

Uygulama Süresinin Yüksek Işık Şiddetine Sahip Led Cihazının Sertleştirme Etkinliği Üzerine Etkisi

Effect of Exposure Time on the Curing Effect of High Intensity Led

R. Banu ERMİŞ

Esra UZER ÇELİK

Günseli KATIRCI

Süleyman Demirel Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, ISPARTA

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı uygulama sürelerinin yüksek ışık şiddetine sahip LED cihazının farklı kompozitleri sertleştirme etkinliği üzerine etkisinin mikrosertlik ölçümüyle incelenmesidir.

Yöntem: Mikrohibrit ve nanohibrit kompozit rezinler kullanılarak 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 60 örnek hazırlandı. Yüksek ışık şiddetine sahip LED cihazı üretici firmanın önerdiği süre ve bu sürenin yarısı kadar bir süreyle örnekler uygulandı. Geleneksel QTH ise sadece üretici firmanın önerdiği sürede kullanıldı. Örneklerin alt ve üst yüzeylerinden Knoop mikrosertlik ölçümleri elde edildi. İstatistiksel analizler iki yönlü ANOVA, tek yönlü ANOVA, Dunnett C ve bağımsız t-testleri ile gerçekleştirildi. Bulgular: Üretici firmanın önerdiği sürede LED ve QTH ile sertleştirilen örneklerin üst yüzeyleri arasında fark gözlenmedi ($p<0,05$). LED ile sertleştirme süresi yarıya indirildiğinde hem alt hem de üst yüzeylerde sertlik değerlerinde azalma belirlendi ($p<0,05$). LED ile QTH'ye göre daha yüksek sertlik oranı elde edildi ($p<0,05$).

Sonuç: Üretici firmanın önerdiği süreyle kullanıldığında üst yüzey polimerizasyonu açısından LED'in QTH ile benzer; alt yüzey polimerizasyonu açısından LED'in QTH'den daha iyi performans gösterdiği belirlendi. LED ile sertleştirme süresi yarıya indirildiğinde üst ve alt yüzeylerdeki sertlik değerlerinin azaldığı saptandı.

Anahtar sözcükler: Işık kaynağı, LED, halojen lamba, mikrosertlik

Abstract

Objective: The purpose of this study was to examine the influence of different exposure times on the curing effect of high intensity LED of different composites by the microhardness measurement.

Methods: Sixty samples were prepared in 2 mm thickness and 5 mm diameter using microhybrid and nanohybrid composite resins. High intensity LED was applied to the samples for the manufacturer's recommended curing time and half of this curing time. Conventional QTH was only used for the manufacturer's recommended curing time. Knoop microhardness measurements were obtained on the top and bottom surfaces of the samples. Statistical analyses were carried out by two way-ANOVA, one-way ANOVA, Dunnett C and independent t-tests.

Results: No significant differences were observed between the top surfaces of samples cured by LED and QTH for the manufacturer's recommended curing time ($p<0.05$). When the curing time was reduced to the half with LED, hardness values on both the top and bottom surfaces were decreased ($p<0.05$). Higher hardness ratio values were obtained with LED compared to QTH ($p<0.05$).

Conclusion: LED showed similar performance with QTH in terms of top surface polymerization, but better performance than QTH regarding bottom surface polymerization when it was used for the manufacturer's recommended curing time. When the curing time was reduced to the half with LED, hardness values on the top and bottom surfaces were decreased.

Keywords: Light-curing unit, LED, halogen lamp, microhardness

Giriş

Son yıllarda estetik restorasyonlara ilginin artması nedeniyle, kompozit rezinlerin dişhekimliği

pratiğinde kullanımı giderek yaygınlaşmak-tadır. Işıkla sertleşen kompozit rezinler estetik restoratif uygulamalar için iyi bir alternatif olsalar da, bu materyallerin fiziksel ve kimyasal

özelliikleri monomerlerin polimerlere dönüşme- siyle yakından ilişkilidir. Monomerlerin düşük oranda polimerlere dönüşümü; çözünmeye, restorasyonun yüzeyinde madde kaybına ve restorasyonda kırıklara neden olabilir.¹ Işıkla sertleşen kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliğı; doldurucu büyüklüğü ve kompozisyonu, materyalin rengi ve translüsentliğı, mono- mer kompozisyonu, polimerizasyon başlatıcı- sının konsantrasyonu, ışık kaynağının şiddeti ve ışıkla sertleştirme süresine bağlıdır.²

Son yıllarda ışıkla sertleştirme tekniklerinin yaygın şekilde kullanımı farklı tipte ışık kaynakları- nın geliştirilmesine yol açmıştır.³ Günümüzde kuartz-tungsten halojen lambalar (QTH), plazma arklar, argon lazerler ve ışık yayan diyotlar (LED) olmak üzere dört tip ışık kaynağı mevcuttur.

QTH, dental uygulamalarda en sık kullanılan ışık kaynağıdır. Bu cihazlar 370-550 nm dalga boyları arasında görünür spektrumda ışık yayarlar.⁴ Bu dalga boyu, foto-başlatıcıların aktivasyonu için yeterlidir. Ancak bu ışık kaynaklarının yüksek ısı açığa çıkarma, zamanla ışık gücünün azalması ve sınırlı kullanım ömrü gibi dezavantajları vardır. Buna bağlı olarak ışıkla sertleştirme etkinliğinde azalma, restorasyonda yetersiz fiziksel özelliklere ve kırılmalara neden olabilir.^{4,5}

Plazma arklar ve argon lazerler yüksek güçte ışık yayarlar. Argon lazerler belirli frekansta ışık yayar ve filtreye ihtiyaç duymazlar. Plazma arklar ise istenmeyen dalga boylarını uzaklaştırmak için filtreleme ihtiyaç duyarlar. Bu iki ışık kaynağının en önemli dezavantajı halojen lamba-

lara göre çok daha pahalı olmalarıdır.⁶

LED ışık kaynakları, kompozit rezinlerde poli- merizasyon reaksiyonunu başlatmak için foto- başlatıcı olarak kullanılan kamforokinonun absorpsiyon spektrumuna daha yakın ve QTH'lere göre daha dar spektral aralıkta ışık üreten katı fazlı yarı iletken cihazlardır.⁴ Bu cihazların avantajları; kablolu, taşınabilir ve hafif olmaları ve çok az ısı ürettikleri için fana ihtiyaç duymamalarıdır.

İlk üretilen LED cihazları daha düşük güce sahiptir ve bu cihazlarla özellikle kamforokinona ilaveten farklı yardımcı başlatıcılar içeren kompozit rezinlerin polimerizasyonunda QTH'ler kadar iyi sonuçlar elde edilememiştir.⁷ Bu nedenle yeni nesil LED cihazları piyasaya sunulmuştur. Bu ışık kaynakları daha yüksek güce sahiptir ve bu sebeple yeni nesil LED cihazlarıyla ışık uygulama süresi kısaltılarak QTH'ler kadar iyi sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.⁸

Bu çalışmanın amacı farklı uygulama sürelerinin yüksek ışık şiddetine sahip LED cihazının farklı kompozitleri sertleştirme etkinliğı üzerine etkisinin mikrosertlik ölçümüyle incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Örneklerin hazırlanması

Bir mikrohibrit (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve bir nanohibrit kompozit rezin (Premise, KerrHawe, Orange, CA, ABD) kullanılarak teflon kalıplar yardımıyla 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 60 adet kompozit

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler.

Kompozit rezin	Filtek Z250	Premise
Türü	Mikrohibrit	Nanohibrit
Renk	A2	A2
Monomer	Üretan dimetakrilat, bisfenol A polietilen glikol dieter dimetakrilat, trietilen glikol dimetakrilat, kamforokinon	Etoksilenmiş bisfenol A dimetakrilat, trietilen glikol dimetakrilat, kamforokinon
Doldurucu	0.19-3.3 µm ZrO ₂ ve SiO ₂ hacimce %60 doldurucu oranı	30-50 µm prepolimerize rezin, 0.4 µm baryum camı, 20 nm silika hacimce %69 doldurucu oranı
Üretici firma	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Kerr-Hawe, Orange, CA, ABD
Kutu no	6TE	424883

Tablo 2. Işık kaynağı ve ışıkla sertleştirme sürelerine göre çalışma grupları.

Çalışma grupları	1	2	3	4	5	6
Kompozit rezin	Mikrohibrit	Mikrohibrit	Mikrohibrit	Nanohibrit	Nanohibrit	Nanohibrit
Işık kaynağı	QTH	LED	LED	QTH	LED	LED
Işıkla sertleştirme süresi (s)	20 (1x)	20 (1x)	10 (½x)	40 (1x)	40 (1x)	20 (½x)
Işığın dalga boyu (nm)	400-525	465-475	465-475	400-525	465-475	465-475
Işık şiddeti (mW/cm²)	600	1200	1200	600	1200	1200
Enerji yoğunluğu (J/cm²)	12	24	12	24	48	24

*1x; üretici firmanın önerdiği süre, ½x; üretici firmanın önerdiği sürenin yarısı.

örneği hazırlandı (Tablo 1). Örneklerin yarısı mikrohibrit diğer yarısı ise nanohibrit kompozit kullanılarak oluşturuldu. Her grup için 10 örnek test edildi.

Örneklerin hazırlanması sırasında 2 mm kalınlığında ve 5 mm çapında 10 adet çukur içeren teflon kalıp, üzerinde şeffaf plastik strip bant bulunan düz bir siman camı üzerine yerleştirildi. Kompozit rezin tek tabaka halinde kalıptaki çukurlardan birisinin içerisine uygulandı. Şeffaf plastik strip bant kalıbın üzerine de yerleştirildi ve strip bantın üzerine örnekleri düzleştirmek için ince kesilmiş cam parçası uygulandı. Örnekler Tablo 2'de verilen sürelerle göre ışıkla sertleştirildi. Yüksek ışık şiddetine sahip LED cihazı (G-Light, GC Corporation, Tokyo, Japonya) üretici firmanın önerdiği süre ve bu sürenin yarısı kadar bir süreyle örnekler uygulandı. Geleneksel QTH (Demetron LC, KerrHawe, Orange, CA, ABD) ise sadece üretici firmanın önerdiği sürede kullanıldı. Örneklerin alt kısmı kalemle işaretlendi. Her örnek, teflon kalıptan çıkarıldıktan sonra 37°C'de 24 saat distile suda bekletildi.

Yüzey sertlik ölçümleri

Mikrosertlik testi için Knoop uç kullanıldı (MH-3, Metkon Endüstriyel Cihaz San. ve Tic. Ltd. Şti., Bursa). Ölçümler, oda sıcaklığında (23°C) Knoop ucun örneklerin yüzeyine 100 g yükü 15 s uygulanmasıyla gerçekleştirildi. Örneklerin alt ve üst yüzeylerinden 5'er ölçüm alındı ve her yüzey için bu değerlerin ortalaması hesaplandı.

Örneklerin sertlik oranları aşağıdaki formül kullanılarak belirlendi.

Sertlik oranı = Alt yüzey sertlik değeri / üst yüzey sertlik değeri

İstatistiksel analiz

Her kompozit rezin için, farklı sürelerde uygulanan ışık kaynakları ve ölçüm alınan alanın lokalizasyonu (örneğin altı ve üstü) arasında etkileşim olup olmadığı iki yönlü ANOVA ile test edildi. Örneklerin alt ve üst yüzeylerinde farklı ışık kaynaklarının etkinliği tek yönlü ANOVA ve Dunnett-C testi ile belirlendi. Her ışık kaynağının alt ve üst yüzeylerdeki etkinliği arasındaki fark bağımsız t-testi ile karşılaştırıldı. Kompozit rezinlerin mikrosertlik değerlerinin karşılaştırılması bağımsız t-testi kullanılarak gerçekleştirildi. Işık kaynakları ile elde edilen sertlik oranları tek yönlü ANOVA ve Dunnett-C testi ile karşılaştırıldı. Tüm testler için anlamlılık değeri 0,05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışma gruplarından elde edilen mikrosertlik değerleri ve alt/üst sertlik oranları Tablo 3, 4 ve Şekil 1'de gösterilmektedir. Her iki kompozit rezin için, farklı sürelerde uygulanan ışık kaynakları ile ölçüm alınan alanın lokalizasyonu (örneğin altı veya üstü) arasındaki etkileşim anlamlı bulundu (iki yönlü ANOVA, p<0,05).

Tablo 3. Mikrohibrit kompozit rezin için alt ve üst yüzeylerden elde edilen mikrosertlik değerleri (KHN±SD).

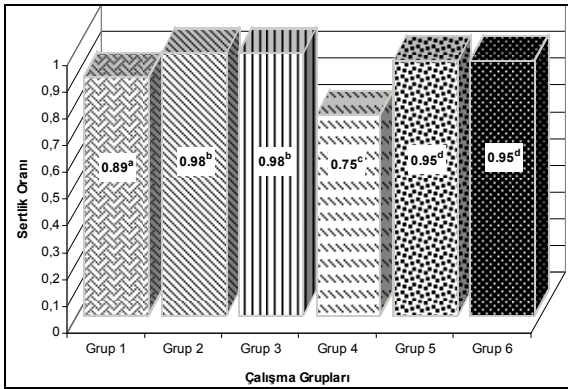
Filtek Z250	Demetron-1x	G-Light-1x	G-Light-½x
Alt yüzey	70,88±10,10 ^{Aa}	75,21±5,11 ^{Ba}	56,87±4,19 ^{Ca}
Üst yüzey	79,09±7,83 ^{Ab}	76,44±6,22 ^{Aa}	57,78±5,21 ^{Ba}

* Büyük harfler aynı satırdaki, küçük harfler ise aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (tek yönlü ANOVA, Dunnett-C ve bağımsız t-testi, p<0,05). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel fark yoktur.

Tablo 4. Nanohibrit kompozit rezin için alt ve üst yüzeylerden elde edilen mikrosertlik değerleri (KHN±SD).

Premise	Demetron-1x	G-Light-1x	G-Light-½x
Alt yüzey	48,98±5,77 ^{Aa}	59,84±6,52 ^{Ba}	33,35±2,98 ^{Ca}
Üst yüzey	64,48±5,77 ^{Ab}	62,77±5,72 ^{Aa}	34,93±3,17 ^{Ba}

* Büyük harfler aynı satırdaki, küçük harfler ise aynı sütundaki değerler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (tek yönlü ANOVA, Dunnett-C ve bağımsız t-testi, p<0,05). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel fark yoktur.

**Şekil 1.** Çalışma gruplarına göre alt/üst sertlik oranları.

* Küçük harfler sertlik oranları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir (tek yönlü ANOVA, Dunnett-C testi, p<0,05). Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel fark yoktur.

LED ile üretici firmanın önerdiği sürenin yarısı kadar bir süreyle sertleştirilen örneklerin üst yüzeyinden, diğer gruplarla karşılaştırıldığında, daha düşük değerler elde edildi (tek yönlü

ANOVA ve Dunnett-C, p<0,05, Tablo 3 ve 4). LED ile 1x süreyle sertleştirilen örneklerin alt yüzeylerinden en yüksek sertlik değerleri elde edilirken, sırasıyla QTH 1x ve LED ½x süre ile sertleştirilen örneklerde sertlik değerinin anlamlı şekilde azaldığı saptandı (tek yönlü ANOVA ve Dunnett-C, p<0,05, Tablo 3 ve 4).

QTH ışık kaynağı kullanıldığında üst yüzeylerden daha yüksek sertlik değerleri elde edilirken, LED ile sertleştirilen örneklerde alt ve üst yüzeylerden elde edilen değerler arasında fark saptanmadı (bağımsız t-testi, p<0,05, Tablo 3 ve 4).

Mikrohibrit kompozit rezinle hazırlanan örneklerden ışık kaynağı, sertleştirme süresi ve ölçüm alınan alanın lokalizasyonuna bakılmaksızın nanohibrit kompozit rezine göre daha yüksek sertlik değerleri elde edildi (bağımsız t-testi, p<0,05).

Örneklerin sertlik oranı incelendiğinde, sadece nanohibrit kompozitin 1x süreyle QTH ile polimerize edildiği örneklerden bu parametre için alt sınır olan 0,8'in altında bir değer elde edildi. LED cihazının her iki sertleştirme süresinde de QTH'den daha yüksek sertlik oranı oluşturduğu belirlendi (tek yönlü ANOVA ve Dunnett-C, p<0,05, Şekil 1).

Tartışma

Restoratif materyallerin ağız ortamındaki fiziksel özelliklerinin ve klinik performansının iyi olabilmesi için yeterli düzeyde polimerize olmaları ve çiğneme kuvvetlerine dayanabilecek kadar sertleşmeleri gerekmektedir. Kompozit rezinlerin polimerize olma etkinlikleri direkt veya indirekt yöntemlerle değerlendirilebilir. Raman ve kızıl ötesi spektroskopisi gibi yöntemler karmaşık, pahalı ve zaman alıcı olduğundan sık kullanılmamaktadır.⁹ Kazıma, görsel inceleme ve yüzey sertliği ölçümleri daha sık kullanılmaktadır. Yüzey sertliğinin polimerizasyon derecesinin değerlendirilmesi için iyi bir gösterge olduğu ve kızıl ötesi spektroskopisi ile uyumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir.¹⁰

LED teknolojisi, dental kompozitlerin polimerizasyonu için kabul görmeye başladığından beri

gelişmeye devam etmektedir. Düşük ışık şiddetine sahip LED cihazlarının aksine yeni nesil LED cihazları ışık şiddetini ve ışık uygulanan alanı artıran daha büyük yarı iletken kristaller içermektedir. Dar spektral dalga boyu ile birlikte daha yüksek ışık şiddeti yeni nesil LED cihazlarını halojen lambalara benzer veya bu cihazlardan daha etkin hale getirmektedir.¹¹ Bu nedenle çalışmamızda yeni nesil LED ışık cihazı kullanılmıştır.

Çalışmamızda LED ışık kaynağı üretici firmanın önerdiği sürede kullanıldığında, örneklerin üst yüzeylerinden QTH ile benzer sertlik değerleri elde edilmiştir. Yeni nesil LED cihazlarının kullanıldığı diğer çalışmalarda da bu cihazların QTH'lere benzer performans gösterdiği bildirilmiştir.^{11,12} Vandewalle ve ark.'ları¹³ maksimum çıkış gücü ve benzer enerji yoğunluğunda yeni nesil LED kullanarak QTH ile benzer polimerizasyon etkinliği elde etmiştir. Bu bulguların aksine, LED cihazları ile QTH'lere göre daha düşük sertlik değeri elde eden araştırmalar da bulunmaktadır.⁷ Dunn ve Bush⁵ QTH'lerle LED ışık kaynaklarına göre daha sert yüzeyler elde edildiğini bildirmiştir. İlk üretilen LED cihazlarının kullanıldığı bu çalışmalarda daha düşük değerlerin elde edilmesi cihazların düşük ışık şiddetine bağlanmaktadır.

Yüzey sertliği, materyalin tamamıyla polimerize olduğunu gösteren yeterli bir gösterge değildir.² Örneğin alt yüzeyinin sertliği de üst yüzeyin sertliğine yakın ve alt yüzey/üst yüzey sertlik oranı 0,8'den daha fazla olmalıdır.¹⁴ Çalışmamızda tüm gruplarda üst yüzeylerden daha yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. Bunun nedeni ışığın kompozit kütlesi içinden geçerken, doldurucu partiküller ve rezin matris tarafından saçılması nedeniyle şiddetinin azalmasıdır.¹⁵ Ancak alt ve üst yüzeyler arasındaki farklılık sadece QTH gruplarında istatistiksel olarak anlamlıdır. Nanohibrit kompozitin üreticinin önerdiği sürede QTH ile sertleştirildiği grup haricinde diğer grupların hepsinde sertlik oranının 0,8'den fazla olduğu belirlendi. Her iki kompozit türünde ve sertleştirme süresinde LED cihazıyla elde edilen sertlik oranının QTH ile

elde edilen orandan yüksek olduğu gözlemlendi. Yazıcı ve arkadaşları¹⁶ üretici firmanın önerdiği sürede kullanıldığında düşük enerjili LED ve QTH'nin 0,8'den fazla sertlik oranı oluşturduğunu ancak QTH ile LED cihazından daha yüksek sertlik oranı elde edildiğini bildirmiştir. Buna karşın, yeni nesil LED cihazlarının polimerizasyon etkinliğini inceleyen bir çalışmada daha yüksek ışık şiddetine sahip bu cihazlarla düşük enerjili LED'lerden daha yüksek, QTH ile benzer sertlik oranı elde edilmiştir.¹⁷ O'Reilly ve arkadaşları¹⁸ kompozit rezinlerin alt yüzeyinde üst yüzeye benzer sertlik değerleri elde etmek için bu materyallerin QTH'lerle LED'lere göre daha uzun süre sertleştirilmeleri gerektiğini bildirmiştir.

Yüksek ışık şiddeti, kamforokinonun aktive olarak polimerizasyon işlemi başlatmasını sağlar. Kompozitin kalınlığı arttıkça ışığın absorpsiyon ve saçılımı nedeniyle kamforokinonun aktivasyonu azalır.¹⁹ Polimerizasyon derinliğini etkileyen faktörlerden biri enerji yoğunludur.² Ancak bu çalışmada LED cihazının alt yüzeyleri daha iyi polimerize etmesi enerji yoğunluğuna bağlanamamaktadır; çünkü QTH ile 1x süreyle sertleştirme ve LED'le ½x süreyle sertleştirme sırasında oluşan enerji yoğunlukları aynıdır. Farklı cihazların kompozitlerin alt yüzeylerini farklı düzeyde polimerize etmelerinin diğer nedeni de yayılan ışığın odaklanma etkisi olabilir. Tüm QTH ve LED cihazlarında ışık kaynağının ucundan uzaklaştıkça ışık şiddeti azalır ama bu azalma her cihazda aynı oranda olmamaktadır.²⁰ Örneğin, yüksek ışık odaklama etkisine sahip cihazlarda (ışığın daha büyük giriş ve daha küçük çıkış yüzey alanına sahip uçtan yayıldığı cihazlar) mesafe arttıkça ışık şiddetinde daha fazla azalma olduğu bildirilmiştir.²⁰ Bu çalışmada cihazların odaklama etkisi incelenmemiş olsa da, sertlik oranları arasındaki farkın cihazların odaklama etkinlikleri arasındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak bu varsayımın doğrulanması için bu konuyu ele alan çalışmalara ihtiyaç vardır.

LED cihazı üretici firmanın önerdiği sürenin yarısı kadar bir süreyle uygulandığında 0,8'den

fazla sertlik oranı oluştursa da, bu grupta her iki kompozit türü için de diğer gruplara göre hem üst hem de alt yüzeyde en düşük sertlik değeri elde edilmiştir. Price ve arkadaşları¹¹ ile Felix ve ark.'ları¹² yüksek enerjili LED'in (Freelight 2) farklı tip kompozitleri polimerize etme etkinliğini QTH ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, LED'in üretici firmanın önerdiği sürenin yarısı süreyle kullanıldığında QTH ile benzer sertlik değerleri oluşturduğunu göstermiştir. Çalışmalardan elde edilen farklı sonuçlar kullanılan cihazlar arasındaki farklılıklara bağlanabilir. Yeni nesil LED'ler genellikle 1000 mW/cm² civarında ışık şiddetine sahip olsalar da cihazların spektral emisyon karakterleri farklıdır. Işık kaynaklarının spektral çıkışının hangi dalga boyuna kaydığı foto-başlatıcıların aktivasyonunu etkiler.²¹ Örneğin spektral çıkışın kamforokinonun absorpsiyon tepe noktası olan 468 nm'den uzaklaşması foto-başlatıcı olarak kamforokinonu kullanan kompozitlerin foto-aktivasyonunu azaltacaktır. Araştırmamızda sadece bir adet LED cihazı kullanıldığından dolayı bu cihazın spektral emisyon karakteri incelenmemiştir. Ancak bu yönde bir inceleme yapmış olmasak da çalışmalardan elde edilen farklı sonuçların, kullanılan LED cihazlarının spektral emisyon karakterleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği kanımsındayız.

Çalışmamızda mikrohibrit kompozit rezin (Filtek Z250) ile nanohibrit kompozit rezine (Premise) oranla, ışık kaynağı ve ışıkla sertleştirme sürelerinden bağımsız olarak, daha yüksek sertlik değerleri elde edildi. Daha önce yapılan araştırmalarda da Filtek Z250 ile yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir.^{22,23} Kompozit rezinlerin polimerizasyon etkinliği; içerdiği foto-başlatıcı türü, foto-başlatıcının aktivasyon dalga boyu, doldurucu miktarı, büyüklüğü ve kompozitin rengine bağlı olarak değişmektedir.² Bu çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin her ikisi de A2 rengindedir ve foto-başlatıcı olarak kamforokinon içermektedir. Ancak organik matris ve doldurucu içerikleri farklıdır. Filtek Z250, bisfenol A diglisidil dimetakrilatdan daha reaktif olan üretan dimetakrilat içermektedir. Daha iyi

polimerize olmasının nedeni daha katı ve hidrojen bağlı bisfenol A diglisidil dimetakrilat yerine daha uzun ve esnek bisfenol A polietilen glikol dieter dimetakrilat içermesi olabilir.²⁴ Bu kompozit rezinin diğer materyallere göre daha yüksek oranda foto-başlatıcı içerdiği de öne sürülmektedir.²⁵ Ayrıca bu materyalin doldurucu içeriğinin nanohibrit kompozit rezine göre daha az olması ve nanohibrit kompozit rezinin içerdiği büyük boyuttaki prepolimerize partiküllerden daha küçük partiküller içermesi, ışığın derinlere nüfuz etmesini kolaylaştırmış olabilir.

Sonuçlar

1. Test edilen kompozit rezin türünden bağımsız olarak yüksek ışık şiddetine sahip LED'in üretici firmanın önerdiği süreyle kullanıldığında üst yüzey polimerizasyonu açısından QTH ile benzer, alt yüzey polimerizasyonu açısından QTH'den daha iyi performans gösterdiği belirlendi.
2. LED cihazı üretici firmanın önerdiği sürenin yarısı kadar bir süreyle uygulandığında hem üst, hem de alt yüzeylerdeki sertlik değerlerinin azaldığı saptandı.
3. LED cihazının her iki sertleştirme süresinde de alt yüzeyleri üst yüzeylere yakın derecede sertleştirebildiği (0,95-0,98 sertlik oranı), QTH'nin ise özellikle nanohibrit kompozitte alt yüzeyleri üst yüzeyler kadar sertleştiremediği gözlemlendi.

Teşekkür

Mikrosertlik ölçümlerinin gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü ve Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Ferracane JL, Mitchem JC, Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res* 1997; 76: 1508-1516.

2. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JW. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig* 2005; 9: 71-76.
3. Sobrinho LC, Lima AA, Consani S, Sinhoreti MAC, Knowles JC. Influence of curing tip distance on composite Knoop hardness values. *Braz Dent J* 2000; 11: 11-17.
4. Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light-emitting diode technology. *Br Dent J* 1999; 186: 388-391.
5. Dunn WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-based light-curing units. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 335-341.
6. Rueggeberg FA. Contemporary issues in photocuring. *Compend Contin Educ Dent* (Suppl.) 1999; 25: 4-15.
7. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J Esthet Rest Dent* 2002; 14: 286-295.
8. Price RB, Felix CA, Andreou P. Evaluation of a second-generation LED curing light. *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 666-669.
9. Yap AUJ, Wong NY, Siow KS. Composite cure and shrinkage associated with high intensity curing light. *Oper Dent* 2003; 28: 357-364.
10. De Wald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *J Dent Res* 1987; 66: 727-730.
11. Price RB, Felix CA, Andreou P. Knoop hardness of ten resin composites irradiated with high-power LED and quartz-tungsten-halogen lights. *Biomaterials* 2005; 26: 2631-2641.
12. Felix CA, Price RB, Andreou P. Effect of reduced exposure times on the microhardness of 10 resin composites cured by high-power LED and QTH curing lights. *J Can Dent Assoc* 2006; 72:147-152.
13. Vandewalle KS, Roberts HW, Tiba A, Charlton DG. Thermal emission and curing efficiency of LED and halogen curing lights. *Oper Dent* 2005; 30: 257-264.
14. Pilo R, Cardash HS. Post-irradiation polymerization of different anterior and posterior visible light-activated resin composites. *Dent Mater* 1992; 8: 299-304.
15. Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composite by different light sources. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 1165-1173.
16. Yazici AR, Kugel G, Gül G. The Knoop hardness of a composite resin polymerized with different curing lights and different modes. *J Contemp Dent Prac* 2007; 8: 52-59.
17. David JR, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Effect of exposure time on curing efficiency of polymerizing units equipped with light-emitting diodes. *J Oral Sci* 2007; 49: 19-24.
18. O'Reilly M, Ray NJ, McConnell RJ, Hannigan A. Surface microhardness of a nanofilled resin composite: a comparison of a tungsten halogen and a light-emitting diode light curing unit, *in vitro*. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2007; 15: 146-152.
19. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW Jr, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent* 1993; 6: 91-95.
20. Price RB, Derand T, Sedarous M, Andreou P, Loney RW. Effect of distance on the power density from two light guides. *J Esthet Dent* 2000; 12: 320-327.
21. Nomoto R. Effect of light wavelength on polymerization of light-cured resins. *Dent Mater J* 1997; 16: 60-73.
22. Emami N, Söderholm KJ. How light irradiance and curing affect monomer conversion in light-cured resin composites. *Eur J Oral Sci* 2003; 111: 536-542.
23. Kleverlaan CJ, de Gee AJ. Curing efficiency and heat generation of various resin composites cured with high-intensity halogen lights. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 84-88.
24. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater* 1998; 14: 51-56.
25. Yoshida K, Greener EH. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled light-cured resin. *J Dent* 1994; 22: 296-299.

Yazışma Adresi:

Doç. Dr. R. Banu ERMİŞ
 Süleyman Demirel Üniversitesi,
 Dişhekimiği Fakültesi,
 Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD,
 32260 Kampüs, ISPARTA
 Tel : (246) 211 33 15
 Faks : (246) 237 06 07
 E-posta : banu_ermis@yahoo.com