

LED IŞIK KAYNAKLARI

Arş. Gör. Dt. Emre ÖZEL*

Prof. Dr. Mübin SOYMAN*

LED LIGHT SOURCES

ÖZET

Restoratif diş hekimliğinde ışık ile polimerize olan kompozitler yaklaşık 30 yıldır kullanılmaktadır. Diş hekimliğindeki teknolojik gelişmeye bağlı olarak ışık cihazları da gelişmiştir. Günümüzde halojen ışık cihazlarının yerine LED ışık cihazları kullanılmaktadır. LED ışık cihazı sayesinde daha az ısı açığa çıkmakta ve daha az enerji kullanılmaktadır. Bu derlemede, LED ışık cihazlarının etkinliğinden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit, Işık cihazı, LED

ABSTRACT

Photopolymerized composites have been used for 30 years in restorative dentistry. The light curing devices were developed in parallel to technological progress in dentistry. Nowadays, light emitting diode curing devices are being used instead of halogen light devices. Less heat is generated and lower energy is used by light emitting diode curing devices. In this review, the efficiency of light emitting diode curing devices will be discussed.

Keywords: Composite, Light curing device, LED

Kompozit rezinler, 1980'li yıllardan itibaren sıklıkla tercih edilen restoratif materyal olmuştur. Kendi kendine sertleşen kompozitler zaman içinde yerini ışık ile sertleşen kompozitlere bırakmıştır. Böylece restoratif diş hekimliğinde ışık cihazları giderek önem kazanmıştır.¹

Kompozitlerin görünür halojen ışık ile sertleştirilmesi işlemi 1970'li yıllara kadar dayanmaktadır. Günümüzde de yıllardır tercih edilen halojen ışık cihazları kullanılmaktadır.²⁻⁶

Kompozit rezinler; organik polimer matriks, inorganik doldurucular ve bağlayıcı fazdan oluşur. Başlatıcılar, kompozitlerin polimerizasyon reaksiyonlarını aktive ederler. Günümüzde

genellikle görünen ışığa (dalga boyu 460-480 nm arasındaki halojen ışık) duyarlı başlatıcılar kullanılmaktadır. Görünür ışığın uygulanmasıyla uyarılan başlatıcılar, rezin monomerlerinin polimerize olmasına yol açar ve sertleşme gerçekleşir.⁷

Işık ile polimerize olan kompozit rezinlerin çoğunda başlatıcı olarak kamforokinon kullanılır.^{1,2,5,6,8-12}

Kompozit rezinin içinde bulunan ve uyarılarak polimerizasyonu başlatacak olan yapıya, ışık cihazı tarafından, uygun dalga boyu aralığında ışık verilmelidir. Kompozit, yetersiz güçte veya

* Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Göztepe, İSTANBUL

uygun olmayan dalga boyunda yapılan ışık uygulamaları ile tam olarak polimerize olamaz. Yetersiz polimerizasyonda ise materyalin mekanik ve fiziksel özellikleri optimum seviyede olamaz ve restorasyonda başarısızlıklar ve hatta restorasyonların kaybı söz konusu olabilir.^{1,4,6,13-16} Işık cihazına bağlı sorunların başında voltajın düşmesi, ampulün bozulması ve ışık tübü ucunun kirlenmesi yer alabilir.¹⁷ Kavitenin derin kısımlarında yeterli derecede polimerize olmayan kompozit rezin pulpada sorunlara neden olabilir.⁶ İdeal bir polimerizasyon için ışık cihazında; etkili bir ışık şiddeti, ışığın doğru dalga boyu ve yeterli polimerizasyon süresi gerekmektedir.^{3,7,17}

İdeal bir ışık cihazında şu özellikler önemlidir:

1-) Güç: Işık cihazının birim zamanda yaydığı enerji miktarıdır. Birimi mW'dır.

2-) Işık yoğunluğu: Işığın uygulandığı birim alana düşen ışık gücüne denir. Birimi mW/cm²'dir. Yeterli bir polimerizasyon için ışık yoğunluğunun en az 300 mW/cm² olması gerekmektedir. Ucu daha büyük olan ışık cihazları daha fazla güce sahiptirler ancak ışığın yayıldığı birim alan daha büyük olduğu için ışık yoğunluğu daha az olur.¹ Işık yoğunluğu; cihazın gücü artırılarak veya cihazın ucunun çapı küçültülerek (ışık veren ucun birim alanının daraltılması ile) kontrol edilebilir.^{1,5,7,16,18}

3- Dalga boyu: Işığın yaydığı elektromanyetik dalga boyudur. Işık ile polimerize olan kompozitlerin içinde sıklıkla kullanılan aktivatör olan kamforokinon, en yüksek seviye olarak 468 nm dalga boyundaki mavi ışığa duyarlıdır.^{2,3,6,9,10,14,17-21}

Son yıllarda halojen ışık kaynağına alternatif olarak LED (Light Emitting Diodes-Işık Yayan Diyotlar) ışık cihazları geliştirilmiştir.⁶

LED ışık kaynakları, kuantum mekaniği etkisiyle görülebilir mavi ışık yayan kaynaklardır. Yapılarında elektronların birinden diğerine geçişini sağlayan iki ayrı yarı iletken bulunur. Ortama elektrik verildiğinde, elektronlar bu iki iletkeni geçer ve LED lambadan belirli bir dalga boyu aralığında ışık yayılır.^{4,6,7,14,15,20-22}

LED ışık cihazlarının diğer cihazlardan farkı, belirli bir dalga boyu aralığında, sadece görülebilir ışık üretmeleridir. Üretilen ışığın yaklaşık %95'i polimerizasyon için yeterli düzeydedir. Bu yüzden bu cihazlar daha az elektrik enerjisi kullanırlar.^{2,6,7,18}

Kompozit rezinlerde ve diğer ışıkla polimerize olan restoratif materyallerde kullanılmak üzere tasarlanan LED ışık cihazları, restoratif diş hekimliğinde son dönemlerde büyük ilgi odağı olmuştur. Özellikle kamforokinon taşıyan kompozit rezinler üzerine etkin olan LED ışık cihazlarının yeterli düzeyde ışık üretmeye başlamasından sonra diğer ışık kaynaklarının etkinliği tartışılmaya başlanmıştır.

LED ışık cihazları genellikle, ışıkla sertleşen restoratif materyallerinin bulunmasından bu yana kullanılan halojen ışık kaynakları ile karşılaştırılırlar.

Halojen ışık cihazlarında, ışık tungsten bir filament üzerinden geçirilen elektrik akımı ile elde edilir ve bu işlem çok yüksek ısı seviyelerinde gerçekleşir.^{4,5,7-9,14,15,18,21} Isının yükselmesi pulpada rahatsızlıklar oluşturulabilir.¹⁰ Uzun süre yüksek ısı etkisi altında kalan halojen lamba, ışık filtresi ve reflektörü yıpranarak ışık kaynağının verimini düşürürler. Bu nedenle ışık kaynağının etkinliği azalabilir. Halojen ışık kaynaklarının tüm parçalarının ve ışık veriminin belirli aralıklarla test edilmeleri gerekmektedir çünkü

yetersiz polimerizasyon sonucunda restorasyonun ömrü olumsuz etkilenir. Cihaz gücünün kontrolü için bir radyometre kullanılabilir.^{3,13,18,23}

Halojen ışık cihazları yaklaşık 400-500 nm dalga boyu arasında ışık yayarlar. Bu dalga boyu aralığında üretilen ışık, ışıkla sertleşen bir çok kompozitin içinde bulunan kamforokinon tarafından oldukça iyi emilir. Ancak ürettikleri ışığın küçük bir bölümü kompozitlerin polimerizasyonu için gerekli olan mavi ışığı içermektedir. Geri kalan ışık üretimi filtre edilerek ısı enerjisine dönüştürülür. Sonuç olarak elde edilen enerjinin büyük bir kısmı kullanım dışı kalarak boşa gitmektedir.^{5-7,16,18,24,25} Bu nedenle LED ışık cihazları, halojen ışık cihazlarına göre daha kalın bir kompozit tabakasını polimerize ederler.²³

Yükselen ısının bir fan yardımıyla düşürülmesi gerekmektedir. Işık cihazının içine bir fan yerleştirmek ayrı bir sistem ve enerji gereksinimi anlamına gelmektedir. Fazla enerji gereğinden başka, fanın bir diğer dezavantajı da çıkardığı sesdir. Ayrıca çalışan fanlar, ortamda bulunan mikroorganizmaları hastaların ağızına üflebilirler ve bu durum da hijyenik olmayan çalışma koşullarını oluşturur. Havalandırma kanalları bu tür cihazların kontaminasyonuna olanak sağlamaktadır ve dezenfekte edilmeleri güçtür.¹⁸

Polimerizasyon esnasında oluşan yüksek ısı, materyalin ısı iletkenliğine göre diş dokusunu da etkileyebilir ve derin kaviterlerde canlı dişler için bir sorun oluşabilir.¹⁴

Lazer ve plazma ark ışık kaynakları ise yüksek maliyetli oldukları için bunların klinikte kullanımları sınırlıdır. Halojen ışık kaynaklarına göre daha fazla ısı açığa çıkarırlar. Ayrıca lazerlerin klinikte oldukça ciddi güvenlik önlemleri alınarak kullanılması gerekmektedir.^{2,7,18} Plazma ark ışık kaynaklarında ışık yoğunluğunun halojen ışık kaynaklarına göre daha fazla olması, 1 veya

2 mm kalınlığındaki kompozit tabakasının polimerizasyon süresini kısaltır.

LED ışık cihazlarının temel özelliği 400-500 nm dalga boyu arasında sadece görülebilir ışık üretmeleridir. Etkin spektrumlarının ise 450-490 nm dalga boyu olduğu bilinmektedir.^{1,2,4,10,13,17,18,23} Etkin spektrumlarının dışında kalan dalga boylarında, polimerizasyonu nasıl etkiledikleri üzerine yeni araştırmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

Halojen ışık cihazlarının ömürleri 100 saat iken, LED ışık cihazlarının ömürleri yaklaşık 10.000 saattir ve bu süre zarfında reflektöründe ve filtresinde bozulma olmayacağı için, sabit şiddette ışık yayarlar.^{1,2,4-7,13,15,22,23}

Cihazın çalışma prensibi gereği yüksek ısı açığa çıkmaz.¹⁰ Böylece kullandıkları elektrik enerjisini etkin bir şekilde ışığa çevirirler. Halbuki halojen ve plazma ark lambalar yüksek seviyede ısı açığa çıkararak ışık üretirler ve oluşan bu yüksek ısıdan dolayı ampul, reflektör ve filtre zaman içinde bozulabilir.⁷ Bu sebeple etkin bir polimerizasyon elde edilemeyebilir.^{2,13} Ayrıca pulpa dokusunda, ısının 42.5°C'ye ulaşması sonucu, geriye dönüşümü olmayan zararlar meydana gelebilir.²⁶ LED ışık cihazları daha az ısı açığa çıkardıkları için, gingival ve pulpal irritasyonlara daha az rastlanılır.^{2,6,10,16,20,26}

Optimum dalga boyunda ışık verdiği için LED ışık cihazlarında, halojen ve plazma ark ışık kaynaklarında olduğu gibi üretilen ışığın filtre edilme sine gerek yoktur.^{1,5,7,8,14-16,22} Bu nedenle elde edilen enerjinin neredeyse tamamı polimerizasyon için kullanılabilir.¹⁸ Kaybedilen enerji çok az olduğundan açığa çıkan ısı da azdır. Fan ile soğutma gerekmediğinden küçük ve çubuk şeklinde ışık kaynakları üretilebilmiştir.^{6,8,14,16,20,21} Ancak bazı üretici firmalar yüksek verimli LED ışık kaynaklarına fan ilave etmektedirler.

LED ışık kaynaklarının enerji tüketimi düşük olduğu için şebeke elektriğe bağımlı değildirler. Ayrıca, bu tür cihazlar kablosuzdur, hafif oldukları için taşınabilir ve rahatça kullanılabilirler.^{6,16,21,22} Kablosuz ışık cihazlarının güvenilirliği pilin gücüne bağlıdır. Fakat genel bir teknik sorun, pil ömrünün sınırlı oluşudur. Ancak bazı üretici firmalar yeniden şarj olabilen piller ile çalışan LED ışık cihazları üretmişlerdir.^{1,6,8,14,18} Yeniden şarj olabilen piller lityum pilleridir. Bu piller konvansiyonel pillerin yarısı ağırlığındadır ayrıca hacimce %30-50 daha küçüktür. Ancak bu özelliklerinin yanında lityum piller, yeniden şarj olabilen piller arasında en pahalı olanıdır.²⁰

LED ışık kaynakları, ilk olarak silikon karbid esaslı olarak üretilmişlerdir.⁵ Ancak üretici firmalar, bu cihazları galyum nitrat esaslı hale dönüştürüp güçlerini arttırmışlardır.^{1,2,4,6,7,13,15,20,23}

Yapılan araştırmalar, LED ışık kaynaklarının aynı güce sahip halojen ışık kaynaklarıyla kıyaslandığında, %50'ye yakın oranlarda daha kısa sürede polimerizasyon sağladığını göstermiştir.¹

LED ışık kaynakları, yapılarında kamforoksinon dışında reaksiyon başlatan maddeleri içeren kompozitler üzerine etkili değildirler. Bu nedenle LED ışık kaynakları kullanılacağı zaman, polimerize edilecek restoratif materyalinin yapısı bilinmelidir.

Restoratif diş hekimliğinde ideal bir restorasyon yapmak için kullanılan materyallerin ve cihazların yapısı çok önemlidir. Üretici firmaların tavsiyelerine uygun olarak cihazları kullanmak, restorasyondan en fazla verimi almamızı sağlayacaktır. Özellikle ışık ile polimerize olan kompozitlerin kullanımında ışık cihazının önemi gözardı edilemez.

KAYNAKLAR

1. Mills RW, Jandt KD, Ashworth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. *Br Dent J* 1999; 24:388-91.
2. Swift EJ Jr. LED curing lights. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14:206-7.
3. Tarle Z, Meniga A, Knezevic A, Sutalo J, Ristic M, Pichler G. Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma arc and an experimental blue LED curing unit. *J Oral Rehabil* 2002; 29:662-7.
4. Yoon T.-H, Lee Y.-K, Lim B.-S, Kim C.-W. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil* 2002; 29:1165-73.
5. Mills RW, Uhl A, Jandt KD. Optical power outputs, spectra and dental composite depths of cure, obtained with blue light emitting diode (LED) and halogen light curing units (LCUs). *Br Dent J* 2002; 26:459-63.
6. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14:286-95.
7. Dunn WJ, Taloumis LJ. Polymerization of ortodontic resin cement with light-emitting diode curing units. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122:236-41.
8. Uhl A, Mills RW, Vowles RW, Jandt KD. Knoop hardness depth profiles and compressive strength of selected dental composites polymerized with halogen and LED light curing technologies. *J Biomed Mater Res* 2002; 63:729-38.
9. Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24:497-504.
10. Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater* 2001; 17:309-15.
11. Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Photoinitiator dependent composite depth of cure and Knoop hardness with halogen and LED light curing units. *Biomaterials* 2003; 24:1787-95.

12. Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, Klaiber B. Influence of curing methods and materials on the marginal seal of Class V composite restorations in vitro. *Operative Dentistry* 2003; 28:160-7.
13. Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials* 2002; 23:2955-63.
14. Teshima W, Nomura Y, Tanaka N, Urabe H, Okazaki M, Nahara Y. ESR study of camphorquinone/ amine photoinitiator systems using blue light-emitting diodes. *Biomaterials* 2003; 24:2097-103.
15. Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater* 2000; 16:41-7.
16. Price RBT, Ehrnford L, Andreou P, Felix CA. Comparison of quartz-tungsten-halogen, light-emitting diode and plasma arc curing lights. *J Adhes Dent* 2003; 5:193-207.
17. Knezevic A, Tarie Z, Meniga A, Sutalo J, Pichler G, Ristic M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil* 2001; 28:586-91.
18. Meyer GR, Ernst CP, Willershausen B. Decrease in power output of new light-emitting diode (LED) curing devices with increasing distance to filling surface. *J Adhes Dent* 2002; 4:197-204.
19. Taira M, Urabe H, Hirose T, Wasaka K, Yamaki M. Analysis of photo-initiators in visible-light-cured dental composite resins. *J Dent Res* 1988; 67:24-28.
20. Burgess JO, Walker RS, Porshe CJ, Rappold AJ. Light curing-an update. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23:889-92.
21. 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* 2002; 110:471-9.
22. Hammesfahr PD, O'Connor MT, Wang X. Light-curing technology: past, present and future. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23:18-24.
23. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials* 2000; 21:1379-85.
24. Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 11th ed. Mosby, St. Louis: 2002.
25. Fan PL, Schumacher RM, Azzolin K, Eichmüller FC. Curing-light intensity and depth of cure of resin-based composites tested according to international standards. *J Am Dent Assoc* 2002; 133:429-434.
26. Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Polymerization and light-induced heat of dental composites cured with LED and halogen technology. *Biomaterials* 2003; 24:1809-20.

Yazışma Adresi:

Arş. Gör. Dt. Emre ÖZEL

Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı

Bağdat Cad. No:238

Göztepe-İSTANBUL

Tel: 0216 363 60 44

GSM: 0543 844 97 97

Faks: 0216 363 62 11