

Nanodoldurucu içeren beş farklı kompozitin yüzey sertliği ve pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi

Zeynep Göztaş¹, Gül Tosun², Esmâ Yıldız³, Kamil Kahraman²

Selcuk Dental Journal, 2014; 2: 43-48

Başvuru Tarihi: 30 Ekim 2013
Yayına Kabul Tarihi: 15 Mayıs 2014

Diş hekimliği pratiğinde estetik restoratif materyaller uzun zamandır popülerliğini korumaktadır. Son yıllarda üreticilerin daha güçlü kompozitler üretmesi ile bu materyallerin kullanımındaki artış devam etmektedir (Sarkis 2012, Yaman ve ark 2011). Estetik diş hekimliğinde amaç yapılan restorasyonlarda doğal diş görünümünü elde etmektir. Bu nedenle polisajlı kompozit yüzeyleri mineye benzer şekilde pürüzsüz ve parlak olmalıdır (Ergucu ve Turkun 2007).

Kompozitlerin yüzey kalitesi; plak birikimi, fiziksel özellikler, aşınma ve aşındırma direncini etkilemektedir (Erdemir ve ark 2012). Ağız boşluğu içindeki diş, dolgu maddesi, implant, protez gibi pürüzlü yüzeylerin bakterilerin tutunması üzerinde önemli etkisi olduğu kabul edilmektedir ve pürüzlü yüzeylerin düzgün yüzeylere göre daha fazla plak retansiyonu sağladığı bildirilmektedir (Quirynen ve Bollen 1995, Sen ve ark 2002, Borchers ve ark 1999). Yüzey pürüzlülüğünün dental restorasyonlardaki estetik görünüm ve renk değişikliği (Cavalcante ve ark 2009), sekonder çürük ve diş eti irritasyonu (Bollen ve ark 1997, Ono ve ark 2007), karşit ve komşu dişlerin aşınması üzerinde büyük etkisi olduğu ispatlanmıştır (Jefferies 2007). Öte yandan, ağız içindeki pürüzsüz yüzeyler hasta konforu sağlamakta ve ağız hijyenini kolaylaştırmaktadır (Jefferies 2007).

'Nano' kelimesi Yunanca kokenli olup metrenin milyarda biri (1 nanometre = 10⁻⁹ metre) anlamına gelmektedir. Nanoteknoloji, nanometre ölçeğindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik

Evaluation of surface hardness and roughness of five different composite contains nano-filler

Background: The aim of this study was to compare the hardness and roughness of the surface of one nanofill (Filtek Supreme XT) and four nano-hybrid (İvoclar Tetric EvoCeram, Dentsply Ceram X, Voco Grandio, Bisco Ælite) composite after polishing.

Methods: Ten specimens of each composite prepared for each test and were polymerized under a polyester strip for manufacturer recommendations. After curing samples were polished with OptiDisc discs for ten seconds. For surface hardness test, Vicker's hardest test used and for the surface roughness test, surface profilometer was used. For each test three different locations of each sample were selected and mean values taken for statistical analysis.

Results: There were significant differences in surface hardness and surface roughness between composites. According to results Grandio and Supreme XT showed highest surface hardness and Supreme XT showed lower surface roughness values.

Conclusion: In the light of this study, when selecting composite resin filler content and density should be considered.

KEY WORDS

Nanofill composite, profilometer, surface hardness, surface roughness, Vicker's

¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Ankara, Türkiye

² Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Konya, Türkiye

³ Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, Gaziantep, Türkiye

olayların anlaşılması, kontrolü ve üretimi amacıyla, fonksiyonel materyallerin, cihazların ve sistemlerin geliştirilmesidir (Mitra ve ark 2003). Nanoteknoloji, nanodoldurucu ve nanokümelere oluşan yeni kompozitlerin üretilmesi aracılığıyla diş hekimliğini etkileyen bir teknoloji dalı haline gelmiştir. Bu amaçla karakteristik olarak 0,1-100 nm boyutlarında inorganik doldurucu partiküller kullanılmakta ve içeriğinde nanopartikül bulunduran bu kompozitler 'nanokompozitler' olarak adlandırılmaktadır (Chen 2010). Üretici firmalar nanofil kompozitlerin, mikrofil kompozitlerin polisaj kalıcılığını ve hibrit kompozitlerin mekanik özelliklerini bir arada bulundurduğunu iddia etmektedir (Mitra ve ark 2003, Yap ve ark 2004).

Dental kompozitlerdeki bitim ve polisaj işlemleri genel klinik uygulamalardan biridir ve restorasyonun estetiğini ve uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır (Giacomelli ve ark 2010). Yüzey bitim özellikleri kompozit rezin içerisindeki doldurucunun boyutu, şekli ve miktarı ile ilişkilidir (Yap ve ark 2004). Bu bağlamda farklı üreticilerin piyasaya sürdüğü nanofil doldurucu içeren kompozitlerin bir arada değerlendirildiği çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.

Çalışmanın hipotezi, doldurucu yoğunluğu kompozitlerin yüzey sertliği ve pürüzlülüğü üzerinde etkilidir şeklinde kurulmuştur. Bu çalışmada nanofil ve nanohibrit doldurucu içeriğine sahip beş farklı kompozitin yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Kullanılan materyaller

Bu çalışmada ticari olarak ulaşılabilen beş farklı kompozit kullanıldı (Tablo 1). Bunlardan birincisi nanofil teknolojiyle üretilen 3M Filtek Supreme XT, diğerleri nanohibrit kompozitlerden İvoclar Tetric EvoCeram, Dentsply Ceram X, Voco Grandio, Bisco Ælite Enamel olarak seçildi.

Bu kompozitlerden Filtek Supreme XT doldurucu içeriği olarak 5-20 nm boyutlarında zirkon-silika nano partikülleri ve boyutları 0,6-1,4 µm olan nano partikül kümelerinden oluşmaktadır. Voco Grandio 1 µm cam seramik

parçacıkları ve 20-50 nm boyutlarında silisyum dioksit parçacıkları içerir. Densply Ceram X 10 nm boyutlarında organik olarak değiştirilmiş seramik nano partikülleri ve ~1 µm boyutlarında geleneksel cam doldurucu partiküller içermektedir. Tetric EvoCeram amorf silika partikülleri ve cam doldurucu partiküller içermektedir. Bisco Ælite Enamel ise 0,04-5,0 µm boyutlarında güçlendirilmiş nanofil partiküller içermektedir (Tablo 1).

Tablo 1.

Çalışmada kullanılan ticari kompozitler ve özellikleri

Materyal	Üretici	Doldurucu	Rezin	Ortalama doldurucu boyutu	Doldurucu% Hacim/Ağırlık
Filtek Supreme XT	3 M Espe St. Paul, USA	Nanofil	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve Bis-EMA	0,6-1,4 µm / 2-20 nm	59,5 / 78,5
Tetric Evo Ceram	İvoclar Vivadent Liechtenstein	Nano hibrit	Bis-GMA, UDMA, Ethoxylated Bis-EMA	1 µm / 550nm	48,5 / 75-76
Ceram X	Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland	Nano hibrit	Dimetakrilat rezin	1,1-1,5 µm / 10 nm	57 / 77
Grandio	Voco GmbH, Cuxhaven, Germany	Nano hibrit	Bis-GMA, TEGDMA	1 µm / 20-50 nm	71,4 / 87
Ælite Aesthetic Enamel	Bisco, USA	Nano hibrit	Ethoxylated Bis-GMA, Bis-GMA.	0,04-5,0 µm	53 / 73

Örneklerin hazırlanması

Yüzey sertliği testi için kompozit rezinler daha önceden hazırlanmış 5 mm çapında 2 mm yüksekliğinde teflon kalıplara yerleştirildi. Daha sonra bu örnekler yüzeyin düzgün olması için iki siman camı arasında şeffaf bantlar kullanılarak sıkıştırıldı ve her iki yüzeyden 40 sn LED (Valo, Ultradent, UT, USA) ışık kaynağı ile ışınlandı (n=10). Teflon kalıplardan çıkarılan örnekler 24 saat 37°C su içinde bekletildi. Örneklerin ışınlanan yüzeyleri sırasıyla 80, 40, 20 ve 10 µm grenli polisaj diskleri (OptiDisc, Kerr Hawe, Karlsruhe, Germany) yardımıyla 10'ar sn polisajlandı. Daha sonra Vicker's sertlik ölçüm cihazında (Matsuzawa Seiki Co. Ltd. MHTZ, Tokyo, Japonya) 15 sn, 100 gr yük altında yüzey sertliği ölçümleri gerçekleştirildi. Ölçümler polisajlanan yüzeyler üzerinde rastgele seçilen üç noktadan yapıldı ve bu değerlerin ortalamaları alındı. Elde edilen ölçümlere karşılık gelen sertlik değerleri Vicker's sertlik ölçüm cetveline göre kaydedildi.

Yüzey pürüzlülüğü testi için yüzey sertliğine benzer şekilde 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde teflon kalıplar kullanıldı. Kompozit rezinler bu teflon kalıplar içerisine yerleştirilerek yüzey sertliği

testinde olduğu gibi polimerize edildi (n=10). Örnekler 37°C su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra her bir örneğin test edilecek yüzeyi OptiDisc polisaj diskleri yardımıyla 10'ar sn polisajlandı. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü, yüzey profilometre cihazı (Mitutoyo, Japonya) ile ölçüldü. Her örnek için polisajlanan yüzeyden rastgele üç ölçüm yapılarak ortalamaları alındı ve bu değerler 'Ra' cinsinden kaydedildi. Ra parametresi bir yüzeyin baştanbaşa pürüzlülüğünü nitelemektedir ve belirli bir ölçüm aralığında çizilen bir hattan pürüzlülük profilinin, bütün mutlak uzaklığının aritmetik ortalama değeri olarak tarif edilmektedir.

Tüm örnek hazırlama ve test işlemleri aynı operatör tarafından gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel analiz

Yüzey sertliğinin değerlendirilmesinde veriler normal dağılmadığı için Kruskal Wallis ve Mann Whitney-U testleri, yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde ise tek yönlü ANOVA ile Post Hoc Tukey testleri kullanıldı. Anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ seçildi.

BULGULAR

Yüzey sertliği testine ait ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 2**'de gösterilmiştir. Yapılan yüzey sertliği testi sonrası gruplar arasında anlamlı derecede farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0,05$) (**Tablo 2**). En yüksek yüzey sertliği değeri Grandio grubunda ($86,927 \pm 10,07$), en düşük yüzey sertliği değeri ise EvoCeram ($37,348 \pm 3,51$) grubunda elde edildi. Grandio grubundan sonra en yüksek yüzey sertliği değeri Supreme XT grubunda elde edildi ve iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$). Bununla birlikte bu iki grup diğer gruplardan anlamlı derecede daha yüksek yüzey sertliği gösterdi ($p < 0,05$). Bu iki grubu Ceram X grubu takip etti ve bu grup ile diğer dört grup arasında anlamlı derecede farklılık tespit edildi ($p < 0,05$). Bu kompozitleri sırasıyla Ælite ve EvoCeram grubu takip etti ve bu ikisi arasında da anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo 2.

Yüzey sertliği ortalama ve standart sapma değerleri

Kompozit	n	Yüzey sertliği
3M Filtek Supreme XT	10	$79,975 \pm 5,30^a$
Tetric EvoCeram	10	$37,348 \pm 3,51^b$
Dentsply Ceram X	10	$46,898 \pm 5,15^c$
Voco Grandio	10	$86,927 \pm 10,07^a$
Bisco Ælite	10	$38,889 \pm 3,78^b$
p değeri		0,000

$p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Aynı harfler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Yüzey pürüzlülüğü testine ait ortalama ve standart sapma değerleri **Tablo 3**'de gösterilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü testinde en yüksek pürüzlülük değeri Grandio grubunda elde edildi ($0,32 \pm 0,06$). En düşük pürüzlülük değeri ise Supreme XT grubunda elde edildi ($0,16 \pm 0,06$). Bu iki kompozit arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi ($p < 0,05$). Supreme XT grubundan sonra en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri sırasıyla Ceram X ve EvoCeram gruplarından elde edildi. Bu üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$). Grandio grubundan sonra en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri Bisco Ælite grubundan elde edildi ve iki grup arasında anlamlı fark tespit edilmedi ($p > 0,05$). Bununla birlikte Ceram X, EvoCeram ve Ælite grupları arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p > 0,05$) (**Tablo 3**).

Tablo 3.

Yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri

Kompozit	n	Yüzey pürüzlülüğü
3M Filtek Supreme XT	10	$0,16 \pm 0,06^A$
Tetric EvoCeram	10	$0,22 \pm 0,09^{AB}$
Dentsply Ceram X	10	$0,20 \pm 0,04^{AB}$
Voco Grandio	10	$0,32 \pm 0,06^C$
Bisco Ælite	10	$0,28 \pm 0,09^{BC}$
p değeri		0

Tablo 3. Yüzey pürüzlülüğü ortalama ve standart sapma değerleri $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Aynı harfler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

TARTIŞMA

Bu çalışmada nanofil ve nanohibrit kompozit rezinlerin yüzey sertliği ve yüzey pürüzlülüğü karşılaştırılmıştır. Elde edilen istatistiksel sonuçlara göre doldurucu yoğunluğunun nanofil ve nanohibrit kompozitlerde yüzey sertliği üzerinde etkili olduğu yönündeki çalışmaya ait hipotez doğrulanmıştır.

Ferracane ve Condon (1990)'un çalışmalarına göre reaksiyona girmemiş bileşenlerin elimine edilmesi ve polimerizasyonun tamamlanması için örneklerin 24 saat suda bekletilmesi tavsiye edilmiştir. Bu çalışmada da aynı amaçla örnekler polimerize edildikten sonra 24 saat suda bekletilmiştir (**Sarkis 2012**).

Koupis ve ark (2004), A4 rengindeki kompozitte polimerizasyon derinliğinin A2 renkli kompozite göre daha az olmasının nedenini materyalin formülasyonundaki kantitatif değişikliklere bağlamışlardır. Kompozit rezinlerde polimerizasyon derinliğindeki azalmanın restorasyonun bitim özelliklerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (**Meniga ve ark 1997**). Bu nedenle bu çalışmada kompozitin rengine bağlı olarak oluşabilecek polimerizasyon derinliği farkını en aza indirmek amacıyla tüm kompozitler A2 renginde seçilmiştir.

Kompozit rezinlerin fiziksel özellikleri kompozit içerisindeki doldurucu partiküllerin miktarı ile yakından ilişkilidir. Yüksek oranda doldurucu partikül içeriğine sahip kompozitler daha az rezin içerdiğinden, daha iyi fiziksel özellikler göstermektedir (**Ünlü ve Çetin 2008**). Doldurucu oranı yüksek kompozitlerde ısıl genleşme katsayısı, su emilim miktarı ve polimerizasyon büzülmesi azalırken, elastisite modülü, çekme dayanımı ve kırılma dayanımının arttığı belirtilmiştir (**Fortin ve Vargas 2000**). Bununla birlikte kompozitin monomer yapısı ve polimerizasyon derecesi de yüzey sertliği üzerinde etkili parametrelerdir. Polimerizasyon sonrası reaksiyona katılmayan monomer inorganik doldurucuların materyalin sertliğini direkt olarak etkilemesi nedeniyle sertlikte azalmaya neden olmaktadır (**Erdemir ve ark 2012**).

Bu çalışmada değerlendirilen kompozit rezinler doldurucu içerikleri en yüksek orandan en düşük orana göre Grandio, Supreme XT, Ceram X, Aelite ve EvoCeram şeklinde sıralanmaktadır. Bu bilgiler ışığında yüzey sertliği sonuçları değerlendirildiğinde doldurucu içeriği en fazla olan materyalin en yüksek yüzey sertliği değerine sahip olduğu ve doldurucu miktarı azaldıkça yüzey sertliğinin de azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre doldurucu miktarı ile yüzey sertliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu söylenebilir.

Başka bir çalışmada Grandio, Supreme XT ve Ceram X yüzey sertliği bakımından değerlendirilmiş ve bizim çalışmamıza benzer şekilde en yüksek yüzey sertliği Grandio grubunda, daha sonra sırasıyla Supreme XT ve Ceram X grubunda elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçları kompozitlerin kimyasal içerikleri, özellikle de doldurucu partikül boyutu ve yoğunluğuna bağlamışlardır (**Lombardini ve ark 2012**).

Benzer şekilde **Moraes ve ark (2009)** Grandio grubunda; Supreme XT, Filtek Z250, Premise ve TPH gruplarına göre daha yüksek yüzey sertliği değerleri elde etmişlerdir. Daha sonra en yüksek yüzey sertliği değerleri doldurucu içeriğinin yoğunluğuna bağlı olarak Supreme XT ve Filtek Z250 gruplarından elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre doldurucu içeriği ve yoğunluğunun kompozitin yüzey sertliği üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre Grandio ve Supreme XT gruplarının yüzey sertliği değerlerinin benzer olmasının nedeni doldurucu yoğunluğu ve kimyasal içerik olarak benzer olmalarına bağlayabiliriz. Bunların yanısıra, **Ferracane (1985)**, polimerizasyon derecesi ile yüzey sertliği arasında pozitif ilişki olduğunu bildirmiştir. Bu bağlamda **Bouschlicher ve ark (2004)**, Supreme XT ve Grandio'nun TEGDMA içermesi nedeniyle monomer reaktivitesinin arttığını, viskozitenin azaldığını, böylece yüzey sertliğinin de arttığını belirtmişlerdir.

Yüzey pürüzlülüğü hem kompozit hem de polisaj sistemlerine bağlı bir parametredir (**Buchgraber ve ark 2011, Uçtaşı ve ark 2007, Koh ve ark 2008, Attar 2007**). İn vitro çalışmalarda pürüzsüz bitim yüzeyinin daha az boyanmaya neden olduğu (**Yu ve ark 2009**) ve böylece hastalar için daha konforlu olduğu belirtilmiştir (**Jones ve ark 2004**).

Klinik bir çalışmanın sonuçlarına göre hastalar 0,3 µm ortalama yüzey pürüzlülüğünü fark edebilmektedir (**Jones ve ark 2004**). Bizim çalışmamızda Grandio grubu hariç tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğü değerleri bu değerin altında bulunmuştur. Bu sonuç yüzey sertliğine benzer şekilde Grandio grubunda doldurucu içeriğinin yüksek düzeyde olmasına bağlanabilir. Çalışmamızda en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri Supreme XT grubunda elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre nanohibrit kompozitlerden düşük oranda doldurucu içeren kompozitlerin daha düşük pürüzlülük değerleri gösterdiği, bununla birlikte nanofil özellikteki Supreme XT grubunda yüksek oranda doldurucu içeriğine rağmen düşük pürüzlülük değerleri gösterdiği görüldü. Supreme XT hem nanopartikül hem de nanokümelere oluşması nedeniyle gerçek nanofil kompozit olarak değerlendirilmektedir. Nanokümelere nanopartiküllerin gevşek şekilde bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Polisaj sırasında

nanokümeler değil gevşek bağlı bu nanopartiküller uzaklaşmakta, böylece rezin içerisinde daha büyük partiküllerin kopması sonucu oluşabilecek boşluklar elimine edilmektedir. Sonuç olarak hibrit kompozitlere nazaran daha düzgün bir yüzey ve polisaj retansiyonu sağlanmaktadır (Ergucu ve Turkun 2007).

Erdemir ve ark (2012), farklı polisaj sistemleri kullanarak Supreme XT, Ceram X ve Grandio üzerinde yaptıkları yüzey pürüzlülüğü testinde bizim çalışmamıza benzer şekilde en yüksek pürüzlülük değerlerini sırasıyla Grandio, Ceram X ve Supreme XT gruplarında elde etmişlerdir. Grandio grubunda elde edilen yüksek pürüzlülük değerlerini kompozitin doldurucu olarak 1 µm boyutlarında cam partiküller içermesine bağlamışlardır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre nanofil özellikteki kompozitlerin nanohibrit kompozitlere kıyasla daha az pürüzlülük değeri göstererek polisaj ve bitim işlemleri açısından hasta/hekim tarafından tatminkar sonuçlar verebileceği görülmüştür. Bununla birlikte yüzey sertliği testinin sonuçları da nanofil kompozitlerin klinikte hem anterior hem de posterior bölgede kullanılabileceğini düşündürmektedir.

ÖNERİLER

Bu çalışmada değerlendirilen nanofil ve nanohibrit kompozitlerin yüzey sertliklerinin doldurucu içerikleri ve yoğunluğu ile doğru orantılı olduğu görüldü. Kompozitler yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirildiğinde nanofil kompozitlerin yüksek doldurucu içeriğine rağmen daha düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiği görüldü. Bu bilgiler ışığında kompozit rezin seçiminde doldurucu içeriğinin ve yoğunluğunun da etkili olduğu söylenebilir.

Nanodoldurucu içeren beş farklı kompozitin yüzey sertliği ve pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı bir nanofil (Filtek Supreme XT) ve dört nanohibrit kompozitin (İvoclar Tetric EvoCeram, Dentsply Ceram X, Voco Grandio, Bisco AElite) polisaj sonrası yüzey sertliklerini ve pürüzlülüklerini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Her test için her bir kompozitten on adet örnek hazırlandı ve üreticilerin talimatları doğrultusunda şeffaf bant altında polimerize edildi. Polimerizasyondan sonra tüm örnekler OptiDisc polisaj diskleri ile 10'ar sn polisajlandı. Yüzey sertliğinin değerlendirilmesinde Vicker's sertlik testi ve yüzey pürüzlülüğü için ise yüzey profilometre testi kullanıldı. İstatistiksel analizde her test için örneklerin üç farklı bölgesinden elde değerlerin ortalamaları kullanıldı.

Bulgular: Kompozitler arasında yüzey sertliği ve pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. En yüksek yüzey sertliği değeri Grandio ve Supreme XT gruplarından elde edilirken, en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri Supreme XT grubundan elde edildi.

Sonuç: Bu bilgiler ışığında kompozit rezin seçerken doldurucu içeriğinin ve yoğunluğunun da dikkate alınması gerektiği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER

Nanofil kompozit, profilometre, Vicker's, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği

KAYNAKLAR

- Attar N, 2007. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. J Contemp Dent Pract, 1,8(1):27-35.
- Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M, 1997. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater, 13:258-69.
- Borchers L, Tavassol F, Tschernitschek H, 1999. Surface quality achieved by polishing and by varnishing of temporary crown and fixed partial denture resins. J Prosthetic Dent, 82:550-6.
- Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM, 2004. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. Oper Dent, 29:698-704.
- Buchgraber B, Kqiku L, Allmer N, Jakopic G, Städtler P, 2011. Surface roughness of one nanofill and one silorane composite after polishing. Coll Antropol, 35(3):879-83.

Cavalcante LM, Masouras K, Watts DC, Pimenta LA, Silikas N, 2009. Effect of nanofillers' size on surface properties after toothbrush abrasion. *Am J Dent*, 22:60-4.

Chen MH, 2010. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res*, 89(6):549-60.

Erdemir U, Sancakli HS, Yildiz E, 2012. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent*, 6(2):198-205.

Ergucu Z, Turkun LS, 2007. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent*, 32:185-192.

Ferracane JL, 1985. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater*, 1:11-4.

Ferracane JL, Condon JR, 1990. Rate of elution of leachable components from composite. *Dent Mater*, 6(4):282-7.

Fortin D, Vargas MA, 2000. The spectrum of composites: new techniques and materials. *J Am Dent Assoc*, 131(Suppl):26-30.

Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Orlando B, Covani U, Barone A, De Santis D, Chiappelli F, 2010. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *Open Dent J*, 15,4:191-4.

Jefferies SR, 2007. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am*, 51:379- 97.

Jones CS, Billington RW, Pearson GJ, 2004. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J*, 196:42-45.

Koh R, Neiva G, Dennison J, Yaman P, 2008. Finishing systems on the final surface roughness of composites. *J Contemp Dent Pract*, 1,9(2):138-45.

Koupis NS, Vercreyusse CW, Marks LA, Martens LC, Verbeeck RM, 2004. Curing depth of (polyacid-modified) composite resins determined by scraping and a penetrometer. *Dent Mater*, 20:908-14.

Lombardini M, Chiesa M, Scribante A, Colombo M, Poggio C, 2012. Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. *Dent Res J*, 9(6):735-40.

Meniga A, Tarle Z, Ristic M, Sutalo J, Pichler G, 1997. Pulsed blue laser curing of hybrid composite resins. *Biomaterials*, 18:1349-54.

Mitra SB, Wu D, Holmes BN, 2003. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association*, 134(10):1382-1390.

Moraes RR, Goncalves LS, Lancellotti AC, Consani S, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA, 2009. Nanohybrid resin composites: Nano filler loaded materials or traditional microhybrid resins? *Oper Dent*, 34:551-7.

Ono M, Nikaido T, Ikeda M, Imai S, Hanada N, Tagami J, Matin K, 2007. Surface properties of resin composite materials relative to biofilm formation. *Dent Mater J*, 26(5):613-22.

Quirynen M, Bollen CM, 1995. The influence of surface roughness and surface free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol*, 22:1-14.

Sarkis E, 2012. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *Saudi Dent J*, 24(2):85-9.

Sen D, Göller G, İşsever H, 2002. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate- based resins. *J Prosthet Dent*, 88:527-32.

Uçtaşı MB, Arisu HD, Omürlü H, Eligüzeloğlu E, Özcan S, Ergun G, 2007. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract*, 1,8(2):89-96.

Ünlü N, Çetin AR, 2008. Kompozit rezin materyallerin içeriklerindeki yeni gelişmeler. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*, 14(3):156-67.

Yaman BC, Efes BG, Dörter C, Gömeç Y, Erdilek D, Büyükgökçesu S, 2011. The effects of halogen and light-emitting diode light curing on the depth of cure and surface microhardness of composite resins. *J Conserv Dent*, 14(2):136-9.

Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ, 2004. Finishing/ polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent*, 29:275-9.

Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Attin T, Buchalla W, 2009. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent*, 37(12):913-922.

Yazışma Adresi:

Zeynep GÖZTAŞ
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Pedodonti AD Ankara
E-mail: zeynepyg@gmail.com.tr