

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİNİN NANO DOLDURUCULU
KOMPOZİT REZİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE
RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sanem SAYGIN

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Batu Can YAMAN

ESKİŞEHİR
2022

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİNİN NANO DOLDURUCULU
KOMPOZİT REZİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE
RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sanem SAYGIN

**Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Batu Can YAMAN**

**Bu uzmanlık tezi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından 202045A227 proje kodu ile desteklenmiştir.**

**ESKİŞEHİR
2022**

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİNİN NANO DOLDURUCULU
KOMPOZİT REZİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
STABİLİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Sanem SAYGIN

Tez Savunma Tarihi : 16.08.2022

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Batu Can YAMAN (Eskişehir Osmangazi Ü.)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Çağatay BARUTÇUGİL (Akdeniz Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hande ŞAR SANCAKLI (İstanbul Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Batu Can YAMAN

Dekan

Uzmanlık Tezi
ESKİŞEHİR-2022

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “**FARKLI CİLA SİSTEMLERİNİN NANO DOLDURUCULU KOMPOZİT REZİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı araştırmayı danışmanım **Prof. Dr. Batu Can Yaman**’ın rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığımı; çalışma protokolü ve hazırlık süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı, verilerin tarafımdan toplandığını, örneklerin tarafımda hazırlandığını; deney, analiz ve görüntüleme işlemlerinin ilgili laboratuvar ve görüntüleme merkezinde tarafımda yapıldığını/yaptırıldığını, tez metnini hazırlarken kaynakçanın eksiksiz olarak gösterildiğini, tezin yazım kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırlandığını ve belirtilen hususların aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Sanem SAYGIN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VII
ABSTRACT	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Kompozit Rezinlerin Gelişimi	4
2.2. Kompozit Rezinlerin Yapısı	5
2.2.1. Organik Polimer Matriks	5
2.2.2. İnorganik Faz	6
2.2.3. Ara Faz.....	6
2.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	7
2.3.1. Makrofil Kompozit Rezinler.....	7
2.3.2. Mikrofil Kompozit Rezinler	7
2.3.3. Midifil Kompozit Rezinler	7
2.3.4. Minifil Kompozit Rezinler	8
2.3.5. Hibrit Kompozit Rezinler	8
2.3.6. Nanofil Kompozit Rezinler.....	8
2.4. Bitirme ve Polisaj İşlemleri	9
2.4.1. Bitim ve Cila İşlem Basamakları	9
2.4.1.1. Kaba Bitim.....	9

2.4.1.2. Kontur Verme	10
2.4.1.3. İnce Bitim	10
2.4.1.4. Cila.....	10
2.4.2. Cila Aşındırıcı Tipleri ve Bileşenleri.....	11
2.4.2.1. Alüminyum Oksit	11
2.4.2.2. Karbit Bileşenleri.....	11
2.4.2.3. Elmas Aşındırıcılar	11
2.4.2.4. Silikon Dioksit Aşındırıcılar.....	12
2.4.2.5. Zirkonyum Oksit Aşındırıcılar	12
2.4.2.6. Zirkonyum Silikat Aşındırıcılar.....	12
2.4.3. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri	12
2.4.3.1. Elmas Frezler	12
2.4.3.2. Karbit Frezler.....	13
2.4.3.3. Taşlar	13
2.4.3.4. Abrasiv Kaplı Bitim Cilalama Diskleri ve Stripler	14
2.4.3.5. Tekerlek, Çanak, Sivri Uçlu Lastikler	14
2.4.3.6. Zayıf Aşındırıcı Cila Patları.....	15
2.4.3.7. Fırçalar ve Keçeler.....	15
2.4.3.8. Fiber Emdirilmiş Polimer Frezler.....	15
2.5. Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü.....	16
2.5.1. Profilometreler	17
2.5.1.1. Mekanik Profilometreler.....	17
2.5.1.2. Optik Profilometreler.....	17
2.5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	17
2.5.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	18

2.6. Kompozit Rezinlerde Renk Belirleme	18
2.6.1. Renk Oluşum Sistemleri	18
2.6.1.1. Munsell Renk Sistemi	19
2.6.1.2. CIE L*a*b Renk Sistemi	19
2.6.2. Kompozit Rezinlerde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri.....	21
2.6.2.1. Spektrofotometre	21
2.6.2.2. Kalorimetre	21
2.6.2.3. Dijital Kamera ve Görüntüleme.....	22
2.7. Yaşlandırma Yöntemleri.....	22
2.7.1. Termal Siklus ile Yaşlandırma	23
2.7.1.1. Sıcaklık	23
2.7.1.2. Bekleme Süresi	24
2.7.1.3. Siklus Sayısı.....	24
3. MATERYAL VE METOT.....	25
3.1.Kullanılan Materyaller	25
3.1.1. Kompozit Rezin Materyal.....	25
3.1.2. Bitirme ve Cila Sistemleri	26
3.1.2.1. Onegloss	26
3.1.2.2. OptiDisc	27
3.1.2.3. Sof-lex Spiral	28
3.1.2.4. Clearfil Twist Dia	28
3.1.2.5. Twist Diacomp Plus.....	29
3.2.Örneklerin Hazırlanması.....	30
3.3. Kompozit Grupların Oluşturulması	31
3.4. Kompozit Örneklerin Bitim ve Cila İşlemleri	32

3.5. Kompozit Örneklere Termal Siklus Uygulanması.....	34
3.6. Kompozit Örneklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi.....	34
3.7. Kompozit Örneklerin Renk Değişimlerinin Ölçülmesi	35
3.8. Kompozit Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülerinin Alınması.....	36
3.9. Kompozit Örneklerin Atomik Kuvvet Mikroskobu Görüntülerinin Alınması.....	36
3.10. İstatistiksel Analiz	37
4. BULGULAR.....	38
4.1. Kompozit Gruplarının Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Bulgular	38
4.2. Kompozit Gruplarının Renk Değişimi ile İlgili Bulgular	53
5. TARTIŞMA.....	58
6. SONUÇ	65
KAYNAKÇA.....	66
ÖZGEÇMİŞ	79

TEŞEKKÜR

Uzmanlık ve meslek hayatına adımımı attığım ilk günden beri bilgi, tecrübe ve yardımlarıyla yol gösteren, sabırla ve ilgiyle değerli vaktini ayırarak desteğini her zaman hissettiğim; yönetici, eğitimci ve hekim olarak meslek hayatıma rol model olan, birlikte çalışmaktan gurur duyduğum değerli danışman hocam Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı Prof. Dr Sayın Batu Can YAMAN’a,

Asistanlık sürecim boyunca bütün bilgi ve birikimlerini esirgmeden büyük bir hevesle aktaran, tez sürecim boyunca her zaman destek olarak bütün sorularımı ilgi ve titizlikle cevaplayan, hekimliği ve akademik çalışmalarıyla vizyonumu genişleterek bana ilham veren, mesleki paylaşımları dışında sevecenliğiyle de bana bu süreçte arkadaş olan sevgili Öğr. Gör. Dt. Hatice TEPE’ ye

Uzmanlığa birlikte başladığımız ve yine birlikte bitirdiğimiz, daima yan yana mutlulukla çalışarak sevinç ve üzüntülerimi paylaştığım, desteğini ve yardımını her zaman hissettiğim eşkıdemim Araş. Gör. Dt. Begüm TAVAS’a

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, asistanlık sürecimi güzelleştiren, çalışma arkadaşı olmaktan ziyade aile gibi hissettiren çok sevgili asistan arkadaşlarıma, kıymetli hemşirelerimize ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyip bana dost olduğu için Serhat YILDIRIM’a

Evlatları olmaktan gurur duyduğum, bütün imkanlarını sunarak beni bugünlere getiren, aldığım her kararda maddi manevi desteklerini esirgemediğim arkamda duran, sevgimin ve minnettarlığımın karşılığı olabilecek bir ifade bulamadığım sevgili babam Halil SAYGIN ve biricik annem Hatice SAYGIN ile üç kız kardeş olmanın bütün güzelliklerini yaşatan ablalarım Sema SAYGIN, Seda YILDIRIM ve sevgili eşi abim Mehmet YILDIRIM’ a

Ve en zor zamanlarımda bile yanımda olup yüzümü güldürerek bana güç veren,
sevgisiyle her anımı güzelleştirip değerli kılan, en büyük şansım, hayat arkadaşım
Mustafa Kemal ÖZASLAN' a

Sonsuz Teşekkürlerimle...

Dt. Sanem SAYGIN



ÖZET

Farklı Cila Sistemlerinin Nano Dolduruculu Kompozit Resinin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesine Etkisinin Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı cila sistemleri uygulanan nano doldurucu içeren kompozit restoratif materyalin termal yaşlandırma sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesindeki değişiminin incelenmesidir.

Materyal ve Metod: Nano doldurucu içeren kompozit restoratif materyal 2mm derinliğinde 10 mm çapındaki kalıplar kullanılarak üretici firma talimatları doğrultusunda kalıp içerisinde polimerize edilerek 91 adet numune hazırlandı. Hazırlanan numuneler ve 24 saat distile suda 37 C'de etüv içerisinde bekletildi. Örnekler Clearfil Twist Dia (Kuraray, Japonya), 3M ESPE Sof-Lex (3M ESPE, ABD), Twist Diacomp Plus (Eve earnst vetter GmbH, Almanya), OptiDisc (Kerr Corporation, ABD), One Gloss (Shofu Dental Corporation, ABD) ile üretici talimatları doğrultusunda cilalandı. Elde edilen numuneler atomik kuvvet mikroskobu (AFM), taramalı elektron mikroskobu (SEM), spektrofotometre ve profilometre ile başlangıç ölçümleri yapıldıktan sonra sırayla 10000 ve 50000 termal döngü uygulandı. Her termal döngü işleminden sonra ölçümler yenilendi. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey's Testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Farklı bitirme ve cila işlemleri ile termal yaşlandırmadan sonra kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Renk değişimini gösteren ΔE değerleri, farklı bitirme ve cila işlemleri ile termal yaşlandırmadan sonra gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Sonuçlar: Farklı bitim ve cila grupları arasında en az yüzey pürüzlülüğü oluşturan grup SFLX olurken, en fazla yüzey pürüzlülüğü oluşturan grup MYLAR olarak bulundu. Farklı bitim ve cila grupları arasında en az renk değişimi gösteren grup TWD olurken, en fazla renk değişimi gösteren grup ONE GL bulundu. Kompozit rezinin tüm gruplarda ΔE değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik düzey $\Delta E= 1,8$ 'den yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Renk Değişimi, Termal Yaşlandırma, Yüzey Pürüzlülüğü

ABSTRACT

Evaluation of the Effect of Different Polishing Systems on Surface Roughness and Color Stability of Nano-Filler Resin Composite

Aim: The aim of this study is to investigate the change in surface roughness and color stability of composite restorative material containing nano filler applied with different polishing systems after thermal aging.

Materials and Methods: Composite restorative material containing nano-filler will be polymerized in the mold in accordance with the manufacturer's instructions using molds of 2mm depth and 10 mm diameter. 91 samples will be prepared. The prepared samples will be removed from the mold and kept in the oven at 37 ° C for 24 hours. Examples Clearfil Twist Dia (Kuraray, Japan), 3M ESPE Sof-Lex (3M ESPE, USA), Twist Diacomp Plus (Eve earnst vetter GmbH, Germany), OptiDisc (Kerr Corporation, USA), One Gloss (Shofu Dental Corporation, USA) and it will be polished and polished in accordance with the manufacturer's instructions. After the initial measurements of the obtained samples were made with atomic force microscope (AFM), scanning electron microscope (SEM), spectrophotometer and profilometer, 10000 and 50000 thermal cycles were applied respectively. Measurements were renewed after each thermal cycling operation. The data obtained will be evaluated by ANNOVA and Tukey's Test.

Results: After thermal aging with different selection and polishing processes, the surface roughness numbers of the composites ($p < 0.05$) may differ between different groups. ΔE values indicating color differ between groups after different selection and treatment and aging ($p < 0.05$).

Conclusion: Among the different finish and polish groups, SFLX was the group with the least surface roughness, while MYLAR was the group with the highest surface roughness. TWD was the group that showed the least color change among the different finish and polish groups, while the group that showed the most color change was ONE GL. The ΔE values of the composite resin were found to be higher than the clinically acceptable threshold level $\Delta E = 1.8$ in all groups.

Key Words: Color Change, Thermal Aging, Surface Roughness

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
%	: Yüzde
±	: Artı, Eksi işareti
°C	: Derece Santigrat
µm	: Mikrometre
AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
Al ₂ O ₃	: Alüminyum Oksit
Bis-GMA	: Bisfenol A glisidil metakrilat
CIE	: Commission Internationale de Liéclairaqe
EVE DC	: Eve Twist Diacomp Plus Spiral
LED	: Light emitting diode
MMA	: Monometil metakrilat
nm	: Nanometre
ONE GL	: Shofu OneGloss
OPD	: Kerr OptiDisc
PMMA	: Polimetil metakrilat
Ra	: Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü
RPM	: Dakikada devir sayısı
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SFLX	: 3M Sof-lex Spiral
SS	: Standart Sapma
T0	: Termal Siklus yok

T1	: 10000 Termal Siklus
T5	: 50000 Termal Siklus
TEGDMA	: Trietilenglikol-dimetakrilat
TWD	: Kururay Clearfil Twist Dia Spiral
UDMA	: Urethan dimetakrilat
ΔE	: Renk farkı birimi



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. CIEDE2000 renk değişim formülü	20
Şekil 3.1. Kompozit rezin materyal omnichroma.....	25
Şekil 3.2. ONE GL bitirme ve cila sistemi.....	27
Şekil 3.3. OPD bitirme ve cila sistemi	27
Şekil 3.4. SFLX spiral bitirme ve cila sistemi.....	28
Şekil 3.5. TWD bitirme ve cila sistemi	29
Şekil 3.6. EVE DC bitirme ve cila sistemi	29
Şekil 3.7. Örneklerin hazırlanması, a) Omnichroma'nın metal kalıplara yerleştirilmesi, b) Kompozit üzerine mylar strip ve cam lamel yerleştirilmesi, c) Cam lamel üzerinden 20 sn polimerize edilmesi d) Mylar strip üzerinden 10 sn polimerize edilmesi, e) Örneklerin metal kalıptan çıkarılması, f) Örneklerin arka yüzeyinin 10 sn polimerize edilmesi	31
Şekil 3.8. Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı	32
Şekil 3.9. Termal siklus cihazı	34
Şekil 3.10. Renk ölçümlerinde kullanılan VITA Easysshade V.....	35
Şekil 4.1. Tüm grupların farklı farklı bitirme ve cila sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama Ra değerleri grafiği	39
Şekil 4.2. T0 grubunun farklı farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği	41
Şekil 4.3. T0 grubu örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri	43
Şekil 4.4. T0 grubu örneklerin AFM görüntüleri	44

Şekil 4.5.	T1 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği	46
Şekil 4.6.	T1 örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri.....	47
Şekil 4.7.	T1 grubu örneklerin AFM görüntüleri	48
Şekil 4.8.	T5 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği	50
Şekil 4.9.	T5 örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri.....	51
Şekil 4.10.	T5 grubu örneklerin AFM görüntüleri	52
Şekil 4.11.	Tüm grupların farklı farklı bitirme ve cila sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama ΔE değerleri grafiği.....	54
Şekil 4.12.	T0-T1 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama ΔE değerleri grafiği	56
Şekil 4.13.	T0-T5 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama ΔE değerleri grafiği	57

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri üretici, aşındırıcı türü ve lot no	26
Tablo 3.2. Kompozit örneklerle uygulanan bitirme ve polisaj prosedürleri	32
Tablo 4.1. Ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) ve standart sapmaları (SS).....	38
Tablo 4.2. T0 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları.....	41
Tablo 4.3. T1 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları.....	45
Tablo 4.4. T5 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları.....	49
Tablo 4.5. Grupların ortalama ΔE değerleri ve standart sapmaları (SS).....	53
Tablo 4.6. T0-T1 gruplarının ΔE değerleri ve standart sapmaları (SS)	55
Tablo 4.7. T0-T5 gruplarının ΔE değerleri ve standart sapmaları (SS)	56

1. GİRİŞ

Hastaların artan estetik talepleri, formülasyondaki gelişmeler ve adeziv uygulama prosedürlerinin basitleştirilmesi sayesinde son yıllarda kompozit rezinlerin klinik kullanımı önemli ölçüde artmıştır.¹ Kavitenin sınıfı ve konumundan bağımsız olarak, pürüzsüz yüzeyler kompozit rezin restorasyonların estetiğini ve prognozunu belirlediği için klinik olarak önemlidir. Zayıf bitirme ve cilalama teknikleri veya aletlerden kaynaklanan yüzey düzensizliklerinin varlığı; renklenme, plak retansiyonu, gingival iritasyon ve rekürrent çürükler gibi klinik problemler yaratabilmektedir. Dental restorasyonlara prosedürlere uygun şekilde bitim ve cila uygulanması sadece estetik açıdan değil, plak tutulmasını önleyerek gingival sağlığı korumak açısından da önemli olmaktadır.²⁻⁴

Kompozit rezinler ilk olarak 1980'li yıllarda kompozit rezinin doldurucu boyutuna göre sınıflandırılmıştır.⁵ Farklı araştırmacılar tarafından sonraki yıllarda fiziksel ve mekanik özellikler, partikül boyutu, partikül şekli, dolgu materyalinin dağılımına göre farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerine doldurucu türü ve boyutunun önemli etkisinden dolayı yaygın olarak kullanılan sınıflandırma üç ana başlığa ayrılmıştır: Mikrofil kompozitler, mikrohibrit kompozitler ve nano kompozitler (nanofil-nanohibrit kompozitler).^{6, 7} Son gelişmeler, daha gelişmiş fiziko-mekanik özellikler ve yüksek estetikle birlikte daha düşük polimerizasyon büzülmesi sağlamak için dolgu partiküllerinin güçlendirilmesine, özellikle nanofill dolduruculu kompozit rezinlere odaklanmaktadır.⁸

Kompozit rezinlerin estetiği ve prognozu büyük ölçüde kullanılan cilalama ve polisaj tekniklerinin kalitesine bağlıdır.^{9, 10} Yüksek kaliteli cila ve polisaj prosedürleri kompozit restorasyonların estetik özelliklerini ve dayanımını artırırken; pürüzlü, kötü

cilalanmış yüzeyler lekelenmeye, plak birikimine, rekürrent çürüklere ve restorasyonun renk değiştirmesine neden olmaktadır.¹⁰

Bitim, yüzey düzensizliklerini gidermek ve kompozit rezin restorasyonu şekillendirmek için bir aşındırıcı aletin kullanıldığı bir prosedürdür. Parlatma, optik ve fiziksel olarak pürüzsüz bir yüzey dokusu oluşturmak için giderek daha küçük boyutlu aşındırıcıların kullanılmasını kapsamaktadır.¹¹ İki aşamalı bu tekniğin kalitesi; aşındırıcı parçacıkların yapısı, polisaj materyalinin yüzeye uygulama süresi, uygulanma kuvveti, materyalin geometrik şekli, rijitliği, sertliği ve operatör kullanımı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kompozit restoratif materyalin tipi, materyalin doldurucu partiküllerinin bileşimi, şekli, boyutu ve dağılımı, rezin matrisinin dönüşüm derecesi ve bileşimi gibi unsurlar da bitim ve parlatmada etkili diğer faktörlerdir.^{11, 12}

Piyasada klinisyenler için çok çeşitli bitim ve cilalama aracı mevcuttur. Tungsten karbür bitim frezleri, elmas frezler, silikon emdirilmiş lastik ve tekerlekler, silikon karbür veya diskler restoratif materyallerin bitim ve cilalama prosedürlerinde en çok kullanılan aletler arasındadır.¹³ Maliyeti ve hasta başında geçirilen klinik zamanı azaltmak için, son zamanlarda elmas emdirilmiş lastikler ve spiraller gibi tek adımlı bitim ve cilalama sistemleri geliştirilmiştir.¹⁴

Profilometre, kompozit rezin malzemelerin yüzey pürüzlülüğü açısından yüzey özelliklerinin tespiti için en sık kullanılan yöntemdir ve yüzey düzensizlikleri için nicel ölçümler verir.^{15, 16} 0,2 µm'nin üzerindeki pürüzlülük değerlerinin plak birikimi ile sekonder çürük ve periodontal problem risklerini artırabileceği bildirilmiştir.^{17, 18} Kantitatif ölçüm tekniklerinin sınırlamaları olması nedeniyle, profilometreler tarafından gösterilemeyen herhangi bir şekil ve morfoloji değişikliğini ortaya çıkarmak için taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi yapılmaktadır.¹⁹ Son yıllarda dental araştırma alanında daha yeni olan atomik kuvvet mikroskobu (AFM) kullanılmaktadır. AFM,

nanometre düzeyinde ayrıntılı olarak 3 boyutlu topografik haritalama ve görüntü elde etmeye olanak sağlamaktadır.²⁰ AFM, yüzey pürüzlülüğünü ayırt etmek için 2-D profilometriye kıyasla daha uygundur ve SEM'den daha ayrıntılı bir yüzey topografyası vermektedir.²¹

Termal siklus, 1952'den beri, soğutulmuş, restore edilmiş dişlerin ısıtıldığında restorasyon kenarlarından bir "eksüda" ürettiği gözlemlendiğinden beri araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.²² Bu sistem restoratif materyalin, farklı sıcaklıklardaki su banyolarında sıcaklık değişimine maruz kalmasıyla ağız içinde meydana gelen termal değişiklikleri taklit ederek in vivo yaşlanmayı simüle eder.²³⁻²⁶

Bu çalışmada test edilen sıfır hipotezleri: Birinci hipotez farklı bitirme ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırmanın kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğünde etkisi yoktur. İkinci hipotez farklı bitirme ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırma kompozit rezinin renk stabilitesinde etkisi yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Rezinlerin Gelişimi

Dental kompozit rezinler ilk olarak 1950 yıllarında, self-cure polimetil metakrilatlara (PMMA) kuvars partikülleri eklenerek güçlendirilmesiyle oluşturulmuştur. Oluşan bileşimin dişe adezyon kurmaması, mikro sızıntı ve sekonder çürük oluşumuna sebep olabilecek dezavantaj oluşturmaktadır. PMMA dolgu materyalinin yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi ve termal genleşme göstermesi pulpa sağlığını etkileyen diğer önemli faktörlerdir.

Yüksek polimerizasyon büzülmesi ve zayıf aşınma direnciyle ilgili klinik sorunları ele almak için, Dr. Rafael Bowen 1960'ların başında monometakrilat (MMA) yerine dimetakrilat monomerleri, özellikle Bis-GMA (Bisfenol a-glisidil metakrilat) ile değiştirerek günümüzde kullanılan kompozit rezinlerin ilk formunu tanıtmıştır. Bu materyaller 1970'lerin başında klinik kullanım için popüler hale gelmiştir.²⁷

İlk jenerasyondaki kompozit rezinlerin doldurucu partiküllerinin büyüklüğü (10-50 μm) sebebiyle, bitim sırasında ve ağız içindeki aşınmalar sonucu matlaşması klinik olarak dezavantaj oluşturmaktaydı.²⁸ Mikro dolduruculu kompozit rezinler bu dezavantajlar nedeniyle sonraki yıllarda piyasada yerini almıştır.²⁹ 1980'li yıllara gelindiğinde mikro kompozit rezinlerin mekanik özelliklerinin zayıf olması nedeniyle; farklı büyüklüklerde doldurucular bir araya getirilerek, daha dirençli ve daha iyi polisajlanabilir hibrit kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür.³⁰

Alternatif öğütme teknikleri sayesinde, daha küçük doldurucu partikülleri bir araya gelerek “midifil” ve “minifil” kompozit rezinler üretilmiştir. Partiküller arasındaki mesafenin azalmasıyla birlikte klinik olarak kompozit rezinlerin aşınma direnci artmıştır.³¹ Bu çabalar nihayetinde klinik olarak oldukça başarılı ve popüler mikrohibrit

ve nanohibrit kompozit rezinler günümüzde popüler olarak kullanılmaya devam etmektedir.

2.2. Kompozit Resinlerin Yapısı

1962 yılında dimetakrilatların (metakrilik asit ve epoksi resin) silanize kuvars ile birleştirilmesiyle kompozit rezinler geliştirilmiştir.²⁷ Dental kompozitler; organik (resin matriks), inorganik (inorganik doldurucu) ve ara fazdan (silan) oluşmaktadır.

2.2.1. Organik Polimer Matriks

Kompozit resinlerin organik yapısı ışığa duyarlı monomerler, erken polimerize olmayı engelleyen inhibitörler, polimerizasyon başlatıcılar ve ultraviyole stabilizatörler ve seyrelticilerden oluşmaktadır.³²

Resin matriks çoğunlukla Bis-GMA'dan oluşur. Bis-GMA tek başına oldukça viskoz olduğundan, trietilenglikol-dimetakrilat (TEGDMA) gibi kısa zincirli seyreltici monomerlerle farklı kombinasyonlarda karıştırılmaktadır. Bis-GMA içeriği düşük, TEGDMA oranı yükseldiğinde polimerizasyon büzülmesi yüksek olmaktadır.³³ Organik resin matriksin yapısı su emilimine neden olabileceğinden restorasyonların renklenmesinde önemli role sahiptir.³⁴

Bis-GMA'nın TEGDMA ile değiştirilmesi, gerilmeyi arttırmakta ancak kompozit resinin eğilme mukavemetini azaltmaktadır³⁵ Urethan dimetakrilat (UDMA) daha düşük viskoziteli alternatif bir baz monomerdir.

İnhibitörler, kompozit resinlerin çeşitli sebeplerle erken polimerize olmasını önleyen ve işlenebilirlik süresini uzatmak için organik matrikse eklenen fenol türevi bileşiklerdir. Dibenzol peroksit otopolimerize kompozit resinlerde iniatör (başlatıcı) etki

yaparak serbest radikallerin oluşmasını sağlamaktadır. Bu sayede polimer zincirleri oluşmaktadır. Akseleratör (Hızlandırıcı) olarak aromatik tersiyer bir amin kullanılmaktadır. Polimerizasyon sonrasında reaksiyona girmeyen artık monomerler ultraviyole ışığın etkileriyle parçalanarak restorasyonlarda kahverengi renklenmeye (Amin renklenmesi) neden olmaktadır. Renklenmeyi engellemek için otopolimerizan kompozit rezinlerin organik matrikse ultraviyole stablizatörleri (2-hidroksi4-metoksibenzofenon) ilave edilmektedir.

Fotopolimerize kompozit rezinlerin organik matriksinde iniatör olarak, 450-500 nm dalga boyunda ışığı absorbe ederen kamforokinon kullanılmaktadır.^{36, 37}

2.2.2. İnorganik Faz

İnorganik dolgu maddeleri kuartz, borosilikat cam, lityum aliminyum silikat, stronsiyum, baryum, seramik veya silikadan oluşmaktadır. Kompozit rezinlerin doldurucu oranının artması ile polimerizasyon büzülmesi, genleşme katsayısı ve su absorpsiyonu azalır. Basma ve çekme kuvveti, elastik modülü ve aşınma direnci genel olarak doldurucu oranıyla paralel olarak artmaktadır.³⁸

2.2.3. Ara Faz

Organik faz ve inorganik faz arasındaki bağlantıyı ara faz (silan) sağlar. Ara faz moleküllerinin uç kısımlarında silan ve metakrilat grubu bulunur. Bu sayede inorganik doldurucular ve rezin matriksi ile bağlanabilir. Doldurucuların silanizasyonu restoratif materyalinin dayanıklılığı için önemlidir.³⁹ Silan ajanlarının materyalin fiziksel özelliklerini geliştirmesi sayesinde, hidrolitik dengeyi sağlanıp su absorpsiyonu azalmaktadır.⁴⁰

2.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Hala popüler olan kompozit sınıflandırması, rezinleri doldurucu boyutuna göre sıralayarak sınıflandırmaktadır. Sonraki yıllarda başka araştırmacılar tarafından doldurucuların yüzdeleri, boyutları, bileşenleri, kompozit rezinlerin akışkanlığı, polimerizasyon yöntemlerine göre birçok sınıflandırma eklenmiştir.

2.3.1. Makrofil Kompozit Rezinler

Makrofil kompozit rezinler 10-100 µm büyüklüğü arasında değişen dolduruculara sahip kompozitlerdir. Makrofil kompozit rezinler güçlü olsa da partiküllerinin büyük olması sebebiyle cilalanması zordur ve ağız ortamında kolayca aşınabilmektedir. Yüzeyin pürüzlü olması kompozitlerde renklenmelere neden olmaktadır.⁴¹

2.3.2. Mikrofil Kompozit Rezinler

Mikrofil kompozit rezinler doldurucu partikül büyüklüğü 0,1 µm'den küçük olan kompozit rezinlerdir. Doldurucu partikül büyüklükleri 0,03-0,05 µm arasında değişebilmektedir. Estetik açısından üstün bitirme ve cilalama özelliklerine sahip olsalar da mekanik ve fiziksel özellikleri oldukça zayıf kalmaktadır.

2.3.3. Midifil Kompozit Rezinler

Midifil kompozit rezinler inorganik doldurucu partikül büyüklüğü 1-10 µm olan kompozitlerdir. Midifil kompozitler aynı zamanda 40 nm boyutlu füme silika "mikro doldurucu maddeleri" içermektedir. Makrofillere göre daha iyi cilalanabilir ve mikrofillere göre daha dayanıklı kompozitlerdir.

2.3.4. Minifil Kompozit Rezinler

Minifil kompozit rezinler 0,1-10 µm partikül büyüklüğüne sahip doldurucular içermektedir. Fiziksel mekanik özellikleri midifil kompozitlere göre geliştirilmiştir.

2.3.5. Hibrit Kompozit Rezinler

Hibrit kompozit rezinler, submikron boyuttaki (0,04 µm) inorganik doldurucu partiküller ile mikro partiküllerin (1-4 µm) farklı oranlarda birleşmesiyle oluşmaktadır. Hibrit kompozit rezinler, mukavemet ve cilalanabilirlik kombinasyonlarına bağlı olarak çoğu restorasyon türünde kullanılabilirler. Bu nedenle evrensel kompozitler olarak kabul edilmektedir. Hibrit kompozitl rezinlerin adlandırılmasında hacimce büyük olan partikül adı kullanılır. Hibrit kompozit rezinlere daha küçük boyutlarda partiküllerin eklenmesiyle mikrohibrit ve nanohibrit kompozit rezinler geliştirilmiştir. Mikrohibritler ve nano hibritler daha iyi polisajlanabilir ancak mikrofil kompozitlere göre zayıf fiziksel özelliklere sahiptir. Nanohibritleri mikrohibritlerden ayırt etmek genel olarak zordur.

2.3.6. Nanofil Kompozit Rezinler

2000'li yıllara gelindiğinde nano teknolojiden diş hekimliği alanında faydalanılmaya başlanmıştır. Kompozit rezinin organik yapısında tek tek bulunarak kümeleşmemiş 5–75 nm boyutlarındaki silika nanomerlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Nanofil kompozit rezinler doldurucu boyutunun küçük olması sebebiyle daha iyi bitim ve cilalanabilirlik özelliklerine sahiptir. Silika partikülleri organik matriks içinde doldurucu oranını yükselterek kompozit rezinin daha iyi mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır.^{42, 43} Nanofil kompozit rezinlerde doldurucuların

organik matriks içindeki temas alanı artmasıyla birlikte organik faz ile inorganik faz arasındaki bağlantı daha kuvvetli olmaktadır.⁴⁴

2.4. Bitirme ve Polisaj İşlemleri

Estetiği ideal olan şekliyle elde etmek için herhangi bir restoratif materyal, doğal dişi renk ve yüzey dokusu olarak simüle etmeli ve zaman içinde stabilite göstermelidir. Bu nedenle restoratif materyallerin estetik ve mekanik özelliklerini geliştirme amacıyla devamlı olarak yeni çalışmalar yapılmaktadır. Bitirme ve cilalama prosedürleri, kavitenin sınıfından ve konumundan bağımsız olarak restorasyonların estetiğini ve prognozunu doğrudan etkilemektedir.^{14, 45} Bu nedenle, restorasyon marjlarını iyileştirmek, uygun konturlar üretmek ve parlak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için restorasyonların cilalanması ve parlatılması kaçınılmazdır. Bu amaçla çeşitli dental enstrümanlar ve yöntemler kullanılmaktadır.

2.4.1. Bitim ve Cila İşlem Basamakları

Restoratif diş hekimliğinde bitim ve cilalama işlemleri birbirini takip eden kaba bitim, kontur verme, ince bitim ve cilalama basamaklarından oluşmaktadır.

2.4.1.1. Kaba Bitim

Restorasyon bittiğinde fazlalıkların giderilmesi amacıyla büyük grenli aşındırıcılar yardımıyla kabaca cilalama işlemlerine hazırlanmasını sağlayan basamaktır. Bu amaçla, abraziv kaplı diskler, ince elmas frez, çelik ve karbid frezler kullanılabilir.⁴⁵

2.4.1.2. Kontur Verme

Restorasyonun estetik ve fonksiyonel kriterlere uygun ve diş ile biyolojik olarak uyumlu anatomik konturların verilmesidir.⁴⁵

2.4.1.3. İnce Bitim

Diş yapısı ile restoratif materyalin birleşim yerindeki fazla restoratif materyalin çıkarılmasını ve pürüzsüz, üniform ve iyi adapte edilmiş marjinlerin oluşturulmasını kapsayan bitirme ve cilalama basamağıdır. Kaba bitirme ve kontur verme işlemlerindeki pürüzler ve çizikler giderilerek restorasyona cilaya hazır şekilde son formu verilir.⁴⁵

2.4.1.4. Cila

Doğal mine yapısına benzer ışığı yansıtan parlaklık elde etmek için ince aşındırıcılar yardımıyla restorasyonun yüzeyinde pürüzsüz yüzey elde edilebilmeyi sağlayan, bitim ve cilalama işlemlerinin son basamağıdır.⁴⁵

Herhangi bir bitirme veya cilalama aletinin etkinliği ve restorasyonun sonuçta ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğü veya parlaklığı aşağıda belirtilen faktörle bağlıdır:

- Dental materyalin mekanik özellikleri ve yapısı
- Kullanılan aletler ile materyal arasındaki sertlik farkı
- Aşındırıcı partiküllerin şekli, boyutu ve sertliği
- Aşındırıcı aleti taşıyan aygıtın fiziksel özellikleri
- Aşındırıcı aletin basıncı ve uygulanma hızı
- Aşındırıcı aletin çeşitli kayganlaştırıcılar ile kullanılması (su,suda çözünebilen polimerler, gliserol, silikon yağı, vazelin)⁴⁵

2.4.2. Cila Aşındırıcı Tipleri ve Bileşenleri

2.4.2.1. Alüminyum Oksit

Alüminyum oksit; alüminyum ve oksijenden oluşan, kimyasal formülü Al_2O_3 olan bir bileşiktir. Ayrıca madencilik, seramik ve malzeme biliminde yaygın olarak alümina olarak adlandırılır. Kesici ve aşındırıcı aletlerde kullanıma uygundur. Alüminyum oksit tipik olarak kâğıda, polimer diskler, striplere bağlanarak veya lastik tekerlekler veya sivri uçlu lastiklere emdirilerek polisaj aletleri üretilir. Porselen, kompozit rezin ve seramiklerin parlatılması için alüminyum oksit bileşenleri yeterli sertliğe sahiptir. Akrilik ve kompozitler de dahil olmak üzere birçok restorasyon tipinde pürüzsüz, cilalı yüzeyler oluşturmak için ince alüminyum oksit parçacıkları bir cila patı içinde karıştırılarak da kullanılmaktadır.⁴⁵

2.4.2.2. Karbit Bileşenleri

Karbit aşındırıcıların bileşenlerinde silisyum, bor, tungsten karbür bulunur. Çok oluklu bitirme frezlerinin aşındırma ve kesme kısmı, tungsten karbür uçlardan üretilmiştir. Silisyum karbür ile kâğıt veya polimer destekli uçlar kaplanabilir. Lastiklere emdirilmiş disk, tekerlek, çanak ve sivri uçlu şekilleriyle düşük hızda döner aletlerle kullanılırlar.⁴⁵

2.4.2.3. Elmas Aşındırıcılar

Bilinen en sert madde elmadır. Yapısı karbon moleküllerinden oluşmaktadır. Elmas, sertliği nedeniyle oldukça verimli bir aşındırıcıdır, keskinliğini korur. Elmas

aşındırıcılar döner aletler, esnek metale bağlanmış aşındırıcı stripler ve elmas cila patları halinde piyasada bulunmaktadır.⁴⁵

2.4.2.4. Silikon Dioksit Aşındırıcılar

Silikon dioksit, öncelikle yapıştırılmış aşındırıcı lastik veya elastomerik bitirme ve cilalama cihazlarında bir cilalama ajanı olarak kullanılır. Astropol bitirme ve cila seti (Ivoclar , ABD) silikon dioksit aşındırıcı patıyla kullanılan sistemlere örnektir.⁴⁵

2.4.2.5. Zirkonyum Oksit Aşındırıcılar

Zirkonyum dioksit aşındırıcılar da silikon oksitlere benzer şekilde döner alete takılan lastik bitim ve cilalama aletleriyle birlikte kullanılırlar. Zirkonyum oksit aşındırıcılara Silikon Points C tip (Shofu Dental, Japonya) örnek olarak gösterilebilir.⁴⁵

2.4.2.6. Zirkonyum Silikat Aşındırıcılar

Zirkonyum silikat, genellikle stripler, diskler ve profilaktik patlarda cilalama ajanı olarak kullanılan doğal bir mineraldir.⁴⁵

2.4.3. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri

2.4.3.1. Elmas Frezler

Elmas bitim frezleri, kompozit rezinler ve porselen gibi restoratif materyalleri konturlamak, düzeltmek ve pürüzsüzleştirmek için kullanılmaktadır. Elmas frezler

Oluklu karbit bitim frezlerinin bıçakla kesmesinin aksine ağırlıklı olarak aşındırıcıya dayanmaktadır. Elmas frezler: Metal gövde, toz veya parçacık halinde elmas aşındırıcı emdirilmiş baş ve gövde ile aşındırıcı ucu birbirine bağlayan boyun bölgesi olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır.⁴⁶ Elmas frezler, fazla ısınmayı engellemek için daima su spreyi ile ve yüksek hızlı türbinin daha düşük aralığındaki hızlarda kullanılmalıdır. Çoğu durumda, daha kaba grenli elmas frezler ile başlayıp daha ince grenli frezlere doğru ilerleyerek sırayla uygulanmaktadır. Elmas frezlerin klinik performansı, elmas parçacıklarının boyutu, aralığı, homojenliği, bağlantısı ve uygulanma şekli gibi değişkenlere bağlıdır.⁴⁵

2.4.3.2. Karbit Frezler

Karbit frezler, şekillendirme ve bitim için farklı şekillerde mevcuttur. En yaygın 8 ila 40 bıçaklı frezlerdir. Bıçak sayısı arttıkça kesme etkinliği azalmaktadır. Restoratif materyalleri ve diş yapılarını şekillendirmek ve ya düzleştirmek için 12,20,40 bıçaklı karbit frezler daha uygun olmaktadır.⁴⁷ Karbit frezlerin aşındırıcılık oranı elmas frezlerden daha az olduğu için gingival dokularda daha sağlıklı bitim sağlayabilmektedir.⁴⁵

2.4.3.3. Taşlar

Dental taşlar, organik rezin ile bağlanmış ya da sinterlenmiş aşındırıcı partiküllerden oluşmaktadır. Yeşil taşlar silisyum karbür, beyaz taşlar ise alüminyum oksit içermektedir. Taş, döner bir metal shaftın veya boşluğun ucuna eşmerkezli olarak sabitlenerek oluşmaktadır. Elmas frezlere kıyasla daha az aşındırma ve kesme kuvvetine

sahiptir. Restorasyonları şekillendirmek ve bitirmek için kullanılmaktadır. Kullanılan aşındırıcı partikülün boyutuna göre ince, orta, kaba grenli olarak sıralanır.^{45, 47}

2.4.3.4. Abraziv Kaplı Bitim Cilalama Diskleri ve Stripler

Bitim ve cilalama diskleri ve stripler aşındırıcı partiküllerin plastik bir yapı veya ince polimerlere bağlanması ile oluşmaktadır. Kullanılan disklerin abraziv tabakasının ince olması klinik ömrünü kısaltmaktadır, genellikle tek kullanımlıktırlar. Diskler restorasyonların kaba bitim, şekillendirme ve parlatmada kullanılabilmektedir. Kaba grenli aşındırıcıdan başlayarak süper ince grenli aşındırıcıya doğru sırayla kullanılmaktadır. Düz veya dışbükey yüzeylerde kullanımı daha uygundur. Anterior lingual kısımlarda, posterior okluzallerinde etkinliği sınırlı olmakla birlikte anterior restorasyonların insizal ve interproksimal alanlarında etkin kullanılabilmektedir.⁴⁵

2.4.3.5. Tekerlek, Çanak, Sivri Uçlu Lastikler

İnce ve çok ince abraziv partiküllerin daha yumuşak elastik matrikse entegre edilmesiyle lastikler elde edilmiştir. Elastomerik matriks içine entegre olan partiküller; silikon karbit, silikon dioksit, elmas, alüminyum ve zirkonyum oksit gibi farklı partiküllerden oluşmaktadır. Abraziv kaplı aşındırıcı disklerin kullanımının sınırlandığı iç bükey yüzeylerde etkin olarak kullanılabilmektedir. Disk, tekerlek, çanak ve sivri uçlu olarak değişik şekillerde ve boyutlarda piyasada bulunmaktadır.⁴⁵

2.4.3.6. Zayıf Aşındırıcı Cila Patları

Zayıf abraziv cila patları genel olarak ultra ince alüminyum oksit veya elmas parçacıklarından oluşmaktadır.¹³ Piyasada cila patları genellikle gliserin esaslı olarak bulunmaktadır. Alüminyum oksit içerenlerin partikül boyutu 1µm veya daha küçüktür. Elmas içeren cila patlarının partikül boyutları daha büyüktür (1-10 µm).⁴⁸ Kuru, susuz ortamda uygulanan cila patları daha agresif bir aşındırma yapmaktadır. Cilalama sırasında patın su ile kullanılması yüzeyde nanometrik düzeyde daha ince aşındırma gerçekleştirmeyi sağlar.^{45, 47}

2.4.3.7. Fırçalar ve Keçeler

1990 yılının sonlarında polisaj fırçaları kullanılmaya başlamıştır. İçeriğindeki polimer kıllara çeşitli aşındırıcı partiküller emdirilir. Fırçalar çanak, sivri uç gibi değişik şekillerde piyasada bulunabilmektedir. Seramik ve kompozit rezin restorasyonlarda farklı aletler ile bitim ve cilalamada zorlanılan aproksimal ve fissürlere bu fırçalar sayesinde ulaşılabilir.⁴⁵

2.4.3.8. Fiber Emdirilmiş Polimer Frezler

Kompozit rezin ve artık siman dahil olmak üzere yüzeye yapışan restoratif materyalleri kontrollü bir şekilde uzaklaştırmak için yakın zamanda piyasaya sürülen aletlerdir. Mineye veya porselene zarar vermeden kalıntı kompozit rezinin çıkaracağını iddia ettiği mandallı tip döner kompozit fiber StainBuster (TwoStriper, ABD) frez bu gruba örnek olarak gösterilebilir. Ortodontik braketlerin çıkarılması, periodontal kök planlaması, sınırlı erişime sahip alanlar için diş yapısındaki leke çıkarmada, son

simantasyondan önce preperasyon üzerindeki geçici simanı temizlemede etkin olarak kullanılmasını amaçlamaktadır.⁴⁵

2.5. Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü

Dental restorasyonların yüzey kalitesi, başarı ve prognoz belirlemede önemli bir faktördür. Yüzey pürüzlülüğü belirlemede en sık kullanılan parametre; ölçüm yapılan yüzeyin vertikal olarak dalgalanmalarının aritmetik ortalaması olan ‘ortalama yüzey pürüzlülüğü’ (Ra) değeridir. Yüzey pürüzlülüğü renklenmenin sebeplerinden biri olmakla birlikte kompozit rezin materyalin türü ve kullanılan bitim ve cilalama sistemleri ile yakından ilgilidir.⁴⁹⁻⁵¹ Birimi ise μm (mikrometre) dir. Bitirme prosedürleri, 25 μm 'den büyük partiküllere sahip artıkları kaldırırken, cilalama prosedürleri 25 μm 'den küçük partikülleri restorayon üzerinden uzaklaştırmaktadır.⁵²

0.2 μm 'nin üzerindeki Ra değerlerinin pürüzlülük değerlerinin plak birikimi ile sekonder çürük ve periodontal problem risklerini artırabileceği bildirilmiştir.^{17, 18} Yüzey kalitesinde 0.3 μm 'lik değişiklikler bile dil ile kolayca algılanabilmektedir.^{52, 53}

Yüzey pürüzlülüğü optik veya mekanik profilometreler, atomik kuvvet mikroskobu ve taramalı elektron mikroskobu ile ölçülebilmektedir.

2.5.1. Profilometreler

2.5.1.1. Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler materyale belirli bir lineer uzaklıkta olan elmas noktanın yüzeye teması ile yüzeyi tarayarak iki boyutlu ölçüm yapan profilometrelerdir. Mekanik profilometreler yaklaşık 20-50 mikrometre çözünürlükte tarama yapar.^{21, 54, 55}

2.5.1.2. Optik Profilometreler

Optik profilometreler ölçüm yapılan yüzeye temas etmeden optik ışınlar yardımıyla tarama yapan profilometrelerdir. Üç boyutlu ölçüm yapabildikleri için yüzey topografyasını daha iyi yansıtmaktadır. Cihazın optik işaretleri, 100 mikrometre karelik bir alanda birkaç nonometrelik çözünürlük sağlayabilir. Optik profilometrelerin dokunmadan benzer doğrulukta ölçüm yapmaları, daha az invaziv ve daha hızlı olmaları gibi avantajları vardır.^{21, 54, 55}

2.5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı elektron mikroskobu çok ince bir elektron demetinin yüzey boyunca hareket etmesi prensibiyle çalışmaktadır. SEM özellikle yüzeydeki bozulmalar ve çizikleri ölçmek için sıkça kullanılır. Ancak yüzey topografyasının üç boyutlu yüzey özelliklerini gösterememesi dezavantaj oluşturmaktadır.^{21, 54}

2.5.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM diş hekimliğinde son yıllarda popülerlik kazanan ölçüm tekniğidir. Çok ince (40-60 nm) sivri bir uç yardımıyla yüzey topografyası taranmaktadır. Tarama esnasında AFM uç ve yüzey arasındaki etkileşimi kaydetmektedir. Bu etkileşimler sürtünme ve Van der Waals kuvvetlerine bağlıdır.

AFM vakum ya da kaplama gibi örnekler üzerine özel bir işlem gerektirmez. Konvansiyonel tekniklerle kıyaslandığında 3 boyutlu ölçüm yapabilmesi gibi avantajları vardır. Tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarını oluşturmaktadır.^{56, 57}

2.6. Kompozit Rezinlerde Renk Belirleme

İyi bir estetik için yapı, kontur, konum ve renk 4 temel unsuru oluşturmaktadır. Dişin renk algısı translusensi, opaklık, ışığın kırılması, parlaklık, insan gözü ve beyni gibi faktörlerden etkilenmektedir. Restorasyonlarda doğru bir renk seçimi iyi bir estetik elde edebilmek için en önemli unsurlardandır. Renk seçimi için farklı yöntemler kullanılmaktadır.⁵⁸

2.6.1. Renk Oluşum Sistemleri

Diş hekimliğinde Munsell Renk Sistemi ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIE L*a*b (Commission Internationale de Liéclaireqe) Renk Sistemi kullanılmaktadır.

2.6.1.1. Munsell Renk Sistemi

Munsell sistemine göre value (Parlaklık), croma (Doygunluk)ve hue (Ton) olarak rengin 3 boyutunu tanımlamaktadır. Munsell sistemi kullanılarak renk belirleneceği ilk olarak value ardından croma ve hue sırasıyla belirlenir.^{59, 60}

Hue bir rengin ana renk tını olarak da tanımlanabilir. Bir rengi diğerinden ayıran (sarı, kırmızı, mavi) niteliğidir. Vita Clasiccal renk sklasında renkler A, B, C, D harfleriyle gösterilir.⁵⁹⁻⁶¹

Value açıklık veya parlaklıktır. Bir nesneden geri dönen ışık miktarıdır. Munsell'e göre value beyazdan siyaha gri skaladır. Parlak nesnelerde daha az miktarda gri bulunur düşük value değerine sahip nesnelerde daha fazla miktarda gri bulunur ve daha koyu görünürler.⁵⁹⁻⁶¹

Chroma, tonun gününü, yoğunluğunu veya doygunluğunu ifade etmektedir. Bir bardak suya herhangi bir boya,eklenmeye devam ettiğinde boyanın yoğunluğu artar, ancak renk tonu aynı kalmaktadır. Boyanın daha fazla eklenmesiyle karışım daha koyu görünmektedir. Cromadaki artış value değerini ters orantılı olarak etkilemektedir. Kroma arttıkça value değeri azalmaktadır. Chroma, Vita Clasiccal renk skalasında numaralarla ifade edilmektedir.⁶⁰⁻⁶²

2.6.1.2. CIE L*a*b Renk Sistemi

CIE L*a*b sisteminde, Munsell renk sisteminde olduğu gibi renkler kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi(Z) olarak üç koordinatla tanımlanmaktadır. Sonraki yıllarda Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de Liéclaire) daha belirleyici olan L^* , a^* ve b^* renk koordinatlarını tanıtmıştır.

L^* karanlık, parlaklık, açıklık, koyuluk koordinatını ifade etmektedir. L^* değeri mükemmel siyah için 0 ile mükemmel beyaz için 100 değerleri arasında değişmektedir.

Koordinat a^* kırmızı-yeşil eksenindeki ve b^* ise sarı-mavi eksenindeki kromatiklik değerlerini göstermektedir. Pozitif a^* değerleri kırmızı renk aralığını, negatif değerler ise yeşil renk aralığını göstermektedir. Benzer şekilde, pozitif b^* değerleri sarı renk aralığını, negatif değerler ise mavi renk aralığını belirtmektedir.⁶³

İki değer arasındaki renk farkının belirlenebilmesi bu sistemin diş hekimliğinde kullanım açısından avantaj oluşturmaktadır. Restoratif materyallerdeki renk değişimlerinin değerlendirilmesinde CIE $L^*a^*b^*$, güncel olarak CIEDE2000 formüllerinden yararlanılmaktadır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından tüm değişkenlerin eşit değerlendirildiği CIEDE2000 renk değişim formülü, CIE $L^*a^*b^*$ (ΔE^*ab) sistemindeki eksiklikleri gidermek amacıyla, göz algısını daha fazla etkileyen faktörler modifiye edilerek, algılanabilir ve kabul edilebilir renk değişimini daha doğru biçimde saptayabilmek için geliştirilmiş bir formüldür.⁶⁴

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H}}$$

Şekil 2.1. CIEDE2000 renk değişim formülü

ΔE Şekil 2.1'de gösterilen formül kullanılarak hesaplanabilmektedir. Güncel literatürde dental restoratif materyallerde algılanabilirlik için $\Delta E=0.8$; kabul edilebilir eşik değer $\Delta E=1.8$ olarak kabul edilmektedir.⁶⁵

2.6.2. Kompozit Rezinlerde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri

2.6.2.1. Spektrofotometre

Spektrofotometreler numuneden yansıyan ışığın, beyaz yüzeyden yansıyan ışığa oranına göre ölçüm yaparak renk belirlemede kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde doğal dişler, yapay dişler ve restoratif materyallerin renk parametreleri ile renk değişikliklerini ölçmede kullanılmaktadır.⁴⁷ Vita Easy Shade spektrofotometre (Vita Zahnart,Almanya) kliniklerde diş ve restorasyonların renk seçimi için üretilmiş cihazdır. Klasik spektrofotometrelerden en önemli farkı renk ölçümlerini CIE L*a*b* değerleri üzerinden Vita renk skalasına uyarlayarak vermesidir. Farklı renk ölçümü cihazlarıyla kıyaslandıklarında, güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik açısından en güvenilir sonuç veren cihazların spektrofotometreler oldukları tespit edilmiştir⁵⁸ VITA Easyshade'in ortam koşullarından etkilenmeyen light emitting diode (LED) teknolojisi sayesinde objektif ve güvenilir ölçümler verdiği belirtilmektedir. Cihazın merkezinde yerleşmiş fiberler ile yüzeyden dönen ışığı alarak 25 nm aralıklarla ölçüm yapmaktadır. 5mm çapında kontak tip proba sahiptir.

2.6.2.2. Kalorimetre

Kalorimetreler ilk olarak renk ölçümü için üretilen dijital aygıtlardır. Kalorimetreler objedeki rengi ışığın dalga boyu ve yoğunluğuna göre analiz eden aletlerdir. Tristimulus kalorimetreler gözdeki renk alıcıları ile benzer üç renk filtresine sahiptirler. Bu üç renk kırmızı, yeşil ve mavidir. Cihaz objeden yansıyan ışığı bu filtrelerden geçirerek ölçüm yapar. Spektrofotometrelere oranla daha ucuz ancak gözle ölçüme göre daha pahalı renk ölçüm yöntemidir. Düz yüzeylerde ölçüm yapabilirler

ancak dişler çoğunlukla düz değildir. Filtreleri kısa sürede eskir, bu da ölçüm hassasiyetlerini spektrofotometrelerden daha az hale getirir.⁵⁸

2.6.2.3. Dijital Kamera ve Görüntüleme

Renk seçiminin dijital kameralar aracılığıyla yapılması ve hekimle laboratuvar iletişiminde kullanılması günden güne popüler hale gelmektedir. Standart ışıklandırma altında güvenilir sonuçlar elde edilir. Çekilen fotoğraf bilgisayarda analiz edilerek ölçüm yapılır. Bilgisayar bu değerleri CIE L*a*b* cinsinden ifade eder. Bu yöntemle ölçüm yapılırken görüntü kalitesi sonucu önemli ölçüde etkilemektedir. Görüntü kalitesi de kameranın tipine aydınlatma koşullarına ve pek çok diğer faktöre bağlıdır. Dijital kameraların en büyük avantajı tek bir noktadan değil de bir bütün şekilde dişin rengini incelememize olanak sağlaması ve sensörlerin içindeki filtreler sayesinde her üç rengi her bir piksele kaydedebiliyor olmasıdır. Dijital kamera ve görüntüleme sistemleri renk analizinde tek başına kullanıldığında güvenilir değildir. Dijital kameralar ile yapılan renk analizlerini spektrofotometre veya kalorimetreyle kombine çalıştıran cihazlar da piyasaya sunulmuştur.⁵⁸

2.7. Yaşlandırma Yöntemleri

Restoratif materyaller, ağız içindeki farklı çevresel uyaranlardan etkilenerek zamanla yaşlanmakta; fiziksel, kimyasal, mekanik özelliklerinde kayba uğramaktadırlar. Doğal yollardan ve zamanla yaşlanmaya bağlı olarak restorasyonlarda meydana gelen değişiklikleri in vitro koşullarda taklit ederek deneysel yaşlandırma prosedürleri uygulanabilmektedir.⁶⁶ Suda bekletme, suda kaynatma, pH döngüsü ile yaşlandırma, mekanik okluzal yükleme, ultraviyole ışık ile yaşlandırma, hızlandırılmış yapay

yaşlandırma, otoklav ile yaşlandırma, sitrik asitte yaşlandırma, döngüsel termomekanik yaşlandırma, termal yaşlandırma gibi yaşlandırma yöntemleri ile ağız içindeki döngüler taklit edilerek dental restoratif materyallerin geliştirilmesine katkı sağlanmaktadır.

2.7.1. Termal Siklus ile Yaşlandırma

Termal siklus, 1952'den beri diş araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.²²

Bu sistem geleneksel olarak, ağız boşluğunda meydana gelen termal değişiklikleri yeniden oluşturmak amacıyla su banyolarında, onları tekrar tekrar sıcak ve soğuk sıcaklıklara maruz bırakarak in vivo yaşlanmayı simüle etmek için kullanılmaktadır.^{23, 24}

Termal yaşlandırma kompozit rezin ve diş arasındaki adeziv bağlantısını etkileyebilir. Marjinal bütünlüğün bozulması hassasiyete, pulpa patolojisinin gelişmesine neden olabilecek mikrosızıntıya ve kompozit rezinlerin yüzey özelliklerini etkileyerek renklenmelere neden olabilmektedir.⁶⁷

2.7.1.1. Sıcaklık

Ağız içindeki sıcaklık değişiklikleri gün içinde dinamik olduğundan fizyolojiye en yakın sıcaklığı belirlemek zordur. Yemek, içmek, nefes almak gibi fizyolojik etkenler ağız içinde farklı sıcaklıklara sebep olur. İçilen çorba veya çayın sıcaklığı 60 °C'ye ulaşabilmekteyken, buzlu bir içeceğin sıcaklığı 0 °C'ye yakındır. ISO 11405 (1994) standartlarına göre uygulanan banyoların sıcaklıkları; soğuk su banyosunda 5°C, sıcak su banyosunda 55°C in-vivo şartların simülasyonu için bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir.⁶⁸

2.7.1.2. Bekleme Süresi

Bekleme süresi numunelerin banyolarda bekletildiği süredir. Sıcak veya soğuk tüketilen gıdalardan sonra ağız içi sıcaklığın tekrar normal sıcaklığına ulaşması için gerekli olan sürenin simülasyonuna karşılık gelmektedir. Deneysel çalışmalarda bekleme sürelerinin seçimi araştırmacılara göre farklılık göstermektedir. Banyo içinde örneklerin kalma süresinin sonuçlar üzerinde hiçbir etkisi açıkça ortaya konmamıştır.⁶⁹

2.7.1.3. Siklus Sayısı

Termal yaşlandırma prosedürlerinin en büyük zorluğu, ağız içindeki 1 yıllık fizyolojik yaşlanmaya denk gelen siklus sayısını tahmin etmektir. İn vivo olarak, birim zaman başına düşen termal siklus sayısı hakkında henüz bir rapor bulunmamaktadır. Son çalışmalarda kullanılan siklus sayısı 100-100.000 arasında değişmektedir.²⁶ Yaklaşık 10.000 termal döngünün 1 yıllık klinik fonksiyona karşılık geldiği hipotezi birçok araştırmacı tarafından kabul görmüştür.^{25, 26, 70, 71} Yaşlandırma prosedürlerinin güvenilir olabilmesi için materyale en az 500 kez termal siklus uygulanması tavsiye edilmiştir ⁶⁸

3. MATERYAL VE METOT

3.1.Kullanılan Materyaller

Çalışmamızda 5 farklı bitim ve cilalama sistemi Soflex (3M ESPE, ABD), Clearfil Twist Dia (Kuraray,Almanya), Twist Diacomp Plus (Eve Earnst Vetter GmbH,Almanya), One Gloss (Shofu Dental, ABD), Optidisc (Kerr Corporation,ABD) ile supra-nano sferik dolduruculu Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya) kullanılmıştır.

3.1.1. Kompozit Rezin Materyal

Çalışmada aynı boyutlarda supra-nano sferik dolduruculu Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya) kullanılmıştır. İnorganik doldurucu boyutu 260 nm olup, ağırlıkça %79 ve hacimce %68 inorganik doldurucu içermektedir. Yüksek cilalanabilir özelliklere sahiptir. Smart Choromatic Technology sayesinde, renk pigmenti eklenmeden geniş skalada renk uyumu sağlamaktadır.



Şekil 3.1. Kompozit rezin materyal omnichroma

3.1.2. Bitirme ve Cila Sistemleri

Bu çalışmada 5 farklı Sof-lex (SFLX), Clearfil Twist Dia (TWD), Twist Diacomp Plus (EVE DC), OneGloss (ONE GL), OptiDisc (OPD) bitirme ve cila sistemi kullanıldı. Çalışmada kullanılan bitim ve cilalama sistemleri; üretici firma, aşındırıcı türü, lot no ile Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri üretici, aşındırıcı türü ve lot no

Materyal	Üretici	Aşındırıcı Türü	Lot No
OneGloss (ONE GL)	Shofu Dental, ABD	Bağlayıcı Olarak Silikonlu Yüksek Konsantrasyonlu Alüminyum Oksit	0719318
OptiDisc (OPD)	Kerr Corporation, ABD	Alüminyum Oksit Partikülleri ile Kaplı Polyester Disk	7120288
Sof-lex Spiral (SFLX)	3M ESPE, ABD	Alüminyum Oksit Ya Da Elmas Partiküller Emdirilmiş Termoplastik Bir Elastomer	NC32816
Clearfil Twist Dia (TWD)	Kururay, Almanya	Elmas Emdirilmiş Spiral	455213
Twist Diacomp Plus (EVE DC)	Eve Earnst Vetter GmbH, Almanya	Elmas Emdirilmiş Spiral	436372

3.1.2.1. Onegloss

ONE GL, yüksek konsantrasyonda alüminyum oksit içeren 3 farklı şekilde dizayn edilen bitirme ve cila lastiğinden oluşmaktadır. Lastik ucun restorasyona temas basıncının hekim kontrolünde değiştirilebilmesi sayesinde tek adımda tüm kompozit restorasyonlar için bitirme ve cila sağlamaktadır. Temas basıncı yaklaşık olarak 1 newton değerinde olduğunda bitim, 0.3 newton değerinde olduğunda cilalama yapılabilmektedir. İdeal sonuçlar elde edebilmek için aralıklı su spreyi altında 3000-10000 rpm hızda kullanılması önerilmektedir.



Şekil 3.2. ONE GL bitirme ve cila sistemi

3.1.2.2. OptiDisc

OPD bitim ve cilalama seti alüminyum oksit partikülleri ile kaplı polyesterden üretilmiştir. Konturlama, bitirme, polisaj ve yüksek parlatma olmak üzere 4 farklı grid boyutundan oluşmaktadır. Farklı renklendirme sistemiyle grid boyutları kodlanarak klinik kullanımda kolaylık sağlamaktadır. Disklerin 9,6 ve 12,6 mm çapında iki farklı boyutu bulunmaktadır. Ekstra Kalın grid (80 µm) konturlama, Kalın/Orta grid (40 µm) bitim, İnce grid (20 µm) polisaj, Ekstra İnce grid (10 µm) yüksek parlatma için kullanılmaktadır. İdeal sonuçlar elde edebilmek için 10000 rpm hızda kullanılması önerilmektedir.



Şekil 3.3. OPD bitirme ve cila sistemi

3.1.2.3. Sof-lex Spiral

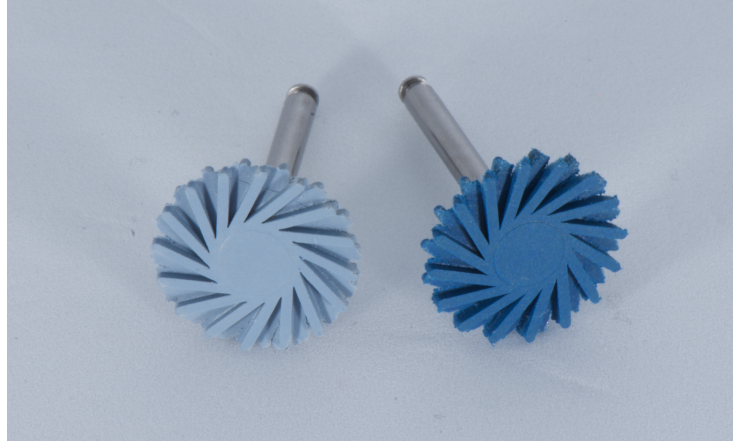
SFLX spiraller, alüminyum oksit ya da termoplastik bir elastomere emdirilmiş elmas partiküllerden oluşmaktadır. SFLX Ön Polisaj Spirali (bej) restorasyon yüzeylerini düzleştirmek için, SFLX Polisaj (pembe) yüksek final parlaklığı elde etmek için endikedir. Spirallerin ıslak yüzeyler üzerinde, orta şiddette basınç ve 15.000-20.000 rpm hızda kullanılması tavsiye edilmektedir.



Şekil 3.4. SFLX spiral bitirme ve cila sistemi

3.1.2.4. Clearfil Twist Dia

TWD, tüm restorasyonlarda bitim ve cilalama prosedürlerinde kullanılabilen 2 adımlı elmas emdirilmiş spirallerden oluşmaktadır. Yüzeyi düzgünleştirmek için ön polisaj (koyu mavi), doğal parlaklık oluşturmak için yüksek parlaticı (açık mavi) kullanılmaktadır. Tavsiye edilen hız 3.000 – 8.000 rpm'dir.



Şekil 3.5. TWD bitirme ve cila sistemi

3.1.2.5. Twist Diacomp Plus

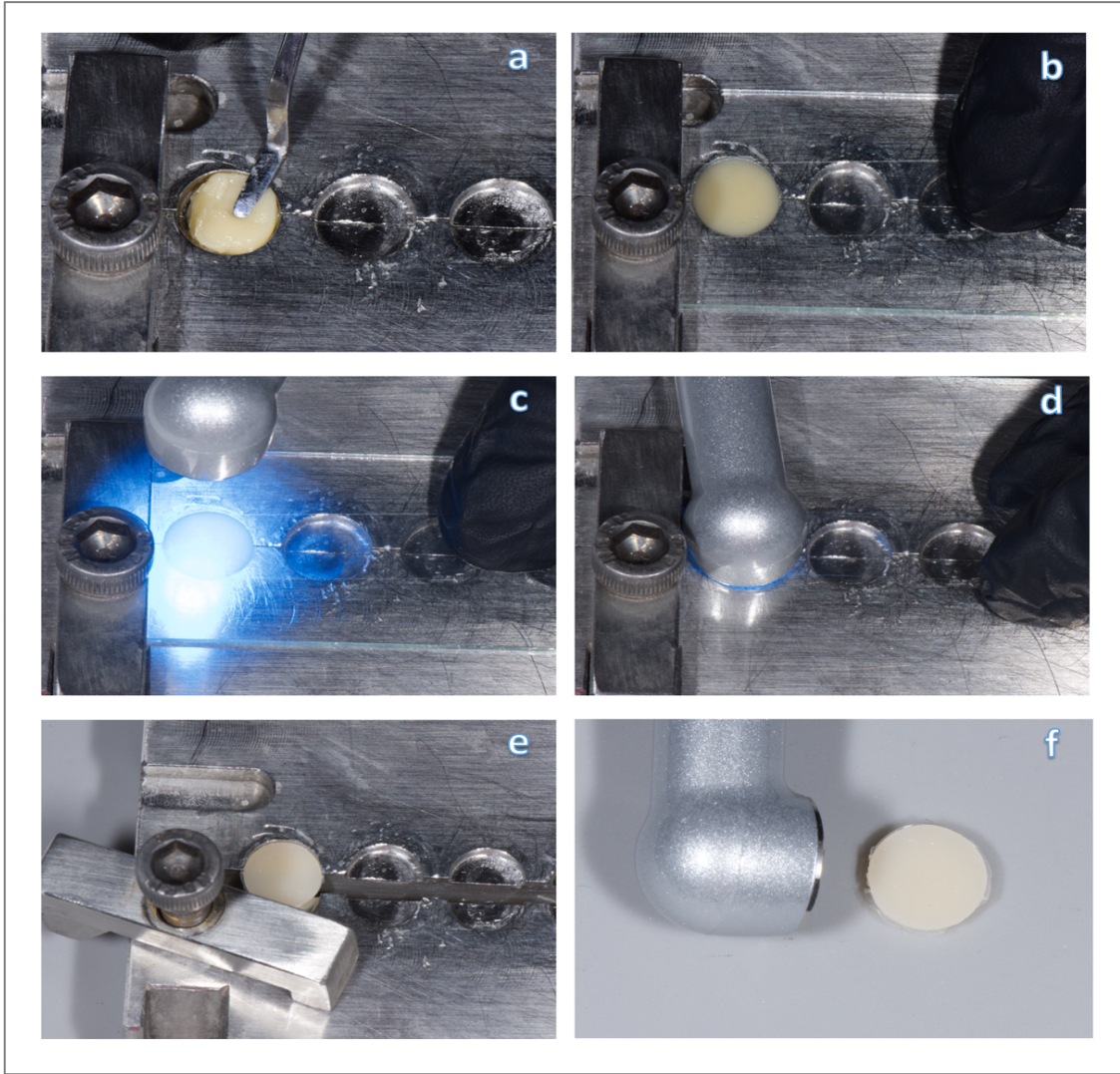
EVE DC, tüm kompozit restorasyonlarda yüksek parlaklık için 2 adımlı polisaj sistemidir. Elmas emdirilmiş esnek spirallerden oluşmaktadır. Ön polisaj için (medium grid-pembe) ve yüksek parlaklık için (fine grid-gri) kullanılmaktadır. İdeal sonuçlar elde edebilmek için 3.000 – 8.000 rpm hızda kullanılması önerilmektedir.



Şekil 3.6. EVE DC bitirme ve cila sistemi

3.2.Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada her grup için 13 adet, 10x2 mm boyutunda metal kalıp kullanılarak toplamda 91 adet kompozit örnek hazırlanmıştır. Kompozit rezin metal kalıba hava kabarcığı oluşturmayacak şekilde ağız spatülüyle kondanse edilerek üzerine mylar strip ve cam lamel yerleştirilmiştir. Örneklerin hazırlanmasında SmartLite Focus (Dentsply, ABD) led ışık cihazı üretici talimatları doğrultusunda örneklerin ön yüzlerinde cam lamele temas edecek şekilde 20 saniye uygulanmıştır. Lamel kaldırıldıktan sonra mylar strip üzerinden 10 sn, örnekler kalıptan çıkarıldıktan sonra arka yüzleri de 10 saniye boyunca polimerize edilmiştir. Hazırlanan örnekler hava su spreyi ile yıkanıp 37°C’de distile suda 24 saat boyunca etüvde bekletilmiştir. Kontrol grubu hariç tüm örnekler 600 grid silisyum karbür kâğıt ile 250 rpm su altında 20 saniye boyunca zımparalanmıştır.

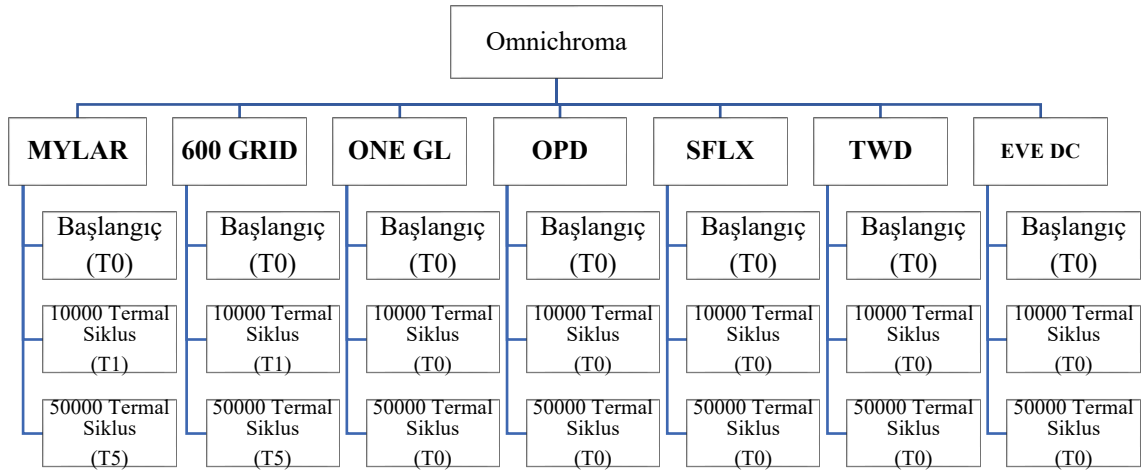


Şekil 3.7. Örneklerin hazırlanması, a) Omnichroma'nın metal kalıplara yerleştirilmesi, b) Kompozit üzerine mylar strip ve cam lamel yerleştirilmesi, c) Cam lamel üzerinden 20 sn polimerize edilmesi d) Mylar strip üzerinden 10 sn polimerize edilmesi, e) Örneklerin metal kalıptan çıkarılması, f) Örneklerin arka yüzeyinin 10 sn polimerize edilmesi

3.3. Kompozit Grupların Oluşturulması

Çalışmada toplam 91 adet örnek hazırlanmıştır. Örnekler farklı bitim ve cila prosedürleri için rastgele MYLAR, 600 GRID, ONE GL, SFLX, TWD, EVE DC, OPD olarak 7 grubu ayrılmıştır. Her grupta 13 adet örnek bulunmaktadır. Gruplara farklı bitirme ve cilalama prosedürleri uygulandıktan sonra; Başlangıç, 10000 termal siklus, 50000 termal siklus işlemlerinden sonra ölçümlerde 21 adet örnek SEM ve AFM testlerinde kullanılmıştır.

Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı Şekil 3.8’de sunulmuştur.



Şekil 3.8. Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı

3.4. Kompozit Örneklerin Bitim ve Cila İşlemleri

Rastgele gruplara ayrılan kompozit örnekler Tablo: 3.2’de belirtilen bitirme ve polisaj prosedürleri uygulandı.

Tablo 3.2. Kompozit örnekler üzerine uygulanan bitirme ve polisaj prosedürleri

GRUPLAR	BİTİRME VE POLİSAJ PROSEDÜRÜ
Shofu Onegloss (ONE GL)	Polisaj Lastiği (Ic Ref 0183)
Kerr Optidisc (OPD)	Disk (Ekstra Kalın, Kalın/Orta, İnce, Ekstra İnce)
3M Sof-Lex Spiral (SOFLX)	Ön Polisaj Spirali (Bej), Polisaj Spirali (Pembe)
Kuraray Clearfil Twist Dia (TWD)	Ön Polisaj Spirali (Koyu Mavi), Polisaj Spirali (Açık Mavi)
Eve Twist Diacomp Plus (EVE DC)	Ön Polisaj (Pembe), Polisaj Spirali (Gri)
600 GRID	600 Grit Su Zımparası
MYLAR	Bitim ve Polisaj Prosedürü Uygulanmadı.

MYLAR grubu dışındaki örneklerin ölçüm yüzeyleri ile 250 rpm hızında 600 grid silisyum karbür kâğıt ile 20 saniye boyunca zımparalandı.

ONE GL grubundaki örneklere, üretici talimatları doğrultusunda 10000 rpm hızda, su soğutması altında 20 saniye boyunca polisaj lastiği (IC REF 0183) uygulandı. Her örnekte polisaj lastiği değiştirildi. Bitirme ve polisaj prosedürü tamamlanan örneklerin yüzeyleri 5 saniye yıkanıp, 5 saniye kurutuldu.

OPD grubundaki örneklere, 12,6 mm çapındaki diskler sırası ile ekstra kalın, kalın-orta, ince, ekstra ince olarak üretici talimatları doğrultusunda 10000 rpm hızda uygulandı. Her disk grubunda 20 saniye olmak üzere OPD grubundaki örneklere toplamda 80 saniye bitirme ve polisaj prosedürleri uygulandı. Disk geçişlerinde örnekler 5 saniye boyunca yıkanıp, 5 saniye kurutuldu.

SFLX grubundaki örneklere spiraller sırası ile ön polisaj spirali (Bej), polisaj spirali (Pembe) su soğutması altında 20'şer saniye ve üretici talimatları doğrultusunda 15000 rpm hızda uygulandı. Spiraller arası geçişlerde örnekler 5 saniye boyunca yıkanıp 5 saniye boyunca kurutuldu.

TWD grubundaki örneklere spiraller sırası ile ön polisaj spirali (Koyu mavi), polisaj spirali (Açık mavi) su soğutması altında 20'şer saniye ve üretici talimatları doğrultusunda 8000 rpm hızda uygulandı. Spiraller arası geçişlerde örnekler 5 saniye boyunca yıkanıp 5 saniye boyunca kurutuldu.

EVE DC grubundaki örneklere spiraller sırası ile ön polisaj (Pembe), polisaj spirali (Gri) su soğutması altında 20'şer saniye ve üretici talimatları doğrultusunda 8000 rpm hızda uygulandı. Spiraller arası geçişlerde örnekler 5 saniye boyunca yıkanıp 5 saniye boyunca kurutuldu.

Üretici talimatlarına göre spiraller çoklu kullanıma uygundur. Standardizasyon için her 5 kompozit örneğinde kullanılan spiraller değiştirildi.

600 GRID grubundaki örnekler sadece 250 rpm hızında 600 grid silisyum karbür kağıt ile 20 saniye boyunca zımparalandı. Örneklerin hazırlanması ile bitim ve cilalama prosedürleri aynı operatör tarafından yapıldı.

3.5. Kompozit Örneklerle Termal Siklus Uygulanması

Örneklerle termal siklus cihazında (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi) sırasıyla 5-55 °C 'de ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) tank içinde bekleme süresi 30 saniye, transfer süresi 10 saniye olacak şekilde 10000 ve 50000 siklus uygulandı.



Şekil 3.9. Termal siklus cihazı

3.6. Kompozit Örneklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Örneklerin yüzey pürüzlülükleri kontak modlu profilometre (SurfTest SJ-301 Mitutoyo, Japonya) ile ölçüldü. Cihaz, yüzey tarama uzunluğu (tracing length) 1 mm,

yüzey kesme uzunluğu (cut-off) 0,25 mm, prob hızı (speed) 0.5 mm / sn şeklinde ayarlanarak her grupta ölçümlere başlamadan önce kalibre edilmiştir. Her örnekten farklı bitirme ve cilalama prosedürlerinden sonra T0, T1, T5 zamanlarında, 3 farklı noktadan ölçüm yapılarak ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri olan Ra değerleri kaydedildi. Elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri hesaplandı.

3.7. Kompozit Örneklerin Renk Değişimlerinin Ölçülmesi

Kompozit örneklerin renk değerlerinin ölçümünde VITA Easyshade V (VITA Zahnfabrik, Almanya) spektrofotometre kullanıldı. Kalibrasyon her ölçümden önce cihazın sarj ünitesi üzerinde yer alan beyaz kalibrasyon plağı kullanılarak gerçekleştirildi. Kompozit örneklerin ölçümleri sırasında nötral gri fon karton kullanıldı. Kompozit örnekler üzerinde 3 ayrı nokta belirlenerek ölçümler yapıldı. Ölçümler sonucu ortalama L^*a^*b değerleri kaydedildi. ΔE değeri, 3 ölçümün ortalaması olan $L^*a^*b^*$ değerleri üzerinden; CIEDE2000 formülü kullanılarak T5 ile T0 ölçümleri arasındaki renk farkı ΔE_{T5} , T1 ile T0 arasındaki renk farkı ΔE_{T1} olarak hesaplandı.



Şekil 3.10. Renk ölçümlerinde kullanılan VITA Easyshade V

3.8. Kompozit Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülerinin Alınması

Kompozit örneklerin SEM ile incelenmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirildi. Kompozit örneklerin yüzeyi iletkenliği için yüksek vakum altında karbon bant üzerine 4 nm Au/pd kaplama yapıldı. Örneklerin SEM analizleri Hitachi Regulus 8230(Hitachi High-Technologies Corporation, Japonya) cihazı ile farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasında oluşan yüzey özellikleri 1000× büyütmede incelenip 10 kv görüntüler elde edildi. Çalışmamızda SEM analizleri ile ölçüm yapılması planlanmamıştır. SEM analizleri yapılan ölçümlerin kompozit örneklere uygulanan farklı bitim ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırma sonrası oluşan mikromorfolojik ve yüzey özelliklerinin 2 boyutlu değerlendirilmesi açısından bilgi sunmaktadır.

3.9. Kompozit Örneklerin Atomik Kuvvet Mikroskobu Görüntülerinin Alınması

Kompozit örneklerin AFM ile incelenmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde gerçekleştirildi. Örnekler Atomik kuvvet mikroskobunda (Park Systems XE 100, Kore) 2 Hz. hızda 10000µ 5×5 3 boyutlu görüntüler elde edildi. Çalışmada AFM analizleri ile ölçüm yapılması planlanmamıştır. AFM analizleri yapılan ölçümlerin kompozit örneklere uygulanan farklı bitim ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırma sonrası oluşan yüzey özelliklerinin ve topografyasının 3 boyutlu değerlendirilmesi açısından bilgi vermektedir.

3.10. İstatistiksel Analiz

İstatiksel incelemeler GraphPad Prism4 (GraphPad Software; ABD) programında yapıldı. Kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimlerinin verilerinin dağılımlarına göre Shapiro – Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Gruplar arasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Kompozit Gruplarının Yüzey Pürüzlülüğü ile İlgili Bulgular

Kompozit örneklerle farklı bitim ve cilalama sistemleri uygulanması ve termal yaşlandırma yapıldıktan sonra, 3 farklı noktadan profilometre ile ölçüm yapılarak ortalama Ra değerleri kaydedilmiştir. Farklı bitim ve cila materyalleri uygulanan örneklerden başlangıçta (T0) ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri Ra_{t0} , 10000 termal siklustan sonra (T1) ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri Ra_{t1} , 50000 termal siklustan sonra (T5) ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri Ra_{t5} olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.1’de grupların ortalama Ra değerleri ve standart sapmalar (SS) belirtilmiştir.

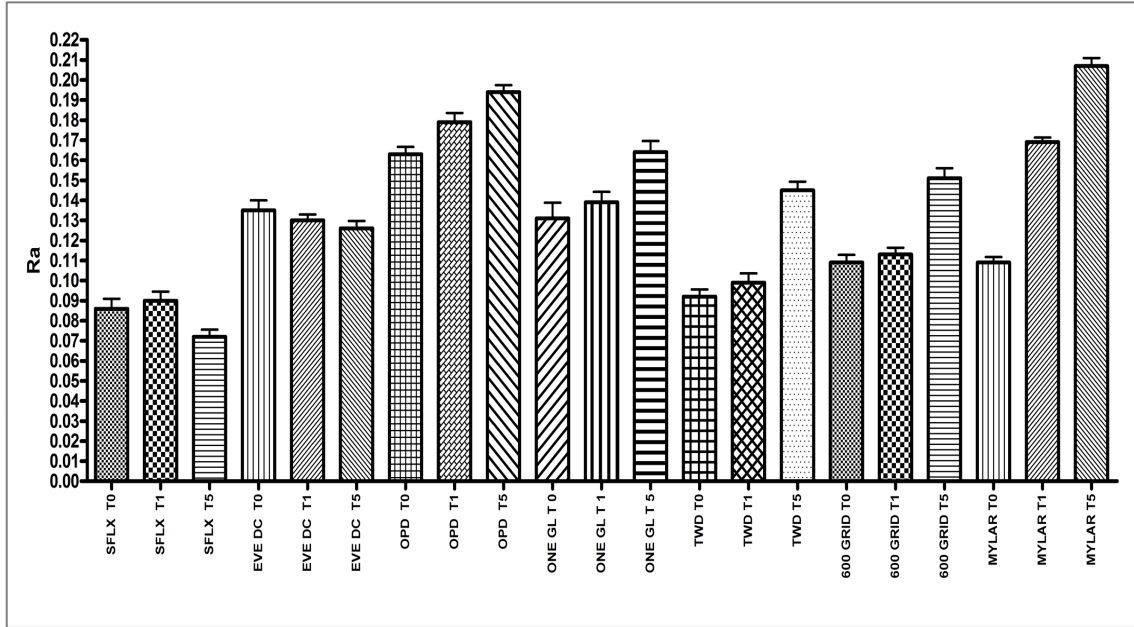
Tablo 4.1. Ortalama pürüzlülük değerleri ve standart sapmalar

Farklı Polisaj Sistemleri/Ra değerleri	$Ra_{t0} (\mu m) \pm SS$	$Ra_{t1} (\mu m) \pm SS$	$Ra_{t5} (\mu m) \pm SS$
MYLAR	$0,109\mu m \pm 0,008^{b,c}$	$0,169\mu m \pm 0,007^e$	$0,207\mu m \pm 0,01^f$
600 GRID	$0,109\mu m \pm 0,01^{b,c}$	$0,113\mu m \pm 0,01^{b,c}$	$0,151\mu m \pm 0,01^{d,e}$
TWD	$0,092\mu m \pm 0,01^{a,b}$	$0,099\mu m \pm 0,01^b$	$0,145\mu m \pm 0,01^d$
ONE GL	$0,131\mu m \pm 0,02^{c,d}$	$0,139\mu m \pm 0,01^{c,d}$	$0,164\mu m \pm 0,01^{d,e}$
OPD	$0,163\mu m \pm 0,01^{d,e}$	$0,179\mu m \pm 0,01^{e,f}$	$0,194\mu m \pm 0,01^f$
EVE	$0,135\mu m \pm 0,01^{c,d}$	$0,130\mu m \pm 0,009^{c,d}$	$0,126\mu m \pm 0,01^c$
SFLX	$0,086\mu m \pm 0,01^{a,b}$	$0,09\mu m \pm 0,007^{a,b}$	$0,072\mu m \pm 0,01^a$

Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harflerin bulunduğu grupların karşılaştırmalarında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmamıştır.

Kompozit grupları arasında farklı bitim ve cilalama işlemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçümlerde en yüksek Ra değeri ($0,207 \mu m$) gösteren grup MYLAR Ra_{t5} , en az Ra ($0,072 \mu m$) gösteren grup ise SFLX Ra_{t0} bulunmuştur. Tüm

grupların farklı farklı bitim ve cilalama sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama Ra değerleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tüm grupların farklı bitirme ve cila sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama Ra değerleri grafiği

Gruplarda genellikle yaşlandırma prosedürleri sonrasında ortalama Ra değerleri artış eğilimi göstermiştir. SFLX grubunda T1-T0 arasında ortalama Ra değeri artarken T1-T5 arasında ortalama Ra değeri azalmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında SFLX Ra_{t0} , Ra_{t1} , Ra_{t5} arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

EVE DC grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri azalma yönünde eğilim göstermiştir. EVE DC Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında Ra_{t0} , Ra_{t1} , Ra_{t5} arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

OPD grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri artmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında OPD Ra_{t0} ile Ra_{t5} arasında anlamlı fark vardır ($p<0.001$). OPD Ra_{t1} ile Ra_{t5} arasında ve Ra_{t0} ile Ra_{t1} arasında ise fark yoktur ($p>0.05$).

ONE GL grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri artmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında ONE GL Ra_{t0} ile Ra_{t5} değerleri arasında ($p<0.001$) ve

Ra_{t1} ile Ra_{t5} değerleri arasında ($p<0.05$) anlamlı fark bulunmuştur. Ra_{t0} ile Ra_{t1} karşılaştırmalarında ise anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$)

TWD grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri artmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında TWD Ra_{t0} ile Ra_{t5} değerleri arasında ($p < 0.001$) ve Ra_{t1} ile Ra_{t5} değerleri arasında ($p<0,001$) anlamlı fark bulunmuştur. Ra_{t0} ile Ra_{t1} arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$)

600 GRID grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri artmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında 600 GRID Ra_{t0} ile Ra_{t5} arasında ($p < 0.001$) ve Ra_{t1} ile Ra_{t5} arasında ($p<0.001$) anlamlı fark vardır. Ra_{t0} ile Ra_{t1} arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$)

MYLAR grubunda yaşlandırmayla birlikte ortalama Ra değerleri artmıştır. Grup içi karşılaştırmaya bakıldığında Ra_{t0} ile Ra_{t5}, Ra_{t1} ile Ra_{t5} ve Ra_{t0} ile Ra_{t1} arasında anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.001$).

Omnichroma kompozit rezinin Ra_{t0} pürüzlülük değerleri incelendiğinde SFLX, EVE DC, OPD ve ONE GL grupları ile MYLAR karşılaştırılmasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.001$). TWD ve 600 GRID grupları ile MYLAR karşılaştırmalarında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

T0 gruplar arası karşılaştırmalarda SFLX ile TWD arasında ve EVE DC ile ONE GL arasında farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$)

Tablo 4.2’de T0 grubunun ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları (SS) gösterilmiştir.

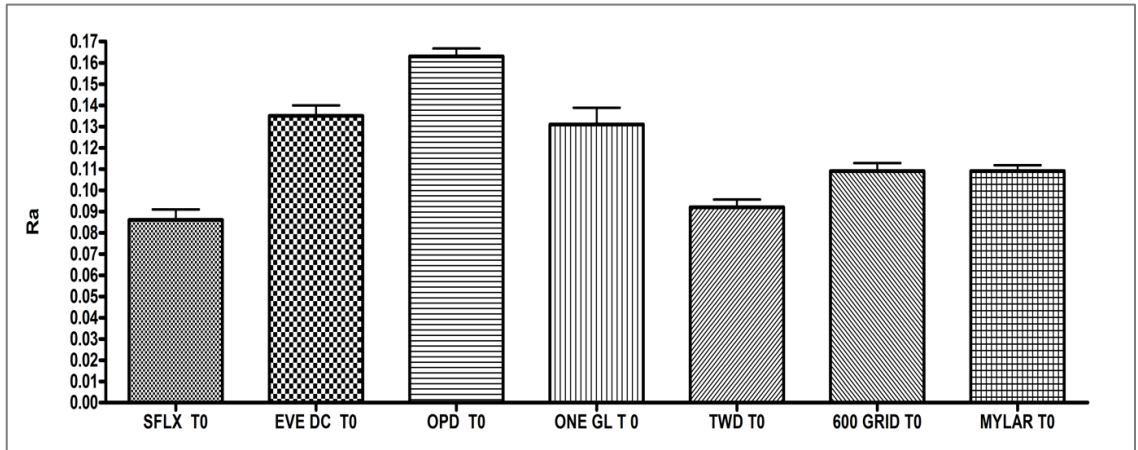
Tablo 4.2. T0 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları

Farklı Polisaj Sistemleri	n	Ra _{T0} (μm) ± SS
MYLAR	10	0,109μm±0,008 ^b
600 GRID	10	0,109μm±0,01 ^b
TWD	10	0,092μm±0,01 ^{a,b}
ONE GL	10	0,131μm±0,02 ^c
OPD	10	0,163μm±0,01 ^d
EVE DC	10	0,135μm±0,01 ^c
SFLX	10	0,086μm±0,01 ^a

Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harflerin bulunduğu grupların karşılaştırmalarında p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

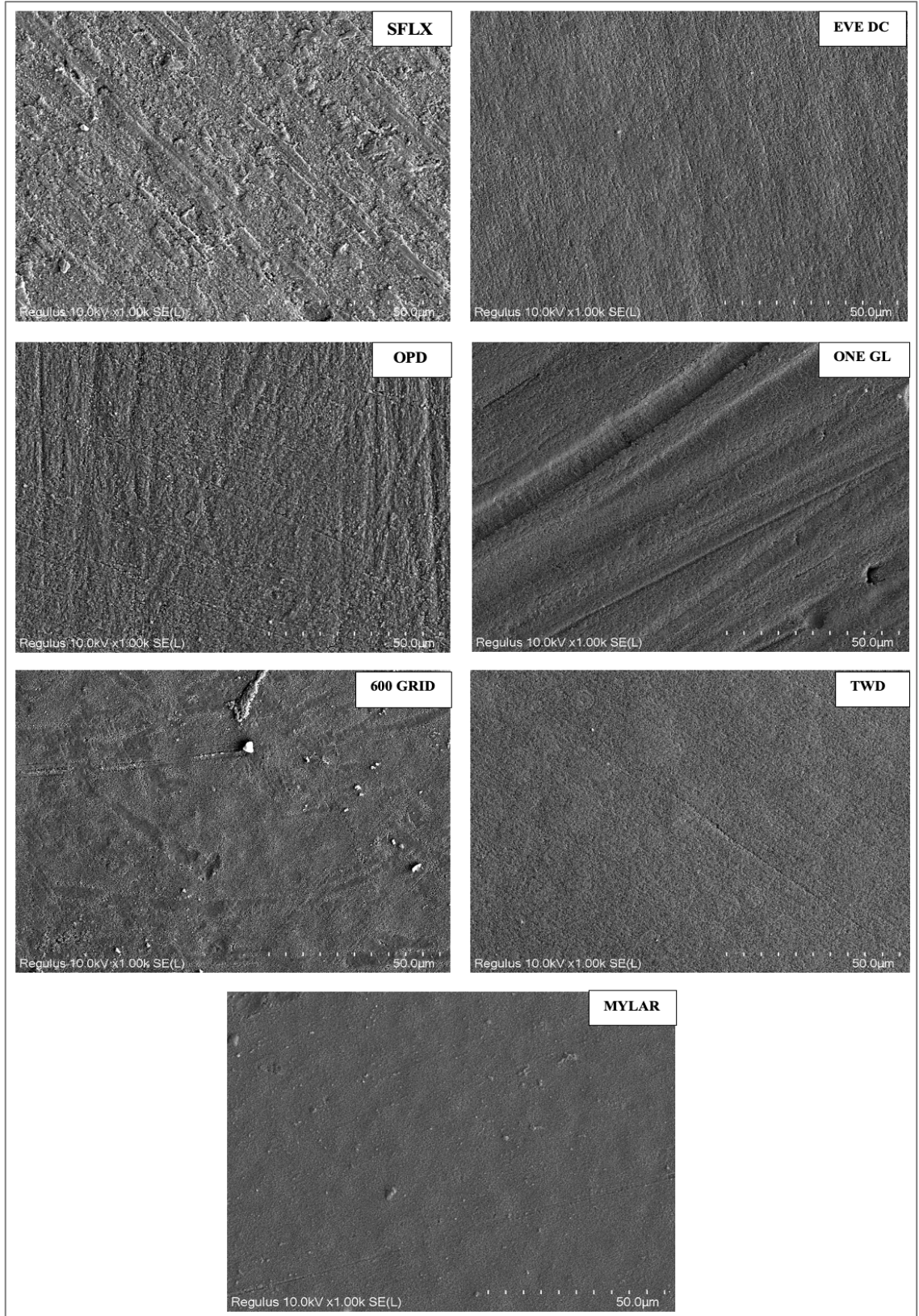
Kompozit örneklerden T0 da ölçülen Ra değerleri incelendiğinde en düşük Ra değerine sahip olan grup SFLX grubu olurken Ra değeri en yüksek olan grup OPD olarak bulundu.

T0 örneklerinin farklı farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

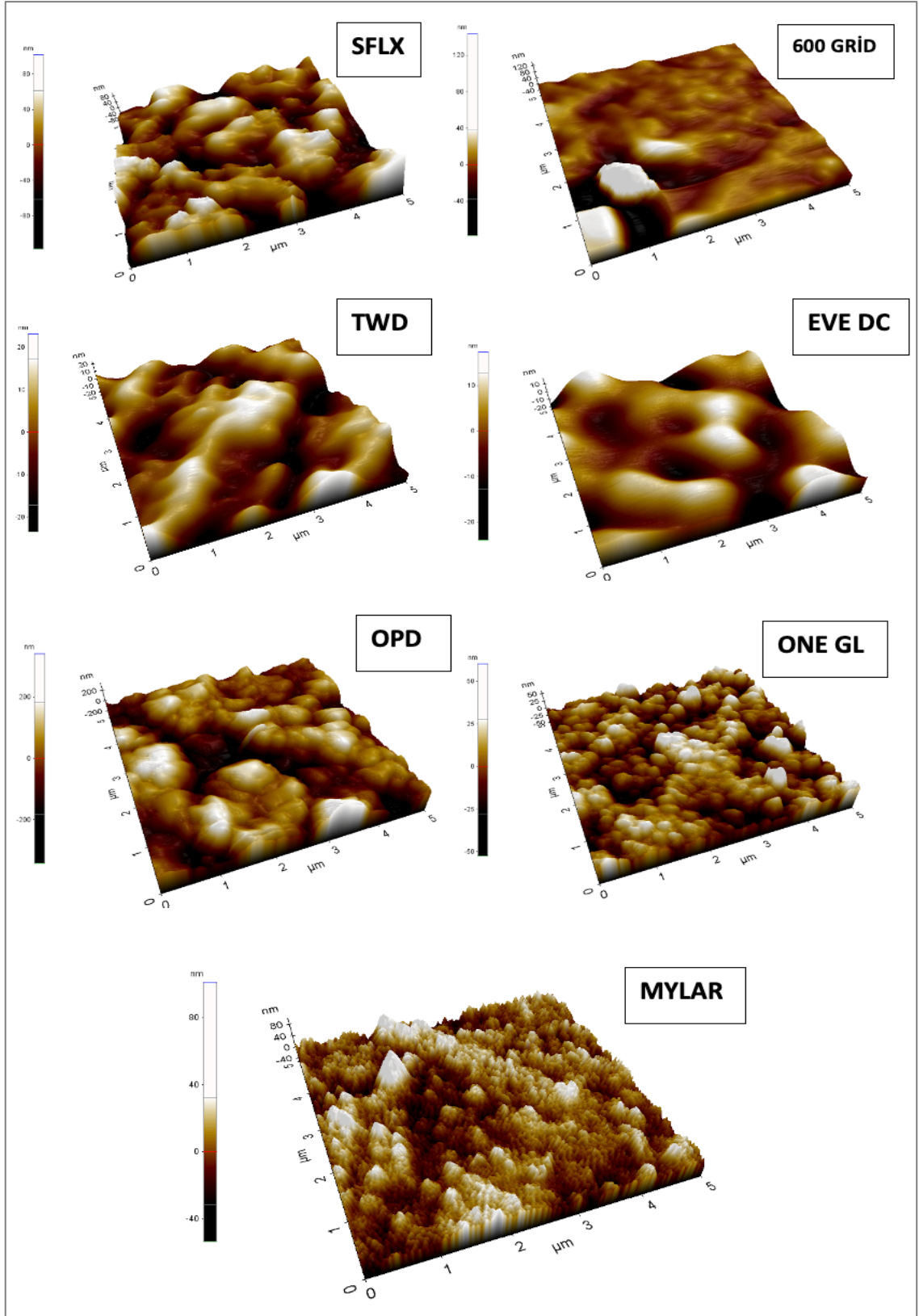


Şekil 4.2. T0 grubunun farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği

T0 grubundaki örneklerin Sem bulguları incelendiğinde EVE DC ile TWD gruplarının MYLAR grubuna benzer olarak homojen cilalanmış yüzeyler oluşturduğu görülmüştür. SFLX grubunda yüzey cilası homojen görünürken tek yönlü hafif çizikler saptanmıştır. OPD grubunda çizikler ve oluklar derin olmamakla birlikte yoğun ve çok yönlüdür. ONE GL grubunda derin tek yönlü oluklar gözlemlenmiştir. 600 GRID grubunda farklı yönlerde çizikler ve heterojen dalgalanmalar ve artıkların mevcut olduğu tespit edilmiştir. AFM verileri incelendiğinde MYLAR grubundaki örneğin dikenimsi çıkıntıları polisajlanmayan yüzey bulgusunu belirtmektedir. SFLX, TWD, ECE DC ise benzer yüzey topografyası oluşturmuştur. ONE GL ile cilalanan örnekte küçük çok sayıda tepe gözlenmiştir. 600 GRID ile cilalan örnekte homojen düzlük görülse de bazı yerlerde sert tepe oluşumu bulunmuştur. T0 örneklerinin 1000× büyütme SEM ile AFM analizleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. T0 grubu örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri



Şekil 4.4. T0 grubu örneklerin AFM görüntüleri

Omnichroma kompozitin farklı bitirme ve cila sistemleri ile T1 sonrasında ölçülen Ra_{t1} pürüzlülük değerleri incelendiğinde SFLX, EVE DC, ONE GL, TWD ve 600 GRID grubu ile MYLAR karşılaştırmalarında anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). OPD ile MYLAR karşılaştırılmasında ise anlamlı fark yoktur ($p>0.05$)

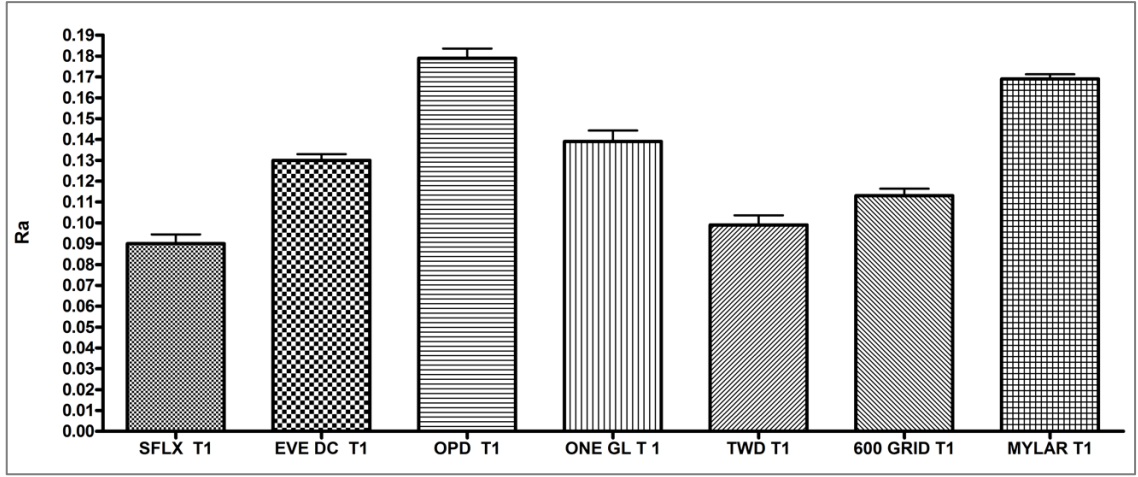
T1 gruplar arasında karşılaştırmalarda SFLX ile TWD, EVE DC ile ONE GL, EVE DC ile 600 GRID ve TWD ile 600 GRID arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). Tablo 4.3'te T1 grubunun ortalama Ra değerleri ve standart sapmaları (SS) gösterilmiştir.

Tablo 4.3. T1 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları

Farklı Polisaj Sistemleri	n	$Ra_{t1} (\mu m) \pm SS$
MYLAR	10	$0,169\mu m \pm 0,007^d$
600 GRID	10	$0,113\mu m \pm 0,01^{a,b}$
TWD	10	$0,099\mu m \pm 0,01^a$
ONE GL	10	$0,139\mu m \pm 0,01^c$
OPD	10	$0,179\mu m \pm 0,01^d$
EVE DC	10	$0,130\mu m \pm 0,009^{b,c}$
SFLX	10	$0,090\mu m \pm 0,01^a$

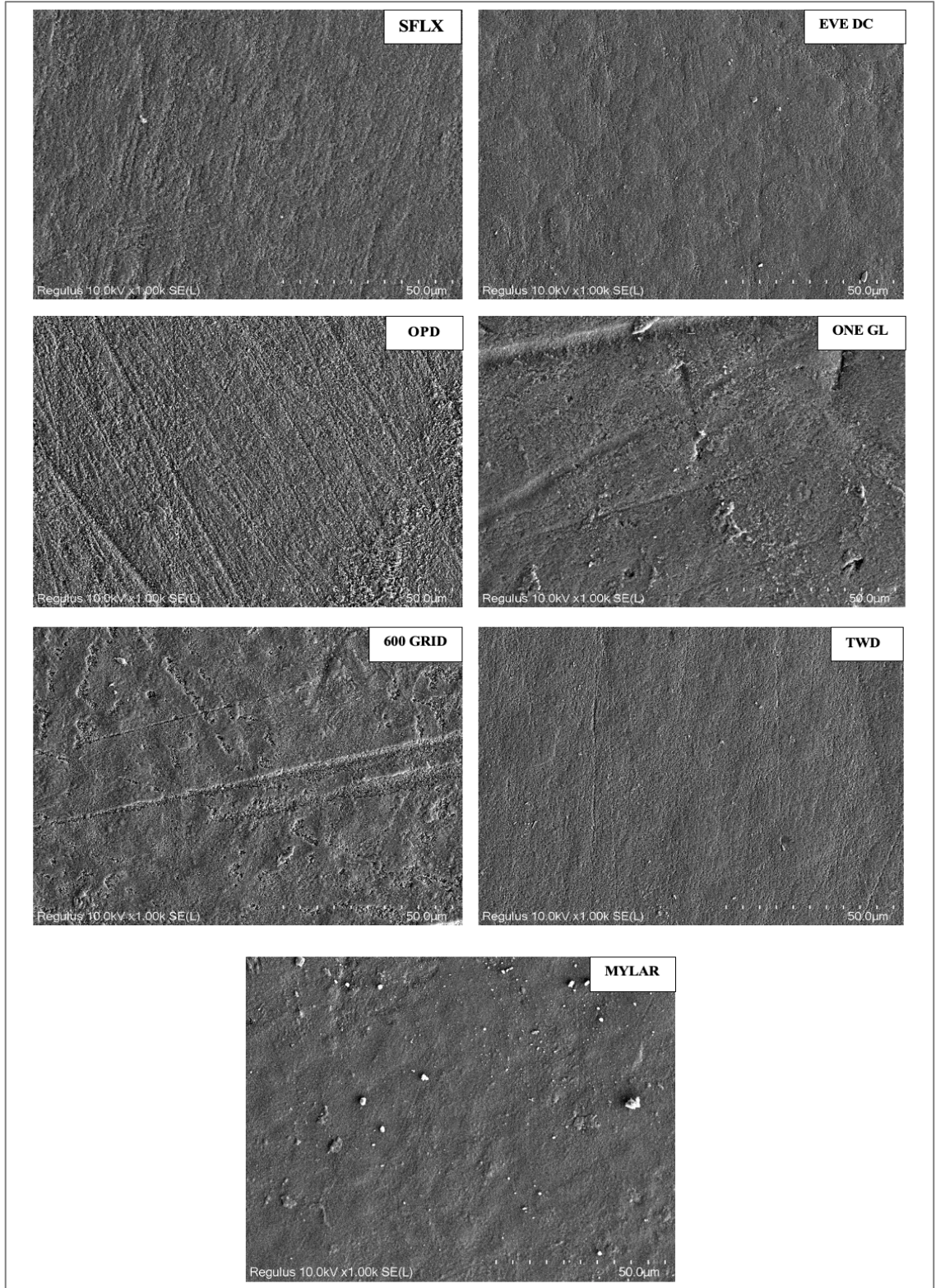
Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harflerin bulunduğu grupların karşılaştırmalarında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

T1 de ölçülen ortalama Ra değerleri T0 grubunda olduğu gibi en düşük Ra değerine sahip olan grup SFLX grubu olurken OPD grubunun Ra değeri en yüksek bulunmuştur. T1 örneklerin farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

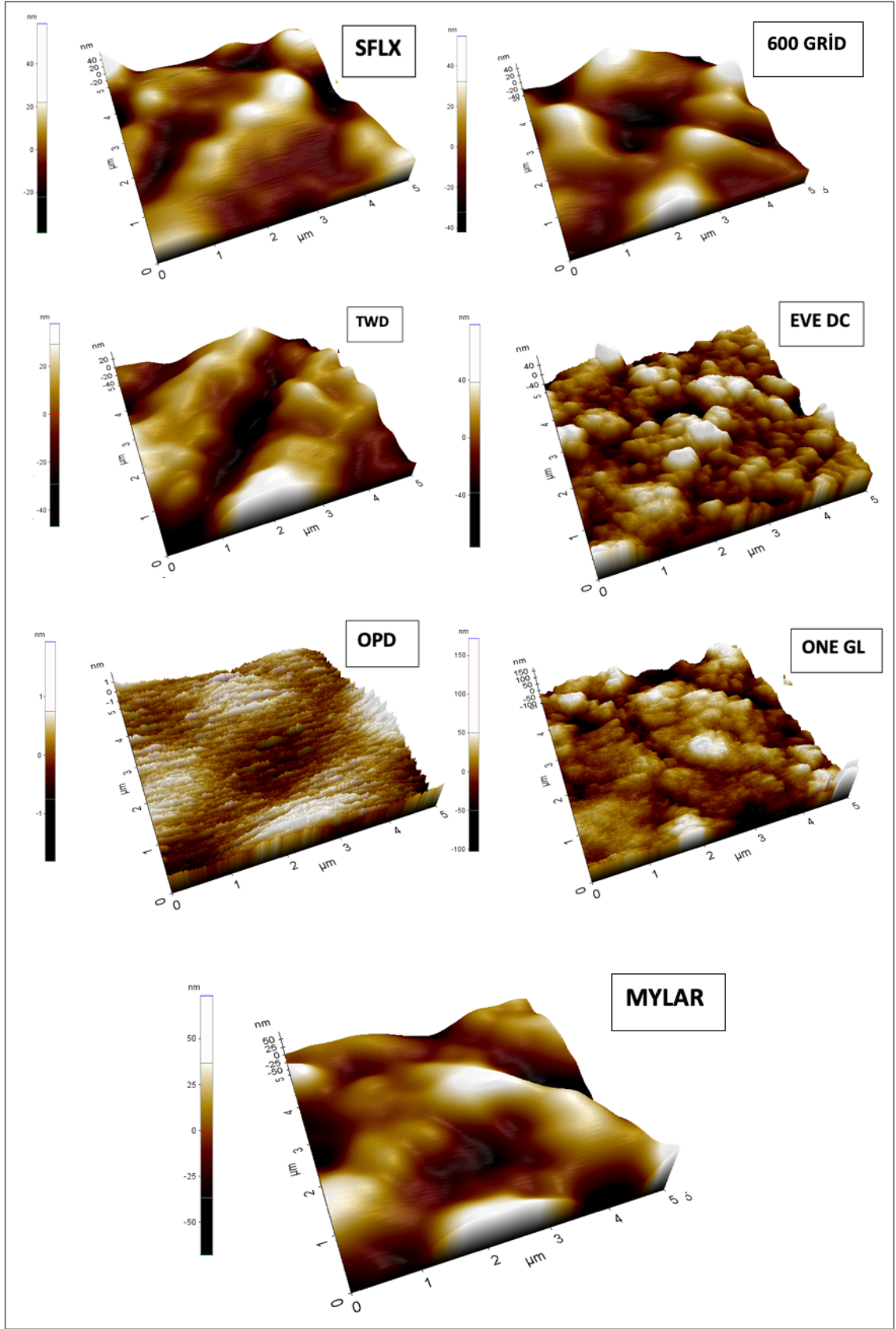


Şekil 4.5. T1 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği

SEM görüntüleri incelendiğinde T1'den sonra kompozit örneklerin yüzeyinde belirgin bozulmalar olduğu gözlemlenmiştir. SFLX, EVE DC VE TWD grubu örneklerinde birbirine benzer bulgular saptanmıştır. Bu gruplarla cilalanan yüzey üzerinde kümeleşmeler ile hafif çizikler ve bozulmalar olmuştur. OPD grubundaki çiziklerin derinliği yaşlanmayla birlikte artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Matriks yüzeyinde bozulmalar meydana gelmiştir. ONE GL ile cilalanan kompozit örneğin yüzeyinde derin oluklar, kopma ve çukurlaşmalar gözlenmiştir. 600 GRID ile cilalanan kompozit örneklerde ONE GL grubundakine benzer bozulmalar gerçekleşmiştir. 600 GRID grubundaki örneklerde oluklar daha sık ve çok yönlü olarak görülmektedir. MYLAR grubundaki örneklerde oluk veya çizik olmamasına rağmen heterojen bir görünüm sergilemektedir. AFM verileri incelendiğinde, SFLX, TWD, 600 GRID, MYLAR gruplarında benzer yüzey özellikleri bulunmuştur. EVE DC ile ONE GL ile cilalanan örneklerde benzer şekilde 40-50 nm tepe oluşumları görülmüştür. OPD Grubunda diğer gruplardan farklı olarak tepe oluşumu görülmemiş ancak yüzey topografyasında sık dalgali yapı izlenmiştir. T1 örneklerinin 1000× büyütme SEM ile AFM analizleri Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. T1 örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri



Şekil 4.7. T1 grubu örneklerin AFM görüntüleri

Omnichroma kompozit rezinin farklı bitim ve cilalama sistemleri ile T5 sonrasında ölçülen Ra_{15} değerleri incelendiğinde SFLX, EVE DC, ONE GL, TWD ve 600 GRID grupları ile MYLAR grubu arasında anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0.001$). OPD grubu ile MYLAR grubu arasında ise fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

T5 gruplar arası karşılaştırmalarda ONE GL, TWD, 600 GRID karşılaştırmalarında fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Tablo 4.4'te T5 grubunun ortalama pürüzlülük ve standart sapma verileri gösterilmiştir.

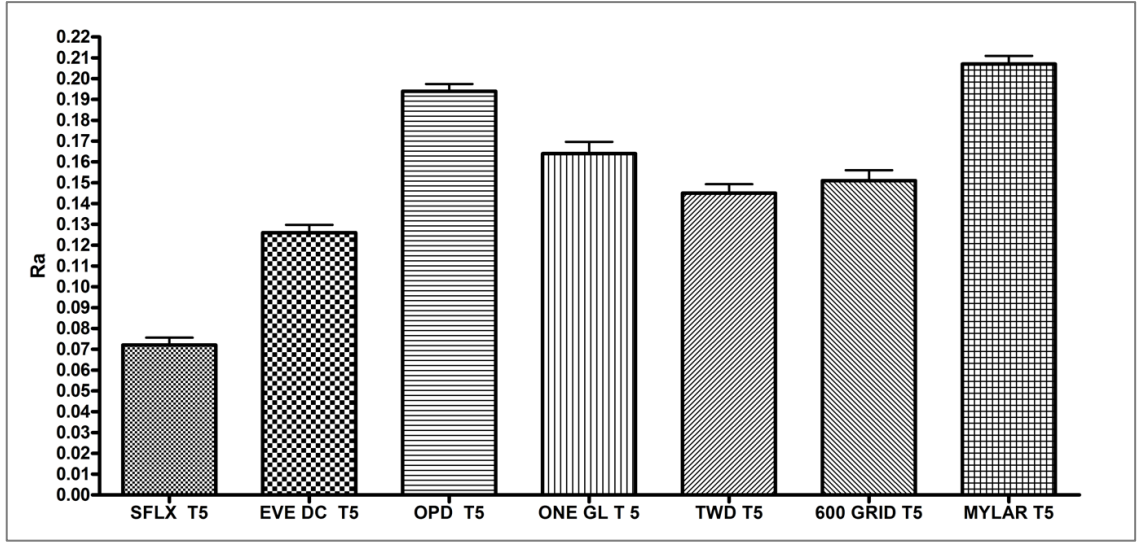
Tablo 4.4. T5 grubunun ortalama pürüzlülük değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve istatistiksel farklılıkları

Farklı Polisaj Sistemleri	n	$Ra_{15} (\mu m) \pm SS$
MYLAR	10	$0,207\mu m \pm 0,01^d$
600 GRID	10	$0,151\mu m \pm 0,01^c$
TWD	10	$0,145\mu m \pm 0,01^c$
ONE GL	10	$0,164\mu m \pm 0,01^c$
OPD	10	$0,194\mu m \pm 0,01^d$
EVE DC	10	$0,126\mu m \pm 0,01^b$
SFLX	10	$0,072\mu m \pm 0,01^a$

Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harfler bulunan gruplar arasında farklılık bulunmamıştır. $P<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı değerlendirilmiştir.

T5 grubu örneklerde en düşük Ra değerine sahip olan grup SFLX grubu olurken MYLAR grubunun Ra değeri en yüksek bulunmuştur.

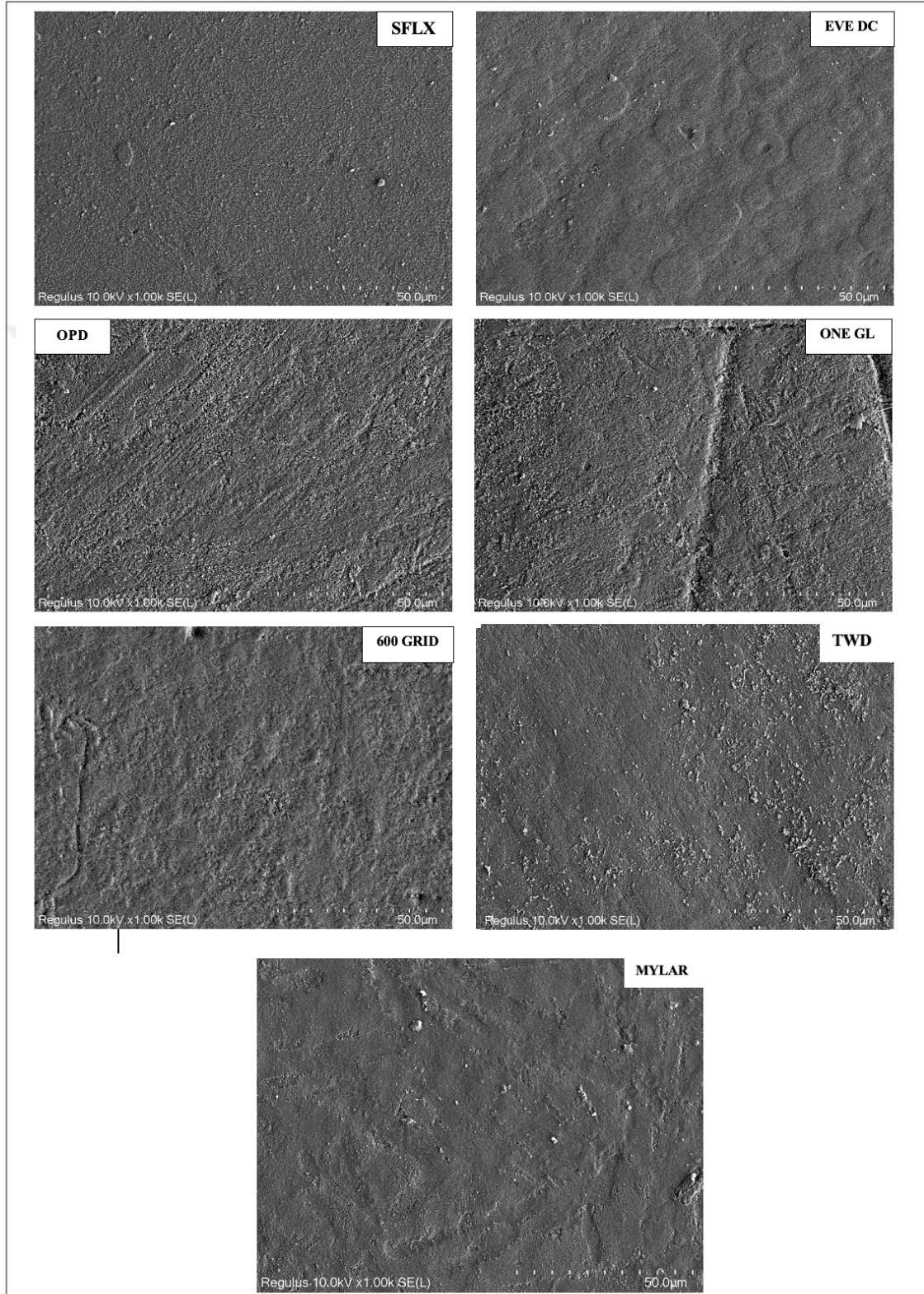
T5 grubu örneklerin farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



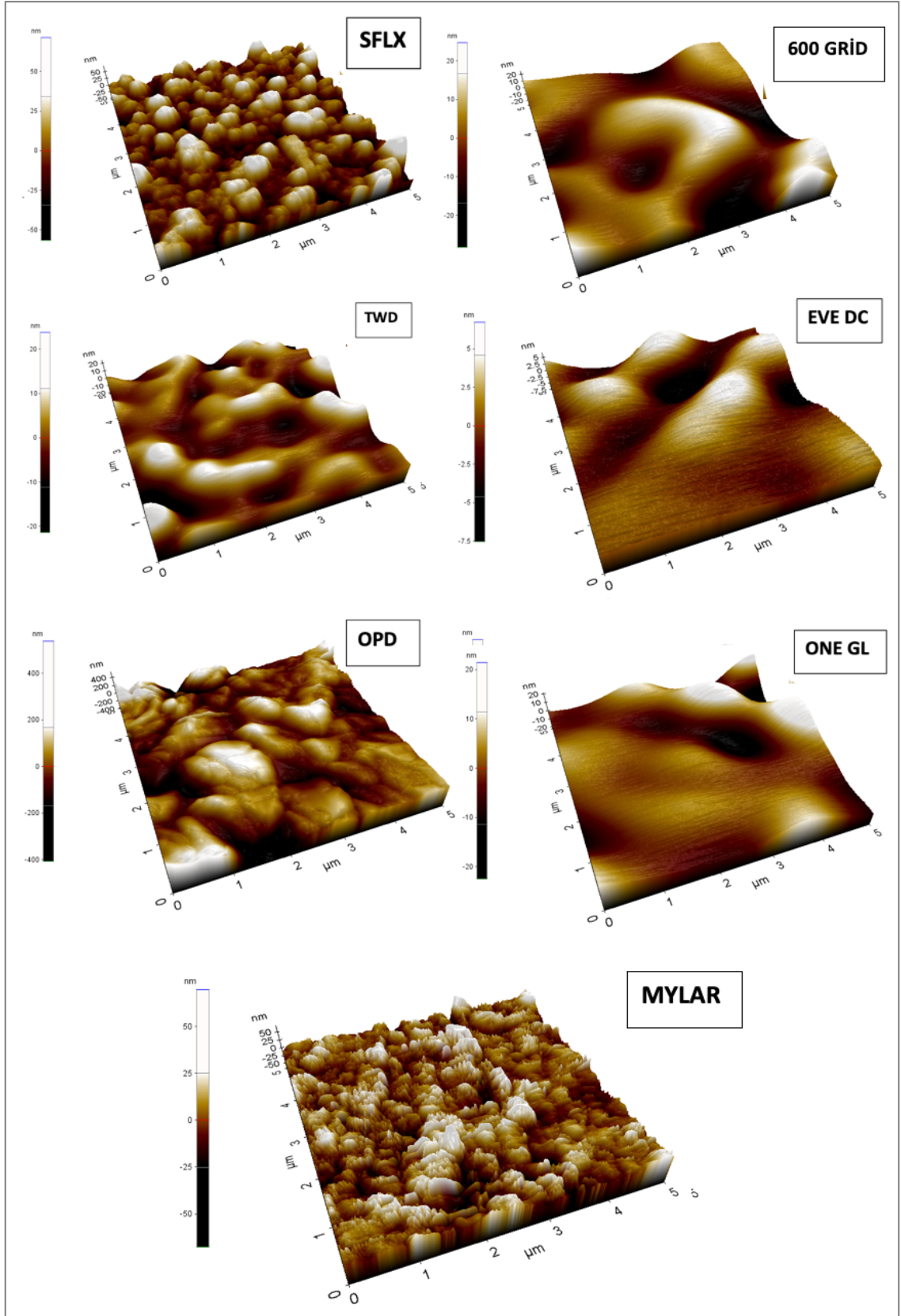
Şekil 4.8. T5 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama Ra değerleri grafiği

SEM görüntüleri incelendiğinde T5 kompozit örneklerin yüzeyindeki bozulmaların daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. SFLX, EVE DC VE TWD grubu örneklerinde birbirine benzer bulgular T5 görüntülerinde saptanmamıştır. EVE DC grubunda kümeleşmeler daha belirgin hale gelmiştir. TWD ile cilalanan grupta matriste bozulmalar meydana geldiği görülmektedir. Gruplar içinde en homojen görünüm SFLX ile cilalanan örnekte saptanmıştır. ONE GL ile cilalanan kompozit örneğin yüzeyinde derin oluklar ve yüzeyde bozulmalar bulunmuştur. 600 GRID ile cilalanan kompozit örneklerde matrikste bozulmalar daha belirgindir. MYLAR grubundaki örneklerde dalgalanmalar ve çukurlaşmalar mevcut olduğu tespit edilmiştir. T5 örneklerde oluklar veya mikro çatlaklar yanı sıra kompozit rezinin yapısındaki bozulmalar daha belirgin olmuştur. AFM görüntüleri incelendiğinde SFLX grubunda 25 nm civarında çok sayıda tepe oluşumu gözlemlenmiştir. 600 GRID, EVE DC, ONE GL, TWD ile cilalanan örnekler birbirine benzer yüzey topografyası oluşturmuştur. OPD ile cilalanan örnekte belirgin şekilde diğer gruplardan daha fazla tepe oluşumu gözlemlenmiştir. (200 nm) MYLAR grubundaki örneğin dikensi topografyası T5 zaman diliminde daha belirgin

gözlemlenmektedir. T5 örneklerinin 1000× büyütme SEM ile AFM analizleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. T5 örneklerin 1000× büyütme SEM görüntüleri



Şekil 4.10. T5 grubu örneklerin AFM görüntüleri

4.2. Kompozit Gruplarının Renk Değişimi ile İlgili Bulgular

Kompozit örneklerin renk değişimleri T0, T1, T5'te VITA EasyShade V (VITA Zhanfabric, Almanya) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Renk değişimi 3 ölçümün ortalaması olan L*a*b* değerleri üzerinden CIEDE2000 formülü ile hesaplanmıştır.

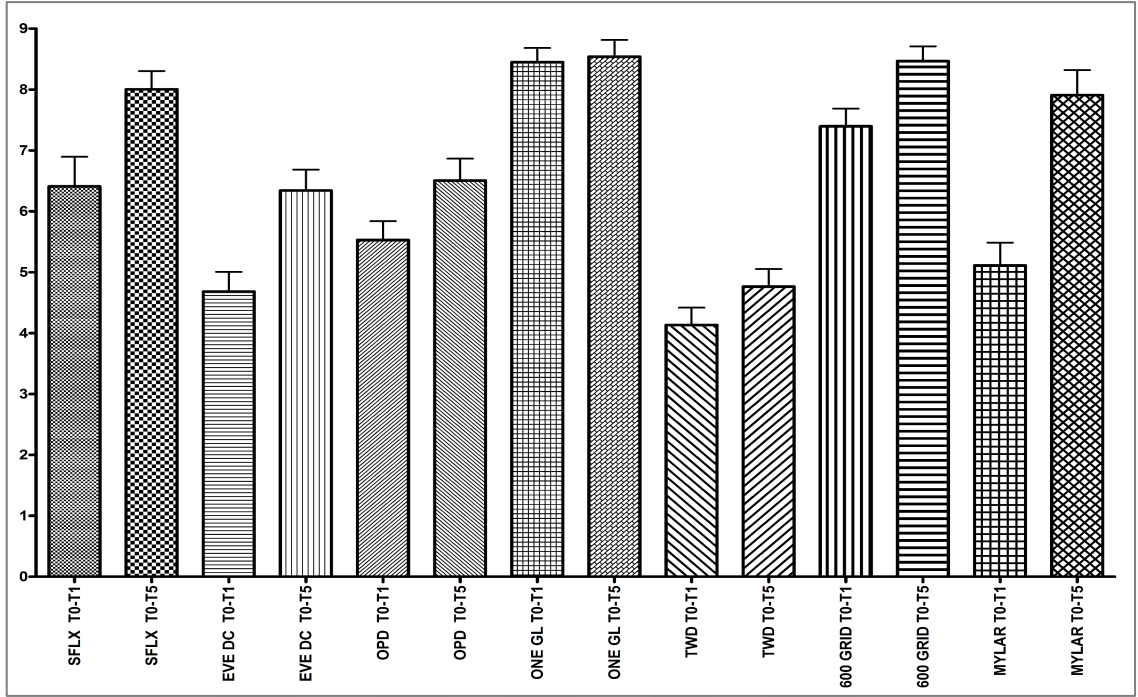
Tablo 4.5'te ΔE değerleri ve standart sapma verileri (SS) gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Grupların ortalama ΔE değerleri ve standart sapmaları

Farklı Polisaj Sistemleri/Yaşlandırma	$\Delta E_{T0-T1} \pm SS$	$\Delta E_{T0-T5} \pm SS$
MYLAR	5,11 $\pm$ 1,18 ^{a,b}	7,90 $\pm$ 1,3 ^{c,d}
600 GRID	7,397 $\pm$ 0,92 ^{c,d}	8,46 $\pm$ 0,77 ^d
TWD	4,13 $\pm$ 0,90 ^a	4,76 $\pm$ 0,91 ^a
ONE GL	8,45 $\pm$ 0,73 ^d	8,53 $\pm$ 0,86 ^d
OPD	5,52 $\pm$ 0,97 ^{a,b}	6,50 $\pm$ 1,13 ^{b,c}
EVE DC	4,68 $\pm$ 1,02 ^a	6,34 $\pm$ 1,08 ^b
SFLX	6,40 $\pm$ 1,54 ^{b,c}	8,04 $\pm$ 0,94 ^{c,d}

Küçük harflerle işaretlenen dikey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harfler bulunan gruplar arasında farklılık bulunmamıştır. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı değerlendirilmiştir.

Kompozit grupları arasında farklı bitim ve cilalama işlemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrası en yüksek renk değişim değeri ONE GL grubunda $\Delta E_{T0-T5}=8,53$ olarak ölçüldü. Renk değişimi en az olan grup ise TWD $\Delta E_{T0-T1}=4,13$ olarak bulunmuştur. Kompozit örneklerin ΔE değerleri tüm gruplarda yaşlandırmayla birlikte artma eğilimindedir. Tüm grupların farklı farklı bitirme ve cila sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama ΔE değerleri Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Tüm grupların farklı farklı bitirme ve cila sistemleri ile yaşlandırma prosedürleri sonrasındaki ölçülen ortalama ΔE değerleri grafiği

Grup içi karşılaştırmalarda SFLX T0-T1 ile SFLX T0-T5 arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). EVE DC T0-T1 ile EVE DC T0-T5 arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$). OPD T0-T1 ile OPD T0-T5 arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p<0.05$). ONE GL T0-T1 ile ONE GL T0-T5 arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). TWD T0-T1 ile TWD T0-T5 arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). 600 GRID T0-T1 ile 600 GRID T0-T5 arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). MYLAR T0-T1 ile MYLAR T0-T5 arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

Omnichroma kompozit farklı bitirme ve cila sistemleri ile T0-T1 arasındaki renk değişimi değeri ΔE_{T0-T1} incelendiğinde; ONE GL bitirme ve cila sistemi ile MYLAR grubuna göre anlamlı fark olduğu gözlemlenmiştir ($p<0.001$). ONE GL ile cilalanan kompozit örneklerin ΔE_{T0-T1} değerleri MYLAR grubuna göre daha yüksektir.

SFLX, EVE DC, OPD ve TWD gruplarının MYLAR grubuna göre karşılaştırılmasında anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Yine T0-T1 gruplar arası

karşılaştırmalarda SFLX, OPD ve 600 GRID grupları ΔE değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

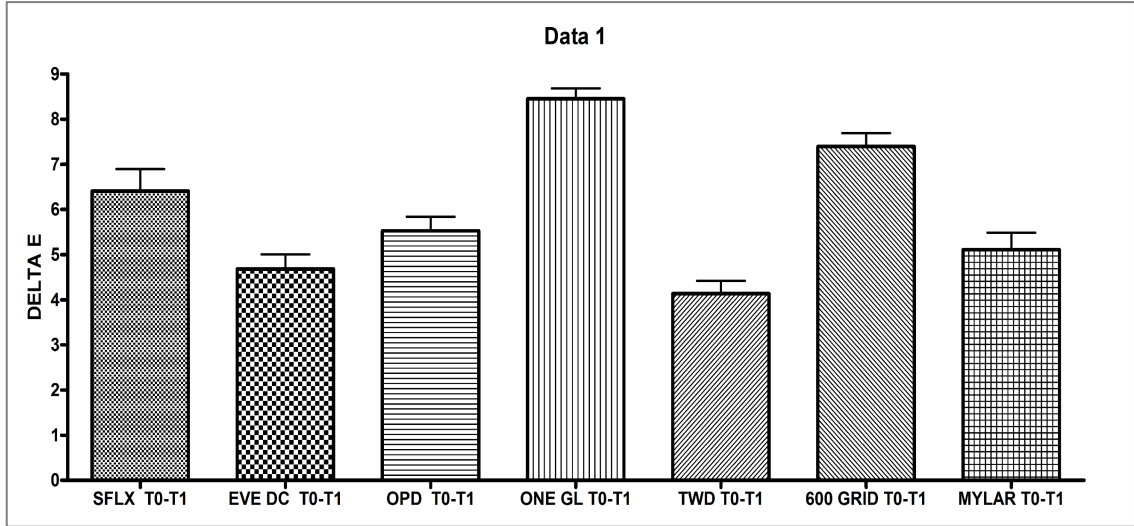
EVE DC ile OPD, TWD grupları ve ONE GL ile 600 GRID karşılaştırılmasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.6. T0-T1 gruplarının ΔE değerleri ve standart sapmaları (SS)

Farklı Polisaj Sistemleri	n	$\Delta E_{T0-T1} \pm SS$
MYLAR	10	$5,11 \pm 1,18^{a,b}$
600 GRID	10	$7,39 \pm 0,92^{c,d}$
TWD	10	$4,13 \pm 0,90^a$
ONE GL	10	$8,45 \pm 0,73^d$
OPD	10	$5,52 \pm 0,97^{a,b}$
EVE DC	10	$4,68 \pm 1,02^a$
SFLX	10	$6,40 \pm 1,54^{b,c}$

Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harflerin bulunduğu grupların karşılaştırmalarında $p<0.05$ anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Veriler incelendiğinde T1 örneklerde en düşük renk değişimi ΔE değerine sahip olan grup TWD grubu olurken ONE GL grubu en yüksek ΔE değeri gösteren grup olarak bulundu. T0-T1 örneklerin farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasındaki ΔE değerleri Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. T0-T1 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama ΔE değerleri grafiği

Omnichroma kompozit farklı bitim ve cilalama sistemleri ile T5-T0 arasındaki renk değişimi değeri ΔE_{T0-T5} incelendiğinde; TWD ve OPD ile MYLAR grubuna göre anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.001$). TWD ile cilalanan örneklerin ΔE_{T0-T5} değerleri MYLAR grubuna göre ($p < 0.001$) daha düşüktür.

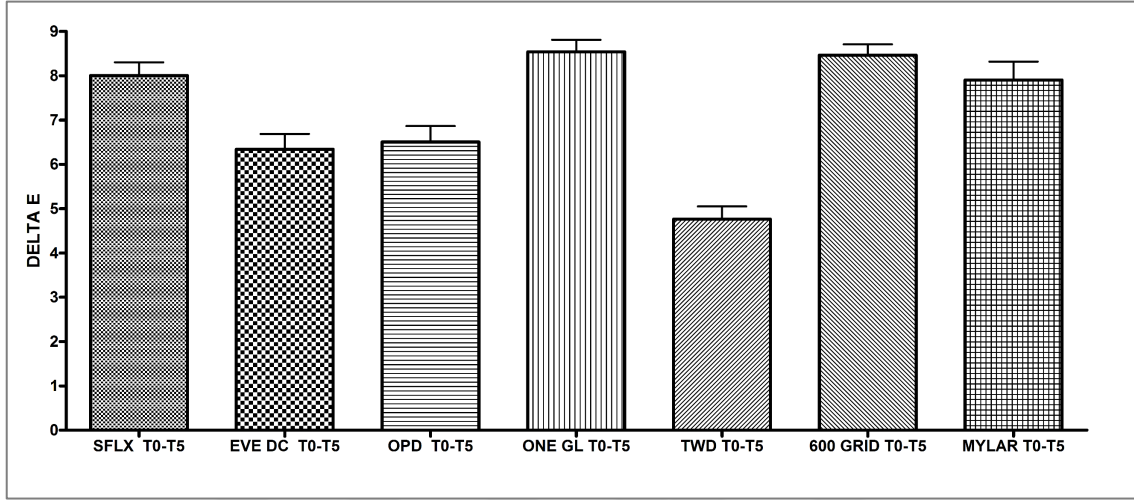
SFLX, ONE GL ve 600 GRID ile MYLAR arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Gruplar arası karşılaştırmalara bakıldığında SFLX ile ONE GL ve 600 GRID arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). EVE DC ile OPD karşılaştırmalarında anlamlı fark yoktur ($p > 0.05$).

Tablo 4.7. T0-T5 gruplarının ΔE değerleri ve standart sapmaları (SS)

Farklı Polisaj Sistemleri	n	$\Delta E_{T0-T5} \pm SS$
MYLAR	10	$7,90 \pm 1,3^c$
600 GRID	10	$8,46 \pm 0,77^c$
TWD	10	$4,76 \pm 0,91^a$
ONE GL	10	$8,53 \pm 0,86^c$
OPD	10	$6,50 \pm 1,13^b$
EVE DC	10	$6,34 \pm 1,08^b$
SFLX	10	$8,04 \pm 0,94^c$

Küçük harflerle işaretlenen düşey sütunlar ve yatay satırlarda aynı harflerin bulunduğu grupların karşılaştırmalarında $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

T5 örneklerde en düşük renk değişimi ΔE değerine sahip olan grup TWD grubu olurken ONE GL en yüksek ΔE değeri gösteren grup olarak saptanmıştır. T0-T5 örneklerin farklı bitim ve cilalama sistemleri sonrasındaki ortalama ΔE değerleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. T0-T5 örneklerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki ortalama ΔE değerleri grafiği

5. TARTIŞMA

Kompozit restorasyonların yüzey özellikleri, bir restorasyonun başarısını ve klinik ömrünü belirler. Yüzey pürüzlülüğü; dokunsal algı, estetik görünüm ve renklenme direnci açısından hastanın konforunu etkilemektedir.⁷² Zayıf bitirme ve cilalama tekniklerinden veya aletlerden kaynaklanan yüzey düzensizliklerinin varlığı; renklenme, plak retansiyonu, gingival iritasyon ve rekürrent çürükler gibi klinik problemler yaratabilmektedir.^{2, 3}

Dolgu teknolojisinin ilerlemesi ve nano boyutlu dolgu partiküllerinin modern kompozit rezinlere dahil edilmesi, üstün optik özelliklere ve yüzey cilasına sahip restorasyonlara olanak sağlamıştır.⁷³ Kompozit yüzeylerinin pürüzlü olması, restorasyonun ışığı yansıtma değerinin azalmasına, dış lekelenmeler ve plak tutulmasının artmasına neden olmaktadır.^{9, 17, 74} Üstün estetik sonuç, gelişmiş gingival sağlık ve restorasyon marjinal bütünlüğü elde etmek için yüzey pürüzlülüğünün azalması ve parlaklığın artırılması gerekmektedir.^{75, 76}

Bu çalışmada son zamanlarda anterior ve posterior dişlerin estetik restorasyonlarında yaygın olarak kullanılan yüksek estetiğe sahip supra-nano sferik dolduruculu Omnicroma kompozitin farklı materyallerle bitirme ve cila prosedürleri ile termal yaşlandırma sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimleri incelendi.

İn vivo çalışmalarda Ra değeri 0,2 μm 'nin altına düştüğünde, yapışan bakterilerin toplam miktarında veya patojenitesinde değişiklik saptanmamıştır.^{77, 78} Bu nedenle, Ra 0,2 μm 'nin altında bakteri tutma üzerinde herhangi bir etkinin beklenemeyeceği eşik yüzey pürüzlülüğü olarak belirlenmiştir.¹⁷

Yapılan bir çalışmada hastaların dillerinin ucuyla 0,3 μm Ra yüzey pürüzlülüğünü tespit edebildiklerini; bu nedenle hastanın diliyle restorasyonu sürekli "oynamasını"

önlemek için restorasyonları en azından bu derecede pürüzsüzlükte bitirmenin gerekli olduğu bildirilmektedir.⁷⁹

Çalışmamızda Ra_{t0} , Ra_{t1} , Ra_{t5} değerleri incelendiğinde ortalama Ra değerleri $0,072\mu m$ (SFLX, alüminyum oksit ya da elmas partiküller emdirilmiş termoplastik bir elastomer spiral) ile $0,207\mu m$ (MYLAR) arasında değişmektedir. MYLAR Ra_{t5} grubu (ortalama Ra $0,207\mu m$) hariç diğer tüm gruplar $0,2\mu m$ eşik değeri altında ortalama Ra değeri göstermiştir.

Kompozit restorasyonlarda mylar strip altında bitirilen kompozit yüzeylerin en pürüzsüz yüzey olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir.⁸⁰⁻⁸⁴ Mylar strip altında polimerize edilen kompozitler başlangıçta pürüzsüz yüzey özellikleri sergilese de ağız ortamında kolayca aşınabilen rezin açısından zengin bir yüzey tabakası bırakmaktadır. Bu tabakanın bitirme ve cila işlemleriyle uzaklaştırılması ile daha sert, aşınmaya karşı dirençli ve estetik açıdan daha stabil bir yüzey oluşturacağı bildirilmiştir.⁸⁵⁻⁸⁷

Çalışmamızda MYLAR gruplarında başlangıç örneklerinde düşük ortalama Ra değeri $0.109\mu m$ gözlenirken; T1 sonrası MYLAR ortalama Ra değeri $0.169\mu m$, T5 sonrası MYLAR ortalama Ra değeri $0,207\mu m$ olarak gözlemlendi. Mylar strip altında kalan fiziksel özellikleri zayıf tabakanın ağız ortamına benzer koşullarda yaşlandırma prosedürleri ile yüzey pürüzlülüğünü artmasına neden olabilmesine benzer sonuçlar bulunmuştur.

Kompozit restorasyonların parlatılması için çok çeşitli araçlar ve protokoller savunulmaktadır. Geleneksel olarak, çok aşamalı diskler ve elmas patlar, diş hekimleri tarafından rutin olarak kullanılmaktadır ve bu cilalama sistemlerinin etkinliği iyi bilinmektedir.^{88, 89} Bazı üreticiler tarafından tek ve iki aşamalı cilalama aletleri ve protokollerinin tanıtılmasıyla birlikte araştırmalar çok aşamalı sistemler ile daha az aşamalı sistemlerin karşılaştırılmasına yönelmiştir. İdeal olarak, tek veya iki aşamalı

cilalama sistemlerinin, çok aşamalı disk cilalama sistemleri ile karşılaştırılabilir estetik sonuçları korurken, hasta başında geçen süreyi azaltması ve daha az maliyetli olmasıyla avantajlı olmalıdır. Bununla birlikte, kompozitin türü, cilalama sistemi, cilalama süresi ve cilalamanın ıslak mı yoksa kuru koşullarda mı gerçekleştirildiği gibi çeşitli değişkenler yüzey pürüzlülüğünü ve malzemenin parlaklığını etkileyebilir.

Yapılan bir çalışmada 3 farklı nanofil kompozitin (Filtek Z-350 XT, Ceram-X Mono, Tetric N-Ceram) farklı adımlı bitirme ve cilalama prosedürlerinin (SpinBrite, CompoMaster, AstroPol, SofLex) yüzey anatomisine etkisinin karşılaştırılıp, dört adımlı, üç adımlı, iki adımlı, bir adımlı cilalama sistemleri arasında anlamlı fark bulunmadığını bildirilmiştir.⁹⁰ Başka bir çalışmada nanofil (Filtek Supreme XT) ve nanohibrit (Ceram-X, Grandio) kompozitler üzerinde tek adımlı (PoGo) ve çok adımlı (SofLex disk) polisaj sistemlerini değerlendirirken de benzer bulgular bildirilmiştir.⁹¹ Bunun nedeni, değerlendirilen tüm restoratif materyallerin nanokompozit olması ve bu nedenle farklı yüzey işlemlerine benzer şekilde davranmaları olabilir.

Bir çalışmada üç aşamalı sistemlerin(Astropol), test edilen nanokompozitler (Premise, Tetric EvoCeram, Filtek Supreme, Ceram X Duo) ve hibrit kompozitler (Herculite XRV) üzerinde iki aşamalı ve/veya tek aşamalı cilalama sistemlerinden (PoGo,OptiShine) daha iyi yüzey pürüzlülüğü etkileri olduğunu bildirilmiştir.⁹² Farklı bir çalışmada nanokompozit (Filtek Z-350) üzerinde da dört adımlı bitirme ve cila sistemlerinin (SofLex disk) tek adımlı bitirme ve cila sistemlerinden (PoGo) daha iyi yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiği bildirilmiştir.⁹³ Bu çalışmaların aksine tek aşamalı sistemlerin çok aşamalı polisaj tekniklerinden daha üstün olduğu veya çok aşamalı sistemlerle tek aşamalı sistemlerin benzer şekilde karşılaştırılabilir olduğunu gösteren çalışmalar da literatürde bulunmaktadır.^{50, 94-97}

Bu çalışmada dört aşamalı OPD bitirme ve cilalama sistemi (Alüminyum Oksit partikülü Kaplı Polyester Disk) yüzey pürüzlülüğü, iki aşamalı TWD, EVE DC (Elmas Emdirilmiş Spiral), SOFLX (Alüminyum Oksit Ya Da Elmas Partiküller Emdirilmiş Termoplastik Bir Elastomer) tek aşamalı ONE GL (Bağlayıcı Olarak Silikonlu Yüksek Konsantrasyonlu Alüminyum Oksit) ve MYLAR gruplarına göre anlamlı derece daha yüksek bulundu. OPD ile cilalanmış kompozit yüzeylerin SEM görüntüleri, test edilen tüm bitirme ve cilalama protokolleri arasında yüzey profilometrik bulgularını desteklemektedir. OPD ile cilalanan örneklerde sığ, çok yönlü oluklar ve çizikler gözlemlenmiştir. Bu çizgilenme ve oluklar T1 ve T5 örneklerde daha belirgin olarak görülmektedir. İki aşamalı TWD, EVE DC (Elmas Emdirilmiş Spiral), SOFLX (Alüminyum Oksit Ya Da Elmas Partiküller Emdirilmiş Termoplastik Bir Elastomer) grupları birbirine benzer yüzey pürüzlülüğü sergilemiştir. TWD, EVE DC, SOFLX ile cilalanan kompozit örneklerin SEM görüntülerinde birbirine benzer daha uniform birkaç yüzeysele oluk ile homojen tek biçimli yüzeyler oluşturduğu gözlemlendi. Çalışmamızın birinci hipotezi “Farklı bitirme ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırmanın kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğünde etkisi yoktur.” reddedilmiştir.

Yapılan bir in vitro çalışmada bizim çalışmamıza benzer olarak nanohibrit (Filtek Universal, EverGlow) ve miktohibrit (Essentia Enamel) kompozitler ile farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin (SofLex Disk, Polishettes, Diatech spiral, Opti1Step, OneGloss) karşılaştırıldığı çalışmada tek aşamalı (Opti1Step, OneGloss) ve dört aşamalı (SofLex Disk) bitirme ve parlatma sistemlerinin iki aşamalı (Polishettes, Diatech spiral) sistemlere göre daha fazla yüzey pürüzlülüğü oluşturduğu bildirilmiştir.⁹⁸

Termal siklus uygulanmış numunelerde, sıcaklık dalgalanmalarından dolayı termal stresler oluşmakta ve rezin matriksinde mikro çatlaklara veya dolgu-matriks ara yüzünde bozukluklara yol açmaktadır.⁹⁹ Kompozit örneklerin suya maruz kalması, dolgu

maddesinin silan kaplamasının bozulmasına veya rezin matriksinin su emilimine yol açabilmektedir.^{99, 100} Termal siklus uygulanan kompozit örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri uygulanmamış örneklerle göre genelde daha yüksek bulunmaktadır.⁹⁹ Ancak literatürde 3.000 termal döngünün tüm rezin bazlı kompozitler için pürüzlülük değerlerini artırdığını ve 10.000 termal döngüden sonra yüzey pürüzlülük değerlerinde azalma eğilimi olduğunu bildiren çalışma mevcuttur.¹⁰¹ Benzer olarak bu çalışmada da SOFLX ile bitim ve cilalama yapılan kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğü Ra değeri T1’de artış gösterirken, T5 sonrasında azalmıştır. EVE DC ile cıalanan örneklerde ise T1 ve T5’te azalma tespit edilmiştir. TWD, ONE GL, OPD, 600 GRİD ve MYLAR (kontrol) gruplarının ortalama yüzey pürüzlülüğü Ra değerleri T0 ve T1’de artış göstermiştir.

Kompozit rezinlerde etkin şekilde bitim ve cila yapılmasına rağmen renk değişikliği meydana gelebilmektedir. Bu durum hasta şikayetlerine neden olmakta ve malzemelerin estetik yetersizliği olarak kabul edilmektedir.¹⁰² Renk değişikliği, yetersiz polimerizasyon, kimyasal tepkime, su emilimi, ağız hijyeni, beslenme alışkanlıkları gibi iç ve dış kaynaklı birçok faktöre bağlıdır.¹⁰³

Kompozit rezinlerin renklenme hassasiyeti su emme derecelerine ve rezin matriksin hidrofilikliği ile ilişkilidir. Kompozit suyu absorbe edebiliyorsa, diğer sıvıları da absorbe edebilir ve renklenmelere neden olabilmektedir. Fazla su emilimi rezin komponentin genişlemesine ve plastikleşmesine, silanın hidrolize olmasına ve mikro çatlak formasyonuna sebep olmaktadır.¹⁰⁴

Yapılan bazı çalışmalarda kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ile renklenmelerinin arasında ilişki olduğu, daha pürüzlü olan yüzeylerin erken dönemde renklenme hassasiyetinin daha fazla olduğu bildirilmiştir.^{83, 105-107}

Bir çok çalışmada tek başına bir mylar strip ile bitirilen kompozitlerin cilalı bir yüzeyden daha pürüzsüz olduğu öne sürülse de herhangi bir cilalama sistemi ile parlatılmış yüzeylerden daha fazla renk değişimi olduğu bildirmiştir.^{4, 9, 34} Başka bir çalışmada renk stabilitesi için bant altında kalan rezinden zengin tabakanın zayıf fiziksel mekanik özellikleri nedeniyle kaldırılması gerektiğini bildirmiştir.¹⁰⁸ Bu çalışmada MYLAR grubu örneklerde renk değişimi T0-T1 arasında SFLX, EVE DC, OPD ve TWD gruplarıyla benzer bulunmuştur. T0-T5 arasında ise SFLX, ONE GL ve 600 GRID ile Mylar grupları benzer yüzey pürüzlülüğü sonuçları göstermiştir.

Yapılan in vitro bir çalışmada test edilen tüm kompozit örneklerin(Majesty Posterior, Filtek Z550, G-aenial Posterior) 10000 termal siklusa sonra kabul edilebilir renk değişimi olduğunu bildirilmiştir.¹⁰⁹ Benzer sonuçlar başka bir literatürde hızlandırılmış yaşlandırma prosedürlerinin kompozit rezinlerin renk stabilitesinde önemli ölçüde etkili olduğu şeklinde rapor edilmiştir.¹¹⁰ İndirekt ve direkt kompozit rezinlerin renk değişimlerinin incelendiği in vitro çalışmada 5000 termal siklusa sonra kompozit rezinlerde ihmal edilebilir düzeyde renk değişimi olduğunu bildirilmiştir.¹¹¹ Farklı renk sistemi özelliklerine sahip kompozit rezinlerin (Omnichroma, Estelite Asteria, Clearfil Majesty Esthetic, G-aenial A'Chord) renk değişimlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada one-shade kompozit rezin Omnicroma'nın diğer multi-shade kompozitlere göre daha fazla renk değişimi gösterdiği bulunmuştur.¹¹² Multi-shade kompozit sistemleri ile one-shade kompozitlerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada test edilen kompozitlerden (Filtek Universal Restorative, Clearfil Majesty ES-2, Harmonize, Omnicroma) one-shade sisteme sahip kompozit rezin multi-shade sisteme sahip kompozit rezinlere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla renk değişimi gösterdiği, akıllı kromatik malzeme teknolojisine sahip yeni nesil tek renkli kompozit rezin Omnicroma'nın estetik başarıdan ödün vermeden renk seçimini basitleştirebildiği ancak 30 gün sonunda çoklu

renk sistemine sahip kompozit rezinlerden daha fazla renk değişikliği gösterdiği raporlanmıştır.^{113, 114} Güncel literatürde dental restoratif materyallerde algılanabilirlik için $\Delta E=0.8$; kabul edilebilir eşik değer $\Delta E=1.8$ olarak kabul edilmektedir.⁶⁵

Bu alışmada Omnicroma kompozit rezin tüm gruplarda ΔE değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik düzeyinden yüksek bulunmuştur. Çalışmamızın ikinci hipotezi ‘‘Farklı bitirme ve cilalama sistemleri ile termal yaşlandırma kompozit rezinin renk stabilitesinde etkisi yoktur’’ reddedilmiştir. ($\Delta E>1.8$) Tüm gruplarda ortalama yüzey pürüzlüğü değerleri kabul edilebilir değer 0.2 altında iken renk değişimlerinin kabul edilebilir değerden yüksek olması kompozit materyalinin matriks yapısından kaynaklabilir olduğunu göstermektedir. Partikül boyutunun nano boyutta ve eşit olması daha az renk değişimi sağlamaktadır. Kompozitlerin renk değişiminde matriks yapısının önemli olduğu ve en fazla renk değişiminin TEGDMA monomerinden kaynaklandığı literatürdeki çalışmalarda bildirilmiştir. Bis-GMA rijit aę oluşumuna neden olduğu için ana monomer içeriği Bis-GMA olan kompozitler TEGDMA içerenlere göre daha az, UDMA ve Bis-EMA içeren kompozitlere göre daha fazla su absorpsiyon göstermektedir.¹¹⁵ çalışmamızda kullandığımız Omnicroma kompozit rezin matriks yapısında TEGDMA ve UDMA monomerleri içermektedir. Bu nedenle kompozit gruplarındaki renk değişiminin ana nedeninin matriks yapısı partikül büyüklüğü, türü ve dağılımının olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda tek kompozit türü, farklı bitim ve cila materyalleri ve yaşlandırma ile karşılaştırılmıştır. Renk değişimi kaynağının kompozitin yapısından ya da uygulanan cila ile yaşlandırmadan prosedürlerinin sebep olduğunun belirlenmesi için farklı monomer yapılı kompozitler ile daha fazla klinik ve laboratuvar çalışmasına ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Çalışmamızda kullandığımız 5 farklı bitim ve cila materyali ile termal yaşlandırmanın, supra-nano sferik dolduruculu Omnichroma kompozitin yüzey pürüzlülüğü ile renk değişimine etkisinin incelendiği in vitro çalışmaya göre:

1. Farklı bitim ve cila grupları arasında en az Ra değeri oluşturan grup SFLX olurken, en fazla Ra değeri oluşturan grup MYLAR olarak bulunmuştur.
2. Termal yaşlandırmanın kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi genel olarak artma yönünde olmuştur. Yalnızca SFLX ve EVE DC grubunda yaşlandırma etkisiyle yüzey pürüzlülüğünde azalma gözlemlenmiştir.
3. Farklı bitim ve cila prosedürleri ile yaşlandırma sonrası MYLAR Ra₁₅ grubu (Ra₁₅=0,207 μ m) hariç diğer tüm gruplar 0,2 μ m eşik değeri altında ortalama Ra değeri göstermiştir.
4. Farklı bitim ve cila grupları arasında en az ΔE değeri gösteren grup TWD olurken, en fazla ΔE değeri gösteren grup ONE GL olarak bulunmuştur.
5. Termal yaşlandırma tüm gruplarda kompozit rezinin renk değişimini artırma yönünde etkilemiştir.
6. Çalışmamızda kompozit resin tüm gruplarda ΔE değerleri klinik olarak kabul edilebilir eşik düzey olan $\Delta E= 1,8$ 'den yüksek bulunmuştur.

KAYNAKÇA

1. Yap AU, Yap S, Teo C, Ng J. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 2004;29(3):275-9.
2. Larato DC. Influence of a composite resin restoration on the gingiva. *J Prosthet Dent* 1972;28(4):402-4.
3. Dunkin R, Chambers DW. Gingival response to class V composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1983;106(4):482-4.
4. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater* 1985;1(6):225-7.
5. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent* 1983;50(4):480-8.
6. Lesage BP. Aesthetic anterior composite restorations: a guide to direct placement. *Dent Clin North Am* 2007;51(2):359-78.
7. Ritter AV. Direct resin-based composites: current recommendations for optimal clinical results. *Polymer* 2006;26(7):369-77.
8. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Aust Dent J* 2011;56(1):59-66.
9. 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(1):12-8.
10. Baseren 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* 2004;19(2):121-34.

11. Amaya-Pajares SP, Koi K, Watanabe H, da Costa JB, Ferracane JL. Development and maintenance of surface gloss of dental composites after polishing and brushing: Review of the literature. *J Esthet Restor Dent* 2022;34(1):15-41.
12. Kaizer MR, de Oliveira-Ogliari A, Cenci MS, Opdam NJ, Moraes RR. Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dent Mater* 2014;30(4):41-78.
13. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42(4):613-27.
14. Tosco V, Monterubbianesi R, Orilisi G, Procaccini M, Grandini S, Putignano A, Orsini G. Effect of four different finishing and polishing systems on resin composites: roughness surface and gloss retention evaluations. *Minerva Stomatol* 2019;69(4):207-14.
15. Pedrini D, Candido M, Rodrigues Jr A. Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. *J Oral Rehabil* 2003;30(7):714-9.
16. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater* 2013;32(1):75-82.
17. Bollenl CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* 1997;13(4):258-69.
18. 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. *J Clin Pediatr Dent* 2016;9(3):201-8.

19. Fuzzi M, Zaccheroni Z, Vallania G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. *Int J Prosthodont* 1996;9(5):452-8.
20. Wennerberg A, Ohlsson R, Rosén B-G, Andersson B. Characterizing three-dimensional topography of engineering and biomaterial surfaces by confocal laser scanning and stylus techniques. *Med Eng Phys* 1996;18(7):548-56.
21. 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 Mater Med* 2007;18(1):155-63.
22. Youngson C, Barclay C. A pilot study of intraoral temperature changes. *Clin Oral Investig* 2000;4(3):183-9.
23. El-Araby AM, Talic YF. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(2):17-24.
24. Catalbas B, Uysal T, Nur M, Demir A, Gunduz B. Effects of thermocycling on the degree of cure of two lingual retainer composites. *Dent Mater* 2010;29(1):41-6.
25. Özel Bektas Ö, Eren D, Herguner Siso S, Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci* 2012;27(4):723-8.
26. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C, Monaco A. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014;29(1):295-308.
27. Bowen R. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 1963;66(1):57-64.

28. Bayne SC, Heymann HO, Swift Jr EJ. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 1994;125(6):687-701.
29. Lambrechts P, Vanherle G. Structural evidences of the microfilled composites. *J Biomed Mater Res* 1983;17(2):249-60.
30. Powers JM, Ryan M, Hosking D, Goldberg A. Comparison of in vitro and in vivo wear of composites. *J Dent Res* 1983;62(10):1089-91.
31. Bayne SC. Correlation of clinical performance with 'in vitro tests' of restorative dental materials that use polymer-based matrices. *Dent Mater* 2012;28(1):52-71.
32. Stansbury JW. Curing dental resins and composites by photopolymerization. *J Esthet Restor Dent* 2000;12(6):300-8.
33. Gonçalves F, Pfeifer C, Ferracane J, Braga R. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res* 2008;87(4):367-71.
34. Bagheri R, Burrow M, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005;33(5):389-98.
35. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater* 1998;14(1):51-6.
36. Sturdevant CM, Roberson TM. The art and science of operative dentistry. 7th ed. China: Mosby Elsevier Health Science; 2018. p.170-2
37. Uluakay M, İnan H, Yamanel K, Arhun N. Kompozit rezinler ve polimerizasyon büzülmesi. *ADO Klinik Bilimler Dergisi* 2011;5(2):895-902.
38. Rodríguez HA, Kriven WM, Casanova H. Development of mechanical properties in dental resin composite: Effect of filler size and filler aggregation state. *Mater Sci Eng C* 2019;101(1):274-82.

39. Ikejima I, Nomoto R, McCabe JF. Shear punch strength and flexural strength of model composites with varying filler volume fraction, particle size and silanation. *Dent Mater* 2003;19(3):206-11.
40. Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. 2. Baskı. Quintessence Yayıncılık, Ankara, 2011; 59-83.
41. Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater* 2011;27(1):29-38.
42. Davis N. A nanotechnology composite. *Compend. contin. educ. dent.* 2003;24(9):662-9.
43. Duke ES. Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compend. contin. educ. dent.* 2003;24(5):380-2.
44. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc* 2003;134(10):1382-90.
45. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent. Clin. North Am.* 2007;51(2):379-97.
46. Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 4th ed. Missouri. Mosby Elsevier Health Science 2002; p:488-99.
47. O'brien WJ. Polymers and Polymerization. Dental materials and their selection, 3rd ed. Hanover Park, IL. Quintessence Publishing. 2002; p:74-89.
48. Ashe M, Tripp G, Eichmiller F, George L, Meiers J. Surface roughness of glass-ceramic insert-composite restorations: assessing several polishing techniques. *J Am Dent Assoc* 1996;127(10):1495-500.
49. Turssi CP, Saad J, Duarte Jr S, Rodrigues Jr AL. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 2000;13(3):136-8.
50. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent* 2003;15(5):297-304.

51. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(2):102-8.
52. Chour RG, Moda A, Arora A, Arafath MY, Shetty VK, Rishal Y. Comparative evaluation of effect of different polishing systems on surface roughness of composite resin: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent* 2016;6(2):166-70
53. Madhyastha PS, Nayak D, Srikant N, Kotian R, Bhat KM. Effect of Finishing/Polishing Techniques and Time on Surface Roughness of Silorane and Methacrylate Based Restorative Materials. *Oral Health Dent Manag* 2015;14(4):212-8.
54. Yanikoğlu ND, Sakarya RE. Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review. *J Mater Res Technol* 2020;9(5):9720-34.
55. Jung M, Voit S, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 2003;28(1):53-9.
56. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotech Histochem* 2006;81(2-3):87-97.
57. Jandt KD. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surf Sci* 2001;491(3):303-32.
58. Agrawal V, Kapoor S. Color and shade management in esthetic dentistry. *Univers Res J Dent* 2013;3(3):120-7.
59. Kuehni RG. The early development of the Munsell system. *Color Res Appl* 2002;27(1):20-7.
60. Mazumdar P, Chowdhury D. Manual of Laboratory Testing Methods for Dental Restorative Materials. 1st ed. India. John Wiley & Sons. 2021; p:95-113.

61. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):341-58.
62. Knispel G. Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. *Oper Dent* 1991;22(7):525-30.
63. Dantas LCdM, Silva-Neto JPd, Dantas TS, Naves LZ, das Neves FD, da Mota AS. Bacterial adhesion and surface roughness for different clinical techniques for acrylic polymethyl methacrylate. *Int J Dent* 2016;1(1):1-6.
64. Ertas E, Gueler AU, Yucel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater* 2006;25(2):371-6.
65. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Mar Perez Md. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015;27(1):1-9.
66. Küçükeşmen HC, Küçükeşmen Ç, Üşümez A. Yaşlandırma prosedürünün farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2010;1(2):39-47.
67. Cenci MS, Piva E, Potrich F, Formolo E, Demarco FF, Powers JM. Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials. *Braz Dent J* 2004;15(1):13-8.
68. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
69. Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y, Karezis A. Microleakage of bonded amalgam restorations: effect of thermal cycling. *Oper Dent* 2000;25(4):316-23.
70. Saboia VP, Silva FC, Nato F, Mazzoni A, Cadenaro M, Mazzotti G, Giannini M, Breschi L. Analysis of differential artificial ageing of the adhesive interface

- produced by a two-step etch-and-rinse adhesive. *Eur J Oral Sci* 2009;117(5):618-24.
71. Xie C, Han Y, Zhao X-Y, Wang Z-Y, He H-M. Microtensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling. *Oper Dent* 2010;35(5):547-55.
 72. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 2007;32(1):45-52.
 73. Mikhail SS, Schricker SR, Azer SS, Brantley WA, Johnston WM. Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials. *J Dent* 2013;41(9):771-8.
 74. Barakah HM, Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *J Prosthet Dent* 2014;112(3):625-31.
 75. Daud A, Gray G, Lynch CD, Wilson NH, Blum IR. A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. *J Dent* 2018;7(1):125-30.
 76. Montanaro L, Campoccia D, Rizzi S, Donati ME, Breschi L, Prati C, Arciola CR. Evaluation of bacterial adhesion of *Streptococcus mutans* on dental restorative materials. *Biomaterials* 2004;25(18):4457-63.
 77. Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(2):169-78.

78. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, Van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin. Oral Implants Res.* 1996;7(3):201-11.
79. Jones C, Billington R, Pearson G. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J* 2004;196(1):42-5.
80. O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. *J Dent Res* 1984;63(5):685-8.
81. Chung K-h. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 1994;10(5):325-30.
82. Stanford WB, Fan P, Wozniak WT, Stanford JW. Effect of finishing on color and gloss of composites with different fillers. *J Am Dent Assoc* 1985;110(2):211-3.
83. Yap A, Lye K, Sau C. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 1997;22(6):260-5.
84. Uctasli M, Arisu HD, Omurlu H, Eliguzeloglu E, Ozcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2007;8(2):89-96.
85. Morgan M. Finishing and polishing of direct posterior resin restorations. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004;16(3):211-7.
86. Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent* 2002;27(3):243-7.
87. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent* 1991;65(4):491-5.

88. Costa JD, 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(4):214-24.
89. 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(1):11-7.
90. Sapra V, Taneja S, Kumar M. Surface geometry of various nanofiller composites using different polishing systems: A comparative study. *J Conserv Dent* 2013;16(6):559-63.
91. Erdemir U, Sancakli HS, Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent* 2012;6(02):198-205.
92. Jung M, Eichelberger K, Klimek J. Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. *Oper Dent* 2007;32(4):347-55.
93. Gulati G, Hegde R. Comparative Evaluation of two Polishing Systems on the Surface Texture of an aesthetic material (nano-composite): A Profilometric Study. *PJSR* 2010;3(2):17-20.
94. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC. Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater* 2005;21(7):641-8.
95. 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(5):593-7

96. Turkun L, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 2004;29(2):203-11.
97. Bashetty K, Joshi S. The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *J Conserv Dent* 2010;13(1):34-8.
98. Dennis T, Zoltie T, Wood D, Altaie A. Reduced-step composite polishing systems-a new gold standard? *J Dent* 2021;112:103769.
99. Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Effects of surface conditioning on repair bond strengths of non-aged and aged microhybrid, nanohybrid, and nanofilled composite resins. *Clin Oral Investig* 2011;15(5):625-33.
100. Chadwick R. Thermocycling—the effects upon the compressive strength and abrasion resistance of three composite resins. *J Oral Rehabil* 1994;21(5):533-43.
101. Dos Santos PH, Catelan A, Albuquerque Guedes AP, Umeda Suzuki TY, de Lima Godas AG, Fraga Briso AL, Bedran-Russo AK. Effect of thermocycling on roughness of nanofill, microfill and microhybrid composites. *Acta Odontol Scand* 2015;73(3):176-81.
102. Garoushi S, Lassila L, Hatem M, Shembesh M, Baady L, Salim Z, Vallittu P. Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontol Scand* 2013;71(1):144-50.
103. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins-an in vitro study. *J Dent* 2010;38:137-42.
104. Mair L. Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *J Dent Res* 1991;70(3):215-20.

105. Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer J-M. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 1994;10(6):353-62.
106. Lopes GC, Vieira LCC, Araujo E. Direct composite resin restorations: a review of some clinical procedures to achieve predictable results in posterior teeth. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(1):19-31.
107. Van Noort R. The surface finish of composite resin restorative materials. *Br Dent J* 1984;157(1):360-4.
108. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2004;135(5):587-94.
109. Pala K, Tekce N, Tuncer S, Serim ME, Demirci M. Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach. *Dent Mater* 2016;35(2):278-89.
110. Karaarslan ES, Bulbul M, Yildiz E, Secilmis A, Sari F, Usumez A. Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2013;32(1):58-67.
111. Lee Y-K, Yu B, Lim H-N, Lim JI. Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *J Appl Oral Sci* 2011;191(1):54-60.
112. Aydın N, Karaoğlu S, Ersöz B. Effect of Modeling Liquid Use on Color and Whiteness Index Change of Composite Resins. *Cumhuriyet Dent J* 2022;25(1):119-23.
113. De Abreu JLB, Sampaio CS, Benalcazar Jalkh EB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent* 2021;33(2):269-76.

114. Durand LB, Ruiz-López J, Perez BG, Ionescu AM, Carrillo-Pérez F, Ghinea R, Perez MM. Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula. *J Esthet Restor Dent* 2021;33(6):836-43.
115. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003;24(4):655-65.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Sanem SAYGIN

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Bilgileri

Mezun Olduğu Okullar		Yıllar
Lise	Nafi Güral Fen Lisesi, Kütahya	2009-2013
Lisans	Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Konya	2013-2018
Uzmanlık	Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi A.D, Eskişehir	2019-Halen

Yayın ve Bildiriler

1: Sağlık Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, 2021/Eylül; (Cilt 3): Biyoaktif Materyaller

2: Post Kor ile Tedavi Edilecek Dişin Kök Kanalından Kalsiyum Silikat Simanın Uzaklaştırılması: Bir Vaka Sunumu, Restoratif Diş Hekimliği Derneği 23. Uluslararası Kongresi (2019)