



Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>



BULK-FILL KOMPOZİT REZİNLERE GENEL BAKIŞ

DergiPark
AKADEMİK

Esra BÜYÜKÇAVUŞ¹

ÖZ

Diş hekimlerinin posterior dişlerin restorasyonlarında hem mekanik dayanıklılık hem estetik özellikler hem de kullanım kolaylığı beklentisi rutin kullanılan kompozit rezinlerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu amaçla da son dönemde kullanılan bulk-fill tekniği ve bu teknikle uygulanan bulk-fill kompozit rezin materyaller yaygınlaşmıştır.

Kompozit rezinlerin en önemli problemlerinden olan polimerizasyon büzülmesini azaltabilmek adına kompozitlerin tabakalar hâlinde uygulanması önerilmektedir. Ancak kompozit rezinlerin tabakalı yerleştirmesi özellikle derin kavitelere ışınlama sayısını ve tedavi süresini artırmaktadır. Yeni geliştirilen bulk-fill kompozit rezinler ise gelişmiş translusent yapı ve farklı foto-aktif başlatıcı içermektedirler. Bundan dolayı da derin kavitelere daha büyük kütleler hâlinde yerleştirilebilmektedir.

Bu derlemenin amacı; bulk-fill kompozitler hakkında genel bilgi vermek; çeşitleri, özellikleri ve kullanım alanları hakkında bir literatür incelemesi sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: *Bulk fill kompozit, kompozit rezin, inkremental teknik, konvansiyonel kompozit rezin*

¹ Uzm. Dt., Restoratif Diş Tedavisi Uzmanı, Isparta Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Isparta / TÜRKİYE, esraehlz@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3740-0270

Makale Geliş Tarihi: 05.09.2020 - Makale Kabul Tarihi: 13.10.2020
DOI: 10.17932/IAU.DENTAL.2015.009/dental_v07i1002

GENERAL OVERVIEW of BULK-FILL COMPOSITE RESINS

ABSTRACT

Dentists' expectation of both mechanical durability, aesthetic properties and ease of use in restoration of posterior teeth has created the need for the development of composite resins that are used routinely. For this purpose, the bulk fill technique and bulk fill composite resin materials applied with this technique have become widespread. Incremental technique of composites in order to reduce polymerization shrinkage, which is one of the most important problems of composite resins. It is recommended to be applied with (in layers). However, layered placement of composite resins increases the number of irradiation and treatment time, especially in deep cavities. Newly developed bulk fill composite resins contain advanced translucent structure and different photoactive initiators. Therefore, it can be placed in deep cavities as larger masses.

The purpose of this review is; to give general information about bulk fill composites and to present a literature review about its types, properties, and usage areas.

Keywords: *Bulk fill composite, composite resin, incremental*

technique, conventional composite resin

GİRİŞ

Işıklı polimerize olan rezin kompozitlere ilişkin başlıca problemlerden biri sınırlı polimerizasyon derinliği ve polimerizasyon derinliğindeki yetersiz monomer dönüşümüdür.^[1] Polimerizasyon derinliği, ışık kaynağının erişimine göre monomerlerin dönüşebildiği (polimerize olabildiği) en derin mesafeyi ifade etmek için kullanılır. Yeterli polimerizasyon için üç özelliğin uygun olması gerekmektedir: yeterli ışık gücü, uygun dalga boyu aralığı, yeterli polimerizasyon süresi.^[2] Bir diğer problem ise tabakalama tekniği ile ilgili dezavantajlardır. Tabakalama tekniği ile ilgili dezavantajlar ise kompozit tabakaları arasında boşluk ve kontaminasyon oluşma riski, tabakalar arasındaki bağlantıda başarısızlık ihtimali, küçük kavitelere sınırlı erişim nedeniyle uygulama zorluğu ve tabakaların yerleştirilmesi ile polimerizasyonları için gerekli zamanın uzun olmasıdır.^[3] Bu dezavantajların üstesinden

gelebilmek için ‘bulk-fill’ kompozitler piyasaya sürülmüştür.

Bulk-fill Kompozitler

‘Bulk Fill’ çoklu tabakalama tekniğine ihtiyaç duyulmaksızın gelişmiş restoratif tekniklerle tek bir basamakta kavitenin doldurulabilmesi anlamına gelmektedir. Üreticilere göre; bu materyaller uzatılmış bir polimerizasyon süresi ya da parlaklığı artırılmış bir ışık polimerizasyon ünitesi olmaksızın 4 mm’lik tabakalar halinde uygulanabilmekte, bu yüzden zaman alan tabakalama süreci ortadan kaldırılmış olmaktadır. Üreticiler bu materyallerin 4 mm’ye kadar tek tabaka halinde yerleştirilebileceğini tavsiye etmesine rağmen, birçok klinisyen mekanik özelliklerinin klinik kullanım için uygun olmayabileceğinden ve polimerizasyon derinliğinden şüphe duymaktadır.^[4]

Polimerizasyon büzülmesi ve büzülme stresi kompozit bazlı restorasyonların kenarları için önemli bir yere sahiptir.^[5] Bu amaçla bulk-fill kompozitlere polimerizasyon boyunca büzülme stresini azaltan özel monomerler ve doldurucular eklenmiştir. Elastik modülü polimerizasyon safhasında polimerizasyon oranını ve nihai polimerizasyon derecesini zararlı bir

şekilde etkilemeden yavaşça yükselir. Yeterince yüksek bir konversiyon (monomerin dönüşüm oranı) oranı iyi mekanik ve biyolojik materyal özellikleri elde etmek için önemlidir.^[6-8]

Bulk-fill Kompozitlerin Sınıflandırılması

Bulk fill kompozitler düşük ve yüksek viskoziteli iki çeşit olarak sınıflandırılabilir. Düşük viskoziteli kompozitler genellikle dentinin tamirinde veya küçük oklüzal restorasyonların yapımında tavsiye edilmektedir.^[9]

Piyasaya sürülen ilk bulk-fill kompozitler yüksek viskoziteye sahip olan QuiXfil (Dentsply; x-tra fil, Voco) olmuştur. Bu materyaller on yıldan daha fazla bir süre boyunca piyasada kalmıştır. Fakat gelişmiş polimerizasyon derinliklerine rağmen piyasada kendilerine başarılı bir yer oluşturamamışlardır. ^[10] İlk düşük viskoziteli akışkan bulk-fill kompozit (SDR, Dentsply) ise 2009’da piyasaya sürülmüştür. SureFill SDR, kaviteye 4 mm’lik tabaka halinde tek seferde yerleştirilebilir ve aşınmaya dirençli bir kompozitle üst yüzeyinin örtülenmesi gerekmektedir. Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent; Amherst, NY) ve SonicFill (Kerr; Orange, CA) gibi yüksek

viskoziteli bulk fill materyaller ise yüksek doldurucu oranına sahip kompozit rezinler gibi işlenebilmektedir ve 4 mm'lik polimerizasyon derinliği kullanılan ışık cihazına ve materyalin renk tonuna bağlı olarak değişebilmektedir.^[10]

Bir kompozitin polimerizasyon derinliğini artırmak için en yaygın kullanılan yöntem ışık penetrasyonunu artıran kompozit translüensisinin artırılmasıdır. Bulk fill kompozit rezinlerin polimerizasyon derinliği kamforokinon ilavesiyle artırılabilen ama bu durum kompozite sarı bir renk vermektedir. Ivocerin (Ivoclar Vivadent) gibi yeni foto inisiyator ilavesi Tetric EvoCeram Bulk Fill için polimerizasyon derinliğini artırmaktadır.^[10] (Tablo 1)

Bulk-fill Kompozitlerin Özellikleri

Bulk-fill kompozitler genellikle kalın restorasyon tabakalarının yeterli ışık polimerizasyonunu sağlamak için geleneksel kompozitlerden daha translüsenttir. Bu materyallerin yüksek translüensi seviyesi belirli bir seviyede restorasyonun estetik görüntüsüne zarar verebilmektedir.^[11] Ayrıca bu yüksek translüensi restorasyonun hafif grimsi gözükmemesine neden olabilir.^[6]

Bulk-fill kompozitleri polimerize etmek için en az 1000 mW/cm²

yoğunluğundaki yüksek performanslı ışık cihazları kullanılmalıdır. Bu tüm tabaka boyunca yüksek bir konversiyon oranı sağlayacaktır. Ayrıca, ışık cihazı uygun bir şekilde kompozite odaklanmasa bile final restorasyon iyi mekanik ve biyolojik özellikler sergileyecektir. Genellikle, bulk-fill kompozitler her 4 mm'lik tabakada 10 sn polimerize edilmektedir.

Bulk-fill kompozitler kimyasal bileşimi açısından gerçekte yeni bir materyal kategorisi sunmamaktadır. Gerçekte hibrit kompozitlere çok benzemektedirler. Bulk-fill kompozitler Bis-GMA (bisfenol A gilisidil metakrilat), EBPDMA (etoksillenmiş bisfenol A dimetakrilat), UDMA (üretan dimetakrilat) ve TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat) gibi yaygın monomer sistemlerinden oluşan bir organik matrise ek olarak iyi bilinen inorganik dolduruculardan oluşmaktadır.^[12]

Bulk-fill kompozitlerin iki çeşidi elastik modüllerinde kayda değer farklılıklar göstermektedir. Yüksek viskoziteli bulk-fill kompozitlerin elastik modülü mikrohibrit kompozitlerinkine çok benzerdir ve önemli derecede diğer kompozit çeşitlerinininkinden daha yüksektir. Akışkan bulk-fill kompozitler ve akışkan normal kompozitler

istatistiksel olarak benzer değerler sergilemektedir. Mikromekanik Vickers sertlik testlerinde, düşük viskoziteli bulk-fill kompozitler normal akışkan kompozitlerden önemli derecede daha düşük sertlik değerleri sergilerken, yüksek viskoziteli bulk-fill kompozitler nanohibrit ve mikrohibrit kompozitleri takiben en yüksek değerleri göstermişlerdir. Birçok kompozit materyalin Vickers sertliğinin dentine benzer olduğuna dikkat etmek önemlidir. Fakat mineninkinden oldukça düşüktür. Düşük viskoziteli ve yüksek viskoziteli bulk-fill kompozitler arasındaki farklılık mikroskopik aralıktaki makroskopik aralıktan daha belirgindir. Düşük viskoziteli bulk-fill kompozit materyallerle kıyaslandığında yüksek viskoziteli olanlarda Vickers sertliğinin iki kat daha yüksek olduğu görülmüştür. [13]

Bulk fill kompozitlerin polimerizasyon derinliği geleneksel kompozitlerin translüsensisinin artırılmasıyla geliştirilmiştir. [13] Kompozitin translüsensisi ve onun doldurucu içeriği arasında lineer bir korelasyonun olduğu bilinmektedir. [14] Aynı şartlar altında, düşük miktarda doldurucu daha fazla bir polimerizasyon derinliği olan daha translüent bir ürün oluşturacaktır. Düşük viskoziteli bulk-fill kompozitler geleneksel nanohibrit

ve mikrohibrit kompozitlerle kıyaslandığında önemli oranda daha az miktarda doldurucu içermektedir [18]. Ayrıca, birçok bulk-fill materyali (x-tra fil, x-tra base, SDR, SonicFill) normal kompozit rezinlerden çok daha geniş doldurucular ($\geq 20 \mu\text{m}$) içermektedir. [13]

Esneklik dayanımı yük taşıyan restorasyonlarda önemli bir parametredir. Ticari olarak mevcut bulk-fill kompozitler 120,8 MPa ve 142,8 MPa arasında esneklik dayanımı değerleri sergilemektedir. [13] Bulk-fill kompozitler polimerizasyon boyunca çok az büzülme stresi göstermektedir. [9,15] Bunlar yükleme altında kabul edilebilir deformasyon davranışı diğer bir deyişle geleneksel kompozitlerle kıyaslandığında yüksek boyutsal stabilite sergilemektedir. Bu özellikler uzun süreli restorasyonların oluşturulmasında temeldir ve restorasyon kenarlarının oral kavitedeki koşullara karşı koyabildiğini göstermektedir. [16]

Kompozitin monomer konversiyon oranı ve materyalin klinik aşınma direnci arasında bir korelasyon olduğu bilinmektedir. [17] Oklüzal stres alanlarında, dimetakrilat bazlı kompozitlerin konversiyon derecesi %55'in aşağısında olmamalıdır. [18] Bulk-fill kompozitler normal kompozitlerle kıyaslandığı zaman 4 mm kalınlıktaki tabakaların altında

önemli derecede daha yüksek bir çift bağ dönüşümü göstermektedir. Bu durum bulk-fill kompozitlerin kalın tabakaların polimerizasyonunu geliştiren mükemmel ışık geçirgenliği özelliğinden dolayıdır.^[19]

Düşük viskoziteli bulk fill kompozitler akışkan bulk-fill kompozitler olarak da adlandırılırlar. Bunlar universal resin kompozitlerden daha akışkan ve kolay kullanım özelliklerine sahiptir.^[20]

Akışkan resin kompozitlerin küçük uçlu dağıtıcı bir alet kullanılarak uygulanabilmesini sağlayan özellikle erişimin zor olduğu kaviteler için bunları kullanışlı kılan yüksek akışkanlık; hava inklüzyonu ya da sıkışmasını elimine etmeye ya da azaltmaya yardım eden tabakalı bir yapı oluşturabilme yeteneği, onları muhtemelen gerilme dayanımı bölgelerinde daha az yerinden oynamasını sağlayan yüksek esnekliği içeren birçok avantajı mevcuttur.^[21, 22]

Bu yüzden bileşimi ve doldurucu içeriğinin her ikisi de resin kompozitlerin optik özelliklerinde önemli rol oynamaktadır. Akışkan bulk resin kompozitler universal resin kompozitlerle kıyaslandığı zaman muhtemelen farklı translüensi sergilemektedirler.^[23]

Akışkan bulk-fill kompozitler universal resin kompozitlerden daha akışkan ve kolay uygulama özelliğine

sahip olan düşük viskoziteli resin kompozitlerdir.^[20] Akışkan bulk-fill resin kompozitlerin yüksek akışkanlık, tabakalı yapıları şekillendirebilme olanağı, yüksek esneklik dayanımı gibi birçok avantajı vardır.^[21-22] Akışkan bulk-fill resin kompozitler universal resin kompozitlerle kıyaslandığı zaman nispeten düşük bir doldurucu içeriğine sahiptir. Bu yüzden akışkan bulk fill resin kompozitler universal resin kompozitlerden farklı translüensi sergilemektedir.^[23]

Literatür Çalışmaları

Bulk-fill kompozitler genellikle daha yüksek doldurucu hacmi yüzdesine ve bazen geleneksel kompozitlerle kıyaslandığında daha iyi bir polimerizasyon derinliği sağlayan modifiye edici bir başlatıcı sisteme sahiptir. İntraoral performanslarına ilişkin uzun dönem klinik çalışmalar bulunmamasına rağmen, İlie ve arkadaşları bulk-fill kompozitlerin nanohibrit ve mikrohibrit resin bazlı kompozitlerle kıyaslandığı zaman esneklik dayanımı hariç, daha düşük mekanik özelliklere sahip olduğunu bulmuştur.^[24] Fakat diğer çalışmalar geleneksel kompozitlerle bulk-fill kompozitleri kıyasladığı zaman eşit derecede başarılı bulmuştur.^[16,25] Birçok bulk-fill kompozit resinle konversiyon derecesi, polimerizasyon stresi veya mikrosızıntı gibi farklı

parametrelere ilişkin çalışmalar yapılmıştır. Bazı çalışmalar bulk fill kompozit rezinlerin geleneksel dental kompozit rezinlerle benzer özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.^[16,26]

Bulk fill kompozitler oblik tabakalama tekniğiyle yerleştirilmiş bir geleneksel rezin kompozitle kıyaslandığı zaman ise azalmış tüberkül defleksiyonu göstermiştir.^[27] Ayrıca bulk-fill kompozitler marjinal bütünlük açısından da değerlendirildiği zaman iyi sonuçlar göstermiştir.^[28]

Üç yüksek viskoziteli bulk fill rezin kompozit (SonicFill, Kerr; Tetric EvoCeram Bulk Fill, Ivoclar-Vivadent; Alert Condensable Composite, Pentron), bir akışkan bulk fill kompozit (Filtek Bulk Fill Flowable Restorative, 3M ESPE) ve bir tabakalı teknikte yerleştirilen kompozit (Heliomoler HB, Ivoclar-Vivadent) standardizasyona göre yeterli polimerizasyon derinliği elde edememiştir. Fakat test edilen diğer tüm materyaller yüksek viskoziteli bulk fill resin kompozitler (QuiXfil ve x-tra fill) veya akışkan bulk fill resin kompozitler (SureFil SDR flow, Dentsply; Venus Bulk Fill, HeraeusKulzer; x-tra base, Voco) ve rezin kompozit materyal (Filtek Supreme Ultra Universal Restorative, 3M ESPE) standart olarak kabul edilen ve üreticileri tarafından iddia edilen polimerizasyon derinliği elde

edilmiştir. Diğer bir çalışmada Tetric EvoCeram Bulk Fill kompozit ve x-tra base'in konversiyon derecesi (DC) FTIR spektrometre tarafından değerlendirilmiş ve bu materyallerin DC değerleri sırasıyla %41,4 ve %43,8'dir.^[29] Diğer bir çalışmada, mevcut dokuz bulk-fill kompozitin (akışkan ve yüksek viskoziteli) konversiyon dereceleri ölçülmüş ve konversiyon derecelerinde SonicFill (yüksek viskoziteli) için %76,5 oranında en yüksek değerden Filtek Bulk Fill (akışkan) için %43.6 oranında en düşük değere kadar değişen büyük bir çeşitlilik görülmüştür.^[30,31]

SONUÇ

- Bulk fill kompozitler daha az teknik hassasiyete dayalı, hastada çalışma süresi daha kısa olan kompozitlerdir.
- Tedavi süresinin kısa tutulması gereken uyumlu olmayan, endişeli çocuk ve erişkin hastalarda kullanılabilirler.
- Bu materyallerin uzun dönem klinik sonuçları hakkında yeterli klinik çalışma olmadığından, klinisyenler vakalarında bulk-fill kompozitlerin seçiminde dikkatli davranmalıdır.

- Ayrıca bulk-fill kompozitlerin uygulanmasında klinik olarak en ideal kavitenin derinliği ve büyüklüğü büyük ölçüde bilinmemektedir. Bulk-fill kompozitlerin klinik sonuçlarının yanında özellikle derin ve geniş restorasyonların değerlendirildiği pek çok klinik çalışmaya da ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması İlişkisi: Yazar, makale ile ilgili çıkar ilişkisi oluşturabilen herhangi bir bağlantı bulunmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JWV. Effect of Power Density of Curing Unit, Exposure Duration, and Light Guide Distance on Composite Depth of Cure. *Clinical Oral Investigations*, 2005; 9: 71-76.
2. Knežević A, Tarle Z, Meniga A, Šutalo J, Pichler G, Ristić M. Degree of Conversion and Temperature Rise During Polymerization of Composite Resin Samples with Blue Diodes. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2001; 28: 586-591.
3. Abbas G, Fleming GJP, Harrington E, Shortall ACC, Burke FJT. Cuspal Movement and Microleakage in Premolar Teeth Restored with a Packable Composite Cured in Bulk or in Increments. *Journal of Dentistry*, 2003; 31: 437-444.
4. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*. 2013; 17: 227-235.
5. Rullmann I, Schattenberg A, Marx M, Willershausen B, Ernst C-P. Photoelastic determination of polymerization shrinkage stress in low-shrinkage resin composites. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2012; 122: 294-299.
6. Burtscher P. Von geschichteten Inkrementen zur Vier-Millimeter-Bulk-Fill-Technik – Anforderungen an Komposit und Lichthärtung. *DZW Die Zahnarzt Woche* 2011;6-8.
7. Frankenberger R, Vosen V, Krämer N, Roggendorf M. Bulk-Fill-Komposite: Mit dicken Schichten einfacher zum Erfolg? *Quintessenz* 2012;65:579-584.
8. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR

- technology. *Dent Mater* 2011;27:348-355.
9. Burgess JO. Materials You Cannot Work Without Refining Your Tools for Treatment. *J Cosmetic Dent*. 2013; 28: 94-106.
 10. Tauböck TT. Bulk-Fill-Komposite. Wird die Füllungstherapie einfacher, schneller und erfolgreicher? teamwork *J Cont Dent Educ* 2013; 16: 318-323.
 11. Lassila LV, Nagas E, Vallittu PK, Garoushi S. Translucency of flowable bulk-filling composites of various thicknesses. *Chin J Dent Res* 2012; 15: 31-35.
 12. Ilie N, Stawarczyk B. Bulk-Fill-Komposite: neue Entwicklungen oder doch herkömmliche Komposite? *ZMK* 2014; 30: 90-97.
 13. Ilie N, Rencz A, Hickel R. Investigations towards nano-hybrid resin-based composites. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 185-193.
 14. Lee YK. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater* 2008; 24: 1243-1247.
 15. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization Shrinkage Stress Kinetics and Related Properties of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent* 2014; 39: 374-382.
 16. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater* 2012; 28: 928-935.
 17. Ferracane JL, Mitchem JC, Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res* 1997; 76: 1508-1516.
 18. Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000; 16: 292-296.
 19. Goracci C, Cadenaro M, Fontanive L, et al. Polymerization efficiency and flexural strength of low-stress restorative composites. *Dent Mater* 2014; 30: 688-694.
 20. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr et al. Characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 567-577.

21. Attar N, Tam LE, McComb D. Flow. Strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. *J Can Dent Assoc* 2003; 69: 516-521.
22. Hervas-Garia A, Martinez-Lozano MA, Cabanes-Vila J et al. Composite resin resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11: 215-220.
23. St Germain H, Swartz ML, Phillips RW et al. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res* 1985; 64: 55-160.
24. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 2013; 38: 618-625.
25. Walter R. Critical appraisal: bulk-fill flowable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 2013; 25: 72-76.
26. Poggio C, Dagna A, Chiesa M, Colombo M, Scribante A. Surface roughness of flowable resin composites eroded by acidic and alcoholic drinks. *J Conserv Dent* 2012; 15: 137-140.
27. Moorthy A, Hogg CH, Dowling AH, Grufferty BF, Benetti AR, Fleming GJP. Cuspal Deflection and Microleakage in Premolar Teeth Restored with Bulk-Fill Flowable Resin-Based Composite Base Materials. *J Dent*, 2012; 40: 500-505.
28. Roggendorf MJ, Krämer N, Appelt A, Naumann M, Frankenberger R. Marginal Quality of Flowable 4-Mm Base Vs. Conventionally Layered Resin Composite. *J Dent*, 2011; 39: 643-647.
29. Ilie N, Kebler A, Duner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerization kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013; 41: 695e702.
30. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent* 2014; 42: 993e1000.
31. Aydın N, Karaođlanođlu S, Oktay EA, Topçu FT, Demir F. Diş hekimliğinde bulk fill kompozit rezinler. *Selcuk Dent J*, 2019; 6(2): 229-238.