

Bulk-fill kompozitlerde kalınlığın artışının mikrosertlik üzerine etkisi

Fehime Alkan(0000-0001-8493-6380)^α, Hacer Deniz Arısu(0000-0003-0249-8968)^α,
Evrım Eligüzeloğlu Dalkılıç(0000-0003-2794-715X)^β

Selcuk Dent J, 2020; 7: 141-147 (Doi: 10.15311/selcukdentj.427203)

Başvuru Tarihi: 25 Nisan 2018
Yayına Kabul Tarihi: 05 Mart 2019

ÖZ

Bulk-fill kompozitlerde kalınlığın artışının mikrosertlik üzerine etkisi

Amaç: Bu çalışmanın amacı üç farklı ışık cihazı ile polimerize edilen bulk-fill kompozitlerde, kalınlığın artışının mikrosertlik üzerine etkisinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntemler: İki farklı bulk-fill kompozit (Tetric Evo Ceram Bulk Fill ve X-tra fil) ve bir adet akışkan bulk-fill kompozit (SDR) kullanıldı. Kompozitler 1mm derinliğinde 5 mm çapında dört metal kalıba yerleştirildi, kalıplar üst üste konularak 1 mm tabakalar halinde 4 mm kalınlığında numuneler elde edildi. Numuneler iki farklı LED ışık cihazı (Bluephase 20i ve Valo) ve bir adet halojen ışık cihazı (Hilux) ile polimerize edildi. Her kompozit grubu ve her ışık cihazı alt grubu için 4 mm'lik 5'er adet örnek olacak şekilde toplam 30 örnek hazırlandı. Örnekler 24 saat 37 °C'de %100 nemli ortamda bekletildi. Vickers mikrosertlik ölçümleri 10 saniye 100 gr kuvvet uygulanarak yapıldı. Her örneğin hem üst hem de alt yüzeyinden 3 ölçüm yapıldı. Elde edilen veriler %95 güven aralığında istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Hem üst hem de alt yüzeylerde bütün ışık cihazları ile polimerize edilen X-tra fil diğer gruplara göre belirgin düzeyde yüksek mikrosertlik değerleri göstermiştir ($p<0.05$). SDR dışında ışık cihazlarındaki farklılık kompozit gruplarının sertliğini değiştirmemiştir ($p>0.05$). Sadece SDR, Bluephase20i ile polimerize edildiğinde diğer ışık cihazlarına göre daha düşük sertlik değerleri göstermiştir ($p<0.05$). Kompozit tabakaları ile mikrosertlik arasındaki ilişki incelendiğinde, halojen ile polimerize edilen Tetric Evo Ceram Bulk Fill ve X-tra fil kompozitlerin 1. ve 4. mm'lerinde mikrosertlikte belirgin düzeyde fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Halojen ile polimerize edilen SDR kompozit örneklerinde fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Sonuç: Bulk fill kompozitlerin mikrosertlikleri materyal, ışık cihazı ve derinliğe bağlı olarak değişmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Bulk fill kompozit rezin, dental ışık cihazları, mikrosertlik testi

ABSTRACT

Influence of increment thickness on microhardness of bulk-fill composites

Background: To assess the influence of increment thickness on the microhardness of different bulk-fill composites polymerised with three different light curing units.

Methods: Two different bulk-fill composite (Tetric Evo Ceram Bulk Fill and X-tra fil) and one flowable bulk-fill (SDR) composite were used. 1 mm layered 4 mm thick resin composite specimens were prepared by placing four metallic moulds of 1 mm in depth and 5 mm in diameter over each other. Composite specimens were polymerized with two different LED unit (Bluephase20i and Valo) and one conventional halogen (Hilux) light curing unit. Five specimens were prepared for each composite group and light curing unit subgroup. The specimens were stored in 100% humidity, at 37°C for 24 hours. Vickers hardness (HV) measurements were performed with a load of 100 g for 10 sec. Three indentations were made on top and bottom surface of each specimen. The data was statistically analysed at a 95% confidence interval.

Results: The highest hardness values were obtained in X-tra fil compared to all other composites in both bottom and top surfaces ($p<0.05$). Except SDR, different light curing unit did not change the hardness of composite groups ($p>0.05$). Bluephase 20i light curing device decreased the hardness of top surface of SDR composite significantly ($p<0.05$). When the increment thickness and hardness were analysed, significant difference were determined between the increments of 1mm and 4 mm of X-tra fil and Tetric Evo Ceram Bulk Fill polymerised with halogen ($p<0.05$). But no significant difference was determined through the SDR composite increments polymerised with halogen ($p>0.05$).

Conclusion: The hardness of the bulk fill composites may show variability depending on the material, light curing device and cavity depth.

KEYWORDS

Bulk fill composite resin, dental curing lights, hardness test

Günümüzde estetik beklentilerin giderek artması nedeniyle, diş rengindeki rezin bazlı kompozitlerin, posterior bölgedeki kavitelere de kullanımı çoğalmıştır.^{1,2} Resin bazlı kompozitlerin posterior

bölgedeki kavitelere uygulanması esnasında en fazla tercih edilen yöntem, 2 mm kalınlığında rezinin tabaka tabaka yerleştirilmesidir.^{3,4} Bu şekilde kompozit rezinlerin polimerizasyon büzümleri azaltılmakta ve

^α Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara

^β Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, İstanbul

yeterli düzeyde polimerizasyon derinliği elde edilebilmektedir.⁵ Ancak bu teknik ile derin kavitelere restorasyonu tamamlayabilmek için çok sayıda kompozit tabakası gereklidir ve bu durum uygulama esnasında zaman kaybına neden olmaktadır. Hekime uygulama kolaylığı sağlamak için bulk-fill rezin esaslı kompozit materyaller geliştirilmiştir. Bulk-fill kompozitler yeni monomerler, translusent doldurucular ve yeni foto-başlatıcı sistemler içermektedir. Bu kimyasal yapı sayesinde tabakalama tekniği yerine, kompozit 4 mm kalınlıkta yerleştirilebilmekte ve polimerizasyon büzülmesinin olumsuz etkisi azaltılmaktadır.^{6,7,8} Bulk-fill kompozitler düşük ve yüksek viskoziteye sahip olanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Düşük viskoziteye sahip olan bulk-fill akışkan kompozitler kaviteden 1.5-2 mm alçak olacak şekilde uygulandıktan sonra üzeri genelde geleneksel bir kompozit ile kaplanmaktadır. Yüksek viskoziteye sahip olan bulk-fill kompozitlerle ise ilave örtülemeye gerek kalmadan tamamen kavite restore edilebilmektedir.⁹

Rezin esaslı kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin (aşınmaya direnç ve biyouyumluluk vb) yeterli olabilmesi için uygun şekilde polimerize edilmiş olması gerekir. Kompozit rezinlerin polimerizasyon dönüşüm dereceleri, klinik performanslarını önemli derecede etkiler.¹⁰ Polimerizasyon dönüşüm derecesi, polimerizasyon öncesi ve sonrası karbon çift bağ sayıları arasındaki farkın oransal olarak hesaplanması ile belirlenir. Ne kadar fazla çift karbon bağı değişimi gerçekleşirse polimerizasyon o kadar başarılıdır ve o kadar iyi mekanik sonuçlar alınır.^{11,12}

Işıkla sertleşen kompozit rezinlerin polimerizasyonunda pek çok farklı cihaz kullanılabilir. Kompozit rezinlerin polimerizasyonlarında kullanılan ışık kaynakları, restorasyonların klinik başarısını etkileyebilmektedir. Polimerizasyonda, Quartz-Tungsten-Halojen (QTH) ışık kaynakları sıklıkla kullanılmaktadır, ancak ömürlerinin kısa olması, kullanırken ısı oluşturmaları, zaman içinde ışık kaynağının gücünde azalma meydana gelmesi gibi dezavantajlara sahip olmaları, başka ışık kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir.^{13,14} Son yıllarda halojen ışık kaynağına alternatif olarak light emitting diode (LED), ışık kaynakları geliştirilmiştir. LED ışık kaynaklarının klinik ömürleri uzundur (10.000 saat) ve bu süre içinde ışık güçlerinde azalma görülmemektedir. Bununla birlikte; LED ışık kaynaklarının polimerizasyon sırasında dişlerde ısı oluşturmamaları, polimerizasyon sürelerinin kısa olması, hafif, kablosuz ve ergonomik olmaları nedeniyle kısa sürede kullanımı yaygınlaşmıştır.^{15,16}

Polimerizasyon derinliği indirek olarak mikrosertlik testleri (Vickers, Knoop, Rockwell, Brinell, Shore) ile değerlendirilebilir.^{17,18,19}

Bu çalışmanın amacı bir adet bulk-fill akışkan kompozit ile iki farklı bulk-fill kompozitin farklı ışık cihazları ile polimerize edilmesinin, materyallerin polimerizasyon derinlikleri üzerine etkisinin Vickers mikrosertlik (HV) testi kullanılarak incelenmesidir. Bu çalışmada üç farklı hipotez test edilmektedir: 1- Farklı ışık cihazları ile polimerize edilen akışkan bulk-fill kompozitler ile bulk-fill kompozitler arasında mikrosertlik açısından fark bulunmamaktadır. 2-Farklı ışık cihazlarının akışkan bulk-fill kompozit ve bulk-fill kompozitlerin mikrosertlikleri üzerine etkisi bulunmamaktadır. 3- Farklı ışık cihazları ile polimerize edilen akışkan bulk-fill kompozit ve bulk-fill kompozitlerin farklı derinliklerinde, mikrosertliklerinde değişim gözlenmez.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışmada iki farklı bulk-fill kompozit [Tetric Evo Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ve X-tra fil (Voco, Almanya)] ile bir adet akışkan bulk-fill [SDR (Densply, Almanya)] kullanıldı. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri **Tablo 1**'de verilmiştir. Kompozit rezin numunelerin hazırlanması için 1 mm derinliğinde, 5 mm çapında dört metal kalıp üst üste yerleştirilerek 1 mm tabakalar halinde 4 mm kalınlığında kalıp hazırlandı. Her dört kalıp, içleri kompozit rezinle doldurulup Myler bant ile kapatıldıktan sonra üst üste yerleştirildi. Dört kalıp üst üste yerleştirildikten sonra üst yüzeyden ışık uygulandı. Çalışmada farklı dalga boylarına sahip iki adet LED [Bluephase 20i (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Valo (Ultradent Products Inc, South Jordan, Utah) ve bir adet halojen ışık cihazı [Hilux (Benlioğlu Dental Inc, Ankara, Turkey)] kullanılarak polimerizasyon işlemi gerçekleştirildi. LED ışık cihazları kullanılarak hazırlanan numunelere 20 sn, halojen ışık cihazı ile hazırlanan numunelere 40 sn ışık uygulandı. Polimerizasyon sırasında ışık cihazlarının ucu, numunelere dik ve minimum uzaklıkta olacak şekilde tutuldu. Polimerizasyon gerçekleştirilmeden önce ışık cihazlarının gücü radiometre (Bluephase meter, Ivoclar Vivadent) kullanılarak ölçüldü. Her kompozit grubu ve ışık cihazı alt grubu için 5'er adet olmak üzere 1 mm'lik tabakalar halinde 4 mm kalınlığında toplam 30 adet numune hazırlandı. numuneler %100 nemli ortamda 37 °C'de 24 saat, ışık almayan ortamda bekletildi. 24 saat sonra kalıplar birbirlerinden ayrılarak sonuç numunenin her 1 mm'lik tabakasının üst yüzeylerinden, 4. mm'nin hem üst hem alt yüzeylerinden Vickers mikrosertlik ölçümleri (HV) yapıldı.

İstatistiksel analiz

Kompozit rezinler, kullanılan ışık cihazları ve mm kalınlıklar yönünden farklılık olup olmadığı varyans analizi ile 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi. Fark çıkması durumunda hangi gruplar arasında farklılık olduğunun belirlenmesi için ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı ($p < 0.05$).

Tablo 1.**Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri**

Materyal	Üretici firma	Fotobaşlatıcı	Organik Maktriks	İnorganik doldurucu	Doldurucu oranı (hacimce %)	Partikül büyüklüğü
Tetric EvoCeram Bulk fill	İvocalar Vivadent Liechtenstein	CQ, TPO, Ivocerin	Bis-GMA, UDMA, BIS-EMA	Baryum cam, itterbium trifluoride, karışık oksitler ve prepolimerler	% 60–61	0.04-3 µm
X-tra fil	Voco Almanya	N/A	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	Ba–B–Al–Si cam	% 70	2-3 µm
SDR	Densply Almanya	CQ	Modifiye UDMA, TEGDMA, EBPDMA, BHT, titanyum dioksit (UV stabilizatör), demir oksit pigmentleri	Baryumaluminofloro-borosilikat cam, stronsiyum- aluminofloro-borosilikat cam	% 45	4.2 nm

CQ: Kamforokinon, TPO: acyl phosphine oxide Bis- GMA: Bisphenol a-glycidyl methacrylateUDMA: urethane dimethacrylate Bis-EMA: Bisphenol A ethoxylated dimethacrylateTEGDMA: Triethylene glycol dimethacrylate EBPDMA: ethoxylated Bis-GMA BHT: Butil hidroksil tolin

Tablo 2.**Farklı ışık cihazları ile polimerize edilen 4 mm kalınlığındaki bulk fill kompozitlerin alt, üst yüzey mikrosertlik ve alt/üst yüzey mikrosertlik oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri ve istatistiksel farklılıkları (p<0.05)**

		Tetric Evo Ceram Bulk Fill	SDR	X-tra fil
Alt	Bluephase 20i	30.6 (11.8) ^{Aa}	29.4 (3.2) ^{Aa}	79.2 (6.7) ^{Ab}
	Valo	31.8 (11.9) ^{Aa}	32.6 (2.5) ^{Aa}	79.1 (10.7) ^{Ab}
	Hilux	36.6 (10.3) ^{Aa}	31.9 (4.7) ^{Aa}	82.8 (12.5) ^{Ab}
Üst	Bluephase 20i	37.9 (11.9) ^{Aa}	28.8 (6.04) ^{Ab}	90.6 (5.4) ^{Ac}
	Valo	35.0 (12.9) ^{Aa}	37.4 (6.3) ^{Ba}	87.8 (5.8) ^{Ab}
	Hilux	37.1 (7.6) ^{Aa}	36.0 (5.2) ^{BCa}	82.7 (13.1) ^{Ab}
Alt/Üst	Bluephase 20i	81.5 (21.0) ^{Aa}	107.0 (29.7) ^{Ab}	87.6 (7.9) ^{Aab}
	Valo	90.9 (20.4) ^{Aa}	91.3 (27.1) ^{Aa}	90.0 (10.6) ^{Aa}
	Hilux	98.1 (18.2) ^{Aa}	89.6 (11.7) ^{Aa}	100.7 (10.6) ^{Ba}

Alt, üst ve alt/üst yüzey oranı değerlerinden ayrı olarak kendi arasında değerlendirilmiştir. Sağdan sola farklı küçük harfler bulk fill kompozitlerin rezinler arasındaki farkı, yukarıdan aşağıya farklı büyük harfler ışık cihazları arasındaki farkı göstermektedir.

Tablo 3.**Farklı ışık cihazları ile polimerize edilen bulk fill kompozitlerin farklı derinliklerde (1, 2, 3, 4 mm) üst yüzeylerindeki mikrosertlik ortalama ve standart sapma değerleri ve istatistiksel farklılıkları (p<0.05)**

		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Tetric Evo Ceram Bulk Fill	Bluephase 20i	50.6 (1.4) ^a	45.3 (1.5) ^a	34.1 (2.6) ^b	21.5 (4.8) ^c
	Valo	45.4 (14.7) ^a	40.8 (11.3) ^a	31.7 (7.0) ^a	22.3 (7.4) ^a
	Hilux	45.8 (2.2) ^a	39.3 (3.6) ^{ab}	36.8 (2.9) ^b	26.6 (1.5) ^c
SDR	Bluephase 20i	32.0 (2.5) ^{ab}	35.1 (0.3) ^a	28.1 (1.3) ^b	20.0 (1.7) ^c
	Valo	40.2 (1.6) ^a	41.2 (0.7) ^a	40.0 (0.5) ^a	28.0 (6.5) ^b
	Hilux	38.1 (3.5) ^a	36.0 (7.1) ^a	38.8 (1.2) ^a	31.1 (5.4) ^a
X-tra Fil	Bluephase 20i	93.8 (2.2) ^a	93.8 (1.6) ^a	90.5 (3.7) ^a	84.3 (6.9) ^a
	Valo	90.3 (5.9) ^a	85.9 (4.6) ^a	92.4 (3.2) ^a	82.5 (5.2) ^a
	Hilux	83.5 (2.2) ^a	93.5 (1.0) ^b	91.1 (4.6) ^{ab}	62.6 (5.5) ^c

Her bir bulk fill kompozitlerin rezin diğerlerinden ayrı olarak kendi arasında değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Farklı ışık cihazları ile polimerize edilen bulk fill kompozitlerin alt, üst yüzeylerinden alınan mikrosertlik değerleri, alt/üst yüzey mikrosertlik oranları ve istatistiksel farklılıklar **Tablo 2**'de verilmiştir.

Hem alt hem de üst yüzeylerde bütün ışık cihazları ile polimerize edilen X-trafil diğer gruplara göre belirgin düzeyde yüksek mikrosertlik değerleri göstermiştir ($p<0.05$). Işık cihazları kıyaslandığında Tetric Evo Ceram Bulk Fill ve X-trafil kompozitlerin hem alt hem de üst yüzeylerinde ışık cihazları arasındaki farklılık mikrosertlik değişimine neden olmamıştır ($p>0.05$). Sadece SDR, Bluephase 20i ile polimerize edildiğinde diğer ışık cihazlarına göre örneklerin üst yüzeylerinde belirgin düzeyde daha düşük mikrosertik değerleri elde edilmiştir ($p<0.05$).

Kompozit tabakalarının (1, 2, 3 ve 4 mm) üst yüzeylerinin mikrosertlik değerleri ve istatistiksel farklılıkları verilmiştir (**Tablo 3**). Kompozit tabakaları mikrosertlik arasındaki ilişki incelendiğinde Valo ile polimerize edilen Tetric EvoCeram kompozit tabakalarının arasında istatistiksel olarak fark izlenmezken ($p>0.05$), Bluephase 20i ve halojen ile polimerize edilen örneklerde 4 mm de 1 mm'ye göre belirgin düzeyde azalma gözlenmiştir ($p<0.05$). Bluephase 20i ve Valo ile polimerize edilen SDR kompozitlerin 4 mm de 1 mm'ye göre belirgin düzeyde azalma gözlenirken ($p<0.05$), halojen ile polimerize edilen örneklerde kompozit tabakaları arasında fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bluephase 20i ve Valo ile polimerize edilen X-trafil kompozit tabakaları arasında fark gözlenmezken ($p>0.05$), Hilux ile polimerize edildiğinde 4. mm'sinde de 1. mm'ye göre belirgin düzeyde azalma gözlenmiştir ($p<0.05$).

TARTIŞMA

Kompozitlerin içerikleri (fotobaşlatıcılar, doldurucular ve organik matriksleri), ışık cihazlarının teknik özellikleri (ışık yoğunluğu, dalga boyu aralığı), polimerizasyon sonrası ortam, materyal tabakalarının kalınlığı gibi çok sayıda değişken bulk-fill kompozitlerin polimerizasyonunu etkilemektedir.²⁰ Kompozitlerin mikrosertliği esas olarak doldurucu büyüklüğü ve doldurucu miktarından etkilenmektedir.^{21,22} Bu çalışmada doldurucu içeriği yüksek olan X-trafil (%70.1), diğer kompozitlere göre hem üst hem alt yüzeylerde belirgin düzeyde yüksek mikrosertlik sonuçları göstermiştir. Doldurucu miktarının yanında, X-trafil kompozit içeriğinde doldurucu partiküllerin boyutu da, bu çalışmada kullanılan diğer bulk fill kompozitlere göre daha büyüktür (2-3 μ m). Doldurucu partiküllerin büyük olması kompozit içinde organik matriks yüzeylerinin azalmasına, ışığın cam içerikli doldurucu partiküllerden saçılarak daha alt tabakalara yayılımının sağlanmasına ve dolayısıyla polimerizasyon derinliğinin artmasına neden olur.²³ Tetric Evo Ceram Bulk Fill içeriğinde de

doldurucu miktarı fazladır (%60-61), ancak bu çalışmada X-trafil kompozit örneklerine göre daha düşük mikrosertlik değerleri elde edilmiştir. Bu farklılık, Tetric Evo Ceram Bulk Fill içindeki doldurucu boyutunun daha küçük ($>3\mu$ m) olmasına bağlanabilir. Akışkan bulk-fill kompozit olan SDR kompozitin doldurucu içeriği düşüktür (%45) ve bu çalışmada kullanılan bulk-fill kompozitler içindeki en translusent kompozittir. SDR kompozitin polimerizasyon derinliğini arttırmak için üreten bazlı metakrilat monomerler içine özel foto aktif gruplar eklenmiştir. Bu özel foto aktif grupların kamforokinon ile etkileşime girerek polimerizasyon sürecini ve polimerizasyon derinliğini arttırdığı bildirilmiştir.^{24,25} Bu çalışmada bütün ışık cihazları ile polimerize edilen SDR örneklerinin alt yüzeyleri, doldurucu içeriği daha yüksek olan Tetric Evo Ceram Bulk Fill ile benzer mikrosertlik değerleri göstermiştir. Flury ve ark.¹⁹ bulk-fill akışkan kompozit ile bulk-fill kompozitlerin mikrosertliklerini araştırdıkları çalışmalarında doldurucu miktarı düşük olan akışkan bulk-fill kompozitlerin (SDR, Filtek Bulk-Fill) diğer bulk-fill kompozitlere göre (X-trafil, Tetric Evo Ceram Bulk Fill) belirgin düzeyde düşük mikrosertlik değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Abouelleil ve ark.²⁶ yaptıkları çalışmada, SDR kompozitin Tetric Evo Ceram Bulk Fill'a göre daha düşük sertik sonuçları gösterdiğini belirtmişlerdir. Karaçolak ve ark.²⁷, bulk fill akışkan ve bulk fill restoratif kompozit kalınlıklarının mikrosertlik ve radyant enerjiye etkilerini inceledikleri çalışmalarında, doldurucu miktarı düşük olan akışkan bulk fill kompozitlerin (SDR, Filtek Bulk-Fill Flowable, X-tra Base Venus Bulk Fill) bulk fill restoratif kompozitlere göre (Aura, Filtek Bulk Fill, X-tra fil, Tetric Evo Ceram) alt yüzey sertlik oranlarının üst yüzeye göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı ışık cihazlarının mikrosertlik değerleri üzerine etkisi incelendiğinde bulk-fill kompozit olan Tetric Evo Ceram Bulk Fill ve X-tra fil kompozitlerde halojen veya LED ışık cihazları mikrosertlik değişimine neden olmamıştır. Sadece bulk fill akışkan kompozit SDR, Bluephase 20i ile polimerize edildiğinde, örneklerin üst yüzeyinde diğer ışık cihazlarına göre belirgin düzeyde düşük mikrosertlik değerleri göstermiştir. Bu farklılık kompozitlerin monomer kompozisyonları ve doldurucu içeriklerindeki farklılıklara bağlı olabilir. SDR kompozitin içeriğinde fotobaşlatıcı olarak sadece kamforokinon bulunmaktadır. Kamforokinonun en yüksek abzorban aralığı 430- 480 nm dalga boylarıdır.²⁸ Çalışmada kullanılan Bluephase 20i (385-515 nm), Valo (395-480 nm) ve Hilux (450-520 nm) bu dalga boylarını kapsamaktadır. Ancak Bluephase 20i'ye göre diğer iki ışık cihazı daha dar dalga boyu aralığında polimerizasyonu gerçekleştirmektedir. Bu farklılık SDR kompozitte belirlenen mikrosertlikteki farklılığın nedeni olabilir.

Topçu ve ark.²⁹ yaptıkları mikrosertlik çalışmalarında Clearfil APX örneklerinin üst yüzeylerinde halojen (600 mW/cm²) ile polimerizasyona göre, LED (950 mW/cm²) polimerizasyonunda daha düşük mikrosertlik değerleri elde etmişlerdir. Sonuç olarak ışık cihazının yoğunluğunun fazla olmasının, bu kompozit örneklerinin üst yüzeylerinde mikrosertlik değerlerini olumlu yönde değiştirmedini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da daha az ışık yoğunluğuna sahip Hilux (600 mW/cm²) ve Valo (1000 mW/cm²) ışık cihazları, SDR kompozit örneklerinin üst yüzeyinde Bluephase 20i (1200 mW/cm²) ışık cihazına göre daha yüksek mikrosertlik değerleri göstermiştir. Ancak örneklerin alt yüzeylerinde farklı yoğunluklara sahip ışık cihazları arasında fark gözlenmemiştir.

Mikrosertlik çalışmalarında çoğu araştırmacı polimerizasyon etkinliğini, alt ve üst yüzeylerin mikrosertlik ölçümlerini oranlayarak yapmaktadır.^{30,31,32} Yeterli polimerizasyon için alt yüzeyin üst yüzeye oranının % 80 ve üzerinde olmasını yeterli kabul etmektedir.^{30,31,32} Ancak alt/üst yüzeylerin oranına göre polimerizasyon etkinliğini değerlendirmek çok mantıklı görünmemektedir. Çünkü her iki yüzeyde de yetersiz polimerizasyon ve düşük mikrosertlik değerleri oranlandığı zaman alt/üst yüzey mikrosertlik oranları yüksekmış gibi yorumlanabilmektedir. Örneğin bu çalışmada Bluephase 20i ile polimerize edilen SDR kompozitin üst yüzeylerinde diğer gruplara göre belirgin oranda düşük mikrosertlik değerleri elde edilmiş iken, alt/üst yüzey oranı göz önüne alındığında en yüksek değerler bu grupta elde edilmiş gibi görünmektedir. Benzer şekilde Karaçolak ve ark.²⁷, akışkan bulk fill kompozitlerin bulk fill restoratif kompozitlere göre 4 mm kalınlıkta üst ve alt yüzey mikrosertlik değerlerinin daha düşük olduğunu, ancak alt/üst yüzey mikrosertlik oranlarının % 80 ve üzeri değere ulaştığını bildirmişlerdir. Bu nedenle grupların karşılaştırılması yapılırken yüzdelerin kıyaslanması değil, üst ve alt yüzeylerden alınan mikrosertlik değerlerinin doğrudan karşılaştırılması yapılmıştır.

Kompozit rezin içerisinden geçerken, ışığın yoğunluğu, doldurucu partikül ve rezin matriksten kaynaklanan saçılmalar nedeniyle azalmaktadır.³³ Yoğunlukta görülen bu azalma yüzeyden alt tabakalara doğru indikçe artmaktadır.³³ Flury ve ark.¹⁹ iki farklı bulk fill kompozit ve iki farklı bulk fill akışkan kompozitin mikrosertliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında SDR, Filtek BulkFill ve X-tra fil kompozitlerde 6 mm'ye kadar, kompozit tabakaları arasında fark gözlememişlerdir. Ancak Tetric Evo Ceram Bulk Fill kompozit tabakalarının artmasının, mikrosertlikte belirgin düzeyde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Zorzin ve ark.³² farklı bulk fill kompozit ve bulk fill akışkan kompozitlerin mikrosertliklerini araştırdıkları çalışmalarında, SDR kullanılan gruplarda 4 mm kalınlıkta kompozitin sertliğinde ve polimerizasyon derecesinde değişim olmadığını, Tetric Evo Ceram Bulk Fill'de ise 4 mm kalınlığında belirgin düzeyde azalma olduğunu

olduğunu gözlemişlerdir. Abouelleil ve ark.²⁶ farklı bulk- fill kompozitlerin mekanik özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, LED ışık cihazı ile polimerize edilen SDR kompozitlerin 0 ile 4 mm arasında mikrosertlik değerlerinde belirgin oranda azalma olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada da farklı ışık cihazları ile polimerize edilen Tetric Evo Ceram Bulk Fill örneklerinin hepsinde 1 ve 4 mm arasında kompozit tabakaları arasında azalma belirlenmiştir. SDR grubunda diğer çalışmalardan farklı olarak LED ile polimerize edilen örneklerde 1 ve 4 mm arasında belirgin oranda azalma tespit edilirken, halojen ile polimerizasyon tabakalar arasında mikrosertlik değişimine neden olmamıştır. X-tra-fil kompozitte ise LED ışık cihazları kompozit tabakaları arasında mikrosertlik değişimine neden olmamış iken, halojen ışık cihazı 1 ve 4 mm arasında mikrosertlikte belirgin oranda azalmaya neden olmuştur. Bulk- fill kompozitler ile yapılan mikrosertlik çalışmalarından elde edilen bu farklı sonuçların nedeni kullanılan ışık cihazındaki farklılık veya kullanılan kalıplardaki farklılık nedeni ile olabilir.³⁴ Flurry ve ark.¹⁹ çalışmalarında, kompozit örnekleri metal kalıplar yerine ışığı daha az absorbe eden, daha derin tabakalara yayılımını sağlayan teflon kalıplarla hazırlamışlardır. Li ve ark.²⁸, kalıplardan içsel saçılımın daha az olabilmesi için araştırmalarında paslanmaz çelik ve teflon kalıplar yerine transparan polimetilmetakrilat kalıplar kullanmışlardır. Transparan olmayan kalıpların bütün ışık enerjisini alt yüzeylere ulaştıramadığı, ışık şiddetini belirgin oranda azalttığı bildirilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları doğrultusunda test edilen hipotezler ret edilmiştir.

1. X-trafil diğer iki bulk fill kompozite göre belirgin oranda daha yüksek mikrosertlik değerleri göstermiştir.
2. LED ve halojen ışık cihazları Tetric Evo Ceram Bulk Fill ve X-trafil kompozitlerde mikrosertlik değişimine neden olmamış iken, Bluephase 20i diğer ışık cihazlarına göre SDR kompozitlerin üst yüzeylerinde mikrosertlik miktarını düşürmüştür.
3. Tetric Evo Ceram Bulk Fill kompozit tabakaları arasında mikrosertlikte azalma gözlenmiştir.
4. LED ışık cihazı X-trafil kompozitlerin tabakaları arasında azalmaya neden olmamış iken, halojen ışık cihazı azalmaya neden olmuştur.
5. LED ışık cihazları SDR kompozitlerin tabakalarında mikrosertlikte azalmaya neden olmuş, ancak halojen ışık cihazı ile polimerize edilen SDR kompozitlerde kompozit derinliği mikrosertlik değişimine neden olmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Sunnegardh-Grönberg K, van Dijken JWV, Funegardh U, Lindberg A, Nilsson M. Selection of dental materials and longevity of replaced restorations in Public Dental Health clinics in northern Sweden. *J Dent* 2009; 37: 673-8
2. Van Dijken JWV, Pallesen U. A randomized controlled three year evaluation of bulk-filled posterior resin restorations based on stress decreasing resin technology. *Dent Mater* 2014; 30: e246-51.
3. Sakaguchi RI, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent* 1992; 20: 183-8.
4. Pilo R, Celgiesser D, Cardash HS. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *J Dent* 1999; 27: 235-41.
5. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater* 2011; 27: 29-38.
6. SDR. Instructions for use. Dentsply Caulk; 2012, Available from, <http://dentsply.com.tr/ürünler/restoratif/kompozitler/sdrTM-0>
7. Tetric Evo Ceram Bulk Fill Instructions for use. Ivoclar Vivadent; 2011. Available from, <http://www.ivoclarvivadent.com/en/p/all/products/restorative-materials/composites/tetric-evoceram-bulk-fill>
8. X-tra fill. Instructions for use. Voco; 2010. Available from, http://www.voco.com/tr/product/x_tra_fill/index.html
9. Tomaszewska IM, Kearns JO, Ilie N, Fleming GJP. Bulk fill restoratives: To cap or not to cap- That is the question? *J Dent* 2015; 43: 309-16.
10. Al-Ahdal K, Ilie N, Silikas N, Watts DC. Polymerization kinetics and impact of post polymerization on the degree of conversion of bulk- fill resin-composite at clinically relevant depth. *Dent Mater* 2015; 31(10): 1207-13.
11. Eliades GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA. Degree of double bond conversion in light-cured composites. *Dent Mater* 1987; 3: 19-25.
12. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res* 1986; 20: 121-31.
13. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent* 1998; 26: 239-43
14. Miyazaki M, Hattori T, Ichiishi Y, Kondo M, Onose H, Moore BK. Evaluation of curing units used in private dental offices. *Oper Dent* 1998; 23: 50-4.
15. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Millis RW. Light-emitting diode (LED) polymerization of dental composites: Flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials* 2000; 21: 1379-85.
16. Schattenberg A, Lichtenberg D, Stender E, Willershausen B, Ernst CP. Minimal exposure time of different LED-curing devices. *Dent Mater* 2008; 24: 1043-9.
17. Tarle Z, Attin T, Marovic D, Andermatt L, Ristic M, Tauböck TT. Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 831-40.
18. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42: 993-1000.
19. Flury S, Peutzfeld A, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composite. *Dent Mater* 2014; 30: 1104-12.
20. Amirouche-Korichi A, Mouzali M, Watts DC. Effects of monomer ratios and highly radiopaque fillers on degree of conversion and shrinkage-strain of dental resin composites. *Dent Mater* 2009; 25: 1411-8.
21. Leprince JG, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabil* 2010; 37: 364-76.
22. Hahnel S, Dowling AH, El-Safty S, Fleming GJP. The influence of monomeric resin and filler characteristics on the performance of experimental resin-based composites (RBCs) derived from a commercial formulation. *Dent Mater* 2012; 28: 416-23.
23. Ilie N, Stark K. Curing behavior of high-viscosity bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42: 977-85.
24. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, Giangrosso G, Juloski J, Vichi A. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater* 2014; 30: 688-94.
25. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares ES, Martin AA, et al. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater* 2015; 31: 1542-51.
26. Abouelleil H, Pradelle N, Villat C, Attik N, Colon P, Grosgeat B. Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composite. *Restor Dent Endod* 2015; 40: 262-70.
27. Karaçolak G, Turkun SL, Boyacıoğlu H, Ferracane JL. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. *Dental Materials Journal*, 2018, 37: 206-13.

- 28.Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2015; 43: 664-72.
- 29.Topçu FT, Erdemir U, Şahinkesen G, Yıldız E, Uslan İ, Acikel C. Evaluation of microhardness surface roughness, and wear behaviour of different types of resin composites polymerized with two different light sources. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2010; 92: 470-8.
- 30.Schattenberg A, Lichtenberg D, Stender E, Willershhausen B, Ernst CP. Minimal exposure time of different LED curing devices. *Dent Mater* 2008; 24: 1043-9.
- 31.Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions *Oper Dent* 2004; 29: 698-704.
- 32.Zorzin J, Maier E, Harre S, Fey T, Belli R, Lohbaouer U, et al. Bulk-fill resin composites: Polymerization properties and extended light curing. *Dent Mater* 2015; 31: 293-301.
- 33.Price RB, Murphy DG, Derand T. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quint Int* 2000; 31: 659-67.
- 34.Flury S, Hayoz S, Peutzfeld A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012, 28: 521-8.

Yazışma Adresi:

Evrin ELİGÜZELOĞLU DALKILIÇ
Bezmailem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi AD
Adnan Menderes Bulvarı (Vatan cad)
34093 Fatih, İstanbul
Tel : +90 212 523 22 88
E Posta: eeliguzeloglu@hotmail.com