

İKİ FARKLI AĞARTMA AKTİVASYON SİSTEMİNİN REZİN RESTORATİF MATERYALLERİN MİKROSERTLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ*

EFFECT OF TWO BLEACHING ACTIVATING SYSTEMS ON THE MICROHARDNESS OF RESIN RESTORATIVE MATERIALS

Hacer DENİZ ARISU¹

Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ¹

Tufan Can OKAY²

Mine Betül ÜÇTAŞLI³

Güliz GÖRGÜL³

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı bir ağartma ajanı (By White) ve iki ağartma aktivasyon sisteminin (LED ve diyet lazer) iki rezin restoratif materyalin (Clearfil APX, Clearfil Majesty Esthetic) yüzey sertliği üzerine etkisinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Her bir restoratif materyal için disk şeklinde (2 mm kalınlığında 5 mm çapında) toplam 20'şer numune hazırlandı. Her bir restoratif materyal grubu 2 alt gruba ayrıldı (n=10). Hazırlanan numunelerin sertlikleri Vickers test cihazı ile ölçüldü. Her bir numune için üç ayrı ölçüm yapıldı ve bunların ortalamaları alınarak numunelerin başlangıç mikrosertlik değerleri belirlendi. Daha sonra numunelere beyazlatma ajanı uygulandı ve bu ajan LED ya da diyet lazer ile 20 saniye süre ile aktive edildi. Ağartma uygulamasından sonra numunelerin mikrosertlik ölçümleri tekrar yapıldı. Sonuçlar tek yönlü ANOVA ile değerlendirildi (p=0.05). Başlangıç ve uygulama sonrası mikrosertlik ölçümleri Wilcoxon testiyle karşılaştırıldı (p=0.05).

Bulgular: İki rezin restoratif materyalin hem ağartma öncesi hem de ağartma sonrası yüzey sertlik değerleri arasında anlamlı fark gözlemlendi (p=0.000). Her iki materyalde de ağartma aktivasyon sistemleri arasında fark gözlemlenmedi (p>0.05). Wilcoxon testi sonuçlarına göre, restoratif materyallerin başlangıç ve uygulama sonrası mikrosertlik ölçümleri arasında fark olmadığı bulundu (p>0.05).

Sonuç: Kullanılan ağartma jeli, LED ve diyet lazer ağartma aktivasyon sistemleri ile kullanıldığında çalışmada kullanılan rezin restoratif materyallerin mikrosertliklerini etkilememektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağartma ajanları, dişlerin ağartılması, diyet lazer, mikrosertlik

SUMMARY

Objective: The aim of the study was to evaluate the effect of one bleaching agent (By White) and two bleaching activating systems (LED and diode laser) on the surface hardness of two resin restorative materials (Clearfil APX, Clearfil Majesty Esthetic).

Material and Method: A total of 20 disc shaped specimens (2 mm thickness, 5 mm diameter) were prepared for each restorative material. Each restorative material group was subdivided into 2 subgroups (n=10) according to the bleaching activating systems. The microhardness of the prepared specimens was measured with Vickers tester. For each specimen 3 different indentations were made and they were averaged to determine the initial hardness values of the specimens. Then the specimens were treated with the bleaching agent and this agent was activated with either LED or diode laser for 20 seconds. After the bleaching application, microhardness measurements of the specimens were done again. The results were then analysed by one-way ANOVA. Comparison between the microhardness measurements of initial and post treatment were made with Wilcoxon test.

Results: A significant difference was observed between resin restorative materials' surface microhardness values before and after bleaching procedure (p=0.000). There were no significant differences in microhardness between the two bleaching activating systems for each material (p>0.05). Wilcoxon signed rank test showed that there was no significant difference among the baseline and post treatment microhardness values of restorative materials (p>0.05).

Conclusion: The bleaching agent which was used with LED and diode laser bleaching activating systems did not affect the microhardness of resin restorative materials.

Key Words: Bleaching agents, tooth whitening, diode laser, microhardness

Makale Gönderiliş Tarihi : 01.12.2009

Yayına Kabul Tarihi : 18.02.2010

*14. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalları Toplantısı ve Bilgi Şöleninde poster olarak sunulmuştur.

¹Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Dr.

²Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Dt.

³Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Prof. Dr.

GİRİŞ

Renklenmiş dişlere kimyasal ajanlar uygulanması ile mine ve dentin dokusunun derinliklerindeki organik pigmentlerin okside edilerek diş renginin açılmasına ‐ağartma‐ ismi verilmektedir²². Canlı dişlere uygulanan ağartma teknikleri klinikte gerçekleştirilen ‘office bleaching’ ile klinik dışında evde uygulanan ‘home bleaching’ tekniklerini iermektedir^{13,29}. Bu teknikler ayrı ayrı uygulanabilecekleri gibi birlikte de uygulanabilmektedirler²². alışmalar, canlı dişlerin ağartılmasının etkili, uzun süreli ve güvenilir olduğunu gstermiştir^{13,19,31}. Hızlı ve güvenilir ışık kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile klinikte kullanılan ağartma tedavileri daha güncel hale gelmiřtir¹⁸. Günümüzde, peroksitler bir enerji kaynağı ile aktive edilerek klinikte kullanılmaktadır. Bu amaçla yıllar boyunca argon, karbondioksit ve diyet lazerler, plazma ark lambalar, kuartz halojen lambalar ve kızılötesi lambalar, ışık yayan diyetler (LED) kullanılmıřtır².

Diyet lazerler oluşturdukları yoğun ve odaklanmış ışık enerjisiyle ağartma ajanlarını aktive ederek diş sert dokularının derinlerine kadar nüfus edip başarılı ağartma meydana getirebilirler⁴. Ancak pulpa odasında oluşturdukları ısı artışı, ağartma işlemlerinde diyet lazerlerin kullanımlarını sınırlayan en önemli etkidir^{4,8}.

LED’lerin maliyetleri diyet lazerlere göre daha düşüktür ancak çıkış gleri ve oluşturdukları enerji daha düşüktür ve odaklanmaları daha gtr³⁹.

Ağartma işlemleri güvenilir ve konservatif bir tedavi yaklaşımı olarak kabul edilmektedir^{7,12,19}. Ancak, daha önce kompozit rezin ile restore edilmiş

dişlere ağartma işlemleri yapılması gerektiğinde ağartıcı ajanların rezin içeren retoratif dolgu materyallerinde znmeye yol açarak kısmi ya da tamamen doldurucu kaybı meydana getirebildiği, böylece yüzey bütünlüğünde ve yüzey sertliğinde azalmaya neden olduğu dřnldđnden³⁷, restoratif materyallerin fiziksel özellikleri üzerine ağartma ajanlarının etkilerinin değerlendirildiği çeşitli çalışmalar yapılmıştır^{5,32,34}.

Yüzey sertliği restoratif materyallerin en önemli fiziksel özelliklerinden biridir⁴¹ ve ağartmadan kaynaklanan kimyasal bozulma, restorasyonların ömrünü etkiler. Ağartıcı ajanların restoratif materyallerin yüzey sertliği üzerine etkilerinin değerlendirildiği çeşitli çalışmalarda birbirinden farklı sonuçlar alınmıştır. Ağartıcı ajan uygulaması sonucu kompozit rezinlerin yüzey sertliğinde azalma²¹, artma⁶ ya da herhangi bir değerliğin olmadıđını⁵ rapor eden çalışmalar vardır. Ancak, diyet lazer ağartma aktivasyon sisteminin restoratif materyallerin mikrosertlikleri üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığına dair yeterli bilgi mevcut değerdir.

Bu çalışmanın amacı, bir ağartma ajanı (By White) ve iki ağartma aktivasyon sisteminin (LED ve diyet lazer) iki rezin restoratif materyalin (Clearfil APX, Clearfil Majesty Esthetic) yüzey sertliği üzerine etkisinin incelenmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan rezin restoratif materyallerin ve ağartma ajanının zellikleri Tablo I’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan diyet lazer ve LED cihazının zellikleri Tablo II’de verilmiştir.

Tablo I. Çalışmada kullanılan rezin restoratif materyallerin ve ağartma ajanının zellikleri

Materyal	retici Firma	Doldurucu	Doldurucu oranı	Doldurucu boyutu	Renk	Seri numarası
Clearfil AP-X	Kuraray, Japonya	Silanlanmış baryum cam, silanlanmış koloidal silika	Hacimsel olarak % 70, ağrlık olarak % 86	0.1- 15 μm	A2	00957A
Clearfil Majesty Esthetic	Kuraray, Japonya	Silanlanmış baryum cam, önceden polimerize edilmiş organik doldurucu	Hacimsel olarak % 66, ağrlık olarak % 78	Ortalama 0.7 μm	A2	00008B
İçerik						
By White ağartma jeli	By Dental, İtalya	% 38 hidrojen peroksit , E124 (aktivator)				094138R552

Tablo II. Çalışmada kullanılan ağartma aktivasyon sistemleri

İşık kaynağı	Model	Üretici Firma	Dalga boyu	Uygulama Süresi (sn)
İşık yayan diyot (LED)	Elipar Free Light 2	3M Espe, Amerika	430-480 nm	20
Diyot lazer	Pocket Diode Laser	Orotig, İtalya	915 nm (3 W, devamlı modda, 950 µm fiber optic uçla)	20

Çalışmada A2 renginde iki adet rezin restoratif materyal (Clearfil APX, Clearfil Majesty Esthetic) 5 mm çapında ve 2 mm kalınlığında polietilen kalıplar içerisine^{28,43} tek tabaka halinde yerleştirildi. Kalıpların alt ve üst yüzeylerinde bulunan strip bantlar üst yüzeyden cam ile sıkıştırılarak düzgün bir yüzey oluşturuldu ve fazla materyalin uzaklaştırılması sağlandı. Her bir restoratif materyal için 20 örnek hazırlandı. Örnekler LED ışık kaynağı (Elipar Freelight 2) ile 40 sn polimerize edildi. Polimerizasyonu tamamlanmış örnekler kalıptan çıkarıldıktan sonra sırasıyla orta, ince ve super ince Sof-Lex (3M ESPE, Amerika) disklerle polisaj yapıldı ve 7 gün boyunca 37 °C’ de distile su içinde bekletildi^{10,20,36,37,42}. Daha sonra, mikrosertlik ölçüm cihazında (HMV Microhardness Tester, Japonya) 30 sn süre ile 50 gr yük altında örneklerin üst ve alt yüzeylerinden üçer ölçüm yapıldı. Bu üç ölçümün ortalaması yüzey mikrosertlik değeri olarak kaydedildi. Daha sonra örnekler rastgele iki gruba ayrıldı (n=10). Birinci gruptaki örnekler ağartma ajanı (By White, By Dental, İtalya) ve LED (Elipar Freelight 2) ağartma aktivasyon sistemi 20 sn boyunca 1 cm uzaklıktan uygulandı. İkinci gruptaki örnekler ağartma ajanı (By White) ve diyot lazer (Pocket Diode Laser) (915 nm, 3 W) ağartma aktivasyon sistemi birici gruptaki ile aynı metod kullanılarak uygulandı. Ağartma uygulaması sonrası örneklerin mikrosertlik ölçümleri, başlangıç sertlik

ölçümlerine benzer şekilde tekrar yapıldı. Sonuçlar tek yönlü ANOVA ve Tukey çoklu karşılaştırma testleriyle değerlendirildi (p=0.05). Başlangıç ve uygulama sonrası mikrosertlik ölçümleri Wilcoxon testiyle karşılaştırıldı (p=0.05).

BULGULAR

Ağartma ajanı uygulaması öncesinde ve uygulaması sonrasında Clearfil APX’ in mikrosertlik ölçümlerinin Clearfil Majesty Esthetic’den daha yüksek olduğu gözlemlendi (p=0.000). LED ile yapılan ağartma işlemi sonrasında her iki materyalin de sertlik ölçümlerinde bir miktar azalma olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (p>0.05). Diyot lazer ile yapılan ağartma işlemi sonrasında her iki materyalin de sertlik ölçümlerinde bir miktar artış olmasına rağmen uygulama öncesi ve uygulama sonrası sertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi (p>0.05) (Tablo III).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, örneklerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla, kullanılan kompozit rezin materyaller 5 mm çapında ve 2 mm kalınlığında polietilen kalıplar^{28,43} içerisine tek tabaka halinde yerleştirildi ve LED cihazı ile 40 sn polimerize edildi. Örnekler, kompozit rezinlerde ışık uygulama sonrası devam eden sertleşmeyi sağlamak amacıyla ağartma işlemine 7 gün sonra maruz bırakıldılar^{10,20,36,37,42} ve

Tablo III. Materyallerin başlangıç ve ağartma uygulaması sonrası ortalama mikrosertlik değerleri

Materyal	Ağartma aktivasyon sistemi	Uygulama Öncesi Ortalama (±Standart Sapma)	Ağartma Uygulaması Sonrası Ortalama (±Standart Sapma)
Clearfil AP-X	LED	86.83(±1.96) A	76.46(±4.59) ^A
Clearfil AP-X	Diyot lazer	82.63(±3.39) A	85.66(±2.34) ^A
Clearfil Majesty Esthetic	LED	30.13(±1.28) B	26.60(±2.30) ^B
Clearfil Majesty Esthetic	Diyot lazer	30.00(±1.90) B	31.36(±0.83) ^B

* Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir.

ağartma ajanı üretici firma tavsiyesine göre uygulandı.

Üretici firma kompozit rezinler için LED ışık cihazı ile polimerizasyon süresini 20 sn olarak belirlemiştir. Ancak bu çalışmada kompozit rezin materyaller LED ışık cihazı ile 40 sn boyunca polimerize edildi. Lindberg ve arkadaşları¹⁵, 20 sn ışık uygulaması ile karşılaştırıldığında 40 sn ışık uygulaması ile daha yüksek monomer değişim derecesi elde ettiklerini belirtmişlerdir. Hashimoto ve arkadaşları¹¹ da kompozit rezinlerin yeterli polimerizasyonları için gerekli ışık uygulama süresini 40 sn olarak bildirmişlerdir.

Farklı renklerde kompozit rezinlerin ışık geçirgenlikleri farklılık gösterebileceğinden monomer değişim derecelerinin de farklılık gösterebileceği belirtilmiştir^{17,30}. Bayne ve arkadaşları¹, yaptıkları çalışmada kompozit rezinlerin ışık ile polimerizasyonunda renklendiricilerin etkilerini en aza indirmek için kullandıkları materyalleri A2 renk tonunda seçmişlerdir. Aynı nedenle, çalışmamızda, her iki kompozit rezin de, aynı renk tonu (A2) tercih edildi.

Yüzey sertliği materyallerin klinik ömrünü etkileyen, plak oluşumuna karşı direnç sağlayan önemli bir faktördür ve materyallerin aşınması ile bağlantılıdır³. Bu çalışmada kullanılan rezin restoratif materyallerin ağartma işlemi öncesi ve sonrası mikrosertlik değerlerini belirlemek için Vickers sertlik ölçüm yöntemi kullanıldı. Restorasyon materyallerinin sertlik ölçümünde uygulanan yükün önemli olduğu³⁵, elastik materyallere fazla yük uygulandığında örneklerin yüzeylerinde çatlamlar oluşabileceği ve bunun da yanlış sonuçlar alınmasına neden olabileceği bildirildiğinden¹⁰, örnekler 50 gram yük uygulandı²⁴.

Ağartma ajanları ile renklenmiş diş yapısının ağartılması peroksitin serbest radikallere ayrışması ile olmaktadır. Redüksiyon ve oksidasyon işlemleri ile büyük pigmentli moleküllerin daha küçük ve daha az pigmentli moleküller haline dönmesi serbest radikaller ile sağlanmaktadır. 'Office-bleaching' tekniğinde ışık kaynağı ile hidrojen peroksit ısıtılmakta, böylece oksijen serbest oksijen radikallerine ayrışmakta ve renklenmiş moleküllerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Işık sistemleri ile birlikte kullanılmak üzere üretilen birçok ağartma ajanına ışığı ab-

sorbe etmek veya dışın ısınmasını azaltmak amacıyla aktivatör ilave edilmiştir³³. Joiner¹⁴, Buchalla ve Attin⁴, Sulieman ve arkadaşları²⁹, Ziamba ve arkadaşları⁴⁴, Wetter ve arkadaşları³⁹, Wetter ve arkadaşları⁴⁰. Luk ve arkadaşları¹⁶ ışık aktivasyon sistemleri ile birlikte kullanılan ağartma ajanlarının ışığın dalga boyuna uygun aktivatörler içermesi gerektiğini, jelin içerisindeki aktivatörün enerjiyi abzorbe ederek jelin ısısını artırıp ağartma işleminin süresini kısaltırken, ısının daha derindeki diş dokularına iletilmesini ve dolayısıyla pulpa içi ısı artışını engelleyeceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada diyot lazer ve LED ağartma aktivasyon sistemleri ile birlikte E124 renklendirici aktivatör içeren ağartma jeli By White kullanıldı. Bu ürünün diode lazer ile kullanım süresi üretici firma tarafından 20 sn olarak bildirilmiştir. Bu nedenle çalışma gruplarının uygulama sürelerinin standardize edilmesi amacıyla LED ışık cihazı da 20 sn süreyle uygulanmıştır.

Materyallerin yapısal farklılıklarının, partikül büyüklüklerinin, hacimsel ve ağırlık olarak doldurularının dağılımının ve kimyasal yapılarının Vickers sertliği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir²⁵. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, rezin restoratif materyallerin mikrosertlik ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulundu. Clearfil Majesty Esthetic, Clearfil AP-X' den daha düşük mikrosertlik değerleri gösterdi. Clearfil AP-X'in hacim ve ağırlık olarak daha yüksek oranda doldurucu içermesi ve ortalama doldurucu boyutunun daha büyük olması mikrosertlik değerinin daha yüksek olmasını açıklayabilir. Bu çalışmanın sonuçları Scougall-Vilchis ve arkadaşlarının²⁵ yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Yapılan çalışmalarda kompozit materyallere ağartma ajanları uygulandıktan sonra mikrosertlik ölçümlerinde farklı sonuçlar bulunmuştur. Okte ve arkadaşları²¹ azalma meydana geldiğini, Garcia-Godoy ve arkadaşları¹⁰, Campos ve arkadaşları⁵, Müjdecı ve Gökay²⁰ ise önemli bir değişiklik olmadığını açıklamışlardır. Bu çalışmada kullanılan %38'lik hidrojen peroksitin kompozit materyallere uygulandıktan sonra materyallerin başlangıç ve uygulama sonrası mikrosertlik değerleri arasında anlamlı bir fark olmadığı bulundu. Ancak ağartma aktivasyon sistemi olarak diode lazerin kullanıldığı

gruplarda hem Clearfil APX hem de Clearfil Majesty Esthetic'te ağartma 6ncesine g6re sertlik değerlerinde bir artış olduğu ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu. Bu bulgu Cooley ve Burger⁶'in ağartma sonrasında kompozit rezinlerin y6zey sertliklerinde artış olduğunu bildiren 7alışmalarının sonu7alarıyla uyumludur. Oda sıcaklığında kompozit rezinlerin ışıkla polimerizasyonları sonucunda C-C 7ift bağlarının oluşma oranının tam olmadığı²⁶, bu oranın % 48 ila % 60 arasında değiştiği bilinmektedir^{9,27}. 6zellikle indirekt rezin restorasyonlarda ışıkla polimerizasyon sonrasında uygulanan post polimerizasyon y6ntemlerinin değişim y6zdesini arttırarak materyallerin sertlik gibi mekanik 6zelliklerini arttırdığı bildirilmiştir^{23,24}. Biz de bu 7alışmada diyet lazerin uygulanmasıyla meydana gelen sertlik artışının kompozit rezinin y6zeyinde oluşan ısı artışına bağlı olarak kompozit rezinlerin polimerizasyonunda bir miktar artışa sebep olmasından kaynaklı olabileceğini d6şun6yoruz. Ancak bu konuda kesin kaniya varabilmek i7in C-C bağlarının miktarlarının tayinini i7eren daha ileri 7alışmalar yapılması gerekmektedir.

Wattanapayungkul ve arkadařları³⁸ hidrojen peroksit ve bunun serbest radikallerinin rezin-doldurucu aray6zeyinde su emilimine neden olarak doldurucu ve matriksin birbirinden ayrılmasına ve gerilim korozyonuna neden olduğunu bildirmiştir. Bu, materyallerin y6zey b6t6nl6đ6n6 etkileyebilir. Ancak bu 7alışmada kullanılan %38'lik hidrojen peroksit i7eren ağartma ajanı kompozit materyallerin y6zey sertliklerinde bir değerlik meydana getirmedi.

Farklı i7erik ve konsantrasyonlardaki başka ağartma ajanlarıyla da diyet lazerin rezin restoratif materyallerin mikrosertlik değerleri 6zerine etkisinin değerlendirileceği daha ileri araştırmalara gerek vardır.

SONU7

Bu 7alışmanın sonu7larına g6re, By White ağartma ajanının LED ve diyet lazer ağartma aktivasyon sistemleri ile aktivasyonu 7alışmada kullanılan rezin restoratif materyallerin mikrosertliklerini etkilememektedir.

KAYNAKLAR

1. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ Jr. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 125: 687-701, 1994.
2. Blankenau R, Goldstein RE, Haywood VB. The current status of vital tooth whitening techniques. *Compend Contin Educ Dent* 20: 781-794, 1999.
3. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 13: 258-269, 1997.
4. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—A systematic review. *Dent Mater* 30: 964-975, 2006.
5. Campos I, Briso AL, Pimenta LA, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restoration materials. *J Esthet Restor Dent* 15: 175-182, 2003.
6. Cooley RL, Burger KM. Effect of carbamide peroxide on composite resins. *Quintessence Int* 22: 817-821, 1991.
7. Curtis JW, Dickinson GL, Downey MC, Russell CM, Haywood VB, Myers ML, Johnson MH. Assessing the effects of 10 percent carbamide peroxide on oral soft tissues. *J Am Dent Assoc* 127: 1218-1223, 1996.
8. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 72: 254-259, 2005.
9. Emami N, Soderholm KJ. How light irradiance and curing time affect monomer conversion in light-cured resin composites. *Eur J Oral Sci* 111: 536-542, 2003.
10. Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy A, Garcia-Godoy F. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *Gen Dent* 50: 247-250, 2002.
11. Hashimoto K, Inai N, Tagami J. Evaluation of the light intensity of high intensity light units. *Am J Dent* 19: 143-146, 2006.
12. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int* 22: 515-523, 1991.
13. Heymann HO, Swift EJ Jr, Bayne SC et al. Clinical evaluation of two carbamide peroxide toothwhitening agents. *Compend Contin Educ Dent* 19: 359-376, 1998.
14. Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent* 34: 412-419, 2006.
15. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JW. Curing depths of a universal hybrid and a flowable resin composite cured with quartz tungsten halogen and light-emitting diode units. *Acta Odontol Scand* 62: 97-101, 2004.
16. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc* 135: 194-201, 2004.
17. Newman SM, Murray GA, Yates JL. Visible lights and visible light activated composite resins. *J Prosthet Dent*; 50: 31-35, 1983.
18. Marcondes M, Paranhos MP, Spohr AM, Mota EG, da Silva IN, Souto AA, Burnett LH Jr. The influence of the Nd:YAG laser bleaching on physical and mechanical properties of the dental enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 90: 388-395, 2009.

19. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int* 29: 555-563, 1998.
20. Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent* 95: 286-289, 2006.
21. Okte Z, Villalta P, García-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent* 31: 623-628, 2006.
22. Özel Y, Özel E, Attar N, Aksoy G. Dişhekimliğinde Beyazlatma. *EÜ Dişhek Fak Derg* 28: 33-40, 2007.
23. Peutzfeldt A, Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties and in vitro wear of two resin composites. *J Dent* 28: 447-452, 2000.
24. Poskus LT, Latempa AM, Chagas MA, Silva EM, Leal MP, Guimarães JG. Influence of post-cure treatments on hardness and marginal adaptation of composite resin inlay restorations: an in vitro study. *J Appl Oral Sci* 17: 617-622, 2009.
25. Scougall-Vilchis RJ, Hotta Y, Hotta M, Idono T, Yamamoto K. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. *Dent Mater J* 28: 102-112, 2009.
26. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 23: 1819-1829, 2002.
27. Silva GRD, Simamoto PC Jr, Mota AS. Mechanical properties of light-curing composites polymerized with different laboratory photocuring units. *Dent Mater J* 26: 217-223, 2007.
28. Silva KG, Pedrini D, Delbem AC, Cannon M. Microhardness and fluoride release of restorative materials in different storage media. *Braz Dent J* 18: 309-313, 2007.
29. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent* 33: 33-40, 2005.
30. Swartz ML, Phillips RW, Rhodes B. Visible light activated resins: Depth of cure. *J Am Dent Assoc* 106: 634-637, 1983.
31. Swift EJ Jr, May KN Jr, Wilder Ad Jr, Heymann HO, Bayne SC. Two-year clinical evaluation of tooth whitening using an at-home bleaching system. *J Esthet Dent* 11: 36-42, 1999.
32. Swift JE, Perdigao J. Effects of bleaching on teeth and restorations. *Compend Contin Educ Dent* 19: 815-820, 1998.
33. Taher MT. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Prac* 15: 18-26, 2005.
34. Turker ŞB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 89: 466-473, 2003.
35. Uhl AM, Michaelis C, Mills RW, Janddt KD. The influence of storage and indenter load on the Knoop hardness of dental composites polymerized with LED and halogen technologies. *Dent Mater* 20: 21-28, 2004.
36. Wan AC, Yap AU, Hastings GW. Acid-base complex reactions in resin-modified and conventional glass ionomer cements. *J Biomed Mater Res* 48: 700-704, 1999.
37. Wattanapayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent* 28: 15-19, 2003.
38. Wattanapayungkul P, Yap AU, Chooi KW, Lee MF, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth colored restoratives with time. *Oper Dent* 29: 398-403, 2004.
39. Wetter N, Barroso M, Pelino J. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: An in vitro study. *Lasers Surg Med* 35: 254-258, 2004.
40. Wetter N, Walverde D, Kato IT, Eduardo C. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. *Photomed Laser Surg* 22: 489-493, 2004.
41. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int* 24: 641-658, 1993.
42. Yap AU. Post-irradiation hardness of resin-modified glass ionomer cements and a polyacid modified composite. *J Mater Sci Mater Med* 8: 413-416, 1997.
43. Yanikoğlu N, Duymuş ZY, Yılmaz B. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J* 28: 344-351, 2009.
44. Ziemba S, Felix H, MacDonald J. Clinical evaluation of a novel dental whitening lamp and light-catalyzed peroxide gel. *J Clin Dent* 16: 123-127, 2005.

Yazışma Adresi

Dr. Bağdagül HELVACIOĞLU KIVANÇ

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara
e-posta: bagdagulkivanc@gmail.com