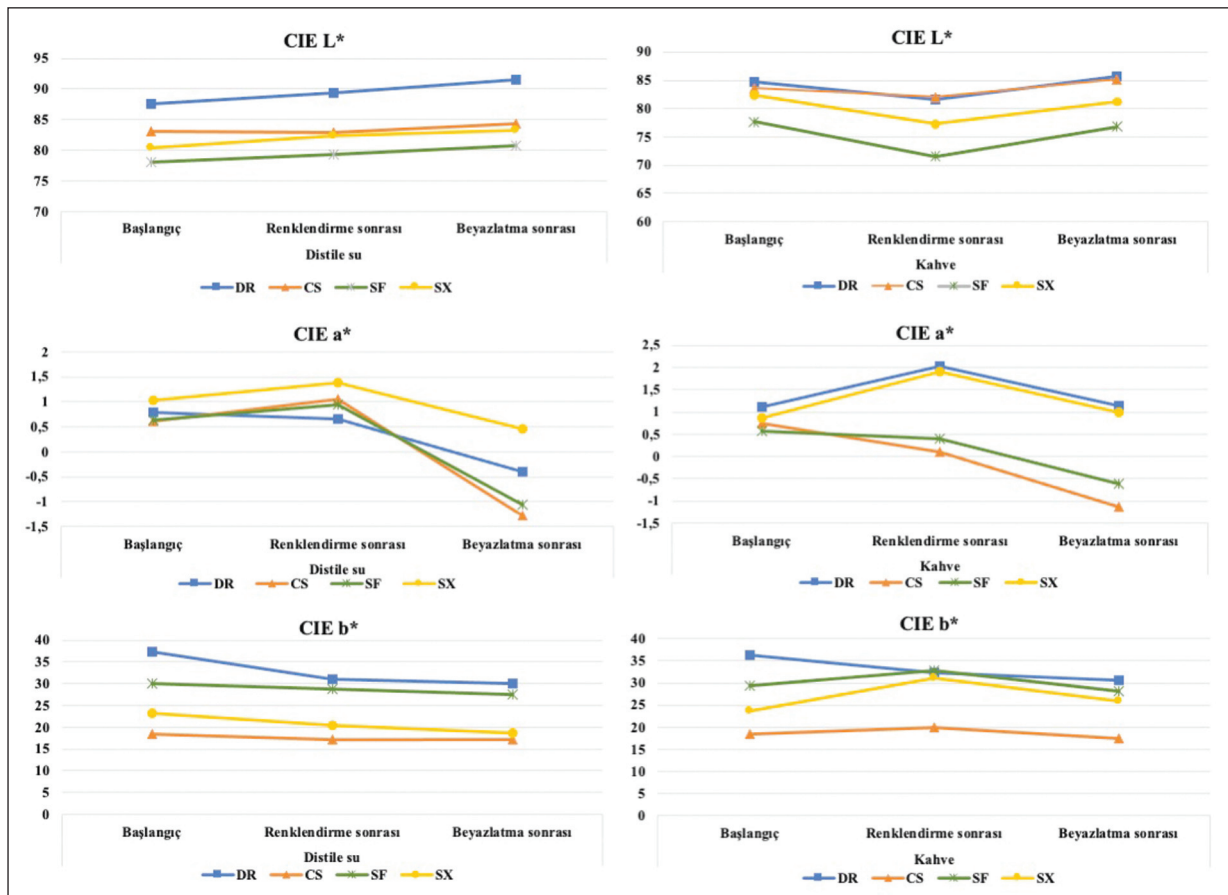
Materyal	Beyazlatma sonrası (ΔE_{00})		p değeri
	Distile su	Kahve	
DR	1,57±0,6A	2,93±0,64C	0,000
CS	3,13±0,27B	3,05±0,25C	0,407
SF	2,15±0,12A	4,36±0,59B	0,000
SX	1,89±0,41A	3,74±0,51A	0,000
p değeri	0,000	0,000	

Aynı sütundaki büyük harfler satırlar arası istatistiksel farkı göstermektedir; p değeri sütunlar arası istatistiksel farkı gösterir; DR: Daimi reçine; CS: Cerasmart; SF: SonicFill 2; SX: Solare X.

gözlenmiştir. Gruplar içerisinde en fazla renk değişikliği kahvede bekletilen SF’de, en az renk değişikliği ise distile su grubunda bekletilen SX ve DR’de gözlenmiştir (Tablo 3).

Başlangıç, renklendirme ve beyazlatma işlemleri sonrası ortalama CIELAB renk parametreleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Her iki solüsyonda bekletilen örneklerin başlangıç L^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Distile suda bekletilen örneklerden DR’nin başlangıç, renklendirme ve beyazlatma sonrası L^* değerleri diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksektir (Şekil 2). Kahvede bekletilen örneklerden SF’nin başlangıç, renklendirme ve beyazlatma sonrası L^* değerleri, diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha düşüktür (Şekil 2).

Distile suda bekletilen örneklerin başlangıç a^* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Renklendirme sonrası DR örneklerinin a^* değerleri diğer gruplara göre daha düşüktür ($p<0,05$). Beyazlatma sonrası SX örnekleri-

**ŞEKİL 2:** Rezinlerin başlangıç, renklendirme ve beyazlatma sonrası L^* , a^* , b^* değerleri.

DR: Daimi reçine; CS: Cerasmart; SF: SonicFill 2; SX: Solare X.

nin a* değerleri diğer gruplara göre daha yüksektir (p<0,05). Kahvede bekletilen örneklerin başlangıç a* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0,05). DR'nin başlangıç a* değerleri diğer gruplara göre daha yüksektir. Renklendirme ve beyazlatma sonrası DR'nin a* değerleri, SF ve CS'ye göre istatistiksel olarak daha yüksektir (Şekil 2).

Distile suda bekletilen örneklerin başlangıç b* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0,05). DR örneklerinin başlangıç, renklendirme ve beyazlatma sonrası b* değerleri diğer gruplara göre daha yüksektir. Kahvede bekletilen örneklerin b* değerleri arasında tüm gruplarda başlangıç, renklendirme ve beyazlatma sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (p<0,05). DR grubunun başlangıç b* değerleri diğer gruplardan daha yüksektir. Renklendirme ve beyazlatma sonrası CS en düşük b* değerlerine sahiptir (p<0,05) (Şekil 2).

TARTIŞMA

Günümüzde sıklıkla duyulan gülüş tasarımı ile tedavi metodu dental kliniklerde öncelikle hâle gelmiştir. Bu terim, çeşitli nedenlerle estetik açıdan görünümü bozulan diş ve etrafındaki dokuların, birçok estetik parametre göz önünde bulundurularak doğal ve kişiye göre güzel bir görünüme kavuşturulması işlemi olarak tanımlanabilir. Tjan ve ark., bir kişinin gülümsemesini, maksiller anterior dişlerin %70 ile %100'ünün, premolarların ve interproksimal papillaların uçlarının görülmesi olarak tanımlamışlardır.¹³ Bu nedenle estetik kaygı olarak kabul edilebilecek renk değişimi ve sonrasında uygulanabilecek estetik tedavi olarak beyazlatma çalışmalarına, sadece anteriorda kullanılan restorasyonları dâhil etmek literatürde boşluklar yaratır. Posteriorda kullanılacak rezin içerikli restorasyonların renk değişimi ve beyazlatma tedavisine yanıtının araştırıldığı bu çalışmada, renklendirici ajanlara daldırma sonrası renk stabilitelelerinde ve beyazlatma ajanına tepkilerinde farklılıklar meydana gelmesi nedeniyle test edilen sıfır hipotezler reddedilmiştir.

Beyazlatma işlemi sırasında kullanılan beyazlatma ajanları, önceden var olan dental restorasyon-

larla temas ederek estetik görünümleri üzerinde farklılıklar meydana getirebilir.¹⁴ Bunların bazıları parlaklık kaybı, pürüzlülükte artış gibi negatif etkiler olsa da renklenmiş restorasyonun beyazlatma ajanı ile ağarması pozitif bir etki sunabilir.¹⁵ Bu etkiler ile anterior restorasyonlarda daha çok karşılaşmamıza rağmen beyazlatma jelinin premolar dişlere de uygulanması ile posterior restorasyonlar da maruz kalabilir.¹⁶ Özellikle ev tipi beyazlatmanın hekim kontrolü dışında evde hasta tarafından uygulanması, sadece bukkal yüzeye uygulama prosedürünü zorlaştırabilir. Böylece diş ve restorasyonun proksimal ve okluzal yüzeylerine daha fazla beyazlatma ajanının teması görülebilir.

Dişlerin rengi, iç renklerinin bir kombinasyonundan ve diş yüzeyinde oluşabilecek herhangi bir diş lekenin varlığından etkilenir. Dışsal lekeler, diş fırçalama ve diş macununun aşındırıcı etkisinden uzak olan diş bölgelerinde oluşma eğilimindedir. Kompozitlerde de renk değişimi, dişlerde olduğu gibi içsel ve dışsal faktörlerden etkilenir. Reçine malzemesinin kendi kendine renk değiştirmesi ve matriksinde meydana gelen oksidasyon veya hidroliz reaksiyonları iç faktörleri, renklendirici maddelere maruz kalma sonucu solüsyonun emilmesi ise dış faktörleri oluşturur.¹⁷ Restorasyonların yenilenmesine neden olan en önemli faktörlerden biri, restore edilen diş ile materyal arasındaki renk uyumsuzluğudur.¹⁸ Bu nedenle rezin esaslı materyallerin uzun süreli renk stabilitesi, restoratif materyal seçimi için çok önemlidir. Renklendirici pigment içeriği fazla olan kahve, kırmızı şarap ve çay gibi içecekler, tüketim sıklığı ve miktarı ile ilişkili olarak rezin içeren restorasyonlar için en fazla renklendirici olarak kabul edilir.¹⁹

Posterior restorasyonlar direkt veya indirekt teknikte üretilir. Direkt yöntemde kullanılan konvansiyonel kompozitlerin, tabakalama yöntemi ile uygulanmasının klinik zorluğuna alternatif olarak bulk-fill kompozitler kullanılmaya başlanmıştır.²⁰ İndirekt yöntemde ise CAD/CAM teknolojisi kullanılır. Dental seramiklerin yanı sıra imalat sırasında yüksek sıcaklık ve basınç altında kimyasal polimerizasyon ile üretilen kompozit bloklar da kullanılabilir.²¹ Son günlerde 3 boyutlu baskı teknolojisi, dental restorasyonların imalatında daha fazla kullanılmaktadır. Eklemeli üretim tekniği ile

üretilem reçine bazlı restorasyonlar en güncel tedavi yöntemlerinden biridir.²² Mevcut çalışmada, dental kliniklerde uygulanan posterior restorasyonlar için farklı üretim ve uygulama tekniğine sahip rezin içeren farklı tip materyaller kullanılmıştır.

Diş renginin değiştirilmesi diş macunları, leke ve diş taşlarının giderilmesi için polisaj tekniği, canlı dişlerin dıştan beyazlatılması, aşındırıcılar ve asit ile minerin mikro aşındırılması, kron ve kaplamaların yerleştirilmesi gibi bir dizi yöntem ve yaklaşımla yapılabilir. Diş beyazlatma yöntemi ise girişimsel olmayan ve hızlı yanıt veren bir seçenektir.²³ Bu amaçla karbamid ve/veya hidrojen peroksit jel ile yapılan temel 2 yöntem bulunmaktadır: Ofis tipi ve ev tipi.²⁴ Ancak canlı dişlerde beyazlatma yöntemi aşırı duyarlılığa neden olabilmektedir. Ev tipi beyazlatma yöntemlerinde olduğu gibi (%15 peroksitler) ağartma jelinin yüzde içeriğindeki azalma ile hassasiyette de azalma meydana gelir.²⁵ Klinikte geçirilen süreyi kısaltması, hassasiyetin daha az olması ve en az ofis tipi kadar başarı sağlaması, birçok hekimi ev tipi beyazlatma uygulamalarına yöneltmiştir.²⁶

Renk çalışmalarında, görsel olarak algılanabilir ve kabul edilebilir eşik değerleri bilmek ve dikkate almak klinik diş hekimliği için oldukça önemlidir. Renk farklılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan CIEDE2000 formülünün, kliniğe daha iyi uyum sağladığı gösterilmiştir.¹² Bu nedenle bu çalışmada, CIEDE2000 formülü kullanılmıştır. CIEDE2000 ΔE_{00} 'nin %50:50 kabul edilebilirlik eşliğinin 2,25 olduğu bildirilmektedir.²⁷ Mevcut çalışmada, kahvede renklendirme sonrası CS dışındaki grupların hepsinde kabul edilebilir eşikğin üzerinde renk değişimi meydana gelmiştir. Yine kahvede renklendirilen tüm gruplarda, beyazlatma sonrasında kabul edilebilir eşik değerin üzerinde renk değişimi gözlenmiştir.

Alharbi ve ark., 3B baskılı restorasyonların leke duyarlılığı ve beyazlatmaya yanıtlarını araştırdıkları çalışmalarında, CAD-CAM ile frezlenmiş restorasyonlardan önemli ölçüde daha yüksek leke duyarlılığı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre 3B baskılı restoratif materyalin renk değişiminin klinik olarak kabul edilemez olduğu ve daha çok uzun süreli geçici restorasyon olarak kullanımını önerilmiştir.¹ Literatürde, 3B baskılı DR ile tek

bir çalışmaya rastlanmış ve bulguları bu çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Yapılan çalışmada DR, distile suda en çok renklenme ve daldırma ortamından bağımsız olarak beyazlatma sonrası en az renk değişikliği göstermiştir.

Gerçekleştirilen çalışmada, daldırma ortamından bağımsız olarak en az renk değişikliği ise CS grubunda görülmüştür. Ayrıca distile suda bekletilen CS grubunda beyazlatma sonrası en fazla ağarma gerçekleşmiştir. Bu çalışma ile benzer olarak, ev tipi beyazlatmanın hibrid seramiklerdeki renk değişimini değerlendiren bir çalışmada, klinik olarak kabul edilebilir renk farklılıkları meydana gelmiştir.²⁸ CS, yüksek sıcaklık ve basınç ile polimerize edilmiş bir CAD/CAM kompozit bloğudur. Geleneksel bir kompozit rezine göre daha iyi polimerize edilmiştir ve böylece daha az gözenekli yapı içerir.²¹ Bu durum, daha az renklendirici pigment absorpsiyonu ile ilişkilendirilebilir. Ancak farklı çalışmalarda, kırmızı şarap ve kahveye 30 gün daldırma süresinin sonunda, CAD-CAM kompozit rezin bloklarının rengine ve yarı saydamlığında önemli değişikliklerin olduğu ve renk değişiminin manuel cilalama ile sıfırlanamadığı da bildirilmiştir.^{29,30}

Gerçekleştirilen çalışmanın bulgularına göre sonic yöntemle uygulanan yüksek viskoziteli bir bulk-fill kompozit rezin olan SF grubunun, konvansiyonel kompozit rezin olan SX grubundan daha az renk değişikliği gösterdiği ve kahvede renklenme sonrası en iyi beyazlatma yanıtını verdiği görülmektedir. Aynı şekilde, Tavares ve ark.nın, yüksek ve düşük viskoziteye sahip bulk-fill kompozitlerde yaptıkları çalışmada da yüksek viskoziteli bulk-fill rezinlerin daha az renk değişikliği gösterdiği bulunmuştur.³¹ Rezinde viskozitenin artmasının, renklendirici pigmentlerin emilmesini ve sonucunda renk değişimini zorlaştırdığı görülmektedir. Ancak SF ve bir nanohibrid kompozitin ağız gargaraları ile renk değişiminin araştırıldığı bir çalışmada, SF daha fazla renk bozulması göstermiştir.³² Bu çalışmada, bir hibrid kompozit ile kıyaslamak çalışmanın bir limitasyonu sayılabilir.

Beyazlatma tedavisinin pozitif etkileri dışında, rezinler üzerinde negatif etkileri de sıklıkla araştırılmıştır. Beyazlatma uygulanan kompozitlerin mono-

mer bileşenlerinin elüsyonunda azalma ve/veya artma, mikrosızıntıda artış, mikrosertlik ve renk değişimi nedeni ile bazen değiştirilmeleri gerekebilir.^{33,34} Bu yan etkiler üzerinde, polimerizasyon zamanının önemli olduğu ve mutlaka üretici talimatlarına uyulması gerektiği unutulmamalıdır.³⁵

Farklı renklendirici solüsyonlar ile yapılan çalışmalarda en sık kullanılan ve toplumun tüketim alışkanlıkları da göz önüne alınarak bu çalışmada, kahvenin rezin içerikli materyaller üzerine renk değişimi değerlendirilmiştir. Akabinde, daha kolay uygulanabilir ve ulaşılabilir olan ev tipi beyazlatma tedavisinin rezin içerikli restorasyonlar üzerine etkisi araştırılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada literatür ile uyumlu olarak, CAD-CAM rezin bloğunun renk değişimi ve beyazlatma tedavisine yanıtı daha iyi bulunmuştur. Bunun sebebi, günümüzde CAD/CAM ile üretilen seramiklerde gözenekli yapının minimize edilmesi ve daha homojen bir yapı sağlanması olabilir.²¹ Herhangi bir restoratif materyalin renk stabilitesi üzerinde etkili olabilecek bir faktör de kullanılan üretim tekniğidir. 3B baskı teknolojisi ile özellikle kavisli yüzeylerde yaygın olarak gözlenen merdiven basamaklama fenomeni ve eklemeli imalat tekniğinin bir parçası olan post-polimerizasyon prosedürü renk stabilitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olabilir.⁶ DR'nin renk değişimine duyarlılığının daha fazla olması bu faktörlerle ilgili olabilir. Sonic aktivasyonlu bulk-fill kompozitin renklendirici solüsyon karşısında renk stabilitesi, konvansiyonel kompozite göre daha iyi bulunmuştur. Sadece uygulama aşamasında viskozitesi azalan bu rezinin, daha kompakt bir yapıya sahip olması su emilimini azaltmış olabilir.

Bu çalışmanın limitasyonları dâhilinde, uygulanan protokolün in vivo koşullara tamamen eş değer olmadığını söyleyebiliriz. Oral ortam tükürük salgısının sürekli gerçekleştiği, yiyecek ve içeceklerin ara-

lıklı olarak tüketildiği dinamik bir ortamdır. Ağız içerisindeki tükürüğün dilüsyon etkisi, renklendirme solüsyonlarının ve beyazlatma ajanının etkinliğini azaltabilir. Ayrıca ağız içerisinde renklendirici solüsyona maruz kalan restorasyonun yüzey alanı, deneysel olarak yapılan daldırma numunelerine göre daha sınırlıdır.

SONUÇ

DR'nin daha fazla renklenmesi ve beyazlatma yanıtının daha düşük olması, estetik bölgede kullanımını güçleştirebilir. Bu çalışmanın sınırları dâhilinde, CAD/CAM ile üretilen hibrid seramik bloğun renklenmeye karşı daha stabil olduğu ve beyazlatma yanıtının daha iyi olduğu söylenebilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Sevde Gül Batmaz, Zehra Süsgün Yıldırım; **Tasarım:** Sevde Gül Batmaz, Zehra Süsgün Yıldırım; **Denetleme/Danışmanlık:** Sevde Gül Batmaz, Zehra Süsgün Yıldırım; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Sevde Gül Batmaz; **Analiz ve/veya Yorum:** Zehra Süsgün Yıldırım; **Kaynak Taraması:** Sevde Gül Batmaz, Zehra Süsgün Yıldırım; **Makalenin Yazımı:** Sevde Gül Batmaz, Zehra Süsgün Yıldırım; **Eleştirel İnceleme:** Zehra Süsgün Yıldırım; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Sevde Gül Batmaz; **Malzemeler:** Zehra Süsgün Yıldırım.

KAYNAKLAR

1. Alharbi N, Alharbi A, Osman R. Stain susceptibility of 3D-printed nanohybrid composite restorative material and the efficacy of different stain removal techniques: an in vitro study. *Materials (Basel)*. 2021;14(19):5621. [Crossref] [PubMed] [PMC]
2. Xia J, Li Y, Cai D, Shi X, Zhao S, Jiang Q, et al. Direct resin composite restoration of maxillary central incisors using a 3D-printed template: two clinical cases. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):158. [Crossref] [PubMed] [PMC]
3. Gao Y, Li J, Dong B, Zhang M. Direct composite resin restoration of a class IV fracture by using 3D printing technology: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2021;125(4):555-9. [Crossref] [PubMed]
4. Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde yeni ve hızla ilerleyen üretim teknolojisi: 3 boyutlu yazıcılar [New and rapidly progressing manufacturing technology in dentistry: 3 dimensional printers]. *Akdeniz Tıp Dergisi*. 2021;7(2):197-205. [Crossref]
5. Mutlu-Sagesen L, Ergün G, Ozkan Y, Semiz M. Color stability of a dental composite after immersion in various media. *Dent Mater J*. 2005;24(3):382-90. [Crossref] [PubMed]
6. Alharbi N, Osman RB. Does build angle have an influence on surface roughness of anterior 3D-printed restorations? An in-vitro study. *Int J Prosthodont*. 2021;34(4):505-10. [Crossref] [PubMed]
7. Gul P, Harorlı OT, Ocal IB, Ergin Z, Barutçugil C. Color recovery effect of different bleaching systems on a discolored composite resin. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(10):1226-32. [Crossref] [PubMed]
8. Celik C, Yüzüğüllü B, Erkut S, Yazici AR. Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(6):407-14. [Crossref] [PubMed]
9. Zhao X, Zanetti F, Wang L, Pan J, Majeed S, Malmstrom H, et al. Effects of different discoloration challenges and whitening treatments on dental hard tissues and composite resin restorations. *J Dent*. 2019;89:103182. [Crossref] [PubMed]
10. Dündar A, Tayfun D, Barutçugil Ç, Öcal İB, Harorlı OT. Ofis tipi beyazlatma uygulamasının renklendirilmiş farklı tip kompozit rezinlerin renk değişimi üzerine olan etkisi [Effects of in-office bleaching on color change of various types of colored composite resin]. *Akdeniz Tıp Dergisi*. 2019;5(2):307-11. [Crossref]
11. Polydorou O, Scheitza S, Spraul M, Vach K, Hellwig E. The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. *Odontology*. 2018;106(1):64-72. [Crossref] [PubMed]
12. Perez Mdel M, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent*. 2011;39 Suppl 3:e37-44. [Crossref] [PubMed]
13. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent*. 1984;51(1):24-8. [Crossref] [PubMed]
14. de Andrade IC, Basting RT, Lima-Arsati YB, do Amaral FL, Rodrigues JA, França FM. Surface roughness evaluation and shade changes of a nanofilled resin composite after bleaching and immersion in staining solutions. *Am J Dent*. 2011;24(4):245-9. [PubMed]
15. Varanda E, Do Prado M, Simão RA, Dias KR. Effect of in-office bleaching agents on the surface roughness and morphology of different dental composites: an AFM study. *Microsc Res Tech*. 2013;76(5):481-5. [Crossref] [PubMed]
16. Moro AF, Prado M, Simao RA, Dias KR. Surface roughness of different composite resins subject to in-office bleaching. *Gen Dent*. 2014;62(6):e20-3. [PubMed]
17. Gupta R, Parkash H, Shah N, Jain V. A spectrophotometric evaluation of color changes of various tooth colored veneering materials after exposure to commonly consumed beverages. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2005;5(2):72.
18. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent*. 2006;95(2):137-42. [Crossref] [PubMed]
19. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;25(2):371-6. [Crossref] [PubMed]
20. Hirata R, Kabbach W, de Andrade OS, Bonfante EA, Giannini M, Coelho PG. Bulk fill composites: an anatomic sculpting technique. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(6):335-43. [Crossref] [PubMed]
21. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009;28(1):44-56. [Crossref] [PubMed]
22. Alharbi N, Osman R, Wismeijer D. Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations. *J Prosthet Dent*. 2016;115(6):760-7. [Crossref] [PubMed]
23. Alharbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. In-office bleaching efficacy on stain removal from CAD/CAM and direct resin composite materials. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(1):51-8. [Crossref] [PubMed]
24. Anderson MH. Dental bleaching. *Curr Opin Dent*. 1991;1(2):185-91. [PubMed]
25. Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio AD. Efficacy of and effect on tooth sensitivity of in-office bleaching gel concentrations: a randomized clinical trial. *Oper Dent*. 2013;38(4):386-93. [Crossref] [PubMed]
26. Tay LY, Kose C, Herrera DR, Reis A, Loguercio AD. Long-term efficacy of in-office and at-home bleaching: a 2-year double-blind randomized clinical trial. *Am J Dent*. 2012;25(4):199-204. [PubMed]
27. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e57-64. [Crossref] [PubMed]
28. Ünver S, Yıldırım AZ. Effect of home bleaching agents on color stability and surface roughness of hybrid ceramics: an in vitro study. *Int J Prosthodont*. 2021. [Crossref] [PubMed]
29. Barutçugil Ç, Bilgili D, Barutçugil K, Dündar A, Büyükkaplan UŞ, Yılmaz B. Discoloration and translucency changes of CAD-CAM materials after exposure to beverages. *J Prosthet Dent*. 2019;122(3):325-31. [Crossref] [PubMed]
30. Reymus M, Liebermann A, Spintzyk S, Stawarczyk B. Food solutions and cigarette smoke-dependent changes in color and surface texture of CAD/CAM resin composites-an in vitro study. *Int J Prosthodont*. 2021. [Crossref] [PubMed]
31. Tavares BG, França FM, Basting RT, Turssi CP, Amaral FL. Effect of bleaching protocols on surface roughness and color change of high- and low-viscosity bulk-fill composite resins. *Acta Odontol Latinoam*. 2020;33(2):59-68. [Crossref] [PubMed]
32. Toz Akalin T, Genc G, Korkmaz Ceyhan Y, Ozturk Bozkurt F. The effect of mouth rinses on the color stability of sonicfill and a nanohybrid composite. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2016;50(2):17-23. [Crossref] [PubMed] [PMC]
33. Schuster L, Reichl FX, Rothmund L, He X, Yang Y, Van Landuyt KL, et al. Effect of Opalescence® bleaching gels on the elution of bulk-fill composite components. *Dent Mater*. 2016;32(2):127-35. [Crossref] [PubMed]
34. Klaric Sever E, Simenc N, Rakic M, Skenderovic H, Sever I, Tarle Z. Effects of bleaching agent on physical and aesthetic properties of restorative materials. *Dent Mater J*. 2016;35(5):788-95. [Crossref] [PubMed]
35. Özduvan ZC, Kazak M, Fildisi MA, Özlen RH, Dalkilic E, Donmez N. Effect of polymerization time and home bleaching agent on the microhardness and surface roughness of bulk-fill composites: a scanning electron microscopy study. *Scanning*. 2019;2019:2307305. [Crossref] [PubMed] [PMC]