

Dual sertleşen bir yapıştırma simanının farklı bitirme ve parlatma işlemleri ardından yüzey özelliklerinin incelenmesi: sem çalışması

Süha Türkaslan

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Özet

Tam seramik materyallerden oluşturulan veneer, inley/onley ve kron gibi tam seramik restorasyonların yapıştırılmasında genellikle dual sertleşen yapıştırma simanları kullanılır ve quartz-tungsten halojen (QTH) veya ışık yayan diyot (LED) ışık kaynaklarından birisi ile polimerize edilirler. Yapıştırma simanlarının polimerizasyonlarının ardından restorasyon marjİNlerinde farklı bitirme ve parlatma işlemleri uygulanır. Bu çalışmanın amacı, dual sertleşen yapıştırma simanının (Rely X ARC, 3M-ESPE) polimerizasyonu ile farklı bitirme ve parlatma işlemlerinin ardından yüzey özelliklerinin farklı magnifikasyon değerlerinde yüzey tarama elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak karşılaştırılmasıdır. Her grup için 6 mm çapında ve 3 mm kalınlığında disk şeklinde 6'şar örnek hazırlandı. Test materyallerinin polimerizasyonunda QTH (Optilux 501, Sybron-Kerr) veya LED (Elipar Freelight 2, 3M-ESPE) ışık cihazlarından biri kullanıldı. Örneklerin yüzey özellikleri Grup 1; şeffaf bant, grup 2; karbit bitirme frezi, grup 3; alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri, grup 4; parlatma lastikleri, grup 5; parlatma fırçaları, grup 6; karbit frez ardından alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri, grup 7; karbit frez ardından parlatma lastikleri ve grup 8; karbit frez ardından parlatma fırçaları olarak incelendi. Bitirme frezi uygulanan test örnekleri en pürüzlü yüzeyleri oluşturdu. Şeffaf bant diğer tüm gruplara kıyasla en pürüzsüz yüzeyi sergiledi. Farklı ışık kaynaklarının yapıştırma simanı yüzey özelliklerini etkilemediği tespit edildi. Çalışmadan elde edilen bilgiler ışığı altında en az miktarda tutulan taşkın simanın uzaklaştırma işleminde karbit bitirme frezleri kullanılmayarak marjinal alanda daha pürüzsüz yüzeyler elde edileceği ve bu işlemin restorasyonun klinik başarısını olumlu yönde etkileyebileceği belirlendi.

Anahtar kelimeler: Kompozit rezin yapıştırma simanı, yüzey pürüzlülüğü, bitirme-parlatma

Abstract

Surface texture of a dual cure composite resin luting cement after different finishing and polishing regimes: sem study

In order to cement all ceramic restorations, such as ceramic veneers, inlays/onlays and crowns, dual cure composite resin luting cements are generally used and photo polymerized using with different types of light curing units such as quartz-tungsten halogen (QTH) and light-emitting diode (LED). After curing luting cements, different finishing and polishing regimes are conducted on the margins of the restorations. The aim of this study was to compare surface texture of a dual cure composite resin cements (Rely X ARC, 3M-ESPE) after curing and applying different finishing and polishing regimes, utilising scanning electron microscope (SEM) photographs with different magnifications. Six disc shaped test specimen with 6 mm diameter and 3 mm thickness was prepared for each group. Test materials were cured using either QTH (Optilux 501, Sybron-Kerr) or LED (Elipar Freelight 2, 3M-ESPE) curing units. Analyses of the surface texture of the cement finished and polished with mylar strip (Group 1), carbide finishing bur (Group 2), series of aluminum oxide polishing discs (Group 3), polishing cups (Group 4), polishing brush (Group 5), carbide bur followed by series of aluminum oxide polishing discs (Group 6), carbide bur followed by polishing cups (Group 7), carbide bur followed by polishing brush (Group 8). Specimens finished utilising carbide bur displayed the roughest surface. Mylar strip displayed the smoothest surface in all test groups. Curing with different light curing units did not show significant differences regarding surface texture. In the light of this study avoiding the use of carbide burs when removing minimally formed excess cement, will led to smoother surfaces at the marginal area and may have a positive effect on the longevity of the restoration.

Keywords: Composite resin luting cement, surface roughness, finishing-polishing

Yazışma Adresi: Yard. Doç. Dr. Süha Türkaslan
Süleyman Demirel Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Isparta
Tel: 0 246 2113263
e-posta: suhaturk@dishek.sdu.edu.tr

Giriş

Son yıllarda, diş hekimine başvuran hastaların estetik beklentilerinin artması diş rengindeki restoratif materyallerin popülerlik kazanmalarını sağlamıştır (1). Tam seramik restorasyonlar dikkatli ve özverili çalışmalar ile estetik beklentiyi karşılayabilmektedir (2,3). Tam seramik materyallerden oluşturulan veneer, inley/onley ve kron gibi indirekt restorasyonların diş sert dokularına bağlanmasında kompozit rezin esaslı ve genellikle dual sertleşen yapıştırma simanları kullanılır. Bu yapıştırma ajanları başka bir deyişle kompozit rezin yapıştırma simanları genellikle Bis-GMA yapısında hibrit tipte kompozitlerdir ve klinikte 400-500 nm dalga boyunda ışık üreten quartz-tungsten halojen (QTH) veya ışık yayan diyot (LED) ışık kaynakları ile polimerize edilirler (4). Restoratif işlemin klinik aşamaları restorasyonun diş sert dokularına bağlanma ve ardından marjinal kenar bitirme işlemleri ile sonlanmaktadır.

Marjinal alan özellikleri indirekt restorasyonların klinik başarısını etkileyen önemli faktörlerdendir (5,6). Restoratif işlemler dizisinde, önemli amaçlardan biri de restorasyonun tüm yüzeyinde ve özellikle marjinal alanda plak birikimini en az seviyeye indiren ve daha iyi estetik özellik sağlayan pürüzsüz, parlak yüzeyler elde etmektir. Marjinal bölgedeki pürüzlü yüzeyler, plak birikimi ile mikrosızıntıya neden olurken, kötü yüzey özellikleri ile zamanla renklenerek estetik beklentiyi de olumsuz yönde etkiler. Pürüzlü yüzeyler plak birikimi ile ayrıca diş eti iltihabına da neden olurlar (7-9). Uygun bitirme ve parlatma işlemleri diş rengindeki restoratif materyallerin klinik ömrünü ve estetik başarılarını arttırır (8, 10-12).

İndirekt restorasyonların diş sert dokularına bağlanmasının ardından marjinal kenar düzeltmesi ve bitirme işlemleri için elmas ve karbit frezler, aşındırıcı diskler, aşındırıcı bantlar ve parlatma patları gibi farklı materyallerden yararlanılabilir (8, 11-16). Literatürde direkt ya da indirekt olarak uygulanan kompozit rezinlerin bitirme ve parlatma işlemleri ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların büyük bölümü materyallerin yüzey özelliklerini profilometre ya da yüzey tarama elektron mikroskobu ya da her ikisini birden kullanarak incelemiştir (16-21). Fakat indirekt restorasyonların diş sert dokularına bağlanmasında kullanılan dual sertleşen kompozit rezin yapıştırma simanlarının yüzey işlemlerinden sonra fiziksel özelliklerinin incelendiği az sayıda araştırmaya rastlanmaktadır (6). Kompozit rezin materyallerin yüzey özelliklerinin incelendiği çalışmalar alüminyum oksit içeren esnek disklerin

parlatma patları ile birlikte kullanıldıklarında, elmas ya da karbit frezlere oranla daha pürüzsüz yüzeyler ortaya çıkarttıklarını ifade etmektedirler (22,23). Son yıllarda üretici firmalar sadece alüminyum oksit içeren disk şeklindeki bitirme uçlarıyla değil aynı zamanda elmas partikülleri içeren lastik formunda veya silikon-karbit içeren fırça şeklinde bitirme uçlarını da kullanıma sunmuşlardır. Literatürde farklı bitirme-parlatma uçlarının yapıştırma simanı yüzey özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmaya rastlanmamaktadır.

Ayrıca farklı ışık cihazlarının restoratif materyallerin yüzey özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlar, ışık kaynaklarının da materyal yüzey özellikleri üzerinde farklı etkiler oluşturabileceğini düşündürmektedir (24,25). Bu çalışmanın amacı, tam seramik restorasyonların diş sert dokularına bağlanmasında kullanılan dual olarak polimerize olan kompozit rezin yapıştırma simanının (Rely X ARC, 3M-ESPE) iki farklı ışık kaynağı ile polimerizasyonu ve farklı bitirme-parlatma işlemlerinin ardından yüzey özelliklerinin yüzey tarama elektron mikroskobu (JSM 560 Tokyo, Japan) ile X 500, X1500 ve X3000 olarak 3 farklı büyütmede incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Her grup için 6 mm çapında ve 3 mm kalınlığında disk şeklinde 6 örnek ayrılabilir-birleştirilebilir, iki parçalı metal kalıp kullanılarak hazırlandı. Metal kalıbın alt kısmına şeffaf bant yerleştirildikten sonra hava kabarcığı oluşturmamak için metal kalıp, iç hacminden daha fazla miktarda yapıştırma simanı ile dolduruldu. Işık uygulanmadan önce materyalin üst kısmına tekrar şeffaf bant yerleştirildi ve yapıştırma simanının az miktarda taşıdığı gözlemlendi. Gruplar iki farklı ışık kaynağı uygulaması için iki alt gruba ayrıldı. Her alt gruba ait test materyallerinin polimerizasyonunda QTH (Optilux 501, Sybron-Kerr) veya LED (Elipar Freelight 2, 3M-ESPE) ışık cihazlarından biri kullanıldı. Polimerizasyon metal kalıbın üst yüzeyine yerleştirilen şeffaf bant üzerinden 40 s süre ile QTH (Optilux 501, Sybron-Kerr) veya LED (Elipar Freelight 2, 3M-ESPE) ışık cihazlarından biri kullanılarak gerçekleştirildi.

Üst yüzeyden 40 s süre ile ışık uygulanarak sertleştirilen örnekler metal kalıptan çıkartıldı ve şeffaf bantlar örnek yüzeylerinden uzaklaştırıldı. Örnekler daha sonra 24 saat süresince 37°C' de deiyonize su içinde bekletildi. 24 saatlik bekleme süresinin ardından örneklerin polimerizasyon cihazına

yakın olan üst yüzeylerine her grup için farklı yüzey işlemi uygulandı. Yüzey işlemleri turlu aletler (BienAir, Bienne, Switzerland) ile yaklaşık 20.000 devir/dk tur ile tek bir klinisyen tarafından gerçekleştirildi.

Grup 1 için hazırlanan örnekler şeffaf bant ardından polimerize edilerek kontrol grubu olarak alındı ve yüzeylerine hiçbir işlem uygulanmadı. Grup 2 için hazırlanan örnek yüzeylerine karbit bitirme frezi (Two-Striper, Abrasive Tech Inc) düşük tur ile uygulandı. Grup 3'e ait örnekler alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri (Sof-Lex, 3M-ESPE) ile yüzey işlemi uygulandı. Grup 4 örneklerinin yüzeylerine düşük tur ile elmas içerikli parlatma lastikleri (Enhance Composite Finishing System, PoGo, Dentsply), grup 5 örneklerinin yüzeylerine ise düşük tur ile silikon-karbit içeren parlatma fırçaları (Astrobrush, Ivoclar-Vivadent) ile yüzey işlemi uygulandı. Grup 6, 7 ve 8'e ait örneklerin tümüne öncelikle karbit bitirme frezi uygulanmasının ardından grupların sırası gözetilerek alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri, parlatma lastikleri ve parlatma fırçaları örnek yüzeylerine uygulandı (Tablo 1).

yüzeylerde uygulanmayanlara oranla daha pürüzlü yüzeyler elde edildi (Resim 2,3,4,5). Karbit frez uygulanan örnek yüzeylerinde frez dönüş yönüne göre olukların oluştuğu ve karbit frez uygulamasının ardından uygulanan yüzey işleminden bağımsız olarak tüm gruplarda izlerin yok edilemediği gözlemlendi (Resim 6,7,8). Şeffaf bant grubu (Resim 1), fırça (Resim 5), disk (Resim 3) ve lastik (Resim 4) uygulanan gruplar, karbit ardından fırça (Resim 5), disk (Resim 6) ve lastik (Resim 7) ve ile yüzeyin parlatıldığı gruplar ve karbit frez uygulanan grup (Resim 2) sırasıyla pürüzlülükleri artan yüzeyler sergilemiştir. Sonuç bitirme işlemi ne olursa olsun materyal yüzeyine öncelikle karbit frez uygulandığında, uygulanmayan gruba göre yüzey özellikleri daha pürüzlü olarak şekillenmiştir (Resim 3,4,5,6,7,8).

Farklı ışık kaynaklarından (QTH ya da LED) elde edilen yüzey görüntüleri arasında hiçbir fark gözlenmediğinden kompozit rezin yapıştırma simanı yüzey özelliği üzerinde farklı ışık kaynaklarının farklı sonuçlara neden olmadığı sonucu elde edildi.

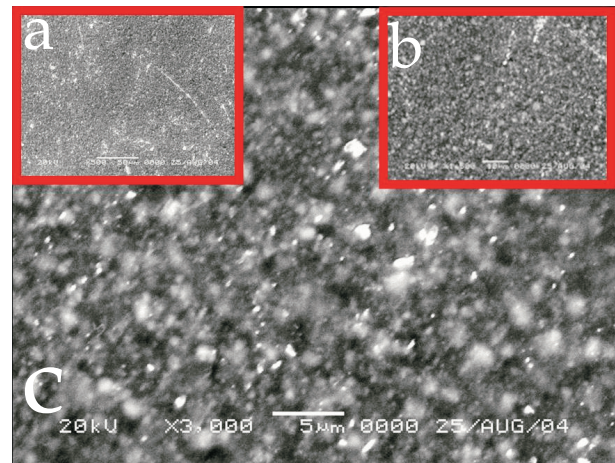
Tablo 1: Gruplar, alt grupların polimerizasyon şekilleri ve uygulanan farklı yüzey işlemleri

Grup	Polimerizasyon		Yüzey işlemi	İçerik	Marka
	QTH	LED			
1	n=3	n=3	şeffaf bant (kontrol)		
2	n=3	n=3	karbit bitirme frezi	karbit	Two-Striper, Abrasive Tech Inc
3	n=3	n=3	alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri	alüminyum oksit	Sof-Lex, 3M-ESPE
4	n=3	n=3	parlatma lastikleri		Enhance Composite Finishing System, PoGo, Dentsply
5	n=3	n=3	parlatma fırçaları	elmas partiküller	Astrobrush, Ivoclar-Vivadent
6	n=3	n=3	karbit frez ardından alüminyum oksit bitirme ve parlatma diskleri	silikon-karbit	Sof-Lex, 3M-ESPE
7	n=3	n=3	karbit frez ardından parlatma lastikleri	alüminyum oksit	Enhance Composite Finishing System, PoGo, Dentsply
8	n=3	n=3	karbit frez ardından parlatma fırçaları	elmas partiküller silikon-karbit	Astrobrush, Ivoclar-Vivadent

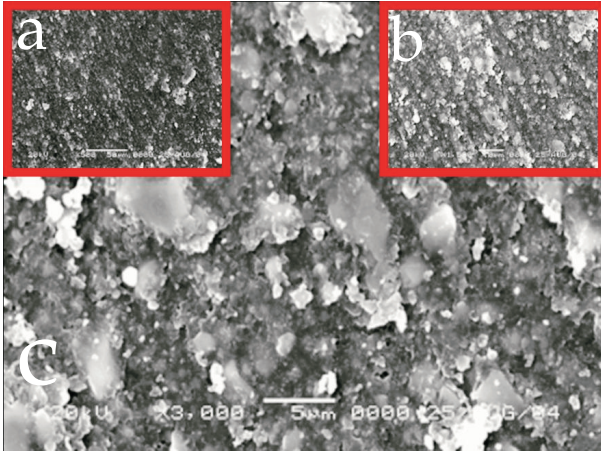
Tüm örnekler yüzey tarama elektron mikroskopunda (JSM 560, Tokyo, Japan) incelenmek üzere hazırlandı. Örnek yüzeyleri vakumlu buharlaştırıcı (Balzer Union, MED 010, Balzers, Liechtenstein) ile yaklaşık 50 Å kalınlığında altın ile kaplanarak 20KV akım ile X500, X1500 ve X3000 olmak üzere üç farklı büyütmede incelendi.

Bulgular

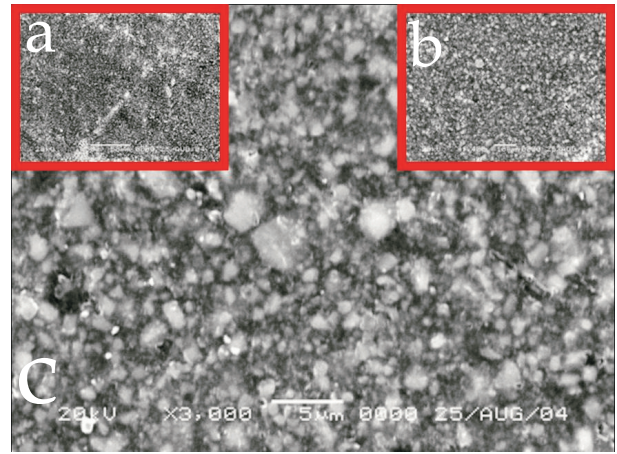
Çalışmada uygulanan yedi farklı işlemin ardından en pürüzsüz yüzey şeffaf bant ile oluşturulan kontrol grubu ile elde edildi. Yapılan yüzey tarama elektron mikroskopu analizinde materyal içeriğindeki doldurucu partiküller ve taşıyıcı mariks gözlenmektedir (Resim 1). Karbit frez uygulanan



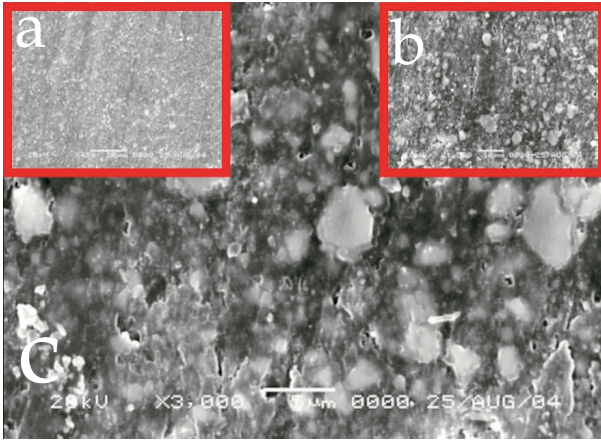
Resim 1: LED ışık cihazı ile polimerizasyonu gerçekleştirilen şeffaf banta komşu yüzey görüntüsü. a) x500 b) x1500 c) x3000



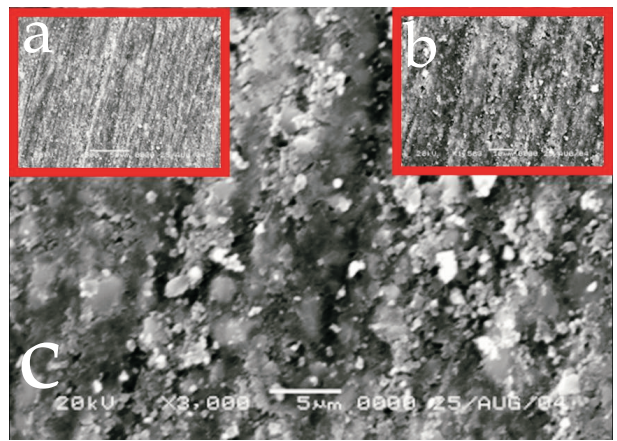
Resim 2: Karbit bitirme frezi ile elde edilen yüzey görüntüsü (LED) a) x500 b) x1500 c) x3000



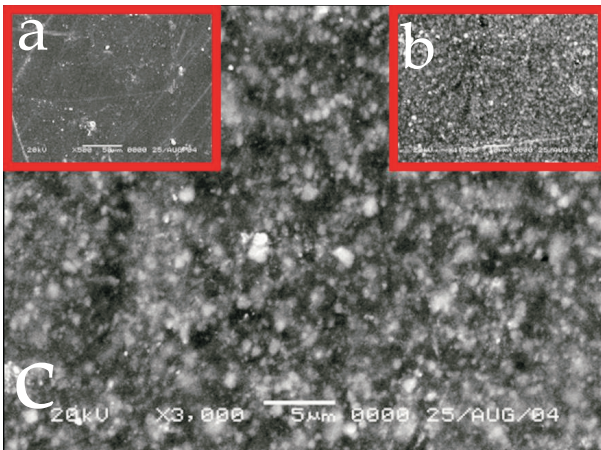
Resim 5: Parlatma fırçaları (Astrobrush, Ivoclar-Vivadent) ile elde edilen yüzey görüntüsü (QTH) a) x500 b) x1500 c) x3000



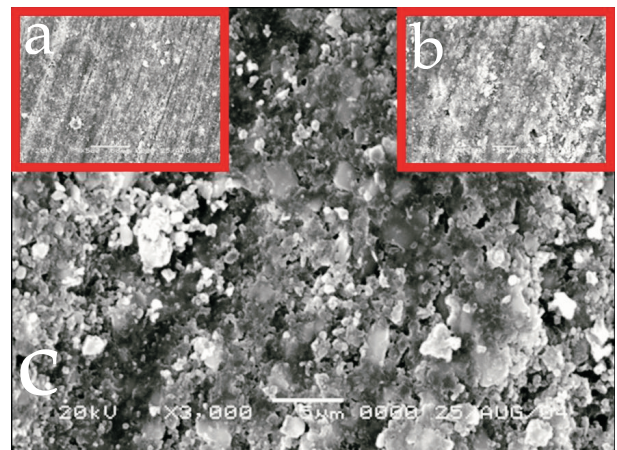
Resim 3: Alüminyum oksit disk serisi (Sof-Lex, 3M-ESPE) ile elde edilen yüzey görüntüsü (QTH) a) x500 b) x1500 c) x3000



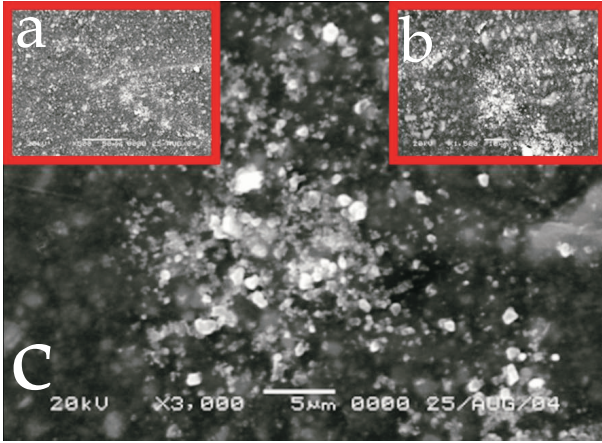
Resim 6: Karbit frez ve alüminyum oksit disk serisi ile elde edilen yüzey görüntüsü (LED) a) x500 b) x1500 c) x3000



Resim 4: Elmas partikül içerikli parlatma lastikleri (PoGo, Dentsply) ile elde edilen yüzey görüntüsü (LED) a) x500 b) x1500 c) x3000



Resim 7: Karbit frez ve parlatma lastikleri ile elde edilen yüzey görüntüsü (QTH) a) x500 b) x1500 c) x3000



Resim 8: Karbit frez ve parlatma fırçaları ile elde edilen yüzey görüntüsü (LED) a) x500 b) x1500 c) x3000

Tartışma

Kompozit resin materyaller yüzeyine uygulanan bitirme ve parlatma işlemi, restorasyonun başarısı ve kullanım ömrü açısından son derece önemlidir. Şeffaf bant kullanılarak oluşturulan yüzeylerin pürüzsüzlük açısından diğer tekniklerle oluşturulan tüm yüzeylerden daha üstün olduğu bildirilmiştir (17,26,27). Bagheri ve ark.'nın üç farklı restoratif materyali karşılaştırdıkları çalışmalarında şeffaf bant grupları diğer gruplara kıyasla daha pürüzsüz yüzeyler oluşturmuştur (21). Fakat söz konusu materyallerin klinik uygulamalarında çok dikkatli çalışılan durumlar da dahil olmak üzere simantasyonun ardından marjinal kenardaki taşkın veya artık simanın uzaklaştırıldığı, hatta restorasyonun dış hatlarının yeniden şekillendirildiği durumlarla sıklıkla karşılaşmaktadır (28).

Kompozit resin esaslı materyallerin bitirme ve parlatma işlemi materyalin temel olarak iki farklı yapıda olması nedeniyle oldukça zordur. Materyal içeriğindeki doldurucu partiküller ve partikülleri bir arada tutan taşıyıcı matriks sertlik olarak farklıdır ve söz konusu iki farklı yapı uniform olarak aşındırılmayacağı için pürüzsüz bir yüzey elde etmek neredeyse imkansızdır. Bu çalışmada kullanılan dual sertleşen yapıştırma simanı (Rely X ARC, 3M-ESPE) doldurucu olarak % 67,5 zirkonyum ve silika partikülleri içerir. Ortalama boyutları 1.5µ olan partiküller taşıyıcı matrix ile bir arada tutulurlar. Bitirme ve parlatma işleminde daha pürüzsüz yüzeyler elde etmek için uygulanan ve çoğunlukla alüminyum oksitten oluşan aşındırıcı partiküller, üzerinde çalışılan restoratif materyal içeriğindeki partiküllerden daha yüksek sertlik derecesine sahip olmalıdır. Aksi halde

parlatma materyali partikülün sadece ortamdan uzaklaşmasını sağlayacaktır. Bu işlem sonucunda kompozit yüzeyinde partikülün sadece yeri boş kalmayacak ayrıca taşıyıcı matriks üzerinde sürüklenme izleri oluşacaktır (29). Parlatma işleminin ardından materyalin yüzey özellikleri materyal içeriğindeki partikül boyutları ile de ilgilidir. Bazı araştırmacılar büyük partiküller içeren materyaller ile daha pürüzlü yüzeyler oluşturulduğunu bildirmişlerdir (29,30). Bunun yanı sıra daha küçük partikül içerikli materyallerin daha pürüzlü sonuçlar verdiğine işaret eden araştırmalar da mevcuttur (30,31). Bitirme-parlatma işlemlerinin ardından yüzey özelliklerini etkileyen faktörler arasında materyal partikül büyüklüğünün yanı sıra partikül şekillerindeki farklılık, sertlik dereceleri, partiküllerin dağılımları, miktarları ve partiküller ile ara fazın bağlantı dayanıklılığı gibi faktörler de mevcuttur (21,29,30). Çalışmadan elde edilen bulguların ışığı altında, klinikte marjinal kenar düzeltme işlemlerinde karbit frez kullanımından mümkün olduğunca kaçınmak gerektiği, simantasyonun ardından taşkın simanın uzaklaştırılması işleminin simanın polimerizasyonundan sonraya bırakılmaması gerektiği sonucu elde edildi. Bu sonuç Mansour ve ark.'nın tam seramik restorasyonların simantasyonunun ardından taşkın simanın farklı yöntemler ile uzaklaştırıldığı ve taşkın simanın polimerize edilmeden önce uzaklaştırıldığı grubun polimerizasyondan sonra uzaklaştırılan grupla kıyaslandığında daha pürüzsüz yüzey oluşturduğu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir (32). Farklı bir araştırmacı ise simantasyon sırasında diş ipinden yararlanarak marjinal kenardan taşkın simanın farklı enstrümanlara gerek duyulmadan daha kolay bir alternatif teknik ile uzaklaştırılabildiğini ifade etmiştir (33). Teknik ne olursa olsun simantasyonun ardından minimum miktarda yapıştırma simanının taşmasını sağlamak ve taşkın simanın da polimerizasyonundan önce uzaklaştırılması marjinal alanda daha pürüzsüz yüzeyler elde etmemizi sağlayacaktır. Uygun hacimde simanın restorasyon iç yüzüne yerleştirilmesi için bazı yapıştırma simanı setlerinde bulunan deneme patlarından yararlanılabilir. Çalışmada QTH ve LED olmak üzere iki farklı ışık kaynağından yararlanıldı. QTH ışık kaynaklarında tungsten filament yüksek derecede ısı ile akkor haline gelir ve ışık saçar. 400-500 nm dalga boyundaki ışık filtre edilerek kompozit resin polimerizasyonunda kullanılır. Işık kaynaklarında yeni bir gelişme ise LED lambalarıdır. Mavi LED ışık kaynağının

geleneksel halojen lambalar kadar reaksiyon başlatıcıları etkin bir şekilde aktive ettiği ve 400-500 nm gibi güven uyandıran yüksek ışık yoğunluğuna sahip olduğu bildirilmiştir (34). LED esas olarak tek renk ışık yayan yarı iletken diodlardan oluşur. Işık dalga boyunu düzenlemek için filtreye gereksinim duyulmaz. Halojen lambalar gibi büyük miktarda ısı oluşturmazlar. Çalışmada kullanılan iki farklı ışık kaynağı da radyometre (Radiometer Model 100, Demetron, ABD) ile test edildi ve kompozit rezin materyalleri güvenle polimerize edecek yoğunlukta ışık üretmekteydiler. Literatürde aşınma dayanıklılığı üzerine yapılan çalışmalarda ışık kaynaklarının farklı sonuçlara neden olabildiği bildirilmiştir (24,25) fakat aynı materyalin yüzey özellikleri söz konusu olduğunda farklı ışık cihazları ile polimerizasyonunun ardından farklı yüzey görüntülerin elde edilmemesi şarttır.

Sonuç

Bu çalışmada, indirekt restorasyonların diş sert dokularına bağlanmasında kullanılan yapıştırma simanlarının polimerizasyonu için kullanılan farklı ışık cihazlarının siman yüzey özelliklerinde fark oluşturmadığı tespit edildi. Çalışmadan elde edilen bilgilerin ışığı altında marjinal alandan taşkın simanın uzaklaştırılması sırasında karbit frezler kullanılmadan kaçınmanın daha pürüzsüz marjinal alanlar oluşturarak indirekt restorasyonların klinik başarısını olumlu yönde etkileyeceği belirlendi.

Kaynaklar

- Toh CG, Setcos JC, Weinstein AR. Indirect dental laminate veneers- an overview. *J Dent* 1987;15:117-24
- Burke FJ, Qualtrough AJ. Follow-up evaluation of a series of dentin-bonded ceramic restorations. *J Esthet Dent* 2000;12:16-22
- Naert I, Van der Donck A, Beckers L. Precision of fit and clinical evaluation of all-ceramic full restorations followed between 0.5 and 5 years. *J Oral Rehabil* 2005;32:51-7
- Jung H, Friedl H, Hiller A, Haller A, Schmalz G. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Invest* 2001;5:156
- Savarino L, Breschi L, Tedaldi M, Ciapetti G, Tarabusi C, Greco M, Giunti A, Prati C. Ability of restorative and fluoride releasing materials to prevent marginal dentine demineralization. *Biomater* 2004;25:1011-17
- Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal and flexural integrity of three classes of luting cement, with early finishing and water storage. *Dent Mater* 2004;20:3-11
- Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater* 1985;1:225-27
- Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42:613-27
- Lopes GC, Franke M, Maia HM. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *J Prosthet Dent* 2002;88:32-6
- Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composite resins. *J Prosthet Dent* 1992;68:742-49
- Jefferies SR, Barkmeier WW, Gwinnett AJ. Three composite finishing systems: a multisite in vitro evaluation. *J Esthet Dent* 1992;4:181-85
- Tate WH, DeSchepper EJ, Cody T. Quantitative analysis of six composite polishing techniques on a hybrid composite material. *J Esthet Dent* 1992; 4:30-2
- Goldstein, RE. Finishing of composites and laminates. *Dent Clin North Am* 1989;33:305-18.
- Wilson F, Heath JR, Watts DC. Finishing composite restorative materials. *J Oral Rehabil* 1990;17:79-87
- Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent* 1991;65:491-95
- Hondrum SO, Fernandez R. Contouring, finishing and polishing Class 5 restorative materials. *Oper Dent* 1997;22:30-6
- Lutz F, Setcos JC, Phillips RW. New finishing instruments for composite resins. *J Am Dent Assoc* 1983;107:575-80
- Ashe MJ, Tripp GA, Eichmiller FC, George LA, Mejers JC. Surface roughness of glass-ceramic insert-composite restorations: Assessing several polishing techniques. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1495-1500
- Kaplan BA, Goldstein GR, Vijayaraghavan TV, Nelson IK. The effect of three polishing systems on the surface roughness of four hybrid composites: A profilometric and scanning electron microscopy study. *J Prosthet Dent* 1996;76:34-8.
- Roeder LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent* 2000;25:534-43
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials – an SEM study. *J Oral Rehabil* 2007;34:68-76
- Christensen RP, Christensen GJ. Comparison of instruments and commercial pastes used for finishing and polishing composite resin. *Gen Dent* 1981;29:40-5
- Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behaviour of light-

- cured packable composite resins. *Dent Mater* 2000;16:33-40
24. St-Georges AJ, Bolla M, Fortin D, Muller-Bolla M, Thompson JY, Stamatides PJ. Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Oper Dent* 2005;30:593-97
 25. Martinelli J, Pires-de-Souza Fde C, Casemiro LA, Tirapelli C, Panzer H. Abrasion resistance of composites polymerized by light-emitting diodes (LED) and halogen light-curing units. *Braz Dent J* 2006;17:29-33
 26. Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 1994;10:325-30
 27. Yap AUJ, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 1997;22:260-65
 28. Yap AUJ, Tan S, Teh TY. The effect of polishing systems on microleakage of tooth coloured restoratives: Part 1. Conventional and resin-modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil* 2000;27:117-23
 29. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater* 2003;19:12-8
 30. Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res* 1997;76:883-94
 31. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2000;16:129-38
 32. Mansour YF, Pintado MR, Mitchell CA. Optimizing resin cement removal around esthetic crown margins. *Acta Odontol Scand* 2006;64:231-36
 33. El-Attar MS. A simplified method for removing excess cement after final cementation of fixed partial dentures. *J Prost Dent* 1995;73:225
 34. Neumann MG, Schmitt CC, Ferreira GC, Correa IC. The initiating radical yields and the efficiency of polymerization for various dental photoinitiators excited by different light curing units. *Dent Mater* 2006;22:576-84