

Topikal Flor Uygulamalarının Bulk-Fill Kompozitlerin Mikrosertlikleri Üzerine Etkisi

Effect of Topical Fluoride Applications on the Microhardness of Bulk-Fill Composites

Selçuk SAVAŞ*, Başak BÖLÜKBAŞI*, Ebru KÜÇÜKYILMAZ**

Özet

Bu in-vitro çalışmanın amacı, farklı topikal flor uygulamalarının çeşitli bulk-fill kompozit materyallerin mikrosertlik özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesidir. Çalışmada kullanılan her bir materyal için (Clearfil Majesty ES-2, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill) disk şeklinde 72 adet örnek (8.0 x 2.5 mm) hazırlandı ve polimerize edildi. Polimerizasyonu tamamlanan örnekler 24 saat 37°C'de deiyonize su içerisinde bekletildi ve ardından başlangıç mikrosertlik ölçümleri yapıldı. Örnekler rastlantısal olarak %2'lik Sodyum florid (NaF) ve %1.23'lük Asidule fosfat florür (APF) jelin uygulandığı 2 gruba ayrıldı. Bu gruplar da; 1 dk, 4 dk ve 4x4 dk jel uygulaması olmak üzere kendi içinde 3 alt gruba ayrıldı. Topikal flor uygulaması sonrası mikrosertlik ölçümleri tekrar edildi. İstatistiksel analizler, tekrarlanan ölçümlü ANOVA testi ve Bonferroni düzeltilmesi ile gerçekleştirildi ($\alpha=0,05$). Materyallerin mikrosertlik değerlerini en çok düşüren uygulama Clearfil Majesty ES-2 ve Sonic Fill materyalleri için 4x4 dk APF uygulaması olurken, Tetric N-Ceram Bulk Fill için 4 dk APF uygulaması oldu ($p>0,05$). Farklı topikal flor uygulamalarının çalışmada kullanılan bulk-fill kompozit materyallerin mikrosertlik değerlerini etkilemediği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Bulk-Fill Kompozit, Mikrosertlik, Topikal Flor Uygulaması

Abstract

The aim of this study is to assess the effect on the surface microhardness of different bulk-fill composite resin materials after different topical fluoride applications. Twenty-two disc shaped specimens (8.0 x 2.5 mm) for each material (Clearfil Majesty ES-2, Tetric N-Ceram Bulk Fill, Sonic Fill) were prepared and photopolymerized. The samples were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and then initial microhardness of the materials was determined. Specimens were randomly assigned to 2 experimental groups according to surface treatment regimens consisting of 2% Sodium fluoride (NaF) gel and 1.23% acidulated phosphate fluoride (APF) gel. These groups were assigned to 3 experimental subgroups; 1 minute, 4 minutes and 4x4 minutes gel application. Then, microhardness measurements were repeated. Statistical analysis were made with repeated measures ANOVA and Bonferroni correction ($\alpha=0.05$). The application that most decreased the microhardness values of Clearfil Majesty ES-2 and Sonic Fill was 4x4 min. APF gel application and it was 4 min APF application for Tetric-N-Ceram Bulk Fill ($p>0.05$). Different topical fluoride applications did not affect the microhardness values of the composite resins with different content used in the study.

Key Words: Bulk-Fill Composite, Microhardness, Topical Fluoride Application

* Arş. Gör., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

** Yrd. Doç. Dr., İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Kompozit rezinler, geliştirilen estetik özellikleri, minimal düzeyde kavite preparasyonu ile kullanılabilmesi ve diş dokusunu desteklemeleri gibi avantajları nedeniyle diş hekimliğinde geniş bir kullanım alanı bulan temel restoratif materyallerdir.¹ Klinisyenin uygulama becerisi ve restorasyona uygun olan adeziv tekniğin dikkatli şekilde uygulanması, kompozit rezin restorasyonların uzun dönem başarısını olumlu yönde etkilemektedir.² Bununla birlikte, kompozit rezinlerin kullanımı; polimerizasyon büzülmesi, marjinal mikrosızıntı, kavite iç yüzeyine adaptasyon sıkıntıları ve kenar uyumu problemleri gibi dezavantajları da beraberinde getirmektedir.^{3,4} Bu nedenle, yapılan araştırmalarla doldurucu partikül çeşidi, boyutu, dağılımı, oryantasyonu ve içerik miktarı gibi faktörler değiştirilerek yeni kompozit rezin materyaller geliştirilmeye devam etmektedir.^{5,6}

Restorasyonun kaviteye bağlandığı yüzeylerin serbest yüzeylere oranı C faktör (konfigürasyon faktörü) olarak tanımlanmaktadır ve bu faktör ne kadar yüksek olursa kompozit rezinlerin polimerizasyon stresinin o oranda arttığı bilinmektedir.^{7,9} Kavite restorasyonu esnasında, C faktörü ile ilişkili olarak, ışıkla polimerize olan konvansiyonel kompozit rezinler ile diş dokusu arasında polimerizasyon büzülmesi nedeniyle marjinal aralıklar oluşabilmektedir.¹⁰⁻¹² Bu komplikasyonların önüne geçilebilmesi ve restorasyonların uzun dönem başarısı için ışıkla sertleşen konvansiyonel kompozit rezinlerin derin kavitelere 2 mm'lik tabakalar halinde yerleştirilmesi gerekmektedir.¹³ Klinisyenler için bu uygulamanın zaman alıcı ve tekniğe hassas bir işlem olması nedeniyle, kaviteye daha kalın tabakalar halinde yerleştirmeye izin veren, ışıkla sertleşen, "bulk-fill" adı verilen kompozit materyaller piyasaya sürülmüştür. Üretici firmalar, bulk-fill rezin kompozitlerin yaklaşık 4 mm'lik tabakalar halinde yerleştirilebileceğini bildirmektedir.¹⁴ İdeal bir bulk-fill kompozit, yüksek C faktörü olan bir kavitede dahi yüksek derecelerde polimerizasyon sağlarken çok düşük miktarda polimerizasyon büzülme stresi oluşturmalı ve böylelikle restorasyonun iç ve dış kenarlarında boşluk oluşumunu azaltmalıdır.¹⁵

Dünyada en yaygın kronik hastalıklardan biri olan çürükle mücadelede, kavitasyon oluşturmuş lezyonların restoratif tedavisi kadar, çürükten korunma yöntemleri de büyük önem taşımaktadır.¹⁶ Periyodik olarak uygulanan topikal flor tedavileri, başlangıç çürüklerinin remineralizasyonunda ve çürük oluşumunun azaltılmasında etkili yöntemler olarak kabul edilmektedir.¹⁷ Bu yüzden çürük riski yüksek olan çocuk ve yetişkin hastalara periyodik olarak 6 aylık sürelerde topikal flor tedavisi uygulanması önerilmektedir.¹⁸ Bununla birlikte, demineralizasyonu engelleyen ve reminerali-

zasyonu artıran optimum flor konsantrasyonu ve ideal süre henüz kesin olarak belirlenememiştir.¹⁹

Günümüzde klinisyenler tarafından uygulanan farklı formül ve pH değerlerinde farklı topikal jellerden en sık kullanılanları APF ve NaF içeren ajanlardır.²⁰ Bu ajanlar ağız içinde bulunan dental materyallerin yüzey özelliklerini değiştirebilecek olumsuz etkilere neden olabilmektedir.^{21,22} APF jel uygulamasının rezin kompozit materyaller üzerinde inorganik doldurucuları çözmesi, yüzey erozyonu oluşturması, yüzey pürüzlülüğünü artırması, yüzey direncini azaltması, karyojenik bakteri tutulumunu artırması, renk stabilizasyonunu olumsuz etkilemesi ve materyalin mikrosertliğini azaltması gibi yan etkileri bulunduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.²³⁻²⁸ Nötral pH'taki NaF'ın, restoratif materyallerin yüzeylerine uygulanması sonrası, APF kadar olmasa da, materyallerin mikrosertliğinde azalmaya neden olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{29,30}

Topikal olarak uygulanan flor jellerinin, içeriği ve pH değerlerine bağlı olarak, konvansiyonel kompozit rezin materyallerin yüzeyini etkilediğini gösteren pek çok çalışma olmasına rağmen literatürde yeni geliştirilmiş bulk-fill kompozitler üzerine florun olası yan etkilerinin belirlenmesi konusunda yayınlanmış çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada 1 ve 4 dakikalık %1,23 APF ve %2 NaF uygulamalarının farklı içeriklerdeki bulk-fill kompozit rezin materyallerinin mikrosertliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada flor jeli uygulamalarının incelenen dental materyallerin mikrosertliği üzerindeki etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmayacağı sıfır hipotezi olarak kabul edilmiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada üç farklı bulk-fill kompozit materyali (Clearfil Majesty ES-2 [Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japan], Tetric N-Ceram Bulk Fill [Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein], Sonic Fill [Kerr Corporation, Orange, CA]) kullanıldı (Tablo I). Çalışmada kullanılan topikal flor jellerinin test edilen restoratif materyallerin mikrosertliği üzerine etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla, her materyalden 72 adet disk oluşturuldu. Materyaller 8,0 mm iç çap, 2,5 mm kalınlıktaki tek kullanımlık teflon kalıplara yerleştirilip iki mylar strip ile preslendikten sonra bir ışık kaynağı (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, USA) ile Tablo I'de belirtildiği şekilde polimerize edildi. Işık kaynağı ve örnekler arasındaki mesafe 1 cm kalınlığında bir cam levha

Tablo 1 . Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri ve uygulama prosedürleri

	İçerik	Uygulama Prosedürleri
Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japan)	Işınla sertleşen radyoopak kompozit rezin Silanlanmış baryum cam tozu Bis-fenol A diglisidilmetakrilat (Bis-GMA) Hidroforbik aromatik dimetakrilat Hidroforbik alifatik dimetakrilat d1Kamforokinon.	1. Diş yüzeyinin hazırlığı yapılır ve bonding ajan, tercih edilen sisteminin kullanım talimatına göre uygulanır. 2. Diş renk tonuna göre skaladan bir renk tonu belirlenir. 3. Seçilen kompozit rezin, kavite içerisine yerleştirilir ve 20 sn ışıkla polimerize edilir.
Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein)	Işınla sertleşen radyoopak hibrit kompozit rezin Monomer matriksi dimetakrilatlar (%19-21) inorganik dolgu malzemesi (ağırlıkça %75-77, hacimce ise %53-55), baryum camı, prepolimer, iterbium triflorür ve karışık oksit.	1. Diş yüzeyinin hazırlığı yapılır ve bonding ajan, tercih edilen sisteminin kullanım talimatına göre uygulanır. 2. Diş renk tonuna göre skaladan bir renk tonu belirlenir. 3. Seçilen kompozit rezin kavite içerisine en fazla 4 mm.'lik tabakalar halinde yerleştirilir ve 10-15 sn. ışıkla polimerize edilir.
Sonic Fill (Kerr Corporation, Orange, CA)	BisGMA, TEGDMA Etoksilat bisfenol-A dimetakrilat Camphorquinone/amine photoinitiator system. Proprietary rheological modifiers, Silica Silanated barium aluminoborosilicate glass.	1. Diş yüzeyinin hazırlığı yapılır ve bonding ajan, tercih edilen sisteminin kullanım talimatına göre uygulanır. 2. Diş renk tonuna göre skaladan bir renk tonu belirlenir. 3. Seçilen kompozit kapsülün koruyucu kapakları çıkarılır. 4. Kapsül başlığa yerleştirilip saat yönünde döndürülür ve sabitlenir. 5. Başlığın alt kısmındaki bölümden hız ayarı yapılır. 6. Pedal ile başlık aktive edilir, materyal kaviteye temasını kaybetmeyecek şekilde uygulanır ve 20 sn ışıkla polimerize edilir.

kullanılarak standardize edildi. Kalıptan çıkarılan örnekler, 24 saat boyunca 37°C'de deiyonize su içerisinde bekletildi. Daha sonra örneklerin her iki yüzeyi de akan suyun altında 600 ve 1200 gritlik zımpara ile zımparalandı. Başlangıç ölçümleri tamamlanan örnekler, topikal flor jellerinin tipi ve uygulama süresi esas alınarak her grupta 12 örnek olacak şekilde rastlantısal olarak 6 gruba ayrıldı:

Grup I: 1 dk %1,23 APF uygulaması (n=12)

Grup II: 4 dk %1,23 APF uygulaması (n=12)

Grup III: 4x4 dk %1,23 APF uygulaması (n=12)

Grup IV: 1 dk %2 NaF uygulaması (n=12)

Grup V: 4 dk %2 NaF uygulaması (n=12)

Grup VI: 4x4 dk %2 NaF uygulaması (n=12)

Topikal flor jeli olarak tercih edilen NaF (Sultan Topex neutral pH gel, Sultan Dental Products, USA) ve APF (Sultan Topex APF gel, Sultan Dental Products, USA) jel örneklerin üst yüzeylerine uygulandı. Örnekler, üzerlerindeki flor artıklarının uzaklaştırılması için deiyonize su ile yıkandı ve üst yüzeylerinden mikrosertlik ölçümü yapıldı. Flor jellerinin tekrarlanarak uygulandığı gruplarda her uygulama sonrası örnekler deiyonize su ile yıkandı ve her bir uygulama arasında 30 dakika beklendi.

Mikrosertlik Değerlendirmesi

Çalışmada kullanılan bulk-fill kompozit materyallerin başlangıç mikrosertlik ölçümleri ve flor jeli uygulama sonrası mikrosertlik ölçümleri örneklerin üst yüzeyle-

rinden Vicker's sertlik testi cihazı (Shimadzu Micro Hardness Tester HMV-2, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) aracılığıyla gerçekleştirildi. Mikrosertlik testi esnasında, her bir örnek için üç nokta testi 50 gr'lık kuvvetin 20 sn süreyle uygulanması ile yapıldı ve bu üç değerın ortalaması alınarak kaydedildi. İstatistiksel analizler, tekrarlanan ölçümlü ANOVA testi ve Bonferroni düzeltmesi ile yapıldı. Değerlendirmeler için istatistiksel önem aralığı $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmada test edilen materyallerin yüzey uygulamaları öncesi ve sonrası mikrosertlik değerleri Tablo II'de gösterilmektedir. Materyallerin başlangıç mikrosertlik değerleri, topikal flor uygulaması sonrası elde edilen mikrosertlik değerleri ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Uygulanan topikal flor ajanlarının, materyallerin mikrosertlik değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, APF jelin materyallerin mikrosertlik değerlerini daha fazla düşürdüğü görülmüş, bununla birlikte NaF ile kıyaslandığında bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Clearfil Majesty ES-2 ve Sonic Fill materyalleri için materyallerin mikrosertlik değerlerini en çok düşüren uygulama 4x4 dk APF uygulaması olurken, Tetric N-Ceram Bulk Fill için 4 dk APF uygulaması olmuştur. Aynı zamanda, uygulanan ajanın türü, uygulama süresi ve tekrarlayan uygulamaların bulk-fill kompozit materyallerin mikrosertlik değerlerini etkilediği, ancak üç materyal kendi aralarında karşılaştırıldığında elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$).

TARTIŞMA

Demineralizasyon ve remineralizasyon atakları ile seyreden enfeksiyöz bir hastalık olarak tanımlanan çürüğün kontrolünde, karyojenik plak kontrolünün mekanik yaklaşım ile sağlanmasının yanında profilaktik ajanların da kombine şekilde uygulanması önerilmektedir.³¹⁻³³ Bu sebeple topikal flor uygulamaları tedavi planlamasında sıklıkla tavsiye edilen uygulamalardır.¹⁸ Yapılan çalışmalar, restoratif rezin materyallerin flor solüsyonlarına maruz kaldığında yapısal olarak etkilendiği göstermektedir.²¹⁻²⁸ Bu nedenle mevcut çalışmada, flor uygulamalarının yeni geliştirilen bulk-fill kompozit rezin materyallerin uzun dönemde klinik başarısını etkileyecek özelliklerden biri olan mikrosertlik üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, flor jeli uygulamalarının incelenen dental materyallerin mikrosertliği üzerindeki etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmayacağı sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Mikrosertlik çalışmaları gözden geçirildiğinde, kullanılan materyalin tipi, bekletildiği solüsyon, yüzey uygulaması, materyal yüzeyi ve bekletme sürelerinin sonuçları etkileyen belirgin faktörler olduğu görülmektedir.³⁴ Topikal flor jellerinin, restoratif materyallerin mikrosertliği üzerine etkilerini inceleyen birçok çalışmada kıyaslama yapılabilmesi amacıyla, pH'ı nötr ve asidik olan farklı topikal flor jelleri kullanılmaktadır.²⁰⁻²² Bu çalışmada topikal flor ajanları olarak, klinik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen APF ve NaF içerikli ajanlar seçilmiştir. APF jel, içeriğinde hidroflorik asit ve fosforik asit bulunduğu için asidiktir, bununla birlikte NaF saf haldeyse ve kontamine değilse pH'ı nötrdür.³⁵ Yapılan çalışmalar APF'nin asit içe-

Tablo II. Elde edilen ortalama mikrosertlik değerleri ve standart sapmaları

	Clearfil Majesty ES-2	Tetric N-Ceram Bulk Fill	Sonic Fill
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS
Başlangıç	44,16 ± 0,91	56,14 ± 2,25	72,83 ± 4,45
APF 1 dk	44,08 ± 1,54	54,93 ± 2,29	71,51 ± 7,63
APF 4 dk	43,91 ± 1,03	54,62 ± 3,24	72,57 ± 3,07
APF 4X4 dk	42,86 ± 1,42	54,89 ± 1,96	70,93 ± 2,12
NaF 1 dk	43,41 ± 1,23	55,87 ± 0,75	72,78 ± 3,93
NaF 4 dk	43,18 ± 1,01	56,17 ± 2,00	71,52 ± 2,01
NaF 4X4 dk	43,94 ± 0,84	56,06 ± 0,79	71,93 ± 4,68

SS: Standart Sapma, dk: Dakika, ($p < 0,05$).

riğinden dolayı restoratif materyal yüzeyinde yapısal değişiklikler oluşturduğunu göstermektedir.²³⁻²⁸ Villalta ve ark.³⁶ yaptıkları çalışmada düşük pH'ın kompozit rezin materyallerin yüzey bütünlüğünü etkilediğini ve yüzey pürüzlülüğü ile beraber renklenmeye sebep olduğunu göstermiştir. Dental materyallerde oluşan bu yüzey pürüzlülüğü ve yüzeydeki parçalanmaya bağlı olarak erozyon ve dolayısıyla yüzeyde bakteriyel tutunmaya elverişli bir ortam oluşabilmektedir.^{24,26} Rezin materyallerin içerik oranları değişebilen çeşitli organik ve inorganik bileşenleri vardır.³⁷ Kula ve ark.³⁸ APF'nin kompozit materyallerin yüzey özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarının sonucunda, kompozit materyallerin içeriğini oluşturan doldurucu partikül tipi ve boyutundaki farklılıkların APF'nin materyal yüzeyinde oluşturduğu değişikliklerin miktarını etkilediğini bildirmişlerdir.³⁸

Bu çalışmada, materyallerin yüzey sertlik değerlerinin uygulama zamanına bağlı olarak değişimlerini değerlendirmek için farklı uygulama zamanları belirlenmiştir. Üretici firmalar NaF uygulaması için 4 dk'lık uygulama önerirken, APF uygulaması için 1 veya 4 dk'lık uygulamaları önermektedirler.³⁹ Bunun yanında, 4 kez tekrarlanan 4 dk'lık uygulama prosedürünün test edilmesinin nedeni ise tekrarlanan uygulamaların materyal yüzeyindeki etkilerinin belirlenmesidir. Bu çalışmada seçilen uygulamalar ile topikal jellerin uzun süreli klinik etkileri tespit edilemese de ortalama potansiyel etkileri değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte ağız ortamında bulunan tükürüğün içeriğindeki proteinlerin varlığı ile materyal yüzeyinde koruyucu bir tabakanın oluştuğu gerçeği göz ardı edilmemelidir.

Mevcut çalışma verileri, APF'nin 1 ve 4 dk'lık uygulamalarının üç materyalin de mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmadığını göstermiştir. Bu bulgular Yeh ve ark.⁴⁰ tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik

göstermektedir. Çalışmamızda kullanılan topikal flor ajanları içerisinde, materyalin mikrosertliğini en az düşüren uygulama Tetric N-Ceram Bulk Fill ve Sonic Fill için NaF uygulaması iken Clearfil Majesty ES-2 için 1 dk'lık APF uygulamasıdır. Bununla birlikte, flor jel uygulama prosedürleri sonrası üç materyal kendi aralarında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, APF uygulamasının materyallerin mikrosertlik değerlerinin azalmasında daha çok etkisinin olduğu görülmektedir. Bu sonucun, NaF ajanının asit içeriği olmaması ve pH'ının nötr olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yip ve ark.²² da, NaF ve APF flor jelin, kompozit materyallerin yüzey sertliği üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, mevcut çalışma sonuçlarıyla uyumlu olarak, her iki ajanın da mikrosertlik değerleri üzerine olumsuz etki gösterdiğini, APF flor jelin etkisinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışma sonuçlarına göre, kompozit rezin materyallerin topikal flor uygulama öncesi mikrosertlik değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, farklı içerik ve farklı başlangıç mikrosertlik değerleri olan kompozit rezin kullanımının, topikal flor uygulamalarının materyallerin mikrosertlik değerlerine etkisi açısından bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, uygulanan her iki topikal flor jelin, materyallerin mikrosertlik değerleri üzerine etkileri açısından bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan farklı içeriklerdeki bulk-fill kompozit rezinlerin yüzey sertlik değerlerinin, incelenen topikal flor uygulamalarından etkilenmediği görülmüştür. Klinik uygulamalarda bulk-fill kompozit materyaller tercih edildiğinde profilaktik amaçla uygulanacak flor jellerin restorasyon yüzeyinde herhangi bir sertlik değişikliğine neden olmayacağı söylenebilir.

Kaynaklar

1. Roeters FJM., Opdam NJM., Loomans BAC. The amalgam-free dental school. *J. Dent.* 32: 371-377, 2004.
2. Opdam NJM., Bronkhorst EM., Roeters JM., Loomans BAC. A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent. Mater.* 23: 2-8, 2007.
3. Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent. Mater.* 27: 29-38, 2011.
4. Sadeghi M., Lynch CD. The effect of flowable materials on the microleakage of Class II composite restorations that extend apical to the cemento-enamel junction. *Oper. Dent.* 34: 306-311, 2009.
5. Terry DA. Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1—The evolution of contemporary composite materials. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.* 16: 417-422, 2004.
6. 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.
7. Millar BJ., Nicholson JW. Effect of curing with a plasma light on the properties of polymerizable dental restorative materials. *J. Oral Rehabil.* 28: 549-552, 2001.
8. Tarle Z., Meniga A., Ristic M., Sutalo J., Pichler G., Davidson CL. The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *J. Oral. Rehabil.* 25: 436-442, 1998.
9. Unterbrink GL., Liebenberg WH. Flowable resin composites as “filled adhesives”: Literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int.* 30: 249-257, 1999.
10. Lazarchik DA., Hammond BD., Sikes CL., Looney SW., Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J. Prosthet. Dent.* 98: 129-140, 2007.
11. Czasch P., Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin. Oral Invest.* 17: 227-235, 2013.
12. Van Ende A., Mine A., De Munck J., Poitevin A., Van Meerbeek B. Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities. *J. Dent.* 40: 295-303, 2012.
13. Martin FE. A survey of the efficiency of visible light curing units. *J. Dent.* 26: 239-243, 1998.
14. Tetric N-Ceram Bulk Fill Instructions for use. Ivoclar Vivadent. 2012.
15. Furness A., Tadros MY., Looney SW., Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J. Dent.* 42: 439-449, 2014.
16. Paes Leme AF., Dalcico R., Tabchoury CP., Del Bel Cury AA., Rosalen PL., Cury JA. In situ effect of frequent sucrose exposure on enamel demineralization and on plaque composition after APF application and F dentifrice use. *J. Dent. Res.* 83: 71-75, 2004.
17. Demirci M., Üçok M. Hibrid iyonomer materyallerin florür salınımı. *Atatürk Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg.* 10: 61-65, 2000.
18. Erickson RL., Glasspoole EA. Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv. Dent. Res.* 9: 315-323, 1995.
19. Turssi CP., de Magalhães CS., Serra MC. Effect of fluoride gels on micromorphology of resin-modified glass-ionomer cements and polyacid-modified resin composites. *Quintessence Int.* 32: 571-577, 2001.
20. Van Rijkom H., Ruben J., Vieira A., Huysmans MC., Truin GJ., Mulder J. Erosion-inhibiting effect of sodium fluoride and titanium tetrafluoride treatment in vitro. *Eur. J. Oral. Sci.* 111: 253-257, 2003.
21. Cehreli ZC., Yazici R., García-Godoy F. Effect of 1.23 percent APF gel on fluoride-releasing restorative materials. *ASDC J. Dent. Child.* 67: 330-337, 2000.
22. Yip HK., Lam WT., Smales RJ. Surface roughness and weight loss of esthetic restorative materials related to fluoride release and uptake. *J. Clin. Pediatr. Dent.* 23: 321-326, 1999.
23. Papagiannoulis L., Tzoutzas J., Eliades G. Effect of topical fluoride agents on the morphologic characteristics and composition of resin composite restorative materials. *J. Prosthet. Dent.* 77: 405-413, 1997.
24. Mair LH., Stolarski TA., Vowles RW., Lloyd CH. Wear: Mechanisms, manifestations and

- measurement. Report of a workshop. J. Dent. 24: 141-148, 1996.
25. Soeno K., Matsumura H., Kawasaki K., Atsuta M. Influence of acidulated phosphate fluoride agents on surface characteristics of composite restorative materials. Am. J. Dent. 13: 297-300, 2000.
 26. Kim YJ., Jang KT., García-Godoy F. Effect of acidulated phosphate fluoride (APF) gel on the adherence of cariogenic bacteria to resin composites. Am. J. Dent. 18: 91-94, 2005.
 27. Tanoue N., Soeno K., Kawasaki K., Atsuta M. Influence of acidulated phosphate fluoride solution on the color stability of indirect composites. J. Prosthet. Dent. 92: 343-347, 2004.
 28. Yap AU., Mok BY. Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. Oper. Dent. 27: 576-581, 2002.
 29. Dionysopoulos P., Gerasimou P., Tolidis K. The effect of home-use fluoride gels on glass-ionomer, compomer and composite resin restorations. J. Oral Rehabil. 30: 683-689, 2003.
 30. Kula K., Webb EL., Kula TJ. Effect of 1- and 4-minute treatments of topical fluorides on a composite resin. Pediatr. Dent. 18: 24-28, 1996.
 31. 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.
 32. Diab M., Zaazou MH., Mubarak EH., Olaa MIF. Effect of five commercial mouth rinses on the microhardness and color stability of two resin composite restorative materials. Aust. J. Basic Appl. Sci. 1: 667-674, 2007.
 33. DeVore LR. Antimicrobial mouthrinses: Impact on dental hygiene. J. Am. Dent. Assoc. 125 Suppl 2: 23-28, 1994.
 34. 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.
 35. el-Badrawy WA., McComb D., Wood RE. Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations. Dent. Mater. 9: 63-67, 1993.
 36. Villalta P., Lu H., Okte Z., Garcia-Godoy F., Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. J. Prosthet. Dent. 95: 137-142, 2006.
 37. Oysaed H., Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J. Dent. Res. 65: 1315-1318, 1986.
 38. Kula K., Nelson S., Kula T., Thompson V. In vitro effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. J. Prosthet. Dent. 56: 161-169, 1986.
 39. Mazzaoui SA., Burrow MF., Tyas MJ., Dashper SG., Eakins D., Reynolds EC. Incorporation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate into a glass-ionomer cement. J. Dent. Res. 82: 914-918, 2003.
 40. Yeh ST., Wang HT., Liao HY., Su SL., Chang CC., Kao HC., Lee BS. The roughness, microhardness, and surface analysis of nanocomposites after application of topical fluoride gels. Dent. Mater. 27: 187-196, 2011.

Yazışma Adresi:

Dr. Selçuk SAVAŞ
 İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD
 Aydınlık Evler Mah. Cemil Meriç Cad. 6780 Sok. No:48, 35640 Çiğli/İZMİR
 e-posta: selcuksavas1983@hotmail.com • Tel: 0232 325 40 40 • Faks: 0232 325 25 35