

Bulk Fill Kompozit Rezın Restoratif Materyaller

Bulk Fill Composite Resin Restorative Materials

Merve NEZİR¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.

Suat ÖZCAN¹



¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Restoratif Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Ankara,
Türkiye.



öz

Kompozit rezinler günümüzde anterior dişlerin restorasyonlarında uygulandığı gibi posterior dişlerin restorasyonlarında da gittikçe artan bir kullanım alanına sahiptir. Cıva içeren restoratif materyallerin hastalarda tedirginliğe sebep olması ve estetik restorasyonlara artan ilgi kompozit rezin restorasyonlara olan talebin artmasına neden olmaktadır. Geleneksel kompozit rezinlerin tabakalı olarak yerleştirilme gerekliliği hem tedavi süresini uzatmakta hem de teknik hassasiyetin gerekliliğini artırmaktadır. Bu gibi dezavantajların önüne geçebilmek amacıyla 4-5 mm kalınlıkta tek bir tabakayla yerleştirmeye imkân sağlayan bulk fill kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür. Bulk fill kompozit rezinlere ışık uygulanması sırasında ışığın daha derin kısımlara nüfuz edebilmesi materyalin ışık geçirgenliğinin artırılmasıyla sağlandığından estetik açıdan problem oluşturmaktadır. Materyal yapısında bazı güncellemeler yapılarak bu problemin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Bulk fill kompozit rezinler viskozitelerine göre; yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler ve akışkan bulk fill kompozit rezinler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Akışkan bulk fill kompozit rezinlerin düşük mekanik özellikleri sebebiyle geleneksel bir kompozit rezinle örtüleme yapılması önerilmektedir. Bu derlemenin amacı restoratif diş hekimliğinde kullanılan bulk fill kompozit rezinler ile ilgili güncel literatür bilgilerinin sunulmasıdır.

Anahtar kelimeler: Bulk fill; Kompozit; Polimerizasyon.

ABSTRACT

Composite resins are increasingly used in restorations of posterior teeth as well as in restorations of anterior teeth. The fact that mercury-containing restorative materials cause anxiety in patients and the increasing interest in aesthetic restorations cause an increase in the demand for composite resin restorations. The requirement for layered placement of conventional composite resins both prolongs the treatment time and increases the requirement for technical precision. In order to avoid such disadvantages, bulk fill composite resins that allow placement with a single layer of 4-5 mm thickness have been introduced to the market. During the application of light to bulk fill composite resins, the penetration of light into deeper parts is provided by increasing the translucency of the material but it's an important aesthetic problem. This problem is tried to be prevented by making some updates in the material structure. Bulk fill composite resins are divided in two according to their viscosity as high viscosity bulk fill composite resins and flowable bulk fill composite resins. Due to the low mechanical properties of flowable bulk fill composite resins, it is recommended to cover with a conventional composite resin. The aim of this review is to present the current literature information about bulk fill composite resins used in restorative dentistry.

Keywords: Bulk fill; Composite; Polymerization

GİRİŞ

Kompozit rezin materyaller, posterior dişlerin restore edilmesi amacıyla giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Estetik, diş renginde ve cıva içermeyen restorasyonlara yönelik artan talep, kompozit rezinlerin kullanımının artmasına neden olmuştur. 2013 yılında gerçekleşen Minamata Kongresi ile dental amalgamın aşamalı olarak kaldırılması çağrısında bulunulması ve diş hekimliği fakültelerinin kompozit rezin tekniklerini giderek daha fazla eğitim programlarına dahil etmesine paralel olarak posterior dişlerin restorasyonu için kompozit rezin kullanımı da giderek daha fazla artmaktadır.¹

Bulk fill kompozit rezinlerin klinik kullanımı; rezin bazlı kompozit materyaller arasında son dönemlerde oldukça artış göstermiştir. Materyalin tek bir tabaka şeklinde 4-5 mm kalınlıkta yerleştirmeye izin vermesi sayesinde teknik hassasiyet ve hasta başında geçen süre azaltılmaya çalışılmaktadır. Materyaller viskozitelerine göre yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezin ve akışkan bulk fill kompozit rezin olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Bu derlemenin amacı; günümüzde piyasada bulunan bulk fill kompozit rezin restoratif materyallerin bileşimlerine ilişkin özellikleri, sınıflandırılması, endikasyon-kontrendikasyonları, avantaj-dezavantajları,

Geliş Tarihi/Received 29.03.2021
Kabul Tarihi/Accepted 19.08.2021
Yayın Tarihi/Publication 28.07.2024
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Merve NEZİR

E-mail: mervenezir@gazi.edu.tr

Cite this article: Nezir M, Özcan S. Bulk Fill Composite Resin Restorative Materials. *Curr Res Dent Sci.* 2024; 34(3): 224-229.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License

materyal yapısında yapılan güncellemeler ve bu materyaller ile yapılan klinik ve laboratuvar çalışmaları hakkında bir literatür incelemesi sunulmaktadır.

Tanım

Kompozit rezinlerin kaviteye daha fazla kalınlıkta ve daha büyük kütlelerde uygulanabilmesini sağlayabilmek amacıyla son yıllarda bulk fill kompozit rezinler geliştirilmiştir. Yeni nesil bulk fill kompozit rezinler gelişmiş translusent yapılarından dolayı geleneksel kompozit rezinlerden daha yüksek polimerizasyon derecesine sahiptir, böylelikle kaviteye daha büyük kütleler hâlinde yerleştirilebilmektedirler. Ayrıca bulk fill kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinlere göre daha düşük viskoziteye sahiptir ve akışkan kompozit rezinlere göre daha düşük polimerizasyon bütümlüğü göstermektedirler.²

Tek bir tabaka olarak 4-5 mm kalınlığında yerleştirildiğinde, kontrollü polimerizasyon bütümlüğü ve kabul edilebilir monomer dönüşüm derecesi sergileyen bulk fill kompozit rezinler, firmalar tarafından geniş bir ürün yelpazesine klinisyenlerin tercihine sunulmuştur. Ortak noktaları firmalar tarafından iddia edilen polimerizasyon derinliklerinin 4-5 mm olması olan bu kompozit rezinler; bunun dışında viskozitelerinden kullanım alanlarına, foto başlatıcı sistemlerinden monomer kimyalarına kadar birçok farklılık göstermektedirler.³

Viskozitelerine göre; akışkan (flowable) ve yüksek viskoziteli (non-flowable) olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Akışkan bulk fill kompozit rezinler kapaklama (son tabakanın geleneksel kompozit rezin ile bitirilmesi) denilen restoratif prosedürü gerektirmektedir. Üretici firmalar akışkan bulk fill kompozit rezinlerin düşük yüzey sertliği ve yüksek su emilimi göstermelerinden dolayı 2 mm kalınlığında akışkan olmayan geleneksel bir kompozit rezin ile örtülmesini tavsiye etmektedir. Piyasada bulunan tüm bulk fill kompozit rezinler tek başına restorasyon materyali olarak kullanıma uygun değildir.³

Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Bileşimine İlişkin Özellikler

Bulk fill kompozit rezinlerin kimyasal yapıları temel olarak geleneksel kompozit rezinlere benzerlik göstermektedir. Kompozit rezinler inorganik faz (doldurucu fazı), organik faz (polimer matriksi) ve bağlayıcı faz (ara faz) olarak isimlendirilen üç fazdan oluşmaktadır. Bu kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinler ile benzer doldurucu içeriseler de bazı bulk fill kompozit rezin üreticileri polimer matriksi içerisindeki Bis-GMA (Bisfenol A diglisidil metakrilat)'yı kullanmaktan vazgeçmişler ve diğer dimetakrilatlardan oluşan bir organik matriks tercih etmeye başlamışlardır. Bu durum rezin matriksi içerisindeki UDMA (Üretan Dimetakrilat), TEGDMA (Trietilen Glikol Dimetakrilat) ve EBPDMA (Etoksile bisfenol A dimetakrilat)'nın Bis-GMA'ya göre daha az viskoz olmasını ve daha esnek bir polimer yapı oluşturmasını sağlamaktadır. Ayrıca Bis-GMA; EBPDMA'ya göre daha fazla hidrofilik özellik göstermesi nedeni ile su emerek bozulma riski taşır. Bu nedenle bulk fill kompozit rezinlerde EBPDMA'nın kullanılması renk değişikliği riskini azaltmaktadır.²

Monomer kimyası üzerine yapılan çalışmalar, yapı içerisinde dilüe edici monomer kullanılması gereksinimini ortadan kaldıran veya azaltan, ortalama viskoziteye sahip yeni dimetakrilatlar tanımlamak üzerinde yoğunlaşmış, Bis-GMA'nın düşük viskoziteli yapısal analogu alter- natif olarak kullanılmış ve UDMA ortaya çıkmıştır. Bulk fill kompozit rezinler üretilirken Bis-GMA/TEGDMA karışımına alternatif modifiye monomerik karışımlar kullanılmış ve bazı ürünlerde organik yapıdan Bis-GMA monomeri tamamen çıkarılmıştır. İddia edilen uygulama derinliğinde azalması beklenen monomer dönüşüm derecelerini telafi etmek için Bis-GMA bazlı kompozit rezinlerden farklı olarak, daha yüksek molekül ağırlıklı monomerler kullanılmıştır. Bulk fill kompozit rezinlerin ilk üyesi olan Surefil SDR flow (Smart Dentin Replacement, Shrinkage Decreased Resin, Densply, New York City, ABD)'da üretan bazlı metakrilat rezin içerisinde polimerizasyon modülatörü kullanılarak dönüşüm derecesi azalmadan jelasyon noktasını geciktirilerek polimerizasyon bütümlüğünün azaltılması amaçlanmıştır.³

SDR (Densply, New York City, ABD) ve Venüs Bulk Fill (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) kompozit rezinlerde, Bis-GMA tamamen

UDMA, TEGDMA ve EBPDMA gibi daha esnek polimerler oluşturan, daha az viskoz dimetakrilatlarla değiştirilmiştir. Yüksek UDMA içerikli bu matriks tipi düşük viskozite sergilemekte, Bis-GMA ve TEGDMA'ya kıyasla yüksek su emilimi göstermektedir. Bu durumu kompanse etmek için yapı içerisinde EBPDMA gibi Bis-GMA'dan daha hidrofobik monomerler katılmaktadır. Kavitenin merkezinin akışkan bulk fill kompozit rezinle doldurulması ve üzerine akışkan olmayan geleneksel kompozit rezinle kapaklama yapılmasının sebebi, yüzey özelliklerini geliştirmek ve söz konusu su emilimini minimize etmektir.³

Bulk Fill Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Genel olarak bulk fill kompozit rezinler viskozitelerine göre 2 grupta sınıflandırılabilirler:

– *Akışkan (Flowable-Base-Kaide) Bulk Fill Kompozit Rezinler:* Genellikle düşük viskoziteye sahiptirler ve kavite derinliklerine ulaşımın zor olduğu kavitelere, restoratif materyali yerleştirmede ve adapte etmede küçük delikli enjektörler kullanılmasına olanak sağlamaktadırlar. Genellikle, bu kompozit rezinler düşük doldurucu oranına sahip olduklarından düşük aşınma direncine sahiptirler. Bundan dolayı geleneksel kompozit rezinlerle kapaklama yapılması önerilmektedir. Kaide olarak kullanılan bu restoratif materyaller akışkan bulk fill kompozit rezinler olarak da adlandırılmaktadırlar.

– *Yüksek Viskoziteli (Non-flowable-Full Body-Tam Gövdeli) Bulk Fill Kompozit Rezinler:* Herhangi bir kapaklama gerektirmeden tek kütle halinde kaviteye yerleştirilebilen kompozit rezinlerdir. Bu materyaller genellikle daha yüksek doldurucu oranına sahiptirler. Bu durum viskozitelerini artırmaktadır. Bu yüzden macun benzeri bir yapıya sahiptirler ve yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılırlar. Yüksek doldurucu oranına sahip olduklarından yüzey aşınma dirençleri yüksektir ve yüzeyleri serttir. Bu grupta bir istisna, Sonicfill (Kerr, Kaliforniya, ABD) olup, sonik titreşim sayesinde kompozit rezinin viskozitesini azaltarak kaviteye uygulanmasını sağlayan hava tahrikli bir el aletiyle birlikte kullanılmaktadır.⁴

Bulk fill kompozit rezinler polimerizasyon şekillerine göre ışıkla polimerize olan veya dual polimerize olan şekilde sınıflandırılabilirler. Geleneksel kompozit rezinlere (maksimum 2 mm) göre daha derin tabakalamayla (3 mm +) yerleştirilmek üzere tasarlanmışlardır. Düşük viskoziteli, ışıkla polimerize olan akışkan materyaller, düşük aşınma direnci ve yüzey sertliği özellikleri nedeniyle restorasyonu kapatmak için her zaman geleneksel kompozit rezin tabakası gerektirdiklerinden, kaide bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadır.¹

Kaide bulk fill kompozit rezinler genellikle düşük viskoziteye sahiptirler, bu da bir sıyrıngadan küçük bir nozül yoluyla yerleştirmeyi mümkün kılar, böylelikle ulaşımın zor olduğu kavitelere yerleştirme ve adaptasyon kolaylaşmaktadır. Genel olarak, bu kompozit rezinler daha düşük doldurucu içeriğine sahiptir, bu da yüzeyi aşınmaya daha az dirençli hale getirir; bu nedenle, geleneksel bir kompozit rezin ile kapaklama gereklidir. Bu kaide malzemeler aynı zamanda akışkan bulk fill kompozit rezinler olarak da adlandırılmaktadır. Tek kütle halinde tüm kaviteye yerleştirilebilen bulk fill kompozit rezinler tek gerçek bulk fill tipi olarak kabul edilebilir, çünkü tüm restorasyon herhangi bir kapaklama gerektirmeden aynı anda yerleştirilebilmektedir. Bu malzemeler genellikle daha yüksek doldurucu içeriğine sahiptir ve bu da onları oldukça viskoz hale getirir; bu nedenle, bu malzemeler genellikle yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadır. Daha yüksek doldurucu içeriği, yüzeyin aşınmaya daha dirençli olmasını sağlamakta ve viskoz kıvamından dolayı yüzey şekillendirilebilmektedir.⁵

Genel olarak, düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinler, yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlere kıyasla monomer dönüşüm derecesi açısından daha iyi performans göstermektedir. Bulk fill kompozitlerde kavite derinliklerine ışığın ulaşımının sağlanması için materyalin translusensiyeli özelliği artırılmıştır. Bu durum materyalin doldurucu içeriğinin azaltılması ile sağlandığından geleneksel kompozit rezinlere

kiyasla bulk fill kompozit rezinlerin mekanik özelliklerinin zayıflayabileceği belirtilmiştir.⁶

Endikasyonları – Kontrendikasyonları

Bulk fill kompozit rezinlerin uygulama esnasında geleneksel kompozitlere kıyasla daha az teknik hassasiyet gerektirirler. Böylelikle daha kısa sürede diş renginde restorasyonlar yapılabilir. Posterior dişlerdeki geniş kavite restorasyonunda kullanılması diş üzerinde daha az polimerizasyon stresi oluşturmaktadır. Düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinler geleneksel kompozit rezinlerin altına stres kırıcı kavite taban maddesi olarak etkin bir şekilde kullanılabilir. Tedavi süresinin kısa tutulduğu çocuklarda ve endişeli hastalarda da önemli avantajlar sağlamaktadır.²

Bulk fill kompozit rezinlerin, artmış polimerizasyon derinlikleri geleneksel kompozit rezinlerden oldukça farklılık gösterir; bu durum materyalin ışık geçirgenliğinin artması ile sağlanmaktadır. Akışkan "kaide" bulk fill kompozit rezinler, özellikle daha az erişilebilir kavite alanlarında daha yüksek akışkanlık göstermeleri sayesinde daha yüksek bir adaptasyon potansiyeline sahiptir ve 4 mm'den daha derin ve dar kavite için en uygun materyal olarak görülmektedir.⁵

Avantajları – Dezavantajları

Kompozit rezin materyaller, gelişmiş estetik özellikleri de dahil olmak üzere dental amalgama göre bir dizi avantaja sahiptir. Koruyucu bir kavite preparasyonuna izin vermekte ve uyumlu bir bağlayıcı sistem ile dişe uygulanmaktadır. Güncel araştırmalar hem sınıf I hem de sınıf II kavite restorasyonunda kompozit rezinlerin kullanımını amalgam restorasyonlara nazaran daha fazla önermektedir. Ancak kompozit restorasyonlarda dişin uygun şekilde izole edilmesi gerekir. Kompozit rezinin tabakalama tekniği ile uygulanmasının materyalin etkin bir şekilde polimerize edilmesini sağlayan ışığın yeterli penetrasyonunu sağladığı ve diş üzerindeki polimerizasyon büzülme streslerini azalttığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu teknik zaman alabilmekte ve restorasyon tabakaları arasında boşluklarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Etkili bir şekilde gerçekleştirilmezse, ışığın ulaşmadığı veya kısmen ulaştığı kompozit rezin alanları, tabanda veya her tabakanın arasında kalabilmektedir. Bu durum restorasyonun dayanıklılığında azalmaya yol açabilmekte, restorasyonun yeterli sızdırmazlığını engelleyebilmekte veya postoperatif hassasiyet ve restorasyonun erken dönemde başarısız olmasına neden olabilmektedir. Kompozit rezinlerin amalgam uygulamasına nazaran daha uzun sürede tamamlanması ve amalgam ile karşılaştırıldığında işlem sonrası duyarlılığın daha yüksek olması amalgamın aşamalı olarak kullanımının kaldırılmasının önündeki başlıca potansiyel engellerdir.

Bulk fill kompozit rezinler, restorasyonun estetik veya fiziksel özelliklerini iyileştirmek için geleneksel kompozit rezinle kapatılabilmektedir; hatta bazı materyallerle yapılan restorasyonlarda bu esas olarak tavsiye edilmektedir.¹ Akışkan bulk fill kompozit rezinlerin, geleneksel akışkan kompozit rezinlere göre daha düşük kırılma dayanımına ve aşınma direncine sahip olduğu değerlendirilmiştir.⁷ Bu nedenle, üreticiler, kaide bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel bir kompozit rezin ile kapatılmasını önermektedir.¹

Son yıllarda üreticiler, bazı dezavantajların üstesinden gelmek ve restorasyonların tek kütle şeklinde yerleştirilmesine imkân sağlamak amacıyla materyallerde bazı değişiklikler yapmışlardır. Bu değişiklikler;

- Daha düşük doldurucu içeriğine sahip akışkan materyallerin kullanılması;
- Derinlemesine ışık iletimini iyileştirmek için doldurucu türünde değişiklikler yapılması;
- Daha verimli reaksiyon başlatıcıların kullanılması;
- Polimerizasyon sırasında stresin azalmasına izin vermek için monomer sistemde değişiklikler yapılması olarak sayılabilir.⁸

Göz ardı edilemeyecek önemli bir dezavantajda bulk fill kompozit rezin restorasyonlarda olduğu gibi, daha büyük bir kompozit rezin kütesinin aynı anda polimerize olmasıyla ortaya çıkan ısı sorunudur.⁸ Bazı çalışmalar^{9,10} bulk fill kompozit rezinlerde sıcaklık artışının geleneksel kompozit rezinin kullanıldığı kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bulk fill kompozit rezinlerde materyalin polimerizasyon derinliği ışık geçirgenliğinin artırılmasıyla sağlanmaya çalışılmaktadır. Artmış ışık geçirgenliği özellikle ön bölgede yapılacak restorasyonlarda estetik sorunlara neden olabileceği için bulk fill restorasyonlar sadece arka grup dişlerin restorasyonunda kullanılabilir. Ancak hekime kolaylık sağlamak ve zaman kazandırmaktadır. Ayrıca tabakalama tekniğinin zorluğu ve işlem süresini uzatması gibi dezavantajları bulk fill kompozit rezinler sayesinde ortadan kaldırılabilir. Yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler akışkan bulk fill kompozit rezinlere göre yüksek mekanik özellik göstermeleri, kapaklama işlemine gerek duyulmaması, uygulama kolaylığı ve kısa uygulama süreleri sayesinde önemli avantajlara sahip restoratif materyaldir.⁴

Birbirinden farklı içerikleri ve polimerizasyon kinetikleri olan bu kompozit rezinler; uç özellikler gösteren markalar ayrı tutulursa iyi bir marjinal adaptasyon, azalmış polimerizasyon büzülme stresi, azalmış tüberkül sapması, düşük elastik modülü, daha güçlü reaksiyon başlatıcı sistemler, düşük polimerizasyon hızı ve yüksek translusensi göstermektedirler. Bir bulk fill kompozit rezin aynı anda; düşük doldurucu oranına sahipken düşük polimerizasyon stresi değerleri göstermesi; düşük elastik modülüne sahipken iyi mekanik özellikler sergilemesi; polimerizasyon derinliğini artmışken daha fazla ışığı geçirebilmesi ve derin tabakada polimerize olabilmesi firmalar tarafından, kimyaları değiştirilerek sağlanmaya çalışılmaktadır. Ancak uygun kompozit rezin karışımı bulunana kadar üretici firmalar çeşitli özelliklerden fedakarlık etmek durumunda kalmışlardır.³ Prince ve arkadaşları¹¹ yaptıkları çalışmada bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre düşük mekanik özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere alternatif olup olmayacağı hakkında farklı görüşler bulunmaktadır. Dentine (12-20 GPa [Giga Paskal]) daha yakın değerler sergileyen hibrit kompozit rezin (15.5 GPa) yerine, düşük elastik modülüne sahip olan bulk fill kompozit rezinler (yüksek viskoziteli olanlar ~8 GPa, akışkan olanlar ~4 GPa) kullanılarak dişteki kayıp dokunun tamamının veya tamamına yakınının restore edilmesi sorgulanmaktadır. Bu materyallerin stresin azalacağı kadar düşük ancak oklüzal kuvvetleri karşılayabileceği kadar yüksek elastik modülüne sahip olması zor olduğundan ve yapılan çalışmalarda, bir mikro veya nano hibrit kompozit rezinden ziyade akışkan kompozit rezinlerle karşılaştırılabilecek özellikler sergilediklerinden, bu materyal sınıfının, yüksek oklüzal kuvvetlere maruz kalan alanlarda kullanımı sorgulanmaktadır. Ancak, unutulmamalıdır ki akışkan bulk fill kompozit rezinleri üreten firmalar bu sorunları (düşük sertlik, yüksek su emilimi) kapaklama prosedürüyle ortadan kaldırmayı önermektedir. Ayrıca tüm bu sorgulanabilir karakteristik özelliklere rağmen, bu kompozit rezinlerin kullanımını teşvik eden çok sayıda çalışma mevcuttur.³

Bulk fill kompozit rezinlerin en büyük avantajı 4-6 mm kalınlıkta, bulk (tek tabaka) halinde yerleştirilebilmeleri sayesinde klinik çalışma süresinin kısılması ve düşük polimerizasyon büzülmesi göstermeleridir. Diğer avantajları da kompozit rezin tabakasının adaptasyonunun daha iyi sağlanmasıyla tabakalar arasında boşluk oluşmaması, hekime uygulama kolaylığı sağlanması, yeterli radyoopasitesi olması, çigneme kuvvetlerine karşı aşınma direncinin iyi olması, renk uyumunun ve yüzey özelliklerinin klinik olarak kabul edilebilir olmasıdır.²

Materyal Özellikleri

Biyouyumluluk

İdeal bir bulk fill kompozit rezin düşük polimerizasyon büzülmesine, yüksek polimerizasyon derecesine, yeterli mekanik özelliklere sahip

olmalı ve biyouyumlu olmalıdır.¹² Bir materyalin biyouyumlu olabilmesi için hücrelerde herhangi bir sitotoksisteye neden olmaması gerekmektedir.

Materyalin sitotoksistesinde ve hücrelerde meydana getirdiği oksidatif hasarda; materyalin yapısı, monomer tipi, monomer oranı, doldurucu içeriği gibi faktörlerin etkili olduğu gözlenmiştir.¹³ Kompozit rezin materyallerin dezavantajları arasında yer alan yetersiz polimerizasyon; materyalin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkileyeceği gibi uygulama sonrasında oral kavitede temas ettiği yumuşak dokularda ve pulpada sitotoksisteye neden olabilecek serbest rezin monomerlerin salınmasına da yol açabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı restoratif materyallerde biyouyumluluk ön planda tutulması gereken bir faktördür.¹⁴

Bulk fill kompozit rezinlerin kullanım özelliklerinden olan uygulama kalınlığının artmasıyla tehlikeye giren ışık penetrasyonunun gündeme getirdiği konulardan biri azalmış polimer dönüşümü sonucu meydana gelen artık monomer salınımı ve toksisite problemidir. Polimerize olmamış artık monomerlerin yanı sıra organik rezin matrisi içindeki foto başlatıcıyla diğer katkı maddeleri ve inorganik dolduruculardan metal iyonlarının salınımı nedeniyle sitotoksiste oluşabilmektedir.¹⁵

Polimerizasyon Derinliği (DOC)

Belirli bir malzeme için elde edilen gerçek sertleşme derinliği, gölge ve yarı saydamlığa göre değişebilmektedir; daha fazla opaklığa sahip daha koyu tonlar, daha açık ve yarı saydam tonlara kıyasla daha sığ bir polimerizasyon derinliğine sahiptir. Piyasadaki bulk fill kompozit rezin materyallerin çoğu, bazıları dual polimerize olmasına rağmen, sadece görünür ışıkla polimerize olmaktadır. Üreticiler bazı yöntemlerle polimerizasyon derinliğini artırmaya çalışmışlardır. Bu yöntemler;

- Doldurucu içeriğinin azaltılması
- Doldurucu partikül boyutunun artırılması
- Ek foto başlatıcıların kullanılması olarak sayılabilir.¹

Kompozit rezinin doldurucu içeriğinin azaltılması ve doldurucu partikül boyutunun artırılması, rezin-doldurucu arayüzündeki ışık saçılma miktarını azaltmakta ve foto başlatıcıyı etkinleştirebilen emilen ışık miktarını artırmaktadır. Tetric EvoCeram Bulk fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)'de birkaç farklı foto başlatıcı kullanılarak polimerizasyon derinliği artırılmaya çalışılmıştır. Üreticiler bunun sebebinin kamforokinon veya lusirin gibi standart foto başlatıcılara kıyasla daha büyük tabakalarla polimerize edilmesine izin veren ivoserin adlı oldukça reaktif bir foto başlatıcının eklenmesi olduğunu iddia etmektedirler. Ancak bu değişikliklere rağmen, ışıkla polimerize olan bulk fill kompozit rezin materyallerin çoğu hala 4-5 mm'lik tabakalar halinde kullanılmakla sınırlı kalmaktadır.¹

Bir çalışma, ışık cihazının ucundan kompozit rezin restorasyon yüzeyine olan mesafeyi artırmanın, her 1 mm için ışık yoğunluğunu %10 oranında azalttığını belirtmiştir.¹⁶

Yapılan bir *in-vitro* çalışma, mevcut kaide bulk fill kompozit rezinlerin bazılarının, üretici firma tarafından iddia edilene göre önemli ölçüde daha düşük polimerizasyon derinliklerine sahip olduğunu tespit etmiştir.¹⁷ Bununla birlikte, güncel çalışmaların pek çoğu, üretici firmaların, optimum polimerizasyon koşulları ile kompozit rezinin artan derinliklerde yeterli bir monomer değişim oranına ulaşabileceği iddiasını desteklemektedir.¹⁸⁻²⁰

Dual polimerize olan kompozit rezin materyallerin ortaya çıkışı, restorasyonların istenen özelliklerini korurken, polimerizasyon derinliği konusundaki endişeleri ortadan kaldırdığı için heyecan verici bir yeniliktir. Genel olarak bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere benzer hacimsel büzülmeye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu bulgu bu malzemeleri kullanmanın genel bir faydası olmadığı kanısını ortaya çıkarabilmektedir.¹ Bununla birlikte, büzülme gerilimine özel olarak bakıldığında, *in-vitro* çalışmalar, bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre daha az büzülme stresi sergilediğini göstermektedir.²⁰

Genel olarak, kaide bulk fill kompozit rezinleri, tek kütle halinde uygulanan bulk fill kompozit rezinlerden daha yüksek bir polimerizasyon derinliğine ulaşıyor gibi görünmektedir. Literatürde bulk fill kompozit rezinler için bildirilen polimerizasyon derinliği; 0.2 ila 9.45 mm arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda polimerizasyon derinliğinde kalıp malzemesinin şeffaflığının belirleyici olduğu bulunmuştur: ara şeffaflığa sahip kalıplar (teflon veya dış) polimerizasyon derinliğini şeffaf olmayan (metal ve silikon) kalıplara kıyasla önemli ölçüde (yaklaşık 1.1 mm) artırmıştır. Bununla birlikte, oldukça yarı saydam kalıpların (polimetilmetakrilat [PMMA] kalıp) kullanılması veya kalıp kullanılmaması hem düşük hem de orta yarı saydam kalıplarla karşılaştırıldığında önemli farklılıklara neden olmamıştır. Bulk fill kompozit rezinler, artan polimerizasyon derinlikleri açısından geleneksel kompozit rezinlerden farklılık gösterir. Bu durum esas olarak materyalin yarı saydam özelliğindeki artış ile açıklanmaktadır.⁵

Bulk fill kompozit rezinlerde spesifik polimerizasyon modülatörleri kullanılarak, materyalin yarı saydamlığı iyileştirilerek veya daha güçlü başlatıcı sistemler kullanılarak yeterli bir polimerizasyon derinliği elde edilebilmektedir.⁶

Marjinal adaptasyon ve büzülme stresi

Marjinal boşluk oluşumu ve adaptasyon açısından değerlendirildiğinde literatürde bulunan sonuçlar çelişkilidir. Bazı çalışmalar geleneksel kompozit rezin ile bulk fill kompozit rezin arasında istatistiksel bir fark olmadığını belirtirken²¹, bazıları ise geleneksel tabakalamaya kıyasla bulk fill kompozit rezin materyal kullanımıyla marjinal uyumda bir iyileşme olduğunu öne sürmektedir.²² Daha ileri bir çalışma, daha yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlerin daha fazla marjinal boşluk oluşumuna neden olduğunu belirtmiştir.²³ Yüksek viskoziteli materyallerde meydana gelen bu sorunun üstesinden gelmenin bir yöntemi, materyali yerleştirmeden önce ısıtmak ve / veya boşluğun tabanını kapatmak için düşük viskoziteli bir kompozit rezin kullanmaktır. Dual polimerize olan bulk fill kompozit rezinlerin de polimerizasyon sonrası kabul edilebilir marjinal adaptasyon gösterdiği belirtilmiştir.²⁴ Genel olarak, literatürdeki bilgiler bu yeni materyallerin marjinal adaptasyonunun güven verici olduğunu bildirmektedir.¹

Büzülme stresi kavitenin konfigürasyonu, boyutu ve uyumu gibi dişle ilgili çeşitli değişkenlerden etkilenmektedir. Büzülme stresini etkileyen en önemli özellikler, kompozit rezinlerin hacimsel büzülmesi ve elastik modülüdür. Bununla birlikte, bu özellikler genellikle birbirleriyle ters orantılıdır ve büyük ölçüde doldurucu içeriğine bağlıdır. Daha yüksek doldurucu içerikleri nedeniyle, yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinler, düşük viskoziteli bulk fill kompozit rezinlere göre daha az hacimsel büzülme gösterir ancak daha yüksek elastik modülüne sahiptirler.⁵

Güncel Bulk Fill Kompozit Rezinler

Sonik Aktivasyonlu Bulk Fill Kompozit Resin (Sonic Fill):

Kerr, yüksek viskoziteli bir bulk fill kompozit rezin olan Sonic Fill 2 (Kerr, Kaliforniya, ABD)'yi üretmiştir ve materyal sonik titreşim kullanımıyla uygulama esnasında düşük viskoziteli hale getirilmiştir. Üreticiler, bu materyalin; yerleştirme sırasında viskoziteyi azaltmak için özel olarak geliştirilmiş bir el aleti tarafından üretilen sonik enerji ile uygulanan yüksek oranda doldurulmuş bir kompozit rezin içerdiğini iddia etmektedir. Sonik titreşimlerle sağlanan akışkan özellik, malzemenin kavite duvarlarına daha iyi bir şekilde adapte olmasını sağlayabilmektedir.¹

Sonic Fill 2 (Kerr, Kaliforniya, ABD) sistemi, Tetric Evo Ceram bulk fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) (% 79-81 wt [dolgu hacmi]) ve SDR (Densply, New York City, ABD) (% 68 wt) ile karşılaştırıldığında daha yüksek eğilme ve basma dayanımı değerlerine sahip nispeten yüksek bir doldurucu içeriğine (% 83,5 wt) sahiptir.² Sonic Fill dışındaki tüm bulk fill kompozit rezinler artırılmış bir yarı saydamlık göstermektedir.⁵

Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler:

Son zamanlarda, yüksek AR (uzunluk çap oranı) içeren bir bulk fill kompozit rezin E-cam fiberleri (1–2 mm uzunluk, 17 µm çap) piyasaya

sürülmüştür (EverX Posterior, GC, Tokyo, Japonya). Materyalin rezin matrisi Bis-GMA, TEGDMA ve PMMA'dan oluşan bir polimer ağ içermektedir.²⁶

Yapı içerisinde bulunan fiberler yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilediğinden kaide restorasyon materyali olarak kullanılmakta ve üzerinin geleneksel bir kompozit rezin tabakası ile örtülmesi zorunlu hale gelmektedir. Genel olarak materyalin kırılma dayanımı, geleneksel kompozit rezinlerden farklı görünmemektedir. Bu malzeme ile restore edilen dişlerin yolurma dayanımı da geleneksel kompozit rezinden farklı değildir.²⁶

Bulk Fill Kompozit Rezinlerle Yapılan Bazı Klinik Çalışmalar

Dijken ve arkadaşının yaptığı bir çalışmada²⁷; posterior restorasyonlarda akışkan bulk fill kompozit rezin tekniği değerlendirilmiştir ve 6 yıllık bir takip süresi boyunca geleneksel 2 mm kompozit rezin tabakalama tekniği ile tek tek karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki grupta da sınıf II ve sınıf I restorasyonlar için yıllık başarısızlık oranı (AFR) sırasıyla %1,4 ve %0 bulunmuştur. Başarısızlığın ana nedeninin kompozit rezinin kırılması olduğu rapor edilmiştir.

Yazıcı ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada²⁸; sınıf II restorasyonlarda nanofill kompozit rezinin klinik performansı ile bir bulk fill kompozit rezinin klinik performansı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda retansiyon açısından kompozit rezinler arasında farklılık olmadığı değerlendirilmiştir. Bununla birlikte test edilen bulk fill kompozit rezinin marjinal renk değişikliği ve marjinal adaptasyon açısından daha iyi klinik performans gösterdiği rapor edilmiştir.

Çolak ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada²⁹; posterior dişlerin sınıf II kaviteğinde bir yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinin 12 aylık klinik performansı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda yüksek viskoziteli bulk fill kompozit rezinlerin 2 mm tabakalama tekniğiyle nano hibrit kompozit rezinler kadar iyi performans gösterdiği ve bu nedenle geleneksel nano hibrit kompozit rezinlere alternatif olabileceği değerlendirilmiştir.

Atabek ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁰; daimi posterior çürüklü dişler için iki restoratif tekniğin ve materyalin 2 yıllık klinik performansı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda sonik rezin yerleştirme sistemi, klinik başarı açısından aşamalı olarak yerleştirilmiş geleneksel kompozit rezine benzer sonuçlar göstermiştir. Tek bir tabakalamayla 5 mm'ye kadar restorasyonu uygulamanın avantajları ve viskozitenin ayarlanabilirliği göz önüne alındığında, bulk fill kompozit rezin restorasyonlar, posterior sınıf I kompozit rezin restorasyonlara iyi bir alternatif olarak görünmektedir. Bu çalışma, bulk fill teknolojisi ile üretilen yeni bir dental materyalin tabakalı olarak yerleştirilmiş kompozit rezine benzer klinik başarı sergilediğini göstermektedir.

Costa ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer klinik çalışmada³¹; iki farklı adeziv teknik (self etch ve etch and rinse) ile adezivlenen posterior kompozit rezin restorasyonlarda yerleştirme tekniğinin (tabakalama ve bulk fill) postoperatif duyarlılığa etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda spontan postoperatif duyarlılığın riski ve yoğunluğunun adeziv stratejisinden veya restorasyon tekniğinden etkilenmediği rapor edilmiştir.

Balkaya ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada³²; sınıf II restorasyonlarda yüksek viskoziteli güçlendirilmiş cam iyonomer restoratif materyal, bulk fill kompozit rezin ve bir mikro hibrit kompozit rezinin klinik performansı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bulk fill kompozit rezinlerin ve geleneksel kompozit rezinlerin sınıf II kaviteelerde yüksek viskoziteli güçlendirilmiş cam iyonomerlere göre daha başarılı klinik performans gösterdiği rapor edilmiştir.

Bulk Fill Kompozit Rezinlerle Yapılan Bazı Laboratuvar Çalışmaları

Raina ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada³³; self adeziv akışkan bir kompozit rezinin (Dyad Flow, Kerr, Kaliforniya, ABD) ve bir akışkan bulk fill kompozit rezinin (Smart Dentin Replasman- SDR, Densply, New York City, ABD)'nin MTA Plus (Prevest Denpro, Jammu, Hindistan), Dycal

(Densply, New York City, ABD), Biodentine (Septodont, Saint Maur des Faussés, Fransa) ve TheraCal (Bisco Inc, Schamburg, ABD) gibi çeşitli pulpa kapaklama malzemelerine makaslama bağlanma dayanımları (SBS) karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar materyallerin makaslama bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğunu ($p=0.040$) ve en yüksek SBS değerinin akışkan bulk fill kompozit rezin ile TheraCal arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Cengiz ve arkadaşları³⁴; trikalsiyum silikat bazlı materyallerin farklı restoratif materyallere mikro makaslama bağlanma dayanımını değerlendirmişler, değerlendirilen tüm restoratif materyallerde TheraCal LC'nin, Biodentine'e kıyasla önemli ölçüde daha yüksek mikromakaslama bağlanma dayanımı (μ SBS) değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özgül ve arkadaşlarının yaptığı bir *in-vitro* çalışmada³⁵; farklı ışık cihazlarının, farklı adezyon stratejileri (self etch veya selektif etch) kullanılarak uygulanan bulk fill kompozit rezinlerin mikrosızıntısı üzerindeki etkileri incelenmiş ve çalışmanın sonucunda selektif etch yönteminin, kullanılan ışık cihazından bağımsız olarak bulk fill kompozit rezinler ile kullanıldığında daha iyi bir adezyon sağladığı rapor edilmiştir.

Nakano ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁶; self adeziv, bulk fill ve geleneksel akışkan kompozit rezinlerin polimerizasyon stresi (PS) ve boşluk oluşumu karşılaştırılmıştır. Bulk fill kompozit rezinler, kontrol grubundaki akışkan kompozit rezinlere göre benzer veya önemli ölçüde daha düşük ara yüz boşlukları ve PS göstermiştir. Çalışmanın sonucunda self adeziv kompozit rezinlerin, geleneksel akışkan ve bulk fill kompozit rezin materyallerden önemli ölçüde daha yüksek boşluk yüzdesi ve PS gösterdiği belirtilmiştir.

Kamalak ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada³⁷; üç farklı akışkan bulk fill kompozit rezinin yüzey porözitesi değerlendirilmiş ve yeni jenerasyon bulk fill kompozit rezinler dahil tüm gruplarda yüzey porözitesi tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda yüzey porözitesinin restoratif dental materyallerin mekanik ve fiziksel özelliklerini etkileyen önemli bir parametre olduğu ve yüzey porözitesine sahip materyallerde uzun vadede klinik başarıyı sağlamanın mümkün olamayabileceği belirtilmiştir.

SONUÇ

Bulk fill kompozit rezinler; uygulama kalınlığının geleneksel kompozit rezinlerden fazla olması, buna bağlı olarak tedavi süresinin kısalması ve teknik hassasiyetin daha az olması gibi önemli avantajları dolayısıyla restoratif diş hekimliğinde önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır. Bununla birlikte uygulama kalınlığının artırılmasını sağlamak için gerekli olan artmış ışık penetrasyonu, materyal yapısı daha translusent hale getirilerek sağlanmaktadır. Bu özellik estetik problemler nedeni ile materyalin ön bölgede kullanımına engel olmaktadır. Bununla beraber materyal yapısını güçlendirmek ve klinikte uygulanabilirliğini artırmak için güncellemeler yapılmaktadır. Restoratif diş hekimliğinde umut vadeden bu materyallerin tüm özelliklerinin değerlendirilmesi için daha ileri klinik çalışmalara ve laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – M.N., S.Ö.; Tasarım – M.N., S.Ö.; Denetleme – M.N., S.Ö.; Kaynaklar – M.N., S.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – M.N., S.Ö.; Analiz ve/veya Yorum – M.N., S.Ö.; Literatür Taraması – M.N., S.Ö.; Makaleyi Yazan – M.N., S.Ö.; Eleştirel İnceleme – M.N., S.Ö.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – M.N., S.Ö.; Design – M.N., S.Ö.; Supervision – M.N., S.Ö.; Resources – M.N., S.Ö.; Data Collection

and/or Processing – M.N., S.Ö.; Analysis and/or Interpretation – M.N., S.Ö.; Literature Search – M.N., S.Ö.; Writing Manuscript – M.N., S.Ö.; Critical Review – M.N., S.Ö.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

- Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222:337-344.
- Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Aybala Oktay E, Toksoy Topçu F. Diş hekimliğinde bulk fill kompozit rezinler. *Selcuk Dent J.* 2019;6:229-238.
- Saygılı Boğatur G. Güncel Rezin Kompozit Sistemler: Bulk fill kompozitler. *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2018(özel sayı).
- Karacan AO, Özyurt P. Bulk-Fill kompozit rezinler *AÜ Diş Hek Fak Derg.* 2018(özel sayı).
- Ende AV, Munck JD, Lise DP, Meerbeek BV. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *J Adhes Dent.* 2017;19:95-109.
- Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Braz Oral Res.* 2017;31:e59.
- Engelhardt F, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Comparison of flowable bulk-fill and flowable resin-based composites: an in vitro analysis. *Clin Oral Invest.* 2016;20:2123-30.
- Pfeifer CS. Polymer-based direct filling materials. *Dent Clin North Am.* 2017;61:733-750.
- Guo Y, Landis FA, Wang Z, Bai D, Jiang L, Chiang MYM. Polymerization stress evolution of a bulk-fill flowable composite under different compliances. *Dent Mater.* 2016;32:578-586.
- Kim RYJ, Son SA, Hwang JY, Lee IB, Seo DG. Comparison of photopolymerization temperature increases in internal and external positions of composite and tooth cavities in real time: Incremental fillings of microhybrid composite vs. bulk filling of bulk fill composite. *J Dent.* 2015;43:1093-1098.
- Prince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, LeLoup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42:993-1000.
- Toh WS, Yap AUJ, Lim SY. In vitro biocompatibility of contemporary bulk-fill composites. *Oper Dent.* 2015;40:644-652.
- Ok E, Taghizadehghalehjoughi A, Kamalak H. Kompozit materyallerin gingival fibroblast hücrelerindeki oksidan ve antioksidan değerlerine etkisinin incelenmesi. *Yeditepe J Dent.* 2020;16:237-243.
- Taghizadehghalehjoughi A, Ok E, Kamalak H. Kompozit materyallerin gingival fibroblast hücreleri üzerindeki sitotoksik etkisinin incelenmesi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci.* 2019;25:310-318.
- Misilli T, Cabadağ ÖG, Gönülol N. Bulk fill kompozit rezinlere güncel bakış. *Selcuk Dent J.* 2021;8:220-228.
- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JJW, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent.* 1993;6:91-95.
- Garcia D, Yaman P, Dennison J, Neiva GF. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill flowable composite resins. *Oper Dent.* 2014;39:441-448.
- Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Invest.* 2014;18:1991-2000.
- Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater.* 2014;30:149-54.
- El-Damanhoury HM, Platt JA. Polymerisation shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2014;39:374-382.
- Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42:439-449.
- Orlowski M, Tarczyldo B, Chalas RB Renata C. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: In vitro study. *Sci World J.* 2015;2015:1-7.
- Agarwal RS, Hiremath H, Agarwal J, Garg A. Evaluation of cervical marginal and internal adaptation using newer bulk fill Composites: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2015;18:56-61.
- Bahillo J, Bortolotto T, Roig M, Krejci I. Bulk filling of class II cavities with a dual-cure composite: Effect of curing mode and enamel etching on marginal adaptation. *J Clin Exp Dent.* 2014;6:502-508.
- Didem A, Yalcin G. Comparative mechanical properties of bulk-fill resins. *Open J Comp Mat.* 2014;4:117-121.
- Maas MS, Alania Y, Natale LC, Rodrigues MC, Watts DC, Braga RR. Trends in restorative composites research: what is in the future? *Braz Oral Res.* 2017;31:e55.
- Dijken JWV, Pallesen U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation. *Eur J Oral Sci.* 2017;125:303-9.
- Yazıcı AR, Antonson SA, Kütük ZB, Ergin E. Thirty-six-month clinical comparison of bulk fill and nanofill composite restorations. *Oper Dent.* 2017;42:478-485.
- Colak H, Tokay U, Uzgur R, Hamidi MM, Ercan E. A prospective, randomized, double-blind clinical trial of one nano-hybrid and one high-viscosity bulk-fill composite restorative systems in Class II cavities: 12 months results. *Niger J Clin Pract.* 2017;20:822-831.
- Atabek D, Aktaş N, Sakaryalı D, Bani M. Two-year clinical performance of sonic-resin placement system in posterior restorations. *Quintessence Int.* 2017;48:743-751.
- Costa T, Rezende M, Sakamoto A, Bittencourt B, Dalzochio P, Loguercio AD, Reis A. Influence of adhesive type and placement technique on postoperative sensitivity in posterior composite restorations. *Oper Dent.* 2017;42:143-154.
- Balkaya H, Arslan S, Pala K. A randomized, prospective clinical study evaluating effectiveness of a bulk-fill composite resin, a conventional composite resin and a reinforced glass ionomer in Class II cavities: one-year results. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180678.
- Raina A, Sawhny A, Paul S, Nandamuri S. Comparative evaluation of the bond strength of self-adhering and bulk-fill flowable composites to MTA Plus, Dycal, Biodentine, and TheraCal: an in vitro study. *Restor Dent Endod.* 2020;45:e10.
- Cengiz E, Ulusoy N. Microshear bond strength of tri-calcium silicate-based cements to different restorative materials. *J Adhes Dent.* 2016;18:231-237.
- Özgül BM, Bostancı GB, Tiralı RE, Çehrelı SB. Effect of curing units and adhesion strategies on microleakage of bulk-fill composites: an in vitro study. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2019;29:74-79
- Nakano EL, Souza ASCD, Boaro LCC, Catalani LH, Braga RR, Gonçalves F. Polymerization stress and gap formation of self-adhesive, bulk-fill and flowable composite resins. *Oper Dent.* 2020;45:308-316.
- Kamalak H, Altın S, Aksu Canbay C. Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan bulk fill akıcı kompozit materyallerinin yüzey pözitesinin değerlendirilmesi. *FÜ Sağ Bil Tıp Derg.* 2017;31:121-126.