

**T.C.**  
**BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI YÜZEY CİLA AJANLARI UYGULANMIŞ**  
**KOMPOZİT REZİNLERDE FIRÇALAMANIN YÜZEY**  
**ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Gizem HALİS**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Yrd. Doç. Dr. Ayşegül KÖROĞLU**

**ZONGULDAK**

**2017**

**T.C.**  
**BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI YÜZEY CİLA AJANLARI UYGULANMIŞ  
KOMPOZİT REZİNLERDE FIRÇALAMANIN YÜZEY  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİNDEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Gizem HALİS**

**DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Yrd. Doç. Dr. Ayşegül KÖROĞLU**

Bu tez çalışması Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir. Proje kodu: 2016-33822697-01

**ZONGULDAK**

**2017**

**KABUL ve ONAY:**

'FARKLI YÜZEY CİLA AJANLARI UYGULANMIŞ KOMPOZİT REZİNLERDE FIRÇALAMANIN YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ' başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

24.11.2017

**Başkan: Yrd. Doç. Dr. Ayşegül Köroğlu**



**Üye: Yrd. Doç. Dr. Serhat Emre Özkır**



**Üye: Yrd. Doç. Dr. Onur Şahin**



**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**TARİH:**

  
**Prof. Dr. Emre BODRUMLU**

DEKAN V.

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanması aşamasında bilgi ve deneyimini benimle paylaşan, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam ve Tez Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayşegül KÖROĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca deneyim ve bilgilerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Onur ŞAHİN'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Seda CENGİZ'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Neslin VELİOĞLU'na,

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesini yapan Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Doğu Ömür DEDE'ye,

Tez çalışmama destek sağlayan Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Asistanlığım boyunca birlikte çalıştığım ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Gaye SAĞLAM'a, Eda ESLEMEZ'e, Gamze GÜMÜŞ'e, Abdullah KARA'ya, Şükriye Ece DOĞAN'a, Gediz GEDÜK'e ve Habibe ERDAĞ'a,

İyi günümde, kötü günümde her zaman yanımda olan, desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarım Özlem İNCE ve Özge KÖY'e,

Beni bugünlere büyük emek ve özveriyle getiren, hiçbir zaman desteğini benden esirgemeyen, varlıklarının bana güç verdiği aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gizem HALİS

Kasım 2017, Zonguldak

## ÖZET

**Gizem Halis. Farklı Yüzey Cila Ajanları Uygulanmış Kompozit Rezinlerde Fırçalamanın Yüzey Özelliklerine Etkisinin Değerlendirilmesi. Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2017.**

Kompozit rezin restorasyonlar anterior ve posterior bölgelerde estetik ve mekanik özelliklerinden dolayı sıklıkla kullanılmaktadır. Kompozit rezin restorasyonların optimum yüzey özelliklerine sahip olması, bakteri tutulumuna engel olarak sekonder çürük ve periodontal hastalık oluşumunu da minimuma indirmektedir. Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü, uygulanan bitim-polisaj tekniğine ve kompozit rezinlerin yapısal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Kompozit rezin restorasyonların yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanmasında sıklıkla konvansiyonel polisaj yöntemi olarak alüminyum oksit diskler kullanılsa da, pek çok avantajlarından dolayı alternatif teşkil edebilecek cila ajanları da geliştirilmiştir. Çalışmada; dört farklı nanohibrit kompozit rezin materyalinden her bir grup için; 10 mm çapında 2 mm kalınlığında olmak üzere toplam 160 adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin yüzeyine konvansiyonel polisaj işlemleri ve üç farklı yüzey cila ajanı uygulanmıştır. Örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüş ve  $R_{a0}$  olarak kaydedilmiştir. Örneklerle fırçalama simülasyon cihazında 1 yıllık fırçalamaya tekabül eden 10.000 devirlik uygulama gerçekleştirilmiş ve örneklerin yüzey pürüzlülük değerleri ölçülüp  $R_{a1}$  olarak kaydedilmiştir. Örneklerin SEM ile yüzey özellikleri değerlendirilmiştir. Diş fırçalamanın nanohibrit kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** nanohibrit kompozit, yüzey cila ajanı, yüzey pürüzlülüğü, fırçalama abrazyonu

## ABSTRACT

**Gizem Halis. Evaluation of the Effect of Toothbrush Abrasion on the Surface Roughness of Different Sealant Agent Coupled Composite Resin Materials. Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Prosthodontics Thesis, Zonguldak in 2017.**

Composite resins are widely used for both anterior and posterior restorations because of their aesthetics and mechanical properties. Optimum surface properties of composite resin restorations minimize the formation of secondary caries and periodontal disease by preventing bacterial involvement. The surface roughness of the composite resins varies depending on the applied finishing-polishing technique and the structural properties of the composite resins. Aluminum oxide discs are often used as a conventional polishing method to provide surface smoothness of composite resin restorations, but sealant agents have also been developed which can be an alternative due to their many advantages. In this study; for each group of four different nanohybrid composite resin materials; a total of 160 specimens, 10 mm in diameter and 2 mm in thickness, were prepared. Conventional polishing processes and three different surface sealant agents were applied to the surfaces of the samples. The surface roughness values of the samples were measured and recorded as  $R_a0$ . The samples were subjected to 10,000 cycles corresponding to 1-year toothbrushing in the toothbrush simulator and the surface roughness values of the samples were measured and recorded as  $R_a1$ . The surface properties of the samples were evaluated by SEM. Toothbrushing was found to increase surface roughness in nanohybrid composite resins.

**Keywords:** nanohybrid composite, surface sealant agent, surface roughness, toothbrush abrasion

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ KABUL VE ONAY .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİL DİZİNİ .....	ix
TABLO DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Kompozit Reziner .....	3
2.2. Kompozit Rezinerin Sınıflandırılması .....	4
2.3. Nanohibrit Kompozitler.....	5
2.4. Kompozit Rezinerin Yüzey Pürüzlülüğü .....	6
2.5. Kompozit Rezinerin Bitirme ve Polijaj İşlemleri .....	6
2.6. Yüzey Cila Ajanları.....	7
2.7. Diş Fırçalamanın Kompozit Rezinerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	10
3.1. Kullanılan Materyaller .....	10
3.2. Farklı Kompozit Resin Materyallerinden Örneklerin Hazırlanması .....	11
3.3. Kompozit Resin Örnekler Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinin Uygulanması.....	12
3.4. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Ölçülmesi.....	13
3.5. Örneklerin Fırçalama Simülatörü Cihazı ile Fırçalama İşleminin Yapılması. ....	14
3.6. Örneklerin Fırçalama Simülasyonu Sonrası Yüzey Pürüzlülüklerinin Ölçülmesi .....	16
3.7. SEM analizi .....	16
3.8. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Olarak Analiz Edilmesi.....	17
4. BULGULAR.....	18
4.1. Fırçalama Öncesi $R_a0$ Değerlerine Ait Bulgular .....	18
4.2. Fırçalama Simülatörü Uygulanması Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerine Ait Bulgular .....	20

4.3. Fırçalama Simülatörü Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü	
Değerlerinin Karşılaştırılması .....	23
4.4. Fırçalama Simülatörü Sonrası SEM Görüntülerine Ait Bulgular .....	24
5. TARTIŞMA .....	27
6. SONUÇLAR .....	32
7. KAYNAKLAR .....	33
8. ÖZGEÇMİŞ .....	43





## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>AFM</b>	Atomik kuvvet mikroskobu
<b>Bis-EMA</b>	Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat
<b>Bis-GMA</b>	Bisfenol A Glisidil Metakrilat
<b>dk</b>	Dakika
<b>DMA</b>	Dimetakrilat
<b>g</b>	Gram
<b>kV</b>	Kilovolt
<b>LED</b>	Işık Yayan Diyot
<b>mm</b>	Milimetre
<b>mm/sn</b>	Milimetre/saniye
<b>mW/cm<sup>2</sup></b>	MiliWatt/santimetrekare
<b>N</b>	Newton
<b>nm</b>	Nanometre
<b>P</b>	Önem Düzeyi
<b>PEGDMA</b>	Polietilen Glikol Dimetakrilat
<b>Ra</b>	Pürüzlülük Değeri
<b>SEM</b>	Taramalı Elektron Mikroskobu
<b>Si-OH</b>	Silanol
<b>sn</b>	Saniye
<b>SS</b>	Standart Sapma
<b>TEGDMA</b>	Trietilen Glikol Dimetakrilat
<b>THFMA</b>	Tetrahidrofurfuril Metakrilat
<b>UDMA</b>	Uretan Dimetakrilat
<b>UTMA</b>	Uretan Tetrametakrilat
<b>%</b>	Yüzde
<b>&lt;</b>	Küçüktür
<b>&gt;</b>	Büyüktür
<b>°</b>	Derece
<b>°C</b>	Derece Santigrat
<b>µm</b>	Mikrometre

## ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler. ....	11
Şekil 2. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp .....	12
Şekil 3. Çalışmada kullanılan yüzey cila ajanları. ....	13
Şekil 4. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı. ....	14
Şekil 5. Çalışmada kullanılan fırçalama simülatörü .....	15
Şekil 6. Çalışmada kullanılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM). ....	17
Şekil 7. Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama $R_a0$ ( $\pm$ SS) değerleri ve x satırı ile gösterilen plak birikimi eşik değeri ( $R_a = 0,200 \mu\text{m}$ ). ....	20
Şekil 8. Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama $R_a1$ ( $\pm$ SD) değerleri ve x satırı ile gösterilen plak birikimi eşik değeri ( $R_a = 0,200 \mu\text{m}$ ). ....	22
Şekil 9. Z550 kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Z550_Cnt; B, Z550_Ps; C, Z550_Og; D, Z550_Bc .....	24
Şekil 10. Tetric kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Tet_Cnt; B, Tet_Ps; C, Tet_Og; D, Tet_Bc. ....	25
Şekil 11. Clearfil kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Cle_Cnt; B, Cle_Ps; C, Cle_Og; D, Cle_Bc. ....	25
Şekil 12. Ice kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Ice_Cnt; B, Ice_Ps; C, Ice_Og; D, Ice_Bc. ....	26

## TABLO DİZİNİ

<b><u>Tablo</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 1. Kompozit rezinlerin sınıflandırılması.....	4
Tablo 2. Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyalleri ve özellikleri .....	10
Tablo 3. Çalışmada kullanılan yüzey cila ajanları ve özellikleri .....	11
Tablo 4. $R_a0$ Değerlerine Ait İki Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları.....	18
Tablo 5. Gruplara ait ortalama $R_a0$ , standart sapma değerleri (SS) ve Tukey HSD test sonuçları.....	19
Tablo 6. $R_a1$ Değerlerine Ait İki Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları.....	21
Tablo 7. Gruplara ait ortalama $R_a1$ , standart sapma değerleri (SS) ve Tukey HSD test sonuçları.....	22
Tablo 8. Gruplara ait fırçalama simülatörü uygulaması öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinin eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testine göre karşılaştırılma sonuçları. ....	23

## 1. GİRİŞ

Kompozit rezinler hastaların artan estetik beklentileri, gelişmiş fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle ön ve arka grup dişlerin restorasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Son yıllardaki en önemli gelişmelerden biri, nanoteknolojinin kompozit rezinlere uygulanmasıdır. Nanoteknoloji çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak 1 ile 100 nanometre aralığında boyutlara sahip fonksiyonel yapıların üretilmesidir. Nanopartiküller içeren kompozit rezinler, azalmış polimerizasyon büzülmesi, gelişmiş mekanik ve optik özellikler, daha iyi parlaklık ve azalmış aşınma gibi pek çok avantaja sahiptir (2-4).

Kompozit rezinlerin yüzey özellikleri klinik başarıları için önem taşımaktadır. Yüzey pürüzlülüğü önemli bir yüzey özelliği olarak kabul edilmektedir (5). Yüzey pürüzlülüğü kompozit rezin restorasyonların estetik görünümünü etkilemektedir. Pürüzlü restorasyon yüzeylerinde plak tutulumunda görülen artış, sekonder çürüklere, yüzey renklenmelerine ve periodontal hastalıklara neden olmaktadır (6). Yapılan bir çok çalışmada kompozit rezinlerde en pürüzsüz yüzeylerin şeffaf bant altında polimerize olduklarında elde edildiği bildirilmiştir (5,7-9). Ancak, bu yüzeyin bitirme ve polisaj işlemleri ile giderilmesi, daha sert, dayanıklı ve estetik olarak kabul edilebilir bir yüzey oluşturmaktadır (9).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde optik ve mekanik profilometreler, Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) gibi cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır (10).

Uygun bitirme ve polisaj işlemleri kompozit restorasyonların ömrünü uzatan ve estetik görünümünü geliştiren önemli klinik aşamalardır (11). Karbit frezler, elmas frezler, aşındırıcı kaplanmış lastikler, disk, bantlar ve polisaj patları kompozit restorasyonların bitirme ve polisaj işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (12). Aşındırıcının kaplandığı destek malzemesinin esnekliği, aşındırıcının sertliği ve partikül boyutu kompozit restorasyonların bitirme ve polisaj işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülüğünü (Ra) etkilemektedir (13-15).

Yüzey cila ajanları kompozit restorasyonlarda yapısal mikrodefektleri doldurmak, pürüzsüz yüzeyler sağlamak, abrazyon direncini arttırmak için geliştirilmiş doldurucusuz veya düşük miktarda doldurucu içeren düşük viskoziteli rezinlerdir (16-18). Yapılan birçok çalışmada yüzey cila ajanlarının kompozit restorasyonların yüzey dokusunu ve optik özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir

(19,20). Bununla birlikte cila ajanlarının klinik uygulamalarını desteklemek için mekanik, kimyasal, ve biyolojik özellikleriyle ilgili yeterli veri bulunmamaktadır (21).

Diş fırçalama oral hijyende önemli bir rol oynamasına rağmen, kompozit rezin restorasyonların yüzeylerinde hasara neden olabilmektedir (22-28). Düzenli diş fırçalamanın neden olduğu aşınma restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyebilmekte, bu da plak oluşumu ve yumuşak doku enflamasyonlarına neden olabilmektedir (29,30). Yüzey pürüzlülüğünün artmasına ve madde kaybına neden olabilen diş fırçalama işleminin restoratif materyaller üzerindeki etkilerini değerlendirmek önemlidir (31). Bu amaçla, diş macunları ile diş fırçalamayı taklit eden fırçalama simülatörleri tasarlanmış ve ilgili materyallerin aşınma dirençlerinin test edilmesi için kullanıma sunulmuştur (18,31-36).

Bu *in vitro* çalışmanın amacı; uzun dönem fırçalamanın üç farklı yüzey cila ajanı uygulanmış, dört farklı nanohibrit kompozit materyalinin yüzey özelliklerine etkisinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda, 4 farklı nanohibrit kompozit rezin materyal kullanılarak hazırlanan örnek yüzeylerine alüminyum oksit disk uygulaması (kontrol) ve 3 farklı yüzey cila ajanı uygulaması yapıldıktan sonra profilometre cihazı başlangıç yüzey pürüzlülüğü ( $R_a0$ ) ve fırçalama simülatörü ile 1 yıllık fırçalama işlemi yapıldıktan sonrası için yüzey pürüzlülüğü ( $R_a1$ ) değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmamızın birinci hipotezi, farklı yüzey cila işlemlerinin tüm kompozit rezin gruplarında yüzey pürüzlülüğüne etkisinin aynı olmasıdır. Çalışmamızın ikinci hipotezi, yüzey işlem teknikleri ile kompozit rezinler arasındaki etkileşimin kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin olmamasıdır. Çalışmamızın üçüncü hipotezi ise diş fırçalaması ile kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü arasında korelasyon olmamasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kompozit Rezinler

Kompozit rezinler ilk defa 1962 yılında Dr. Rafael Bowen tarafından geliştirilmiştir (37). Kompozit rezin esaslı dolgu maddeleri sentetik polimerlerin, inorganik doldurucuların, başlatıcıların, aktivatörlerin ve silan bağlayıcı ajanların karışımından oluşmaktadır (38). Kompozit rezinler kimyasal olarak üç farklı yapıdan oluşmaktadır; organik matris (organik faz), inorganik doldurucular (dağılan faz) ve inorganik doldurucuları organik rezine bağlayan ara bağlayıcılar (silan faz) (39).

Günümüzdeki kompozit rezinlerin organik fazı çoğunlukla dimetakrilat monomerinden oluşmaktadır (40). Kompozit rezinlerin büyük bir kısmı monomer olarak bisfenol glisidil metakrilat (BisGMA) içermektedir. Kompozit rezinlerde kullanılan diğer monomerler; Trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA), üretan dimetakrilat (UDMA), etoksilatlı bisfenol-A-dimetakrilat (Bis-EMA) ve üretan tetrametakrilat (UTMA) dır (41). Dimetilakrilat monomerlerinin her biri kendine özgü molekül ağırlığı, polarite, vizközite, polimerizasyon büzülmesi gibi mekanik özelliklere sahiptir ve bu nedenle kullanılan monomerlere bağlı olarak kompozit rezinlerin vizkozitesi, reaktivitesi, polimerizasyon büzülmesi değişmektedir (42).

Dağılan faz, kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyen inorganik dolduruculardan oluşmaktadır. Doldurucu partiküllerin niteliği, miktarı ve elde edilme yöntemi, kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Doldurucu partiküllerin organik matriksin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmesinden ötürü kompozit rezinlerde doldurucu partikül oranının yüksek tutulması amaçlanmaktadır. Kompozit rezinlerdeki doldurucu oranının artmasıyla birlikte termal genleşme katsayısı ve polimerizasyon büzülmesi azalmakta ve daha estetik sonuçlar elde edilmektedir (43). Günümüzde kompozit rezinler doldurucu partikül olarak, kuvars, kollaidal silika ve baryum, stronsiyum ve zirkonyum içeren silika camları içermektedir (38).

Organik faz ile inorganik faz arasındaki kimyasal bağlanma hem doldurucu hem de matriks özelliği olan bağlayıcı ajanlarla sağlanmaktadır. Kompozit rezinlerdeki bağlayıcı ajanlar, bir ucunda silanol (Si-OH) grupları, diğer ucunda ise metakrilat grupları (C = C) bulunduran moleküllerden oluşmaktadır. Bu moleküller, silika bazlı doldurucu partiküllerin silikon-oksijen grupları ve rezin matriksdeki

metakrilat gruplarıyla kovalent bağlar oluşturabilirler (41). Organik matriks ile inorganik doldurucu partiküller arasında oluşan kovalent bağın güçlü olması, kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (38).

Başlatıcılar ve aktivatörler kompozit rezinlerin polimerizasyonunu sağlamaktadırlar. Kompozit rezinlerde polimerizasyon reaksiyonu ışıkla, kimyasal yolla veya hem ışık hem kimyasal yolla aktive olabilmektedir (40).

Kompozit rezinler anterior ve posterior bölgedeki tüm kaviteyi içeren restorasyonlarda kullanılmaktadırlar (1). Kompozit rezinler restoratif dolgu materyali olarak kullanılmasının dışında, pit ve fissür örtücülerde, geçici restorasyonlarda, kanal postlarında, kavite verniklerinde, inley, onley ve kuron restorasyonlarında kullanılmaktadırlar (44).

## 2.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin sınıflaması Tablo 1’ deki gibidir.

**Tablo 1.** Kompozit rezinlerin sınıflandırılması (45).

	<b>Kompozit rezin</b>	<b>Partikül büyüklüğü</b>	<b>Partikül% (ağırlıkça)</b>
<b>İnorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdelerine göre</b>	Megafil	50-100 µm	
	Makrofil	10-100 µm	% 70-80
	Midifil	1-10 µm	% 70-80
	Minifil	0,1-1 µm	% 75-85
	Mikrofil	0,01-0,1µm	% 35-60
	Hibrit	0.04-1 µm	% 75-80
	Nanofil	0.005-0.01 µm	% 72-87
<b>Viskozitelerine göre</b>	Kondanse olabilen kompozitler		Akışkan kompozitler
<b>Polimerizasyon Yöntemlerine göre</b>	Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler		
	Işık ile polimerize olan kompozitler		
	Hem ışık hem kimyasal olarak polimerize olabilen kompozitler		

### 2.3. Nanohibrit Kompozitler

Moleküler nanoteknoloji, moleküler mühendislik olarak da adlandırılmakta olup çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemlerle 1-100 nm aralığında boyutlara sahip fonksiyonel yapılar ve materyaller üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Nanopartikül içeren kompozit rezinlere nanokompozit denilmektedir (38).

Son zamanlarda nanoteknolojinin kompozitlerin tasarımı ve üretiminde kullanılmasıyla kompozitlerin özellikleri büyük ölçüde geliştirilmiştir (40). Nanopartikül içeren kompozit yüzeyleri, içerdikleri partikül boyutunun küçük olmasına bağlı olarak daha iyi parlatılabilmektedir (43). Nanokompozitlerin bildirilen diğer olumlu özellikleri ise yüksek aşınma dirençleri, düşük polimerizasyon büzülmesi ve gelişmiş optik özellikleridir (1,3,4,46-48). Günümüzde nanofil kompozitler ve nanohibrit kompozitler olmak üzere iki çeşit nanopartikül içeren kompozit rezin bulunmaktadır (40).

Nanohibrit kompozitler, nanopartiküller ile öğütülmüş cam partiküller içermektedir (49). Hibrit kompozitlerin iyi mekanik dayanımının ve mikrofil kompozitlerin üstün cilalanabilirliğinin nanohibrit kompozitlerde biraraya getirildiği bildirilmiştir (50). Nanohibrit kompozitlerin içerdiği partikül boyutları değişkenlik göstermektedir (51). Örneğin, NANOSIT™ nanohibrit kompoziti (Nordiska Dental, Angelholm, İsveç) ortalama 2000 nm boyutunda cam partikülleri ve ortalama 7 nm boyutunda inorganik partiküller içermektedir (52). Filtek Z550 nanohibrit kompoziti (3M ESPE, Seefeld, Almanya) yüzeyi modifiye edilmiş ortalama 3 mikron veya daha küçük boyutlardaki zirkonya /silika partikülleri ve yüzeyi modifiye edilmiş kümelenmemiş ortalama 20 nm boyutunda silika partikülleri içermektedir (53). Clearfill Majesty (Kuraray Dental, Amerika) ortalama 1.5 mikron boyutunda cam doldurucular ve ortalama 20 nm boyutundaki nanopartiküller içermektedir (54). Nanohibrit kompozit rezinlerin içerdiği partikül boyutlarının mikrofil kompozitlerdekinden daha küçük olmasına rağmen mekanik dayanıklılıklarının oldukça yüksek olması doldurucu partiküllerin matriks içinde düzenli bir şekilde dağılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (55).

Nanohibrit kompozitler geleneksel hibrit ve mikro hibrit kompozitlere kıyasla daha üstün estetik özelliklere sahiptir (56). Nanohibrit kompozitler, anterior ve posterior bölgeleri içeren tüm restoratif uygulamalarda kullanılabilir (43).



## **2.4. Kompozit Resinlerin Yüzey Pürüzlülüğü**

Restorasyonların yüzey özellikleri, ağız ortamıyla direkt etkileşim halinde olduğundan klinik başarıları için büyük önem taşımaktadır. Yüzey pürüzlülüğü önemli bir yüzey özelliği olarak kabul edilmektedir (5).

Kompozit resin restorasyonların yüzeylerinin pürüzlü olması plak oluşumuna ve buna bağlı olarak sekonder çürüklere ve periodontal hastalıklara neden olmaktadır (57-59). Bollen ve ark. (60), plak oluşumunun başlaması için eşik yüzey pürüzlülüğü değerini 0,200 µm olarak tanımlamıştır. Yüzey pürüzlülüğü estetik görünümün azalmasına, aşınma direncinin düşmesine, yüzey renklemelerine ve hastanın konforunun bozulmasına neden olmaktadır (12,61).

Kompozit resinlerin yüzey pürüzlülüğü, uygulanan bitim-polisaj tekniğine ve kompozit resinlerin yapısal özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (62-66). Kompozit resinlerin yüzey pürüzlülüğü, doldurucu partikül boyutları küçültülerek ve doldurucu miktarı artırılarak önemli ölçüde iyileştirilmiştir (67,68). Polisaj işlemi esnasında kompozit resinlerin yumuşak yapıları organik matriksinin aşınması sonucunda, daha sert yapıdaki doldurucu partiküller yüzeyde çıkıntı oluşturmaktadır. Büyük doldurucu partiküller içeren kompozit resinlerin polisaj sonrasında daha yüksek pürüzlülük değerlerine sahip olması beklenmektedir (67). Doldurucu partiküller, organik matriksin aşınmasını önlemek için mümkün olduğunca birbirine yakın olmalıdır. Kompozit resinlerde partiküller arası uzaklığın azalması, partikül boyutlarının küçülmesi ve partikül oranının artırılması ile sağlanmaktadır (69). Bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan aşındırıcı partiküllerin sertliği, şekli, boyutu ile aşındırıcının kaplandığı destek malzemesinin esnekliği de restorasyonların yüzey pürüzlülüğünde kritik rol oynamaktadır (67,68,70).

## **2.5. Kompozit Resinlerin Bitirme ve Polisaj İşlemleri**

Bitirme; istenilen anatomiye elde etmek için restorasyonun kabaca konturlanması iken; polisaj, bitirme işlemi sırasında oluşan çiziklerin giderilmesi ve pürüzlülüğün azaltılması işlemidir (71). Restorasyonların estetiği ve klinik ömrü bitirme ve polisaj işlemlerinin kalitesine bağlıdır (70). Bitirme ve parlatma işlemlerinin kalitesine bağlı olarak kompozit restorasyonların estetik kalitesi ve klinik ömrü artabilmektedir. Ayrıca, plak oluşumunun, dişeti irritasyonunun, yüzey

renklenmelerinin ve sekonder çürüklerin en aza indirgenmesi ve hastanın konforu için restorasyonların pürüzsüz olması gerekmektedir (33,72).

Bitirme ve polisaj işlemleri kompozit restorasyonlarda fonksiyonel bir oklüzyon ve fizyolojik olarak dokulara uyumlu konturlar sağlamak için gerekmektedir. Dokulara uyumlu konturlar ve parlak yüzeyler, kompozit restorasyonlara doğal diş yapısına benzer görünüm kazandırmaktadır (7,9). Kompozit rezinlerde, oksijenle temas ettiğinde polimerize olmayan yüzeysel rezin tabakasının uzaklaştırılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda kompozit rezinlerde en pürüzsüz yüzeylerin şeffaf bant altında polimerize olduklarında elde edildiği bildirilmiştir (5,7-9). Ancak, bu yüzeyin bitirme ve polisaj işlemleri ile giderilmesi, daha sert, dayanıklı ve estetik olarak kabul edilebilir bir yüzey oluşturmaktadır (9).

Kompozit rezin restorasyonların bitirme ve polisaj işlemlerinde karbid bitirme frezleri, elmas bitirme frezleri, taşlar, polisaj lastikleri, aşındırıcı kaplanmış disk, bantlar ve polisaj patları gibi birçok malzeme kullanılmaktadır (6). Yapılan birçok çalışmada, çok aşamalı alüminyum oksit bitirme ve polisaj diskleri ile en pürüzsüz kompozit yüzeylerinin elde edildiği bildirilmiştir (73-76). Ancak bu disklerin kullanımı, restorasyona ve diş anatomisine erişimdeki güçlükler nedeniyle her zaman mümkün olmamaktadır (70). Kompozit rezinlerin organik matriksi ve inorganik doldurucu partikül tipleri, boyutları ve miktarı polisajlanabilme özelliklerini etkilemektedir. Işıkla polimerize olabilen ve küçük boyutlarda doldurucu partiküller içeren kompozit rezinler daha iyi polisajlanabilmektedir (8,9,77).

Bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan tüm malzemeler restorasyonların yüzeyinde değişen miktarlarda pürüzlülük bırakmaktadır (7). Aşındırıcının kaplandığı destek malzemesinin esnekliği, aşındırıcının sertliği ve partikül boyutu kompozit restorasyonların bitirme ve polisaj işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülüğünü ( $R_a$ ) etkilemektedir (13-15).

## **2.6. Yüzey Cila Ajanları**

Kompozit rezinlerin özelliklerinde teknolojik olarak önemli gelişmeler kaydedilmesine rağmen, materyallerin klinik performanslarıyla ilgili olarak hala sorunlar yaşanmaktadır. Kompozit rezinlerde en sık karşılaşılan problemler; abrazyon, aşınma ve yüzey defektleri (pürüzlülük, gözeneklilik, vb.) olup, bu problemler yüzey parlaklığının azalması, marjinal renk değişikliği ve lekelenme ile sonuçlanmaktadır (78-

83). Bu problemlerin üstesinden gelmek ve kompozit rezin restorasyonların yüzey kalitesinin korumak için, 70'li yılların ortalarında yüzey cila ajanları geliştirilmiştir (21).

İlk nesil cila ajanları doldurucusuz, ışıkla polimerize olan akışkan rezinlerdir (21). Yeni nesil yüzey cila ajanları oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını önleyen ve rengi stabilize eden katalizörler ile çapraz bağlı monomerler içeren doldurucusuz veya düşük miktarda doldurucu içeren rezinlerden oluşmaktadır (84,85). Yüzey cila ajanlarının BisGMA (bisfenolA-glisidil dimetakrilat), TEGDMA (triitilen glikol dimetakrilat), THFMA (tetrahidrofurfuril metakrilat) ve UDMA (üretan dimetakrilat) gibi çeşitli monomerler içeren farklı formülasyonları piyasada bulunmaktadır (86). Mekanik özelliklerini geliştirmek için yüzey cila ajanlarına doldurucu partiküller ilave edilmektedir (16,17,87,88).

Bu ajanların etkinliği, akış hızlarına ve polimerizasyon öncesi restorasyonların yapısal mikro defekt ve mikro çatlaklara nüfuz etme derinliklerine (akışkanlık) bağlıdır (89,90). Yüzey cila ajanlarının direkt ve indirekt kompozit rezin restorasyonlarda ve cam iyonomer restorasyonlarda kullanılması önerilmektedir (91,92). Bununla birlikte cila ajanlarının klinik uygulamalarını desteklemek için mekanik, kimyasal ve biyolojik özellikleriyle ilgili yeterli veri bulunmamaktadır (21).

Dede ve ark. (93), yüzey cila ajanlarının nanohibrit kompozit rezinlerin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemiş ve yüzey cila ajanlarının nanohibrit kompozitlerde renk stabilitesini olumlu yönde etkilediğini ve daha pürüzsüz yüzeyler sağladığını bildirmişlerdir.

Cilli ve ark. (86), cila ajanlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini diş fırçalama simülasyonu testi uygulandıktan sonra incelemiş ve cila ajanı uygulanmış bütün kompozit rezinlerin yüzeylerinin daha pürüzsüz olduğunu bildirmişlerdir.

Dickinson ve ark. (16), yaptıkları çalışmada yüzey cila ajanlarının posterior kompozitlerin aşınma direnci üzerine etkisini incelemiş ve yüzey cila ajanı uygulanmış posterior kompozit restorasyonlarda aşınma direncini arttığını bildirmişlerdir.

Santana ve ark. (94), farklı yüzey cila ajanlarının sınıf V kompozit restorasyonlarda marjinal mikrosızıntı üzerine etkisini incelemiş ve tüm cila ajanı uygulanmış sınıf V restorasyonlarda mikrosızıntının azaldığını ifade etmişlerdir.

## 2.7. Diş Fırçalamanın Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Diş fırçalama, dental plakların uzaklaştırılmasını ve çürükler ve periodontal hastalıkların kontrol altına alınmasını sağlamaktadır (95). Günümüzde diş fırçalama oral hijyeni sağlamak için en çok kullanılan yöntemidir. Diş fırçalarının tasarımı, fırçalama teknikleri, fırçalama sıklığı ve fırçalama süresi çok değişkenlik göstermektedir. Oral hijyen eğitimi almamış bireyler tarafından en çok kullanılan diş fırçalama yöntemi diş fırçasının oklüzal ve bukkal yüzeylerde ileri geri hareketinden oluşan horizontal fırçalama yöntemidir. Diş fırçasının yukarı-aşağı hareketinden oluşan Leonard tekniği ve diş fırçasıyla dişlerin ve diş etinin dairesel hareketlerle süpürülmesinden oluşan Roll tekniği gibi dikey yönde yapılan diş fırçalama teknikleri diş hekimleri tarafından en çok önerilen tekniklerdir (96).

Diş fırçalama ve aşındırıcı diş macunlarının, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünde önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir (35). Diş fırçalama oral hijyende önemli bir rol oynamasına rağmen, kompozit rezin restorasyonların yüzeylerinde hasara neden olabilmektedir (5,17,22-24,26,28,33,34,39,97,98). Diş fırçasının kılları, bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan diskler veya lastikler gibi restorasyon yüzeylerini eşit derecede aşındıramadıklarından diş fırçalamaya bağlı olarak kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü arttırabilmektedir. Çalışmalarda farklı parametreler (çarpma sayısı, yük, diş macunu) kullanıldığı için, sonuçlar tam olarak karşılaştırılamamaktadır. Birçok araştırmada fırçalamanın kompozit rezinlere etkisinin değerlendirilmesine rağmen diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi büyük oranda bilinmemektedir (35).

Yüzey pürüzlülüğünün artmasına ve madde kaybına neden olabilen diş fırçalama işleminin restoratif materyallerdeki etkilerini değerlendirmek önemlidir (31). Bu amaçla, çalışmalarda restoratif materyallerin aşınma direncinin test edilmesi için, diş fırçalamayı taklit eden fırçalama simülatörleri kullanılmaktadır (18,31-36,99-102).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Kullanılan Materyaller

Bu *in vitro* çalışmada 4 farklı nanohibrit kompozit rezin materyaline ait örnekler, konvansiyonel polisaj yöntemi ve 3 farklı yüzey cila ajanı uygulanarak, fırçalama simülatörü ile 10 000 devir fırçalama uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyaller Tablo 2’de, yüzey cila ajanları ise Tablo 3’de gösterilmektedir.

**Tablo 2.** Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyalleri ve özellikleri

Grup	Materyal	Üretici	Bileşenler	Ağırlıkça Doldurucu Oranı
Z550	Filtek Z550	3M ESPE	<b>Matriks:</b> Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, UDMA, PEGDMA <b>Doldurucu:</b> Silika nanodoldurucular (20nm), zirconia/silika nanoclusters (0.1-10 mm)	%81,8
Tet	TetricEvo Ceram	Ivoclar Vivadent	<b>Matriks:</b> DMA, katkı maddeleri, katalizörler, stabilizatörler, pigmentler <b>Doldurucu:</b> Baryum camı (0.5 mm), ititerbiyum triflorür, prepolimerler	%82,5
Cle	Clearfill Majesty	Kuraray Dental	<b>Matriks:</b> Bis-GMA, hidrofobik-aromatik-alifatik dimetakrilat, dl- kamforokinon <b>Doldurucu:</b> Silanlanmış baryum camı (0.7 mm) ve pre-polimerize organik doldurucu	%78
Ice	Ice	SDI	<b>Matriks:</b> Multifonksiyonel metakrilik esterleri <b>Doldurucu:</b> Silika doldurucular (0.6 mm)	%77,5

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan yüzey cila ajanları ve özellikleri

Grup	Materyal	Üretici	Bileşenleri
Ps	Palaseal	Heraus Kulzer	Metil metakrilat, 2-hidroksietil izosiyanürat triakrilat, Akrilize epoksi oligomeri ve polisiloksan
Og	Optiglaze	GC	Poli metil metakrilat, metil metakrilat, silika doldurucu, fotoinhibitör
Bc	Biscover LV	Bisco	Dipentaerythritol penta-acrylate, etanol

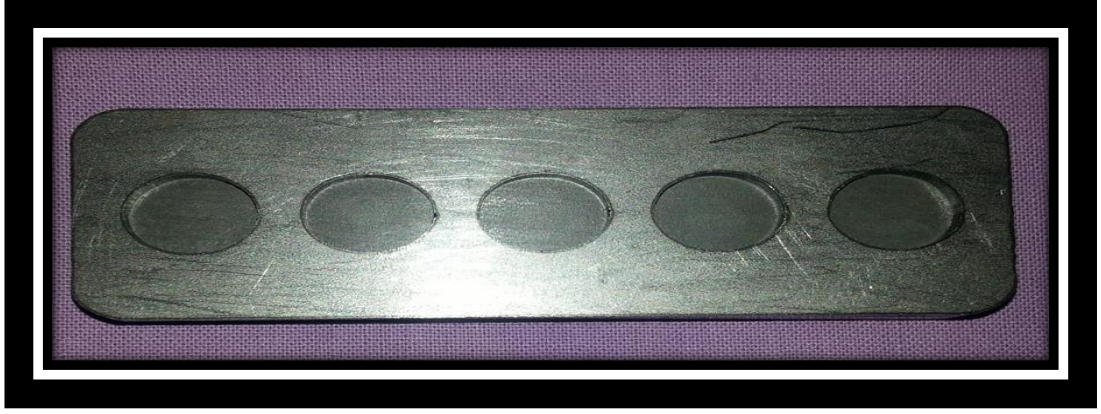
### 3.2. Farklı Kompozit Rezin Materyallerinden Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada paslanmaz çelik disk şeklinde kalıplar kullanılarak, dört farklı nanohibrit kompozit rezinin her birinden 40 adet olmak üzere toplam 160 adet örnek hazırlanmıştır (n=10) (Şekil 1). Örnekler 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında disk şeklinde hazırlanarak boyutsal olarak standardize edilmiştir (Şekil 2). Kalıpların üzerine önce şeffaf bant daha sonra mikroskop camı uygulanmış, taşan fazlalıklar alınmış ve örnekler 750 mW/cm<sup>2</sup>' lik yoğunlukta ışık yayan diyot (LED) polimerizasyon ışık cihazı (Elipar Free Light 2; 3M ESPE, St.Paul, MN, USA) ile 20 saniye boyunca polimerize edilmiştir.

Hazırlanan örnekler kalıptan çıkarıldıktan sonra 37 °C'de 24 saat distile su içerisinde bekletilmiştir.



**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan kompozit rezinler.



**Şekil 2.** Örneklerin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp

### **3.3. Kompozit Rezın Örneklerė Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinin Uygulanması**

Çalışmada kullandığımız dört farklı kompozit rezin materyalinden hazırlanan örneklerin yüzeylerindeki fazlalıklar tungsten karbid frez ile uzaklaştırıldıktan sonra yüzeyleri, 400 gritlik silikon karbid aşındırıcı kağıtlar kullanılarak zımpara cihazında 100 devir/dk'da 15 sn boyunca aşındırılmıştır.

Her gruptan 10 tane örnek, kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Her kompozit rezin materyalinin kontrol grubundaki örneklerin yüzeyleri sırasıyla kaba, orta, ince ve süper ince alüminyum oksit disklerle (Sof-lex; 3M ESPE), her disk için 15 saniye boyunca cilalanmıştır. Diğer üç deney grubunun yüzeylerine üç farklı yüzey cila ajanı uygulanmıştır.

Palaseal cila ajanı, örneklerin yüzeylerine hava kabarcığı oluşumunu önlemek için tek yönde, ince bir tabaka halinde kıl fırça ile uygulanmış, 20 sn beklendikten sonra 90 sn boyunca ışık cihazı (Dentacolor XS, Heraus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) ile polimerize edilmiştir.

Optiglaze cila ajanı, örneklerin yüzeylerine hava kabarcığı oluşumunu önlemek için tek yönde, ince bir tabaka halinde kıl fırça ile uygulanmış, 20 sn beklendikten sonra 90 sn boyunca ışık cihazı (Dentacolor XS, Heraus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) ile polimerize edilmiştir.

Biscover cila ajanı uygulanmadan önce örneklerin yüzeyleri % 32 fosforik asit (UNI-ETCH; BiscoInc) ile 15 saniye boyunca pürüzlendirilmiştir. Örnekler hava-su spreyi ile yıkayıp kurutulmuştur. Daha sonra yüzey cila ajanı örneklerin yüzeylerine hava kabarcığı oluşumunu önlemek için tek yönde, ince bir tabaka halinde kıl fırça ile uygulanmış, 20 sn beklendikten sonra 30 saniye boyunca LED ışık cihazı (Elipar Free

Light 2, 3M ESPE, St.Paul, MN, USA) ile 30 saniye boyunca polimerize edilmiştir (Şekil 3).

Bütün örnekler üretici firmanın talimatları doğrultusunda aynı kişi tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan yüzey cila ajanları.

#### 3.4. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Ölçülmesi

Yüzey bitirme, polisaj ve cila işlemleri uygulandıktan sonra farklı kompozit rezin materyallerinden hazırlanan bütün örneklerin yüzey pürüzlülükleri profilometre cihazı kullanılarak değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'ndaki profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Göttingen, Almanya) kullanılmıştır (Şekil 4). Ölçümler gerçekleştirilmeden önce, profilometre cihazı kendi kalibrasyon parçası (FRN-10) kullanılarak kalibre edilmiştir. Sonrasında profilometrenin okuyucu ucu ile örnek diskin değme açısı 90 derece olacak şekilde, örnek tabla üzerine yerleştirilmiştir. Profilometre cihazının çözünürlüğü 0.01 mm, yüzey kesme uzunluğu 0.80 mm, yüzey tarama uzunluğu 5.50 mm ve okuyucu uç hızı 1 mm/sn olarak tanımlanmıştır. Her bir örnek için aynı uzaklıkta ve aynı basınç altında olacak şekilde üç farklı açıdan  $R_a$  değeri ölçülmüştür. Daha sonra her bir örnek için elde edilen verilerin ortalaması alınmış ve örneğin  $R_{a0}$  değeri olarak kabul edilmiştir.





**Şekil 4.** Çalışmada kullanılan profilometre cihazı.

### **3.5. Örneklerin Fırçalama Simülatörü Cihazı ile Fırçalama İşleminin Yapılması**

Çalışmada 1 yıllık diş fırçalama işlemini simüle edebilmek için, fırçalama simülasyon cihazındaki örneklere bir yıllık diş fırçalamasına tekabül eden 10.000 devirlik uygulama gerçekleştirilmiştir (25).

Çalışmada kullanılan fırçalama simülatörü (DentArGe TB-6.1 Fırçalama Simülatörü, Analitik Medikal, Türkiye) örneklerin yerleştirilebileceği birbirinden bağımsız altı adet plastik numune kapları ve birbirine paralel altı adet plastik diş fırçası tutucu kolu bulunan, dairesel, ileri-geri, sağ-sol, zig zag fırçalama hareketleri yapabilen bir cihazdır (Şekil 5). Cihaz aynı anda altı örneği fırçalama işlemine tabi tutulabilmektedir.



**Şekil 5.** Çalışmada kullanılan fırçalama simülatörü

Çalışmada, farklı nanohibrit kompozit rezin materyallerinden üretilen her bir örnek; fırçalama simülatörünün plastik kaplarına yerleştirilmiş, örnekler plastik kapların içerisine otopolimerizan polimetil metakrilat rezin (Paladent, Heraus Kulzer, Hanau, Almanya) kullanılarak sabitlenmiştir.

Fırçalama simülatörünün plastik diş fırçası tutucu kollarına orta sertlikte ve yuvarlak uçlu kıllar içeren diş fırçaları (Colgate, Premier Clean Medium, Colgate-Palmolive Co, China) birbirine paralel olacak şekilde vidalanarak sabitlenmiştir. Her bir örnek için yeni diş fırçası kullanılmıştır. Her diş fırçası tutucu kolunun üzerine diş fırçalama esnasında hastanın uyguladığı kuvveti taklit eden 350 g (3,5 N) pirinç ağırlıklar monte edilmiştir. Örnekleri yeterince örtecek kadar 1:1 oranında distile su ve diş macunu (Colgate Total, Colgate-Palmolive Co, China) karışımından oluşan sulandırılmış diş macunu, plastik kaplara yerleştirilmiştir. Sulandırılmış diş macununun çökmesini önlemek için sürekli karıştırma işlemi yapılmış ve her bir örnek için sulandırılmış diş macunu değiştirilmiştir.

Her bir örnek oda sıcaklığındaki (25 ° C) sulandırılmış diş macunu içerisinde, 350 g sabit dikey kuvvet altında, 10 mm strok uzunluğunda ve 40 mm/sn devir hızındaki ileri-geri fırçalama hareketinde, 10.000 devirlik fırçalama işlemine tabi tutulmuştur. Fırçalama simülatöründe aynı anda altı örnek test edilebilmiştir. Deneyden sonra bütün örnekler fırçalama simülatörünün plastik kaplarından çıkarılmış, hava/su spreyi ile bir dakika boyunca temizlenmiş ve 24 saat boyunca kurutulmuştur.

### **3.6. Örneklerin Fırçalama Simülasyonu Sonrası Yüzey Pürüzlülüklerinin Ölçülmesi**

Bütün örnekler, fırçalama simülatöründe fırçalama işlemine tabi tutulduktan sonra yüzey özelliklerindeki değişiklikleri saptamak amacıyla yüzey pürüzlülüğü açısından tekrar değerlendirilmiştir. Çalışmada, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan profilometre cihazı kullanılmıştır. Ölçümler gerçekleştirilmeden önce profilometre cihazı kendi kalibrasyon parçası (FRN-10) kullanılarak kalibre edilmiş sonrasında profilometrenin okuyucu ucu ile örnek diskin değme açısı 90 derece olacak şekilde, örnek tabla üzerine yerleştirilmiştir. Örnek ölçümlerinde standardı sağlamak amacıyla profilometre cihazında daha önceki ayarlar kullanılmıştır. Her bir örnek için aynı uzaklıkta ve aynı basınç altında olacak şekilde üç farklı açıdan  $R_a$  değeri ölçülmüştür. Daha sonra her bir örnek için elde edilen verilerin ortalaması alınmış ve örneğin  $R_{a1}$  değeri olarak kabul edilmiştir.

### **3.7. SEM analizi**

Farklı nanohibrit kompozit rezin materyallerinden hazırlanan bütün örnekler fırçalama simülatöründe fırçalama işlemine tabi tutulduktan sonra, gruplardan rastgele birer örnek seçilmiştir. Seçilen örneklerin herhangi bir yüzey kaplama işlemine tabi tutulmadan, Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Araştırma Merkezi SEM (Scanning Electron Microscope) Laboratuvarında bulunan taramalı elektron mikroskopunda (SEM, Quanta FEG 450, FEI, USA) katotun ivme voltajı 12 kV' ye ve çalışma mesafesi 14 mm'ye ayarlanmış ve x1000 büyütme ile görüntüleme işlemi yapılmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Çalışmada kullanılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).

### **3.8. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Olarak Analiz Edilmesi**

Değişkenlerin dağılımlarını değerlendirmek için Levene Homojenlik Testi uygulanmış ve normal dağılıma sahip oldukları görülmüştür ( $F=1.80$ ;  $p>.05$ ). Kompozit materyal tipi, yüzey işlemi ve bu değişkenlerin etkileşimlerinin örneklerin yüzey pürüzlülükleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde, grup için ortalama yüzey pürüzlülüğü ve standart sapma değerleri iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası çoklu karşılaştırmaları için ise Tukey HSD testi kullanılmıştır. Her bir gruba ait fırçalama simülasyonu uygulaması öncesi ( $R_{a0}$ ) ve sonrası ( $R_{a1}$ ) ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinin plak birikimi eşik seviyesi ( $R_a = 0,200 \mu m$ ) ile karşılaştırılması; her bir grup için  $R_{a0}$  ve  $R_{a1}$  değerlerinin birbiriyle karşılaştırılmasında eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testi kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm veriler için istatistiksel önem aralığı  $p<0,05$  olarak kabul edilmiş ve istatistiksel analizler SPSS versiyon 20.0 programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

## 4. BULGULAR

Çalışmamızda, 4 farklı nanohibrit kompozit rezin materyal kullanılarak hazırlanan örnek yüzeylerine alüminyum oksit disk uygulaması (kontrol) ve 3 farklı yüzey cila ajanı uygulaması yapıldıktan sonra profilometre cihazı başlangıç yüzey pürüzlülüğü ( $R_a0$ ) ve fırçalama simülatörü ile 1 yıllık fırçalama işlemi yapıldıktan sonrası için yüzey pürüzlülüğü ( $R_a1$ ) değerleri hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında sunulmuştur.

### 4.1. Fırçalama Öncesi $R_a0$ Değerlerine Ait Bulgular

Fırçalama simülatörü uygulaması öncesi yüzey pürüzlülüğü ( $R_a0$ ) değerlerine ait iki yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre, kompozit rezin materyali (A), yüzey işlemi (B) ve kompozit rezin materyali-yüzey işlemi etkileşimlerinin (AxB)  $R_a0$  değerleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0,01$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.**  $R_a0$  Değerlerine Ait İki Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi ( $p$ )
<b>Kompozit Resin (A)</b>	12,817	3	4,272	20,18	<0,001*
<b>Yüzey İşlemi (B)</b>	33,45	3	11,15	52,668	<0,001*
<b>AxB</b>	43,346	9	4,816	22,75	<0,001*
<b>Hata</b>	30,486	144	0,212		
<b>Genel Toplam</b>	469,276	160			

\* $p<0,05$  istatistiksel olarak önemliliği göstermektedir.

Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama  $R_a0$ , standart sapma (SS) değerleri ve Tukey HSD testine göre çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 5'te gösterilmektedir. En düşük  $R_a0$  değeri Ice\_Ps kompozit rezin grubu ( $0,856 \pm 0,222 \mu\text{m}$ ), en yüksek  $R_a0$  değeri ise Cle\_Cnt grubu ( $3,969 \pm 0,996 \mu\text{m}$ ) için tespit edilmiştir. Aynı kompozit materyali için uygulanan farklı yüzey işlemleri karşılaştırıldığında; Z550 kompozit materyali için Ps ve Bc yüzey işlemi grupları arasında ( $p=0,041$ ), Tet kompozit materyali için tüm test grupları ve kontrol grubu arasında ( $p<0,05$ ), Cle kompozit materyali için tüm test grupları ve kontrol grubu arasında ( $p<0,05$ ) istatistiksel açıdan

anlamli farklilik tespit edilmiştir. Aynı kompozit materyali için diğ er yüzey iş lemi uygulanan gruplar arasında istatistiksel açı dan anlamli bir farklilik göz lenmemiştir ( $p>0,05$ ).

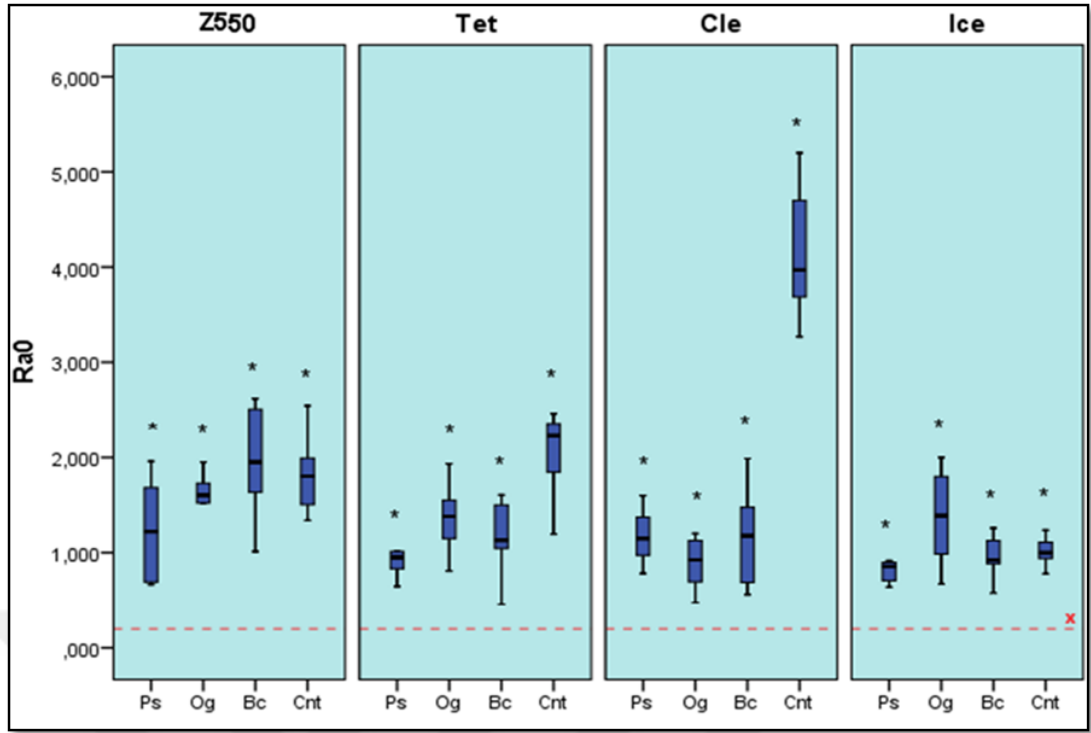
Aynı yüzey iş lemi uygulanan farklı kompozit materyalleri karşı laştırıld ında; Bc yüzey iş lemi uygulanan Z550 ile diğ er kompozit materyal grupları arasında, Cnt yüzey iş lemi uygulanan Ice ile diğ er kompozit materyal grupları arasında, Cnt yüzey iş lemi uygulanan Cle ile Z550 ve Tet kompozit materyal grupları arasında istatistiksel açı dan anlamli farklilik tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Aynı yüzey iş lemi uygulamaları için diğ er kompozit materyal grupları arasında istatistiksel açı dan anlamli bir farklilik göz lenmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 5.** Gruplara ait ortalama  $R_a0$ , standart sapma deę erleri (SS) ve Tukey HSD test sonuç ları.

Yüzey İş lemi	Ps	Og	Bc	Cnt
Kompozit Resin				
<b>Z550</b>	1,221 ± 0,48 <sup>Aa</sup>	1,521 ± 0,454 <sup>Aab</sup>	1,951 ± 0,538 <sup>Bb</sup>	1,804 ± 0,358 <sup>Bab</sup>
<b>Tet</b>	1,012 ± 0,34 <sup>Aa</sup>	1,382 ± 0,309 <sup>Aa</sup>	1,130 ± 0,402 <sup>Aa</sup>	2,231 ± 0,692 <sup>Bb</sup>
<b>Cle</b>	1,147 ± 0,256 <sup>Aa</sup>	0,923 ± 0,243 <sup>Aa</sup>	1,17 ± 0,453 <sup>Aa</sup>	3,969 ± 0,996 <sup>Cb</sup>
<b>Ice</b>	0,856 ± 0,222 <sup>Aa</sup>	1,387 ± 0,475 <sup>Aa</sup>	0,922 ± 0,244 <sup>Aa</sup>	0,998 ± 0,14 <sup>Aa</sup>

\*Tukey HSD test sonuç ları üst simge olarak gösterilmekte olup, aynı harfle gösterilen değ erler arasında istatistiksel açı dan anlamli farklilik bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). \*\*Kü çük harfle gösterilen üst simgeler aynı kompozit materyaline uygulanan farklı yüzey iş lemlerini, büyük harfler ise aynı yüzey iş lemi uygulanmış farklı kompozit materyal grupları arasındaki değ erlendirmeyi göstermektedir.

Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama  $R_a0$  değ erlerinin (0,856-3,969  $\mu$ m), eş leştirilmiş iki grup (paired sample)-t testi sonuç larına göre, plak birikimi eş ik değ erinden (0,200  $\mu$ m) anlamli derecede yüksek olduğ u görü lmü ştür ( $p<0,05$ ) (Ş ekil 6).



**Şekil 7.** Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama  $R_{a0}$  ( $\pm$  SS) değerleri ve x satırı ile gösterilen plak birikimi eşik değeri ( $R_a = 0,200 \mu\text{m}$ ). Eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testine göre, her bir grubun plak birikimi eşik değeriyle istatistiksel farklılığı \* sembolüyle gösterilmiştir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2. Fırçalama Simülasyonu Uygulaması Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerine Ait Bulgular

Fırçalama simülasyonu uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü ( $R_{a1}$ ) değerlerine ait iki yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre, kompozit rezin materyali (A), yüzey işlemi (B) ve kompozit rezin materyali-yüzey işlemi etkileşimlerinin (AxB)  $R_{a1}$  değerleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ( $p < 0,01$ ) (Tablo 6).

**Tablo 6.** R<sub>a1</sub> Değerlerine Ait İki Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları

	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F Değeri</b>	<b>Önem Düzeyi (p)</b>
<b>Kompozit Rezin (A)</b>	17,691	3	5,897	16,777	<0,001*
<b>Yüzey İşlemi (B)</b>	52,039	3	17,346	49,35	<0,001*
<b>AxB</b>	43,654	9	4,850	13,799	<0,001*
<b>Hata</b>	50,616	144	0,352		
<b>Genel Toplam</b>	982,980	160			

\* $p < 0,05$  istatistiksel olarak önemliliği göstermektedir.

Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama R<sub>a1</sub>, standart sapma (SS) değerleri ve Tukey HSD testine göre çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 7’te gösterilmektedir.

En düşük R<sub>a1</sub> değeri Cle\_Og kompozit rezin grubu ( $1,057 \pm 0,213 \mu\text{m}$ ), en yüksek R<sub>a1</sub> değeri ise Cle\_Cnt grubu ( $4,778 \pm 1,026 \mu\text{m}$ ) için tespit edilmiştir. Aynı kompozit materyali için uygulanan farklı yüzey işlemleri karşılaştırıldığında; Tet kompozit materyali için Cnt ve Ps yüzey işlemi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yokken ( $p > 0,05$ ), Cnt ve Og, Bc yüzey işlemi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Cle kompozit materyali için tüm test grupları ve kontrol grubu arasında ve Ps ile diğer cila ajanı grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Aynı kompozit materyali için diğer yüzey işlemi uygulanan gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ).

Aynı yüzey işlemi uygulanan farklı kompozit materyalleri karşılaştırıldığında; Ps yüzey işlemi uygulanan Cle ile diğer kompozit materyal grupları arasında ( $p < 0,05$ ), Og yüzey işlemi uygulanan Z550 ile Cle kompozit materyal grupları arasında ( $p = 0,049$ ), Cnt yüzey işlemi uygulanan Cle ile diğer kompozit materyal grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Aynı yüzey işlemi uygulamaları için diğer kompozit materyal grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ).

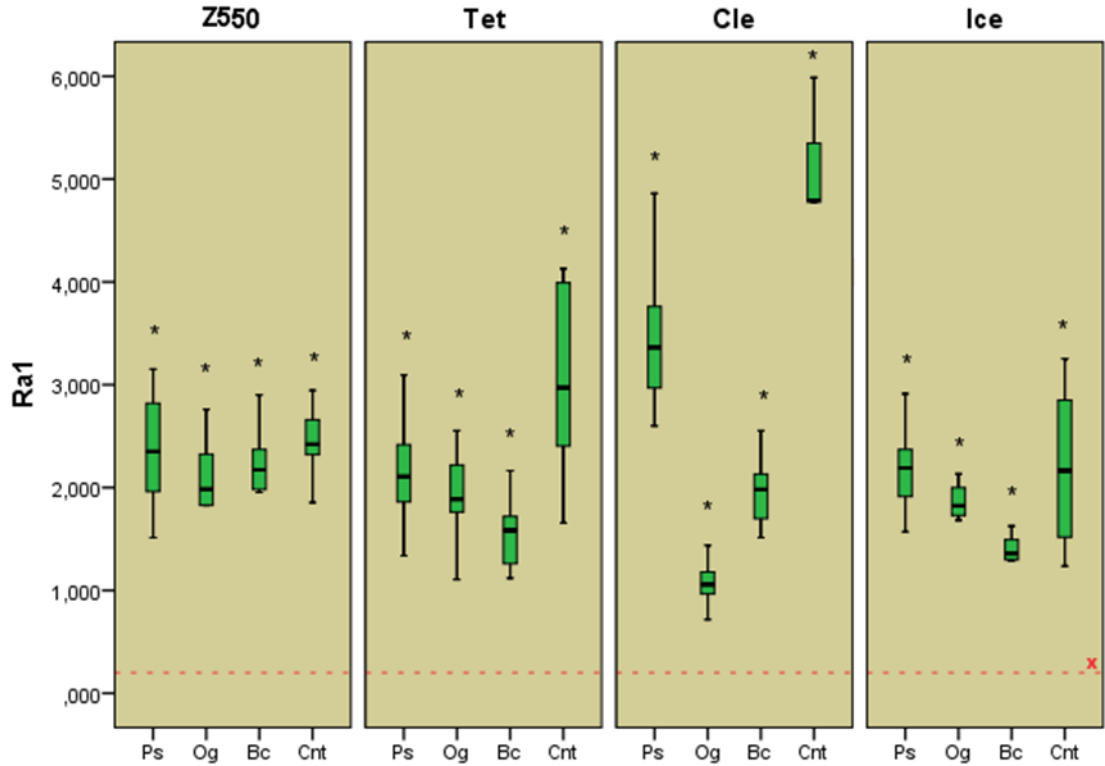


**Tablo 7.** Gruplara ait ortalama  $R_a1$ , standart sapma değerleri (SS) ve Tukey HSD test sonuçları.

Yüzey İşlemi	Ps	Og	Bc	Cnt
<b>Kompozit Rezin</b>				
<b>Z550</b>	2,351 ±0,531 <sup>Aa</sup>	1,983 ±0,695 <sup>Ba</sup>	2,172 ±0,438 <sup>Aa</sup>	2,421 ±0,304 <sup>Aa</sup>
<b>Tet</b>	2,108 ±0,623 <sup>Aab</sup>	1,886 ±0,425 <sup>ABa</sup>	1,584 ±0,33 <sup>Aa</sup>	2,972 ±0,867 <sup>Ab</sup>
<b>Cle</b>	3,362 ±0,996 <sup>Bb</sup>	1,057 ±0,213 <sup>Aa</sup>	1,981 ±0,333 <sup>Aa</sup>	4,778 ±1,026 <sup>Bc</sup>
<b>Ice</b>	2,19 ±0,597 <sup>Aa</sup>	1,824 ±0,255 <sup>ABa</sup>	1,360±0,197 <sup>Aa</sup>	2,164 ±0,689 <sup>Aa</sup>

\*Tukey HSD test sonuçları üst simge olarak gösterilmekte olup, aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ). \*\*Küçük harfle gösterilen üst simgeler aynı kompozit materyaline uygulanan farklı yüzey işlemlerini, büyük harfler ise aynı yüzey işlemi uygulanmış farklı kompozit materyal grupları arasındaki değerlendirmeyi göstermektedir.

Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama  $R_a1$  değerlerinin (1,057-4,778  $\mu\text{m}$ ), eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testi sonuçlarına göre, plak birikimi eşik değerinden (0,200  $\mu\text{m}$ ) anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ) (Şekil 8).



**Şekil 8.** Tüm test ve kontrol gruplarına ait ortalama  $R_a1$  ( $\pm$  SD) değerleri ve x satırı ile gösterilen plak birikimi eşik değeri ( $R_a = 0,200 \mu\text{m}$ ). Eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testine göre, her bir grubun plak birikimi eşik değeriyle istatistiksel farklılığı \* sembolüyle gösterilmiştir ( $p<0,05$ ).

#### 4.3. Fırçalama Simülatörü Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Değerlerinin Karşılaştırılması

Fırçalama simülatörü uygulaması öncesi ( $R_{a0}$ ) ve sonrası ( $R_{a1}$ ) yüzey pürüzlülüğü değerlerinin eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testine göre karşılaştırıldığında, tüm test ve kontrol grupları için  $R_{a1}$  değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

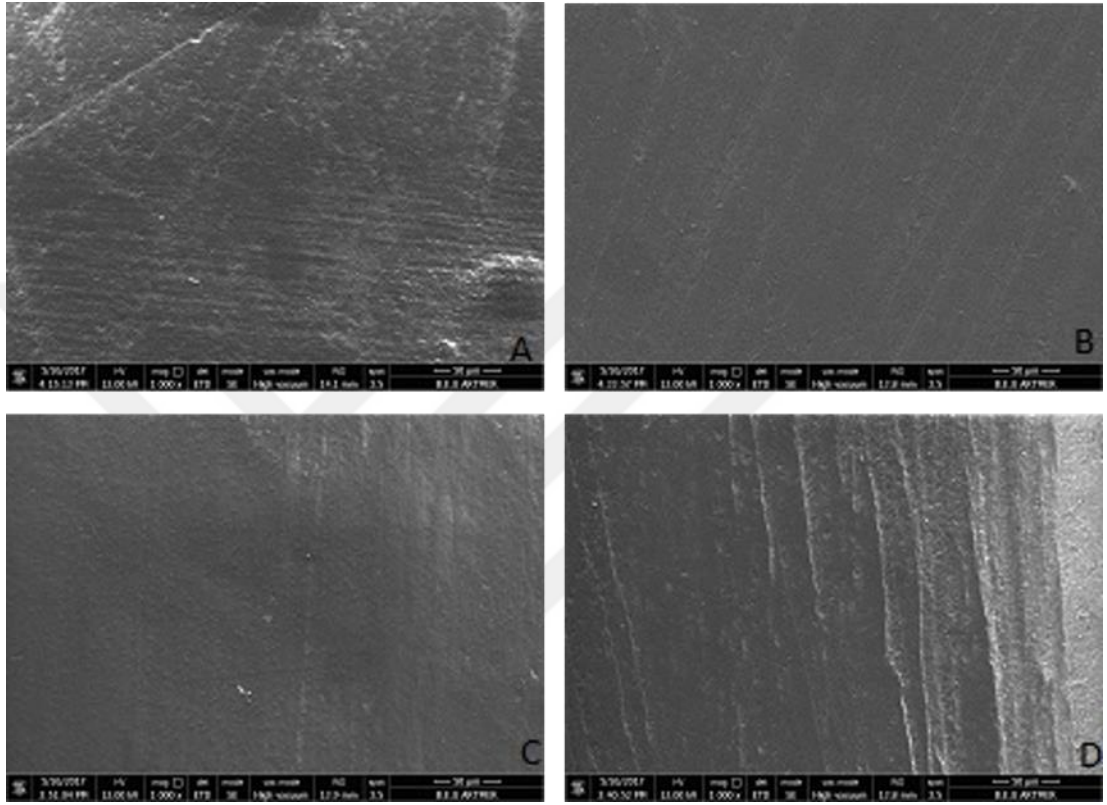
**Tablo 8.** Gruplara ait fırçalama simülatörü uygulaması öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinin eşleştirilmiş iki grup (paired sample)-t testine göre karşılaştırılma sonuçları.

Gruplar	Ra0	Ra1	Önem Düzeyi (p)*
Z550 Ps	1,221 ± 0,480	2,351 ± 0,531	$p<0,001$
Og	1,521 ± 0,454	1,983 ± 0,695	$p=0,002$
Bc	1,951 ± 0,538	2,172 ± 0,438	$p=0,013$
Cnt	1,804 ± 0,358	2,421 ± 0,304	$p<0,001$
Tet Ps	1,012 ± 0,340	2,108 ± 0,623	$p<0,001$
Og	1,382 ± 0,309	1,886 ± 0,425	$p<0,001$
Bc	1,130 ± 0,402	1,584 ± 0,330	$p<0,001$
Cnt	2,231 ± 0,692	2,972 ± 0,867	$p=0,001$
Cle Ps	1,147 ± 0,256	3,362 ± 0,996	$p<0,001$
Og	0,923 ± 0,243	1,057 ± 0,213	$p=0,001$
Bc	1,170 ± 0,453	1,981 ± 0,333	$p<0,001$
Cnt	3,969 ± 0,996	4,778 ± 1,026	$p<0,001$
Ice Ps	0,856 ± 0,222	2,190 ± 0,597	$p<0,001$
Og	1,387 ± 0,475	1,824 ± 0,255	$p=0,001$
Bc	0,922 ± 0,244	1,360 ± 0,197	$p<0,001$
Cnt	0,998 ± 0,140	2,164 ± 0,689	$p<0,001$

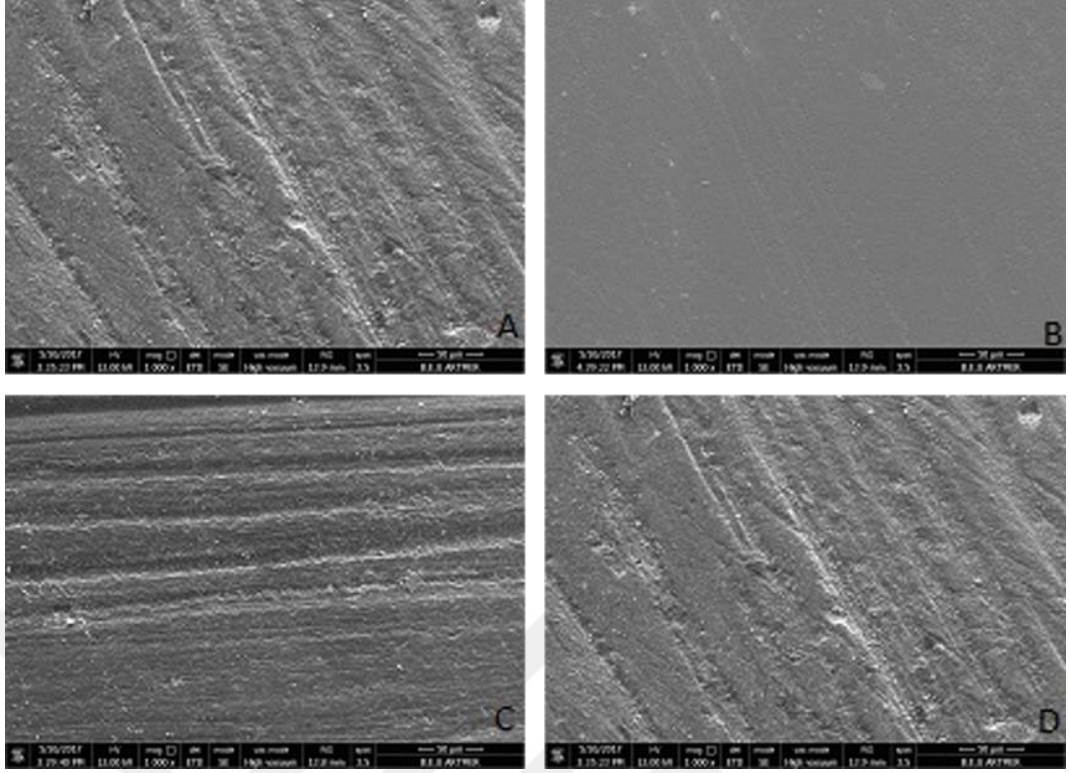
\* $p<0,05$  istatistiksel olarak önemliliği göstermektedir.

#### 4.4. Fırçalama Simülatörü Sonrası SEM Görüntülerine Ait Bulgular

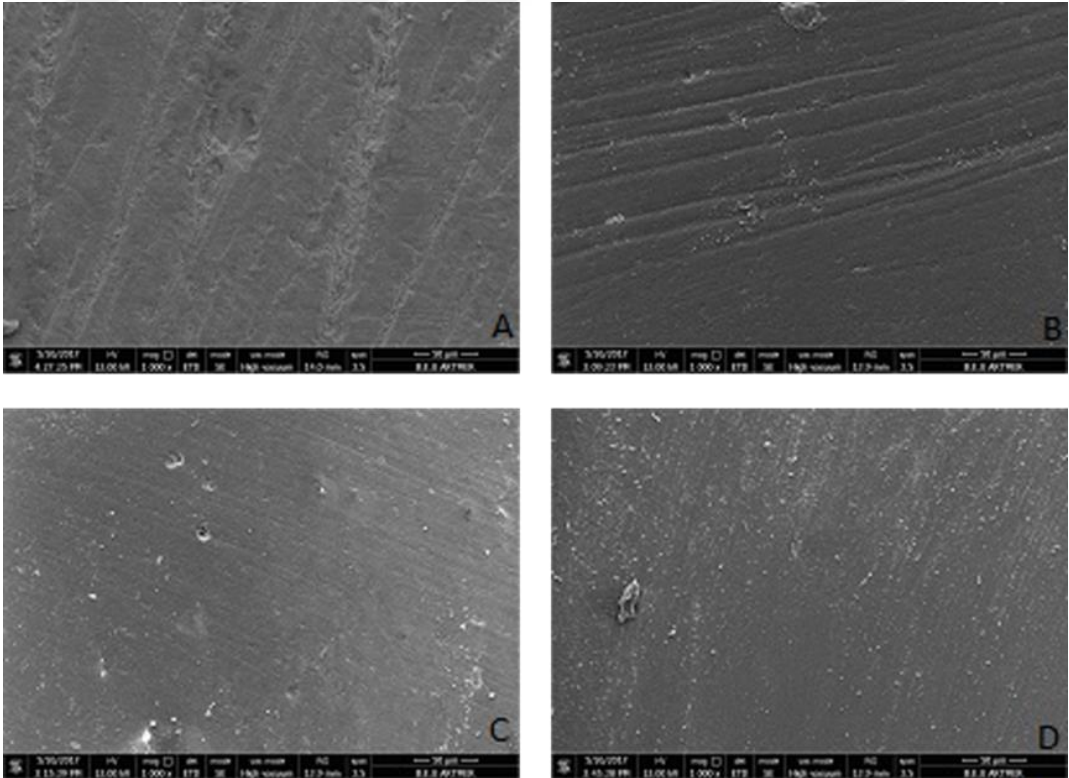
Fırçalama simülatörü uygulaması sonrasında 4 farklı kompozit rezin materyalin kontrol grubu ve yüzey cila ajanı uygulanmış test gruplarına ait örneklerin artmış yüzey pürüzlülüklerini gösterir SEM görüntüleri aşağıdaki gibidir.



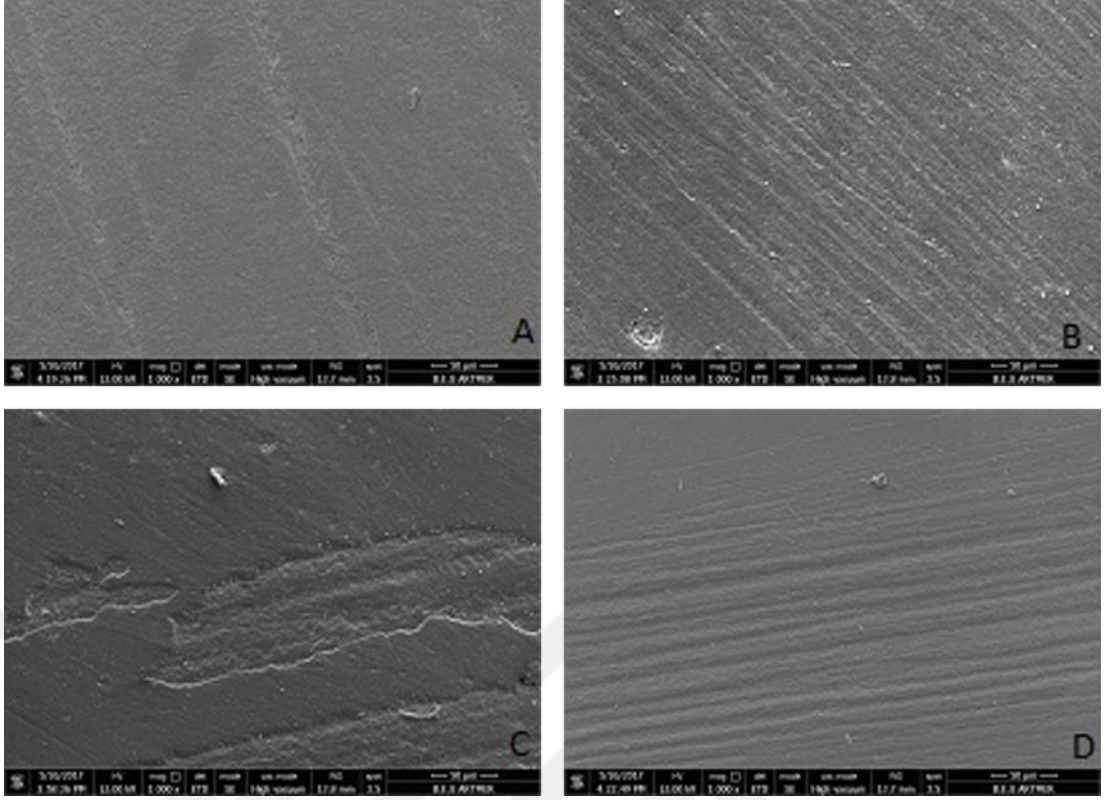
Şekil 9. Z550 kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Z550\_Cnt; B, Z550\_Ps; C, Z550\_Og; D, Z550\_Bc



**Şekil 10.** Tetric kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Tet\_Cnt; B, Tet\_Ps; C, Tet\_Og; D, Tet\_Bc.



**Şekil 11.** Clearfil kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Cle\_Cnt; B, Cle\_Ps; C, Cle\_Og; D, Cle\_Bc.



**Şekil 12.** Ice kompozit rezin gruplarının SEM analizi (x1000). A, Ice\_Cnt; B, Ice\_Ps; C, Ice\_Og; D, Ice\_Bc.

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamıza ait birinci hipotez, fırçalama öncesi ve sonrasında farklı yüzey cila ajanlarının özellikle Tet ve Cle kompozit rezin gruplarında yüzey pürüzlülüğüne etkileri anlamlı olarak farklılık gösterdiği için reddedilmiştir ( $p<0,05$ ). Çalışmamızın ikinci hipotezi, yüzey cila işlemleri ile kompozit rezin materyalleri arasındaki etkileşimin kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri anlamlı farklılık gösterdiği için reddedilmiştir ( $p<0,05$ ). Ve yine çalışmamızın üçüncü hipotezi fırçalama işlemi kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı için reddedilmiştir.

Günümüzde kompozit rezinlerin klinik kullanımı hastaların estetik beklentileri, kompozit rezinlerin formülasyonlarındaki gelişmeler ve bonding prosedürlerinin basitleştirilmesinden ötürü önemli ölçüde artmıştır (1). Kompozit rezinler estetik, fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı ön ve arka dişlerin restorasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (5).

Son yıllardaki en önemli gelişmelerden biri nanokompozit rezinlerin üretilmesidir (50). Nanohibrit kompozit rezinlerin sıkıştırma mukavemeti ve kırılma direnci, diğer kompozit rezinlere (hibrid, mikro hibrit ve mikrofil kompozit rezin) eşdeğer veya daha yüksektir (103). Yüksek aşınma direnci, gelişmiş optik özellikleri, azalmış polimerizasyon büzülmesi nanohibrit kompozit rezinlerin diğer olumlu özellikleridir (3,4,46,47). Turssi ve ark. (104), nanohibrit ve nanofil kompozit rezinlerin aşınma dirençleri ve kırılma dayanımlarının mikrofil kompozit rezinlere kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Ceci ve ark. (105), farklı restoratif materyallerde renklenmeyi inceledikleri çalışmada nanohibrit kompozit rezinlerde mikrofil, nanofil kompozit rezinlere kıyasla daha az renk değişimi görüldüğünü bildirmişlerdir.

Nanohibrit kompozit rezinler güncel bir materyal olması ve yüksek aşınma direnci, gelişmiş optik özellikleri, azalmış polimerizasyon büzülmesi, sıkıştırma mukavemetinin diğer kompozit rezinlerden üstün olması nedeniyle çalışmamıza dahil edilmiştir.

Yüzey cila ajanları, restorasyon ile dişin ara yüzeyi boyunca mikro sızıntıyı azaltmak ve restorasyon yüzeyindeki mikro defektleri doldurarak kompozit rezinlerin aşınmalarını önlemek için geliştirilmiştir (16,17,106). Dickinson ve ark. (16), yüzey cila ajanları uygulanmış posterior kompozit rezinlerin aşınma dirençlerinin arttığını

bildirmişlerdir. Owens ve ark. (87), yüzey cila ajanı uygulamasının sınıf V kompozit rezin restorasyonlarında mikrosızıntıyı azalttığını bildirmişlerdir. Kompozit rezinlerin polisajında polisaj lastikleri, aşındırıcı kaplanmış disk ve bantlar ve polisaj patları gibi birçok malzeme kullanılabilir. Bu polisaj aletlerinin kompozit restorasyonlarda parlak yüzeyler oluşturmasının yanında bir takım düzensizlikler bırakabileceği bildirilmiştir (5,107). Yüzey cila ajanları oluşan bu düzensizlikleri ortadan kaldırmak için kullanılabilir (108,109). Yüzey cila ajanlarının uygulama yöntemleri basittir ve bu materyaller kullanılarak çok kısa sürede polisajlanmış pürüzsüz restorasyon yüzeyleri elde edilebilir (18). Bu malzemeler, düşük viskozitelerinden dolayı bitirme ve polisaj işlemleri sonucu oluşan mikro defekt ve mikro çatlaklara kolaylıkla penetre olabilmektedir (71,110). Kawai ve Leinfelder (111), yüzey cila ajanlarının düşük viskoziteleri ve yüksek ıslatabilirlik özelliklerinden dolayı, 1-2 µm genişliğindeki yapısal mikro defektlere penetre olabildiklerini bildirmişlerdir.

Yüzey cila ajanlarının kompozit yüzeyine uygulanması sonucu restorasyonun ömrünü etkileyen daha düzgün ve pürüzsüz bir yüzey sağladığı bildirilmiştir (112,113). Ayrıca bazı çalışmalarda yüzey cila ajanlarının kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü in vitro ve klinik koşullarda azalttığı tespit edilmiştir (93,106). Dos Santos ve ark. (17), yüzey cila ajanlarının posterior kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü azalttığını bildirmişlerdir. Dede ve ark. (93), cila ajanlarının nanohibrit kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü azalttığını bildirmişlerdir. Bunlarla birlikte, cila ajanlarının çok hızlı bir şekilde aşındığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Lopez ve ark. (109), cila ajanlarının diş fırçalama işlemi sonrasında nanofil kompozit rezinlerin yüzeylerinden aşındığını bu nedenle cila ajanlarının nanofil kompozit rezinlerin yüzey pürüzsüzlüğünü sağlamakta etkisiz olduklarını bildirilmiştir. Ayrıca cila ajanlarının kompozit rezinlere uzun dönem etkisi tam olarak bilinmemektedir (93).

Yüzey cila ajanları konvansiyonel polisaj yöntemlerine kıyasla basit bir yöntem olduğu, hasta başında geçirilen süreyi azalttığı, kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğü azalttığı ve güncel bir materyal olduğu için çalışmamıza dahil edilmiştir.

Diş fırçası/diş macunu abrazyonu kompozit restorasyonları uzun dönemde estetik ve biyolojik açıdan olumsuz etkilemektedir (114). Diş fırçalamanın kompozit rezinlerde neden olduğu en büyük sorun yüzey pürüzlülüğüdür (25). Yüzey pürüzlülüğü, parlaklığının azalması ve yüzey renklemelerine neden olduğu için

kompozit restorasyonların estetik kalitesini etkilemektedir (40). Pürüzlü restorasyon yüzeyleri plak birikimine neden olabilmekte ve bunun sonucunda sekonder çürüklere ve periodontal hastalıklara yol açabilmektedir (72,115). Bu nedenlerden dolayı diş fırçalamanın kompozit rezinlere etkisini değerlendirmek önemlidir (114). Bu amaçla fırçalama simülatörleri tanımlanmış ve restoratif materyallerin aşınma direncinin test edilmesi için çeşitli araştırmalarda kullanılmıştır (18,31-36).

Çalışmamızda yüzey cila ajanlarının nanohibrit kompozit rezinlerin yüzeylerine uzun dönemde etkisini değerlendirmek için fırçalama simülatörü kullanılmıştır.

Literatüre göre fırçalama simülatöründe yaklaşık olarak 10.000 siklus bir yıllık diş fırçalamaya denk gelmektedir (25). Çalışmamızda bir yıllık diş fırçalamaya denk gelen 10.000 siklus uygulanmıştır. Diş fırçalama abrazyonu testi, diş fırçası tipi, fırçalama esnasında uygulanan kuvvet, siklus hızı, strok uzunluğu, diş macunu bulamacı gibi faktörlerden etkilendiğinden dolayı bu parametreler her çalışma grubu için standardize edilmiştir.

Dental materyallerde yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için konvansiyonel profilometre, lazer uçlu profilometre, atomik kuvvet mikroskobu ve SEM gibi birçok cihaz kullanılmaktadır (10). Kakaboura ve ark.(10) ve Joniot ve arkadaşları (116), mekanik profilometrenin polisaj tekniklerinden kaynaklanan pürüzlülüğü daha iyi gösterdiğini bildirmişlerdir. Taramalı elektron mikroskobu kompozit rezinlerin yapısal pürüzlülüğü ile bitim ve polisaj işlemleri sonucu oluşan çizikleri ve defektleri ayırt etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (10). Birçok çalışmada, yüzey özelliklerinin değerlendirmesi için birden fazla yöntem kullanmanın önemi vurgulanmıştır (117,118). Yapmış olduğumuz çalışmada kompozitlerde polisaj işlemleri sonrasında oluşan yüzey pürüzlülüğü değerlendirileceği için mekanik profilometre ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) birlikte kullanılmıştır.

Bollen ve ark. (60), yayınladıkları makalede plak oluşumunun başlaması için eşik değerin 0,200 µm olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda da bu değer eşik yüzey pürüzlülük değeri olarak kabul edilmiştir.

Yüzey cila ajanlarının kompozit rezin restorasyonlarda pürüzsüz yüzeyler elde etmek için kullanılması önerilmektedir (11,93,119). Dede ve ark. (93), yüzey cila ajanları kullanımının nanohibrit kompozit rezinlerde daha pürüzsüz yüzeyler sağladığını bildirmişlerdir. Saraç ve ark. (119), yüzey cila ajanlarının nanohibrit, mikrohibrit ve hibrit kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü azalttığını



bildirmişlerdir. Çalışma bulgularımız ilgili çalışmalara ait sonuçları destekler niteliktedir.

Bunlarla birlikte literatürde cila ajanları ile kompozit rezinlerde pürüzsüz yüzeyler elde edilmesinin zor olduğunu kanıtlayan çalışmalar da bulunmaktadır. Lopez ve ark. (109), cila ajanlarının nanofil kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü etkilemediğini bildirmişlerdir. Takeuchi ve ark. (112), cila ajanlarının kullanılmasının posterior kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etki etmediğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, tüm test gruplarının fırçalama öncesi  $R_a$  değerleri plak birikim eşik seviyesi olan 0,200  $\mu\text{m}$  nin üzerinde iken, yüzey cila ajanları tüm test gruplarının  $R_a$  değerlerini konvansiyonel polisaj yöntemine göre daha düşük seviyeye indirmiştir. Özellikle Tet ve Cle kompozit rezinlere ait örnek gruplarında tüm yüzey cila ajanları yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak anlamlı derecede düşürmüştür. Bu bulgular yüzey cila ajanlarının nanohibrit kompozitlerin yüzey dokusunu geliştirmekte etkili olduklarını teyit etmektedir ve bu da yüzey cila ajanlarının yüzey düzensizlikleri ve defektlerini doldurabilme kabiliyetine atfedilebilir.

Nanohibrit kompozitler, prepolimerize doldurucuların kaybı nedeniyle nanofil kompozit rezinlerden daha yüksek  $R_a$  değerlerine sahiptir (5,120). Cila ajanlarının kullanılması, nanohibrit kompozitlerin yüzey dokusunu geliştirebilmekte ve yüzey pürüzlülüğünü nanofil kompozit rezinlerin seviyesine düşürmeye yardımcı olabilmektedir. Buna ek olarak, pürüzlü yüzeyler, cila ajanının nanohibrit kompozit rezinlere daha iyi bağlanmasını sağlayabilmektedir (11). Perez ve ark. (11), yüzey cila ajanı kullanılmasının nanohibrit kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü azalttığını ve cilalanmış yüzeylerde yüzey pürüzsüzlüğünü arttırdığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer olarak cila ajanlarının nanohibrit kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğünü azalttığı tespit edilmiştir.

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüklerini içerdikleri doldurucu partiküllerin tipi, şekli ve boyutları ve organik matrisinin yapısı etkilemektedir (120). Çalışmamızda kompozit rezinlerin fırçalama işlemi öncesindeki pürüzlülük değerlerinin birbirinden farklı olmasının bu yapısal farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda fırçalama öncesi ( $R_{a0}$ ) ve sonrası ( $R_{a1}$ ) yüzey pürüzlülüğü değerlerinin karşılaştırıldığında, tüm test ve kontrol grupları için  $R_{a1}$  değerlerinin istatistiksel açıdan anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Teixeira ve ark. (122), in vitro diş fırçası/diş macunu abrazyonunun iki farklı kompozit rezine etkilerini

değerlendirdikleri çalışmada diş fırçalamanın mikrohibrit ve nanofil kompozit rezinleri pürüzlendirdiğini bildirmişlerdir. Chimello ve ark. (123), diş fırçalamanın farklı kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ve aşınmasına etkisini değerlendirdikleri çalışmada diş fırçalamanın akışkan, mikrofil ve hibrit kompozitleri pürüzlendirdiğini ve aşındırdığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçları da Teixeira ve Chimello'nun yaptıkları çalışmaların sonuçlarına paralellik göstermektedir. Tüm çalışma gruplarının fırçalama sonrası  $R_{a1}$  değerleri plak birikimi eşik değerinin (0,200  $\mu\text{m}$ ) üzerinde iken; Og ve Bc uygulanmış Tet kompozit rezin örnekler ile Ps, Og ve Bc uygulanmış Cle kompozit rezin örneklerin  $R_{a1}$  değerleri konvansiyonel polisaj yöntemi uygulanmış kompozit rezin örneklerin değerlerine kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Literatürde kompozit rezinlere cila ajanları uygulanmasının fırçalama işleminden sonraki yüzey pürüzlülüğüne etki etmediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Takeuchi ve ark. (112), posterior kompozit rezinlerde yüzey cila ajanlarının kullanılmasının fırçalama simülasyon testinden sonraki yüzey pürüzlülüğüne etki etmediğini bildirmişlerdir. Lopez ve ark. (109), nanofil kompozit rezinlerde cila ajanlarının kullanılmasının fırçalamadan sonraki yüzey pürüzlülüğünü etkilemediğini bildirmişlerdir. Cilli ve ark. (86), fırçalama işleminin yüzey cila ajanı uygulanmış kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini değerlendirdikleri çalışmanın sonucunda cila ajanı uygulanmış kompozit rezinlerin daha üstün performans sergilediklerini bildirmişlerdir. Dos Santos ve ark.(17), cila ajanı uygulanmış posterior kompozit rezinlerin konvansiyonel polisaj yöntemi uygulanmış posterior kompozit rezinlere kıyasla fırçalama işleminden sonra yüzeylerinin daha az pürüzlendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları Cilli ve Dos Santos'un yaptıkları çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Kompozit rezinlerin diş fırçalama işlemi sonrasındaki yüzey özelliklerinin inorganik doldurucu partiküllerinin tipi, içeriği ve organik matrikslerinin yapısına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir çünkü fırçalama işlemi kompozit rezinlerde uzun dönemde organik matriksin aşınmasına ve doldurucu partiküllerin kaybına neden olmaktadır (114,122). Çalışmamızda tüm kompozit rezinlerin fırçalama işlemi sonrasındaki pürüzlülük değerlerinin birbirinden farklı olmasının organik matriks ve inorganik doldurucu partikül içeriklerinin farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇLAR

Çalışmamızda, 4 farklı nanohibrit kompozit rezin materyal kullanılarak hazırlanan örnek yüzeylerine konvansiyonel polisaj ve 3 farklı yüzey cila ajanı uygulaması yapıldıktan sonra başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri ve fırçalama simülatörü ile 10.000 devirlik fırçalama işlemi yapıldıktan sonrası için yüzey pürüzlülüğü değerleri in vitro olarak incelenmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda;

- 1) Fırçalama işlemi öncesinde ve sonrasındaki bütün grupların yüzey pürüzlülük değerleri ( $R_{a0}$  ve  $R_{a1}$ ); plak birikim eşik seviyesi olan  $0,200 \mu\text{m}$ 'nin üzerinde belirlenmiştir.
- 2) Yüzey cila ajanı uygulamasının, fırçalama işlemi öncesi ve sonrasında kompozit rezin gruplarında genel olarak yüzey pürüzlülüğünü azaltmakla beraber, Tet ve Cle rezin grubunda istatistiksel olarak anlamlılık arz edecek şekilde bir azaltma sağladığı saptanmıştır.
- 3) Diş fırçalama işleminin konvansiyonel polisaj ve yüzey cila ajanı uygulanmış tüm kompozit rezin örneklerin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı görülmüştür.

## 7. KAYNAKLAR

1. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 29: 275-279, 2004.
2. Moszner N, Klapdohr S. Nanotechnology for dental composites. *Int Nanotechnol*, 1:(1), 130-156, 2004.
3. Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci* 26(4): 535-576, 2001.
4. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, 134(10): 1382-1390, 2003.
5. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *J Esthet Restor Dent* 19(5): 265-273, 2007.
6. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 42(4): 613-627, 1998.
7. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract* 8(1): 27-35, 2007.
8. Başeren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *J Biomater Appl* 19(2): 121-134, 2004.
9. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 29(2): 203-211, 2004.
10. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci* 18(1): 155-163, 2007.
11. Perez CDR, Hirata JrR, Silva AHMFT, Sampaio EM, Miranda MS. Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 34(6): 674-680, 2009.
12. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J* 196(1): 42-45, 2004.
13. Nagem F, D'azevedo MTF, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J* 14(1): 37-41, 2003.

14. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Dos Santos DC. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 15(3): 193-197, 2002.
15. Jefferies SR, Barkmeier WW, Gwinnett AJ. Three composite finishing systems: a multisite in vitro evaluation. *J Esthet Restor Dent* 4(6): 181-184, 1992.
16. Dickinson GL, Leinfelder KF, Mazer RB, Russell CM. Effect of surface penetrating sealant on wear rate of posterior composite resins. *J Am Dent Assoc* 121(2): 251-255, 1990.
17. Dos Santos PH, Consani S, Correr SL, Coelho SM. Effect of surface penetrating sealant on roughness of posterior composite resins. *Am J Dent* 16(3), 197-201, 2003.
18. Prakki A, Ribeiro IWJ, Cilli R, Mondelli RFL. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. *Oper Dent* 30(6): 739-746, 2005.
19. Garman TA, Fairhurst CW, Heuer GA, Williams HA, Beglau, DLA. Comparison of glazing materials for composite restorations. *J Am Dent Assoc* 95(5): 950-956, 1977.
20. Williams HA, Garman TA, Fairhurst CW, Zwemer JD, Ringle RD. Surface characteristics of resin-coated composite restorations. *J Am Dent Assoc* 97(3): 463-467, 1978.
21. Anagnostou M, Mountouris G, Silikas N, Kleetsas D, Eliades G. Chemical, mechanical and biological properties of contemporary composite surface sealers. *Dental Mater* 31(12): 1474-1486, 2015.
22. Aker JR. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. *J Am Dent Assoc* 105(4): 633-635, 1982.
23. Ehrnford L. microstructure of composite resins after toothbrush-dentifrice abrasion. *Acta Odontol Scand* 41(4): 241-245, 1983.
24. Gil FJ, Espias A, Sánchez LA, Planell JA. Comparison of the abrasive wear resistance between amalgams, hybrid composite material and different dental cements. *J Dent*, 49(6): 337-342, 1999.
25. Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *J Prosthet Dent* 66(4): 498-500, 1991.

26. Grabenstetter RJ, Broge RW, Jackson FL, Radike AW. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. *J Dent Res* 37(6): 1060-1068, 1958.
27. Heath JR, Wilson HJ. The effect of dentifrices on restorative materials. *J Oral Rehabil* 1(1): 47-54, 1974.
28. Turssi CP, De Magalhaes CS, Serra MC, Rodrigues AL. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by ph-cycling simulations. *Oper Dent* 26(6): 576-584, 2001.
29. Garcia FCP, Wang L, D'Alpino PHP, Souza JBD, Araújo PAD, Mondelli RFDL. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Braz Oral Res* 18(2): 156-161, 2004.
30. Lindquist B, Emilson CG. Distribution and prevalence of mutans streptococci in the human dentition. *J Dent Res* 69(5): 1160-1166, 1990.
31. Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Endo T, Utterodt, A, Komatsu M. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dent Mater J* 28(6): 708-716, 2009.
32. Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater* 13(2): 82-88, 1997.
33. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent* 27(1): 50-58, 2002.
34. Wang L, Garcia FCP, De Araujo PA, Franco EB, Mondelli RFL. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent* 16(5): 303-314, 2004.
35. Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater* 26(4): 306-319, 2010.
36. Parry J, Harrington E, Rees GD, McNab R, Smith AJ. Control of brushing variables for the in vitro assessment of toothpaste abrasivity using a novel laboratory model. *J Dent Oral Health* 36(2): 117-124, 2008.
37. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 66(1): 57-64, 1963.
38. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 89(6): 549-560, 2010.

39. Goldstein RE. Sistemas adhesives de los composites. Goldstein RE. *Odontología estética* 1: 289-352, 2002.
40. Sakaguchi R, Powers J. *Craig's restorative dental materials*. 13 th Ed. Elsevier Inc, USA, 2012.
41. Ferracane, J. L. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med* 6(4): 302-318, 1995.
42. Klapdohr S, Moszner N. New inorganic components for dental filling composites. *Monatshefte für Chemie/Chemical Monthly* 136(1): 21-45, 2005.
43. García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 11(2): 215-220, 2006.
44. Ferracane JL. Resin composite state of the art. *Dent Mater* 27(1): 29-38, 2011.
45. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar. S. 9-10, Quintessence Yayıncılık, Türkiye, 2000.
46. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater* 21(7): 641-648, 2005.
47. Terry DA. Direct applications of a nanocomposite resin system: Part 1- The evolution of contemporary composite materials. *Practical Procedures and Aesthetic Dentistry* 16: 417-432, 2004.
48. Chen MH, Chen CR, Hsu SH, Sun SP, Su WF. Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. *Dent Mater* 22(2): 138-145, 2006.
49. Sideridou ID, Karabela MM, Vouvoudi EC. Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. *Dent Mater* 27(6): 598-607, 2011.
50. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel, R, Kunzelmann KH. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater* 32(1): 75-82, 2013.
51. Saunders SA. Current practicality of nanotechnology in dentistry. Part 1: Focus on nanocomposite restoratives and biomimetics. *Clin Cosmet Investig Dent*, 1:47-61, 2009.
52. Nordiska Dental (2014). <http://www.nordiskadental.se/nanosit>.
53. 3M ESPE (2011). <http://multimedia.3m.com/mws/media/7444110/filtek-z550-technical-data-sheet-cee.pdf>
54. Kuraray America Inc (2009). <http://kuraraydental.com>.

55. Ritter AV. Direct resin-based composites: current recommendations for optimal clinical results. *Compendium* 26(7):369-377, 2005.
56. Subramani K, Ahmed W. *Emerging nanotechnologies in dentistry: Processes, materials and applications*. 1th Ed, Elsevier Inc, USA, 2012.
57. Quirynen M, Bollen CML. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra-and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol* 22(1): 1-14, 1995.
58. Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra-and subgingival plaque: results of in vitro and in vivo experiments. *J Dent* 22(1): 13-16, 1994.
59. 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* 33(1): 44-50, 2008.
60. 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* 13(4): 258-269, 1997.
61. Bouvier D, Duprez JP, Lissac M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *J Oral Rehabil* 24(12): 888-894, 1997.
62. Van Noort R, Davis LG. The surface finish of composite resin restorative materials. *Br Dent J* 157(10): 360, 1984.
63. Yap AUJ, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 22: 260-265, 1997.
64. Tjan AH, Chan CA. The polishability of posterior composites. *J Prosthet Dent* 61(2): 138-140, 1989.
65. Lambrechts P, Herle G. Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. *J Oral Rehabil* 9(3): 203-216, 1982.
66. Reinhardt JW, Jordan RD, Denehy GE, Rittman BR. Porosity in composite resin restorations. *Oper Dent* 7(3): 82-85, 1982.
67. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *J Oral Sci* 47(1): 21-25, 2005.



68. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent*, 32(1): 45-52, 2007.
69. Pallav P, De Gee AJ, Davidson CL, Erickson RL, Glasspoole EA. The influence of admixing microfiller to small-particle composite resin on wear, tensile strength, hardness, and surface roughness. *J Dent Res* 68(3): 489-490, 1989.
70. Scheibe KGBA, Almeida KGB, Medeiros IS, Costa JF, Alves CMC. Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Appl Oral Sci* 17(1): 21-26, 2009.
71. Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent* 32(2): 185-192, 2007.
72. Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc* 91(1): 101-106, 1975.
73. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am* 51(2): 379-397, 2007.
74. Tate WH, Powers JM. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Oper Dent* 21(2): 53-58, 1996.
75. Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MFDL, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Braz Dent J* 16(1): 39-44, 2005.
76. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent* 17(2): 102-108, 2005.
77. Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Sci- Mater M* 16(4): 347-353, 2005.
78. Smales RJ, Gerke DC. Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *Am J Dent* 5(4): 208-212, 1992.
79. Lee YK, Lu H, Oguri M, Powers JM. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *J Prosthet Dent* 94(4): 370-376, 2005.
80. Macedo G, Raj V, Ritter AV, Swift EJ. Longevity of anterior composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 18(6): 310-311, 2006.
81. Sarrett DC. Prediction of clinical outcomes of a restoration based on in vivo marginal quality evaluation. *J Adhes Dent* 9(1): 117-120, 2007.

82. Goldstein GR. The longevity of direct and indirect posterior restorations is uncertain and may be affected by a number of dentist-, patient-, and material-related factors. *J Evid Based Dent Pract* 10(1): 30-31, 2010.
83. Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Three-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance and wear of a nanocomposite versus a hybrid composite. *Dent Mater* 25(11): 1302-1314, 2009.
84. Barghi N, Alexander C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent (Jamesburg, NJ)* 24(8): 30-33, 2003.
85. Suh BI. A new resin technology: a glaze/composite sealant that cures without forming an oxygen-inhibited layer. *Compend Contin Educ Dent (Jamesburg, NJ)* 24(8): 27-29, 2003.
86. Cilli R, de Mattos MCR, Honorio HM, Rios D, de Araujo, PA, Prakki A. The role of surface sealants in the roughness of composites after a simulated toothbrushing test. *J Dent* 37(12): 970-977, 2009.
87. Owens BM, Johnson WW. Effect of new generation surface sealants on the marginal permeability of Class V resin composite restorations. *Oper Dent*: 31(4): 481-488, 2006.
88. Lowe RA. Using BisCover surface sealant/polish on direct and indirect composite and bisacrylic provisional restorations. *Compend Contin Educ Dent* 25: 400-401, 2004.
89. Reid JS, Saunders WP, Chen YY. The effect of bonding agent and fissure sealant on microleakage of composite resin restorations. *Quintessence Int* 22(4): 295-298, 1991.
90. Pereira Ramos R, Chinelatti M. A, Thomazatti Chimello D, Dibb RGP. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 33(6): 450-456, 2002.
91. Doray PG, Eldiwany MS, Powers JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent* 15(4): 244-250, 2003.

92. Paulo HD, Pereira JC, Rueggeberg FA, Svizero NR, Miyake K, Pashley DH. Efficacy of composite surface sealers in sealing cavosurface marginal gaps. *J Dent* 34(3): 252-259, 2006.
93. Dede DÖ, Şahin O, Köroğlu A, Yılmaz B. Effect of sealant agents on the color stability and surface roughness of nanohybrid composite resins. *J Prosthet Dent* 116(1): 119-128, 2016.
94. Santana S, Veloso S, Bombana AC, Florio F, Basting RT. Effect of surface sealants on marginal microleakage in Class V resin composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 21(6): 397-404, 2009.
95. Gallagher A, Sowinski J, Bowman J, Barrett K, Lowe S, Patel K, Creeth JE. The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal in vivo. *J Dent Hyg* 83(3): 111-116, 2009.
96. Loe H. Oral hygiene in the prevention of caries and periodontal disease. *J Dent* 50(3): 129-139, 2000.
97. Heath JR, Wilson HJ. The effect of dentifrices on restorative materials. *J Oral Rehabil* 1(1): 47-54, 1974.
98. Al Khuraif AAA. An in vitro evaluation of wear and surface roughness of particulate filler composite resin after tooth brushing. *Acta Odontol Scand* 72(8): 977-983, 2014.
99. Belli R, Pelka M, Petschelt A, Lohbauer U. In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: a CLSM evaluation. *J Dent* 37(12): 984-993, 2009.
100. Kanik O, Turkun LS, Dasch W. In vitro abrasion of resin-coated highly viscous glass ionomer cements: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig* 21(3): 821-829, 2017.
101. Elagra MEI, Shalaby Y, Khalil MF, ElFawal N. Comparative study of marginal adaptation and mechanical properties of CAD/CAM versus dual polymerized interim fixed dental prosthesis. *Saudi Journal of Oral Sciences* 1(2):71-78, 2014.
102. Castro HLD, Pereira PC, Feitosa AS, Valera MC, Araujo MAMD, Araujo RM D. Influence of brushing on a machined lithium disilicate-based ceramic: assessment of color maintenance and surface roughness. *Revista Da Faculdade de Odontologia* 19(1): 83-87, 2014.
103. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater* 23(1): 51-59, 2007.

104. Turssi CP, Ferracane JL, Ferracane LL. Wear and fatigue behavior of nano-structured dental resin composites. *J Biomed Mater Res (Part B Appl Biomater)* 78(1): 196-203, 2006.
105. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of different esthetic restorative materials: a spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent* 11(2): 149, 2017.
106. Dos Santos PH, Pavan S, Consani S, Sobrinho LC, Sinhoreti MAC. In vitro evaluation of surface roughness of 4 resin composites after the toothbrushing process and methods to recover superficial smoothness. *Quintessence Int* 38(5): 247-253, 2007.
107. Kumari RV, Nagaraj H, Siddaraju K, Poluri RK. Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. *JIOH* 7(7): 63-70, 2015.
108. Erdemir U, Tiryaki M, Saygi G, Yücel T, Yıldız SO, Yıldız E. Effects of different kinds of beers on the surface roughness of glazed and polished methacrylate and silorane-based composites: a 1-month study. *Ann Stomatol (Roma)* 8(1): 23-28, 2017.
109. Lopes MB, Saquy PC, Moura SK, Wang L, Graciano FMO, Correr Sobrinho L, Gonini Júnior A. Effect of different surface penetrating sealants on the roughness of a nanofiller composite resin. *Braz J Dent* 23(6): 692-697, 2012.
110. Antonson SA, Yazici AR, Okte Z, Villalta P, Antonson DE, Hardigan PC. Effect of resealing on microleakage of resin composite restorations in relationship to margin design and composite type. *Eur J Dent* 6(4): 389-395, 2012.
111. Kawai K, Leinfelder KF. Effect of surface-penetrating sealant on composite wear. *Dent Mater* 9(2): 108-113, 1993.
112. Takeuchi CY, Flores VO, Dibb RP, Panzeri H, Lara EH, Dinelli W. Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: effect of surface sealing. *Oper Dent* 28(3): 281-286, 2003.
113. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi Pégurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res (Part A)* 53(6): 658-663, 2000.
114. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *J Dent* 28(5): 355-359, 2000.

115. Hallgren A, Oliveby A, Twetman S. Caries associated microflora in plaque from orthodontic appliances retained with glass ionomer cement. *Eur J Oral* 100(3): 140-143, 1992.
116. 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* 25(4): 311-315, 2000.
117. Sadidzadeh R, Cakir D, Ramp LC, Burgess JO. Gloss and surface roughness produced by polishing kits on resin composites. *Am J Dent* 23(4): 208-212, 2010.
118. Heintze SD, Cavalleri A, Forjanic M, Zellweger G, Rousson V. A comparison of three different methods for the quantification of the in vitro wear of dental materials. *Dent Mater* 22(11): 1051-1062, 2006.
119. Saraç D, Saraç YS, Külünk S, Ural C, Külünk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 96(1): 33-40, 2006.
120. Gönülol N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent* 40(2): 64-70, 2012.
121. O'brien WJ, Yee JJr. Microstructure of posterior restorations of composite resin after clinical wear. *Oper Dent* 5(3): 90-94, 1979.
122. Teixeira ECN, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent* 17(3): 172-181, 2005.
123. Chimello DT, Dibb RGP, Corona SAM, Lara EHG. Assessing wear and surface roughness of different composite resins after toothbrushing. *Mater Res* 4(4): 285-289, 2001.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

2 Şubat 1990 yılında İstanbul'da doğdum. Lise eğitimimi 2004-2007 yılları arasında Kartal Lisesi'nde tamamladım. 2008-2013 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde diş hekimliği eğitimimi tamamladım. 2014 Temmuz ayında Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde uzmanlık eğitimime başladım.

