

HALOJEN VEYA LED IŞIK KAYNAKLARI İLE SERTLEŞTİRİLEN FARKLI RESTORATİF MATERYALLERİN BARCOLL SERTLİKLERİ

BARCOLL HARDNESS OF DIFFERENT RESTORATIVE MATERIALS CURED BY HALOGEN OR LED

Hacer DENİZ ARISU *

Oya BALA †

MineBetül ÜÇTAŞLI ‡

ÖZET

Amaç: Işıklı sertleşen restoratif materyallerin klinik performansları ışık cihazlarının kalitesinden oldukça fazla etkilenmektedir. Kompozit materyallerin polimerizasyonu için genellikle halojen ışık cihazları kullanılmaktadır. Ancak bu cihazların bazı zayıf yönleri bulunmaktadır. Yüksek ışık yoğunluğuna sahip, 470 nm dalga boyunda, süper parlak ışık yayan diyodlar (LED), 450-470 nm dalga boyundaki standart halojen ışık kaynaklarına alternatif olarak ortaya çıkmışlardır. Bu çalışmanın amacı halojen ve LED ışık kaynakları ile polimerize edilen poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra, F2000, Hytac) ve kompozit rezin (Grandio, Supreme, Filtek Z250) materyallerin yüzey sertliklerinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde teflon kalıplar içerisinde her deney grubu için üç adet disk şeklinde numune hazırlandı. Daha sonra numuneler halojen ya da LED ışık kaynakları ile 40 sn boyunca polimerize edildi. Numunelerin üst ve alt yüzeylerinin sertliği Barcoll sertlik ölçüm cihazı ile ölçüldü. Elde edilen veriler % 95 güven aralığında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

Bulgular: Sertlik deneyinin sonuçlarına göre LED ile polimerize edilen restoratif materyallerin sertliği halojen ışık kaynağı ile polimerize edilenlere göre daha fazla olduğu gözlemlendi. Yine kompozit rezin materyallerin sertlik değerlerinin poliasit modifiye kompozit rezinlere oranla daha yüksek olduğu saptandı. Buna ilave olarak bütün restoratif materyallerin üst yüzeylerin sertlikleri alt yüzeylerden daha fazla sertlik değeri gösterdi.

Sonuç: Bu *in vitro* çalışma şartlarında poliasit modifiye rezin kompozit ve kompozit rezin materyallerin polimerizasyonlarında halojen veya LED ışık kaynaklarının kullanımının yüzey sertliğine etkisinin olmadığı gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Kompozit rezin, poliasit modifiye kompozit rezin, yüzey sertliği

SUMMARY

Objective: The clinical performance of light curing resin composites is greatly influenced by the quality of the light-curing unit (LCU). Halogen LCUs are commonly used for curing composite materials. However, they have some drawbacks. The development of new, blue, super bright light emitting diodes (LED) of 470-nm wavelength with high light irradiance comes as an alternative to standard halogen LCUs of 450-470-nm wavelengths. The aim of this study was to evaluate the surface hardness of composite resin (Grandio, Supreme, Filtek Z250) and polyacid modified composite resin (Dyract Extra, F2000, Hytac) materials cured with LED LCU or halogen LCU.

Material and Method: Three disc shaped specimens were prepared in teflon mold of 10-mm in diameter and 2-mm in depth for each experimental group. Then, the specimens were cured by a LED LCU or a halogen LCU for 40 seconds. The hardness of the upper and lower surfaces was measured with a Barcoll hardness-measuring instrument. The statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan test between 95% coefficient interval.

Results: The results of the hardness test indicated that the hardness of resin composites cured by an LED LCU were higher than those cured by a halogen LCU. For all resin-based composites, the hardness values for the upper surfaces were higher than the lower surfaces. Additionally, upper surfaces of all restorative materials showed higher hardness values than the lower surfaces.

Conclusion: In this *in vitro* conditions, there was no significant difference between polyacid modified composite and composite resin materials surface hardness either cured with halogen or LED light curing units.

Keywords: Composite resin, polyacid modified composite resin, surface hardness

Makale Gönderiliş Tarihi : 17.12.2008

Yayına Kabul Tarihi : 26.05.2008

* Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Öğr. Gör. Dr.

† 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.

Bu çalışma 2007 yılında 7. Ege Bölgesi Dişhekimleri Odaları Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Işıklı sertleşen rezin esaslı restoratif materyaller civa içermemeleri, estetik olmaları, çalışma zamanını uzatmaları ve sertleşme sürelerinin kısa olması nedeniyle günümüzde oldukça sık tercih edilmektedirler³⁰. Resin esaslı restoratif materyallerin polimerizasyonları ışık yoğunluğu, ışık uygulama süresi, ışık polimerizasyon sırasındaki materyal kalınlığı, materyalin rengi gibi diğer faktörlere bağlıdır^{1,9,32}. Yetersiz polimerizasyon; renklenme, pulpal irritasyon, postoperatif hassasiyet ve restorasyonun tamamının kaybı gibi istenmeyen pek çok duruma neden olabilir^{12,14}. Bu materyallerin üst yüzeylerinin sert olması bütün restorasyon derinliği boyunca yeterli polimerizasyon sağlandığını göstermez²³.

Resin esaslı restoratif materyallerin polimerizasyonlarının etkinliği direkt ya da indirek olarak değerlendirilebilir. Lazer Raman spektroskopisi¹⁸, infrared spektroskopisi¹ gibi direkt yöntemler karmaşık, pahalı ve zaman gerektiren yöntemlerdir²⁵. İndirek yöntemler ise kazıma⁸, görsel değerlendirme²² ve yüzey sertlik³ yöntemlerini içermektedir. Yüzey sertliği polimerizasyon derecesinin bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve diğer yöntemlere oranla basit olması³¹ ve infrared spektroskopisi yöntemiyle elde edilen verilerle yüksek korelasyon göstermesi nedeniyle pek çok çalışmada kullanılmaktadır^{6,16,28}.

Kompozit rezinlerin polimerizasyonlarında kullanılan ışık kaynakları, restorasyonların klinik başarısını etkileyebilmektedir^{2,6,28}. Halojen ışık kaynaklarının kullanım ömürlerinin kısa olması (50–100 saat), polimerizasyon sı-

rasında oluşan ısının azaltılması için soğutucu kullanılması, zaman içinde ışık kaynağının gücünde azalma meydana gelmesi başka ışık kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir^{20,21}. Son yıllarda halojen ışık kaynağına (QTH) alternatif olarak Light emitting diode (LED), Plazma ark (PAC), lazer gibi çeşitli ışık kaynakları geliştirilmiştir. LED ışık kaynaklarının klinik ömürleri uzundur (10.000 saat) ve bu süre içinde ışık güçlerinde azalma görülmemektedir. Bununla birlikte; LED ışık kaynakları polimerizasyon sırasında dişlerde ısı oluşturmamaları, polimerizasyon sürelerinin kısa olması, hafif, kablosuz ve ergonomik olmaları nedeniyle kısa sürede popülerite kazanmışlardır. Halojen ışık kaynaklarından farklı olarak 470 nm dalga boyuna rastlayan dar bir ışık spektrumuna sahiptirler^{11,26}.

Bu çalışmanın amacı halojen ve LED ışık cihazları ile polimerize edilen üç farklı resin esaslı kompozit ve üç farklı poliasit modifiye kompozit resin materyalin Barcoll sertliklerinin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Vita A2 renginde üç farklı kompozit resin ve üç farklı poliasit modifiye kompozit resin kullanıldı. Materyaller ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Her materyal için teflon kalıplarda, 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde disk şeklinde beşer numune hazırlandı. Teflon kalıplar düz bir cam yüzeye asetat bant üzerine yerleştirildi ve materyaller kalıplar içerisine yerleştirilerek başka bir asetat bant ile kaplandı ve üzerinden cam ile hafifçe bastırılarak artık materyalin uzaklaşması sağlandı. Daha sonra numuneler LED (Eliapar Freelight, 3M ESPE Dental

Tablo 1: Çalışmada kullanılan restoratif materyaller.

Materyal	Tip	Doldurucu	Doldurucu oranı (% ağırlık)	Ortalama doldurucu boyutu
Dyract Extra (Densply De Trey, Almanya)	Poliasit modifiye kompozit resin	Stronsiyum flor, cam	47	0.8 µm
F2000 (3M ESPE Dental Products, Amerika)	Poliasit modifiye kompozit resin	SiO ₂ , FalSi,	84	3.0 µm
Hytac (3M ESPE Dental Products, Amerika)	Poliasit modifiye kompozit resin	YF ₃ , SiO ₂ , (Ca, Zn) FAISi	66	5.0 µm
Grandio (Voco, Almanya)	Nanohibrit resin kompozit	SiO ₂ , cam seramik	87	1 µm, 20-60 nm
Supreme (3M ESPE Dental Products, Amerika)	Nanohibrit resin kompozit	Zirkonyo silika	78,5	0.6-14 µm, 5-20 nm
Filtek Z250 (3M ESPE Dental Products, Amerika)	Hibrit resin kompozit	Zirkonyo silika	82	0.01- 3,5 µm

Products, Amerika) ya da halojen (Hilux Ultra Plus, Benlioğlu Dental, Türkiye) ışık kaynağı kullanılarak polimerize edildi. Bu çalışmada kullanılan LED ışık kaynağının dalga boyu 440-490 nm'dir. Işık yoğunluğu radyometre (Eliapar Freelight, 3M ESPE Dental Products, Amerika) ile ölçüldü ve standart modda (tüm ışınlama boyunca tam ışık yoğunluğu) kullanıldı. Halojen ışık kaynağının dalga boyu 450-520 nm ve yoğunluğu 600 mW/cm² dir. Işık yoğunluğu radyometre (Hilux Curing Light Meter, Benlioğlu Dental, Türkiye) ile ölçüldü. Her iki cihaz da 40 sn boyunca uygulandı. Işık polimerizasyonundan sonra numuneler Sof-Lex disklerle (3M ESPE Dental Products, Amerika) parlatıldı, kalıplardan çıkarıldı ve alt yüzeyleri işaretlendikten sonra karanlık ortamda, 37°C, distile su içinde 24 saat bekletildi. Üst ve alt yüzeylerin sertlikleri Barcoll cihazında (Barcoll surface tester, Barber Collman Comp., Amerika) ölçüldü. Her bir yüzeyden farklı noktalardan üç ayrı ölçüm yapıldı ve elde edilen değerler kaydedildi. Takiben kullanılan her bir örneğin sertlik oranı aşağıdaki formülle hesaplandı.

Sertlik oranı= Alt yüzeyin Barcoll sertliği / Üst yüzeyin Barcoll sertliği

Ortalama yüzey sertlik değerleri varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar Duncan testi kullanılarak % 95 güven aralığında değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışmada kullanılan materyallerin halojen ve LED ışık kaynaklarıyla polimerizasyonundan sonra alt ve üst yüzeylerinin sertlik değerleri Tablo II'de verilmektedir. Çalışmada kullanılan bütün materyallerin ışık kaynağının tipine bağlı olmaksızın üst yüzeylerinin sertlikleri alt yüzeylerine göre daha fazladır (p<0.05). Kompozit rezin

materyallerin alt ve üst yüzey sertlik değerleri poliasit modifiye rezin kompozit materyallere göre daha fazladır (p<0.05)

Halojen ve LED ışık kaynaklarıyla polimerizasyondan sonra örneklerin sertlik oranları Tablo III'de verilmektedir. Materyallerin üst ve alt yüzeylerinin sertlik oranları arasında istatistiksel bir fark bulunmamaktadır.

Tablo III: Halojen ve LED ışık kaynaklarıyla polimerizasyondan sonra örneklerin yüzey sertlik oranları

	Halojen	LED
Dyract Extra	0.94 (±0.007)	0.95 (±0.017)
F2000	0.97 (±0.016)	0.97 (±0.010)
Hytac	0.97 (±0.027)	0.98 (±0.006)
Grandio	0.99 (±0.003)	0.98 (±0.003)
Supreme	0.98 (±0.006)	0.97 (±0.009)
Filtek Z250	0.99 (±0.001)	0.98 (±0.001)

Materyallerin sertlik değerleri hem halojen, hem de LED ile polimerizasyondan sonra Grandio > Filtek Z250 > Supreme > Dyract extra > F2000 > Hytac şeklinde sıralanmaktadır.

TARTIŞMA

Sertlik kompozit rezin restorasyonların ağız ortamındaki durumunu etkileyen önemli bir özelliktir. Klinik olarak başarılı bir restorasyon için yeterli bir polimerizasyon gereklidir. Bu nedenle bu çalışmada farklı ışık kaynaklarının farklı estetik restoratif materyaller üzerindeki etkisi incelenmiştir. Örnek kalınlığı, eşit ve maksimum polimerizasyon sağlamak amacıyla 2 mm olarak tercih edilmiştir³¹. Renklendirici maddelerin ışık penetrayonu üzerindeki etkileri dikkate alınarak bütün materyallerde Vita A2 kullanılmıştır⁴.

Tablo II: Halojen ve LED ışık kaynaklarıyla polimerizasyonundan sonra alt ve üst yüzeylerinin ortalama sertlik değerleri.

	Halojen		LED	
	Üst Yüzey	Alt Yüzey	Üst Yüzey	Alt Yüzey
Dyract Extra	84.43 (±0.75)	79.73 (±0.72)	84.60 (±0.55)	80.66 (±0.43)
F2000	77.66 (±0.70)	75.40 (±0.69)	78.83 (±0.52)	77.16 (±0.73)
Hytac	77,33 (±1.27)	75.53 (±0.90)	77.00 (±0.76)	75.73 (±0.46)
Grandio	90.46 (±0.55)	89.90 (±0.81)	92.50 (±0.40)	91.46 (±0.24)
Supreme	87.86 (±1.05)	86.86 (±1.41)	89.86 (±0.13)	87.86 (±0.46)
Filtek Z250	88.06 (±1.06)	87.33 (±1.22)	90.86 (±0.80)	89.76 (±0.76)

Her iki ışık cihazında da Barcoll sertliği alt yüzeylere göre üst yüzeylerde daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu ışık uygulama mesafesi ve polimerizasyon etkinliği arasındaki ilişkiye bağlanabilir²⁴. Hansen ve Asmussen¹³ ışık kaynağı ucu ile kompozit rezin arasındaki mesafe azaldıkça polimerizasyon derinliğinin arttığını göstermişlerdir. Bu bulgu diğer pek çok çalışmanın bulgularıyla uyumludur^{7,10}.

Diğer taraftan yalnızca yüzey sertliği, materyalin tamamının polimerize olduğunu gösteren yeterli bir bulgu değildir²⁷. Alt yüzeylerin yüzey sertlik değerleri üst yüzeylerin yüzey sertlik değerlerine yakın olmalıdır^{5,19,23}. Pilo ve Caardash²³ alt ve üst yüzey sertlik değerleri arasındaki oranı ifade eden sertlik oranının 0.8'den büyük olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da incelenen tüm materyallerin sertlik oranının 0.8'den yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu da 2 mm kalınlığındaki kompozit rezin ve poliasit modifiye kompozit örneklerin polimerizasyonunda hem LED hem de halojen ışık kaynağının *in vitro* şartlarda yeterli polimerizasyonu sağladığını göstermektedir.

Dunn and Bush¹¹ halojen ışık kaynaklarının LED ışık kaynaklarına göre kompozit rezinlerin üst ve alt yüzeylerinde daha yüksek sertlik değerleri oluşturduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan Vandewalle ve arkadaşlarının²⁹ yaptıkları bir diğer çalışmada maximum çıkış gücü ve benzer enerji yoğunluğundaki ikinci jenerasyon bir LED ışık kaynağının halojen ışık kaynağına benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. LED ve halojen ışık kaynaklarının estetik restoratif materyallerin sertlik değerleri üzerine etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada kullanılan materyallerden hiçbirinde halojen ve LED ışık kaynakları arasında belirgin bir farklılık gözlenmedi.

Her iki ışık kaynağı uygulaması sonrasında materyaller arasındaki farklılıklar incelendiğinde Filtek Z250 diğer bütün materyallerden daha yüksek yüzey sertlik değerleri gösterdi. Bu bulgu, materyalin yüksek translüsent doldurucu içeriği sonucunda ışığın matrikse geçişine neden olmasıyla açıklanabilir. Doldurucu fazı her zaman polimer fazdan daha sert olduğundan doldurucu oranının artırıl-

ması kompozit materyallerin yüzey sertliklerinin artmasına yol açacaktır.

Kompozit rezinler ile poliasit modifiye kompozit rezinlerin yüzey sertlik değerleri karşılaştırıldığında ise kompozit rezinlerin yüzey sertlik değerlerinin poliasit modifiye kompozit rezinlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu poliasit modifiye kompozit rezinlerin farklı tipte ve daha düşük oranda doldurucu içeriğine sahip olmalarına bağlanabilir.

Bu çalışmada elde edilen bulgulara dayanarak Barcoll sertlik değerleri ve sertlik oranları ışık cihazının tipten etkilenmediği söylenebilir. Çalışmada kullanılan iki ışık kaynağı da, bütün materyallerde kabul edilebilir (0.8'den yüksek) sertlik oranları meydana getirmişlerdir. Poliasit modifiye kompozit rezinlerin yüzey sertlik değerleri kompozit rezinlerin yüzey sertlik değerlerinden daha düşüktür.

SONUÇ

Bu *in vitro* çalışma şartlarında poliasit modifiye rezin kompozit ve rezin kompozit materyallerin polimerizasyonlarında halojen veya LED ışık kaynaklarının kullanımının yüzey sertliğine etkisinin olmadığı gözlemlendi.

KAYNAKLAR

1. Aguiar FHB, Braceiro ALT, Ambrosano GMB, Lovadino JR. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. *Dent Mater* 21: 1098-1103, 2005.
2. Albers HF. Resins. 'Tooth-colored restoratives: Principles and techniques', BC Becker Inc, 2002; 111-125.
3. Asmussen E. Factors affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scand J Dent Res* 90: 490-496, 1982.
4. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ Jr. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 125: 687-701, 1994.
5. Breeding LC, Dixon DL, Caughman WF. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent* 65: 512-518, 1991.
6. 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* 29: 698-704, 2004.
7. Cavalcante LMA, Peris AR, Amaral CM, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Influence of polymerization technique on microleakage and microhardness of resin composite restorations. *Oper Dent* 28: 200-206, 2003.

8. Cook WD. Factors affecting the depth of cure of ultraviolet polymerized composites. *Journal of Dental Research* 59: 800-808, 1980.
9. Davidson-Kaban SS, Davidson CL, Feilzer AJ, de Gee AJ, Erdilek N. The effect on curing light variations on bulk curing and wall-to-wall quality of two types various shades of resin composites. *Dent Mater* 13: 344-352, 1997.
10. Denehy GE, Pires JA, Cvitko E, Swift EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int* 24: 517-521, 1993.
11. Dunn WJ, Bush AC, A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc* 133: 335-341, 2002.
12. Ferracane JL, Mitchem JC, Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res* 76: 1508-1516, 1997.
13. Hansen EK, Asmussen E. Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. *Acta Odontol Scand* 55: 162-166, 1997.
14. Hofmann N, Hugo B, Klaiber B. Effect of irradiation type (LED or QTH) on photo-activated composite shrinkage strain kinetics, temperature rise, and hardness. *Eur J Oral Sci* 110: 471-479, 2002.
15. Hofmann N, Markert T, Hugo B, Klaiber B. Effect of high intensity vs. soft-start halogen irradiation on light-cured resin-based composites. Part II: hardness and solubility. *Am J Dent* 17: 38-42, 2004.
16. Knobloch LA, Kerby RE, Clelland N, Lee J. Hardness and degree of conversion of posterior packable composites. *Oper Dent* 29: 642-9, 2004.
17. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J Esthet Rest Dent* 14: 286-295, 2002.
18. Loudon JD, Roberts TA. Cure profiles of light cured dental composites by Raman spectroscopy. *J Raman Spect* 14: 167-170, 1983.
19. Magna RK, Charlton DG, Wakefield CW. In vitro evaluation of a curing radiometer as a predictor of polymerization depth. *Gen Dent* 43: 241-246, 1995.
20. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J Dent* 26: 239-243, 1998.
21. Miyazaki M, Hattori T, Ichiishi Y, Kondo M, Onose H, Moore BK. Evaluation of curing units used in private dental offices. *Oper Dent* 23: 50-54, 1998.
22. Murray GA, Yates JL, Newman SM. Ultraviolet light and ultraviolet light-activated composite resins. *J Prost Dent* 46: 167-170, 1981.
23. Pilo R, Cardash HS. Post irradiation polymerization of different anterior and posterior visible light-activated resin composites *Dent Mater* 8: 299-304, 1992.
24. Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin hardness. *Quintessence Int* 24: 517-521, 1993.
25. Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light curing composite. *J Dent Res* 67: 932-937, 1988.
26. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomater* 16: 41-47, 2000.
27. Tate WH, Porter KH, Dosch RO. Successful photocuring. Don't restore without it. *Oper Dent* 24: 109-114, 1999.
28. Vandewalle KS, Ferracane JL, Hilton TJ, Erickson RL, Sakaguchi RL. Effect of energy density on properties and marginal integrity of posterior resin composite restorations. *Dent Mater* 20: 96-106, 2004.
29. Vandewalle KS, Roberts HW, Tiba A, Charlton DG. Thermal emission and curing efficiency of LED and halogen curing lights. *Oper Dent* 30: 257-264, 2005.
30. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce the polymerization shrinkage stressess? *J Dent Res* 75: 871-878, 1996.
31. Yap AU. Effectiveness of polymerization in composite restorative claiming bulk placement: Impact of cavity depth and exposure time. *Oper Dent* 25: 113-120, 2000.
32. Yap AU, Wong NY, Siow KS. Composite cure and shrinkage associated with high intensity curing light. *Oper Dent* 28: 357-364, 2003.

Yazışma Adresi:

Öğr. Gör. Dr. Hacer DENİZ ARISU
Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi
Dış Hastalıkları ve Tedavisi ABD,
8. Cadde 82. Sokak Emek / ANKARA 06510
Tel: (312) 203 41 23
e-posta: hacer@gazi.edu.tr