

Farklı Polisaj Sistemlerinin Rezin Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin *In vitro* Olarak Değerlendirilmesi

In vitro Evaluation of Different Polishing Systems on the Surface Roughness of Resin Composites

Amira AİSA

<https://orcid.org/0000-0003-1795-8648>

Oya BALA

<https://orcid.org/0000-0001-5446-2583>

Sinem AKGÜL

<https://orcid.org/0000-0002-2458-3533>

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı, Ankara

Atıf/Citation: Aisa A., Bala O., Akgül S., (2022). Farklı Polisaj Sistemlerinin Rezin Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisinin *in vitro* Olarak Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 43(3), 175-184.

ÖZ

Giriş ve Amaç: Bu *in vitro* çalışmanın amacı, on farklı rezin kompozitin yüzey pürüzlülüğü üzerine farklı polisaj sistemlerinin etkisini incelemektir.

Yöntem ve Gereçler: Test edilen her rezin kompozit için 60 örnek hazırlandı. Örneklerin hazırlanmasında 8 mm çapında, 2 mm derinliğinde pleksiğlas kalıplar kullanıldı. Hazırlanan örnekler uygulanan polisaj işlemine göre beş alt gruba ayrıldı. Grup 1'de; örnek yüzeylerine herhangi bir polisaj uygulanmayarak kontrol grubu oluşturuldu. Grup 2'de; Clearfil Twist Dia, Grup 3'de; Pogo, Grup 4'de; Sof-Lex ve Grup 5'de; Super Snap kullanılarak örnek yüzeylerine polisaj işlemi uygulandı. Rezin kompozit örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri profilometre cihazı kullanılarak üç farklı noktadan ölçüldü ve elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri kaydedildi. Elde edilen veriler istatistiksel olarak Kruskal Wallis ve Mann Whitney U testi (Bonferroni düzeltmesi) ile %95 güven aralığında analiz edildi.

Bulgular: Test edilen tüm rezin kompozitlerde, polisaj alt gruplarının yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı farklılığın olduğu görüldü ($p<0.05$). Geanial ve Gradia Direct haricinde, tüm rezin kompozitlerde kontrol grubunda anlamlı olarak daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildi ($p<0.05$). Ayrıca, tüm polisaj alt gruplarında, test edilen rezin kompozitlerin pürüzlülük değerleri arasında anlamlı farklılığın olduğu tespit edildi ($p<0.05$).

Tartışma ve Sonuç: Estetik restorasyonlarda bitim ve polisaj işlemleri uygulanırken kullanılan rezin kompozitin özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Rezin kompozit, polisaj sistemleri, yüzey pürüzlülüğü

ABSTRACT

Introduction: Aim of this *in vitro* study was to evaluate the effect of different polishing systems on the surface roughness of ten different resin composites.

Methods: 60 samples were prepared for each resin composites. Plexiglass molds (8mm diameter and 2 mm depth) were used. The samples were divided into five subgroups according to polishing systems. Group 1: control (no polishing), Group 2: Clearfil Twist Dia, Group 3: Pogo, Group 4: Sof-Lex and Group 5: Super Snap. Surface roughness measurements were performed from three different points using a profilometer and surface roughness values were recorded. The obtained data were statistically analyzed with the Kruskal Wallis and Mann Whitney U test (Bonferroni correction) at 95% confidence interval.

Results: Significant differences were observed between the surface roughness of polishing subgroups in each resin composites ($p<0.05$). Except for Geanial and Gradia Direct, all resin composites shown significantly lower roughness values in the control group ($p<0.05$). Also, it was determined that there was a significant difference between the roughness values of the tested resin composites in all polishing groups ($p<0.05$).

Discussion and Conclusion: The properties of the resin composite used should also be considered while applying the finishing and polishing processes in aesthetic restorations.

Keywords: Resin composite, polishing systems, surface roughness

Sorumlu yazar/Corresponding author*: sinemakipek@gmail.com

Başvuru Tarihi/Received Date: 10.03.2022

Kabul Tarihi/Accepted Date: 21.04.2022

GİRİŞ

Son yıllarda estetik diş tedavisi yaklaşımlarına talebin artmasında, rezin kompozit teknolojisindeki hızlı gelişmeler önemli rol oynamıştır. Günümüzde rezin kompozitlerin kullanıldığı restorasyonlar ile estetik ve fonksiyonel açıdan klinik olarak kabul edilebilir sonuçlar alındığı gösterilmiştir.

Nanoteknoloji'nin diş hekimliği alanında kullanılması polimerizasyon büzülmesi daha düşük, mekanik özellikleri gelişmiş, optik özellikleri (parlaklık ve renk stabilitesi) daha iyi, daha az yüzey pürüzlülüğü ve aşınma gösteren nanodoldurucu rezin kompozitler ile hem anterior hem de posterior dişlerin restore edilmesine olanak sunmuştur.¹

Rezin kompozit ile yapılan restorasyonların estetik açıdan başarılı olabilmeleri için pürüzsüz bir yüzeye sahip olması gerekmektedir.² Restorasyon yüzeylerinin pürüzlü olmasının; plak birikimi, renklenme, restorasyon yüzeyinin bozulması ve dişeti iltihabı gibi bazı problemlerin klinik olarak görülmesine neden olduğu bildirilmiştir.^{3,4}

Rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün organik yapıyı oluşturan monomerlerin tipi, doldurucu partiküllerin tipi, boyutu ve şekli gibi değişik faktörlerden etkilendiği bilinmektedir.⁵ Bu faktörlere ilaveten, doldurucu partikül miktarı (ağırlık ve hacim olarak) ile rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü arasında da ilişki olduğu rapor edilmiştir.⁶

Rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen diğer bir faktör ise bitirme ve polisaj uygulaması ve bu amaçla kullanılan sistemlerin özellikleridir.⁷ Bitirme ile restorasyonun fazlalıklarının alınarak ideal anatomik formun verilmesi, sağlıklı embraşurların oluşturulması ve bunların sonucunda fonksiyonel okluzyonun elde edilmesi, polisaj ile de bitirme işlemi sırasında yüzeyde oluşan düzensizliklerin giderilmesi ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılması amaçlanır.⁸⁻¹⁰

Rezin kompozit restorasyonlarda kullanılmak üzere değişik özelliklere sahip birçok bitirme ve polisaj sistemi geliştirilmiştir. Bunlardan en sık kullanılanları elmas ve karpid frezler, alüminyum oksit kaplı diskler, aşındırıcı lastikler, taşlar, zımparalar ve polisaj pastalarıdır.¹¹ Bu sistemlerin uygulama şekli birbirinden farklılık göstermektedir. Elmas ve karpid kaplı frezler genelde bitirme aşamasında tercih edilir. Ancak, bunların kullanımlarından sonra alüminyum oksit kaplı disklerin kullanımı ile yüzey pürüzsüzlüğünün daha başarılı bir şekilde giderildiği bildirilmiştir.¹² Alüminyum oksit kaplı diskler ile yeterli yüzey pürüzsüzlüğünün elde edildiğini bildiren birçok çalışma bulunmaktadır.^{13,14} Farklı gren boyutlarına sahip bu diskler, kaba grenliden ince grenliye doğru sıra ile kullanılmaları gerekir. Bu da zaman alıcı bir uygulamadır. Bu nedenle günümüzde mikro boyutta elmas partikülleri içeren aşındırıcı lastik, silikon karbit partikülleri ilave edilmiş fırça ve lastikler gibi tek aşamada kullanılan sistemler geliştirilmiştir. Bu yeni sistemler ile hem uygulama sırasında basamak sayısı

azaltılarak bitirme ve polisaj uygulamasının kolaylaştırılması hem de daha pürüzsüz yüzey elde edilmesi amaçlanmaktadır.¹⁵

In vitro şartlarda bitirme ve polisaj uygulamasının yüzey pürüzlülüğüne etkisi tarama elektron mikroskobu (SEM) ile kalitatif olarak veya yüzey profil analizi (profilometre) ile kantitatif olarak test edilebilir. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi en sık profilometre cihazı kullanılarak Ra değerinin ölçülmesiyle saptanır. Ra değeri, örneğin merkezinden geçen hattın artı ve eksi yöndeki yükselti ve çukur değerlerinin mutlak değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanır. Ra değeri arttıkça, yüzey pürüzlülüğü artar.¹⁶ Klinik olarak yüzey pürüzlülüğü için kabul edilen eşik değerinin 0.2 µm olduğu bildirilmiştir.¹⁷

Literatürde farklı bitirme ve polisaj sistemlerin rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur.¹²⁻¹⁸ Günümüzde organik matriks içine ilave edilme şekline göre partikül boyutu farklılık gösteren ve mikrodoldurucu, mikrohibrit, nanodoldurucu, nanohibrit olarak tanımlanan çok sayıda rezin kompozit materyali bulunmaktadır. Ancak, farklı özellikteki bu rezin kompozitlerin her biri için en ideal bitirme ve polisaj sistemi hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Bu çalışmada, farklı yapıya sahip rezin kompozitlere uygulanan çeşitli polisaj sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci sıfır hipotezi, polisaj sistemlerinin rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi bulunmamaktadır, ikinci sıfır hipotezi ise rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü arasında farklılık bulunmamaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan rezin kompozitlerin ve polisaj sistemlerin özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmektedir. Test örneklerinin hazırlanmasını standardize etmek amacıyla, tüm deney gruplarında rezin kompozitlerin A2 rengi kullanıldı.

Örneklerin Hazırlanması

Kullanılan her bir rezin kompozit için 60 adet örnek hazırlandı. Örneklerin hazırlanmasında 8 mm çapında ve 2 mm derinliğinde plexiglas kalıplar kullanıldı. Kalıplar, üzerinde şeffaf selüloid bant bulunan cam bir plaka üzerine yerleştirildi. Kalıpların içine rezin kompozit, hava kabarcığı kalmayacak şekilde dolduruldu. Resin kompozitin üzerine ikinci bir şeffaf selüloid band ve cam plaka yerleştirilerek, hafif basınç uygulandı. Takiben, rezin kompozit cam plaka üzerinden LED ışık cihazı (D-Light Pro, GC, Tokyo, Japonya) ile 20 saniye ışık uygulanarak polimerize edildi. Işık cihazının ucu, örneğin merkezine gelecek şekilde cam plakaya temas ettirilerek konumlandırıldı. LED ışık cihazının gücü 1000 mW/cm² olup, her kullanımdan önce radyometre cihazı (Bluephase Meter II, Ivoclar Vivadent, ABD) ile gücü kontrol edildi. Hazırlanan örnekler 24 saat 37°C'de

suda bekletildi. Takiben, tüm rezin kompozit grupları her birinde 12 adet olacak şekilde beş alt gruba ayrıldı.

Grup 1'deki örnek yüzeylerine herhangi bir işlem uygulanmayarak kontrol grubu oluşturuldu.

Grup 2'deki örnekler Clearfil Twist Dia (Kuraray, Noritake Dental Ltd, Tokyo, Japonya),

Grup 3'deki örnekler Pogo (Dentsply, Milford, DE,

ABD),

Grup 4'deki örnekler Sof-Lex diskler (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD),

Grup 5'deki örnekler Super Snap diskler (Shofu Ltd, Kyoto, Japonya) kullanılarak polisaj uygulaması yapıldı (Tablo 2).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan rezin kompozitler ve özellikleri

Rezin kompozitler	Tipi	Organik matris bileşenleri	İnorganik bileşenler ve boyutları	Doldurucu partikül miktarları (w/v)
G-aenial (G) (GC, Japonya)	Mikrohibrit	UDMA, dimetakrilat ko-monomerleri	Stronsiyum lantanoid florid pre-polimerize doldurucular (16-17 µm), silika, fumed silika (16-850 nm)	76/62
Filtek Z250 (FZ) (3M-ESPE, ABD)	Mikrohibrit	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGMA	Silika/zirkonyum (0.01-3.5 µm)	75-85/60
Gradia Direct (GD) (GC, Japonya)	Mikrohibrit	UEDMA	F-Al-silikat cam, silika dioksit pre-polimerize doldurucu (16 µm), (ort: 0.85 µm)	77/65
Estelita Posterior (EP) (Tokuyama, Japonya)	Mikrohibrit	Bis-GMA, TEGDMA, Bis-MPEPP	Silika/zirkonyum (1-10 µm, ort:2 µm)	84/70
Palfique Estelite (PE) (Tokuyama, Japonya)	Mikrohibrit	Bis-GMA, TEGDMA	Silika/zirkonyum (0.2 µm)	82/71
Ceram X DUO (CXD) (Dentsply, Almanya)	Nanoseramik	Metakrilat modifiye polisiloksan, dimetakrilat resin, Bis-GMA, TEGDMA	Ba-Al-borosilikat cam (1.1-1.5 µm), silikon dioksit nanodoldurucu (10 nm)	76/57
Filtek Ultimate (FU) (3M-ESPE, ABD)	Nanohibrit	Bis-GMA, UDMA, TEGMA, Bis-EMA, PEGDMA	Silika (20 nm), zirkonyum (4-11 nm), silika cluster doldurucu (0.6-10 µm)	72.5/55.6
Clearfil Majesty Es-2 (CM) (Kuraray, Japonya)	Nanohibrit	BIS-GMA, hidrofobik aromatic dimetakrilat	Silanlanmış baryum cam doldurucu (0.37-1.5 µm), pre-polimerize doldurucu (20 nm)	78/66
Charisma Diamond (CD) (Kulzer, Almanya)	Nanohibrit	UDMA, TCD-DI-HEA	Ba-Al-F cam (20 µm) silisyum dioksit nanodoldurucular (5 nm)	81/64
Tetric N Ceram Bulk-fill (TCB) (Ivoclar/Vivadent Liechtenstein)	Nanohibrit bulkfil	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	Baryum cam, yterbium triflorid (0.04 µm), mixed oksit (3 µm)	75-77/53-55

Tablo 2. Çalışmada kullanılan polisaj sistemleri ve özellikleri

Polisaj sistemleri	Abraziv içeriği ve boyutu	Şekli	Uygulama aşaması
Clearfil Twist Dia (Kuraray, Japonya)	Elmas partikülleri Medium (25-35 µm) Fine (4-8 µm)	Spiral	İki aşamalı
Pogo (Dentsply, ABD)	Polimerize üretan dimetakrilat rezin, ince elmas tozu (7 µm), silikon oksit (20 µm)	Disk	Tek aşamalı
Sof-Lex (3M-ESPE, ABD)	Alüminyum oksit partikülleri Medium (turuncu - 29 µm) Fine (açık turuncu - 14 µm) Super fine (sarı - 5 µm)	Disk	Çok aşamalı
Super Snap (Shofu, ABD)	Medium (violet, silikon karpit - 30 µm) Fine (yeşil, alüminyum oksit - 20 µm) Super fine (pembe, alüminyum oksit - 7 µm)	Disk	Çok aşamalı

Polisaj sistemlerinin kullanımında üretici firmalarının kullanım tavsiyeleri esas alındı. Polisaj esnasında uygulama farklılıkları oluşturmamak için tüm örneklerin polisajı aynı araştırmacı tarafından 10.000 rpm hızda çalışan düşük devirli bir mikromotor kullanılarak kuru olarak gerçekleştirildi. Polisaj sistemlerinin her aşaması 20 saniye süreyle aynı yönde ve hafif basınç ile uygulandı. Birden fazla uygulama aşaması olan sistemlerde, her aşamadan sonra örnek yüzeyleri su spreyi ile yıkanıp kurutulduktan sonra, diğer aşamaya geçildi. Polisaj uygulamasından sonra, örnekler distile su içerisinde yüzey pürüzlülükleri ölçülünceye kadar oda ısısında bekletildi.

Pürüzlülük Ölçümleri

Yüzey pürüzlülük ölçümleri yüzey profilometre cihazı (Surfest SJ-301, Mitutaya, Japonya) kullanılarak gerçekleştirildi. Cihaz, ölçümlerden önce üretici firmanın talimatları doğrultusunda, bir kalibrasyon bloğu kullanılarak kalibre edildi. Pürüzlülük ölçümleri, rezin kompozit örneklerin yüzeylerinden cihazın uç kısmı aynı yönde çalışacak şekilde üç farklı noktadan gerçekleştirildi ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak her

örneğin yüzey pürüzlülük değeri (Ra) kaydedildi. Profilometre cihazının “cut off” değeri 0,8 mm, ölçüm uzunluğu 4,0 mm ve hızı 0,5 mm/sn olarak tanımlanmıştır.¹⁹

İstatistiksel analiz

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 25 programı kullanılarak %95 güven aralığında yapıldı. Çalışmada test edilen rezin kompozitlerin ve polisaj sistemlerinin pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi, her bir grubun kendi içinde karşılaştırılmasında ise Mann Whitney U testi (Bonferroni düzeltilmesi) kullanıldı ($p < 0.05$).

BULGULAR

Çalışmanın sonucunda, tüm deney gruplarından elde edilen ortalama pürüzlülük değerleri ve standart sapmalarına ait veriler Tablo 3 ve Grafik 1’de verilmektedir.

Tablo 3. Çalışmada tüm deney gruplarından elde edilen ortalama pürüzlülük değerleri ve standart sapmalarına ait veriler

Rezine kompozitler	Polisaj grupları					*p değeri
	Kontrol	Clearfil Twist Dia	Pogo	Sof-Lex	Super Snap	
G	0,570 ± 0,442 ^{ABabdefghi}	0,185 ± 0,082 ^{ACDabcd}	0,249 ± 0,108 ^{CEabdefgh}	0,276 ± 0,165 ^{DFabdefghi}	0,154 ± 0,066 ^{BEFabcdefg}	0,001*
FZ	0,029 ± 0,008 ^{ABCDajk}	0,129 ± 0,011 ^{Aefgh}	0,039 ± 0,006 ^{BEFGajklmno}	0,092 ± 0,013 ^{CFajkl}	0,076 ± 0,010 ^{DGahij}	0,000*
GD	0,059 ± 0,066 ^{ABb}	0,123 ± 0,023 ^{ACDij}	0,151 ± 0,038 ^{BEFipqrstu}	0,071 ± 0,017 ^{CEbjmno}	0,038 ± 0,030 ^{DFbhklmnoöp}	0,000*
EP	0,035 ± 0,012 ^{ABCDcj}	0,126 ± 0,033 ^{Aeklm}	0,084 ± 0,027 ^{BEFbjp}	0,110 ± 0,025 ^{CFGemöpq}	0,107 ± 0,027 ^{DGkqrs}	0,000*
PE	0,049 ± 0,006 ^{ABdklm}	0,083 ± 0,020 ^{Aaek}	0,073 ± 0,028 ^{ckqv}	0,057 ± 0,028 ^{dkörs}	0,092 ± 0,048 ^{Bl}	0,002*
CXD	0,039 ± 0,016 ^{ABCDE}	0,132 ± 0,023 ^{Aelno}	0,080 ± 0,027 ^{Bdlry}	0,084 ± 0,014 ^{CEfepnu}	0,083 ± 0,052 ^{DFcmquv}	0,000*
FU	0,026 ± 0,005 ^{ABCDfln}	0,098 ± 0,021 ^{Aebfnp}	0,079 ± 0,011 ^{BFfemsz}	0,161 ± 0,079 ^{CEFGflnsuv}	0,047 ± 0,006 ^{DGdmrtuwy}	0,000*
CM	0,041 ± 0,022 ^{ABCDg}	0,113 ± 0,043 ^{Aefgq}	0,121 ± 0,040 ^{BEfnv}	0,074 ± 0,018 ^{CFgqv}	0,098 ± 0,026 ^{DGejovwz}	0,000*
CD	0,051 ± 0,097 ^{ABCDhmo}	0,097 ± 0,023 ^{Aegor}	0,102 ± 0,042 ^{Bgot}	0,101 ± 0,047 ^{CFh}	0,087 ± 0,012 ^{DEFföy}	0,000*
TCB	0,058 ± 0,022 ^{ABikno}	0,069 ± 0,023 ^{dhjmöpq}	0,105 ± 0,021 ^{ACHöuwyz}	0,111 ± 0,035 ^{BDiot}	0,139 ± 0,272 ^{CDepsz}	0,000*
** p değeri	0,000*	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*	

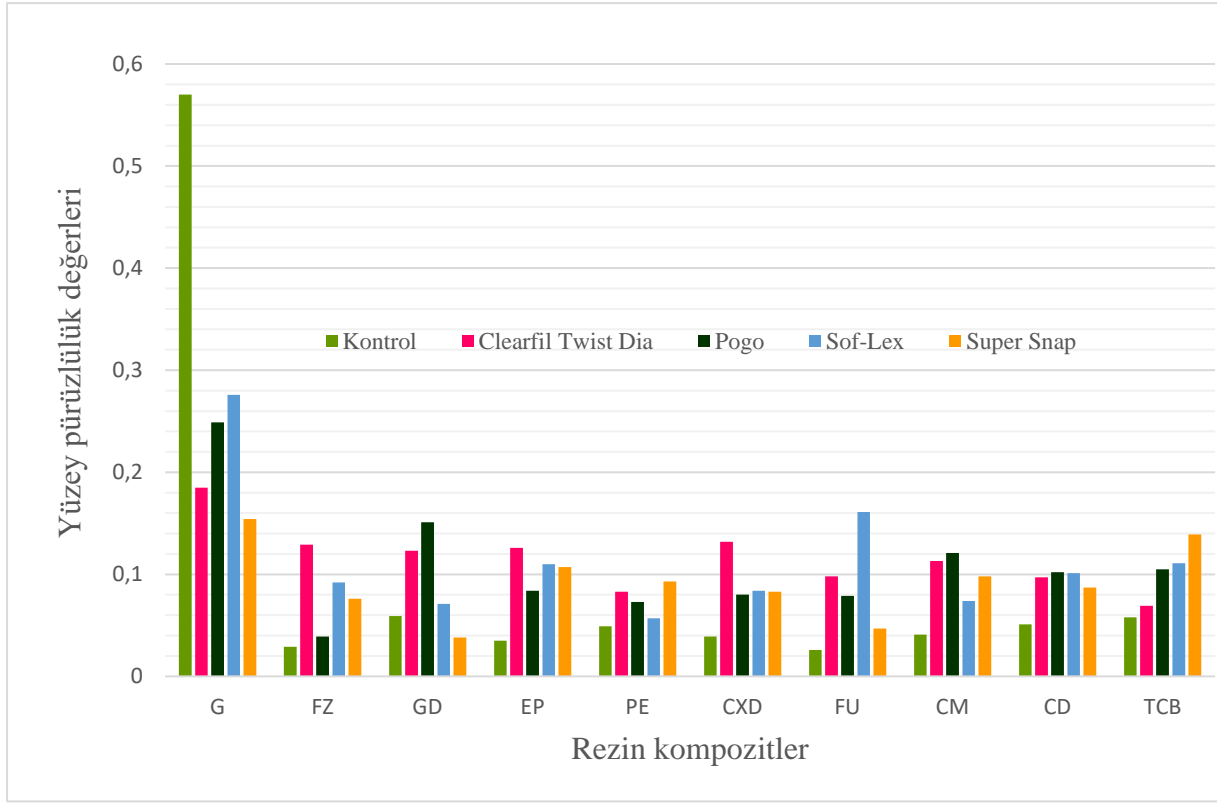
*p; polisaj grupları arasında fark var (Kruskal Wallis testi, $p < 0.05$)

**p; rezin kompozitler arasında fark var (Kruskal Wallis testi, $p < 0.05$)

Aynı satırdaki büyük harfler polisaj grupları arasında, aynı sütündeki küçük harfler rezin kompozitler arasındaki farklılığı ifade etmektedir (Mann Whitney U testi, $p < 0.01$)

Çalışmada test edilen rezin kompozitlerin polisaj uygulamalarından nasıl etkilendiği istatistiksel olarak incelendiğinde; test edilen tüm rezin kompozitlerde polisaj alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). G ve GD’nin haricinde, diğer rezin kompozitlerin kullanıldığı örneklerde en düşük pürüzlülük değerleri polisaj uygulaması yapılmayan kontrol grubundan elde

edilirken, G ve GD ile hazırlanan örneklerde en düşük pürüzlülük değerleri Super Snap’in kullanıldığı polisaj grubundan elde edildi. En yüksek pürüzlülük değerleri G ile hazırlanan örneklerde polisaj uygulaması yapılmayan kontrol grubunda, GD ve CM ile hazırlanan örneklerde Pogo, CXD, FZ ve EP ile hazırlanan örneklerde Clearfil Twist Dia, FU ve CD’nin kullanıldığı örneklerde Sof-Lex, PE ve TCB’nin kullanıldığı örneklerde Super Snap’in



Grafik 1. Çalışmada incelenen resin kompozitlerin polisaj işlemleri sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin grafiksel görünümü

kullanıldığı polisaj alt grubundan elde edildi.

Ayrıca, tüm polisaj alt gruplarında, test edilen resin kompozitlerin pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edildi ($p < 0.05$).

Tüm polisaj gruplarında, en yüksek pürüzlülük değerleri G ile hazırlanan örneklerden elde edildi. Polisaj uygulaması yapılmayan kontrol grubunda, en düşük pürüzlülük değerleri FU ile hazırlanan örneklerden elde edildi, bunu sırasıyla FZ, EP, CXD, CM, PE, CD, TCB, GD izlediği görüldü.

Clearfil Twist Dia'nın kullanıldığı polisaj alt grubunda, en düşükten en yükseğe doğru pürüzlülük değerlerinin TCB, PE, CD, FU, CM, GD, EP, FZ ve CXD şeklinde sıralandığı tespit edildi.

Pogo'nun kullanıldığı polisaj alt grubunda en düşük pürüzlülük değerlerinin PE ile elde edildiği, bunu GD, CM, CXD, FZ, CD, EP, TCB ve FU'dan elde edilen pürüzlülük değerlerinin izlediği saptandı.

Sof-Lex'in kullanıldığı polisaj alt grubunda da en düşük pürüzlülük değerleri PE ile elde edildi, bunu GD, CM, CXD, FZ, CD, EP, TCB ve FU'dan elde edilen pürüzlülük değerlerinin izlediği tespit edildi.

Super Snap'in kullanıldığı polisaj alt grubunda ise GD'nin kullanıldığı örneklerin pürüzlülük değerlerinin

diğer tüm test edilen resin kompozit gruplarından düşük olduğu, bunu sırasıyla FU, FZ, CXD, CD, PE, CM, EP ve TCB'den elde edilen değerlerin izlediği görüldü.

TARTIŞMA

Günümüzde restoratif amaçla kullanılmak üzere değişik özelliklere sahip birçok resin kompozit (mikrodolduruculu, hibrit, mikrohibrit, nanodolduruculu, nano hibrit) dental marketlerde yer almaktadır. Bu resin kompozitlerin farklı isimlerle sunulmalarında, yapılarına ilave edilen doldurucu partiküllerin boyutu, miktarı ve bu partiküllerin organik matriks içerisine ilave edilme şekilleri esas olarak rol oynamasına rağmen, organik matriksi oluşturan monomer yapısının da etkisi olduğu göz ardı edilmemelidir.

Resin kompozitlerin geniş yelpazesi, bu materyaller ile daha estetik restorasyonların yapılmasına imkan sunmaktadır. Ancak ne tip resin kompozit kullanılırsa kullanılsın, klinik olarak kabul edilebilir bir estetik sağlayabilmek için restorasyonun en son aşaması olan bitirme ve polisaj uygulamasının dikkatli şekilde yapılması bir zorunluluktur. Bu amaçla değişik sistemler kullanılmasına rağmen, resin kompozitlerin hangi

tipinde hangi polisaj sisteminin kullanımının daha etkili olacağı konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır.

Farklı içeriğe sahip (doldurucu içeriği, miktarı, monomer yapısı) rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine farklı polisaj sistemlerinin etkisinin incelendiği bu çalışmanın sonucunda, test edilen tüm rezin kompozitlerde polisaj alt grupları arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edildi. Bu bulgu nedeniyle, polisaj sistemlerinin rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi bulunmamaktadır şeklindeki çalışmanın birinci sıfır hipotezi reddedilmiş oldu. Polisaj amacıyla kullanılan sistemlerin aşındırıcı tipi, boyutu, şekli ve kesme yeteneklerinin yanı sıra test edilen rezin kompozitlerin yapısal farklılıklarının bu bulgunun elde edilmesinde rolü olabilir.²⁰ Polisaj sistemlerinin rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü farklı şekilde etkilediğini bildiren çalışmaların sonuçları çalışmanın bu bulgusu ile örtüşmektedir.^{21,22}

G ve GD haricinde, diğer rezin kompozitlerde, polisaj uygulaması yapılmayan kontrol grubunda en düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edildi. Resin kompozitlerin şeffaf bant altında bitirilmesiyle en düzgün yüzeylerin elde edildiğini bildiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.^{12,13,23,24} Ancak, klinik olarak rezin kompozit restorasyonların şeffaf bant altında polimerize edilerek tamamlanması her zaman mümkün olmayabilir.²⁵

Clearfil Twist Dia'nın kullanıldığı polisaj alt grubunda, genelde daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edildi. Bu polisaj alt grubunda en düşük pürüzlülük değerlerinin TCB ile elde edildiği, bunu PE, CD, FU, CM, GD, EP, FZ, CXD ve G'nin izlediği görüldü. Clearfil Twist Dia, ince elmas partiküller emdirilmiş lastik bir spiraldir. Bu sistemin kullanımı ile daha pürüzlü rezin kompozit yüzeyinin oluştuğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır.^{26,27} Buna elmas partiküllerinin diğer aşındırıcılara göre daha sert olmasının neden olduğu bildirilmiştir.^{28,29} Gömleksiz ve Gömleksiz³⁰ ise bulk-fill rezin kompozitler de Clearfil Twist Dia ile daha düşük pürüzlülük değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da bulk-fil rezin kompozit, TCB ile elde edilen bulgular Gömleksiz ve Gömleksiz'in³⁰ bulgularını desteklemektedir.

Pogo'nun kullanıldığı polisaj alt grubunda en düşük pürüzlülük değerlerinin PE ile hazırlanan örneklerden elde edildiği, bunu sırasıyla GD, CM, CXD, FZ, CD, EP, TCB, FU ve G'nin izlediği tespit edildi. Pogo, 7 µm boyutunda elmas partiküller ile kaplı, disk şeklinde, tek aşamalı bir polisaj sistemidir. Üretici firma bu ürünü polisaj amacıyla tek başına kullanılabileceği gibi alüminyum oksit partikülleri içeren ve bitirme fonksiyonu olan Enhance sistem ile birlikte de kullanılabileceğini bildirmiştir. Çalışmamızda örnek yüzeylerine herhangi bir bitirme işlemi uygulanmadığından, Pogo tek başına kullanıldı ve tek

aşamalı polisaj sistemi olarak sınıflandırıldı. Pogo ile pürüzsüz yüzeylerin elde edildiğini bildiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır.^{3,28,29} Bunun da ince elmas tozları emdirilmiş üretilen dimetakrilat yapısından ileri geldiği bildirilmiştir.³¹ Bu çalışmada da benzer şekilde, FZ, CXD, PE, EP ve FU ile hazırlanan örneklerde, Pogo ile daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildi. CM, CD ve GD ile hazırlanan örneklerde ise Pogo ile daha yüksek pürüzlülük değerleri tespit edildi. Bu bulgu, Pogo'nun rezin kompozit yüzeyinde oluşturduğu etkilerin yapısal özelliklere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Alüminyum oksit kaplı disk, Sof-Lex'in kullanıldığı polisaj alt grubunda en düşük pürüzlülük değerleri bir mikrohibrit rezin kompozit olan PE ile hazırlanan örneklerden elde edildi. Bunu sırasıyla GD, CM, CXD, FZ, CD, EP, TCB, FU ve G ile hazırlanan örnekler izledi. Sof-Lex disklerin hem mikrohibrit hem de nanodolduruculu rezin kompozitlerde doldurucu partikülleri ve rezin matrisi eşit olarak aşındırdığı ve/veya kestiği, bu nedenle de daha düzgün yüzey oluşumunu neden olduğu bildirilmiştir.³²⁻³⁴ Sof-Lex diskler ile ilgili en büyük dezavantaj ise kullanım esnasında oluşan sürtünme ısısının polimer matrisinde mikro çatlaklar oluşturması, dolayısıyla pürüzlü yüzey oluşumuna neden olmasıdır.³⁵

Alüminyum oksit kaplı disk şeklindeki diğer bir polisaj sistemi olan Super Snap ile elde edilen pürüzlülük değerlerinin ise en düşüğe doğru GD, FU, FZ, CXD, CD, PE, CM, EP, TCB ve G şeklinde bir sıralama oluşturduğu tespit edildi. Super Snap, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı esnek disklerdir. Silikon karpit partiküllerinin boyutu 30 ile 60 µm arasında iken, alüminyum oksit partiküllerinin boyutu 7 ile 20 µm arasında değişmektedir.

Sof-Lex ile Super Snap disklerin pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında, PE haricinde test edilen mikrohibrit rezin kompozitlerde Super Snap ile Sof-Lex'in pürüzlülük değerlerinin birbirine yakın ancak Super Snap ile daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildiği görüldü. Super Snap diskler ile düşük pürüzlülük değerleri elde ettiklerini bildiren çalışmaların bulguları ile bu bulgumuz paralellik göstermektedir.^{12,27} Buna Super Snap'in medium diskinde aşındırıcı olarak silikon karpit partiküllerinin kullanılması neden olabilir. Polisaj sistemlerinde kullanılan en sert aşındırıcının elmas partikülleri olduğu, bunu silikon karpit ve daha sonra alüminyum oksit partiküllerinin izlediği bildirilmiştir.¹⁰ Silikon karpit partiküller ile rezin matris ve doldurucu partiküller daha fazla aşındırılırken, alüminyum oksit kaplı fine ve süper fine diskler ile rezin kompozit yüzeyinde kuşlama etkisi oluşturulduğu ve bunun sayesinde de doldurucu partiküllerin rezin matrisden çıkarılmadan homojen bir şekilde kaldırılabildiği bildirilmiştir.³⁶

Çalışmanın ikinci sıfır hipotezi ise yüzey pürüzlülüğü açısından rezin kompozitler arasında farklılık olmayacağı

çağı idi. Ancak, tüm polisaj alt gruplarında test edilen rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin arasında anlamlı farklılıklar olduğu görüldü. Bu rezin kompozitlerin doldurucu partiküllerinin tipi, boyutu, miktarı, rezin matriks içine ilave edilme şekilleri ve monomer tipinin birbirinden farklı olmasından ileri gelebilir. Bu bulgu nedeni ile çalışmanın ikinci hipotezi de red edilmiş oldu.

Çalışmada tüm polisaj gruplarında mikrohibrit rezin kompozit olan G ile en yüksek pürüzlülük değerleri elde edildi. Buna bu rezin kompozitin yapısına ilave edilen pre-polimerize doldurucular (16-17 µm) neden olabilir. Daha büyük partikül boyutuna sahip pre-polimerize doldurucuların, rezin matriksin daha kolay aşınmasına, doldurucu partiküller ile rezin matriksi arasındaki bağlanmanın daha fazla zarar görmesine ve dolayısıyla da daha pürüzlü yüzey oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir.^{32,37,38} Bu çalışmada, G ile hazırlanan örneklerde en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri Super Snap ile elde edilirken, bunu sırasıyla Clearfil Twist Dia, Pogo, Sof-Lex ve kontrol grubunun izlediği tespit edildi. Test edilen diğer mikrohibrit rezin kompozit, GD ile hazırlanan örneklerde de Super Snap ile en düşük pürüzlülük değerleri elde edildi. Bunu kontrol grubu, Sof-Lex, Clearfil Twist Dia ve Pogo'nun izlediği görüldü. Bu rezin kompozitin içeriğinde de prepolimerize doldurucular (16 µm) bulunmaktadır. Buna rağmen, GD'nin pürüzlülük değerleri üzerine polisaj sistemlerinin G'den farklı etki göstermesi, bu iki rezin kompozitin doldurucu tiplerinin ve monomer yapılarının farklı olmasıyla izah edilebilir.

Mikrohibrit rezin kompozit, FZ ile hazırlanan örneklerde, yüzey pürüzlülük değerlerinin en düşükten en yükseğe doğru Pogo, Super Snap, Sof-Lex ve Clearfil Twist Dia şeklinde sıralandığı görüldü. FZ, silika ve zirkonyum doldurucu partiküllerini içermektedir ve doldurucu oranı test edilen diğer rezin kompozitlere göre oldukça yüksektir. Doldurucu oranı fazla olan rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin daha yüksek olduğu tezine dayanarak sert elmas partikülleri emdirilmiş Pogo ile bu rezin kompozitte daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmesi şaşırtıcı bir sonuç değildir.⁷ Ancak, Clearfil Twist Dia ile FZ'de daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmesi beklemediğimiz bir sonuçtu. Buna Clearfil Twist Dia'nın elmas partiküllerinin boyutunun Pogo'dan büyük olması neden olabilir.

EP ve PE ise çalışmada test edilen diğer mikrohibrit yapıya sahip rezin kompozitlerdir. Aynı firmanın ürettiği bu iki rezin kompozit silika ve zirkonyum doldurucu partiküllerini içermektedir. EP'de bu partiküllerin boyutu 0.1 ile 10 µm arasında iken, PE'de 0.2 µm (yuvarlak şekle sahip) boyutundadır. Diğer bir deyişle, EP'nin doldurucu partikülleri heterojen bir yapı gösterirken, PE homojen bir yapıya sahiptir. Ayrıca, doldurucu partikülleri PE'ye sol gel tekniği ile ilave edilmiştir. Bu iki rezin kompozitin

diğer bir farklılığı ise EP'nin patentli bir fotobaşlatıcı sistemini içermesidir. Üretici firma bunun sayesinde EP'nin daha iyi polimerize olduğunu iddia etmektedir. EP ile hazırlanan örneklerde Pogo ile diğer polisaj sistemlerine göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilirken, bunu Super Snap, Sof-Lex ve Clearfil Twist Dia izledi. PE'de ise pürüzlülük değerlerinin en düşükten en yükseğe doğru sıralaması Sof-Lex, Pogo, Clearfil Twist Dia ve Super Snap şeklinde olduğu görüldü. Aynı doldurucu içermeleri ve doldurucu miktarlarının birbirine yakın olmasına rağmen, polisaj sonrası bu iki rezin kompozitte farklı pürüzlülük değerleri elde edilmesi, doldurucu partiküllerin rezin matrikse ilave edilme şekillerinin ve ayrıca polimerizasyon mekanizmalarının farklı olması ile açıklanabilir.

CXD, nanoseraamik yapıda bir rezin kompozittir. CXD, ile hazırlanan örneklerde Clearfil Twist Dia ile yüksek, Pogo, Super Snap ve Sof-Lex ile birbirine yakın değerlerde ve daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildi. Farklı polisaj uygulamalarının nanodolduruculu ve hibrit rezin kompozitlerin üzerine etkilerini inceleyen bir çalışmada, CXD'nin SEM'da pöröz bir yüzey yapısına sahip olduğu, bu görüntünün elde edilmesinin tam olarak nedeninin belirlenemediği, ancak bu rezin kompozitin sadece kampül şeklinde üretilmiş olmasına bağlı olarak bu durumun oluştuğu belirtilmiştir.⁶ Bu çalışmada CXD ile bazen test edilen mikrohibrit bazen de nanohibrit rezin kompozitlerden daha yüksek pürüzlülük değerleri elde edildi. Nanohibrit ve bulk-fil rezin kompozitlerin nanoseraamik rezin kompozitlere göre polisaj sonrası daha düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildiren Magdy ve ark.'nın³⁹ çalışma bulguları bu çalışmanın bulgularıyla örtüşmektedir.

Çalışmada test edilen FU, CM ve CD ise nanohibrit yapıda rezin kompozitlerdir. FU ve CD ile hazırlanan örneklerde Super Snap, CM ile hazırlanan örneklerde Sof-Lex ile daha düşük pürüzlülük değerleri elde edildi. En yüksek pürüzlülük değerleri ise FU'da Sof-Lex, CM ve CD'de Pogo ile elde edildi. Test edilen nanohibrit rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne polisaj sistemlerinin farklı etki göstermesi, test edilen rezin kompozitlerin yapısına ilave edilen nanodoldurucu partiküllerin tipi, boyutu ve ilave edilme şekillerinin farklı olmasından ileri gelebilir. Nano boyuttaki partiküller tek tek veya nono kümecikler şeklinde rezin kompozite ilave edilebilirler. Nano kümecikler şeklinde doldurucu partiküllerin ilave edilmesinin doldurucu partiküller arasındaki mesafenin azalmasına, doldurucu miktarının artmasına ve dolayısıyla rezin kompozitin yüzey pürüzlülüğünün azalmasına neden olduğu rapor edilmiştir.¹³ Ayrıca, nano kümecikler içeren rezin kompozitlerde polisaj ile nano dolduruculu partiküller kolaylıkla uzaklaştırılabilirken, nano kümecikler uzaklaştırılmaz, bunun sonucunda da daha az yüzey defektli ve daha iyi polisajlanmış yüzey elde edilmesi sağlanmıştır.

TCB ise nanohibrit yapıda bir bulk-fil rezin kompozittir. TCB ile en düşük pürüzlülük değerleri Clearfil Twist Dia ile elde edildi. Bunu sırasıyla Pogo, Sof-Lex ve Super Snap'in izlediği görüldü. Paolone ve ark.'nın³⁸ farklı bulk-fil rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne tek aşamalı, iki aşamalı ve üç aşamalı polisaj sistemlerinin etkilerini inceledikleri bir çalışmada, bulk-fil rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün klinik olarak kabul edilebilir değerde olduğu ve bu rezin kompozitlerin polisajında çok aşamalı sistemlerin kullanımının tavsiye edildiği rapor edilmiştir. Her ne kadar çalışmada kullanılan bulk-fil rezin kompozit, çalışmamızda kullanılan bulk-fil rezin kompozitten farklı olsa bile TCB ile hazırlanan örneklerden elde edilen pürüzlülük değerlerinin klinik olarak kabul edilen eşik değerinden (0.2 Ra) düşük olduğu görüldü. Ayrıca bu rezin kompozitin polisajında iki aşamalı Clearfil Twist Dia ve tek aşamalı Pogo kullanımı ile diğer polisaj sistemlerine göre daha düşük Ra değerleri elde edildi. Bu bulgumuz Paolone ve ark.'nın⁴⁰ çalışma bulgularıyla ters düşmektedir. Bu da iki çalışmada kullanılan polisaj sistemlerinin farklılığından ileri gelebilir.

Polisaj sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin incelenmesinde uygulama süresi de önemli bir faktördür. Bu çalışmada polisaj sistemlerin her aşaması 20 saniye süre ile uygulanarak standardizasyon sağlanmaya çalışıldı. Bunun yanı sıra yüzey pürüzlülüğünü polisaj sistemlerinin uygulanma kuvveti ve polisajın su soğutmalı veya kuru olarak yapılmasının da etkilediği rapor edilmiştir.⁴¹ Bu nedenle, çalışmada kullanılan polisaj sistemleri üretici firmalarının talimatları doğrultusunda kullanıldı. Polisaj uygulaması 10.000 rpm hızda çalışan düşük devirli bir mikromotor ile aynı araştırmacı tarafından hafif basınç uygulayarak gerçekleştirildi. Ayrıca, çok aşamalı polisaj sistemlerinde her aşamadan

sonra örnek yüzeyleri yıkılarak diğer aşamaya geçildi.

Çalışmadan elde edilen tüm bulgular analiz edildiğinde; klinik olarak kabul edilebilir bir rezin kompozit restorasyonun elde edilmesinde rezin kompozitin yanısıra polisaj sistemlerin seçiminin de önemli olduğu söylenebilir. Ancak bu çalışmanın polisaj öncesi rezin kompozit yüzeyine herhangi bir bitirme uygulamasının yapılmaması ve polisaj sonrası örneklere ağız ortamını taklit edecek bir yaşlandırma uygulanmaması gibi bazı sınırlamaları mevcuttur. Bu nedenle konu ile ilgili başka çalışmaların yapılması gereklidir. Ancak, *in vitro* olarak elde edilen bulgularımızın hekimler için yol gösterici olacağı kanısındayız.

SONUÇLAR

Bu çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

1. Test edilen rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin çalışmada kullanılan polisaj sistemlerinden farklı şekilde etkilendiği görüldü. Diğer bir deyişle, polisaj alt gruplarının yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu saptandı.
2. Her bir polisaj alt grubunda, rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerleri arasında da anlamlı farklılık olduğu tespit edildi. G, GD, FU, CD için çok aşamalı Super Snap, FZ, EP ve CXD için tek aşamalı Pogo, PE ve CM için çok aşamalı Sof-Lex, TCB için iki aşamalı Clearfil Twist Dia ile düşük pürüzlülük değerleri elde edildi.

KAYNAKLAR

1. Chen MH. Update of dental nanocomposites. J Dent Res 2010; 89: 549-560.
2. Hosoya Y, Shiraishi T, Odatsu T, Nagafuji J, Kotaku M, Miyazaki M, Powers JM. Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. J Oral Sci 2011; 53: 283-291.
3. Barakah HM, Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. J Prosthet Dent 2014; 112: 625-631.
4. Lu H, Roeder LB, Lei LEI, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. J Esthet Restor Dent 2005; 17: 102-108.
5. Da Costa, JB, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. J Esthet Restor Dent 2007; 19: 214-224.
6. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. Oper Dent 2007; 32: 45-52.
7. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. Dent Mater 2003; 19: 12-18.
8. Aytac F, Karaarslan ES, Agaccioglu M, Tastan E, Buldur M, Kuyucu E. Effects of novel finishing and polishing systems on surface roughness and morphology of nanocomposites. J Esthet Restor Dent 2016; 28: 247-261.
9. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. Dent Clin North Am 2007; 51: 379-397.
10. Rimondini L, Farè S, Brambilla E, Felloni A, Consonni C, Brossa F, Carrassi A. The effect of surface roughness on early *in vivo* plaque colonization on titanium. J Periodontol 1997; 68: 556-562.
11. Yadav RD, Raisingani D, Jindal D, Mathur R. A

- comparative analysis of different finishing and polishing devices on nanofilled, microfilled, and hybrid composite: A scanning electron microscopy and profilometric study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016; 9: 201-208.
12. Ehrmann E, Medioni E, Brulat-Bouchard N. Finishing and polishing effects of multiblade burs on the surface texture of 5 resin composites: Microhardness and roughness testing. *Res Dent Endod* 2019; 44: e1-12.
 13. Nair V, Sainudeen S, Padmanabhan P, Vijayashankar L, Sujathan U, Pillai R. Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. *J Conserv Dent* 2016; 19: 91-95.
 14. Roeder LB, Tate WH, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Oper Dent* 2000; 25: 534-543.
 15. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Aksoy G. The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent* 2008; 33: 44-50.
 16. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NHF. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 421-427.
 17. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J* 2004; 196: 42-45.
 18. Barbosa SH, Zanata RL, de Lima Navarro MF, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Braz Dent J* 2005; 16: 39-44.
 19. Bala O, Arısu HD, Yıkılğan İ, Arslan S, Güllü A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *European J Dent* 2012; 6: 79-86.
 20. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998; 42: 613-627.
 21. Marghalani HY. Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. *J App Oral Sci* 2010; 18: 59-67.
 22. 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 Dentistry* 2011; 39: e9-e17.
 23. Roeder LB, Powers JM. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *Am J Dent* 2004; 17: 109-112.
 24. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, Topcu FT. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *J Dent Sci* 2013; 8: e160-169.
 25. St Georges AJ, Bolla M, Fortin D, Muller-Bolla M, Thompson JY, Stamatiades PJ. Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Oper Dent* 2005; 30: 593-597.
 26. Kılıç V, Gök A. Effect of different polishing systems on the surface roughness of various bulk-fill and nano-filled resin-based composites: An atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. *Micros Res Tech* 2021; 84: 2058-2067.
 27. Kemaloglu H, Karacolak G, Turkun LS. Can reduced-step polishers be as effective as multiple-step polishers in enhancing surface smoothness? *J Esthet Restor Dent* 2017; 29: 31-40.
 28. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 2004; 29: 203-211.
 29. Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent* 2007; 32: 185-192.
 30. Gömleksiz S, Gömleksiz O. The effect of contemporary finishing and polishing systems on the surface roughness of bulk fill resin composite and nanocomposites. *J Esthet Rest Dent* 2022; 1-9.
 31. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 2004; 29: 275-279.
 32. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent* 2006; 31: 11-17.
 33. Jang JH, Kim HY, Shin SM, et al. Clinical effectiveness of different polishing systems and self-etch adhesives in class V composite resin restorations: two-year randomized controlled clinical trial. *Oper Dent* 2017; 42: 19e-29.
 34. St-Pierre L, Martel C, Crepeau H, Vargas MA. Influence of polishing systems on surface roughness of composite resins: polishability of composite resins. *Oper Dent* 2019; 44: e122-132.
 35. Marigo L, Rizzi M, Torre LG. 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Oper Dent* 2001; 26: 562-568.
 36. Setcos CJ, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composite by new polishing system. *Quintessence Int J* 1999; 30: 169-173.
 37. Özgünaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 218-224.
 38. Paravina RD, Roeder L, Lu H, Vogel K, Powers JM. Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *Am J Dent* 2004; 17: 262-266.

39. Magdy NM, Kola M Z, Alqahtani HH, Alqahtani MD, Alghmlas AS. Evaluation of surface roughness of different direct resin-based composites. *J Inter Soc Preven Commun Dent* 2017; 7: 104-109.
40. Paolone G, Moratti E, Goracci C, Gherlone E, Vichi A. Effect of Finishing Systems on Surface Roughness and Gloss of Full-Body Bulk-Fill Resin Composites. *Materials* 2020; 13: 1-9.
41. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater* 2005; 21: 641-648.