

Evaluation of The Effects of Whitening Toothpastes on the Surface Properties of New Generation Flowable Composite Resins

Beyazlatıcı Özellikli Diş Macunlarının Yeni Nesil Akışkan Rezin Kompozitlerin Yüzey Özelliklerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Cansu Merve Karaltı¹ ID, Gülçin Bilgin Göçmen² ID, Elif Alkan² ID, Dilek Tağtekin² ID

¹ Marmara University Department of Restorative Dentistry, Institute of Health Sciences, Istanbul, Türkiye

² Marmara University, Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Istanbul, Türkiye

Öz

Amaç: Bu in vitro çalışmanın amacı, beyazlatıcı diş macunuyla fırçalamanın, yeni nesil yüksek dolduruculu akışkan kompozit rezinlerin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelenmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmada Gaenial Injectable Flow (GC, Tokyo, Japonya), Clearfil Majesty Flow (Kuraray, Tokyo, Japonya), Omnichroma Flow (Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya) olmak üzere; 3 farklı yüksek dolduruculu akışkan kompozit rezinden 8 mm çapta 90 adet örnek hazırlandı ve polimerize edildi (Valo Grand, Ultradent, ABD). Örnekler disklerle (Sof-Lex, 3M ESPE, ABD) ve cila kiti (Sof-Lex, 3M ESPE, ABD) ile bitim ve cila işlemlerine tabi tutuldu. Tağtekin & Korkut tarafından tasarlanan basınç sensörlü ve kuvvet ayarlı fırçalama cihazı, 6 aylık fırçalama sürecini taklit edecek şekilde ayarlandı. Göreceli Dentin Aşındırıcılığı (RDA) değerlerine göre seçilmiş Beyazlatıcı diş macunu (R.O.C.S. Aktif Kalsiyum, DRC, İsviçre), Geleneksel diş macunu (Sensodyne Promine, GSK, Birleşik Krallık) ve distile su ile fırçalama yapıldı (EN ISO 14569 - 2007 standart). Fırçalama öncesi ve sonrası pürüzlülük, mikrosertlik ve SEM ölçümleri yapıldı. Veriler, SPSS v29 programında istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Tüm gruplarda pürüzlülüğün arttığı görüldü ($p < 0,001$). R.O.C.S. grubunda pürüzlülük artışı istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p < 0,001$). Mikrosertlik azalışı açısından gruplar arasında anlamlı farklar saptandı ($p = 0,041$). En düşük pürüzlülük değerine sahip kompozit GC Gaenial Universal Injectable Flow, en yüksek sertlik değerini ise Kuraray Clearfil Majesty Flow göstermiştir.

Sonuç: Beyazlatıcı diş macunu grubunda pürüzlülük artış oranı daha yüksek kaydedildi. Tüm gruplarda mikrosertlik anlamlı düzeyde azalmakla ($p < 0,001$) birlikte, en belirgin sertlik kaybı $13,5 \pm 7,4$ oranıyla geleneksel diş macunu grubunda görüldü. Bu durumun, formülasyonda bulunan silika partiküllerinin boyutu, miktarı gibi çeşitli etkenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akışkan kompozit rezin, Beyazlatıcı diş macunu, Diş fırçalama, Mikrosertlik, Yüzey pürüzlülüğü

ABSTRACT

Objective: This in vitro study aims to investigate the effects of brushing with whitening toothpaste on the surface properties of new-generation flowable composites with high filler content.

Materials and Methods: Three high-filler flowable composites Gaenial Injectable Flow (GC, Tokyo, Japan), Clearfil Majesty Flow (Kuraray, Tokyo, Japan), Omnichroma Flow, One Shade (Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) were investigated. Ninety disc-shaped specimens (8 mm in diameter) were fabricated and polymerized (Valo Grand, Ultradent, USA). Specimens underwent finishing and polishing using disc-based system (Sof-Lex, 3M ESPE, ABD) and a polishing kit (Sof-Lex, 3M ESPE, USA). The pressure-sensor-equipped and force-adjustable brushing device developed by Tağtekin & Korkut was calibrated to simulate six months of brushing. Brushing was conducted using a whitening toothpaste (R.O.C.S. Active Calcium Whitening, DRC, Switzerland), a regular toothpaste (Sensodyne Pronamel, GSK, UK), and distilled water, selected based on their Relative Dentin Abrasivity (RDA) values (EN ISO 14569-2007). Surface roughness, microhardness, SEM analyses were performed before and after brushing. Data were statistically analyzed using SPSS v29.

Results: Surface roughness significantly increased in all groups ($p < 0.001$), with R.O.C.S. exhibiting a statistically higher increase ($p < 0.001$). Significant reduction in microhardness ($p = 0.041$). GC Gaenial Universal Injectable Flow demonstrated the smoothest surface, while Kuraray Clearfil Majesty Flow exhibited highest microhardness.

Conclusion: Surface roughness increased more in the whitening toothpaste group. Although microhardness decreased significantly in all groups ($p < 0.001$). Surface roughness increased more in the whitening toothpaste group. The greatest microhardness reduction occurred in the regular toothpaste group ($13.5 \pm 7.4\%$), possibly due to factors like silica particle size, content.

Keywords: Flowable composite resin, Microhardness, Surface Roughness, Tooth brushing, Whitening toothpaste

Corresponding Author

Cansu Merve Karaltı (✉)
cansumervekaralti7@gmail.
com

Article History

Submitted 26.02.2025

Revised 24.03.2025

Accepted 26.03.2025

Published 30.04.2025

How to cite this article: Karaltı, C., M., Göçmen, G., B., Alkan, E., Tağtekin, D. Beyazlatıcı Özellikli Diş Macunlarının Yeni Nesil Akışkan Rezin Kompozitlerin Yüzey Özelliklerine Etkisinin Değerlendirilmesi. European Journal of Research in Dentistry, 2025;9(2): 40-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/erd.92>



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

GİRİŞ

Son yıllarda hastalarda beyaz dişlere olan ilgi ve estetik kaygı arttıkça üreticiler ofis ve ev tipi beyazlatma ürünlerine alternatif olarak tezgâh üstü (OTC-Over the Counter Products) pek çok ürün piyasaya sürmüştür. Kolay erişilebilirliği sebebiyle beyazlatıcı diş macunlarına olan talep de artmıştır (Epple ve ark., 2019). İdeal bir diş macunu, diş sert dokusu ve restoratif materyallerin yüzey özelliklerinde minimum değişime sebep olmalıdır (Amaechi ve ark., 2020). Kompozit restorasyonların yüzey kalitesi, restorasyonun başarısında rol oynayan önemli faktörlerden biridir.

Kompozitler, doldurucu olarak adlandırılan sert inorganik partiküllerin, organik rezin matris içerisinde dağılmasıyla oluşur. Kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özellikleri büyük ölçüde kullanılan doldurucuların niteliklerine ve monomer bileşiminin yapısına bağlı olarak şekillenmektedir (Peutzfeldt ve ark., 1997). Restoratif materyallerin pürüzsüz yüzey sergilemeleri hem diş hem de çevre dokuların sağlıklı kalabilmeleri ve uygun estetik görünümün sağlanması açısından önemlidir. Pürüzsüz bir yüzey, plak birikimini ve renklenmeyi azaltarak sağlıklı bir periodonsiyumun korunmasını destekler, restorasyonun estetik özelliklerini ve kullanım ömrünü uzatır. Ayrıca, yüzey sertliği, çizilmeye ve aşınmaya karşı direnci artırırken, materyalin deformasyonuna direnç göstererek klinik başarının sürdürülmesine katkı sağlar. (Sonugelen ve ark., 1997).

Diş macunları, restoratif materyaller üzerinde pürüzlülük, mikrosertlik gibi yüzey özelliklerini değiştirecek etkinliğe sahip olabilmektedir. Göreceli Dentin Aşındırıcılığı (Relative Dentin Abrasion, RDA) prosedürü, Grabenstetter ve arkadaşlarının geliştirdiği Radyoaktif Dentin Aşındırıcılığı yöntemine dayanarak diş macunu aşındırıcılığını belirlemek için kullanılmıştır (Grabenstetter ve ark., 1958). Diş macunlarının aşındırıcılık potansiyeli çoğunlukla pratik, bilimsel ve etik nedenlerle Amerikan Diş Hekimleri Birliği'nin belirlediği şekilde *in vitro* olarak değerlendirilir (González-Cabezas ve ark., 2013). RDA değeri diş macunlarının aşındırıcılıklarının kıyaslanabilmesini sağlamaktadır. RDA değeri yüksek olan macunlar, düşük olanlara göre daha fazla aşındırıcı kapasiteye sahiptir. RDA değeri 0-70 arasında olan macunlar düşük, 71-100 arasında olanlar orta, 101-150 arasında olanlar yüksek aşındırıcı diş macunu olarak kabul edilirken 151-250 arasındaki RDA değeri ise zararlı sınır olarak değerlendirilir. Bir diş macununun aşındırıcılığının fazla olması ağız içerisindeki sert ve yumuşak dokularda hasara sebep olabilmektedir (Singla & Viridi, 2021). Beyazlatıcı bir diş macunu, dışsal lekeleri etkili bir şekilde çıkarabilmeli ve yüzey özelliklerini değiştirmemelidir.

Leke, plak ve diş taşı gibi birikimleri engellemek için pürüzsüz parlak bir yüzey sağlayarak hem restorasyonların estetiğinin korunmasına hem de genel ağız sağlığına katkıda bulunmalıdır. Yüzey pürüzlülüğü, restorasyonun renk değişiminde en çok payı olan faktörlerden biridir. Dental restoratif materyallerin ağız içinde kullanılabilirliği için ortalama yüzey pürüzlülüğü 0,2 μ m'nin altında olmalıdır. (Bollen ve ark., 1997). Bu değer üzerindeki yüzey pürüzlülüğü değerlerinde bakteriyel tutunmanın gerçekleşebileceği bildirilmiştir. (Heintze ve ark., 2006). Aynı zamanda 0,3 μ m ve üzerindeki pürüzlülükler hastanın dil ucuyla algılanabildiğinden materyal pürüzsüzlüğü hasta konforunu da arttırabilmektedir (AlAli ve ark., 2021; Kamonkhantikul ve ark., 2014; Singh ve ark., 2021). Pürüzsüz bir yüzeyin varlığı materyalin kusurlarını ortadan kaldırmakla birlikte dayanımını da arttırmaktadır (Mallya ve ark., 2013).

Son yıllarda akışkan kompozitler, diş hekimliğinde estetik restorasyon uygulamalarında yaygın olarak tercih edilen materyaller arasında yer almaya başlamıştır. Yüksek doldurucu oranına sahip akışkan kompozitler enjekte edilebilir kompozitler olarak da adlandırılır. Polimerizasyon büzülmesi ve stresinin azaltılması sayesinde gelişmiş mekanik özellikler kazanmıştır (Shimanti ve ark., 2020). Geleneksel kompozitlere kıyasla daha düşük viskoziteye sahip olmalarına rağmen, yüksek doldurucu içeriği sayesinde fiziksel özellikleri önemli ölçüde iyileştirilmiştir. (Kitasako ve ark., 2016). Materyal içeriğindeki inorganik partiküllerin gelişimi ile birlikte daha yüksek aşınma direncine sahip restorasyonlar elde edilirken, materyallerin cilalanabilirliği de geliştirilmiştir (Lu ve ark., 2006).

Çalışmamızda, farklı RDA değerlerine sahip diş macunlarıyla fırçalamanın yüksek dolduruculu akışkan kompozit rezinlerin yüzey özelliklerine etkilerinin değerlendirilmesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik değişimlerinin *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Farklı RDA değerlerine sahip diş macunlarıyla yapılan fırçalamanın, yüksek dolduruculu akışkan kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik özelliklerinde, kompozit rezinin doldurucu partikül tipine ve diş macununun içeriğine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı değişimlere neden olacağı öngörülmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma için ön bölge restorasyonlarda kullanıma endikasyonları bulunan üç farklı rezin esaslı yüksek dolduruculu akışkan kompozit ile bir beyazlatıcı özellikli, bir geleneksel diş macunu seçildi. Çalışmada kullanılan kompozit materyaller Tablo 1'de, diş macunları ise Tablo 2'de sunuldu.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin üretici firma bilgilerine göre içerikleri.

Kompozit Rezinler	Partikül Tipi, Oranı Ağırlık/Hacim	Doldurucu Partikül İçeriği	Resin matriks İçeriği	Üretici Firma
 Gaenial Universal Injectable Flow	Nanohibrit %69/45	Silikon dioksit (16 nm), Stronsiyum cam (200 nm), renklendirici, fotobaşlatıcı	UDMA, Bis-MEPP, TEGDMA	GC, Tokyo, Japonya
 Omnichroma Flow, One Shade	Suprananosferikal %70/57	Tek tip boyutlu supranano küresel (260nm SiO ₂ -ZrO)	UDMA, 1.9 Nonanediol Dimethacrylate	Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya
 Clearfil Majesty Flow	Mikrohibrit %75/59	Silanlı baryum cam, silanlı silika, kamforkinon, hızlandırıcılar, başlatıcılar, (0.18-3.5 mm)	TEGDMA, Hidrofobik aromatik dimetakrilat	Kuraray Noritake Dental, Okayama Japonya

Tablo 2. Çalışmada kullanılan beyazlatıcı diş macunlarının içerikleri.

Macun Resmi	Üretici Firma	İçerik
 RDA: 37	Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu (GSK, Birleşik Krallık)	Distile su, sorbitol, silika hidrat, gliserin, potasyum nitrat, PEG-6, sodyum laktat, Aroma, ksantin sakızı, kokamidopropil betain (CAPB), sodyum metil kokoil taurat, sodyum sakkarin, sodyum florid, PVM/MA kopolimer, limonene, sodyum hidroksit, sitral, CI 74160.
 RDA: 120	R.O.C.S Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu (DRC Grup, İsviçre)	Distile su, silika, sorbitol, gliserin, ksilitol, sodyum lauril sülfat, ksantin sakızı, aroma, magnezyum klorid, sodyum gliserofosfat, metilparaben, kalsiyum gliserofosfat, sodyum sakkarin, propilparaben, sodyum silikat, linalool, limonene.

Bu in vitro çalışma için 2 mm kalınlığında, 8 mm çapında örnekler hazırlandı. Işık gücü standart modda 1000 mW/cm² olan ve dalga boyu 385-515 nm aralığında olan LED ışık cihazı (Valo Grand, Ultradent, ABD) ucu her bir örneğe dik gelecek şekilde cam lamel üzerine yerleştirildi ve akışkan kompozit rezinler üretici firmanın talimatları doğrultusunda 20 sn polimerize edildi. Polimerizasyon sonrası her bir örneğin bitim ve cila işlemleri kalından inceye doğru 4 aşamalı disk sistemi (Sof-Lex, 3M ESPE, ABD) ile ortalama basınçla su soğutması altında 10'ar saniye uygulandı. Ardından cila kiti (SofLex, 3M ESPE, ABD) ile üretici firma talimatına uygun şekilde cilalandı.

Hazırlanan tüm örnekler artık monomerlerden arınması amacıyla distile su içerisinde 37 C'de 24 saat bekletildi.

Örneklerin Gruplara Ayrılması

Örnek sayısının belirlenmesinde Power Analizi kullanıldı. G*Power V. 3.1.9.6 programı kullanılarak yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik için örnek genişliği hesaplandı. Pürüzlülük değerleri dikkate alındığında; %95 güven (1-α), %95 test gücü (1-β), f=0,508 etki büyüklüğü ile her bir grupta 4 olmak üzere toplamda 36 örnek, (Forouzanfar ve ark., 2023). G*Power V. 3.1.9.6 programı kullanılarak

örnek genişliği hesaplandı. Mikrosertlik değerleri dikkate alındığında; %95 güven (1- α), %95 test gücü (1-B), $f=0,45$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 5 (81/18) olmak üzere toplamda 45 örnek çalışmaya dahil edilmeli olarak belirlendi (Faul ve ark., 2007; Salama ve ark., 2020).

Çalışma için gerekli örneklem sayısı mikrosertlik için minimum 5, yüzey pürüzlülüğü için minimum 4 olarak saptanmıştır. Parametrik olmayan testler ve çalışma dışı kalabilecek durumlar için ilave örneklem alınması planlandı ve $n=10$ olarak belirlendi.

Her kompozit grubu her macun grubuyla muamele göreceğinden, 10'ar numuneden toplam 3 grup oluşturuldu. Grup A: 30 örnek ($n=10$) Grup B: 30 örnek ($n=10$) Grup C: 30 örnek ($n=10$) olmak üzere, toplamda 9 grup planlandı ve 90 adet örnek hazırlanmasına karar verildi. Hazırlanan 90 örnek, her bir grupta 10 örnek olacak şekilde, diş macunu kullanımına göre rastgele gruplara ayrıldı ($n=10$).

Deney Grupları

Grup 1: Distile su - Clearfil Majesty Flow

Grup 2: Distile su - GC Gaenial Universal Injectable Flow

Grup 3: Distile su - Tokuyama Omnichroma Flow, One Shade

Grup 4: Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu - Clearfil Majesty Flow

Grup 5: Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu - GC Gaenial Universal Injectable Flow

Grup 6: Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu - Tokuyama Omnichroma Flow, One Shade

Grup 7: R.O.C.S Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu - Clearfil Majesty Flow

Grup 8: R.O.C.S Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu - GC Gaenial Universal Injectable Flow

Grup 9: R.O.C.S Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu - Tokuyama Omnichroma Flow, One Shade

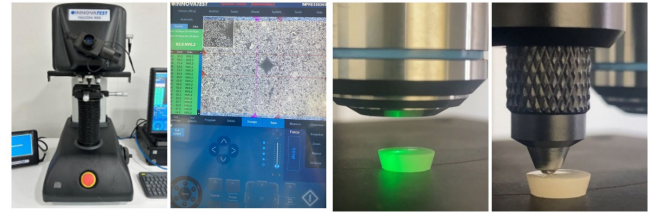
Yüzey Pürüzlülüğü ve Mikrosertlik Ölçüm İşlemi

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğünü ölçmek üzere profilometre cihazı (Marsurf PS10, Mahr GmbH, Almanya) kullanıldı, PHT 350 probu ile 3 ayrı bölgeden ölçüm yapıldı ve Ra değerleri kaydedildi. Cihazın kalibrasyonu her yeni gruptan sonra üretici firmanın talimatları doğrultusunda ve cihazın bir parçası olan kalibrasyon plakası aracılığıyla yapıldı. Kalibrasyonun ardından profilometrenin okuyucu ucu ile örnek disk arasındaki değme açısı 90° olacak şekilde, her örnek sırası ile cihazın standart ölçüm tablası üzerine yerleştirildi. Elmas ucun "cut off" değeri 2,5 mm olarak ayarlandı. Ölçümler örneklerin merkezinden dış yüzeyine doğru olmak üzere yapıldı. Her bir örnekten üçer ölçüm yapılarak, değerlerin ortalaması alındı. Ölçümler fırçalama döngüsü öncesi ve sonrasında kaydedildi (Şekil 1).



Şekil 1. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) ölçümlerinde kullanılan profilometre cihazı (Marsurf PS10, Mahr GmbH, Almanya)

Örneklerin sertlikleri mikrosertlik test cihazı (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) kullanılarak ölçüldü. Ölçüm yapılan yüzeyin düz yüzey olmasına dikkat edilerek 15 saniye süre ile 200 gr kuvvet uygulanarak alanın 3 ayrı bölgesinden ölçümler yapıldı. Daha sonra bu 3 ölçümün ortalaması alınarak ortalama örnek değeri elde edildi. Ölçümler fırçalama döngüsü öncesi ve sonrasında kaydedildi (Şekil 2).



Şekil 2. Mikrosertlik analizlerinde kullanılan Vickers sertlik test cihazı (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya)

Fırçalama İşlemi

Başlangıç değerleri kaydedildikten sonra, her bir örnek kuvvet ayarlı basınç sensörlü fırçalama ve cila simülatöründe fırça başlığına paralel bir konuma yerleştirildi. Diş fırçası olarak Colgate Neo 2548 orta sert diş fırçası (Unilever, İstanbul, Türkiye) seçildi. Çalışmada Tağtekin & Korkut tarafından tasarlanan basınç sensörlü ve kuvvet ayarlı fırçalama cihazı (Şekil 3) kullanıldı (Meseli ve ark., 2025). Cihazın fırçalama sırasında macun ve su çıkışını emecek ve göllenme yapmayacak şekilde su çıkışı sağlayan bir gideri bulunmaktadır. Manuel fırçalama simüle edilirken, fırça başlığına yatay hareket yaptırılarak ağız ortamı taklit edilmeye çalışıldı. Fırçalama simülasyon makinesine yerleştirilen örnekler istenen basınç aralığında sabit olarak fırçalanabilmektedir.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan Tağtekin & Korkut tarafından tasarlanan basınç sensörlü ve kuvvet ayarlı fırçalama cihazı

Çalışmamızda beyazlatıcı macun olarak RDA değeri 120 olan R.O.C.S. Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu, pozitif kontrol grubu olarak RDA değeri 37 olan Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu ve negatif kontrol grubu olarak da distile su ile fırçalama yapıldı. Örnekler ISO standartlarında 1'e 2 oranında hazırlanmış (EN ISO 14569 - 2007 standart) diş macunu/su karışımı olan haznenin içerisinde 5000 ileri-geri hareket ile fırçalandı. 5000 döngü, sağlıklı bir insanın günde 2 kez fırçalama sıklığına dayanarak yaklaşık 6 aylık bir sürece denk gelmektedir. (Monteiro ve Spohr, 2015; Suzuki ve ark., 2009). Solüsyon her 10000 fırçalama döngüsünün ardından yenilendi (Kamonkhantikul ve ark., 2014; Suzuki ve ark., 2012)

İstatistiksel Analiz

Araştırma verilerinin analizinde IBM SPSS v29 programı kullanıldı. Tanımlayıcı veriler, normal dağılıma uyma durumlarına göre ortalama $\pm$ Standart Sapma (SS) veya ortanca (1. - 3. çeyreklik) şeklinde sunuldu. Mikrosertlik ve pürüzlülük değerleri ile bu değerlerin değişim yüzdelerinin gruplar arası karşılaştırmalarında, normal dağılıma uygunluk durumuna göre Kruskal-Wallis Testi veya Tek Yönlü ANOVA testi uygulandı. Kompozit türü ve kullanılan macunun birlikte değerlendirilmesi için iki yönlü ANOVA kullanıldı; kompozit türü ve macun arasında etkileşim tespit edilmesi üzerine, her kompozit-macun ikilisini ayrı ayrı değerlendirmek ve en ideal ikiliyi bulmak amacıyla her bir kompozit-macun ikilisi ayrı olarak gruplandırılarak Tek Yönlü ANOVA ile incelendi. Analiz sürecinde varyans homojenliği (Levene's Test) sonuçlarına göre post-hoc yöntemi belirlendi; homojenliğin sağlandığı durumlarda Tukey, homojenliğin ihlal edildiği hallerde ise Tamhane's T2 testi kullanıldı. Tüm analizlerde tip 1 hata payı %5 kabul edildi.

BULGULAR

Uygulanan müdahale türüne bağlı olarak pürüzlülük ve mikrosertlik değerlerinin başlangıç, bitiş ve bu değerler arasındaki değişim yüzdeleri (artış/azalış) Tablo 3'te detaylı şekilde sunuldu. Müdahale öncesinde macunsuz grupta pürüzlülük değeri ortalama $\pm$ 0,074 $\pm$ 0,036, Sensodyne grubunda 0,078 $\pm$ 0,041 ve R.O.C.S. grubunda 0,076 $\pm$ 0,039 olarak ölçüldü; gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmadı (Tek Yönlü ANOVA Testi, $p=0,925$). Müdahale sonrasında pürüzlülük değeri macunsuz fırçalama grubunda 0,087 $\pm$ 0,044, Sensodyne grubunda 0,094 $\pm$ 0,044 ve R.O.C.S. grubunda 0,107 $\pm$ 0,037 olarak tespit edildi; bu aşamada da gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tek Yönlü ANOVA Testi, $p=0,179$). Buna karşın pürüzlülükteki artış yüzdeleri incelendiğinde, Macunsuz grup için 18,2 $\pm$ 15,3, Sensodyne için 23,7 $\pm$ 17,2 ve R.O.C.S. için 55,2 $\pm$ 35,8 olarak hesaplandı; buradaki fark istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde bulundu. (Tek Yönlü ANOVA Testi,

$p<0,001$). İkili karşılaştırmalarda söz konusu farklılığın R.O.C.S. grubundan kaynaklandığı görüldü.

Tablo 3. Uygulanan Macun Tipine Göre Pürüzlülük ve Mikrosertlik Değerlerinin Dağılımı.

	Pürüzlülük			p değeri*
	Önce Ortalama $\pm$ SS	Sonra Ortalama $\pm$ SS	Artma Yüzdesi Ortalama $\pm$ SS	
Macunsuz	0,074 $\pm$ 0,036	0,087 $\pm$ 0,044	18,2 $\pm$ 15,3 ^a	<0,001
Sensodyne	0,078 $\pm$ 0,041	0,094 $\pm$ 0,044	23,7 $\pm$ 17,2 ^a	<0,001
R.O.C.S.	0,076 $\pm$ 0,039	0,107 $\pm$ 0,037	55,2 $\pm$ 35,8 ^b	<0,001
p değeri**	0,925	0,179	<0,001	
	Mikrosertlik			p değeri*
	Önce Ortalama $\pm$ SS	Sonra Ortalama $\pm$ SS	Azalma Yüzdesi Ortalama $\pm$ SS	
Macunsuz	56,7 $\pm$ 12,6	51,1 $\pm$ 11,3	9,8 $\pm$ 6,0 ^a	<0,001
Sensodyne	59,2 $\pm$ 15,9	50,7 $\pm$ 12,2	13,5 $\pm$ 7,4 ^a	<0,001
R.O.C.S.	57,8 $\pm$ 15,8	51,4 $\pm$ 12,1	10,1 $\pm$ 5,4 ^b	<0,001
p değeri**	0,810	0,972	0,041	

SS: Standart Sapma.

*Bağımlı Gruplarda T Testi, başlangıç ve bitiş değerleri için

**Tek Yönlü ANOVA Testi, gruplar arası ikili karşılaştırmalarda arasında anlamlı fark olmayan gruplar aynı üssel harf (^{a,b,c,d}) ile gösterildi.

Mikrosertlik başlangıç değerleri incelendiğinde, macunsuz fırçalama grubunda ortalama $\pm$ SS 56,7 $\pm$ 12,6, Sensodyne grubunda 59,2 $\pm$ 15,9 ve R.O.C.S. grubunda 57,8 $\pm$ 15,8 olarak ölçüldü; gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tek Yönlü ANOVA Testi, $p=0,810$). Müdahale sonrasında ise macunsuz fırçalama grubunda 51,1 $\pm$ 11,3, Sensodyne grubunda 50,7 $\pm$ 12,2 ve R.O.C.S. grubunda 51,4 $\pm$ 12,1 değerleri elde edildi; gruplar arasında yine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık saptanmadı (Tek Yönlü ANOVA Testi, $p=0,972$). Mikrosertlikteki azalış yüzdeleri incelendiğinde, macunsuz fırçalama grubu için 9,8 $\pm$ 6,0, Sensodyne için 13,5 $\pm$ 7,4 ve R.O.C.S. için 10,1 $\pm$ 5,4 hesaplanmış olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tek Yönlü ANOVA Testi, $p=0,041$). İkili karşılaştırmalar sonucunda bu farklılığın Sensodyne grubundan kaynaklandığı belirlendi.

Elde edilen bulgulara göre, fırçalama prosedürü sonrasında en yüksek pürüzlülük değeri Kuraray Clearfil Majesty Flow kompozitinde (K4: 0,149 $\pm$ 0,024), en düşük pürüzlülük değeri ise GC Gaenial Universal Injectable Flow kompozitinde (G1: 0,047 $\pm$ 0,011) ölçüldü.

Mikrosertlik ölçümleri sonucunda, fırçalama prosedürü sonrası en yüksek sertlik değeri Kuraray Clearfil Majesty Flow kompozitinde (K4: 65,4 $\pm$ 3,9), en düşük sertlik değeri ise Tokuyama Omnicroma Flow, One Shade kompozitinde (T4: 36,8 $\pm$ 0,8) kaydedildi.

Tablo 4. Macun Kompozit Etkileşimine Göre Pürüzlülük ve Mikrosertlik Değerlerinin Dağılımı.

	Pürüzlülük			p değeri*
	Önce Ortalama ± SS	Sonra Ortalama ± SS	Artma Yüzdesi Ortalama ± SS	
T1	0,071 ± 0,013 ^a	0,078 ± 0,010 ^{a,b}	9,7 ± 9,6 ^a	0,003
T2	0,061 ± 0,007 ^{a,b}	0,085 ± 0,007 ^a	41,2 ± 17,3 ^b	<0,001
T4	0,048 ± 0,006 ^{a,b}	0,086 ± 0,012 ^a	81,4 ± 21,6 ^c	<0,001
G1	0,039 ± 0,009 ^b	0,047 ± 0,011 ^c	21,7 ± 20,0 ^{a,b}	0,006
G2	0,044 ± 0,010 ^b	0,050 ± 0,011 ^{b,c}	15,6 ± 9,2 ^a	<0,001
G4	0,053 ± 0,021 ^{a,b}	0,085 ± 0,026 ^a	67,1 ± 32,0 ^c	<0,001
K1	0,112 ± 0,030 ^c	0,137 ± 0,036 ^d	23,3 ± 11,7 ^{a,b}	<0,001
K2	0,129 ± 0,028 ^c	0,147 ± 0,026 ^d	14,3 ± 7,4 ^a	<0,001
K4	0,127 ± 0,015 ^c	0,149 ± 0,024 ^d	17,1 ± 10,3 ^{a,b}	<0,001
p değeri**	<0,001	<0,001	<0,001	
	Mikrosertlik			p değeri*
	Önce Ortalama ± SS	Sonra Ortalama ± SS	Azalma Yüzdesi Ortalama ± SS	
T1	43,5 ± 3,5 ^a	38,3 ± 2,6 ^a	11,6 ± 4,7 ^{a,b,c}	<0,001
T2	43,6 ± 4,8 ^a	36,9 ± 2,0 ^a	14,6 ± 8,9 ^{a,b,d}	0,001
T4	40,2 ± 0,9 ^a	36,8 ± 0,8 ^a	8,4 ± 2,4 ^{b,c}	<0,001
G1	54,2 ± 2,5 ^b	49,9 ± 1,6 ^b	7,7 ± 5,9 ^{c,d}	0,003
G2	54,3 ± 1,0 ^b	50,1 ± 1,1 ^b	7,8 ± 2,5 ^{c,d}	<0,001
G4	55,6 ± 1,7 ^b	52,0 ± 1,7 ^b	6,4 ± 3,4 ^c	<0,001
K1	72,4 ± 4,3 ^c	64,9 ± 2,6 ^c	10,0 ± 7,0 ^{b,c}	0,002
K2	79,6 ± 5,5 ^d	65,1 ± 5,8 ^c	18,2 ± 5,3 ^a	<0,001
K4	77,6 ± 4,2 ^d	65,4 ± 3,9 ^c	15,5 ± 4,9 ^{a,b}	<0,001
p değeri**	<0,001	<0,001	<0,001	

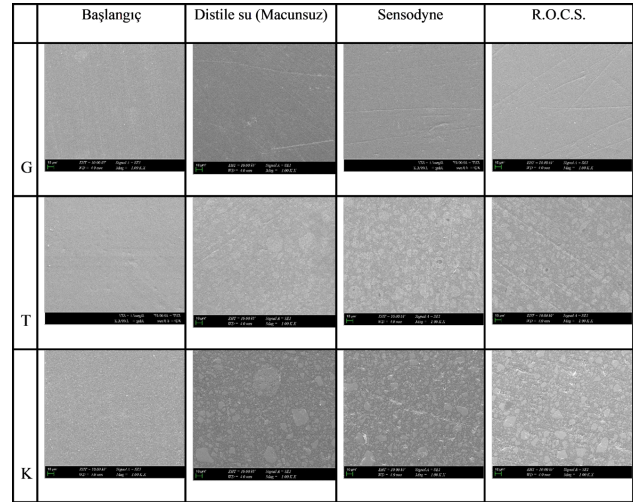
T: Tokuyama Omnichroma Flow, One Shade, G: GC Gaenial Universal Injectable Flow, K: Kuraray Clearfil Majesty Flow, 1: Macunsuz, 2: Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu, 4: R.O.C.S. Aktif Kalsiyum Beyazlatıcı Diş Macunu, SS: Standart Sapma.

*Bağımlı Gruplarda T Testi, başlangıç ve bitiş değerleri için

**Tek Yönlü ANOVA Testi, gruplar arası ikili karşılaştırmalarda arasında anlamlı fark olmayan gruplar aynı üssel harf (^{a,b,c,d}) ile gösterildi.

Uygulanan müdahalenin türü ve kompozit türü kombinasyonuna göre karşılaştırıldığında pürüzlülük artma yüzdesinin en çok Tokuyama-R.O.C.S., en az Tokuyama-Macunsuz grubunda olduğu; mikrosertlik azalma yüzdesinin ise en çok Kuraray-Sensodyne, en az GC-R.O.C.S. grubunda olduğu görüldü.

Fırçalanan ve fırçalama yapılmayan kompozit örneklerin SEM analizleri, x1000 büyütmede EVO MA10 (Carl Zeiss, Almanya) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir gruptan rastgele seçilen örneklerin incelenmesi sonucunda, kompozit rezin yüzeylerinde çatlak, kırık ya da inorganik partiküllerin kopmasına ilişkin herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Şekil 4).



Şekil 4. SEM görüntüleri x1000 büyütme. G: Gaenial Universal Injectable Flow T: Omnichroma Flow, One Shade K: Clearfil Majesty Flow

TARTIŞMA

Restoratif materyallerin klinik başarısında birçok faktör rol oynamakla birlikte yüzey pürüzlülüğünün, materyallerin dayanıklılık ve uzun dönem kullanımlarını doğrudan ve dolaylı olarak etkilediği bildirilmektedir (Arisu ve ark., 2008). Restoratif materyallerin klinik başarısında, mekanik özelliklerinin yanı sıra estetik özelliklerinin de etkili olduğu görülmektedir. Diş fırçalama işleminin de yüzey pürüzlülüğünü artıran önemli bir faktör olduğu ortaya koyulmuştur (Tanoue ve ark., 2000). Restoratif materyallerin önemli bir fiziksel özelliği olan yüzey pürüzlülüğü materyallerin direkt olarak parlaklık, renk, sertlik gibi yüzey özelliklerini etkilemektedir (Cilli ve ark., 2009).

Çalışmamızın bulguları, farklı RDA değerlerine sahip diş macunlarıyla yapılan fırçalamanın, nanohibrit, nanospherical ve mikrohibrit doldurucu partiküller içeren yüksek dolduruculu akışkan kompozit rezinlerin, yüzey özellikleri üzerinde farklılık yarattığını gösterdi ve bu doğrultuda öne sürülen hipotezimiz kabul edildi.

Literatürde restoratif materyallerin yüzey özelliklerindeki değişimin incelendiği birbirinden farklı çalışmalar bulunmakla birlikte, diş macunu ve fırçalamanın akışkan kompozitler üzerindeki etkisini gösteren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

Çalışmalarda yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için en sık kullanılan yöntemlerden biri profilometrelerdir. Ölçüm sırasında numunelere zarar verilmemesi profilometre cihazlarının en önemli tercih sebeplerinden biridir (Hepdeniz ve ark., 2019; Singla & Viridi, 2021).

Yapılan bazı çalışmalarda görülen ortak sonuçlara göre; diş fırçalama sonrası rezin matristeki aşınmanın, doldurucu partiküllerin yüzeyden çıkıntılı kalmasına

ve sonrasında bu partiküllerin koparak yüzeyde boşluk oluşumuna neden olarak yüzey pürüzlülüğünü artırdığı bildirilmiştir. Küçük partikül boyutlu materyallerin daha pürüzsüz yüzey sağladığı; partikül boyutu büyüdükçe yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirtilmiştir (Antonsen ve ark., 2011; Malayasi ve ark., 2015; Ryba ve ark., 2002; Salgado ve ark., 2013; Takahashi ve ark., 2013;). Bizim çalışmamızda da bu bilgilerle uyumlu olarak, mikrohibrit doldurucu Clearfil Majesty Flow'un çalışmadaki en pürüzlü materyal olduğu görüldü.

Tüm kompozit gruplarında fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış göstermiştir. Kuraray Clearfil Majesty Flow en pürüzlü ancak en sert materyal, Tokuyama ise sertliği en az materyal olarak belirlenmiştir. Clearfil Majesty Flow, Gaenial Injectable Flow ve Omnicroma Flow'a kıyasla daha fazla pürüzlülük artışı göstermiş olup, bu artışın mikrofıl doldurucu içeriğine bağlı olabileceği öngörülmektedir.

GC Gaenial Universal Injectable Flow en stabil materyal olarak öne çıkmıştır. Başlangıç ve fırçalama sonrası en düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olup, bu durumun baryum cam doldurucu ve silan kaplama teknolojisiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Jones ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yüzey pürüzlülüğündeki 0,3 µm'lik artışın dil ucuyla algılanabildiği tespit edilmiştir (Jones ve ark., 2004). Çalışmamızda, 6 aylık fırçalamanın sonunda kullandığımız materyallerin hiçbirinde 0,3 µm'yi aşan pürüzlülük değişimi gözlenmedi. Dolayısıyla bu çalışmanın sınırları dahilinde 6 aylık fırçalama takibi sonrasında çalışmada kullanılan kompozit rezinler ile yapılan restorasyonu hastanın konforlu bir şekilde kullanmaya devam edebileceği düşünülmektedir.

Atalı ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise kompozit rezinlerin fırçalanması sonucu hibrit ve nanofil kompozit gruplarında anlamlı düzeyde yüzey pürüzlülüğü artışı görülürken, nanohibrit ve mikrohibrit yapıdaki kompozit gruplarının fırçalamadan daha az etkilendiği tespit edilmiştir (Atalı ve ark., 2015). Bu çalışmadan farklı olarak, kullanılan kompozit türlerinin ve fırçalama süresinin farklı olması sebebiyle bizim çalışmamızda kullandığımız akışkan kompozitlerin tümü fırçalamaya bağlı olarak anlamlı şekilde yüzey pürüzlülüğünde artış gösterdi.

Beyazlatıcı diş macunları, içeriklerine bağlı olarak farklı seviyelerde beyazlatma etkinliği göstermektedir. Restoratif materyaller üzerinde de materyalin türüne bağlı olarak pürüzlülük, renk, mikrosertlik gibi yüzey özelliklerini değiştirecek etkinliğine sahip olabilmektedir (Dos Santos ve ark. 2019). Çalışmamızda da bu özellikleri doğrultusunda diş macunları RDA değerlerine göre seçildi ve etkinliklerinde farklılıklar gözlemlendi.

Bolay ve arkadaşlarının çalışmasında, farklı diş macunlarıyla fırçalamanın yüzey pürüzlülüğünü anlamlı derecede artırdığı ve sertliği düşürdüğü belirlenmiştir (Bolay ve ark., 2012). Benzer şekilde çalışmamızda da tüm gruplarda yüzey sertliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlendi. En belirgin sertlik kaybı, %13,5 ±

7,4 oranıyla Sensodyne grubunda görüldü. Bu durumun, formülasyonda kullanılan silika partiküllerinin boyutu ve miktarı, yüzey aktif maddelerin konsantrasyonu, macunun pH düzeyi gibi çeşitli etkenlere bağlı olabileceği düşünülmektedir (Enax ve ark., 2021).

Çalışmamızda kompozit rezin materyallere ilişkin elde edilen veriler, Tokuyama Omnicroma Flow kompozitinin fırçalama sonrası yüzey sertliğinde anlamlı bir azalma gösterdiğini, buna karşılık Kuraray Clearfil Majesty Flow'un bu etkiye karşı daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Kompozit rezinler için ideal yüzey sertliğinin 50 ve üzeri olması gerektiği bildirilmiştir (Sharkey ve ark., 2001); bu bağlamda, çalışmamızda Clearfil Majesty Flow ve Geanial Injectable Flow'un fırçalama öncesi ve sonrası ölçümlerinde bu sınırın üzerinde kaldığı, ancak Omnicroma Flow'un tüm gruplarda bu değerin altında seyrettiği saptandı. Bu durumun, materyalin yalnızca UDMA içermesi ve Bis-EMA içermemesine bağlı olabileceği düşünülmektedir (Malkondu ve ark., 2011).

SONUÇ

Çalışmamızda kullanılan diş macunlarının RDA değerlerindeki farklılıkların akışkan kompozitlerin yüzey özelliklerinde anlamlı değişimlere yol açtığı saptandı. Tüm gruplarda pürüzlülük, başlangıç değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı biçimde arttı ($p < 0,001$) ve özellikle RDA değeri yüksek beyazlatıcı diş macununda bu artış oranı diğer gruplara göre daha yüksek bulundu. Ayrıca, tüm gruplarda mikrosertlikte anlamlı bir azalma ($p < 0,001$) gözlenmiş olup, en belirgin azalma Sensodyne Promine Günlük Koruma Diş Macunu grubunda gerçekleşmiştir.

Bu in vitro çalışmada, farklı RDA değerlerine sahip diş macunları ile fırçalamanın yüksek doldurucu akışkan kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı değişikliklere yol açtığı gösterildi. Elde edilen veriler, kompozitlerin doldurucu partikül özellikleri ve rezin matris yapısının restorasyonun yüzey özelliklerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Diş macunlarının aşındırıcı ve kimyasal bileşenleri yüzey pürüzlülüğü, sertliği ve mekanik dayanım üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Bu in vitro çalışma, restoratif materyal seçimi ve diş macunu önerisi planlamasında hekimlere yol gösterici bilgiler sunması açısından değerli olmakla birlikte yalnızca rehber niteliği taşımaktadır. İleride gerçekleştirilecek, gerçek ağız ortamını taklit eden ve daha uzun süreli in vivo araştırmalarla desteklenmesi, bulguların klinik geçerliliğini daha güvenilir şekilde ortaya koyacaktır.

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkıları

Araştırma fikri: CMK, GBG Çalışmanın tasarımı: CMK, GBG, DT Çalışma için veri toplanması: CMK, EA, Çalışma için verilerin yorumlanması: CMK, GBG, EA Makale yazımı: CMK, GBG, EA Gözden geçirme: CMK, GBG, EA

Acknowledgements: We would like to thank Marmara University for providing access to academic databases.

Funding: The author(s) received no financial support for the research.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: (Initials only)

Research idea: CMK, GBG

Design of the study: CMK, GBG, DT

Acquisition of data for the study: CMK, EA

Analysis of data for the study: CMK, GBG, EA

Interpretation of data for the study: CMK, GBG, EA

Drafting the manuscript: CMK, GBG, EA

Revising it critically for important intellectual content: CMK, GBG, DT

Final approval of the version to be published: CMK, GBG, EA, DT

KAYNAKLAR

1. AlAli M, Silikas N, Satterthwaite J. The effects of toothbrush wear on the surface roughness and gloss of resin composites with various types of matrices. *Dent J (Basel)*. 2021;9(1):8.
2. Amaechi BT, AbdulAzees PA, Okoye LO, Meyer F, Enax J. Comparison of hydroxyapatite and fluoride oral care gels for remineralization of initial caries: a pH-cycling study. *BDJ Open*. 2020;6:9.
3. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*. 2011;39 Suppl 1:e9-e17.
4. Arisu HD, Uçtasli MB, Eligüzeloğlu E, Özcan S, Omürlü H. The effect of occlusal loading on the microleakage of class V restorations. *Oper Dent*. 2008;33(2):135-141.
5. Atalı P, Öksüz M, Topbaşı F. Fırçalamanın ve beyazlatıcılı diş macunlarının kompozitlerin yüzey özelliklerine etkisi. *Atatürk Univ Diş Hek Fak Derg*. 2015;24(1):22-32.
6. Bolay S, Cakir FY, Gurgan S. Effects of toothbrushing with fluoride abrasive and whitening dentifrices on both unbleached and bleached human enamel surface in terms of roughness and hardness: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2012;13(5):584-589.
7. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*. 1997;13(4):258-269.
8. Cilli R, de Mattos MC, Honório HM, Rios D, de Araujo PA, Prakki A. The role of surface sealants in the roughness of composites after a simulated toothbrushing test. *J Dent*. 2009;37(12):970-977.
9. Dos Santos JH, Silva NL, Gomes MG, Paschoal MA, Gomes IA. Whitening toothpastes effect on nanoparticle resin composite roughness after a brushing challenge: an in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(4):e334-e339.
10. Enax J, Meyer F, Schulze Zur Wiesche E, Fuhrmann IC, Fabritius HO. Toothpaste abrasion and abrasive particle content: correlating high-resolution profilometric analysis with relative dentin abrasivity (RDA). *Dent J (Basel)*. 2023;11(3):79.
11. Epple M, Meyer F, Enax J. A critical review of modern concepts for teeth whitening. *Dent J (Basel)*. 2019;7(3):79.
12. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007;39(2):175-191.
13. González-Cabezas C, Hara AT, Hefferren J, Lippert F. Abrasivity testing of dentifrices - challenges and current state of the art. *Monogr Oral Sci*. 2013;23:100-107.
14. Grabenstetter RJ, Broge RW, Jackson FL, Radike AW. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. *J Dent Res*. 1958;37(6):1060-1068.
15. Heintze SD, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater*. 2010;26(4):306-319.
16. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater*. 2006;22(2):146-165.
17. Hepdeniz ÖK, Kelten ÖS, Gürdal O. Cam iyonomer içerikli dört farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *SdÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2019;10(1):13-17.
18. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J*. 2004;196(1):42-31.
19. Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H, Kanehira M, Finger WJ. Polishing and toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resins. *Dent Mater J*. 2014;33(5):599-606.
20. Kitasako Y, Sadr A, Burrow MF, Tagami J. Thirty-six month clinical evaluation of a highly filled flowable composite for direct posterior restorations. *Aust Dent J*. 2016;61(3):366-373.
21. Komandla DR, Acharya SR, Pentapati KC. Comparative evaluation of surface roughness of resin-modified glass ionomer and glass hybrid restorative materials simulated by tooth brushing: An in-vitro study. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*. 2021;21.
22. Lu H, Lee YK, Oguri M, Powers JM. Properties of a dental resin composite with a spherical inorganic filler. *Oper Dent*. 2006;31(6):734-740.
23. Malavasi CV, Macedo EM, Souza KC, Rego GF, Schneider LF, Cavalcante LM. Surface texture and optical properties of self-adhering composite materials after toothbrush abrasion. *J Contemp Dent Pract*. 2015;16(10):775-782.
24. Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say EC, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2011;36(2):177-186.
25. Mallya PL, Acharya S, Ballal V, Ginjupalli K, Kundabala M, Thomas M. Profilometric study to compare the effectiveness of various finishing and polishing

- techniques on different restorative glass ionomer cements. *J Interdiscip Dent.* 2013;3(2):86.
26. Meseli S, Alkan E, Korkut B, Kanar O, Tagtekin D. Abrasiveness and bleaching level of toothpastes on composite resins: a quantitative analysis using a novel brushing simulator. *Appl Sci.* 2025;15(5):2314.
27. Monteiro B, Spohr AM. Surface roughness of composite resins after simulated toothbrushing with different dentifrices. *J Int Oral Health.* 2015;7(7):1-5.
28. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(2):97-116.
29. Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent.* 2002;27(3):243-247.
30. Salama F, Abdelmegid F, Alhomaiddhi L, Alswayyed S, Alfarraj S. Effect of whitening toothpastes and brushing on microhardness of esthetic restorative materials. *J Clin Pediatr Dent.* 2020;44(5):296-301.
31. Salgado VE, Cavalcante LM, Silikas N, Schneider LF. The influence of nanoscale inorganic content over optical and surface properties of model composites. *J Dent.* 2013;41 Suppl 5:e45-e53.
32. Sharkey S, Ray N, Burke F, Ziada H, Hannigan A. Surface hardness of light-activated resin composites cured by two different visible-light sources: an in vitro study. *Quintessence Int.* 2001 May;32(5):401-5.
33. Shimatani Y, Tsujimoto A, Barkmeier WW, Fischer NG, Nagura Y, Takamizawa T, Latta MA, Miyazaki M. Simulated cuspal deflection and flexural properties of bulk-fill and conventional flowable resin composites. *Oper Dent.* 2020;45(5):537-546.
34. Singh N, MeenaKumari C, Bansal A, Pal S, Alroomy R, VinuthaKumari V. Comparative evaluation of effect of toothbrush-dentifrice abrasion on surface roughness of resin composites with different filler loading: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2021;24(1):36.
35. Singla MG, Viridi I. Abrasive action of different herbal toothpastes: A profilometric analysis. *J Dent Res Rev.* 2021;8(4):312.
36. Sonugelen M, Artunç C, Güngör MA. Farklı yöntemlerle polimerize edilen estetik restoratif materyallerde aşınma ve sertliğin incelenmesi. 4. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi (TDB); 24-28 Haziran 1997; İstanbul, Türkiye.
37. Suzuki T, Kyoizumi H, Araki Y, Finger WJ, Kanehira M. Toothbrush abrasion of resin composites with different filler concepts. *World J Dent.* 2012;3(2):184-193.
38. Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Endo T, Utterodt A, Hisamitsu H, Komatsu M. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dent Mater J.* 2009;28(6):708-716.
39. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann KH. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater J.* 2013;32(1):75-82.
40. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosthet Dent.* 2000;84(1):93-97.