

# Ön Isıtma İşleminin Bulk-Fill Kompozit Rezinlerin Mikrosızıntı Değerleri Üzerine Etkisi: *in vitro* Çalışma

## Effect of Preheating Process on Microleakage Values of Bulk-Fill Resin Composites: an *in vitro* Study

<sup>1</sup>Dilan KOPUZ<sup>a</sup>, <sup>1</sup>Özlem ERÇİN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Bu çalışmanın amacı, ön ısıtma işlemi uygulanmış bulk-fill kompozit rezinlerin mikrosızıntı değerlerini karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Elli adet molar dişin mesialine ve distaline 4x3x2 (yükseklik×genişlik×derinlik) boyutlarında Sınıf II kavite açıldı. Dört farklı bulk-fill (SonicFill 3, Opus Bulk-Fill APS, Tetric PowerFill, Filtek One Bulk-Fill) ve bir kontrol grubu kompozit rezin (Filtek Z250) ısıtma işlemi uygulanmasına göre; ön ısıtma işlemi (68°C etüvde, 10 dk) ve oda sıcaklığında bekletilmek üzere 2 alt gruba ayrıldı (n=10) ve ardından kavite restore edildi. Tüm örnekler termal sıklusa (5-55°C, 1.200) tabi tutulduktan sonra 24 saat boyunca %0,5 bazik fuchs çözeltisinde oda sıcaklığında bekletildi. Mikrosızıntının boyutunu ölçmek için dişler, bukkolingual ve meziodistal yönlerde bölündü. Her gruptan ikişer numune taramalı elektron mikroskobu analizi için ayrıldı. Geri kalan örnekler ise mikrosızıntı skor yöntemi kullanılarak değerlendirildi. Veriler Kruskal-Wallis H ve Mann-Whitney U testleri ile istatistiksel olarak analiz edildi (p<0,05). **Bulgular:** Önceden ısıtma işlemine tabi tutulan kompozit rezinler ile oda sıcaklığındaki kompozit rezinlerin mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında, Tetric PowerFill, Filtek OneBulk Fill ve Filtek Z250 kompozit rezinlerinde anlamlı farklılıklar görüldü (p<0,05). Isıtılmış kompozit rezinler karşılaştırıldığında ise en yüksek değer Filtek One BulkFill'de görülürken, en düşük değer Tetric PowerFill kompozit rezin grubunda görüldü. Oda sıcaklığındaki kompozit rezinler karşılaştırıldığında ise en yüksek değer Opus Bulk Fill APS'de görülürken, en düşük değer kontrol grubu olan FiltekZ250 kompozit rezin grubunda görüldü. **Sonuç:** Konvansiyonel tabakalama sistemi ile restore edilen dişlerin, bulk-fill tekniğine göre daha az mikrosızıntı gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Test edilen materyallerden Opus Bulk-Fill APS hariç bütün kompozit rezinlerde, ön ısıtma işlemi mikrosızıntı değerlerini negatif yönde etkiledi.

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the microleakage of preheated bulk-fill resin composites. **Material and Methods:** Class II cavities with dimensions of 4x3x2 (height×width×depth) were prepared in the mesial and distal parts of a total of 50 intact, caries-free human molar teeth. Four different bulk-fill (SonicFill 3, Opus Bulk-Fill APS, Tetric PowerFill, Filtek One Bulk-Fill) and a resin composite (Filtek Z250) used as a control group. Groups were divided into preheated (kept at 68°C in incubator for 10 mins) and room temperature (n=10 each). All samples were subjected to thermal cycles (5-55°C, 1,200) and kept in 0.5% basic fuchsin solution at room temperature for 24 hours. Teeth were split into buccolingual and mesiodistal directions. SEM analysis was done on two samples per group. The other samples were evaluated using the microleakage score method. Statistical analysis employed Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests (p<0,05). **Results:** When the microleakage values of preheated and room temperature resin composites were compared, significant differences were observed in Tetric PowerFill, Filtek OneBulk Fill and Filtek Z250 resin composites (p<0,05). When heated resin composites were compared, the highest value was seen in Filtek One BulkFill, while the lowest value was seen in Tetric PowerFill resin composite group. When room temperature resin composites compared, the highest value was seen in Opus Bulk Fill APS, while the lowest value was seen in the FiltekZ250 resin composite group, which was the control group. **Conclusion:** Teeth restored with the conventional layering system show less microleakage than the bulk-fill technique. Among the tested materials, preheating negatively affected microleakage values in all resin composites except Opus Bulk-Fill APS.

**Anahtar Kelimeler:** Bileşik rezinler; mikrosızıntı; ısıtma; bazik fuchs

**Keywords:** Resin composites; microleakage; heating; basic fuchsin

Restoratif diş hekimliğinin amacı, hastaların artan estetik talepleri nedeniyle yapılan tedavilerde diş yapısından minimum doku uzaklaştırıp, maksimum fonksiyon, dayanıklılık, tutuculuk ve estetik elde ederek, doğal diş görünümünü yeniden kazandırmaktır.<sup>1</sup>

### KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Kopuz D, Erçin Ö. Ön ısıtma işleminin bulk-fill kompozit rezinlerin mikrosızıntı değerleri üzerine etkisi: *in vitro* çalışma. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2024;30(2):304-11.

**Correspondence:** Dilan KOPUZ

İstanbul Kent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

**E-mail:** ozlem.ercin@kent.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

**Received:** 15 Dec 2023

**Received in revised form:** 08 Feb 2024

**Accepted:** 19 Feb 2024

**Available online:** 01 Apr 2024

2146-8966 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

İdeal bir restoratif materyalden beklenen, iyi bir adezyon göstererek diş dokularına bağlanması ve mikrosızıntıyı engelleyebilmesidir.<sup>2</sup> Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezin restoratif materyallerin en önemli dezavantajlarından biri polimerizasyon büzülmesidir.<sup>3</sup> Polimerizasyon büzülmesi sonucunda; restorasyon, diş dokusundan ayrılabilir ve mikrosızıntıya neden olabilir. Mikrosızıntı; kavite duvarı ile restoratif materyal arasından bakteri, molekül ve sıvı geçişi şeklinde tanımlanır. Sızıntı ile kenar renklenmesi, postoperatif duyarlılık, sekonder çürük, pulpa iltihabı, pulpa nekrozu, restoratif materyalde kırılma ve restorasyon kaybı gibi klinik problemler ortaya çıkabilir.<sup>2,4</sup> Bu nedenle, ideal bir restoratif dolgu materyalinin taşınması gereken özellikler incelendiğinde; diş sert dokularına uyumunun ve bağlanmasının iyi olması ve mikrosızıntıyı önlemesi gerektiği sonucu çıkartılabilir.<sup>5</sup>

Yeterli polimerizasyona ulaşmak için kompozit rezinleri genellikle kalınlığı 2 mm'yi aşmayan katmanlar hâlinde yerleştirmek gerekir. Tabakalama tekniği olarak adlandırılan bu teknik, polimerizasyon büzülmesini azaltır ve yeterli polimerizasyon derinliği sağlar. Derin kavitelelerin restorasyonlarında birçok katman gerektiren bu durum, tedavi sürelerinin uzamasına neden olabilir. Son zamanlarda tabakalama tekniğinin olumsuzluklarını gidermek için geleneksel kompozitlere alternatif olarak üreticilerin 4-6 mm'lik katmanlar hâlinde uygulanabileceğini iddia ettiği bulk-fill kompozit rezinler piyasaya sürüldü.<sup>6</sup> Bu materyallerin, yüksek biyouyumluluğa, yüksek aşınma direncine ve yüzey sertliğine sahip olup, içerisindeki nanopartikül ve seramik metal dolurucu içeriğine sahip olmaları sebebiyle şekillendirilmeleri ve cilalanmaları kolaylaşarak, istenilen estetik sonuçlar sağlanmaktadır.<sup>7</sup> Ancak derin kavitelelerde, tek seferde uygulanmaya olanak sağlayan bu kompozit rezinlerin uzun dönem mikrosızıntısı ile ilgili hâla şüpheler bulunmaktadır.

Mikrosızıntıyı azaltmak amacıyla kompozit rezinlerin ön ısıtma işlemine tabi tutulması, viskoziteyi ve sertleşme süresini azaltarak, marjinal adaptasyonu, dönüşüm derecesini, polimerizasyon derinliğini ve sertliğini artırmaktadır.<sup>8,9</sup> Özellikle arka dişlerdeki restorasyonların derin kavitelelerinde iyi adaptasyon ve yeterli polimerizasyon sağlamak için ön ısıtma işlemi

önerilmektedir.<sup>10</sup> Her kompozit rezinin viskozitesi, fotobaşlatıcısı, ışık saçılımı ve geçirgenliği farklı olduğundan, bu materyallerin fiziksel, biyolojik ve mekanik özellikleri farklılıklar göstermektedir.<sup>11</sup>

Kompozit rezinlerde en yaygın kullanılan fotobaşlatıcı, 470 nm'de optimum ışık absorpsiyonuna sahip olan kamforokinondur. Bununla birlikte, yeni alternatif fotobaşlatıcılardan biri, düşük dalga boylarında (390-445 nm) daha fazla absorpsiyon spektrumu sağlayan Ivocerin (Ivoclar Vivadent, Almanya). Üreticilerin iddialarına göre bulk-fill kompozit rezinlerde kamforokinon ile daha yüksek emilim kabiliyetine sahip Ivocerin'in fotobaşlatıcı olarak kullanılması, 4 mm'lik katmanlarda optimal polimerizasyon derinliğine yol açabilir.<sup>12</sup> Bununla beraber gelişmiş polimerizasyon sistemi [advanced polymerization system (APS)], adezivlerde ve kompozit rezinlerde ileri polimerizasyon için tanıtılmış yeni bir teknolojidir. Bu teknoloji, kamforokinonun kısmi değiştirilmesi ile farklı foto-başlatıcıların kombinasyonunu içermektedir. Bulk-fill kompozit rezinlerin daha büyük polimerizasyon kapasitesi, yani dönüşüm derecesi ile sertleşme derinliğindeki artış, kompozit rezinlerin daha kalın tabakalar hâlinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.<sup>9,12</sup>

Literatür incelendiğinde, ön ısıtma işleminin bulk-fill kompozit rezinlerin mikrosızıntısı üzerine etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanıldı.<sup>13-15</sup> Mevcut çalışmada farklı fotobaşlatıcılara sahip bulk-fill materyaller değerlendirildi. Tetric PowerFill (Ivoclar Vivadent Ltd., Schaan, Lihtenştayn), fotobaşlatıcı olarak kamforokinon, difenil (2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfin oksit ve Ivocerin içermektedir. SonicFill 3 (Kerr Corp, Orange, CA, Amerika), Filtek Z250 (3M ESPE, Amerika) ve 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative (3M ESPE, Amerika) fotobaşlatıcı olarak kamforokinon içerirken, Opus Bulk-Fill (FGM Dental, Joinville, SC, Brezilya) ise APS teknolojisi içermektedir. Çalışmamızın amacı, ön ısıtma işleminin bulk-fill kompozit rezinlerin mikrosızıntı üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sıfır hipotezi:

“Karşılaştırılan bulk-fill kompozit rezinler arasında mikrosızıntı değerleri açısından bir fark yoktur.”

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Biruni Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylandı (tarih: 27.09.2023, 2015-KAEK-79-23-20). Çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütüldü. Çalışmaya; katılmaya gönüllü olan hastalardan, imzalı bilgilendirilmiş olur formları alındı. Toplam 50 adet cerrahi nedenlerle çekilmiş sağlam, çürüksüz molar dişler toplandı.<sup>16</sup> Çekilmiş dişler, çalışma başlayana kadar +4 derecede, buzdolabında, %0,1'lik timol solüsyonunda muhafaza edildi. Kullanılan kompozit rezin materyale göre dişler rastgele her biri 10 dişten oluşan 5 gruba ayrıldı. Her dişin mesiyal ve distal yüzeyine 4x3x2 mm (yükseklikxgenişlikxderinlik) boyutlarında Sınıf II kavitelere açıldı. Kavitelere restorasyonu için kullanılacak kompozit rezinler ise ön ısıtma işlemi uygulamasına göre 2 alt gruba ayrıldı.

Grup 1: 68 C etüvde 10 dk bekletilerek ön ısıtma işlemine tabi tutuldu (n=10).

Grup 2: Oda sıcaklığında bekletildi (n=10).

Bu çalışmada kullanılan kompozit rezinler (Tablo 1):

1. SonicFill 3
2. Opus Bulk-Fill APS
3. Tetric PowerFill
4. 3M Filtek One Bulk-Fill
5. 3M Filtek Z250 (Kontrol grubu)

Hazırlanan kavitelere otomatriks bandı takıldıktan sonra, self etch adeziv (Scotchbond Universal,

3M ESPE, Amerika) bond fırçası yardımıyla, 20 sn süresince ovalanarak uygulandı. Hava spreyi ile hafif inceltmenin ardından Bluephase (Ivoclar Vivadent Ltd., Brezilya) ışık cihazı (1.200 mW/cm<sup>2</sup>) ile 10 sn süresince polimerize edildi. Kontrol grubu olan Filtek Z250 kompozit örnekleri 2 mm kalınlığında, 2 tabakada kavitelere yerleştirilirken bulk-fill kompozit rezinler tek tabakada kavitelere yerleştirildi ve Bluephase ışık cihazı (1.200 mW/cm<sup>2</sup>) ile 10 sn süresince polimerize edildi. Restorasyonların bitim ve cila işlemlerini taklit etmek için alüminyum oksitli cila diskleri (Sof-Lex; 3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, Amerika) koyudan açık renge doğru sırasıyla uygulandı. Polimerizasyon işleminin tamamlanması için örnekler 24 saat boyunca oda sıcaklığındaki distile suda bekletildi. Ardından örnekler sırasıyla 5 °C ve 55 °C su banyolarında otuzar sn bekletilerek ve banyolar arası geçiş 3 sn olacak şekilde 1.200 termal siklus işlemine (1.200 termal siklus=1 yıl yaşlandırma) tabi tutuldu.<sup>17</sup> Daha sonra dişler yüzeysel olarak kurutuldu ve her dişin apeksi yapışkan mum ile kapatıldı.<sup>18</sup> Kavite kenarlarının etrafında 1 mm'lik bir pencere bırakılacak şekilde, geri kalan kuron ve kök kısmı 2 kat tırnak cilası ile kapatıldı. Ardından numuneler 24 saat boyunca %0,5 bazik fuksin çözeltisinde, oda sıcaklığında bekletildi. Bu işlemden sonra yüzeye yapışan boyalar musluk suyu altında dikkatlice durulandı. Mikrosızıntının boyutunu ölçmek için dişler, düşük hızlı bir elmas testere (Isomet, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, Amerika) ile bukkolingual ve meziodistal yönlerde bölündü. Her gruptan ikişer numune tara-

**TABLO 1:** Çalışmada kullanılan materyaller.

| Materyal                            | Üretici firma                         | Sınıflama                                | Kompozisyon  | Doldurucu oranı (%ağırlık-%hacim) |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| SonicFill 3                         | Kerr, Orange, CA, Amerika             | Sonik ile aktive olan bulk-fill kompozit | Bis-EMA, TEGDMA, Kamforokinon/amin                                 | 81/md                             |
| Opus Bulk-Fill APS                  | FGM Dental, Joinville, SC, Brezilya   | Regular viskozite bulk-fill kompozit     | TEG-DMA, Bis-EMA, UDMA, APS  | 79/md                             |
| Tetric PowerFill                    | Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn | Yüksek viskozite bulk-fill kompozit      | Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, β-alil sülfon, Kamforokinon, TPO, Ivocerin | 76-77/53-54                       |
| 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative | 3M ESPE, St. Paul, Amerika            | Yüksek viskozite bulk-fill kompozit      | Dimetakrilat, UDMA, AUDMA, DDMA, AFM, Kamforokinon                 | 76,5/58,5                         |
| Filtek Z250                         | 3M ESPE, St. Paul, Amerika            | Mikrohibrit kompozit                     | Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, Kamforokinon                               | 82/60                             |

Bis-GMA: Bisfenol A-glisidil metakrilat; Bis-EMA: Etoksile bisfenol A-dimetakrilat; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; UDMA: Üretan dimetakrilat; TPO: Difenil (2,4,6-trimetilbenzoi)-fosfin oksit; md: Mevcut değil.

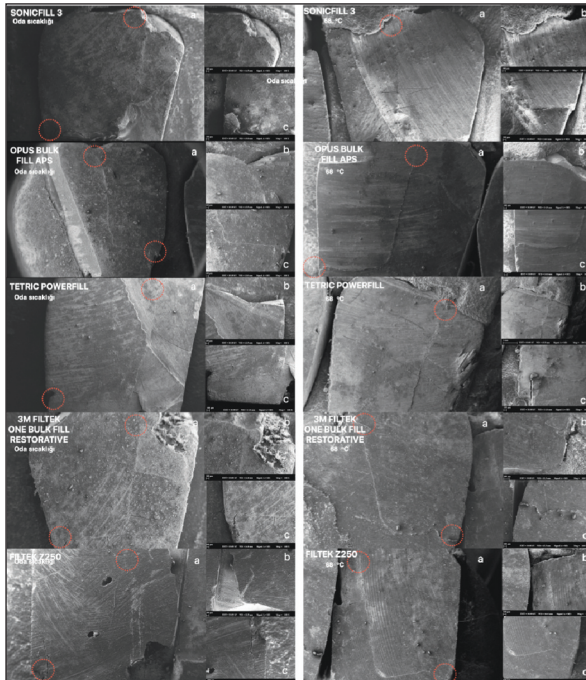
malı elektron mikroskobu [scanning electron microscopy (SEM)] analizi için ayrıldı (Resim 1). SEM analizi EVO LS10 (Carl Zeiss, Jena, Almanya) cihazı ile 50x ve 100x büyütmelede gerçekleştirildi. Geri kalan örnekler ise mikroskop görüntülerinde Tablo 2’de belirtilen skor yöntemi kullanılarak, mikrosızıntı açısından değerlendirildi. Değerlendirme 2 deneyimli araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapıldı. Anlaşmazlık durumunda, nihai değer üzerinde fikir birliğine varılana kadar puanlamadaki farklılıklar tartışıldı.

## İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin analizinde SPSS® Statistics Versiyon 25,0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: Amerika) yazılımı kullanıldı. Kolmogorov-Smirnov testi ile normal dağılıma bakıldı. Normal dağılmayan veriler Kruskal-Wallis H testi ve ardından ikili karşılaştırmalar için Mann-Whitney U testi ile analiz edildi ( $p<0,05$ ).

## BULGULAR

Çalışmada kullanılan materyallerin oda sıcaklığı ve 68°C’deki mikrosızıntı skorlarının ortalama±standart



**RESİM 1:** Örneklerin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri. a) 50x büyütme altında çekilen görüntü b) Restorasyonun okluzal bölgede 100x büyütme altındaki görüntüsü c) Restorasyonun servikal bölgede 100x büyütme altındaki görüntüsü.

**TABLO 2:** ISO skor sistemine (ISO/TS 11405:2003) göre mikrosızıntı skorlaması.<sup>18</sup>

| Mikrosızıntı skorlaması |  |
|-------------------------|--|
| Skor 0                  | Boya penetrasyonu yok.   |
| Skor 1                  | Servikal tabanınin 1/2’sinde boya penetrasyonu var.                                |
| Skor 2                  | Aksiyel duvara ulaşmadan diş eti tabanının 1/2’sinden fazla boya penetrasyonu var. |
| Skor 3                  | Servikal ve aksiyel duvarda boya penetrasyonu var.                                 |

ISO: Uluslararası Standardizasyon Örgütü.

sapma, medyan ve minimum-maksimum değerleri Tablo 3’te verildi.

Önceden ısıtma işlemine tabi tutulan kompozit rezinler ile oda sıcaklığındaki kompozit rezinlerin mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldığında Tetric PowerFill, Filtek One Bulk-Fill Restorative ve Filtek Z250 kompozit rezinlerinde anlamlı farklılıklar görüldü ( $p<0,05$ ).

Isıtılmış kompozit rezinler karşılaştırıldığında ise en yüksek değer Filtek One Bulk-Fill Restorative [ortalama (SS): 2,80 (0,41); medyan: 3,00] görülürken, en düşük değerler Tetric PowerFill [ortalama (SS): 1,15 (0,98); medyan: 1,00], Filtek Z250 [ortalama (SS): 1,20 (0,89); medyan: 1,00] ve Opus Bulk-Fill APS [ortalama (SS): 1,25 (1,11); medyan: 1,00] kompozit rezin gruplarında görüldü ve Filtek One Bulk-Fill Restorative; Tetric PowerFill, Filtek Z250 ve Opus Bulk-Fill APS grupları ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ( $p<0,05$ ).

Oda sıcaklığındaki kompozit rezinler karşılaştırıldığında ise en yüksek değerler Opus Bulk-Fill APS [ortalama (SS): 2,50 (0,51); medyan: 1,50], SonicFill 3 [ortalama (SS): 1,70 (1,45); medyan: 2,50] ve 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative [ortalama (SS): 1,30 (1,12); medyan: 1,50] gruplarında görüldü. Opus Bulk-Fill APS, 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek değerler gösterdi ( $p<0,05$ ). SonicFill 3 ile 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ). En düşük değerler, kontrol grubu olan Filtek Z250 [ortalama (SS): 0,25 (0,44); medyan: 0,00] ve Tetric PowerFill [ortalama (SS): 0,50 (0,68); medyan: 0,00] kompozit rezin gruplarında görüldü ( $p<0,05$ ).

**TABLO 3:** Çalışmada kullanılan materyallerin oda sıcaklığı ve 68°C'deki mikrosızıntı skorlarının ortalama  $\bar{X} \pm SS$ , medyan ve minimum-maksimum değerleri.

| Materyal                            | Oda sıcaklığı             |        |                  | 68°C                      |        |                  |
|-------------------------------------|---------------------------|--------|------------------|---------------------------|--------|------------------|
|                                     | $\bar{X} \pm SS$          | Medyan | Minimum-Maksimum | $\bar{X} \pm SS$          | Medyan | Minimum-Maksimum |
| SonicFill 3                         | 1,70±1,45 <sup>abcd</sup> | 2,50   | 0,0-3,0          | 2,10±1,07 <sup>abeg</sup> | 2,00   | 0,0-3,0          |
| Opus bulk-fill APS                  | 2,50±0,51 <sup>Ab</sup>   | 1,50   | 0,0-3,0          | 1,25±1,11 <sup>Adef</sup> | 1,00   | 0,0-3,0          |
| Tetric Powerfill                    | 0,50±0,68 <sup>Bac</sup>  | 0,00   | 0,0-2,0          | 1,15±0,98 <sup>Acce</sup> | 1,00   | 0,0-3,0          |
| 3M Filtek One Bulk-Fill Restorative | 1,30±1,12 <sup>Bad</sup>  | 1,50   | 0,0-3,0          | 2,80±0,41 <sup>Ab</sup>   | 3,00   | 2,0-3,0          |
| Filtek Z250                         | 0,25±0,44 <sup>Ba</sup>   | 0,00   | 0,0-1,0          | 1,20±0,89 <sup>Acfg</sup> | 1,00   | 0,0-3,0          |

$\bar{X}$ : Ortalama değerler, SS: Standart sapma.

p<0,05 için istatistiksel anlamlılık kabul edilmiştir. Büyük harfler, sütunlar arasında istatistiksel anlamlılığı ifade ederken, küçük harfler satırlar arasında istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

## TARTIŞMA

Tabakalama tekniği, kompozit rezin restorasyonların polimerizasyon büzülmesinin azaltılması için uzun yıllardır önerilmektedir. Bu teknik bağlantıyı artırarak mikrosızıntıyı azaltmaktadır. Son yıllarda hekimlerin çalışma süresinin azaltılması ve hasta konforunun artırılması için restorasyonun tek tabakada tamamlanmasını sağlayan bulk-fill kompozit rezinlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.<sup>6,7</sup>

Geleneksel kompozit rezinlerde mekanik özellikleri iyileştirmek için doldurucu oranı artırılırken, estetik özelliklerin geliştirilmesi için doldurucu bütünlüğü azaltılır, bulk-fill kompozit rezinlerde ise daha düşük oranda fakat daha büyük doldurucular kullanılmaktadır.<sup>19</sup> Doldurucuların büyüklüğünün artması ile total doldurucu rezin matris ara yüz oranı azalarak, polimerizasyon işlemi sırasında ışığın materyalin içerisinde saçılması azalır ve ışığın materyalin derinliklerine kadar ulaşması sağlanır.<sup>20</sup> Bu sayede 4-6 mm'lik tabakalar hâlinde bulk-fill kompozit rezinler polimerize olabilmektedir. Bu durum, restorasyon prosedürünü basitleştirerek tedavi süresini kısaltır, hastalar ve diş hekimleri için daha konforlu bir tedavi süreci sağlar.<sup>21</sup>

Bulk-fill kompozit rezinler tek tip olarak bilinse de bu kompozitler kendi aralarında farklılıklar göstermektedir. Ortak noktaları firmalar tarafından iddia edilen polimerizasyon derinliklerinin 4-6 mm kadar olmasıdır. Bunun dışında kullanım alanlarından, viskozitelerine fotobaslatıcı sistemlerinden, kimyasal içeriklerine kadar farklılıklar gösterebilmektedirler.<sup>22-24</sup>

Akışkan kompozit rezinler, geleneksel kompozit rezinlere göre daha düşük oranda inorganik dol-

durucu ve daha fazla miktarda organik matris içerirler. Organik matrisleri esas olarak trietilen glikol dimetakrilat ve üretan dimetakrilat gibi düşük molekül ağırlıklı monomerlerden oluşur. Düşük ağırlıklı monomerlerin ve inorganik doldurucu maddelerinin uygun oranı, düşük viskoziteli bir materyal ile sonuçlanır.<sup>23</sup>

Yüksek viskoziteye sahip kompozit rezinlerin kaviteye yerleştirilmesinde ve şekillendirilmesinde diş hekimleri sıklıkla zorluk yaşarlar. Bileşimdeki değişikliklere ek olarak, kompozit rezinlerin uygulanabilirliğini genişletmek için, materyalin belirli bir sıcaklık aralığında önceden ısıtılması gibi alternatif stratejiler kullanılmaktadır. Sıcak su banyosu, dental ünit ışığı, mikrodalga fırın, etüv ve saç kurutma makinesi kullanımı dâhil olmak üzere birçok alternatif ön ısıtma yöntemi mevcuttur.<sup>24</sup> Bu çalışmada ise sabit sıcaklıkta ısıtma işlemi kolaylaştırmak için etüv kullanıldı.

Çoğu çalışmada, ön ısıtma sonrasında kompozit rezinin viskozitesi termal monomerlerin hareketlenmesi ve yüksek moleküler hareket nedeniyle azaldı.<sup>8,9</sup> Termal enerji, matrisin monomerlerini daha fazla uzaklaştırır ve birbirleri yanında daha kolay kaymalarını sağlar, bu da iç sürtünmeyi azaltır.<sup>25</sup> Ancak bazı çalışmalar, önceden ısıtılmış kompozit rezinin muhtemelen kompozit rezin bileşimindeki daha yüksek doldurucu içeriğinden dolayı akışkan kompozit rezinler gibi akıcılığına ve kenar uyumuna ulaşamadığını bildirdiler.<sup>26-27</sup> Artan akıcılığın ise alt tabaka yüzeyi ile daha iyi temas etmesi ve böylece kenar uyumunu iyileştirdiği gösterildi. Ön ısıtma ile kompozit rezinin azalan viskozitesi alt tabakada mikroretentif bölgelere nüfuzu artırarak mine, dentin ve restoratif malzeme

ile bağlantıyı iyileştirebilir. Ancak, kompozit rezinin ısıtma cihazından çıkarıldığında sıcaklıktaki ani düşüşü viskoziteyi anında artırabilir.<sup>8</sup>

Ön ısıtma işlemi uygulamasının, kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne, mikrosertliğine ve renk değişimine pozitif etkileri olduğu birçok çalışmada gösterildi.<sup>8,9</sup> Çalışmada test edilen materyallerden ön ısıtma işlemi uygulanan Opus Bulk-Fill APS, oda sıcaklığında uygulanmasına göre daha az mikrosızıntı gösteren tek kompozit materyal oldu. Opus Bulk-Fill APS, diğer materyallerden farklı olarak sadece materyale özgü APS teknolojisi içermektedir ve elde edilen sonuçlar ön ısıtma işlemi sonrası mikrosızıntının azalmasını APS monomerinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Taraboanta ve ark. mikrosızıntı üzerine yaptıkları çalışmada, Beautifil II (ShofuDental, Japonya), Dyract eXtra (Dentsply Sirona, Amerika) ve Gaenial Posterior (GC Corporation, Japonya) kompozit rezinlerini kullanarak ön ısıtma işleminin mikrosızıntı üzerine etkisini değerlendirdi ve sonuç olarak ön ısıtma işleminin sızıntıyı önemli ölçüde azalttığını belirttiler.<sup>28</sup> Bu çalışmanın aksine, mevcut çalışmada ön ısıtma uygulamasının bulk-fill kompozitlerin mikrosızıntı değerleri üzerine pozitif etkisi olmadığı sonucuna ulaşıldı. Bu nedenle çalışmanın sıfır hipotezi “Karşılaştırılan bulk-fill kompozit rezinler arasında mikrosızıntı değerleri açısından bir fark yoktur” reddedildi.

Dilian ve Kadhim yaptıkları çalışmada, Tetric Evo Ceram ve Filtek Bulk-Fill One kompozitlerin mikrosızıntı değerlerini karşılaştırdılar. Tetric Evo Ceram’ın, Filtek Bulk-Fill One’a göre daha düşük mikrosızıntı değerleriyle sonuçlandığını gösterdiler. Bu sonucun Tetric Evo Ceram’ın kendine özgü prepolimer doldurucular içermesine dayandırdılar. Önceki çalışmanın sonuçlarını destekler şekilde, mevcut çalışmada kullanılan Tetric PowerFill prepolimer doldurucu içermektedir ve Filtek Bulk-Fill One’a göre hem ısıtma işlemi sonrası hem de oda sıcaklığında daha az mikrosızıntı değerleri gösterdi.<sup>13</sup>

Yüksek viskoziteli kompozitlerden SonicFill, sonik aktivasyona ile viskoziteyi düşürmekte ve böylece materyal akışkan kompozit gibi uygulanarak kavite duvarlarına iyi adaptasyon sağlamaktadır. Sonik enerji durdurulduğunda ise kompozit daha viskoz

hâle geçmekte ve restorasyonun şekillendirilmesine olanak tanımaktadır.<sup>29</sup> Uygulama sırasında ısıtma işlemi SonicFill’in viskozitesini düşürse de oda sıcaklığı ve ısıtılmış kompozit rezin uygulanan numuneler arasında bir fark görülmedi. Reaksiyon kinetiği, termal iletkenlik ve özgül ısı kapasitesi gibi faktörler malzeme bileşimine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu durum ön ısıtmanın büzülme kuvveti oluşumu üzerindeki etkisinin farklı kompozit malzemeler arasında farklılık göstermesinden kaynaklanabilir.<sup>30</sup>

Tek tabaka hâlinde kompozitlerin preparasyon alanına yerleştirilmesinin, adeziv diş hekimliği için cezbedici olması nedeniyle, bulk-fill kompozit rezinlerdeki gelişmelerin ilerleyen yıllarda çok daha iyi noktalara taşınması beklenmektedir. Fakat tabakalama tekniğiyle uygulanan kompozit rezinlerin hem uygulanan kalınlık hem de konfigürasyon faktöründeki azalma nedeniyle mikrosızıntı açısından daha iyi performans sergilediği söylenebilir. Çalışmamızın sonuçlarına göre, kontrol grubu olarak kullanılan Filtek Z250 geleneksel kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesine bağlı olumsuzluklarını azaltmak açısından kaviteye tabakalar hâlinde uygulanmasının daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

Kompozit rezinlere eklenen  $\beta$ -alil sülfon reaktifi ile tersinir ilave-fragmantasyon zinciri elde edilmektedir. Araştırmalar, bu zincirin dimetakrilat matrisine entegre edilerek polimerleşme sırasında ağ mimarisinin geliştirildiğini gösterdi, bu da artan ağ homojenliği ve fiziksel özelliklere yol açmaktadır.<sup>31</sup> Bu teknoloji yakın zamanda Tetric Power kompozitlerde kullanıldı ve Bluephase ışık cihazının yüksek ışık gücüyle çalışmak üzerine tasarlandı.<sup>32</sup> Tek tabaka hâlinde uygulanan Tetric PowerFill oda sıcaklığında da ön ısıtma işlemi sonrasında da konvansiyonel kompozit ile istatistiksel bir farklılık göstermedi. Bu sonuçların Tetric PowerFill’in içeriğindeki  $\beta$ -alil sülfon reaktifi sonucu elde edildiğini düşündürdü. Mevcut çalışmanın bulgularını destekler nitelikte, Kumar ve ark. yaptıkları çalışmada 4 farklı bulk-fill kompozit rezinin (Tetric PowerFill, Tetric Power Flow, X-tra fil ve SDR Flow Plus) Sınıf V kavitelerdeki mikrosızıntısını değerlendirdikleri çalışmalarında en düşük mikrosızıntının Tetric PowerFill ile restore edilen örneklerde gözlemlendiğini belirttiler.<sup>33</sup> Fakat Tetric

PowerFill için elde edilen sonuçlar konvansiyonel tabakalama sistemi ile uygulanan kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı değildi. Çalışmada kullanılan materyallerden en az sızıntı gösteren materyalin oda sıcaklığında uygulanmış olan kontrol grubu kompozit rezin (Filtek Z250) olduğu gözlemlendi.

Bu çalışmanın limitasyonları dâhilinde, restorasyonlar gün içerisinde asit ataklarına, sıcaklık değişimlerine, çiğneme kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Bu etkileşimler uzun vadede restorasyon ve diş dokusu arasındaki bağlantıyı ve mikrosızıntıyı olumsuz etkilemektedir.<sup>34</sup> Bu nedenle, ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

## SONUÇ

Kompozit rezinlerin ön ısıtılması için kullanılan parametreler heterojendir. Ön ısıtma işlemi viskoziteyi azaltır, kompozit rezinlere şekil verilmesini, marjinal adaptasyonunu geliştirebilir. Çalışmanın bulgularına göre konvansiyonel tabakalama sistemi ile restore

edilen dişlerin, bulk-fill tekniğine göre daha az mikrosızıntı gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Test edilen materyallerden Opus Bulk-Fill APS hariç bütün kompozit rezinlerde, ön ısıtma işlemi mikrosızıntı değerlerini negatif yönde etkiledi.

## Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

## Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

## Yazar Katkıları

*Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.*

## KAYNAKLAR

1. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater.* 2005;21(9):864-81. [Crossref] [PubMed]
2. Nedeljkovic I, Teughels W, De Munck J, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Is secondary caries with composites a material-based problem? *Dent Mater.* 2015;31(11):e247-77. [Crossref] [PubMed]
3. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dent Mater.* 2008;24(11):1501-5. [Crossref] [PubMed]
4. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent.* 2015;43(4):430-9. [Crossref] [PubMed]
5. Dauvillier BS, Aarnts MP, Feilzer AJ. Developments in shrinkage control of adhesive restoratives. *J Esthet Dent.* 2000;12(6):291-9. [Crossref] [PubMed]
6. Cidreira Boaro LC, Pereira Lopes D, de Souza ASC, Lie Nakano E, Ayala Perez MD, Pfeifer CS, et al. Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin-a systematic review and meta-analysis. *Dent Mater.* 2019;35(10):e249-e64. [Crossref] [PubMed]
7. Behery H, El-Mowafy O, El-Badrawy W, Saleh B, Nabih S. Cuspal deflection of premolars restored with bulk-fill composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2016;28(2):122-30. [Crossref] [PubMed]
8. Daronch M, Rueggeberg FA, De Goes MF. Monomer conversion of preheated composite. *J Dent Res.* 2005;84(7):663-7. [Crossref] [PubMed]
9. Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil.* 2010;37(4):278-82. [Crossref] [PubMed]
10. Theodoridis M, Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Dionysopoulos P, Gerasimou P. Effect of preheating and shade on surface microhardness of silorane-based composites. *J Investig Clin Dent.* 2017;8(2). [Crossref] [PubMed]
11. 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(8):993-1000. [Crossref] [PubMed]
12. Buelvas DDA, Besegato JF, Vicentin BLS, Jussiani EI, Hoepfner MG, Andreollo AC, et al. Impact of light-cure protocols on the porosity and shrinkage of commercial bulk fill dental resin composites with different flowability. *Journal of Polymer Research* 2020;27(9):292. [Crossref]
13. Dilian NS, Kadhim AJ. Comparative evaluation of marginal microleakage between bulk-fill, preheated bulk-fill, and bulk-fill flowable composite resins above and below cemento-enamel junction using micro-computed tomography: an in vitro study. *Dent Hypotheses.* 2022;13(4):128-31. [Crossref]
14. Bilgili Can D, Özarslan M. 3D-2D microleakage assessment of preheated bulk-fill composite resin applied with different parameters: a micro-CT analysis. *Odontology.* 2023;111(4):942-52. [Crossref] [PubMed]
15. Aktuğ Karademir S, Akarsu S. Does preheating effect the microleakage of bulk fill composite restorations? *Authorea Preprints.* 2023. [Crossref]
16. Gönülol N, Özer S, Demirel N. Giomer yapıdaki akışkan kompozit ve adeziv sistemin Sınıf V kaviteelerde mikrosızıntı açısından değerlendirilmesi [Microleakage evaluation of giomer flowable composites and adhesive systems in Class V cavities]. *Acta Odontologica Turcica.* 2014;31(1):18-22. [Crossref]
17. Yuan JC, Barão VAR, Wee AG, Alfaro MF, Afshari FS, Sukotjo C. Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2018;119(6):1000-6. [Crossref] [PubMed]

18. Tayel DM, El-Sharkawy MM, El-Sayed MM. Microleakage of Class II composite restorations with different restorative techniques (an in vitro study). *Alexandria Dental Journal*. 2016;41(2):138-45. [\[Link\]](#)
19. Bucuta S, Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig*. 2014;18(8):1991-2000. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Ilie N, Stark K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clin Oral Investig*. 2015;19(2):271-9. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015;40(2):190-200. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):227-35. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
23. Walter R. Critical appraisal: bulk-fill flowable composite resins. *J Esthet Restor Dent*. 2013;25(1):72-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Maffezzoli A, Della Pietra A, Rengo S, Nicolais L, Valletta G. Photopolymerization of dental composite matrices. *Biomaterials*. 1994;15(15):1221-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Patussi AFC, Ramacciato JC, da Silva JGR, Nascimento VRP, Campos DES, de Araújo Ferreira Munizz I, et al. Preheating of dental composite resins: a scoping review. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(4):646-56. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. Urcuyo Alvarado MS, Escobar García DM, Pozos Guillén AJ, Flores Arriaga JC, Romo Ramírez GF, Ortiz Magdaleno M. Evaluation of the bond strength and marginal seal of indirect restorations of composites bonded with pre-heating resin. *Eur J Dent*. 2020;14(4):644-50. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
27. Mohammed ZH, Majeed MA. Effect of cementation protocol on the marginal adaptation of indirect overlay restorations fabricated from two different all-ceramic CAD/CAM materials. *Journal of Research in Medical and Dental Science*. 2020;8(7):518-25. [\[Link\]](#)
28. Taraboanta I, Stoleriu S, Iovan G, Moldovanu A, Georgescu A, Negraia MR, et al. Evaluation of pre-heating effects on marginal adaptation of resin-based materials. *Materiale Plastice*. 2018;55(2):238-42. [\[Crossref\]](#)
29. 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(1):56-61. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
30. Lottanti S, Tauböck TT, Zehnder M. Shrinkage of backfill gutta-percha upon cooling. *J Endod*. 2014;40(5):721-4. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
31. Gorsche C, Griesser M, Gescheidt G, Moszner N, Liska, R.  $\beta$ -Allyl sulfones as addition-fragmentation chain transfer reagents: A tool for adjusting thermal and mechanical properties of dimethacrylate networks. *Macromolecules*. 2014;47(21):7327-36. [\[Crossref\]](#)
32. Hayashi J, Tagami J, Chan D, Sadr A. New bulk-fill composite system with high irradiance light polymerization: Integrity and degree of conversion. *Dent Mater*. 2020;36(12):1615-23. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
33. Kumar GA, Shahina P, Kumar MA, Lalit L. Comparative evaluation of microleakage of bulk fill packable resin composite restorations and bulk fill flowable resin composite restoration in class v cavity preparation-an in vitro study. *Nation Res Dent*. 2022;11(1):1-14. [\[Link\]](#)
34. Bedran-de-Castro AK, Pereira PN, Pimenta LA, Thompson JY. Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system. *Oper Dent*. 2004;29(2):150-6. [\[PubMed\]](#)