

KOMPOZİT REZİNLERİN POLİMERİZASYON DERİNLİĞİNE FARKLI RENK VE POLİMERİZASYON TEKNİKLERİNİN ETKİSİ

EFFECT OF DIFFERENT SHADE AND POLIMERIZATION TECHNIQUES ON CURING DEPTH OF COMPOSITE RESINS

Oya BALA *

Mine Betül ÜÇTAŞLI[†]

Hacer Deniz Arısu[#]

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı üç farklı kompozit rezinin polimerizasyon derinliğine farklı renkler ve polimerizasyon tekniklerinin (geleneksel ve pulse-delay) etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada iki hibrit kompozit rezin (Filtek Z250 ve Tetric Ceram) ve bir ormocer esaslı kompozit rezin'in (Admira) farklı renkleri (A1,A2,A3,A3.5,B3,C2,D3,UD) kullanılarak 4 mm çapında 6 mm derinliğinde silindirik şekilde örnekler hazırlandı. Hazırlanan örnekler geleneksel veya pulse-delay teknik ile polimerize edildi. ISO 4049'da tanımlanan kazıma testine göre örneklerin alt yüzeylerindeki polimerize olmamış yumuşak materyal plastik bir spatülle sert materyal elde edilinceye kadar kazındı. Polimerize olmuş materyal kalınlığı mikrometre kullanılarak ölçüldü ve elde edilen değerlerin %50'si polimerizasyon derinliği olarak kaydedildi.

Bulgular: Tetric Ceram ve Admira'nın (A1 rengi hariç) tüm renklerinde her iki polimerizasyon tekniği arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$), Filtek Z250'nin (C2 rengi hariç) tüm renklerinde ise her iki polimerizasyon tekniği arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu belirlendi ($p<0.05$). Kompozit rezinin renginin polimerizasyon derinliği üzerine etkisi incelendiğinde; Filtek Z250'nin her iki polimerizasyon tekniğinde de incelenen tüm renklerinin polimerizasyon derinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu ($p<0.05$), diğer iki materyalin ise bazı renkleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu gözlemlendi. Ayrıca her iki polimerizasyon tekniğinde de incelenen materyaller arasında istatistiksel olarak farklılığın olduğu belirlendi ($p<0.05$).

Sonuç: Çalışmadan elde edilen bulgular polimerizasyon derinliği üzerinde polimerizasyon tekniğinin kompozit rezinin renginin ve yapısının etkisinin olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimerizasyon derinliği, kazıma testi, pulse-delay teknik, kompozit rezin.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to assess the effects of different polymerization techniques (conventional and pulse-delay) and shades to curing depths of three different composite resins.

Material and Methods: Different shades of two hybrid composite resins (Filtek Z250 and Tetric Ceram) and an ormocer based composite resin (Admira) were used to prepare cylindrical specimens, 4 mm in diameter and 6 mm in depth. The specimens were polymerized with using either conventional or pulse-delay technique. The unpolymerized soft material at the bottom surfaces of the specimens were scraped with a plastic scalpel until reaching the hard material as described in ISO 4049. The polymerized material's thickness was measured with a micrometer and 50% of this value was recorded as depth of cure.

Results: No significant differences was observed between two polymerization techniques for all shades of Tetric Ceram and Admira (except A1) ($p>0.05$), however there were significant differences between two polymerization techniques for all shades of Filtek Z250 (except C2) ($p<0.05$). When effect of composite resin shade on the curing depth was examined, there were significant differences between all shades of Filtek Z250 for both polymerization techniques ($p<0.05$) and there were also significant differences between some shades of the other two materials. Additionally, there were significant differences between tested materials for both polymerization techniques.

Conclusion: The results of study revealed that polymerization techniques, structure and shade of composite resin may influence the depth of cure.

Key words: Depth of cure, scraping method, pulse-delay technique, composite resin

Makale Gönderiliş Tarihi : 12.05.2008

Yayına Kabul Tarihi : 25.09.2008

* Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Prof Dr

[†] Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Doç Dr

[#] Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Dr

GİRİŞ

Günümüzde ışıkla polimerize olan kompozit rezinler diş hekimliğinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu materyaller kullanım açısından hekime, estetik özellikleri açısından da hastaya olumlu özellikler sunmaktadır.

Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerin polimerizasyonu, minimum 400-500 nm dalga boyundaki ışığın uygulanması ile gerçekleşir²⁶. Işık uygulanımını takiben materyalin yapısında arzu edilmeyen birtakım olayların geliştiğini bildiren birçok çalışma bulunmaktadır^{6,8,11,20-22}. Bunlardan biri polimerizasyon sonrası kompozit materyalin yapısında meydana gelen büzülmedir³³. Bunun da diş yapısı ile kompozit materyal arasındaki bağlanmayı olumsuz etkilediği ve sonuçta restorasyon kenarlarında mikrosızıntı, postoperatif hassasiyet ve çürük oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir^{6,8,11,14,20}.

Son yıllarda polimerizasyon büzülmesini azaltmak/yok etmek için geleneksel olarak minimum 400 mW/cm² ışık gücündeki ışık cihazı ile 40 saniye ışık uygulanarak gerçekleştirilen polimerizasyon tekniğine alternatif bazı klinik teknikler geliştirilmiştir²⁹. Bunlardan biri de pulse-delay tekniğidir. Bu teknikte polimerizasyon kısa bir süre düşük güçte ışık uygulanımı ile başlatılır, kısa bir süre beklendikten sonra daha yüksek güçte ışık uygulanarak polimerizasyon tamamlanır^{1,32}. Birçok çalışmada bu uygulamanın kompozit rezin ile kavite duvarları arasında aralık oluşumunu azalttığı rapor edilmiştir^{15,20}.

Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerin diğer bir dezavantajı ise polimerizasyonun kompozit materyalin her bölgesinde aynı oranda meydana gelmemesidir. Buna polimerizasyonun ışık uygulanan yüzeyde başlamasının neden olduğu bildirilmiştir^{18,25}. Yüzeyde uygulanan ışığın gücünün restorasyon tabanına doğru azalması, bu bölgede yeterince polimerize olmamış bir miktar monomerin artık olarak kalmasına neden olur^{2,3,27}. Bunun da kompozit restorasyonun fiziksel, mekanik ve biyolojik özellikleri ve dolayısıyla da klinik performansı üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bildirilmiştir^{5,11,23,28}.

Kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliği infrared spektroskopisi, lazer Raman spektroskopisi, sertlik, kazıma

gibi değişik teknikler ile incelenebilir^{3,4,12,18,24,33}. Bunlardan en basit olanlarından biri ISO tarafından tarif edilen ve farklı kompozit materyallerin polimerizasyon derinliğini kıyaslama imkanı sunan kazıma testidir^{14,15,17}. DeWald ve Ferracene⁷ kazıma testi sonuçlarını polimerizasyon derinliğini saptamada kullanılan diğer tekniklerle karşılaştırmış ve sonuçların birbirine çok benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğini kompozit materyalin organik ve inorganik yapısı, rengi, optik özellikleri, ışık kaynağının gücü, ışık cihazının uç kısmı ile restorasyon arasındaki mesafe, restorasyonun kalınlığı gibi değişik faktörler etkileyebilir^{13,25}. Literatürde pulse-delay polimerizasyon tekniği ile polimerizasyonun, kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesi üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildiren birçok çalışma bulunmaktadır^{1,20,31,33}. Ancak bu tekniğin kompozit rezinlerin farklı renklerinin polimerizasyon derinliği üzerine etkisi hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı iki hibrit (Filtek Z250 ve Tetric Ceram) ve bir ormoser esaslı (Admira) kompozit rezinin polimerizasyon derinliğine kompozitin farklı renklerinin ve geleneksel ve pulse-delay teknik ile polimerizasyonun etkisini incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Tablo I'de verilen üç farklı kompozit rezinin farklı renkleri kullanıldı. Kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğini incelemek amacıyla 4 mm çapında 6 mm derinliğinde silindirik şekilde paslanmaz çelik kalıplar kullanıldı. Kalıplar öncelikle siman camı üzerine yerleştirilen şeffaf bant üzerinde yerleştirdi. Daha sonra içleri test edilecek kompozit rezin ile dolduruldu ve takiben kompozit rezinin üzerine ikinci bir şeffaf bant ve siman camı yerleştirilerek hafif basınç uygulandı. Hazırlanan kompozit rezin örnekler camın üzerinden geleneksel (600 mW/cm²'de 40 saniye) veya pulse-delay teknik (başlangıçta 200 mW/cm²'de 10 saniye, 30 saniye bekleme ve son olarak 600 mW/cm²'de 30 saniye) ile halojen ışık cihazı (Hilux Ultra Plus, Benlioğlu, Türkiye) kullanılarak polimerize edildiler. Her polimerizasyon tekniğinde de kullanılan ışık cihazının gücü radiometer cihazı (Hilux

Tablo I. Çalışmada incelenen materyaller ve özellikleri.

Materyaller	Tip	Organik matris	İnorganik doldurucu tipi	Doldurucu hacmi (%)	Doldurucu partikül boyutu (µm)
Filtek Z250 (3M-ESPE, Amerika)	Hibrit kompozit rezin	BIS-GMA, UEDMA, Bis-EMA	Zirconia/Silica	60	0.01-3.5 (ortalama-0.6)
Tetric Ceram (Vivadent, Liechtenstein)	Hibrit kompozit rezin	BIS-GMA, UEDMA, TEG-DMA	Baryum glass, ytterbium triflorid, Ba-Al-Florosilikat glass, silicon dioksit ve sferoid mixed oksit	60	0.04-3.0 (ortalama-0.7)
Admira (Voco, Almanya)	Ormoser esaslı kompozit rezin	İnorganik-organik kopolimerler (ormoser), alifatik ve aromatik dimetakrilatlar	-	57	0.04-1.2 (ortalama-0.7)

Curing Light Meter, Benlioğlu, Türkiye) kullanılarak standardize edildi. Polimerizasyondan hemen sonra örnekler kalıplardan çıkarıldı ve alt yüzeylerindeki yumuşak kompozit materyal araştırmacılarından biri tarafından plastik bir spatül kullanılarak hafifçe sert materyal elde edilinceye kadar kazındı. Geriye kalan polimerize olmuş materyal derinliği örneğin merkezinden itibaren bir mikrometre (Mitutoyo Corp, Japonya) kullanılarak ölçüldü¹⁵ ve elde edilen değerlerin %50'si polimerizasyon derinliği olarak kaydedildi¹⁶.

Her test grubu için 5 örnek hazırlandı. Elde edilen değerlerden her grubun aritmetik ortalaması elde edildi. Kompozit rezinler, renkler ve polimerizasyon teknikleri arasındaki ilişki varyans analizi (ANOVA) ile çoklu karşılaştırmalar ise Tukey testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

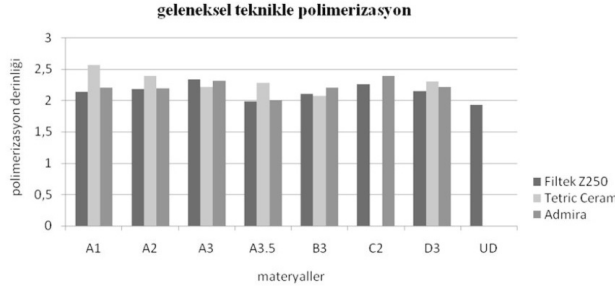
BULGULAR

Çalışmada ISO 4049; 2000 ve 1988 standartlarına göre test edilen kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliklerinin 1.98 (3.96) mm'den daha fazla olduğu gözlemlendi (Tablo II).

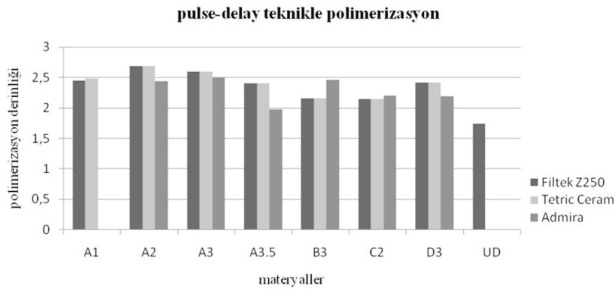
Tablo II: ISO 4049; 2000 standartlarına göre çalışmada incelenen kompozit rezinlerin farklı renklerinin polimerizasyon derinliğinin aritmetik ortalaması ve standart sapma değerleri (Parentez içerisindeki değerler ISO 4049; 1988 standartlarına göre hesaplanan değerlerdir).

Renk	Filtek Z250		Tetric Ceram		Admira	
	geleneksel	pulse-delay	geleneksel	pulse-delay	geleneksel	pulse-delay
A1	2.13 (4.26) ± 0.03	2.45 (4.91) ± 0.30	2.56 (5.13) ± 0.12	2.48 (4.96) ± 0.20	2.20 (4.40) ± 0.10	2.44 (4.88) ± 0.12
A2	2.18 (4.37) ± 0.04	2.68 (5.36) ± 0.28	2.39 (4.78) ± 0.14	2.30 (4.61) ± 0.02	2.19 (4.38) ± 0.05	2.10 (4.20) ± 0.10
A3	2.33 (4.67) ± 0.01	2.60 (5.20) ± 0.20	2.21 (4.43) ± 0.46	2.37 (4.75) ± 0.13	2.31 (4.63) ± 0.27	2.50 (5.00) ± 0.10
A3.5	1.98 (3.96) ± 0.05	2.40 (4.81) ± 0.07	2.28 (4.56) ± 0.02	2.20 (4.40) ± 0.17	2.00 (4.01) ± 0.20	1.98 (3.96) ± 0.15
B3	2.10 (4.20) ± 0.01	2.16 (4.33) ± 0.05	2.07 (4.15) ± 0.13	2.06 (4.13) ± 0.10	2.20 (4.40) ± 0.51	2.46 (4.93) ± 0.05
C2	2.26 (4.53) ± 0.20	2.15 (4.31) ± 0.10	-	-	2.29 (4.58) ± 0.23	2.20 (4.40) ± 0.17
D3	2.15 (4.31) ± 0.15	2.42 (4.85) ± 0.18	2.30 (4.61) ± 0.24	2.35 (4.71) ± 0.07	2.21 (4.43) ± 0.10	2.19 (4.39) ± 0.10
UD	1.93 (3.86) ± 0.05	1.74 (3.48) ± 0.10	-	-	-	-

(Grafik 1), pulse-delay teknikte ise en yüksek polimerizasyon derinliğinin A2 ile elde edildiği bunu A3, A1, D3, A3.5, UD, B3 ve C2'nin izlediği görüldü (Grafik 2).



Grafik 1. Geleneksel teknikle polimerize edilen tüm örneklerin polimerizasyon derinliği



Grafik 2. Pulse-delay teknikle polimerize edilen tüm örneklerin polimerizasyon derinliği

Hem geleneksel hem de pulse-delay teknik ile polimerize edilen Tetric Ceram'da en yüksek polimerizasyon derinliğinin A1 renginde en düşük değerlerin ise B3 ile elde edildiği gözlemlendi.

Hem geleneksel hem de pulse-delay teknik ile polimerize edilen Admira'da ise en yüksek polimerizasyon derinliğinin A3 renginde en düşük değerlerin ise UD ile elde edildiği tespit edildi.

Polimerizasyon derinliği kompozit materyaller arasında karşılaştırıldığında, geleneksel teknik ile polimerizasyonda Filtek Z250 ile Admira arasında incelenen tüm renklerde istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$), Filtek Z250 ile Tetric Ceram arasında ise B3 ve D3 renkleri hariç ($p>0.05$) diğer renklerde aralarında istatistiksel olarak farklılığın olduğu gözlemlendi ($p<0.05$). Tetric Ceram ile Admira arasında A3 ve B3 renkleri hariç ($p>0.05$) diğer renklerin polimerizasyon derinlikleri arasında önemli farklılığın olduğu saptandı ($p<0.05$).

Pulse-delay teknikle polimerize edilen örneklerde, Filtek Z250 ile Tetric Ceram arasında A2, A3, A3.5 ve D3 renklerinde polimerizasyon derinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu ($p<0.05$); A1 ve B3 renklerinde ise polimerizasyon derinlikleri arasında anlamlı farklılığın olmadığı görüldü ($p>0.05$). Filtek Z250 ile Admira arasında A1, A3, B3 ve C2 renklerinde polimerizasyon derinlikleri arasında farklılık gözlenmezken ($p>0.05$), A2, A3.5 ve UD renklerinde aralarında anlamlı farklılığın olduğu saptandı ($p<0.05$). Tetric Ceram ile Admira karşılaştırıldığında ise A1, A2, A3, B3 ve C2 renklerinde aralarında fark olmadığı ($p>0.05$), A3.5 ve D3 renklerinde aralarında anlamlı farklılığın olduğu gözlemlendi ($p<0.05$) (Tablo III).

TARTIŞMA

Işıklı polimerize olan kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğinin, polimerizasyonda kullanılan ışık cihazının özellikleri ve ışık uygulama süresi ile yakından ilişkisi bulunmaktadır^{14,19,21,27,29,30}. Rueggeberg ve arkadaşları²⁶ 2 mm kalınlığındaki bir kompozit restorasyonu polimerize etmek için ışık cihazının minimum 400 mW/cm² gücünde olması ve 40 saniye süre ile ışık uygulanması gerektiğini rapor etmişlerdir. Işık cihazlarının gücünün artırılmasının polimerizasyon derinliği üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildiren çalışmalar^{9,19}, günümüzde daha güçlü (>600 mW/cm²) ışık cihazlarının gelişmesine neden olmuştur. Polimerizasyon amacıyla ne kadar güçlü ışık cihazları kullanılırsa, kompozit materyalin o kadar fazla polimerizasyon büzülmesine maruz kalacağı birçok çalışmada belirtilmiştir^{29,34}. Bu etkiyi azaltabilmek için güçlü ışık cihazlarını farklı modlarda kullanılmasına imkan veren pulse-delay gibi polimerizasyon teknikleri geliştirilmiştir.

Polimerizasyon birbirini takip eden dört basamaklı süreç sonucu gelişen bir olaydır¹. Bu süreçte kullanılan ışık uygulama tekniğinin polimerizasyon sonucunda oluşan polimerin farklı yapıda oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir³¹. Pulse-delay teknikte başlangıçta düşük oranda polimerizasyon ile elde edilen kimyasal reaksiyon, gel noktasına gelmeden kompozit materyalin içersinde gelişen streslerin etkisinin yüksek oranda rahatlamasına neden olur ve daha sonra tekrar yüksek şiddette ışık uygu-

Tablo III. Geleneksel ve pulse-delay teknikle polimerize edilen kompozit rezinlerin farklı renklerinin polimerizasyon derinlikleri arasındaki ilişkiyi gösteren anlamlılık tablosu.

			A1	A2	A3	A3.5	B3	C2	D3
Filtek Z250	UD	Geleneksel	*	*	*	-	*	*	*
		Pulse-delay	*	*	*	*	*	*	*
	D3	Geleneksel	-	-	*	*	-	-	
		Pulse-delay	-	-	-	-	*	*	
	C2	Geleneksel	-	-	-	*	-		
		Pulse-delay	*	*	*	*	-		
	B3	Geleneksel	-	*	*	*			
		Pulse-delay	*	*	*	*			
	A3.5	Geleneksel	*	*	*				
		Pulse-delay	-	*	*				
	A3	Geleneksel	*	*					
		Pulse-delay	-	-					
	A2	Geleneksel	-						
		Pulse-delay	-						
Tetric Ceram	D3	Geleneksel	*	-	-	-	*		
		Pulse-delay	-	-	-	*	*		
	B3	Geleneksel	*	*	-	*			
		Pulse-delay	*	*	*	-			
	A3.5	Geleneksel	*	-	*				
		Pulse-delay	*	-	*				
	A3	Geleneksel	-	-					
		Pulse-delay	-	-					
	A2	Geleneksel	*						
		Pulse-delay	-						
Admira	D3	Geleneksel	*	*	*	*	*	*	
		Pulse-delay	*	*	*	*	*	*	
	C2	Geleneksel	-	-	-	*	-		
		Pulse-delay	*	-	*	*	*		
	B3	Geleneksel	-	-	-	-			
		Pulse-delay	-	*	-	*			
	A3.5	Geleneksel	*	*	*				
		Pulse-delay	*	-	*				
	A3	Geleneksel	-	-					
		Pulse-delay	-	*					
A2	Geleneksel	-							
	Pulse-delay	*							

lanması ile polimerizasyon reaksiyonu devam eder. Böylece kompozit materyalin büzülmesine neden olan streslerin azalması için gerekli süre sağlanmış olur¹.

Bu çalışma öncelikle kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliği üzerinde pulse-delay tekniğinin geleneksel ışık uygulama tekniğine göre avantajının olup olmadığını görmek amacıyla planlandı. İncelenen kompozit rezin örnekleri 600 mW/cm² gücünde halojen ışık cihazı kullanılarak polimerize edildi. Geleneksel ışık uygulama tekniğinin

de 600 mW/cm² gücündeki ışık 40 saniye süre ile uygulandı. Pulse-delay teknikte ise ışık cihazı başlangıçta 200 mW/cm² gücünde 10 saniye uygulandıktan sonra 30 saniye beklendi. Takiben ışık cihazının gücü 600 mW/cm²'ye çıkarıldı ve 30 saniye daha ışık uygulandı. Her uygulamadan önce cihazın gücü radimetre ile ölçülerek cihazın gücü standardize edildi.

Çalışmada kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliği ISO 4049'da¹⁶ tarif edilen kazıma testine göre ince-

lendi. Bu test polimerizasyon derinliğini karşılaştırma olanağı sunan, uygulanması oldukça kolay, özel laboratuvar aletleri gerektirmeyen bir test tekniği olarak tanımlanmıştır. Testin uygulanmasında kazıma amacıyla kullanılan alet, uygulanan kuvvet ve kazıma hızı gibi bazı konulara dikkat edilmesinin gerektiği bildirilmiştir¹⁷ ve ayrıca kompozit örneklerin hazırlanmasında paslanmaz çelik kalıplar kullanılması da tavsiye edilmiştir⁹. Bu nedenle çalışmada paslanmaz çelik kalıplarda hazırlanan tüm örneklere kazıma işlemi aynı araştırmacı tarafından ve plastik bir spatula kullanılarak gerçekleştirildi.

Polimerizasyon derinliği ISO 4049 (1988)'de¹⁵ yumuşak kısım kaldırıldıktan sonra kalan kompozit örneğin total uzunluğu olarak tanımlanırken, ISO 4049 (2000)'de¹⁶ yumuşak kısım kaldırıldıktan sonra kalan kompozit örneğin %50'si olarak tanımlanmıştır. ISO kompozit örneklerin yeterli polimerize olduğunu kabul etmek için ışık ile polimerize edilen örneklerin polimerize olmamış yumuşak kısımları kazındıktan sonra kalan örnek uzunluğunun %50 sinin 1.5 mm'den kısa olmaması gerektiğini de bildirmiştir ve eğer örnek uzunluğu bundan kısaysa üreticisinin tavsiye ettiği ışık uygulama süresinin iki katına çıkarılmasının gerekli olduğunu rapor etmişlerdir⁹.

Çalışmamızda incelenen tüm kompozit örneklerin polimerize olmamış yumuşak kısımları kazındıktan sonra kalan örnek uzunluğunun %50'si hesaplanarak elde edilen polimerizasyon derinliklerinin en düşük değerinin 1.98 mm olduğu kaydedildi. Bu da hem geleneksel hem de pulse-delay polimerizasyon tekniği ile polimerize edilen tüm kompozit örneklerin yeterli miktarda polimerize olduğunu göstermektedir.

Geleneksel polimerizasyon tekniği ile pulse-delay teknik karşılaştırıldığında sadece Filtek Z250'nin polimerizasyon derinliğinin her iki polimerizasyon tekniği arasında istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, Tetric Ceram ve Admira'nın polimerizasyon derinliği üzerinde ise polimerizasyon tekniğinin herhangi bir etkisinin olmadığı saptandı. Bunun Filtek Z250'nin içerdiği doldurucu partiküllerin boyutunun diğer kompozitlerin doldurucu partiküllerinin boyutundan küçük olmasından ileri gelebilir. Filtek

Z250'de doldurucu partikül olarak zirconyum-silika partikülleri kullanılmıştır ve bu partiküllerin minimum boyutu 0.01 µ'dur. Bir kompozit rezinin yapısındaki doldurucu partiküllerin boyutunun küçülmesi polimerizasyonda kullanılan ışığın daha fazla saçılmasına ve dolayısıyla ışığın kompozit içerisine yeterince penetre olamamasına neden olduğunu bildiren çalışma bulguları^{9,13,24,27} bu bulgumuzu destekler niteliktedir.

Kompozit rezinin polimerizasyon derinliğini etkileyen diğer bir faktörde kompozit rezinin rengi ve opasitesidir. Bazı çalışmalarda koyu renkli kompozit materyallerin polimerizasyon derinliklerinin açık renklilere göre daha az olduğu, bununda kompozit içerisine ilave edilen renklendirici ajanlar nedeniyle gerçekleştiği bildirilmiştir^{18,21,32}. Bazı çalışmalarda ise kompozit materyalin polimerizasyon derinliğinin renkten ziyade opasiteden etkilendiği ve opasitesi daha fazla olan kompozit materyallerin polimerizasyon derinliğinin daha düşük olduğu bildirmiştir^{10,18,29}. Daha koyu ve daha opak kompozit materyallerin polimerizasyon derinliğini arttırmanın ya ışık uygulama süresinin arttırılması ya da bu materyallerin daha ince tabakalar halinde uygulanması ile mümkün olabileceği bildirilmiştir¹.

Çalışmamızda kompozit rezinin renginin polimerizasyon derinliği üzerine etkisi incelendiğinde; geleneksel teknik ile polimerize edilen Filtek Z250'de en yüksek polimerizasyon derinliğinin A3 ile elde edildiği bunu C2, A2, D3, A1, B3, A3.5 ve UD'nin izlediği, pulse delay teknikte ise en yüksek polimerizasyon derinliğinin A2 ile elde edildiği bunu A3, A1, D3, A3.5, UD, B3 ve C2'nin izlediği tespit edildi. Üretici firma Filtek Z250'nin sadece UD renginin opak olduğunu ve UD hariç mevcut tüm renklerinin polimerizasyonunda 20 saniye ışık uygulanmasının yeterli olacağını, UD'nin polimerizasyonunda ise 30 saniyelik ışık uygulanması gerektiğinin belirtmişlerdir. Bu çalışmada da Filtek Z250'nin opak rengi olan UD'de polimerizasyon derinliğinin daha düşük oranlarda tespit edilmesi, kompozit rezinlerin opasitesinin polimerizasyon üzerinde önemli etkileri olduğunu bildiren Ferracane ve arkadaşlarının¹⁰ bulgularıyla uyum içindedir.

Hem geleneksel hem de pulse delay teknik ile polimerize edilen Tetric Ceram'da en yüksek polimerizasyon de-

rinliğinin A1 rengine en düşük değerlerin ise B3 ile elde edildiği gözlemlendi. Çalışmada polimerizasyon derinlikleri incelenen Tetric Ceram'ın opak renkteki bir ürünü mevcut değildi. Fakat bu ürün için elde ettiğimiz bu bulgu açık renkte olan kompozitlerin polimerizasyon derinliğinin koyu renkteki kompozitlerin polimerizasyon derinliğinden daha fazla olduğunu bildiren araştırmacıların^{18,21,32} bulgularına paralellik göstermektedir.

Hem geleneksel hem de pulse delay teknik ile polimerize edilen Admira'da ise en yüksek polimerizasyon derinliğinin A3 rengine en düşük değerlerin ise UD ile elde edildiği tespit edildi. Üretici firma ürünün A2 renginin opak olduğunu ve bu ürünün polimerizasyonu için 50 saniyelik ışık uygulanmasını tavsiye etmişlerdir. Bu çalışmada ise standart olarak 40 saniyelik ışık uygulaması yapılmasına rağmen opak renkteki bu üründe en düşük polimerizasyon derinlik değerleri elde edilmedi. Bunun da materyalin ormoser özelliğinden kaynakladığı kanısındayız.

Çalışmada polimerizasyon derinliği kompozit materyaller arasında karşılaştırıldığında; her iki teknikle de materyalin bazı renklerinin polimerizasyon derinlikleri arasında istatistiksel farklılık görülürken, bazıları arasında gözlenmemiştir. Bunun kompozit rezinlerin yapısal farklılığından dolayı ortaya çıktığını düşünmekteyiz. Filtek Z250 ve Tetric Ceram'ın her ikisi de hibrit tip kompozit olmasına rağmen içerdikleri organik matrisleri, doldurucu tipleri ve boyutlarının farklı olması buna neden olabilir. Admira ise ormoser esaslı bir kompozit rezin olup yapısal özellikleri diğer iki kompozitten farklı bir yapıya sahiptir.

Çalışmadan elde edilen tüm bulgular, değişken faktörler tek başına ele alındığında her üç kompozit rezinin de ISO'ya göre yeterli derinlikte polimerize olduğunu göstermiştir. Ayrıca kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğinin polimerizasyon tekniği, kompozit rezinin rengi ve yapısından etkilendiği de tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. WB Saunders, 11th ed., 2003, 409-416.
2. Bala O, Türköz E. Görünür ışıkla sertleşen kompozit dolgu maddelerinde artık monomer miktarını etkileyen faktörler. AÜ Dışhek Fak Derg 22: 131-136, 1995.
3. Bala O, Ölmez A, Kalaycı Ş. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. J Oral Rehabil 31:134-140, 2005.
4. Bala O, Üçtaşlı MB, Tüz A. Barcoll hardness of different resin-based composites cured by halogen or light emitting diode (Led). Oper Dent 30: 69-74, 2005.
5. Caughman WF, Caughman GB, Shiflett RA, Rueggeberg FA, Schuster GS. Correlation of cytotoxicity, filler loading and curing time of dental composites. Biomater 12: 737-740, 1991.
6. Davidson-Kaban SS, Davidson CL, Feilzer AJ, De Gee AJ, Erdilek N. The effect of curing light variations on bulk curing and wall-to-wall quality of two types and various shades of resin composites. Dental Mater 13: 344-352, 1997.
7. DeWald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. J Dent Res 66: 727-730, 1987.
8. Eick JD, Welch FH. Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. Quintessence Inter 17: 103-111, 1986.
9. Fan PL, Schumacher RM, Azzlin K, Geary R, Eichmiller FC. Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. J Am Dent Assoc 133: 429-434, 2002.
10. Ferracane JL, Aday P, Matsumoto H, Marker VA. Relationship between shade and depth of cure for light-activated dental composite resins. Dental Mater 2: 80-84, 1986.
11. Ferracane JL, Mitchem JC; Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degree of cure. J Dent Res 76. 1508-1516, 1997.
12. Hansen EK, Asmussen E. Correlation between depth of cure and surface hardness of a light-activated resin. Scand J Dent Res 101: 62-64, 1993.
13. Harrington E, Wilson HJ, Shortall AC. Light-activated restorative materials: a method of determining effective radiation times. J Oral Rehabil 23: 210-218, 1996.
14. Hasegawa T, Itoh K, Yukitani W, Wakumoto S, Hisamitsu H. Depth of cure and marginal adaptation to dentin of xenon lamp polymerized resin composites. Oper Dent 26: 585-590, 2001.
15. ISO International Standard 4049. Polymer-based filling restorative and luting materials. International Standards Organization, 1988.
16. ISO International Standard 4049. Dentistry - polymer - based filling, restorative and luting materials. International Organization for standardization, 2000.

17. Koupis NS, Vercruyssen CW, Marks LA, Martens LC, Verbeeck RM. Curing depth of (polyacid-modified) composite resins determined by scraping and penetrometer. *Dent Mater* 20: 908-914, 2004.
18. Leloup G, Holvoet PE, Bebelman S, Devaux J. Raman scattering determination of the depth of cure of light-activated composites: influence of different clinically relevant parameters. *J Oral Rehabil* 29: 510-515, 2002.
19. McCabe JF, Carrick TE. Output from visible-light activation units and depth of cure light-activated composites. *J Dental Res* 68:1534-1539, 1989.
20. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light cured composites with and without 'soft start polymerization'. *J Dent* 25: 321-330, 1997.
21. Newman SM, Murray GA, Yates JL. Visible lights and visible-light activated composite resins. *J Prosthet Dent* 50: 31-35, 1983.
22. Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil* 16: 57-61, 1989.
23. Quinlan CA, Zisterer DM, Tipton KF, O'Sullivan MI. In vitro cytotoxicity of a composite resin and compomer. *Int Endod J* 35: 47-55, 2002.
24. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite. *J Dent Res* 67: 932-937, 1988.
25. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Davis HO. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent* 6: 91-95, 1993.
26. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 19: 26-32, 1994.
27. Ruyter IE, Qysaed H. Conversion in different depths of ultraviolet and visible light activated composite materials. *Acta Odontol Scand* 40: 179-192, 1982.
28. Sheth JJ, Fuller JL, Jensen ME. Cuspal deformation and fracture resistance of teeth with dentin adhesives and composites. *J Prosthet Dent* 60: 560-569; 1988.
29. Shortall AC. How light source and product shade influence cure depth for a contemporary composite. *J Oral Rehabil* 32: 906-911, 2005.
30. Soh MS, Yap AUJ, Siow KS. Comparative depths of cure among various curing light types and methods. *Oper Dent* 29: 9-15, 2004.
31. Soh MS, Yap AUJ. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structures. *J Dent Res* 82:656, 2003.
32. Swartz ML, Phillips RW, Rhodes BF. Visible light activated resins - depth of cure. *J Am Dent Assoc* 106: 634-637, 1983
33. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Effectiveness of composite cure with pulse activation and soft-start polymerization. *Oper Dent* 27: 44-49, 2002.
34. Yearn JA. Factors affecting cure of visible light-activated composites. *Int Dent J* 35: 218-225, 1985.

Yazışma Adresi

Prof. Dr. Oya BALA

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı,

Emek / Ankara

Tel: 0 312 203 41 17

e-posta: oyabala@gazi.edu.tr