



AKIŞKAN ÖZELLİKLİ İKİ RESTORATİF MATERYALİN LED IŞIK KAYNAĞI İLE POLİMERİZASYONU SIRASINDA OLUŞAN ISI DEĞİŞİMİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF TEMPERATURE CHANGE IN TWO FLOWABLE RESTORATIVE MATERIALS DURING POLYMERIZATION WITH LED LIGHT CURING UNIT*

Dr. Öğr. Üyesi Didem ÖNER ÖZDAŞ*

Dr. Öğr. Üyesi Sevgi ZORLU*

Dr. Öğr. Üyesi Pınar Kıymet KARATABAN*

Makale Kodu/Article code: 3352

Makale Gönderilme tarihi: 12.02.2017

Kabul Tarihi: 18.12.2017

ÖZ

Amaç: Rezin bazlı dental restoratif materyallerin ışık kaynağıyla polimerizasyonları sırasında ortaya çıkan ısının pulpaya biyolojik zarar verebileceği çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Bu in vitro çalışmanın amacı iki farklı LED ışık kaynağı kullanarak düşük viskoziteli farklı iki restoratif materyalin polimerizasyonu sırasında ortaya çıkan ısı değişikliğinin belirlenerek karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: İki farklı akışkan kompozit restorasyon materyali; Filtek-Ultimate Akışkan(3M ESPE, St Paul, MN, USA) ve SDR; Smart Dentin Replacement Material(Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) iki farklı LED ışık kaynağı; EliparS10(3M ESPE, St Paul, MN, USA) ve WoodPecker-LEDB(Keju Med.Prod.Foshan,China) ile polimerize edilerek oluşan ısı değişimleri kaydedilmiştir. Çalışmada restoratif materyaller, 10 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde teflon kalıplara yerleştirilmiş ve başlangıçtan itibaren ışık ile polimerizasyonları sırasında meydana gelen ısı değişimleri teflon kalıbın tabanına yerleştirilmiş, kompüterize dijital termometre ile ölçülerek kaydedilmiştir. Toplam 80 örnek üzerinden 320 ısı ölçümü gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics22 programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular: Filtek-Ultimate akışkan kompozit restoratif materyalinin Elipar Led ışık kaynağı ile polimerizasyonu sırasında ortaya çıkan ısı farkı ortalamaları Woodpecker Led ışık kaynağı ile meydana gelen ısı farkı ortalamalarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (19,07±2,52- 12,79±1,61). Benzer şekilde SDR-Elipar başlangıç-ısı farkı ortalaması SDR-Woodpecker başlangıç-ısı farkı ortalamasından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (15,95±0,97-14,08±1,18). İki restoratif materyalin karşılaştırması yapıldığında ise, Filtek-Ultimate-Elipar ısı farkı SDR-Elipar ısı farkı ortalamasından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Sonuç: Her iki ışık kaynağı ile de viskoziteleri düşük olan iki dolgu materyalinin polimerizasyonu esnasında oluşan ısı farkı ortalaması 5.5°C den fazladır. Pulpaya yakın, derin kavitelere akışkan restoratif materyallerin kullanılmasının pulpada geri dönüşümsüz hasar bırakabileceği gözönünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Dental ışık kaynağı, rezin kompozitler, foto-aktivasyon, polimerizasyon, ısı artışı

ABSTRACT

Aim: As it was previously reported, the heat generated during polymerization of the resin based dental restorative materials may cause harmful biological effects on pulpal tissue. The aim of this in-vitro study was to measure and compare the increase in temperature of two different flowable dental restorative materials during polymerization with two different LED-Light curing units.

Materials and Methods: Two low-viscosity resin based composites; Filtek-Ultimate Flow(3M-ESPE, StPaul, MN, USA) and SDR; Smart Dentin Replacement(Dentsply-Caulk,Milford,DE,USA) were photo-activated with two different LED-Light curing units; EliparS10(3M-ESPE, StPaul,MN,USA) and WoodPecker-LEDB(Keju Med. Prod., Foshan, China) and the change in temperature was recorded during the polymerization process.

Restorative materials were placed into a Teflon mould with a cylindrical opening 10mm in diameter and 2mm in height and the change in temperature during light curing was recorded with a thermal probe connected to a digital precision thermometer. 320 recordings were done out of 80 specimens. Statistical data analysis was made using IBM SPSS Statistics22 Programme.

Results: The mean temperature increase of Filtek-Ultimate Flow during light curing with Elipar(3M ESPE) was significantly higher than with WoodPecker (19,07± 2,52- 12,79±1,61). Likewise, the mean temperature increase of SDR during light curing with Elipar(3M ESPE) was significantly higher than with Woodpecker (15,95±0,97-14,08±1,18). Comparing the two restorative materials, the mean temperature increase of Filtek-Ultimate Flow was significantly higher than SDR while curing with Elipar.

Conclusion: The mean temperature increase in both restorative materials during polymerization with either LED-light curing units were higher than that of 5.5 °C. Low-viscosity restorative materials should be considered carefully within profound cavities as they may cause irreversible harmful effects to dental pulp during polymerization.

Keywords: Dental light curing units, resin composites, photo-activation, polymerization, temperature increase

*İstanbul Aydın Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, İstanbul

*Çalışmanın bir bölümü 26-28 Ekim 2016 tarihinde IMSEC- International Science and Engineering Congress'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

✓ Çalışma için herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.



GİRİŞ

Dental restoratif materyallerin gelişimi sürecinde kavite preparasyon tekniklerinin değişmesi, restorasyon materyallerinin çeşitlenmesi ve estetik diş hekimliğine talebin artmasıyla da ışık ile polimerize olan materyaller etkin ve vazgeçilmez hale gelmiştir. Işık kaynakları, ışığa duyarlı restoratif materyaller, rezin kompozitler, rezin modifiye cam iyonomerler, poliasit modifiye rezin kompozitler, pit ve fissür örtücüler, bağlayıcı ajanlar, periodontal materyaller, yapıştırıcı ajanlar ve geçici restoratif materyallerin polimerize edilmesinde kullanılmaktadırlar¹⁻⁴. Günümüzde polimerizasyon kaynakları olarak halojen lambalar, ışık yayan diyotlar, plazma ark lambalar ve argon iyonu lazerleri kullanılmaktadır.

Kuartz-tungsten-halojen ışık kaynakları; Resin bazlı kompozitlerin polimerizasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tipik olarak ışık şiddeti 400-800 mW/cm² dir. Kompozit rezinleri 2 mm derinliğe kadar 40 sn süre ile uygulandığında polimerize etmektedir^{5,6}.

LED ışık kaynakları; Halojen ışık kaynaklarında karşılaşılan sorunları bertaraf etmek için ışık yayan diyot (Ligth Emitting Diode, LED) teknolojisi kullanılmaya başlanmıştır. LED ışık kaynakları dar bir spektral aralıkta ışık oluşturdukları için daha az güce ihtiyaç duymaktadırlar. Böylece soğutucu fana gerek duymadıkları gibi şarj edilebilen aletler oldukları için daha hafiftirler. Ömürleri 10.000 saat civarındadır. Sabit şiddette ışık üretirler(700-1200 mW/cm²). Daha az ısı üretirler. Pek çok çalışmada halojen ışık kaynaklarından daha üstün oldukları belirtilmektedir.

Plazma ark ışık kaynakları; Daha kısa sürede, daha etkili polimerizasyon sağlamak amacıyla üretilmiş ışık kaynaklarıdır. Ancak polimerizasyon hızlı olduğu için, polimerizasyon büzülmesi miktarı da yüksektir.

Lazer ışık kaynakları; Uzun süredir bilinmelerine karşın ekonomik nedenler dolayısıyla kullanım alanı sınırlı kalmıştır. Argon iyonu lazeri farklı frekanslarda ışık yayarken, mavi lazerler rezin bazlı kompozitlerin polimerizasyonunda kullanılmaktadır^{1,6}.

Dental materyallerin polimerizasyonu, uygun fiziksel özellikleri ve tatminkar klinik performansı elde etmede büyük önem taşımaktadır. Yetersiz polimerizasyon durumunda materyalin su emilimi ve çözünürlüğü artacak ve bunun sonucunda fiziksel özellikleri ortalamanın altında bir performans sergileyecektir^{7,8,19}.

Dişin tedavisi esnasında yapılan tedavinin türüne bağlı olarak hem diş yüzeyinde hem de pulpada

ısı artışı olmaktadır. Dişe dışarıdan uygulanan ısı, şiddetine ve süresine bağlı olarak, pulpada farklı düzeylerde travmaya neden olabilir. Pulpada ısı artışı; dişin hazırlanması aşamasında döner aletlerle, ultrasonik enstrümanlarla, lazer tedavisi ile, ışık ile beyazlatma sırasında, geçici kuron - köprü yapımında ve kompozit restorasyon materyallerinin ışık ile polimerizasyonu sırasında olabilir⁹⁻¹¹.

Polimerizasyon sırasında rezin kütle içerisinde bir egzotermik reaksiyon meydana gelmekte ve bunun sonucunda ısı açığa çıkmaktadır. Oluşan bu ısının özellikle pulpaya yakın restorasyonlarda pulpada iyatrojenik bir zarara neden olabileceği yapılan çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Materyalin polimerizasyonu sırasında 43°C- 44°C'yi aşan ısılarda pulpada istenmeyen etkiler oluşabilmektedir^{10,14,17}. Son yıllarda ışık ile polimerizasyon esnasında oluşan ısı artışı dikkat çekmeye başlamıştır.

Bu çalışmanın amacı farklı iki akışkan özellikli kompozit restoratif materyalin iki farklı LED ışık kaynağı ile foto aktivasyonu ve polimerizasyonu sırasında meydana gelen ısı artışının ölçülerek karşılaştırılması ve pulpada meydana gelebilecek olası zararın tartışılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada dolgu materyallerini polimerizasyon için yerleştirmek üzere 10 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde teflon kalıplar hazırlanmıştır. Hazırlanan teflon kalıbın tabanına, dolgu materyaline doğrudan temas edecek biçimde bir termal uç ile bağlantılı dijital termometreden oluşan bir düzenek yerleştirilmiştir.

Dolgu materyali olarak akışkan kompozit Filtek-Ultimate Flowable Restorative (3M ESPE, St Paul, MN, USA) ve SDR (Smart Dentin Replacement Material) ; (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) ve ışık kaynağı olarak da iki farklı LED ışık kaynağı ; Elipar S10 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) ve WoodPecker-LEDB (Keju Med.Prod.,Foshan,China) (Tablo 1)

Filtek-Ultimate Flowable Restorative (3M ESPE, St Paul, MN, USA) ,düşük viskoziteli, radyo-opak bir akışkan nano-kompozit materyaldir. Bis-GMA, TEGDMA ve Prokriyat rezinleri içerir. Doldurucu partiküller 0.1-5 mikron büyüklüğündedir. SDR (Smart Dentin Replacement Material) ; (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) düşük viskoziteli, radyo-opak, bulk-fill özellikli bir rezin kompozit materyaldir.



Tablo 1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller.

Ürün	Firma	Matriks	Doldurucu	Doldurucu Yüklü
Filtek Ultimate Flow 3930 A2	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Bis GMA TEGDMA	Zirkon/Silika Ytterbium trifluorid	65 wt %
SDR (Smart Dentin Replacement) U	Dentsply Caulk, Milford, DE, USA	SDR patentli Üretan-Dimetakrilat Di-metakrilat	Ba-Al-F-B Silikat cam, Sr-Al-F Silikat cam	68 wt %

Restorasyon materyallerinin teflon kalıplar içerisine yerleştirildiği andaki polimerizasyon öncesi ısı değeri başlangıç ısı değeri olarak kabul edilmiştir. Materyaller ardından LED ışık kaynağı ile 30 sn süre ile polimerize edilmiştir. 20. sn'nin sonundaki ısı değeri ve 30 sn sonundaki ısı değerleri kaydedilmiştir. 30.sn sonundaki ısı, son ısı olarak kaydedilmiştir. Her bir malzemeden 40'ar örnek hazırlanmış ve oluşan ısı farkları kaydedilmiştir. Toplam 80 örnek üzerinden 320 ısı ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kaydedilen başlangıç ısı değerleri ile 20. ve 30.sn'nin sonunda oluşan ısı değerlerinin farkları alınarak istatistiksel analiz yapılmıştır. Çalışmanın istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR

Işık ile polimerizasyonun tamamlandığı 20. ve 30. sn nin sonunda 3M Filtek Ultimate Flow akışkan kompozit örneklerin ısısı:

20.sn sonunda Elipar ile polimerize edildiğinde, $45,43 \pm 2,91$ °C ; Woodpecker ile polimerize edildiğinde $37,49 \pm 1,81$ °C olarak kaydedilmiştir.

30.sn sonunda ise, Elipar ile polimerize edildiğinde ortalama $47,39 \pm 2,79$ °C; Wood-Pecker ile polimerize edildiğinde $38,88 \pm 1,76$ °C olarak kaydedilmiştir.

20. sn nin sonunda SDR restorasyon materyallerinden hazırlanan örneklerin ısısı:

Elipar ile polimerize edildiğinde ortalama $40,79 \pm 0,93$ °C; Wood-Pecker ile polimerize edildiğinde $44,0 \pm 2,5$ °C; 30 saniyenin sonunda ise, Elipar ile polimerize edildiğinde ortalama $42,43 \pm 1,11$; Wood-Pecker ile polimerize edildiğinde $45,12 \pm 2,7$ olarak kaydedilmiştir.

Başlangıç ısısı ve 20 ve 30. saniyeler sonunda meydana gelen ısı farkı değerlendirildiğinde;

Filtek Flow (3M ESPE) dolgu materyalinin Elipar ışık kaynağı ile polimerizasyonu sırasında başlangıç-ısı farkı ortalaması materyalin Woodpecker ışık cihazı ile

polimerizasyonu sırasında ölçülen başlangıç-ısı farkı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,0001$). Benzer şekilde SDR (Dentsply) -Elipar başlangıç-ısı farkı ortalaması SDR-Woodpecker başlangıç-ısı farkı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$).

Materyaller kendi içlerinde değerlendirildiğinde ise; Filtek Flow dolgu materyalinin Woodpecker ışık kaynağı ile polimerizasyonu sırasında meydana gelen ısı farkı SDR' nin Woodpecker ile polimerizasyonu sırasında ölçülen başlangıç-ısı farkı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Bu durumun aksine, Filtek Ultimate-Flow restorasyon materyalinin Elipar ışık kaynağı ile polimerizasyonu sırasında meydana gelen ısı farkı SDR restorasyon materyalinin Elipar ile polimerizasyonu sırasında ölçülen başlangıç-ısı farkı ortalamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 2)

Tablo 2. Dolgu maddelerinin farklı ışık kaynakları ile polimerizasyonları sırasında oluşan ısı farklarının (Δt) karşılaştırılması

Dolgu Maddesi	Zaman	Işık Kaynağı		p
		Elipar	WoodPecker	
		Isı Farkı (Δt)		
3M Filtek Ultimate	Başlangıç -20 sn	19,07±2,52	12,79±1,61	0,0001
	Başlangıç -30 sn	21,03±2,39	14,19±1,42	0,0001
	p	0,037	0,017	
SDR (Smart Dentin Replacement)	Başlangıç -20 sn	15,95±0,97	14,08±1,18	0,0001
	Başlangıç -30 sn	17,58±1,19	15,2±1,41	0,0001
	p	0,03	0,25	

TARTIŞMA

Fiziksel, kimyasal ya da biyolojik uyarılar pulpa içinde oluşabilecek kan akımı bozukluklarına ve pulpada patolojik lezyonların oluşmasına neden olabilmektedir. Diş dokularının preperasyonu sırasında döner aletlerin etkisiyle ve restoratif materyallerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen ısı oluşumu bu lezyonların oluşmasında başlıca etkindir. Günümüzde kompozit rezin esaslı restoratif materyallerin polimerizasyonu için ışık kaynakları kullanılmaktadır.

Pek çok çalışma ile kompozit rezinlerin polimerizasyonunda kullanılan ışık kaynaklarının, restoras-

yonların başarısını doğrudan etkilediği öne sürülmüştür^{7,8}. Bu nedenle halojen ışık kaynaklarına alternatif olarak LED, Plazma ark, lazer gibi çeşitli ışık kaynakları geliştirilmiştir. Plazma ark ve lazer ışık kaynaklarının yüksek ısı oluşturmaları ve pahalılıkları dezavantaj oluşturmaktadır^{17,18}. LED ışık kaynakları ise uzun ömürlü olmaları, polimerizasyon esnasında ısı oluşturmamaları, polimerizasyon sürelerinin kısa olması nedeniyle tercih edilmektedirler. Çeşitli kaynaklarda LED ışık kaynağı ile polimerizasyon esnasında oluşan ısının halojen ışık kaynağına oranla daha az olduğu bildirilmektedir⁵. Bu nedenle bu çalışmada da sıklıkla kullanılan LED ışık kaynakları olan Elipar® ve Woodpecker® tercih edilmiştir.

Zach ve ark.²⁰, pulpada oluşabilecek 5,5°C'den yüksek sıcaklıkların %15-60 oranında geri dönüşsüz pulpa hasarına neden olduğunu bildirmektedir. Söz konusu çalışmaya göre 16,6°C'lik bir sıcaklık artışı pulpanın %100 nekrozuna sebep olmaktadır.

Çalışmamızda da materyalin oda sıcaklığındaki başlangıç ısı ile ışınlanmanın 20. ve 30. saniyesindeki sıcaklık farkları değerlendirilmiştir. En düşük sıcaklık farkının 20. saniyede 12,79°C, en yüksek sıcaklık farkının ise 30. saniyede 21,03°C olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda kavite preparasyon yönteminin, kalan dentin dokusunun kalınlığının, soğutma ve çalışma hızının ve dolgu materyali tipinin çeşitli oranlarda pulpa cevabını etkilediği görülmüştür. Özellikle kalan dentin kalınlığının az olduğu (1.2 mm) derin kavitelere, pulpanın ısıdan etkilenmesi daha fazla olmaktadır^{2,12,15,16}.

Bu çalışmada da 2 mm kalınlığındaki restorasyon materyalinin üzerinden ışık kaynağı uygulanarak iletilen ısı miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.

Geçici restorasyon materyallerinin oluşturduğu ısı farklarının değerlendirildiği bir çalışmada pulpada en az ısı farkını bis-akrilat kompozit içerikli malzemenin oluşturduğu görülmüştür^{14,16}.

Bu çalışmada da ışık kaynağının dolgu materyalinin oluşturduğu ısı farkı üzerine doğrudan etki ettiği görülmüştür. Her iki restoratif materyal de Woodpecker ışık cihazı ile daha az ısı farkı oluşturmuştur; ancak Filtek Ultimate Flow akışkan kompozit restoratif materyal her iki ışık cihazı ile de SDR materyaline göre anlamlı derecede yüksek bir ısı absorbe ederek polimerize olmuştur.

Sonuç olarak iki farklı LED ışık kaynağı ile

polimerizasyonu sağlanan düşük viskoziteli dolgu maddeleri olan Filtek Ultimate Flow ve SDR'nin polimerizasyonu esnasında oluşan ısı farkı 5.5°C den fazladır. Derin kavitelere, pulpaya yakın restorasyonlarda dişin preparasyon tekniği kadar seçilecek malzeme ve ışık kaynağı da önem taşımaktadır. Pulpaya yakın, derin kavitelere akışkan kıvamlı dolgu maddelerinin kullanılırken pulpada geri dönüşsüz hasar bırakabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Didem ÖNER ÖZDAŞ: ORCID ID: 0000-0002-0112-1539
Pınar Kıymet KARATABAN: ORCID ID: 0000-0002-2019-5728
Sevgi ZORLU: ORCID ID: 0000-0003-3435-6833

KAYNAKLAR

1. Gorgen VA, Guler C. Dişhekimliğinde artık monomerler: bir literatür derlemesi. *Medicine Science* 2015;4:2024-38.
2. Altıntaş SH, Yöndem I, Tak O, Usumez A. Temperature rise during polimerization of three different provisional materials. *Clin Oral Investig* 2007;12:283-6.
3. Castelnuovo J, Tjan AHL. Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. *J Prosthet Dent* 1997;78:5:442-6.
4. Knežević A, Tarle Z, Sutalo J, Pichler G, Ristić M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes *J Oral Rehabil* 2001 Jun;28:586-91.
5. Bağlar S, Dallı M, Çolak H, Ercan E, Hamidi MM. İki farklı restoratif materyalin sınıf V kavitelere mikrosızıntıya etkisi. *Cumhuriyet Dental Journal* 2010;13:9-14.
6. Çekiç I, Ergün G. Diş hekimliğinde kullanılan görünür ışık kaynakları. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2007; 24: 131-6.
7. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light emitting diode (LED) polymerization of dental composites: flexural properties and polymerization potential. *Biomaterials* 2000; 21:1379-85.
8. Altun C, Kabalay U, Güven G, Başak F, Akbulut E. Pediatrik Dişhekimliğinde fotoaktivasyon yöntemlerinin restoratif materyalin polimerizasyon bütülmesi üzerine etkileri. *Gülhane Tıp Dergisi* 2005;47:127-31.



9. Lloyd CH, Joshi AE, McGlynn E. Temperature rises produced by light sources and composites during curing. Dent Mater 1986;2:170-7.
10. Malmström HS, McCormack SM, Fried D, Featherstone JDB. Effect of CO₂ laser on pulpal temperature and surface morphology: an in vitro study. J Dent 2001;29:521-9.
11. Masutani S, Setcos JC, Schnell RJ, Phillips RW. Temperature rise during polymerization of visible light activated resins. Dent Mater 1988;4:174-8.
12. Aydemir H, Taşdemir T, İnan U, Yavuzoğlu S, Ünal O. Sistem ısı kaynağının in vitro kullanımında kök yüzeyindeki ısı değişiklikleri: diş grupları ve preparasyon kalınlığı ile ilişkisi. Ondokuz Mayıs Üniv Diş Hek Fak Derg 2000; 3: 13-6.
13. Hannig M, Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light curing sources. Dent Mater 1999; 15: 275-81.
14. Michalakos K, Pissiotis A, Hirayama H, Kang K, Kafantaris N. Comparison of temperature increase in the pulp chamber during the polymerization of materials used for the direct fabrication of provisional restorations. J Prosthet Dent 2006; 96: 418-23.
15. Schneider LFJ, Cavalcante LMA, Tango RN, Consani S, Sinhoret MAC, Sobrinho LC. Pulp chamber temperature changes during resin composite photoactivation. Braz J Oral Sci 2005; 4: 685-8.
16. Singh MR, Tripathi A, Dhiman CRK, Kumar CD. Intrapulpal thermal changes during direct provisionalization using various autopolymerizing resins: ex-vivo study. AFMS India. 2015;71:313-20.
17. 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 led light curing unit. J Oral Rehabil 2002; 29: 662-7.
18. Kwon TY, Bagheri R, Kim YK, Kim KH, Burrow MF. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. J Invest Clin Dent 2002;3:3-16.
19. Barutçigil C, Ahmetoğlu F, Turgut H, Dayı B, Yalçın M. Düşük polimerizasyon bütülmesi gösteren modern kompozitler ile metakrilat esaslı rezin kompozitin konversiyon oranlarının değerlendirilmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2014; 24: 39-43.
20. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. Oral Surg Oral Med Oral Path. 1965;19:515-30.

Yazışma Adresi

Dr. Öğr. Üyesi Pınar KARATABAN
İstanbul Aydın Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti ABD, İstanbul, Türkiye
pkarataban@hotmail.com

