

FIRÇALAMANIN VE BEYAZLATICILI DİŞ MACUNLARIN KOMPOZİTLERİN YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ*

EFFECT OF BRUSHING AND WHITENING-TOOTHPASTE ON SURFACE PROPERTIES OF COMPOSITES

Dr. Pınar Yılmaz ATALI*

Prof. Dr. Mustafa ÖKSÜZ**

Prof. Dr. Faik Bülent TOPBAŞI*

Makale Kodu/Article code: 1421

Makale Gönderilme tarihi: 26.11.2013

Kabul Tarihi: 04.02.2014

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı diş fırçası ve beyazlatıcı etkili dişmacunları ile fırçalama sonrası dört farklı kompozitin (hibrid, nanohibrid, nanofil ve siloran yapıda) yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertliğinin in vitro incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem: 80 adet örnek; Kontrol, Colgate Hareketli Beyazlatıcı Diş fırçası (CWT), Opalescence Beyazlatıcı Diş Macunu (OWT) ve Beyond Pearl White Diş Macunu (BPW) olmak üzere 4 ana gruba ayrıldı (n=20). Kontrol grubundaki örnekler 2 hafta boyunca distile suda bekletildi. Deney gruplarında ise; CWT ile sadece distile su ile fırçalama yapılırken; OWT ve de BPW dişmacunları ile ise günde 2 dakikadan 14 gün boyunca fırçalama yapıldı. 14 gün sonra yüzey pürüzlülüğü değeri (Sa) temassız üç boyutlu lazer profilometresi ile değerlendirilirken; yüzey sertlik değerleri Vickers testi ile ölçüldü. SEM incelemesi, x750 büyütmede yapıldı. İstatistiksel olarak Kruskal Wallis, post Hoc Dunn's multiple comparison, Mann Whitney U testleri grupların karşılaştırılmasında kullanıldı. İstatistiksel değerlendirme p<0,05 anlamlılık düzeyinde yapıldı.

Bulgular: CWT ile fırçalama sonrası; hibrid ve nanofilin yüzey pürüzlülüğü anlamlı derecede artarken (p<0,05); mikro sertlik değerleri etkilenmemiştir (p>0,05). Hibrid kompozit, BPW ile fırçalama sonrası en pürüzlü yüzeye sahip olmuştur (32,62±6,17). SEM incelemesinde fırçalama sonrasında hiçbir grupta yapısal değişikliğe rastlanmamıştır.

Sonuç: Mikrohibrit tipte kompozitlerde organik yapının metakrilat ya da siloran olması sertlikteki ve pürüzlülükteki değişimler açısından anlamlı fark oluşturmamıştır. Nano kompozitlerin fırçalama ve beyazlatıcı etkili dişmacunları ile fırçalama sonrası yüzeylerindeki değişimler anlamlı farklılık oluşturmamıştır.

Anahtar Kelimeler: beyazlatıcı diş macunu, fırçalama, kompozit dental rezin, mikro sertlik, yüzey pürüzlülüğü,

ABSTRACT

Purpose: Purpose of this in vitro study is to compare the effect of brushing and two different whitening toothpaste brushing on surface roughness and micro-hardness of four different type of composites (hybrid, nanohybrid, nanofilled and silorane based composites).

Material and Methods: 80 composite samples were prepared. Samples were classified into 4 main groups (n=20): Control, Colgate Motion Whitening Toothbrush (CWT), Opalescence Whitening Toothpaste (OWT) and Beyond Pearl White Toothpaste (BPW). Control group was stored in distilled water for 14 day, as baseline. CWT brushing were applied 2 minutes a day with distilled water or OWT or BPW for 14 days. After 14 days, surface roughness (Sa) was measured by non-contact 3D laser profilometer and surface hardness (VHN) were measured by Vickers tester. SEM Evaluation was done under x750. Kruskal Wallis, post Hoc Dunn's multiple comparison, Mann Whitney U tests were used in the comparison of groups. Statistical significance level was established at p<0.05.

Result: Although roughness of the hybrid and nano filled composites were significantly increased (p<0.05), there are no significant changes were measured in surface hardness of CWT brushed composite specimens (p>0.05). Hybrid composite showed the most roughness surface after brushing with BPW (32.62±6.17). No structural changes were detected on SEM micrographs of all groups after brushing.

Conclusion: There is no significant differences between micro hardness of microhybrid composites which are neither methacrylate nor silorane based composites. Roughness and hardness of nano composites showed no significant difference after brushing with toothbrush and whitening toothpastes.

Keywords: whitening toothpaste, brushing, composite dental resin, micro hardness, surface roughness

*Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

**Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü,

*Çalışmamız 20-23 Haziran 2012 tarihinde İguassu Brezilya' da düzenlenen IADR General Session Kongresi' nde poster sunumu olarak tebliğ edilmiştir.

*Çalışmamız Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Komisyonun SAG-D-DRP-110412-0088 nolu projesi ile desteklenmiştir.



GİRİŞ

Diş hekimi tarafından uygulanan beyazlatma ajanlarının yanı sıra, hastaların kendilerinin uygulayabileceği estetik uygulamaların başında beyazlatıcı etkili diş macunları gelir. Bu amaçla kullanılan diş macunlarının aşındırıcı partikül ya da özel enzimler içeren içerikleri ile ağızda bulunan diş dokusu ve restoratif materyallerin yüzeyinde değişiklikler meydana getirdikleri literatürde yer almaktadır.¹⁻⁴

Beyaz dişlere olan talebin artması ve estetiğin ön plana çıkması ile beyazlatıcı diş macunlarının da önemi artmıştır. Son yıllarda diş macunları; plağı, tartarı, çürüğü ve dentin hassasiyetini azaltmaya yönelik olanlar terapatik amaçlılar ve dişler üzerindeki lekeleri uzaklaştırarak dişlerin beyazlatmasını sağlayan kozmetik amaçlı diş macunları olarak iki kategoriye ayrılmışlardır.^{1,4-6} Beyazlatıcı diş macunları, macunun temizlik etkinliğini arttırarak ya da dişlerin beyazlatmasını sağlayarak etki gösterirler Bu amaçla hidrojen peroksid (HP) ve karbomit peroksid (KP), sodyum bikarbonat, silika ya da alüminyum oksit içerebilirler.⁶

Beyazlatıcı diş macunlarının büyük bir çoğunluğu dişleri beyazlatmaktan çok lekeleri kaldırma özelliği ile dişlerin rengini açmaktadır. Abrazivler dışında macun içindeki titanyum dioksit partikülleri de diş yüzeyindeki çukurcuklara dolarak dişin daha beyaz görünmesi ile illüzyon yaratır.^{3,6,7} Diş macununun aşındırma derecesi abraziv partiküllerin yapısının yanında partikülün şekline ve büyüklüğüne de bağlıdır.⁶⁻⁸ Aynı zamanda hidrate silika ve kalsiyum karbonat gibi kimyasal olarak farklı yapıdaki abrazivlerin farklı temizleme ve aşındırma değerlerine sahip olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.^{6,7,9}

Fırça ile uygulanan kuvvet, fırçalama tekniği, fırçanın kıllarının sertliği ve yerleşimi fırçanın temizleme etkinliğini belirleyen faktörlerdir. Farklı açılarda ve uzunluklardaki fırça kıllarının geliştirilmesi ile günümüzde fırça tasarımı çok daha karmaşık hale gelmiştir. Diş macunu içindeki abraziv partiküller ile fırça kıllarının teması ile diş yüzeyindeki plak ve lekeleri uzaklaştırma mekanizması araştırılmaktadır.¹⁰ Manuel diş fırçası kullanılarak diş fırçalandığında 140 gr -720 gr arasında yük uygulandığı (ortalama değer olarak 330 gr) tespit edilmiştir.¹¹ Elektrikli diş fırçalarının performansını, uygulanan yük ve diş macunu kullanımı etkilemektedir. Fazla yük uygulaması fırçalama etkinliğini azaltmaktadır.¹²

Rezin bazlı kompozitlerde fırçalamanın yüzeyi aşındırdığı bildirilmiştir. Fırçalama sırasında yumuşak polimer matriks aşınarak geriye inorganik yapıyı bırakmaktadır. Fırça kılları polisajda kullanılan lastik frezler ya da diskler gibi doldurucuları aşındırıp düzleştiremediğinden, yüzey pürüzlü kalmaktadır.¹³

Bolen ve ark.¹⁴ 70 farklı kompozit materyalinin fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüklerindeki değişimlerini inceledikleri çalışmalarında; test ettikleri materyallerin %70' inden fazlasında yüzey pürüzlülüğü değerinin 0.2µm' dan fazla ve %40'nın da 0.64µm' dan fazla olduğunu yayınlamışlardır. Ancak çalışmalarında fırçalama öncesi pürüzlülük değerlerini ölçmedikleri için pürüzlülükte artış ya da azalış olup olmadığına dair bir değerlendirmeyi kapsamamaktadır.

Rezin kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini arttırmak amacıyla inorganik ve organik yapı modifiye edilerek yeni kompozitler geliştirilmiştir. Nano partiküllü kompozit materyallerin organik yapısı da, diğer geleneksel ve hibrit kompozitler gibi benzer polimer yapılardan meydana geldiği ve estetik özelliklerinin yanında mekanik özelliklerinin de hibrit kompozitlerle eşit veya daha üstün olduğu bildirilmiştir.¹⁵⁻¹⁹ Kompozit rezinlerdeki yenilikler inorganik yapının yanında organik yapıyı da içermektedir. Rezin kompozitin matriks yapısını oluşturan metakrilatların yerine "siloran" adı verilen bu yeni tipteki organik yapılar oluşturmaktadır. Siloran siloksanlar ve oksiranların kombinasyonudur. Siloksan alt yapısı oldukça hidrofobik olup, su absorpsiyonunu sınırlaması önem kazanmaktadır.²⁰ Yapılan çalışmalar kompozit yapının mekanik ve fiziksel özelliklerinin yüksek olup su adsorpsiyonundan etkilenmediğini göstermektedir. Polimerizasyon büzülmesinin en düşük seviyede olduğu ve bunun yanı sıra su emme kapasitesinin düşük olduğu öne sürülen bu yeni materyalin beyazlatıcı diş macunlarına karşı mekanik özelliklerinin nasıl değiştiğine dair literatür bilgisi yeterli değildir. Yapılan çalışmalar polimerizasyon büzülmesi, su emme kapasitesine bağlı meydana gelen mekanik özelliklerdeki gelişmeler ve polimerizasyon büzülmesine bağlı dişteki stres dağılımı ile ilgili çalışmalardır.²¹⁻²⁵

Çalışmamızda 4 farklı dental rezin kompozite diş fırçası ve 2 farklı beyazlatıcı diş macunu ile 14 gün boyunca fırçalanması sonucu kompozit yüzeylerinin, yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertlik değişimlerinin *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır.



GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada incelenen 4 farklı kompozit materyali Tablo 1’de, diş fırçası ve 2 farklı tipte beyazlatıcı diş macunu ise Tablo 2’de gösterilmektedir.

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

Rezin Kompozitler		Ürün üretici firması (Kısaltması)	Rezin içeriği	Partikül %Ağırlık %Hacim	Partikül tipi
Mikrohibrit Kompozitler	Universal hibrid kompozit	Aelite™ All Purpose Body Bisco, Inc., Schaumburg, IL (BA)	Bis EMA, TEGDMA	% 73, % 53	0.7µm
	Düşük büzülme sahip posterior restoratif materyal	Filtek™ Silorane 3M ESPE Dental Products, St.Paul ABD (FS)	Siloksaan ve oksiran	%76 %55	0.2 µm Ortalama partikül büyüklüğü 0.47 µm
Nano Kompozitler	Nano hibrit kompozit	Grandio® VOCO GmbH, Cuxhaven Almanya (VG)	Bis-GMA TEGDMA	%87 %71.4	1 µm cam partikülleri 20-60nm SiO ₂ partikülleri
	Nano süper dolduruculu kompozit	Clearfil Majesty™ Posterior Kuraray Medical Inc. Okayama, Japonya (KC)	Bis-GMA, TEGDMA, hidrofobik aromatik dimetakrilatlar	% 92 % 82	Cam partikülleri 1.5 µm Nano partiküller 20nm

Örneklerin Hazırlanması

Örneklerin hazırlanmasında 10x10 mm boyutlarında ve 2 mm kalınlığında kare şeklinde teflon kalıplardan yararlanıldı. Her bir kompozit materyalinin A3 rengi kullanılarak 20’şer örnekten toplam 80 adet örnek hazırlandı. Restoratif materyaller kalıplara teflon spatül ile yerleştirildikten sonra üzerine şeffaf bantlar uygulandı ve fazla materyalin uzaklaştırılması için her iki tarafından siman camı ile bastırıldı. Örnekler şeffaf bant ve siman camı altında Freelight 2 (Freelight 2, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) cihazı ile 40 sn polimerize edildi. Örnekler düşük turda su soğutmalı Sof-Lex diskler (3M Dental Products, St.Paul, ABD) yardımıyla orta, ince ve süper ince diskler kullanılarak cilalandı. Cilalanan örnekler içinde distile su bulunan ultrasonik temizleyicide yüzeydeki artıkların uzaklaştırılması amacıyla 2 dakika temizlendi Testlere başlamadan önce tüm örnekler oda sıcaklığında 24 saat distile suda bekletildi

Tablo 2. Çalışmamızda kullanılan beyazlatıcı diş macunlarının içerikleri

Materyaller	Ürün ismi, üretici firma (Kısaltması)	% Aktif İçeriği
Beyazlatıcı Diş Macunları	Opalescence® Whitening Toothpaste Ultradent Products Inc. South Jordan, UT (OWT)	sodyum florid % 0.25 (1100 ppm F), gliserin, distile su, silika, sorbitol, ksilitol, doğal tat (aroma), poloksamer, SLS, xanthan gum, karbomer, sodyum benzoat, FD&C Blue No. 1 (CI 42090), FD&C Yellow No. 5 (CI 19140) ve Splenda®
	Beyond™ Pearl White Toothpaste BEYOND Technology Corp. Nanchang Nanchang, Jiangxi, Çin (BPW)	kalsiyum karbonat (% 26), sorbitol (% 24), su (% 22), silikon dioksit (% 13), propilen glükol (% 6), SLS (% 10), kalsiyum hidroksiapatit (% 2.00), sodyum pirofosfat (% 1.10), tatlandırıcı (% 1.00), titanyum dioksit (% 1.00), şeker (% 0.92), sodyum monoflorofosfat (% 0.15 w/v florid % 0.88), selüloz gum (% 0.70), kalsiyum peroksit (% 0.33), sodyum perborat (% 0.09 w/v borik asit % 0.25), sodyum silikat (% 0.35), sodyum benzoat (% 0.20), sodyum bifosfat (% 0.20), sodyum sakkarin (% 0.125), inci tozu (% 0.10), karbopol (% 0.075), sodyum hidroksit (% 0.0472
Beyazlatıcı Diş Fırçası	Colgate® Motion™ Whitening Toothbrush (Colgate – Palmolive Company New york, NY 10022) (CWT)	Diş Fırçası çift hareketli fırça başına sahiptir. Küçük başlık diş aralarını ve diş-diş eti birleşimini derinlemesine temizleyen bir uç görevi görürken, büyük başlık plak tabakasını temizleyerek diş yüzeyini parlatır. Fırça üzerindeki yumuşak siliciler lekeleri gidermeye yardımcı olur.

Grupların Oluşturulması

Hazırlanan 80 adet örnek n=20 olarak 4 ana gruba ayrıldı:

Grup 1: Kontrol Grubu

Grup 2: Colgate® Motion™ Whitening (Colgate –Palmolive Company New york, NY 10022) Diş fırçası Grubu (**CWT**)

Grup 3: Opalescence® Whitening Toothpaste (Ultradent Products Inc. South Jordan, UT.) Diş Macunu Grubu (**OWT**)

Grup 4: Beyond™ Pearl White Toothpaste BEYOND Technology Corp. Nanchang Nanchang, Jiangxi, Çin) Diş macunu Grubu (**BPW**).

Her bir grup içinde de 4 farklı tip kompozitin oluşturduğu n=5 olmak üzere 4 alt grup oluşturuldu:

Aelite™ All Purpose Body (Bisco, Inc., Schaumburg, IL) grubu (**BA**);

tırmasında Mann-Whitney-U testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Mikro Sertlik Bulguları

Distile suda bekletilen kontrol gruplarında; mikrohirit yapıdaki kompozitlerin (BA ve FS); organik yapının metakrilat ya da siloran bazlı olması farketmeksizin başlangıç ve 2.hafta sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmezken; nano kompozitlerin (KC ve VG) 2. hafta sertlik değerleri başlangıç değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,008$) (Tablo 3).

Tablo 3. Kontrol grubundaki kompozitlerin başlangıç ve iki hafta sonraki mikro sertlik değerleri (VHN) ve standart sapmaları (sd)

Sertlik Kontrol	Başlangıç VHN±sd	2.Hafta VHN±sd	Z	p
BA	61,09±6,07	59,59±4	9	0.548
VG	77,79±4,07	99,7±1,53	0	0.008*
KC	118,53±8,78	133,73±4,06	0	0.008*
FS	59,15±3,38	62,89±3,57	5	0.151

BA: Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty
VG: Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane

CWT ile fırçalama sonrasında BA, KC, VG ve FS gruplarının sertlik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0.0005$). KC grubunun sertlik ortalamaları BA ve FS gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P < 0.05$, $P < 0.001$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). (Tablo 4)

BPW ile fırçalama sonrasında BA, KC, VG ve FS gruplarının sertlik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0.0005$). KC grubunun sertlik ortalamaları BA ve FS gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P < 0.05$), VG grubunun sertlik ortalamaları FS gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P < 0.001$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$), (Tablo 4).

OWT fırçalama sonunda BA, KC, VG ve FS gruplarının sertlik ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0.0005$). KC

grubunun sertlik ortalamaları BA ve FS gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P < 0.05$), VG grubunun sertlik ortalamaları FS gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P < 0.05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$), (Tablo 4).

BA grubunun OWT ile fırçalama sonrası sertlik değerleri, BPW ile fırçalama sonrası sertlik değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p=0,008$); Nano grupları olan KC ve VG gruplarının OWT ile fırçalama sonrası sertlik değerleri, BPW ile fırçalama sonrası sertlik değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,008$). FS grubunda ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,095$). (Tablo 5)

Tablo 4 Kontrol grubu, diş fırçası ve iki farklı beyazlatıcı diş macunu ile fırçalama sonrası Vickers sertlik değerlerinin (VHN) ortalaması ve standart sapmaları (sd).

(Sertlik)	BA VHN±sd	KC VHN±sd	VG VHN±sd	FS VHN±sd	KW	p
Kontrol						
2.Hafta	59,59±4	133,73±4,06	99,7±1,53	62,89±3,57	16,42	0.0009*
BPW	69,29±5,09	126,46±1,85	69,1±2,48	55,58±1,37	17,83	0.0005*
OWT	81,19±2,03	116,45±1,98	99,57±6,52	58,97±2,66	17,86	0.0005*
CWT	64,06±4,87	119,01±3,41	99,57±6,52	55,68±1,32	17,58	0.0005*

BA: Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty
VG: Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane
BPW: Beyond Pearl White Diş Macunu
OWT: Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu
CWT: Colgate Whitening Motion Diş Fırçası

Tablo 5. Beyond Pearl White Diş Macunu (BPW) ve Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu (OWT) ile fırçalama sonrası; iki beyazlatıcı diş macunun Vickers mikrosertlik değerlerinin (VHN) ve standart sapmaları (sd) kıyaslanması

Sertlik	BPW VHN ±sd	OWT VHN±sd	MW	p
BA	69,29±5,09	81,19±2,03	0	0.008*
KC	126,46±1,85	116,45±1,98	0	0.008*
VG	91,28±2,13	69,1±2,48	0	0.008*
Diş Macunu FS	55,58±1,37	58,97±2,66	4	0.095

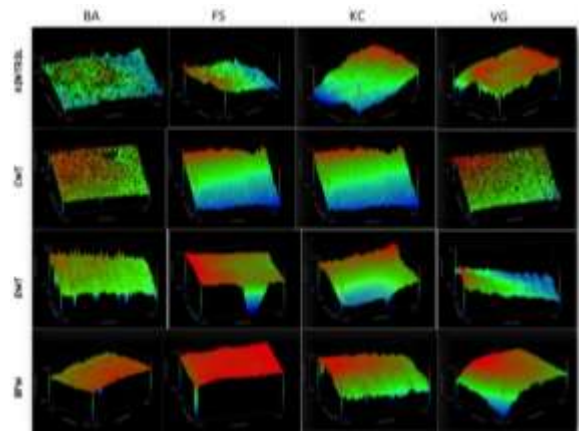
BA: Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty
VG: Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane
BPW: Beyond Pearl White Diş Macunu
OWT: Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu



Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

16 grubun en pürüzlü değere sahip örneklerinin 3 boyutlu yüzey görüntüleri Şekil 2'de görülmektedir.

UNISCAN OSP 100A (Uniscan OSP 100A, AG Electro Optics UK) lazer sensörler yardımıyla yapılan ölçümlere göre; kontrol grubu 2. hafta BA, KC, VG, FS gruplarının pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p=0.0018$). FS grubunun pürüzlülük ortalamaları BA ve KC gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($P<0.01$, $P<0.05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). En pürüzlü yüzeye FS kompozit sahiptir (Tablo 6), (Şekil 2).



Şekil 2. BA, FS, KC ve VG kompozit örneklerinin kontrol, CWT, OWT ve BPW ile fırçalama sonrası 3 boyutlu yüzey görüntüleri (**BA:** Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty **VG:** Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane **BPW:** Beyond Pearl White Diş Macunu **OWT:** Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu **CWT:** Colgate Whitening Motion Diş Fırçası)

CWT diş fırçası ile fırçalama sonrası BA ve KC kompozitin pürüzlülük değeri anlamlı olarak artarken FS kompozitin azalmıştır (Tablo 6).

BPW ile fırçalanan BA grubunun pürüzlülüğünde istatistiksel olarak artma olmuştur ve BA en yüksek pürüzlülük değerine ulaşmıştır ($32,62\pm6,17$). OWT ile fırçalanan gruplarda ise; KC ve VG grubunun pürüzlülük değeri anlamlı olarak değişmemiştir ($p=0,421$). Beyazlatıcı diş macunu ile fırçalama sonrası en az etkilenen kompozit grubu VG olmuştur (Tablo 6).

Mikrohibrit gruplarında; BA grubunun OWT ile fırçalama sonrası pürüzlülük değerleri BPW ile fırçalama sonrası pürüzlülük değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunurken; ($p=0,008$); FS grubunda anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. ($p=0.032$). Nano gruplarda ise; KC grubunun OWT sonrası pürüzlülük değerleri BPW değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunurken; ($p=0,008$). VG grubunun OWT ve BPW ile fırçalama sonrası pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0.421$) (Tablo 7), (Şekil 2).

Tablo 7. BPW *Beyond Pearl White Diş Macunu* (BPW) ve *Opalescence Whitening Toothpaste* (OWT) ile fırçalama sonrası; iki beyazlatıcı diş macunun yüzey pürüzlülüğü ortalama değerlerinin (Sa) kıyaslanması

Pürüzlülük	BPW Sa $\pm$ sd	OWT Sa $\pm$ sd	MW	p
BA	32,62 $\pm$ 6,17	14,49 $\pm$ 2,8	0	0,008*
KC	13,75 $\pm$ 3,95	24,75 $\pm$ 3,87	0	0,008*
VG	20,79 $\pm$ 7,17	16,32 $\pm$ 2,11	8	0.421
Diş Macunu FS	23,49 $\pm$ 2,39	32,06 $\pm$ 5,89	2	0.032*

BA: Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty
VG: Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane
BPW: Beyond Pearl White Diş Macunu
OWT: Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu

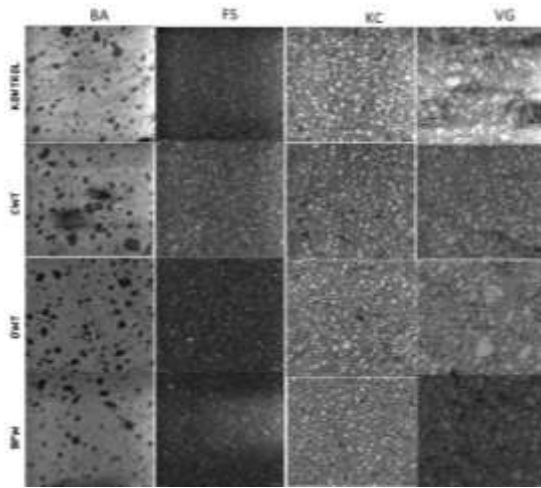
Tablo 6. Kontrol, diş fırçası (*Colgate Whitening Motion*) ve diş macunu gruplarının (*Beyond Pearl White ve Opalescence Whitening Toothpaste*) yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri (Sa) ve standart sapmaları (sd)

(Pürüzlülük)	BA Sa $\pm$ sd	KC Sa $\pm$ sd	VG Sa $\pm$ sd	FS Sa $\pm$ sd	KW	p
Kontrol	16,81 $\pm$ 1,17	13,74 $\pm$ 5,11	20,58 $\pm$ 3,11	35 $\pm$ 1,78	14,98	0.0018*
BPW	32,62 $\pm$ 6,17	13,75 $\pm$ 3,95	20,79 $\pm$ 7,17	23,49 $\pm$ 2,39	11,5	0.009*
OWT	14,49 $\pm$ 2,8	24,75 $\pm$ 3,87	22,38 $\pm$ 10,22	32,06 $\pm$ 5,89	15,8	0.0012*
CWT	34,69 $\pm$ 7,13	31,29 $\pm$ 8,22	16,32 $\pm$ 2,11	23,67 $\pm$ 1,64	7,29	0.063

BA: Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty **VG:** Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane **BPW:** Beyond Pearl White Diş Macunu **OWT:** Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu **CWT:** Colgate Whitening Motion Diş Fırçası

SEM

Diş fırçası ve beyazlatıcı diş macunları ile fırçalama yapılan kompozit yüzeylerinden x750 büyütmede alınan SEM görüntüleri incelendiğinde; kompozit yüzeylerinde herhangi bir çatlak, kırık, inorganik partiküllerin kopmasına rastlanılmamıştır. Her bir gruptan en pürüzlü yüzeye sahip birer örneğin SEM görüntüleri Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. BA, FS, KC ve VG kompozit örneklerinin kontrol, CWT, OWT ve BPW ile fırçalama sonrası SEM Görüntüleri, x750 (**BA:** Bisco Aelite **KC:** Kuraray Clearfil Majesty **VG:** Voco Grandio **FS:** Filtek Silorane **BPW:** Beyond Pearl White Diş Macunu **OWT:** Opalescence Whitening Toothpaste Diş Macunu **CWT:** Colgate Whitening Motion Diş Fırçası)

TARTIŞMA

Hem rezin matriks hem de doldurucu partikül tipi veya içeriği diş fırçalama ve doldurucu partiküllerin yer değiştirmesi sonrasında yüzeyin durumunu etkilemektedir. Test aygıtının tipi, yükler, vuruş sayısı, diş fırçasının tipi, diş macununun tipi gibi çok fazla sayıda parametrenin diş fırça ve macun abrazyonu çalışılırken her grup için standardize edilmesi gerekmektedir.²⁶ Bu çalışmada iki farklı beyazlatıcı diş macunu aynı diş fırçası ile (Colgate® Motion™ Whitening Toothbrush - Colgate Palmolive Company, İstanbul, Türkiye) test edilen her örneğe 100 gr’lık yük altında 5 dakika boyunca uygulanmıştır.

Pamir ve ark. aşındırıcılık dereceleri farklı beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikro sertliğe etkilerini inceledikleri çalışmalarında her bir materyal örneği 10 dakikalık

fırçalama süresi, ağızda 28 diş olduğu varsayılarak, 2 dakika boyunca günde 2 kez dişlerini fırçalayan bir bireyin, yaklaşık 1 aylık diş fırçalama süresine eşdeğer olarak hesaplamışlardır.²⁷ Her bir materyal örneği için 5 dakikalık fırçalama süresi, ağızda 28 diş olduğu varsayılarak, 2 dakika boyunca günde 2 kez dişlerini fırçalayan bir bireyin, yaklaşık 14 günlük diş fırçalama süresine eş değer olarak hesaplandı.

Yüzey pürüzlülüğü için; mekanik bir sensör yardımı ile tarayan mekanik profilometrelerin kullanıldığı çok sayıda çalışma literatürde mevcuttur. Bu cihazların en büyük dezavantajı, sensör ucun tüm düzensizliklerin içine penetre olamaması ve numuneye zarar vermesidir.²⁸⁻³⁰ Optik profilometrenin iki önemli avantajı mevcuttur; birincisi SEM ile sağlayamayacağımız ölçümler verir, ikincisi de mekanik profilometrenin tarayıcı ucunun algılayamayacağı küçüklükte düzensizlikleri, optik profilometrenin sensör uçundan çıkan optik ışık demeti daha hassas olarak algılar.²⁸⁻³¹

Joniot ve ark. Dört farklı estetik restoratif materyalin mekanik ve optik profilometre ile yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; mekanik profilometrenin daha çok ciladan kaynaklı pürüzlülüğü ölçtüğünü optik profilometrenin ise materyalin kendi yapısından kaynaklanan pürüzlülüğü ölçme eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir.²⁸ Yüzey pürüzlülüğü ölçmede optik lazer profilometre kullanılarak alan taraması yapıldığında, pürüzlülük değeri olan Sa’nın, her cihazın kendi hesaplama denklemine göre değerlendirilmesi gerektiğini bildirilmiştir.³¹⁻³³ Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ölçmede mekanik profilometre yerine optik lazer profilometre kullanılmıştır. Lazer ile taramada alan taraması yapılarak yüzeydeki tüm düzensizlikler hesaplanmıştır. SEM görüntüleri olarak kalitatif profilometre görüntülerimizi kantitatif olarak da desteklenmiştir. Pürüzlülük değeri olarak OSP cihazının hesapladığı Sa değerleri kullanılmıştır.

Diş fırçalama sırasında diş macunu tükürük ile hızlı bir şekilde seyreltilmektedir, in vitro deneylerde ise diş macunu distile su ile seyreltilmektedir. Ancak; spesifik proteinleri ve iyonları içeren spesifik yapıdaki tükürük, diş fırçalama sırasında pürüzlülüğü etkilemektedir.^{11,33} ISO standartlarına göre fırçalama ile ilgili testlerde 0.5 ile 2.5N arasında yük uygulaması gerektiği belirtilmiştir ancak; bu çalışmalar materyallerindeki aşınmayı belirlemek için uygulanan çalışmalardır. Diş fırçası ve diş macunlarının kompozit mater-

yalini aşındırmasında; kullanılan abrazyon test cihazı, kompozit rezinin kendisi, diş macunu içeriği ve fırçanın tipinin etkili olduğu bildirilmiştir.³³

Heintze ve ark.,³³ 16 kompozit rezin, 4 seramik ve 1 amalgam materyali olmak üzere toplam 21 farklı dental materyalin fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında; genel olarak hibrit kompozitlerin mikofil kompozitlere göre yüzey değişimlerine daha yatkın oldukları; bunun yanında seramik ve amalgam materyallerinde yüzey pürüzlülüğünde bir artışa rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

Heintze ve ark.,¹¹ 100/250/350gr olmak üzere 3 farklı yükü 1 saatten 10 saate kadar fırçalamayı simüle eden test cihazında mikofil, mikro hibrid, hibrid, makro hibrid ve seramik materyaller üzerine fırçalama testleri yaptıkları çalışmalarında; mikofil kompozitler haricinde kompozitlerin birçoğunda artan fırçalama yükü ve zamanı karşısında yüzey pürüzlülüklerinin arttığını belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada kompozit materyallerde yıpranma potansiyeli görebilmek için için 10 saat fırçalama süresine gerek olduğu, ancak bu sürenin hibrid kompozitler için 5 saat olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

Silika ve kalsiyum karbonat içeren beyazlatıcı diş macunlarının sodium bikarbonat içerenlere göre rezin bazlı kompozitlerde daha az aşındırma yaptığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak da kalsiyum fosfatın daha az aşındırıcılığı ve iç sertliğine sahip olup çözünabilirliğinin fazla olması gösterilmiştir.⁸

Fırçalama sonrası hibrid kompozitlerin yüzeyinde meydana gelen pürüzlülüğün mikofil ve nano kompozitlere göre daha fazla bulunduğu bildirilmiştir.^{33,34} Çalışmamızda BPW ile fırçalanan hibrid kompozitin pürüzlülüğünde istatistiksel olarak artma olmuştur ve en yüksek pürüzlülük değerine ulaşmıştır.

Suzuki ve ark.,³⁵ nanofil ve nanohibrid kompozitlerin kalsiyum karbonat karışımı ile fırçalama sonrası aşınmaları inceledikleri çalışmalarında; kompozitlerin yüzey morfolojilerinde anlamlı dercede aşınma ve değişme olduğunu tespit etmişlerdir. Grandio kompozitin yüksek aşınma direncine sahip olduğu ve fırçalama sonrası pürüzlülüğün diğer kompozitlere göre az olduğu görülmüştür.

Takahashi ve ark.³⁶ iki nanohibrid, iki mikrohibrid ve bir ormacer kompozitin fırçalama sonrası yüzey özelliklerini incelediklerinde; Clearfil AP-X nanohibrid kompozit haricinde diğer kompozitlerin yüzeylerinde fırçalama sonrası pürüzlülükte anlamlı artış ve

parlaklıkta azalış tespit etmişlerdir.

Dental materyaller üzerinde pürüzlülüklerine olan etkilerini değerlendirebilmek amacıyla farklı abrazyonlar ve beyazlatıcı ajanlar ihtiva eden farklı beyazlatıcı diş macunları kullanılmıştır.³⁷ Diş fırçalama daha yumuşak olan polimer matriksi aşındırıp doldurucu partikülleri bırakarak pürüzlendirici etki ile sonuçlanabilir.³⁸ Fırçalama etkisine ek olarak beyazlatıcı diş macunları yüzeydeki kalıntıları fiziksel olarak abrazyonların yardımıyla ya da kimyasal olarak da peroksitler ile kaldırabilir.³⁹

Sertlik materyalin en önemli fiziksel özelliklerinden kabul edilmektedir. Sertlikteki değişimler materyalin sertleşme reaksiyonlarının devam eden aşamalarını etkiler veya restoratif materyalin ömrünü etkiler.^{40,41}

Yeşilyurt ve ark.,⁴² yaptığı kompozitlerin mikro sertlik değerlerini inceledikleri çalışmada LED (*Light emitting diode*)' lerin kullanıldığı örneklerin mikro sertlik değerlerini QTH (*Quartz tungsten halogen*) cihazlardan anlamlı derecede yüksek bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda kompozit rezinleri polimerize etmek için LED cihazı kullanılmıştır.

Şeffaf bant altındaki kompozit yüzeyi, yoğun rezin matriks tabakası olması nedeni ile en pürüzsüz yüzey olarak çalışmalarda yer alır. Bu rezinden zengin tabakaya bağlı olarak rezinlerin yüzey sertliğinin azaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur.⁴³

Şeffaf bant ile bitirilen rezin kompozitlerin mikrosertlik değerlerinin rezinin kendi sertlik değerlerinin altında olduğu bildirilmiştir.⁴⁴ Şeffaf matriks ile bitirilen yüzeyler rezinden zengin tabaka dolayısı ile cila yapılan yüzeylerden daha pürüzsüz olabilir ancak, bu tabaka nedeniyle renklenmesi daha fazla olmaktadır.⁴⁵

Rezin kompozitlerin yüzey kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri de bitim ve polisajdır. Esnek alüminyum oksit diskler cila patları ile birlikte kullanıldığında elmas bitirme frezleri, tungsten karbid frezler, taş frez ve lastik frezlere göre daha düz yüzeyler oluşturmurlar.^{46,47}

Çalışmamızda Vickers mikro sertlik ölçümleri yapılacağı için bu yumuşak tabakanın kaldırılması gereklidir. Rezinden zengin tabakayı kaldırmak için çalışmamızda literatürde belirtildiği üzere kompozit rezinlerin yüzeyi sıkça kullanılan, yapılan çalışmalarda en az yüzey pürüzlülüğü elde edildiği bildirilen Sof-Lex cila diskleri ile cılanmıştır.^{29,46-49} Tüm örnekler Soft-Lex cila disklerinin orta, ince ve süper ince diskleri ile

firmanın talimatları doğrultusunda cilalanarak kompozit örneklerin üzerindeki bu rezinden zengin tabaka uzaklaştırılmıştır.

Örnekler oda sıcaklığında distile suda saklanmıştır.⁴¹ Sertlik ölçümünde materyallere fazla yük uygulandığında örnek yüzeylerinde çatlaklar oluştuğu bildirilmiştir.^{49,50} Çalışmamızda çatlak oluşumuna neden olamamak için 100 gr yük altında fırçalama yapılmıştır.

Çalışmamızda diş fırçası ile fırçalama sonrası hiçbir grupta mikro sertlik değerlerinde anlamlı değişim olmamıştır. BPW diş macunu ile fırçalanan BA kompozitin ortalama sertlikleri anlamlı derecede artmıştır. FS ve nano gruplarında (KC ve VG) ortalama sertlik değerleri azalırken, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. OWT diş macunu ile fırçalanmada nano Kompozitlerin (KC ve VG) sertliğinde anlamlı düşme gözlenirken, hibrit kompozitte (BA) anlamlı derecede artma gözlenmiştir. Diş macunları arasındaki farkların içeriklerinde belirtilmemiş olan diğer kimyasallarla da ilgili olduğu düşünülmektedir.

Takahashi ve ark.,³⁶ fırçalama sonrası kompozit yüzeylerini SEM ile inceledikleri çalışmalarında; tüm kompozit yüzeylerinde fırçalama öncesi düzgün bir yüzey gözlemlerken; fırçalama sonrası bazı düzensizlikler ve yüzeyde partikül yerdeğiştirmelerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Moares ve ark.³⁴ packable, mikrohibrid, nano-hibrid ve mikrofil kompozitlerin fırçalama sonrası yüzeylerini SEM altında incelediklerinde; packable ve mikrohibrit kompozitlerin yüzeyinde doldurucuların yer değiştirdiği ve abraze bir matriks görüntüsü verdiğini bildirmişlerdir. Nanohibrid kompozitin ise daha düzgün bir yüzeye sahip olduğu görülmüştür. Çalışmalarında kullandıkları nanohibrit ve mikrofil kompozitlerin benzer sonuçlar gösterdiği de bildirilmiştir.

Bizim çalışmamızda da nanohibrid kompozitlerin yüzeyi daha düzgün bulunurken, mikrohibrid ve nanohibrid kompozit yüzeylerinin hiçbirinde fırçalama sonrasında yüzey morfolojilerinde değişikliğe rastlanılmamıştır. Bu sonucu fırçalama süresinin ve kullanılan diş macunlarının aşındırıcı oranlarının düşük olmasına bağlamaktayız.

SONUÇLAR

- Mikrohibrid tipte kompozitlerde organik yapının metakrilat ya da siloran olması mikro sertlikteki ve yüzey pürüzlülüğündeki değişimler açısından istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmamıştır. Aşınmalarda doldurucu boyutunun matriks yapı tipine göre daha etkin olduğu görülmüştür.
- Nano kompozitlerin yüzeylerin fırçalama sonrası pürüzlülük değerleri anlamlı derecede artmamıştır.
- Beyazlatıcı diş macunu ile 14 gün fırçalama sonrasında; FS ve nano grupların ortalama sertlik değerleri azalırken, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
- SEM incelemelerinde x750 büyütmede alınan mikrogramlarda hibrit, nanohibrit, nanofil ve siloran kompozitlerde rezin-matriks yapı arasında bozunma, çatlak ya da doldurucu kopmasına rastlanmamıştır.
- Nano yapı içeren kompozitlerin fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü ve sertliklerinin daha az etkilendiği görülmüştür, in vitro çalışmamızın sonuçlarına göre; nano kompozitlerin mikrohibrid yapıdaki kompozitlere göre tercih edilmesini önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Effect of toothbrushing on titanium surface: an approach to understanding surface properties of brushed titanium. Dent Mater 2006; 22:346-52.
2. Abouelatta OB, AA Abdel-Samad and AA Sakrana. Wear and surface roughness of current veneered materials after toothbrush/ dentifrice abrasion. J. Mater. Process. Technol 2005, 168: 431-7.
3. Sharif N, MacDonald E, Hughes J, Newcombe RG, Addy M. The chemical stain removal properties of 'whitening' toothpaste products: studies in vitro. Br Dent J 2000; 10:620-4.
4. Worschech CC, Rodrigues JA, Martins LR, Ambrosano GM. Brushing effect of abrasive dentifrices during at-home bleaching with 10% carbamide peroxide on enamel surface roughness. J Contemp Dent Pract 2006; 15:25-34.
5. Amaral CM, Rodrigues JA, Erhardt MC, Araujo MW, Marchi GM, Heymann HO, Pimenta LA .Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. J Esthet Restor Dent 2006; 18:102-8.



6. Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. *Stomatologija*. 2012;14:12-22.
7. Joiner A Whitening toothpastes: a review of the literature. *J Dent*. 2010;38 Suppl 2:e17-24.
8. Camargo IM, Saiki M, Vasconcellos MB, Avila DM. (2001). Abrasiveness evaluation of silica and calcium carbonate used in the production of dentifrices. *J Cosmet Sci* 2001; 52:163-7.
9. Liljeborg A, Tellefsen G, Johannsen G. The use of a profilometer for both quantitative and qualitative measurements of toothpaste abrasivity. *Int J Dent Hygiene* 2010; 8:237-243.
10. Lewis R, Dwyer-Joyce RS, Pickles MJ. Interaction between toothbrushes and toothpaste abrasive particles in simulated tooth cleaning. *Wear* 2004; 257:368-76.
11. 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; 26:306-19.
12. Lea SC, Khan A, Patanwala HS, Landini G, Walmsley AD. The effects of load and toothpaste on powered toothbrush vibrations. *J Dent* 2007; 35:350-4.
13. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 2002; 27:50-8.
14. 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; 13:258-69.
15. Dabanoğlu A . Nano kompozitler. *T.D.B. Dişhek Klin Derg* 2004; 17:20-5.
16. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent. Assoc* 2003; 134:1382-90.
17. Terry DA. Applications of nanotechnology. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004; 16: 220-2.
18. Ure D, Harris J. Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dent Update* 2003; 30:10-5.
19. . Chen MH. Update on dental nanocomposites *J Dent Res*. 2010; 89:549-60.
20. Malhotra N, Kundabala M, Shashirashmi A. Strategies to overcome polymerization shrinkage-- materials and techniques. A review. *Dent. Update*. 2010; 37:115-8
21. Buergers R, Schneider-Brachert W, Hahnel S, Rosentritt M, Handel G. Streptococcal adhesion to novel low-shrink silorane-based restorative. *Dent Mater* 2009; 25:269-75.
22. Duarte S Jr, Botta AC, Phark JH, Sadan A. Selected mechanical and physical properties and clinical application of a new low-shrinkage composite restoration. *Quintessence Int* 2009; 40:631-8.
23. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG, Pinzino CS. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater* 2007; 23:1011-7.
24. Furuse AY, Gordon K, Rodrigues FP, Silikas N, Watts DC. Colour-stability and gloss retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. *J Dent* 2008; 36:945-52.
25. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater* 2009; 25:810-9.
26. Teixeira EC, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent* 2005; 17:172-80.
27. Pamir T, Korkut ZO, Tezel H, Köse T, Özataş F. Aşındırıcılık Derceleri Farklı Beyazlatıcı Diş Macunlarının Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Mikrosertliğin Etkilerinin İncelenmesi. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2007; 24: 89-95.
28. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent* 2006; 31:39-46.
29. Joniot SB, Gregoire GL, Auther AM, Roques YM. Three-Dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent* 2000; 25:311-5.
30. Yazici AR, Müftü A, Kugel G. Three Dimensional Surface Profile Analysis of Different Types of Flowable Restorative Resins Following Different finishing Protocols. *J Contemp Dent Pra* 2007; 8:1-17.



31. Liljeborg A, Tellefsen G, Johannsen G. The use of a profilometer for both quantitative and qualitative measurements of toothpaste abrasivity. *Int J Dent Hygiene* 2010; 8:237-43.
32. Sawase T, Wennerberg A, Hallgren C, Albrektsson T, Baba K. Chemical and Topographical Surface Analysis of Five Different Implant Abutments. *Clin Oral Impl Res* 2000; 11:44-50
33. Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Oper Dent* 2005; 30:617-26.
34. Moraes RR, Ribeiro Ddos S, Klumb MM, Brandt WC, Correr-Sobrinho L, Bueno M. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. *Braz Oral Res* 2008 ;22:112-8
35. 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; 28:708-16.
36. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann KH. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater J* 2013;32:75-82.
37. Stein PS, Sullivan J, Haubenreich JE, Osborne PB. (2005). Composite resin in medicine and dentistry. *J Long Term Eff Med Implants* 2005;15:641-54.
38. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 2002; 27:50-8.
39. Amaral CM, Rodrigues JA, Erhardt MC, Araujo MW, Marchi GM, Heymann HO, Pimenta LA. Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 2006; 18:102-8.
40. Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater* 2001;17: 34-9.
41. Sarı ME, Koyutürk AE, Çankaya S. Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin mine ve dolgu materyallerinin yüzey sertliği ve pürüzlülüğüne etkisi. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2010 ;20:153-61
42. Yeşilyurt C, Sevilmiş HH, Kulacaoğlu N, Bulucu B, Taşdemir T. Rezin kompozitlerin polimerizasyonunda LED ışık kaynaklarının etkinliğinin incelenmesi. *E Ü Dişhek Fak Derg* 2006; 27:25-30.
43. Anfe T, Caneppele TMF, Agra CM, Vieira GF. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. *Braz Oral Res* 2008; 22:358-63.
44. Okte Villalta P, García-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent* 2006; 31:623-8.
45. Park SH, Krejci I, Lutz F. Microhardness of resin composites polymerized by plasma arc or conventional visible light curing. *Oper Dent* 2002; 27:30-7.
46. Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. 2006; 31:473-80.
47. Uçtaşı MB, Bala O, Güllü A. Surface roughness of flowable and packable composite resin materials after finishing with abrasive discs. *J Oral Rehabil* 2004, 31:1197-202.
48. Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of at-home bleaching on microhardness of six esthetic restorative materials. *J Am Dent Assoc* 2007;138;978-84.
49. Polydorou O, Moenting JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of inoffice tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater* 2007; 23:153-8.
50. Müjdecı A. Yeni ağartıcı ajanların (paint-on) çeşitli restoratif materyallerin yüzey sertlikleri üzerine etkileri. *A Ü Diş Hek Fak Derg* 2005 ; 32 : 9-17.

Yazışma Adresi:

Dr. Pınar Yılmaz ATALI
Marmara Üniversitesi
Dişhekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı,
Nişantaşı, İstanbul, Türkiye
Büyük Çiftlik Sokak No:6 Nisantasi
34365 İstanbul, Türkiye
Tlf +90 532 5548964 e-posta:
faks: +90 212 2465247
e-mail: pinar.atali@marmara.edu.tr

