

Farklı Yerleştirme Tekniklerinin ve Işınlama Sürelerinin Resin Kompozitlerin Mikrosertliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Investigation of The Effect of Different Placement Techniques and Curing Durations on The Microhardness of Resin Composites

İlhan UZEL¹

Ceren TUTAN²

Uğur MALAYOĞLU³

Dilşah ÇOĞULU¹

<https://orcid.org/0000-0002-0540-2821>

<https://orcid.org/0000-0001-6936-1531>

<https://orcid.org/0000-0002-3196-1475>

<https://orcid.org/0000-0002-3156-9801>

¹Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, İzmir

²Manisa Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi, Manisa

³Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Malzeme Bilimi Anabilim Dalı, İzmir

Atıf/Citation: Uzel İ., Tutan C., Malayoğlu U., Çoğulu D., (2022). Farklı Yerleştirme Tekniklerinin ve Işınlama Sürelerinin Resin Kompozitlerin Mikrosertliği Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2022; 43_2, 141-146.

ÖZ

Giriş ve Amaç: Tek kitle (bulk-fill) resin kompozitler, tabakalama tekniği ile uygulanan resin kompozitlere göre avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. Çalışmamızın amacı, farklı yerleştirme tekniklerinin ve ışınlama sürelerinin resin kompozitlerin mikrosertliği üzerine etkisinin incelenmesidir.

Yöntem ve Gereçler: Çalışmada, üç farklı tek kitle kompozit materyali (Grup-1: Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein), Grup-2: Quixfill (Dentsply De Trey, Konstaz-Germany), Grup-3: Ever X Posterior (GC Corp., Tokyo-Japan)) ve bir konvansiyonel tabakalama tekniği ile uygulanan kompozit materyali (Grup-4: Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein)) kullanıldı. Her grup için hazırlanan 14 örnek, ışınlama süresine (20s/40s) göre 2 gruba ayrıldı. Kompozitlerin mikrosertlik değerleri ölçümü, örneklerin alt ve üst yüzeylerinden gerçekleştirildi. İstatistiksel değerlendirme ANOVA, t-testi ve Bonferroni Post-hoc testleri ile yapıldı.

Bulgular: Grup-2'nin alt ve üst yüzeyinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin, her iki ışınlama süresinde diğer gruplara göre yüksek olduğu saptandı. En düşük mikrosertlik değerleri Grup-4'te elde edildi ($p<0,05$). Tüm gruplarda, ışınlama süresi ile materyallerin alt ve üst yüzeylerinden elde edilen mikrosertlik değerleri arasında pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,05$).

Tartışma ve Sonuç: Bulk-fill kompozit materyallerin mikrosertlik değerlerinin tabakalama tekniği ile uygulanan materyale göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu dikkate alınarak özellikle pedodonti kliniklerinde tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Resin, Bulk Fill, Mikrosertlik

ABSTRACT

Introduction: Bulk-fill composites are used in clinics based on their advantages compared to the conventional composites. The aim of the study was to compare the microhardness properties of bulk-fill and incremental insertion techniques.

Methods: Three different bulk-fill composites (Group-1: Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein), Group-2: Quixfill (Dentsply De Trey, Konstaz-Germany), Group-3: Ever X Posterior (GC Corp., Tokyo-Japan)), and a conventional composite material (Group-4: Tetric N-Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein)) were used in the study. Fourteen samples prepared for each group and divided into 2 groups according to curing durations (20s/40s). Microhardness was determined from the lower and upper surfaces of the samples. Statistical analysis was performed by ANOVA, t and Bonferroni Post-hoc tests.

Results: The microhardness values obtained from the lower and upper surfaces of Group-2 were higher than the other groups in both curing durations. The lowest microhardness values were obtained in Group-4 ($p<0.05$). A positive correlation was found between the curing times and the microhardness values obtained from the lower and upper surfaces of the materials in all groups ($p<0.05$).

Discussion and Conclusion: Considering that the microhardness values of the bulk-fill composite materials are significantly higher than the conventional material, it's thought that they can be preferable especially in pediatric dentistry.

Keywords: Composite resin, Bulk-Fill, Microhardness

Sorumlu yazar/Corresponding author*: uzel_ilhan@hotmail.com

Başvuru Tarihi/Received Date: 12.10.2021

Kabul Tarihi/Accepted Date: 16.02.2021

GİRİŞ

Günümüz diş hekimliği pratiğinde estetik restorasyonlar oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu konuda her gün yenilikler artmaktadır. Bu gelişmelerle dişe daha iyi uyum ve yalıtım sağlayabilen, minimum düzeyde mikrosızıntıya neden olan, mikrosertliği diş ile uyumlu, aşınmaya karşı dirençli ve tüm bu özelliklerin yanında kullanımı kolay materyallere sahip olmak hedeflenmektedir. Mikrosertlik, kompozit restorasyonların başarısını önemli düzeyde etkilemektedir. Mikrosertliği etkileyen en önemli etken ise polimerizasyon derinliğidir. Resin materyalin başarısı, uygun bir şekilde polimerize edilmesine bağlıdır. Uygulanan ışık gücü ve süresi polimerizasyon derecesini etkileyerek kompozitin yapısında büzülme neden olmaktadır. Polimerizasyon büzülmesini azaltmak amacıyla kompozitlerin inkremental teknikle (tabakalar halinde) uygulanması önerilmektedir.¹

Kompozit dolguların kaviteye daha büyük kütleler halinde ve daha fazla kalınlıkta uygulanabilmesini sağlamak amacıyla son yıllarda tek kitle (bulk-fill) kompozitler geliştirilmiştir. Yeni nesil bulk-fill kompozitler geleneksel kompozitlere göre daha düşük viskoziteye ve gelişmiş translüsent yapıya sahiptir. Tek bir kütle olarak 4-5 mm kalınlığında yerleştirilen bulk-fill kompozitler, firmalar tarafından geniş bir ürün yelpazesine klinisyenin tercihine sunulmuştur. Yoğunluklarına göre; düşük ve yüksek viskoziteli olarak iki gruba ayrılırlar. Polimerizasyon yöntemlerine göre; kimyasal, ışık ve dual sertleşen şeklinde sınıflandırılırlar. Çeşitli firmaların ürettiği bulk-fill kompozitlerin birbirinden farklı doldurucu içerikleri olabilir. Bulk-fill kompozitler geleneksel kompozitlere benzer doldurucu içerseler de bazı bulk-fill kompozitlerin yapısında bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) bulunmamaktadır. Bu bulk-fill kompozitlerde diğer dimetakrilatlardan oluşan organik matriks kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumda ise resin matriks içerisindeki UDMA, TEGDMA ve EBPDMA Bis-GMA'ya göre daha esnek bir polimer yapı oluşturur ve daha az viskozite sağlamaktadır. Bis-GMA EBPDMA'ya göre daha fazla hidrofilik olduğu için su emerek bozulma riski taşımaktadır. Bulk-fill kompozitlerde EBPDMA'nın kullanılması sayesinde renk değişikliği riskiazalmaktadır.² Pürüzsüz ve krem kıvamındaki yapısıyla tek kitle kompozitin, akışkan kaide materyali kullanmadan kavite tabanında ve duvarlarında yüksek marjinal adaptasyon sağladığı bilinmektedir. Yeterli marjinal bütünlüğü ve düşük polimerizasyon büzülmesiyle dişte deformasyon, postoperatif hassasiyet, mikrosızıntı ve sekonder çürük riskini azalttığı bildirilmektedir. Doldurucu içeriği, doldurucu boyutu ve doldurucu partiküllerin matriks içerisindeki dağılımı kompozit rezinlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Kompozit rezinlerin

içeriğine bağlı olarak materyalin mikrosertlik değerleri değişiklik gösterebilmektedir. Mikrosertlik, kullanılan kompozit materyallerin klinik kullanımına ve başarısına katkıda bulunan en önemli özelliklerdir. Yapılan çalışmalarda bulk-fill kompozit dolguların mikrosertlik değerlerinin konvansiyonel kompozit dolgulara benzer olduğu bildirilmiştir.³⁻⁷ Poskus ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; bulk-fill ve inkremental yöntemle yerleştirilen kompozit örnekleri oklüzalden ışık uygulamasıyla polimerize etmişlerdir. Sınıf II kaviteelerde yapılan bu çalışmada, tabakalı yöntemle yerleştirilen kompozit örneklerde tabakalar arası sertlik değerlerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak bulk-fill yerleştirilen örneklerde oklüzal tabaka servikal tabakadan daha sert olarak ölçülmüştür.⁸ Sınıf II kompozit restorasyonların aproksimal ve pulpal yüzeylerinin mikrosertlik değerlerini karşılaştırılan başka bir çalışmada aproksimal yüzey sertliğinin pulpal yüzeyden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır.⁹

Çalışmamızın amacı, farklı yerleştirme tekniklerinin (tek kitle/tabakalı) ve ışıkla polimerizasyon sağlama sürelerinin (20s/40s) resin kompozitlerin mikrosertlik değerleri üzerine etkisinin incelenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada tek kitle/tabakalama yöntemi ile yerleştirilen ve 20s veya 40s süre ile ışık uygulanan resin kompozit örneklerin mikrosertlik değerleri incelendi. Bu amaçla üç farklı tek kitle kompozit materyal ve bir konvansiyonel tabakalama yöntemi ile uygulanan kompozit materyal kullanıldı.

Test Protokolü

1) Örnekler 4 mm yüksekliğinde ve 5 mm çapında disk kalıplar içerisinde yerleştirildi.

2) Grup 1, 2 ve 3'te kompozit materyal tek kitle olarak, Grup 4'te ise kompozit materyal 2 mm'lik 2 tabaka halinde yerleştirilip ışıkla polimerize edildi.

Grup 1: Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) tek tabaka uygulandı.

Grup 2: Quixfill (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany) tek tabaka uygulandı.

Grup 3: Ever X Posterior (GC Corp., Tokyo, Japan) tek tabaka uygulandı.

Grup 4: Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 2 mm'lik tabakalar halinde iki tabaka uygulandı. (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kompozit materyallerin üretici ve içerik bilgileri

Materyal	Firma	İçerik
Tetric EvoCeram®Bulk Fill	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, UDMA Dimethacrylate co-monomers Ba-Al-Si-glass, prepolymer filler (monomer, glass filler and ytterbium fluoride), spherical mixed oxide
Quixfill	Dentsply De Trey, Konstanz, Germany	Urethane dimethacrylate (UDMA), Triethyleneglycol dimethacrylate (TEGDMA), Di- and trimethacrylate resins, Carboxylic acid modified dimethacrylate resin, Silanated strontium aluminum sodium fluoride phosphate silicate glass
Ever x posterior	GC Corp., Tokyo, Japan	Bis-GMA, TEGDMA, PMMA, Short E-Glass Fibre Fillers, Barium Glass, Inorganic Particulate Fillers
Tetric N Ceram	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, CQ. Barium Glass, ytterbium flüoride, oxides, prepolymer

3) Kalıpların alt ve üst yüzeylerinde bulunan strip bantlar ve cam lamlar preslenerek düz bir yüzey oluşturuldu.

4) Her bir materyal için hazırlanan 14 örnek, LED ışık cihazı ile (Bluephase, Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) farklı ışık uygulanma sürelerine (20s/40s) göre polimerize edildi (n=7).

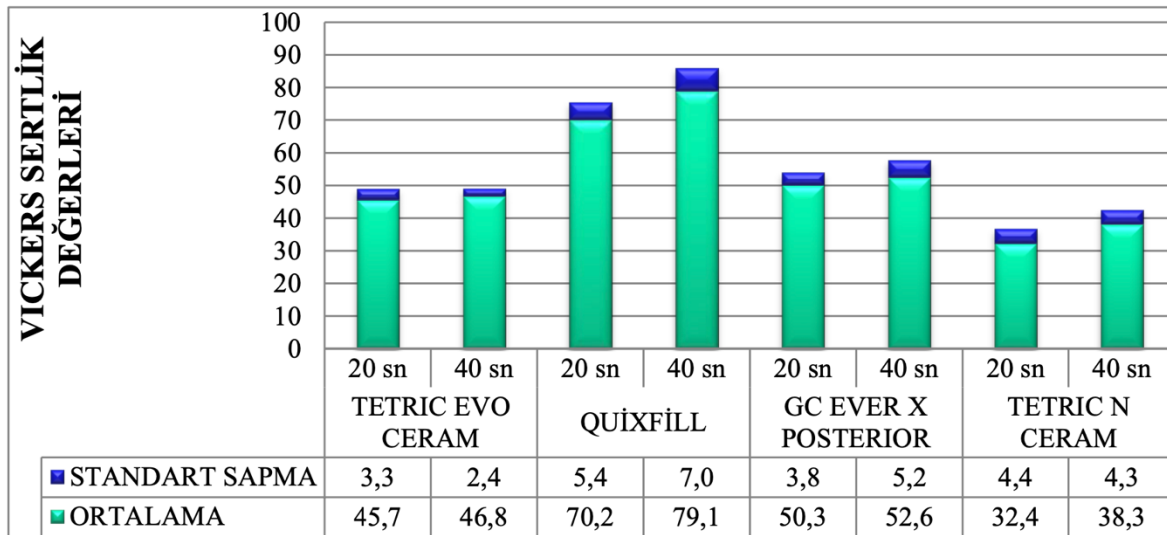
5) Rezin materyallerin mikrosertlik değerleri ölçümü, örneklerin alt ve üst yüzeylerinden ayrı ayrı Vickers sertlik cihazı (Shimadzu Microhardness Testers HMV-2, Kyoto, Japan) ile 15 sn süre ile 100 gr kuvvet uygulanacak şekilde gerçekleştirildi.

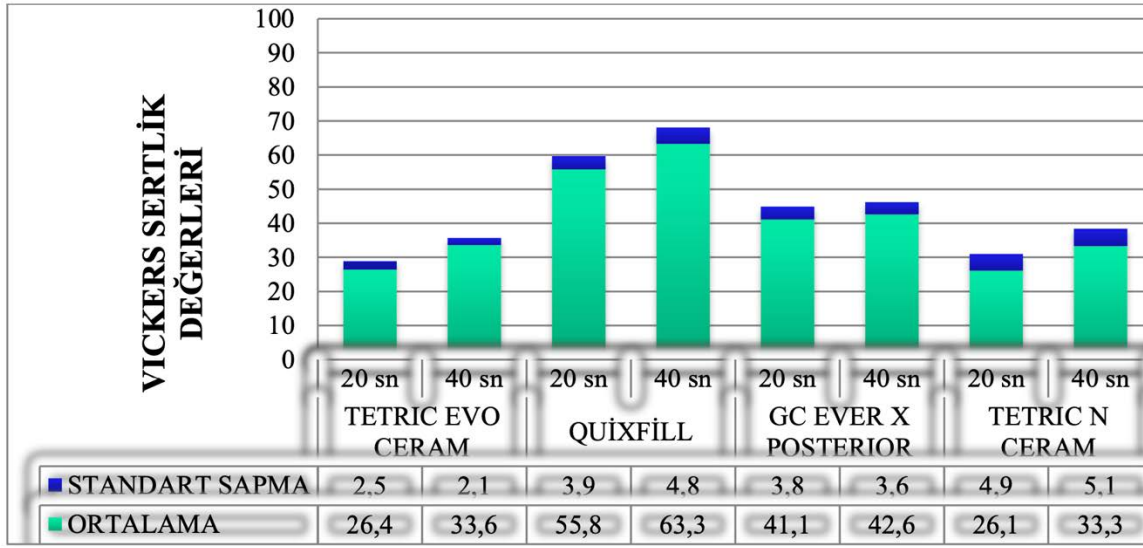
Elde edilen veriler istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA), t testi ve Bonferroni Post hoc testleri ile değerlendirildi.

BULGULAR

Test bulguları incelendiğinde 20 saniye ve 40 saniye süre ile ışıkla polimerize edilen örneklerin üst yüzeylerinden ölçülen ortalama mikrosertlik değerleri Grafik-1’de verilmiştir. 20 saniye ve 40 saniye süre ile polimerize edilen örneklerin alt yüzeylerinden ölçülen ortalama mikrosertlik değerleri Grafik-2’de verilmiştir.

Grup 2’de hem alt hem de üst yüzeyden ölçülen mikrosertlik değerlerinin her iki ışık uygulama süresinde de diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptandı. En düşük mikrosertlik değerleri Grup 4’te elde edildi ($p<0,05$). Tüm gruplarda, ışık uygulama süresi ile materyallerin hem alt hem de üst yüzeylerinden elde edilen mikrosertlik değerleri arasında pozitif korelasyon tespit edildi ($p<0,05$).

**Grafik 1.** Çalışmada kullanılan kompozit materyallerin üst yüzey mikrosertlik değerleri



Grafik 2. Çalışmada kullanılan kompozit materyallerin alt yüzey mikrosertlik değerleri

TARTIŞMA

Son yıllarda diş hekimliğinde klinik başarıyı artırabilmek ve toplumdaki estetik beklentileri karşılayabilmek amacıyla restoratif materyallerde yenilik arayışları devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda kompozit rezinlerde yenilikler denenerak daha üstün özelliklere sahip materyaller geliştirilmektedir. Günümüzde tek kitle kompozit dolgular, tabakalama yöntemi ile uygulanan kompozit dolgulara göre avantajlı olmaları nedeni ile popüler hale gelmiştir. Bu in-vitro çalışmada, farklı yerleştirme tekniklerinin (tek kitle/tabakalı) ve ışıkla polimerizasyon sürelerinin (20s/40s) rezin kompozitlerin mikrosertliği üzerine etkisi incelenmiştir.

Mikrosertlik, materyal üzerinde kalıcı girinti oluşumuna karşı direnç olarak tanımlanmaktadır. Mikrosertlik testleri bir materyalin mekanik özelliklerinin araştırılmasında kullanılan yöntemlerdendir. Düşük sertlik değerleri genellikle düşük aşınma direnci ve çizilmeye karşı hassasiyet ile bağlantılıdır. Bu düşük sertlik değerleri yapılan kompozit restorasyonlarda başarısızlıklara neden olmaktadır.¹⁰⁻¹³ Ayrıca kompozit materyallerde istenen en önemli özelliklerden birisi de; materyal mikrosertliğinin restorasyonun derinliğine bağlı olarak azalmamasıdır. Çalışmamızda 4 farklı kompozit materyal ve 2 farklı yerleştirme tekniği kullanılarak örneklerin alt ve üst yüzeylerdeki mikrosertlik değerleri incelenmiştir.

Her materyalin kimyasal kompozisyonunun ve doldurucu içerik özelliklerinin fiziksel özelliklerini etkilediği ve mikrosertlik değerlerinde farklılığa neden olduğu bilinmektedir.^{14,15} Çalışmamızda bu amaçla üç farklı tek kitle kompozit materyali (Grup-1: Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein), Grup-2: Quixfill (Dentsply De Trey, Konstanz-Germany), Grup-3: Ever X Posterior (GC Corp., Tokyo-Japan)) ve bir

konvansiyonel tabakalama tekniği ile uygulanan kompozit materyali (Grup-4: Tetric N Ceram (Ivoclar Vivadent, Schaan-Liechtenstein)) kullanıldı. Bulk-fill kompozit materyali olan Quixfill'de hem alt hem de üst yüzeyden ölçülen mikrosertlik değerlerinin her iki ışık uygulama süresinde de diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptandı ($p < 0.05$). En düşük mikrosertlik değerleri de inkremental teknikte yerleştirilen Tetric N Ceram grubunda gözlemlendi. Tüm gruplarda, ışıkla polimerizasyon süresi ile materyallerin hem alt hem de üst yüzeylerinden elde edilen mikrosertlik değerleri arasında pozitif korelasyon tespit edildi.

Strip band kullanılarak hazırlanan kompozit örneklerde en düzgün yüzey elde edildiği bildirilmiştir.¹⁶ Mikrosertlik testinde ancak düzgün, pürüzsüz örnek yüzeylerinden ölçümler yapılabilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda kompozit örneklerin yüzeylerinde herhangi bir bitirme ve polisaj işlemi uygulanmamış, strip band yerleştirilerek iki lam arasında sıkıştırılıp ışıkla polimerizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerin polimerizasyon derecesi uygulanan ışık süresi ve ışık mesafesi ile direkt olarak etkilenmektedir. Kompozit rezinlerin ışığa yakın yüzeyi daha kolay sertleşirken ışıktan uzak olan yüzeyinde sertleşme daha geç olmaktadır. Soygun ve arkadaşlarının farklı akışkan bulk-fill kompozitlerin mikrosertliklerini inceledikleri çalışmalarında alt yüzeylere ait sertlik değeri üst yüzeylerden daha düşük bulunmuştur.¹⁷ Derin kavite restorasyonlarında bu özelliklerinden dolayı sertleşme sürelerini artırmak gerekmektedir.¹⁸ Bu sonuçlar ile paralel olarak çalışmamızda kompozit örneklerinin alt yüzeyinde ölçülen mikrosertlik değerlerinin tüm gruplarda üst yüzey ile karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde düşük olduğu gözlemlenmiştir. Rouhollahi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya göre; mikrosertlik

değerleri kompozit restorasyonun kalınlığı ile ters orantılıdır. Restorasyonun güvenli olması için her tabakada 2 mm kalınlığında inkremental teknikle kompozitin uygulanması önerilmektedir.¹⁹ Ancak son yıllarda rezin kompozitlerdeki gelişmelere bağlı olarak klinik özellikleri yüksek tek kitle kompozit materyalleri üretilmiştir. Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde, tek kitle bir kompozit materyal olan Quixfill' in en başarılı grup olduğu görülmektedir.

Frankenberger ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise tek kitle ve tabakalama tekniği ile yerleştirilen kompozit rezin restorasyonların klinik performanslarında anlamlı bir fark saptanmamıştır.²⁰ Amaral ve arkadaşları da yapmış oldukları çalışmada tek kitle ve tabakalama tekniği ile yerleştirme yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya göre herhangi bir derinlikte mikrosertlik açısından anlamlı bir fark bildirilmemiştir.²¹ Çalışmamızda kullanılan tüm tek kitle kompozit materyallerde elde edilen mikrosertlik değerlerinin tabakalama yöntemi ile yerleştirilen kompozit materyale göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Çalışmalar arasındaki bu farklı sonuçların kullanılan materyallerin özelliklerine bağlı olabileceği düşüncesindeyiz.

Çalışmamızdan elde edilen veriler incelendiğinde, tüm gruplarda alt yüzeyden elde edilen mikrosertlik değerlerinin üst yüzeye göre anlamlı düzeyde düşük olduğu görülmektedir. ($p<0.05$) Literatürde mikrosertlik değerleri ölçümünde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Vickers ölçüm testinde, seçilen statik bir elmas ucun,

belirli bir süre içerisinde belirli bir yük altında test edilen materyale batırıldığında malzeme üzerinde bir iz bırakması değerlendirilmektedir. Yük uzaklaştırıldıktan sonra meydana gelen mikroskobik izin ölçülmesiyle değerler elde edilmektedir.²² Çalışmamızda da örneklerin alt ve üst yüzeylerine ait sertlik değerleri Vickers ölçüm testi ile ölçülmüştür. Ölçümler üçer kez tekrarlanmış ve ortalaması kaydedilmiştir. Bu ölçümler sırasında, kullanılan kompozitlerin içerisinde fiber partiküller bulunması ve homojen yapıda olmaması nedeniyle anlamsız ölçüm değerleri elde edildiğinde ölçüm tekrarlanmıştır.

Çalışmamızın sonucuna göre tek kitle uygulanan kompozit materyallerinin alt ve üst yüzeye ait mikrosertlik değerleri tabakalama tekniği ile uygulanan kompozit materyale göre daha yüksek bulunmuştur.

SONUÇ

Tek kitle uygulanan kompozit rezinler klinikte hem uygulama süresini kısaltabilecek hem de tükürük kontaminasyonu gibi sorunları minimuma indirebilecektir. Yaptığımız in-vitro çalışmada sonucunda, bu gibi durumlar göz önüne alındığında tek kitle kompozit uygulamaları özellikle pedodonti kliniklerinde kullanımı tercih edilebilir. İleride yapılacak klinik çalışmalarla farklı yerleştirme tekniklerine sahip kompozitlerin başarısının değerlendirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Uzel I, Kuru R, Eden E. The Effect of Different Application Procedures on Microleakage and Microhardness of a Bulk-Fill Composite Material. *J Ege Uni Fac Dent* 2017; 38: 48-53.
2. 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 Materials. *J Dent* 2012; 40: 500-505.
3. Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater* 2012; 28: 521-528.
4. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness Comparison of Bulk-Filled/Transtooth and Incremental-Filled/Occlusally Irradiated Composite Resins. *J Prosthet Dent* 2007; 98: 129-140.
5. El-Safty S, Silikas N, Watts DC. Creep deformation of restorative resin-composites intended for bulk-fill placement. *Dent Mater* 2012; 28: 928-935.
6. 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.
7. Topcu FT, Erdemir U, Sahinkesen G, Yıldız E, Usulan I, Açikel C. Evaluation of Microhardness, Surface Roughness and Wear Behavior of Different Types of Resin Composites Polymerized with Two Different Light Sources. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010; 2: 470-478.
8. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of Placement Techniques on Vickers and Knoop Hardness of Class II Composite Resin Restorations. *Dent Mater* 2004; 20: 726-732.
9. Yaman BC, Güray EB, Dörter C, Erdilek D, Gömeç Y. Klas II Kompozit Restorasyonların Aproksimal ve Pulpal Yüzeylerinin Mikrosertliğinin in-vitro Olarak İncelenmesi. *J Istanbul Uni Fac Dent* 2008; 42: 41-47.
10. Jendersen MD. Clinical Behavior of 21st Century Adhesives and Composites. *Quintessence Int* 1993; 24: 659-662.
11. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical Properties of New Composite Restorative Materials. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 353-361.
12. Moraes RR, Marimon JLM, Schneider LFJ, Sinhorette MAC, Correr-Sobrinho L, Boeno M. Effects of Months of Aging in Water on Hardness

- and Surface Roughness of Two Microhybrid Dental Composites. *J Prosthodont* 2008; 17: 323-326.
13. Say EC, Civelek A, Nobecourt A, Ersoy M, Gülyüz C. Wear and Microhardness of Different Resin Composite Materials. *Oper Dent* 2003; 28: 628-634.
 14. Braem M, Finger W, Van Doren VE, Lambrechts P, Vanherle G. Mechanical Properties and Filler Fraction of Dental Composites. *Dent Mater* 1989; 5: 346-348.
 15. Chung KH, Greener EH. Correlation between The Degree Conversion, Filler Concentration and Mechanical Properties of Posterior Composite Resins. *J Oral Rehabil* 1990; 17: 487-494.
 16. Yazıcı AR, Müftü A, Kugel G. Three dimensional Surface Profile Analysis of Different Types of Flowable Restorative Resins Following Different Finishing Protocols. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8: 9-17.
 17. Soygun K, Ünal M, Özer A, Gülnahar E, Bolayır G. Farklı Akışkan Bulk-Fill Kompozitlerin Mikrosertliklerinin Araştırılması. *Cumhuriyet Dental J* 2014; 17: 24-28
 18. Kanca J. Visible Light-Activated Composite Resins, A Comparison of Surface Hardness and Uniformity of Cure. *Quintessence Int* 1985; 5: 345- 347.
 19. Rouhollahi MR, Mohammadibasir M, Talim S. Comparative Depth of Cure Among Two Light-Cured Core Build-Up Composites by Surface Vickers Hardness. *J Dent Tehran* 2012; 9: 255-261.
 20. Frankenberger R, Schultz M, Roggendorf MJ. Bulk-Fill vs. Layered Resin Composite Restorations in Class II Cavities. *Bangabandhu S M Med Uni J* 2018; 11: 29.
 21. Amaral CM, De Castro AKBB, Pimenta LAF, Ambrosano GMB. Influence of Resin Composite Polymerizations Techniques on Microleakage and Microhardness. *Quintessence Int* 2002; 33: 685-689.
 22. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical Properties of New Composite Restorative Materials. *J Biomed Mater Res* 2000; 53: 353-361.