

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI DİŞ MACUNLARI UYGULANAN KOMPOZİT
REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
STABİLİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİN YAŞLANDIRMA
ETKİSİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Begüm TAVAS

**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 DİŞ MACUNLARI UYGULANAN KOMPOZİT
REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
STABİLİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİN YAŞLANDIRMA
ETKİSİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Begüm TAVAS

**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 202045A228 proje kodu ile desteklenmiştir.**

**ESKİŞEHİR
2022**

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI DİŞ MACUNLARI UYGULANAN KOMPOZİT
REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
STABİLİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİN YAŞLANDIRMA ETKİSİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Begüm TAVAS

Tez Savunma Tarihi : 16/08/2022

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

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 DİŞ MACUNLARI UYGULANAN KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNDEKİ DEĞİŞİMİN YAŞLANDIRMA ETKİSİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı araştırmayı danışmanım **Prof. Dr. Batu Can YAMAN**’ın rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığımı; çalışma protokolü ve 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.

Begüm TAVAS

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kompozit Rezınlerin Yapısı	3
2.2. Güncel Kompozit Rezınler	5
2.3. Diş Macunları ve İçeriğı	6
2.4. Fırçalama Simülatörü	10
2.5. Yaşlandırma Yöntemleri	11
2.5.1. Suda Bekletme	11
2.5.2. pH Döngüsü ile Yaşlandırma	11
2.5.3. Mekanik Oklüzal Yükleme ile Yaşlandırma	11
2.5.4. Ultraviyole ile Yaşlandırma	12
2.5.5. Otoklav ile Yaşlandırma	12
2.5.6. Hızlandırılmış Yapay Yaşlandırma	12
2.5.7. Termomekanik Yaşlandırma	12
2.5.8. Termal Siklus ile Yaşlandırma	13
2.6. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri	13
2.6.1. Profilometre	13
2.6.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	14
2.6.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	14
2.7. Renk Analiz Sistemleri	16
2.7.1. Munsell Renk Sistemi	16
2.7.2. CIE L*a*b* Renk Sistemi	17
2.7.3. CIEDE 2000 Renk Sistemi	18
2.8. Renk Ölçüm Yöntemleri	19
2.8.1. Görsel Renk Ölçümü	19
2.8.2. Aletli Renk Ölçümleri	20

2.8.2.1. Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri	20
2.8.2.2. Kolorimetre	20
2.8.2.3. Spektrofotometre	20
2.8.2.4. Spektroradyometre	21
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1. Örneklerin Hazırlanması	28
3.2. Örneklerin Bitim ve Cila İşlemlerinin Uygulanması	30
3.3. Kompozit Resin Grupların Oluşturulması	31
3.4. Örneklerin Fırçalama Simülatörü Cihazı ile Fırçalama İşleminin Yapılması	31
3.5. Örneklerle Termal Siklus Uygulaması	32
3.6. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi	33
3.7. Örneklerin Renk Değişimlerinin Ölçülmesi	33
3.8. Örneklerin Yüzey Özelliklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi	34
3.9. Örneklerin Yüzey Özelliklerinin Atomik Kuvvet Mikroskobu ile Değerlendirilmesi	35
4. BULGULAR	36
4.1. Profilometre Analizi	36
4.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi	38
4.3. AFM Analizi	45
4.4. Spektrofotometre Analizi	47
5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇLAR	60
KAYNAKLAR	62
EKLER	79
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	79

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tez çalışmam boyunca akademik bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan; sabrı, hoşgörüsü ve güler yüzünü esirgemeyen, çok kıymetli danışman hocam ve Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Batu Can Yaman'a

Uzmanlık eğitimim boyunca desteğini hep hissettiğim, bilgi ve yeteneğine çok güvendiğim, önceleri kıdemlim, şimdi ise hocam Sayın Öğr. Gör. Hatice Tepe'ye,

En başından beri birlikte çalıştığım, hep yanımda olan eş kıdemlim, ikizim Sanem Saygın'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım Restoratif Diş Tedavisi asistan ve hemşirelerine,

Kliniğimizin gülen yüzü, neşesi Serhat Yıldırım'a,

Tüm hayatım boyunca beni her durumda destekleyen, seven canım aileme,

Son olarak da bütün tez yazma sürecini birlikte yürüttüğüm ve bu süreci bana daha katlanılabilir kılan, yüzümü güldüren Berker Altuntaş'a

Sonsuz Teşekkürlerimle.

Begüm TAVAS

ÖZET

Farklı Diş Macunları Uygulanan Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesindeki Değişimin Yaşlandırma Etkisiyle Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı; 2 ayrı diş macunuyla fırçalanan, farklı doldurucu içeren kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesindeki değişimin termal yaşlandırma etkisiyle değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metot: Üretici firmaların talimatlarına göre 2 mm kalınlık 10 mm çap olacak şekilde, 20 adet Charisma Smart (Kulzer Dental, Almanya), 20 adet Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya) olmak üzere toplam 40 adet numune hazırlandı. Farklı markadan elde edilen kompozit rezinler de kendi içinde 2 gruba ayrıldı. Ayrılan alt gruplardan biri Sensodyne Naneli (Sensodyne GSK, Birleşik Krallık) ile, diğer grup ise Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı (Colgate Palmolive, ABD) ile fırçalamaya tabi tutuldu. t_0 zaman diliminde herhangi bir fırçalama ve termal siklus uygulanmadı. t_1 için 1 yıllık fırçalama işlemine karşılık gelen 10000 siklus fırçalama simülasyonu ve 10000 siklus termal döngü uygulandı. t_5 için ise 5 yıllık fırçalama işlemine karşılık gelen 50000 siklus fırçalama simülasyonu ve 50000 siklus termal döngü uygulandı. Bütün numunelerin t_0 , t_1 ve t_5 zamanlarında profilometre ve spektrofotometre ölçümleri yapıldı. Her gruptan birer numunenin de SEM ve AFM incelemeleri yapıldı. Verilerin incelenmesinde tek yönlü varyans analizi ve TUKEY testi kullanıldı.

Bulgular: Yüzey pürüzlülüğü incelemesinde, gruplar arasında sadece t_5 zaman diliminde anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Omnichroma Colgate ve Omnichroma Sensodyne gruplarının yüzey pürüzlülüğü, Charisma Sensodyne grubundan daha yüksektir. Farklı RDA değerine sahip Sensodyne Naneli ve Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı diş macunlarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi karşılaştırıldığında ise anlamlı fark bulunamamıştır.

Renk değişimi incelemesinde; ΔE t_0 - t_1 zaman diliminde gruplar arasında anlamlı fark vardır ($p<0.01$). Omnichroma Colgate grubu ortalaması diğer gruplardan daha yüksektir. Charisma Sensodyne ve Omnichroma Sensodyne gruplarının ortalaması Charisma Colgate grubundan yüksektir. ΔE t_0 - t_5 zaman diliminde de gruplar arasında anlamlı fark vardır ($p<0.01$). Omnichroma Colgate grubu ortalaması diğer gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Omnichroma Sensodyne grubu ortalaması, Charisma Sensodyne ve Charisma Colgate gruplarından anlamlı derecede daha yüksektir. Farklı RDA değerine sahip Sensodyne Naneli ve Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı diş macunlarının renk stabilitesine etkisi karşılaştırıldığında ise anlamlı fark bulunamamıştır.

Sonuç: Çalışmanın sonucunda; t_5 zaman diliminde suprananosferik Omnichroma kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü submikrohibrit Charisma Smart kompozit rezinden daha yüksek bulunmuştur. Renk değişimine bakıldığında bütün zaman dilimlerinde Omnichroma'nın renk stabilitesi Charisma Smart'tan daha düşüktür. Farklı RDA değerine sahip diş macunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesine etkilerinde anlamlı fark bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Atomik kuvvet mikroskobu, fırçalama simülatörü, kompozit rezin, termal yaşlandırma, yüzey pürüzlülüğü

ABSTRACT

Evaluation of the Change in Surface Roughness and Color Stability of Composite

Resins Applied with Different Toothpastes by the Effect of Aging

Aim: The aim of this study; Evaluation of the change in surface roughness and color stability of composite resins containing different fillers, brushed with 2 different toothpastes, with the effect of thermal aging.

Materials and Methods: A total of 40 samples, 20 Charisma Smart (Kulzer Dental, Germany) and 20 Omnicroma (Tokuyama Dental, Japan) samples, were prepared according to the instructions of the manufacturers, with a thickness of 2 mm and a diameter of 10 mm. Composite resins obtained from different brands were also divided into 2 groups. One of the separated subgroups was brushed with Sensodyne Fresh Mint (Sensodyne GSK, UK) and the other group was scrubbed with Colgate 2-in-1 Whitening (Colgate Palmolive, USA). No brushing or thermal cycle was applied in the t_0 time period. For t_1 , 10000 cycles of brushing simulation and 10000 cycles of thermal cycling, corresponding to 1 year brushing, were applied. For t_5 , 50000 cycles of brushing simulation and 50000 cycles of thermal cycling, corresponding to a 5-year brushing process, were applied. Profilometer and spectrophotometer measurements of all samples were made at t_0 , t_1 and t_5 times. Scanning electron microscopy and atomic force microscopy examinations were performed on one sample from each group. One-way analysis of variance and TUKEY test were used to analyze the data.

Results: In the examination of surface roughness, a significant difference was found between the groups only in the t_5 time period ($p < 0.05$). Surface roughness of Omnicroma Colgate and Omnicroma Sensodyne groups is higher than Charisma Sensodyne group. When the effects of Sensodyne Mint and Colgate 2-in-1 Whitening toothpastes with different RDA values on the surface roughness were compared, no significant difference was found.

In the color change examination; There was a significant difference between the groups in the $\Delta E_{t_0-t_1}$ time frame ($p < 0.01$). The mean of the Omnicroma Colgate group is higher than the other groups. The average of Charisma Sensodyne and Omnicroma Sensodyne groups is higher than the Charisma Colgate group. There was also a significant difference between the groups in the $\Delta E_{t_0-t_5}$ time period ($p < 0.01$). The mean of the Omnicroma Colgate group was significantly higher than the other groups. Omnicroma Sensodyne group mean was significantly higher than Charisma Sensodyne and Charisma Colgate groups. When the effect of Sensodyne Mint and Colgate 2-in-1 Whitening toothpastes with different RDA values on color stability were compared, no significant difference was found.

Conclusion: As a result of the study; The surface roughness of the suprananospheric Omnicroma composite resin was higher than that of the submicrohybrid Charisma Smart composite resin in the t_5 time period. When looking at the color change, the color stability of Omnicroma is lower than Charisma Smart in all time periods. No significant difference was found in the effects of toothpastes with different RDA values on surface roughness and color stability.

Keywords: Atomic force microscope, brushing simulator, composite resin, surface roughness, thermal aging.

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAA : Hızlandırılmış Yapay Yaşlandırma

AFM : Atomik Kuvvet Mikroskobu

Bis GMA : Bisfenol Glisidil Metakrilat

Bis-EMA : Etoksilatlı Bisfenol-A Dimetakrilat

GPDM : Gliserofosfat Dimetakrilat

HEMA : Hidroksi Etil Metakrilat

ppm : Parts Per Million

RDA : Relative Dentin Abrasivity

RGB : Kırmızı Yeşil Mavi

SEM : Taramalı Elektron Mikroskobu

SLS : Sodyum Lauril Sülfat

TEGDMA : Trietilenglikol Dimetakrilat

UDMA : Üretan Dimetakrilat

UTMA : Üretan Tetrametakrilat

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Piyasada bulunan diş macunlarının RDA değerleri	8
Şekil 2.2. Munsell Renk Sistemi.....	16
Şekil 2.3. CIE L*a*b* Renk Sistemi	18
Şekil 3.1. Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya)	23
Şekil 3.2. Charisma Smart(Kulzer Dental, Almanya).....	24
Şekil 3.3. Sensodyne Naneli(Sensodyne GSK, Birleşik Krallık)	24
Şekil 3.4. Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı(Colgate Palmolive, ABD)	25
Şekil 3.5. Twist Diacomp Plus (Eve Earnst Vetter GmbH, Almanya)	25
Şekil 3.6. Polisaj Patı(SDI Limited, Avusturalya)	26
Şekil 3.7. Jiffy keçi kılı fırça (Ultradent Product, ABD)	26
Şekil 3.8. Colgate Extra Clean 1+1 (Colgate Palmolive, ABD).....	27
Şekil 3.9. Dentsply Sirona SmartLite Focus (Dentsply Sirona, ABD)	27
Şekil 3.10. Numune hazırlamada kullanılan metal kalıp, lam ve mylar strip	28
Şekil 3.11. Kompozit rezinin metal kalıba yerleştirilmesi	29
Şekil 3.12. Numunenin polimerize edilmesi	29
Şekil 3.13. Hazırlanan kompozit rezin numune.....	30
Şekil 3.14. Esetron MTB 100 Fırçalama Simülatörü.....	32
Şekil 3.15. Esetron Termal Siklus Cihazı.....	33
Şekil 3.16. VITA Easyshade V	34
Şekil 4.1. t_0 zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	39
Şekil 4.2. t_0 zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	40
Şekil 4.3. t_1 zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	41

Şekil 4.4.	t_1 zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	42
Şekil 4.5.	t_5 zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	43
Şekil 4.6.	t_5 zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri.....	44
Şekil 4.7.	t_0 zaman diliminde, 5x5 μm alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri.....	45
Şekil 4.8.	t_1 zaman diliminde, 5x5 μm alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri.....	46
Şekil 4.9.	t_5 zaman diliminde, 5x5 μm alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri.....	47

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Kompozit Rezinlerin Sınıflaması.....	4
Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller	22
Tablo 3.2. Kompozit Rezin Grupları	31
Tablo 4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri	36
Tablo 4.2. Gruplara ve zamanlara göre ortalama R_a değerleri dağılımı	38
Tablo 4.3. Bütün grupların zamanlara göre ortalama ΔE değerleri ve standart sapmaları.....	48
Tablo 4.4. Ortalama ΔE değerlerinin zamana göre dağılım grafiği	49

1. GİRİŞ

Günümüzde artan estetik talepler ve modern diş hekimliğindeki gelişmelerle birlikte kompozit rezinlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Başarılı ve kabul edilebilir bir restorasyonda yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi çok önemlidir. Kompozit rezinin doldurucu miktarı ile büyüklüğü, yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini etkilemektedir. Yüzey pürüzlülüğü arttıkça plak birikimi artar ve buna bağlı olarak renk değişimi görülür.¹ Doldurucu miktarı az olan kompozit rezinlerde renk değişimi daha fazla görülmektedir.² Gelişen teknolojiyle birlikte kompozit rezinlerin içerisine nanopartiküler eklenmiştir. Bu sayede kompozit rezinlerin cilalanabilirlik ve parlaklıkları artmıştır.³

Ağız hijyeni uygulamaları ve termal değişimler de yüzey özelliklerini ve rengi etkilemektedir. Kullanılan diş macununun aşındırıcılık değerini gösteren Relative Dentin Abrasivity (RDA) da yüzey pürüzlülüğünü etkileyen bir diğer faktördür. Yapılan çalışmalar yüksek RDA değerine sahip macun kullanımının kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü ve aşınmasını arttırdığını göstermiştir.¹

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde en sık kullanılan cihazlar; optik ve mekanik profilometreler, Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)'dur.⁴

Renk uyumu restorasyonların başarısını ve hasta memnuniyetini etkilemektedir. Yeni geliştirilen akıllı monokromatik renk teknolojisi sayesinde, farklı renk kompozit rezin ve renk seçim ihtiyacı ortadan kalkmış, buna bağlı olarak hasta başında geçirilen

süre kısalmıştır.⁵ Bu amaçla üretilen kompozit rezinler herhangi bir renk pigmenti olmadan renk eşleşmesi sağlamaktadır.²

Yapılan restorasyonların ömrünü belirleyen en önemli faktörlerden birisi renk stabilitesidir. Ağız içi termal değişimler, beslenme alışkanlıkları, oral hijyen, sigara, restoratif materyalin yapısı renk değişimini etkilemektedir.²

Bu çalışmanın amacı; farklı doldurucu partiküller içeren kompozit rezinlerin, laboratuvar ortamında, farklı RDA değerine sahip diş macunları ile fırçalama simülatöründe fırçalanması ve ağız içi termal değişiklikleri yansıtan termal siklus uygulaması sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk değişiminin in vitro olarak incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Resinlerin Yapısı

Kompozit rezinler; organik faz, inorganik faz, ara faz ve başlatıcı-hızlandırıcı sistem olarak dört fazdan meydana gelmektedir.⁶

Organik fazı oluşturan monomerler, polimerize olmamış kompozit resinin akıcılığından sorumludur. Organik fazda çoğunlukla dimetakrilat monomerleri bulunmaktadır.⁶ Kompozit rezinde monomer olarak başlıca bisfenol glisidil metakrilat (BisGMA) bulunmakla birlikte, trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA), etoksilatlı bisfenol-A-dimetakrilat (Bis-EMA), üretan dimetakrilat (UDMA) ve üretan tetrametakrilat (UTMA) da bulunmaktadır.⁷ Kompozit resinin kendiliğinden polimerize olmasını engellemek ve kullanım ömrünü artırmak için fenol türevi bileşikler inhibitör görevi görmektedir.⁸

İnorganik fazın içeriğindeki inorganik doldurucu partiküller, kompozit resinin fiziksel ve mekanik açıdan etkiler. Partikül miktarının artması, polimerizasyon büzülmesini azaltıp daha estetik sonuçlar vermektedir.⁹ Ayrıca resin matriks içerisinde kuartz, alüminyum silikat, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko, yitrium ve zirkonyum cam gibi doldurucu partiküller dağılmış şekilde bulunmaktadır.¹⁰

Organik ve inorganik faz arasındaki kimyasal bağlantıyı ara faz oluşturur. Bu bağlantıyı oluşturan silanlar organik silisyum bileşiğidir.¹⁰ Silanlar bir taraftan organik fazdaki metakrilat ile kovalent bağ kurarken, bir taraftan da doldurucu partiküllerin

yüzeyindeki hidroksil gruplarına bağlanmaktadır.¹¹ Silan ve organik matriks arasında meydana gelen güçlü kovalent bağ, mekanik özelliklere olumlu etki yapmaktadır.¹²

Işıkla polimerize olan kompozit rezinlerde aktivasyon, yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışığın başlatıcı kamferokinon tarafından absorbe edilmesiyle sağlanmaktadır. Organik amin varlığı bu reaksiyonu hızlandırır.⁶

Kimyasal polimerize olan kompozit rezinler 2 pat şeklindedir. Birinde bulunan benzoil peroksit başlatıcı görevi görürken, diğindeki tersiyer amin aktivatördür. Kimyasal polimerizasyon oda ısısında gerçekleşmektedir.⁶ Kompozit rezinlerin sınıflandırılması Tablo 2.1 'deki gibidir.¹⁰

Tablo 2.1. Kompozit Resinlerin Sınıflaması¹⁰

	Kompozit Resin	Partikül Büyüklüğü	Partikül % (ağırlıkça)
İnorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdelere göre	Megafil	50-100 µm	
	Makrofil	10-100 µm	%70-80
	Midifil	1-10 µm	%70-80
	Minifil	0.1-1 µm	%75-85
	Mikrofil	0.01-0.1 µm	%35-60
	Hibrit	0.04-1 µm	%35-80
	Nanofil	0.005-0.01 µm	%72-87
Viskozitelerine göre	Kondanse olabilen kompozit rezinler		Akışkan kompozit rezinler

Polimerizasyon yöntemlerine göre	Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler
	Işık ile polimerize olan kompozit rezinler
	Hem ışık hem kimyasal olarak polimerize olabilen kompozit rezinler

2.2. Güncel Kompozit Resinler

Yakın zamanda piyasaya sürülen güncel kompozit resinlere; nanokompozit resinler, siloran esaslı kompozit resinler, bulk fill kompozit resinler, self-adeziv kompozit resinler, ormoserler, fiberle güçlendirilmiş kompozit resinler ve akıllı monokromatik kompozit resinler örnek olarak gösterilebilir.¹³

Nano kompozit resinlerin fiziksel özellikleri ve aşınma direnci hibrit ve mikrohibrit kompozit resinlerle benzerken; yüksek translüsensi ve pürüzsüzlük özellikleri de mikrofil kompozit resinlere benzemektedir. Bu sayesinde anterior ve posterior restorasyonlarda nano kompozit resin kullanımı önerilmektedir.¹⁴

Siloran esaslı kompozit resinler; hidrofobik olduğu için dış renklenmelere daha dirençlidir.¹⁵ Azalmış su emilimi, difüzyon katsayısı ve çözünürlük sayesinde; kenar sızıntısı, renklenme, sekonder çürük oluşumu, mikro çatlak, tüberkül kırığı, post operatif hassasiyet gibi sorunlar daha az görülmektedir.^{15, 16}

Bulk fill kompozit resinlerin; derin ve geniş kavitelerde 4 mm'ye kadar tek tabaka olarak yerleştirilip klinik çalışma süresini kısaltması hekimler için önemli avantajdır.¹⁷ Yapısındaki baryum ve ytterbiyum radyoopasiteyi arttırarak, ışık cihazı etkisinin derinlere ulaşmasını sağlamaktadır.¹⁸

Self-adeziv kompozit rezinler; ekstra bir adeziv uygulaması gerektirmemekle birlikte; servikal lezyonlar, porselen tamiri, minimal sınıf I ve V kavitelere kullanılmaktadır. İçerisinde, mine ve dentini pürüzlendiren fonksiyonel monomer GPDM(gliserofosfatdimetakrilat), dentinin ıslanabilirliği ve rezin penetrasyonunu arttıran HEMA(hidroksietil metakrilat) bulunmaktadır.¹⁹

Ormoserler; organik modifiye seramik kelimelerinin ilk hecelerinden oluşmaktadır. Ormoserde çok fonksiyonlu ürethan ile tioeter oligo metakrilat alkoksilanın inorganik-organik kopolimeri oluşur. Aşınmaya olan dirençleri geleneksel kompozit rezinlerden daha yüksektir. Ayrıca düşük polimerizasyon büzülmesi, biyouyumluluk ve çürüğe karşı koruyuculuk gibi avantajları bulunmaktadır.²⁰

Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler; rezin matrikste bulunan fiber sayesinde dentinin stres absorbe etme özelliğini taklit edip, madde kaybı fazla olan dişlerin restorasyonuna ve splint uygulamalarına imkan sağlamaktadır. Fiberlerin, kompozit rezinde çatlak oluşumunu engellediği veya ilerlemesini durdurduğu bildirilmiştir.²¹

Akıllı monokromatik kompozit rezinler; farklı renk kompozit rezine olan ihtiyacı azaltması, kompozit rezin israfını minimuma indirmesi, hasta başında geçen süreyi kısaltması ve renk seçimi ihtiyacını ortadan kaldırması sebebiyle günümüzde diş hekimlerinin tercihi olmaktadır.²²

2.3. Diş Macunları ve İçeriği

Diş macunlarının içeriğinde; aşındırıcılar, deterjanlar, nemlendiriciler, koku ve tat maddeleri, koruyucu maddeler, bağlayıcılar ve ayırt edici ajanlar bulunur.²³

Macunların yapısında %10-40 oranında aşındırıcı bulunmaktadır. Bu aşındırıcılar leke ve plağı kaldırıp polisaj etkisi sağlar. En yaygın kullanılan aşındırıcılar; kalsiyum fosfat, silika ve alümina trihidrat partikülleridir.^{24, 25} Piyasada bulunan diş macunları aşındırıcılık değerlerine göre gruplara ayrılmaktadır. RDA diş macunlarının aşındırıcılığını kantitatif olarak ölçmeye yarayan in vitro yöntemdir.²⁶ Bu yöntem radyoaktif ışınlamayla işaretlenmiş kök dentininin, diş macunuyla fırçalanması sonrası salınan ışınlanmış dentin partikülü miktarına göre hesaplama yapmaktadır.²⁷ Her diş macununun, dişin ve restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğünü ve aşınmasını etkileyen bir RDA değeri vardır.^{1, 28, 29} RDA diş macunlarının aşındırıcılığını değerlendirmek için altın standarttır, macunların içeriğindeki aşındırıcıların boyut ve yüzey yapısına bağlıdır.^{28, 30} Diş macunlarının RDA değerleri, 0-250 arasında değişkenlik göstermektedir. 0-70 arası düşük aşındırıcılık, 71-100 arası orta aşındırıcılık, 101-150 arası yüksek aşındırıcılık ve 151-250 arası zararlı sınır olarak kabul edilmektedir. Piyasada bulunan diş macunlarının RDA değeri şekil 2.1’de gösterilmektedir.³¹

RDA	Toothpast Name	RDA	Toothpast Name
4	Toothbrush with plain water	100	Sensodyne Tartar Control Whitening
7	Plain baking soda	101	Natural White
8	Arm & Hammer Tooth Powder	103	Arm & Hammer Sensation
15	Weleda Salt Toothpaste	104	Sensodyne Extra Whitening
30	Elmex Sensitive Plus	106	Arm & Hammer Advance White
30	Weleda Tooth Products	107	Crest Sensitivity Protection
34	ProNamel by Sensodyne	107	Sensodyne Full Protection Whitening
35	Arm & Hammer Dental Care	110	Crest Regular
42	Arm & Hammer Advanced Whitening / Peroxide	110	Prevident 5000 Booster
45	Weleda Calendula Toothpaste	110	Colgate Herbal
45	Weleda Pink Toothpaste with Ratanhia	113	Aquafresh Whitening
45	Oxyfresh	117	Arm & Hammer Advance White Gel
48	Arm & Hammer Dental Care Sensitive	117	Arm & Hammer Sensation Tartar Control
49	Tom's of Maine Sensitive	120	Close Up with Baking Soda
52	Arm & Hammer Peroxicare Regular	124	Crest Sensitivity Whitening + Scope
53	Rembrandt Original	124	Colgate Whitening
53	CloSYS	130	Crest Extra Whitening
54	Arm & Hammer Sensitive + Whitening	133	Ultra Brite
54	Arm & Hammer Dental Care PM Bold Mint	140	Crest Pro Health Night
57	Tom's of Maine Childrens Toothpaste	142	Colgate Total Whitening
63	Colgate Sensitive Enamel Protect	145	Crest Pro Health Enamel Shield
63	Rembrandt Mint	145	Ultra Brite Advanced Whitening
65	ClinPro	150	Pepsodent
68	Colgate Regular	152	Crest Sensitive Whitening
70	Colgate Total	155	Crest Pro Health
70	Arm & Hammer Advance White Sensitive	160	Colgate Total Advanced Fresh
70	Colgate 2-in-1 Fresh Mint	162	Crest Pro Health Whitening
78	Biotene	165	Colgate Tartar Control
79	Sensodyne	168	Arm & Hammer Dental Care PM Fresh Mint
80	Close Up	176	Nature's Gate paste
83	Colgate Sensitive Max Strength	200	Colgate 2-in-1 Tartar Control / Whitening
84	Tom's of Maine	200	FDA upper limit
85	Dentisse	250	ADA upper limit
85	Rembrandt Intense Stain		
87	Nature's Gate		
90	Sensodyne Fresh Mint		
91	Aquafresh Sensitive		
92	Sensodyne Cool Gel		
93	Tom's of Maine		The RDA Table:
94	Rembrandt Plus	0-70	Low Abrasive
94	Sensodyne Fresh Impact	71-100	Medium Abrasive
95	Oxyfresh with Fluoride	101-150	Highly Abrasive
100	Sensodyne Original	151-250	Regarded as Harmful Limit

*The data from this chart was compiled from various sources including independent research and company literature.

Şekil 2.1. Piyasada bulunan diş macunlarının RDA değerleri ³¹

Deterjanlar; diş macunlarında %1-3 oranında bulunmaktadır. Köpürme etkisiyle macunun ağızda kalmasına yardımcı olup yüzey gerilimini düşürerek temizliği kolaylaştırır. En sık kullanılan deterjanlar; sodyum lauril sülfat (SLS), sodyum N-lauril sarkosinat, sodyum alkali sülfosfattır. ³²

Nemlendiriciler; %20-70 oranında bulunmaktadır. Diş macununun hava ile temasıyla kurumasını önleyip, nemli yapıyı korur. En sık kullanılan nemlendiriciler; gliserin, propilen glikol ve sorbitoldür.³³

Koku ve tat maddeleri; diş macunlarının koku ve tadını iyileştirmede önemli role sahiptir. Koku maddesi olarak, nane, karanfil, tarçın, ökaliptüs ve limon kullanılmaktadır.³⁴ Diş macunlarının içeriğindeki kimyasallar ile sentetik tatlandırıcıların kimyasal uyumu önemlidir. En yaygın kullanılan tatlandırıcılar; sakkarin, ksilitol, sorbitoldür.³³

Koruyucu maddeler; %0.05-0.5 oranında bulunmaktadır. Diş macununu bakteriyel kontaminasyona karşı korur. En sık kullanılanlar; sodyum benzoat, etil paraben, metil paraben, formaldehit ve diklorofendir.³⁵

Bağlayıcılar; diş macununda %1-2 oranında bulunan, macuna kıvam veren hidrofilik maddelerdir. En yaygın kullanılan bağlayıcılar; ksantum sakızı, kolloidler ve sentetik selülozlardır.³⁶

Ayırt edici ajanlar içerisinde bulunan florid, çürük önleyici özelliğiyle bilinir. Floridler diş macunlarının içerisinde en sık sodyum florid, sodyum monoflorofosfat, kalay florid, amin florid, ve potasyum florid olarak bulunmaktadır. Piyasadaki diş macunlarının çoğunda 1000-1500 parts per million (ppm) flor iyonu bulunmaktadır.^{37,38}

Beyazlatıcı diş macunları; dişi beyazlatarak veya macunun temizlik etkinliğini artırarak etki göstermektedir. Diş yüzeyindeki pigmentli biyofilm ve kromoforları mekanik olarak uzaklaştıran bileşikler; hidrojen peroksit, karbomit peroksit, sodyum bikarbonat, kalsiyum karbonat, alüminyum oksit, hidrate silika, 60 dikalsiyum fosfat

dihidrat, kalsiyum pirofosfat ve perlittir. Bazı diş macunları, yüzeydeki lekeleri kaldırarak diş rengini açmaktadır. Macun içeriğindeki titanyum dioksit partikülleri, diş yüzeyindeki çukurcukları doldurup illüzyon etkisiyle dişin daha beyaz görünmesini sağlamaktadır.^{39,}

40

Hassasiyet giderici diş macunları; dentin tübüllerini tıkayarak veya sinir desentizasyonu ile dentin lenfinin hareketini önleyerek hassasiyet oluşumunu engellemektedir. Piyasada bulunan macunlardan potasyum içerikli olanlar sinir depolarizasyonu ile etki gösterirken, stronsiyum florür, kalay florür, arjinin ve kalsiyum sodyum fosfosilikat gibi bileşikler içeren diş macunları da bloke edici etkinlik göstermektedir.^{41, 42}

Antitartar diş macunları; supragingival plağın mineralize olarak diş taşına dönüşümünü engellemektedir. Bu etkinliklerini pirofosatlar, fosfatlar, polivinil eter ve çinko tuzları sayesinde gerçekleştirmektedir. Pirofosfatlar, kalsifikasyonu önleyerek kalsiyum fosfat çökmesini durdururlar. Piyasadaki antitartar diş macunları genellikle %3-3.3 oranında pirofosfat içermektedir.⁴⁰

2.4. Fırçalama Simülatörü

Standart kuvvet altında, belirlenen hareket ve frekansta diş fırçalama simülasyonu yapmaya olanak sağlayan cihazlardır. Farklı simülatör tasarımları aşındırıcılık üzerinde farklı etkinlikler göstermektedir. Yapılan bir çalışmada, karşılaştırılan 4 fırçalama simülatörü arasında, örnekler arası daha az değişkenlik göstermesi sebebiyle dairesel hareketlerle fırçalama simülasyonu yapan cihazın daha tercih edilebilir olduğu

gösterilmiştir.⁴³ Yapılan araştırmalara göre, fırçalama simülatöründe yapılan her 10000 siklus 1 yıllık fırçalamaya karşılık gelmektedir.⁴⁴

2.5. Yaşlandırma Yöntemleri

2.5.1. Suda Bekletme

Ağız ortamını laboratuvar koşullarına aktarabilmek için örnekleri 37°C’de suda bekletme yöntemidir. Birçok in vitro çalışmada distile/deiyonize suyla yaşlandırma metodu kullanılmıştır. Son dönemlerdeki araştırmalarda ise yapay veya doğal tükürükle yaşlandırma yöntemi tercih edilmiştir. Yapay tükürük insan tükürüğünde bulunan birçok organik bileşeni içermemesine rağmen çalışmalar arasında tutarlılık sağladığı için kullanım avantajına sahiptir.⁴⁵

2.5.2. pH Döngüsü ile Yaşlandırma

Ağız ortamının pH değeri gün içinde birçok etken sebebiyle değişmektedir. Birçok in vitro çalışmada, ağız içi koşulların restoratif materyalin üzerindeki etkisini değerlendirmek için pH döngüsü ile yaşlandırma metodu kullanılmıştır.⁴⁶

2.5.3. Mekanik Oklüzal Yükleme ile Yaşlandırma

Çiğnemeyle gerçekleşen dinamik veya statik kuvvetlerin etkisini taklit eden yaşlandırma yöntemidir.⁴⁷

2.5.4. Ultraviyole ile Yaşlandırma

Ultraviyole ile yaşlandırma kompozit rezinlerin renk stabilitesini test etmek için kullanılmaktadır. Ultraviyole ışık ile renk değişimi, aktivatörlerdeki, başlatıcı sistemdeki ve kompozit rezinin kendisindeki kimyasal değişimlerle açıklanmaktadır.⁴⁸

2.5.5. Otoklav ile Yaşlandırma

Otoklav ile yaşlandırma numunelerin mekanik özelliklerinin bozulmasını değerlendirmektedir.⁴⁹

2.5.6. Hızlandırılmış Yapay Yaşlandırma

Hızlandırılmış yapay yaşlandırma (accelerated artificial aging)(AAA), numunelerin ultraviyole ışına, neme ve ani sıcaklık değişimlerine uzun süreli maruz bırakılmasıyla test edilmektedir.⁵⁰

2.5.7. Termomekanik Yaşlandırma

Ağız ortamında dişler devamlı olarak sıcaklık değişimlerine ve oklüzal streslere maruz kalmaktadır.⁵¹ Termomekanik yaşlandırma; termal siklus ile birlikte uygulanan oklüzal kuvvet altında klinik koşulları etkili şekilde yansıtan bir uygulamadır.

2.5.8. Termal Siklus ile Yaşlandırma

Ağız ortamında yeme, içme ve soluma gibi günlük faaliyetlerle sıcaklık değişimleri olmaktadır. Termal siklus, fizyolojik yaşlanmayı taklit etmek için kullanılan en yaygın uygulamalardandır. Bu uygulama ağız boşluğunda meydana gelen termal değişimleri yansıtmak için sıcak ve soğuk su tanklarında tekrarlanan bir döngüdür.⁵² Yapılan bir çalışmada ağız içi ortalama en düşük sıcaklık 5°C, en yüksek ise 55°C olarak bulunmuştur. Bir günde ortalama 20-50 kere gerçekleşen termal döngü, yıllık ortalama 10000 döngüye karşılık gelmektedir.⁵³

2.6. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmede profilometre kantitatif (sayısal), SEM kalitatif (nitel) ölçümler vermektedir. Ayrıca son yıllarda AFM ile de yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmektedir.⁴

2.6.1. Profilometre

Mekanik (kontakt) ve optik (non kontakt) olmak üzere iki çeşit profilometre vardır.

Mekanik profilometre iki boyutlu ölçüm yapmaktadır. Elmas bir uç yardımıyla, belirlenen doğrultuda X eksenini boyunca hareket edip, cihazın dönüşüm sistemini referans olarak hesaplama yapmaktadır. Bu yüzden incelenen yüzey ile sensörün okuma eksenini paralel olmalıdır.⁵⁴ Mekanik profilometrelerin dijital ve analog sistemler ile kaydettiği değerlerden;

R_a ; bütün yüzey düzensizliklerinin mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını

R_{max} ; en derin ve en yüksek nokta arası mesafeyi

R_z ; 5 en derin ve 5 en yüksek nokta arası mesafenin ortalamasını verir.⁵⁵

Yüzey pürüzlülüğü R_a ile ifade edilir, birimi μm 'dir ve dental materyallerin yüzey değerlendirmesinde en sık kullanılan parametredir.^{56, 55}

Optik profilometre yüzey ile temas olmadan, optik ışın yardımıyla üç boyutlu ölçüm yapmaktadır. Cihaz belirlenen referans noktası ve yüzey noktaları arası mesafeyi ölçerek çalışmaktadır.⁵⁴

2.6.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Taramalı elektron mikroskobu yüzey kusurlarını iki boyutlu değerlendirmede yaygın olarak kullanılır.⁴ İncelenecek yüzeye gönderilen elektron demetiyle numune yüzeyindeki atomların aktivitesinin dedektörler tarafından algılanması ve bilgisayar ortamına aktarılması prensibiyle çalışır.⁵⁷ İncelenecek numune yüzeyinin iletken ve kuru olması gerekmektedir. İletken olmayan yüzeyler altın ve palladyum gibi metallerle kaplama işlemi uygulanarak iletken hale getirilmektedir.⁵⁸ SEM'in en önemli dezavantajı üç boyutlu inceleme yapılamamasıdır.⁴

2.6.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Son yıllarda yüzey pürüzlülüğünü, nanometre düzeyinde üç boyutlu topografik değerlendirmeye olanak sağlayan atomik kuvvet mikroskobu popülerlik kazanmıştır.⁴

Keskin bir uç (4-60 nm) yardımıyla numune yüzeyi taranır, kantilever uç ve yüzeyin atomlarıyla arasındaki etkileşimler kaydedilir. Bu etkileşimler Lennard-Jones potansiyeli, van der Waals kuvvetleri, kılcal kuvvetler ve sürtünme kuvvetleri vasıtasıyla olmaktadır.⁵⁹ Yüzey topografisini SEM'e göre daha detaylı verir.⁴ Ayrıca yüzey incelemesinde ek işleme ihtiyaç duyulmadığı için numune orijinal halinde kalmaktadır.⁵⁹ AFM sıvı veya hava ortamı farketmeksizin çalışabilmektedir. Başlıca dezavantajı ise yavaş ölçüm yapmasıdır.⁶⁰

AFM'nin kantilever uç ve numune arası ilişkiye göre 3 çeşit çalışma modu vardır. Bunlar;

Kontakt mod: AFM ucu ve numune yüzeyi gerçek temas halindedir. Fakat numune yüzeyinde değişikliğe sebep olup hatalı sonuçlar verebileceği için çok tercih edilmemektedir.

Non-kontakt mod: Atomik kuvvetler aracılığıyla, numune ve uç arasında temas olmadan gerçekleşen ölçümdür. Diş hekimliği çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır.

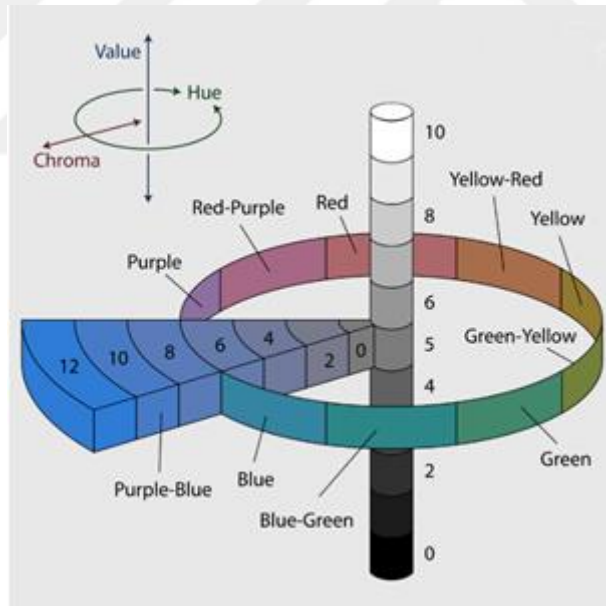
Titreşim modu: Titreşimli ucun hareketiyle faz görüntüsü elde edilmektedir. Faz görüntüsü, numune üzerindeki sürtünme, yapışma, viskozite ve elastikiyet gibi farklı özelliklere sahip alanları ayırt etmek için kullanılabilir. Bu görüntüleme modu diğerlerinden daha ayrıntılıdır.⁶¹

2.7. Renk Analiz Sistemleri

Renk parametrelerinin tanımlanmasında genellikle Munsell, CIE Lab (Commission International de l'Eclairage) ve CIEDE 2000 renk sistemleri tercih edilmektedir.

2.7.1. Munsell Renk Sistemi

1905'te A.H. Munsell tarafından geliştirilen sistemdir. Rengi hue (ton), value (parlaklık), chroma (doygunluk) olarak 3 boyutta tanımlamaktadır.⁶² Munsell renk sistemi şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Munsell Renk Sistemi ⁶³

Hue (ton); kırmızı, mavi, yeşil gibi renk çeşidi anlamına gelir. Algılanan ışığın dalga boyuyla alakalıdır. Vita renk skalasında A, B, C, D harfleriyle gösterilmektedir.⁶⁴

65

Value (parlaklık); nesneden geri dönen ışık miktarıdır.⁶² Rengin açıklığı veya koyuluğunu belirtir. Saf siyahtan saf beyaza değişen bir skaladır.⁶⁵ Düşük value değerine sahip nesneler daha koyu görünürken, yüksek value değerli nesneler daha açık görünmektedir.⁶⁴

Chroma (doygunluk); rengin doygunluğu veya yoğunluğu olarak ifade edilmektedir. Chroma ve value ters orantılıdır. Chroma arttıkça value azalır.⁶⁴

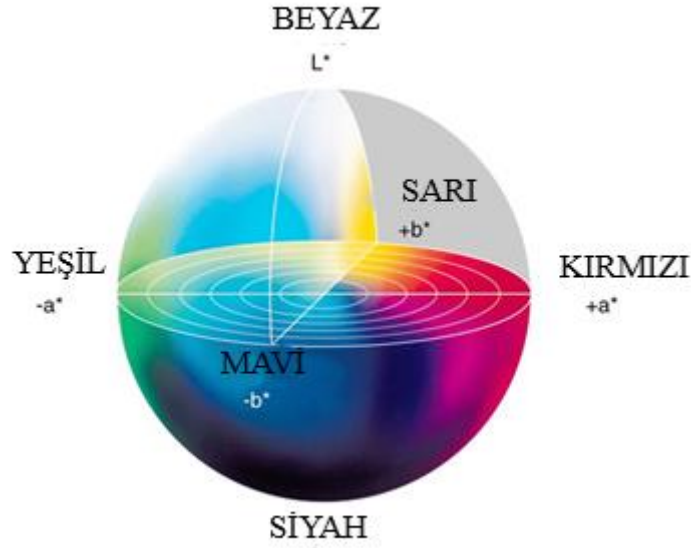
2.7.2. CIE L*a*b* Renk Sistemi

Commission Internationale de L'Eclairage (Uluslararası Aydınlanma Komisyonu) 'nu tarafından 1976 yılında geliştirilmiştir.⁶⁶ Bu sisteme göre renkler L*, a*, b* olmak üzere 3 farklı boyutta temsil edilmektedir. (şekil 2.3)

L*; rengin açıklık koyuluk ölçümüdür. 0 saf siyah 100 saf beyaza karşılık gelmektedir.

a*; kırmızı ve yeşil renk eksenidir. Pozitif a* değeri kırmızı aralığı, negatif a* değeri ise yeşil renk aralığını ifade etmektedir.

b*; sarı ve mavi renk eksenidir. Pozitif b* değeri sarı aralığı, negatif b* değeri ise mavi renk aralığını ifade etmektedir.⁶



Şekil 2.3. CIE L*a*b* Renk Sistemi⁶⁷

ΔE değeri; farklı örneklerin veya bir örneğin farklı bölgelerinin L*a*b* değerleri arasındaki farkı ifade eder. Bu değer $\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$ formülüne göre hesaplanmaktadır.⁶⁸

2.7.3. CIEDE 2000 Renk Sistemi

Commission Internationale de l'Eclairage tarafından, CIE L*a*b* sistemindeki eksiklikleri gidermek için CIEDE 2000 sistemi geliştirilmiştir. Materyalin parlaklığı, doygunluğu ve tonu gözün renk farkını algılayabilmesini etkilemektedir. Gözün ton farkını algılaması parlaklık farkını algılamasından daha kolaydır. CIEDE 2000 sistemi, gözün algısını etkileyen faktörlerde modifikasyonlar yaparak daha doğru renk değişimi hesaplamak amacıyla geliştirilmiştir.^{69, 70} Bu sistemde ΔE_{00} değeri renk farklılığını vermektedir.

$$\Delta E_{00} = \{[\Delta L^* / (k_L S_L)]^2 + [\Delta C^* / (k_C S_C)]^2 + [\Delta H^* / (k_H S_H)]^2 + \Delta R\}^{1/2} \quad 71$$

ΔL , ΔC , ΔH ; işlem öncesi ve sonrası parlaklık (lightness), doygunluk (chroma) ve ton (hue) değerlerini göstermektedir.

S_L , S_C , S_H ; parlaklık, doygunluk ve tonun ağırlık fonksiyonudur. L^* , a^* , b^* koordinatlarındaki renk farkı çiftlerinin yerindeki değişiklikler için toplam renk farkı ayarlamasını yapar.

K_L , K_C , K_H ; deneysel koşullar düzeltme terimidir.

R_T ; rotasyon fonksiyonu olarak adlandırılır. Mavi alandaki doygunluk ve ton arası etkileşimi açıklayan bir fonksiyondur.⁶⁹

2.8. Renk Ölçüm Yöntemleri

2.8.1. Görsel Renk Ölçümü

Diş renginin belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Diş rengi çeşitli skalalar yardımıyla, aynı gözlemci tarafından aynı ışık kaynağı altında belirlenir. Subjektif bir yöntemdir. Günümüzde en sık VITA classic (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) renk skalası kullanılmaktadır. Işık şiddetine, gözlemcinin yaşına, psikolojik ve fizyolojik durumuna, ortam ve dişin aydınlatma şartlarına, dişin yüzey özelliklerine göre renk algısı değişebilmektedir. Ayrıca seçilen rengi CIE sistemine dönüştürmek olanaksızdır.^{68, 72}

2.8.2. Aletli Renk Ölçümleri

2.8.2.1. Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri

Teknolojinin gelişimiyle birlikte dijital kamera ve görüntüleme sistemleriyle renk ölçümleri popülerlik kazanmıştır. Bu metot, insan gözüyle belli bir dereceye kadar subjektif ölçüm gerektirmektedir. Dijital görüntünün her pikseli kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) renk değerleri ile gösterilmektedir. Bu veriler bilgisayar yazılımları aracılığıyla renk sistemlerine dönüştürülmektedir.⁷² Dişin sadece belli bir noktasının değil tüm yüzeyinin renk ölçümü yapılabilmesi en önemli avantajıdır. Ayrıca hekim ve teknisyen iletişimini de kolaylaştırır. Ancak kamera tipi ve kalitesi, ortamın ışığı gibi etkenler renk ölçümünü etkileyebilmektedir.^{72, 73}

2.8.2.2. Kolorimetre

Cisimden yansıyan renklerin görünür spektrumun kırmızı, yeşil, mavi alanlarına filtreleyerek tristimulus değerlerini ölçen ve CIE L*a*b değerlerine dönüştüren cihazlardır. Ölçümlerin tekrarlanabilir olması avantajıdır. Ancak kolorimetreler düz yüzey ölçmek için tasarlandığı için diş yüzeyi ölçümünde hatalı sonuçlar verebilmektedir.^{72, 74}

2.8.2.3. Spektrofotometre

Diş hekimliğinde renk ölçümü için en kullanışlı ve etkili cihazlardır. Bir cisimden yansıyan ışığı görünür spektrumda 1-25 nm aralıklarla ölçer, ölçülen spektral yansımayı

renk koordinatlarına (CIEXYZ, CIELAB veya CIELCH) ve çeşitli diş rengi verilerine dönüştürür.^{72, 74} Cihazda optik bir radyasyon kaynağı, ışık dağıtıcı, ölçüm sağlayan optik sistem, dedektör ve ışığın analiz için sinyale dönüşmesini sağlayan bir sistem bulunur. Crystaleye (Olympus, Tokyo, Japonya), Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), Shade-X (X-Rite, Grandville, MI), SpectroShade Micro (MHT Optic Research, Niederhasli, İsviçre) en bilinen spektrofotometrelerdir.⁷² Yapılan birçok çalışmada spektrofotometre ile renk ölçümünün görsel renk ölçümünden daha doğru sonuçlar verdiği bulunmuştur.⁶⁸ Ancak spektrofotometre, ortam ışığından ve dişin arka planından yansıyan renkten etkilenir. Ayrıca optik lens buğulanması da hatalı ölçümlere sebep olabilmektedir.⁷⁴

2.8.2.4. Spektroradyometre

Görünür spektrumda nesnelerden yayılan veya yansıyan radyometrik değerleri ölçen cihazlardır. Bu kolorimetrik değerler renk koordinatlarına dönüştürülebilir (CIEXYZ, CIELAB and CIECLH). En önemli avantajı temassız ölçüm yapması iken yüksek maliyetli olması ve kullanımda hassasiyet gerektirmesi dezavantajıdır.⁷⁴

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, Fizik Bölümü, Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 202045A228 kodlu projeye desteklenmiştir.

Çalışmada kullanılan materyallerin; isim, marka, üretici firma ve lot numaraları tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Materyal	Marka	Üretici Firma	İçindekiler	Kullanım Prosedürleri
Kompozit Rezin (LOT: 04EZ0)	Omnichroma	Tokuyama Dental, Japonya	Ağırlıkça %79 (hacimce 68) sferik silika-zirkonya doldurucular, 1,6-bisUDMA, TEGDMA, Mequinol, Dibütül hidroksil tolüen ve UV emici	400-500 nm dalga boyunda halojen veya LED ışık cihazıyla 600 mW/cm ² ışık gücüyle 20 sn
Kompozit Rezin (LOT: K010524)	Charisma Smart	Kulzer Dental, Almanya	Hacimce % 59 dolgu maddesi (0,005-10µm), Baryum, Alüminyum Florür Cam, Silisyum Dioksit	460-470 nm dalga boyunda, ışık gücü 1550-550 mW/cm ² QHT veya LED ışık cihazıyla, 2 mm için 20 sn (Opak dentinde 2 mm için 40 sn)
Diş Macunu	Sensodyne Naneli	Sensodyne GSK, Birleşik Krallık	Aqua, Sorbitol, Hidratlı Silika, Gliserin, Potasyum Nitrat, Kokamidopropil Betain, Aroma, Ksantan Sakızı, Titanyum Dioksit, Sodyum Florür, Sodyum Sakarin, Sodyum Hidroksit, Sukraloz,	

				Limonen. Sodyum Florür %0,315 w/w (1450 ppm florür)	
Diş Macunu	Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı	Colgate Palmolive, ABD		Sodyum Florür (%0.24) (%0.14 w/v Florür İyon). Aktif Olmayan Bileşenler: Su, Sorbitol, Gliserin, Hidratlı Silika, Sodyum Lauril Sülfat, Lezzet, Tetrasodyum Pirofosfat, Sodyum Sakarin, Kokamidopropil Betain, Selüloz Sakızı, Ksantan Sakızı, Titanyum Dioksit	
Bitirme ve Polisaj Spirali	Twist Plus	Diacomp	Eve Earnst Vetter GmbH, Almanya	Elmas emdirilmiş esnek spiraller	Ön polisaj: 20 sn 8000 rpm Polisaj spirali: 2 sn 8000 rpm
Polisaj Patı (LOT:191085)	SDI Polisaj Patı	SDI Limited, Avusturalya		Gliserin, alüminyum oksit	Düşük hızda ve basınçta 30 sn
Polisaj Fırçası (LOT: BHZHT)	Jiffy keçi kılı fırça	Ultradent Product, ABD			Düşük hızda ve basınçta 30 sn
Diş Fırçası	Colgate Extra Clean 1+1	Colgate Palmolive, ABD			
Işık Cihazı	Dentsply Sirona SmartLite Focus	Dentsply Sirona, ABD			



Şekil 3.1. Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya)



Şekil 3.2. Charisma Smart(Kulzer Dental, Almanya)



Şekil 3.3. Sensodyne Naneli(Sensodyne GSK, Birleşik Krallık)



Şekil 3.4. Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı(Colgate Palmolive, ABD)



Şekil 3.5. Twist Diacomp Plus (Eve Earnst Vetter GmbH, Almanya)



Şekil 3.6. Polısaj Patı(SDI Limited, Avusturalya)



Şekil 3.7. Jiffy keçi kılı fırça (Ultradent Product, ABD)



Şekil 3.8. Colgate Extra Clean 1+1 (Colgate Palmolive, ABD)



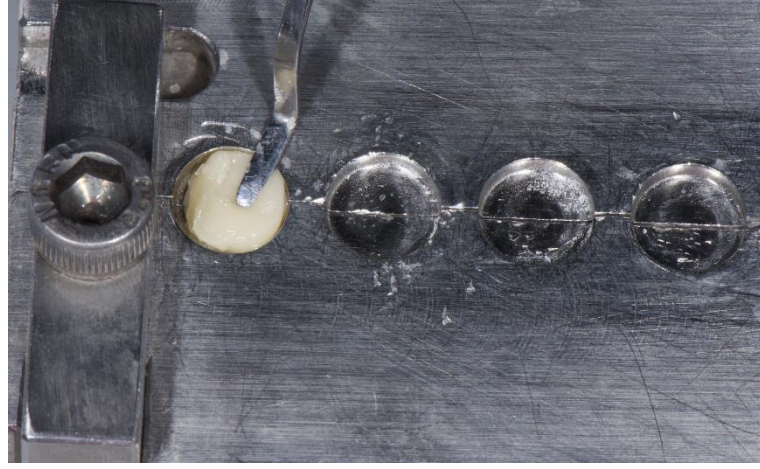
Şekil 3.9. Dentsply Sirona SmartLite Focus (Dentsply Sirona, ABD)

3.1. Örneklerin Hazırlanması

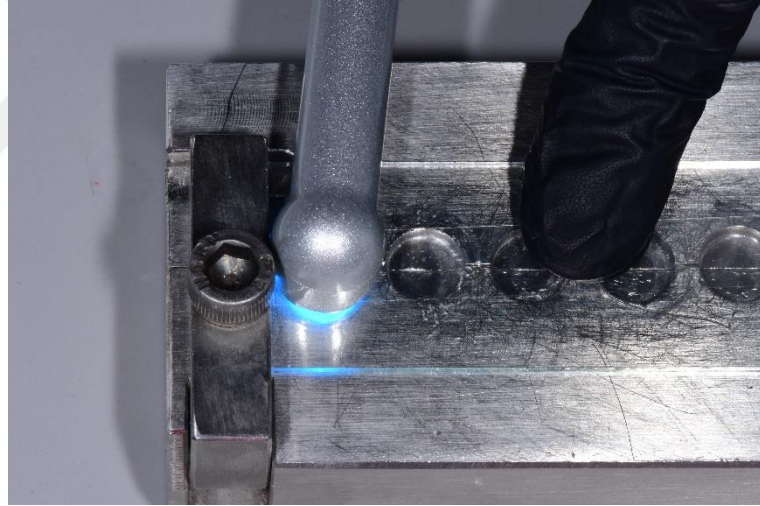
Çalışmamızda grup başına 10 adet, toplam 40 adet numune, 10x2 mm boyutlarında metal kalıp kullanılarak hazırlandı. Metal kalıp içerisine kondanse edilen kompozit rezinler mylar strip ve şeffaf lam üzerinden SmartLite Focus (Dentsply, ABD) LED ışık cihazı 20 saniye kullanılarak polimerizasyon gerçekleştirildi. Numuneler, metal kalıp içerisinden çıkartılıp arka yüzeyleri de 20 saniye polimerize edildi. Bütün numuneler 24 saat boyunca 37°C'de distile suda etüv içerisinde bekletildi. Tüm numuneler 600 grit (Metaserv 250, Buehler, Almanya) su zımparası ile su altında 20 saniye zımparalandı.



Şekil 3.10. Numune hazırlamada kullanılan metal kalıp, lam ve mylar strip



Şekil 3.11. Kompozit rezinin metal kalıba yerleştirilmesi



Şekil 3.12. Numunenin polimerize edilmesi



Şekil 3.13. Hazırlanan kompozit rezin numune

3.2. Örneklerin Bitim ve Cila İşlemlerinin Uygulanması

Bütün numunelere polisaj spirali (Twist Diacomp Plus, Eve Earnst Vetter GmbH, Almanya) ile üretici firma talimatlarına göre su soğutması altında 20'şer saniye ve 8000 rpm hızda sırasıyla ön polisaj (pembe), polisaj spirali (gri) uygulandı. Daha sonra bütün numuneler patı (Polisaj patı, SDI Limited, Avusturalya) ve keçi kılı fırça (Jiffy, Ultradent Product, ABD) ile üretici talimatları doğrultusunda düşük hızda düşük basınçta 30 sn polisaj uygulandı.

3.3. Kompozit Resin Grupların Oluşturulması

Çalışmada 20 adet Charisma Smart (Kulzer Dental, Almanya), 20 adet Omnichroma (Tokuyama Dental, Japonya) olacak şekilde 40 adet numune hazırlandı. Farklı markadan elde edilen kompozit rezinler de kendi içinde 2 gruba ayrıldı. Ayrılan alt gruplardan ilki Sensodyne Naneli (Sensodyne GSK, Birleşik Krallık) ile, diğer grup ise Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı (Colgate Palmolive, ABD) ile fırçalamaya tabi tutuldu. t_0 zaman diliminde herhangi bir fırçalama ve termal siklus uygulanmadı. t_1 için 1 yıllık fırçalama işlemine karşılık gelen 10000 siklus fırçalama simülasyonu ve 10000 siklus termal döngü uygulandı. t_5 için ise 5 yıllık fırçalama işlemine karşılık gelen 50000 siklus fırçalama simülasyonu ve 50000 siklus termal döngü uygulandı.

Tablo 3.2. Kompozit Resin Grupları

Omnichroma	Omnichroma Colgate	Charisma	Smart	Charisma	Smart
Sensodyne		Sensodyne		Colgate	
10	10	10		10	

3.4. Örneklerin Fırçalama Simülatörü Cihazı ile Fırçalama İşleminin Yapılması

Çalışmada Mod Dental MTB 100 (Mod Dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) fırçalama simülatörü kullanıldı. (Şekil 3.14) Hacimce 1/3 oranında sulandırmış macun kullanıldı. t_1 için 1 yıllık fırçalamaya tekabül eden 10000 siklus

fırçalama, t_5 için 5 yıllık fırçalamaya tekabül eden 50000 siklus fırçalama uygulandı. Her 10000 siklusta bir fırça ve macun solüsyonu değiştirildi. Cihaz 250 gr yük altında, dairesel fırçalama modunda, hareket çapı 10 mm olacak şekilde simülasyonu tamamladı.



Şekil 3.14. Esetron MTB 100 Fırçalama Simülatörü

3.5. Örneklerle Termal Siklus Uygulaması

Fırçalama simülasyonu sonrası numunelere Esetron termal döngü cihazında (Mod Dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) (Şekil 3.15) sırasıyla 5-55 °C ‘de ($\pm 2^\circ\text{C}$) transfer süresi 10 saniye, tank içinde bekleme süresi 30 saniye olmak üzere t_1 için 10000 ve t_5 için 50000 döngü uygulandı.



Şekil 3.15. Esetron Termal Siklus Cihazı

3.6. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Numunelerin yüzey pürüzlülükleri kontak modda profilometre cihazı (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 edildi. Örneklerin üç ayrı noktasından ölçüm yapılarak R_a değerleri kaydedildi. Kaydedilen değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak ortalama R_a değeri bulundu.

3.7. Örneklerin Renk Değişimlerinin Ölçülmesi

Bütün örneklerin renk değerleri, VITA Easyshade V(VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) (Şekil 3.16) cihazı ile her örneğin 3 noktasından gri zemin üzerinde

ölçüldü. Bütün ölçümlerden önce cihaz kalibre edildi. Her 3 noktadan ölçülen $L^*a^*b^*$ değerlerinin ortalaması hesaplanarak her numune için ortalama değer bulundu. Daha sonra bu ortalama değer üzerinden renk değişimini gösteren ΔE değeri hesaplandı.



Şekil 3.16. VITA Easyshade V

3.8. Örneklerin Yüzey Özelliklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Değerlendirilmesi

Her gruptan alınan birer numuneye 4 nm altın/palladyum yüzey kaplama işlemi uygulandı ve numuneler 10 kV düşük vakum altında 500x, 1000x, 2500x, 5000x ve 10000x büyütme altında SEM (Hitachi Regulus 8230 FE-SEM, Japonya) ile incelendi.

3.9. Örneklerin Yüzey Özelliklerinin Atomik Kuvvet Mikroskobu ile Değerlendirilmesi

Her gruptan alınan birer örneğin yüzey pürüzlülüğü 5x5 µm boyutlarındaki alandan, 2 Hz hızda, temassız modda AFM (Park Systems XE 100 Atomik Kuvvet Mikroskobu, Kore) ile 3 boyutlu olarak incelendi.



4. BULGULAR

Çalışmamızda, 2 farklı kompozit rezin kullanılarak hazırlanan 40 adet numune, 2 farklı diş macunu ile fırçalama simülatöründe belirlenen sıklısta fırçalandıktan sonra termal siklus cihazında termal yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Bütün grupların başlangıç (t_0), 1 yıllık (t_1) ve 5 yıllık (t_5) zamanlarında yüzey ve renk özellikleri, profilometre, SEM, AFM ve spektrofotometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemeler sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki başlıklar altında gösterilmiştir.

4.1. Profilometre Analizi

Çalışma gruplarının profilometre ile ölçülen R_a değerlerinin ortalamaları ve standart sapma değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri

	t_0 Ort	t_1 Ort	t_5 Ort	p
Charisma Colgate	$0,287 \pm 0,091^{(1)}$	$0,128 \pm 0,058^{(2)}$	$0,140 \pm 0,053^{b,a,(2)}$	0,001
Charisma Sensodyne	$0,185 \pm 0,106$	$0,155 \pm 0,152$	$0,111 \pm 0,050^b$	0,359
Omnichroma Colgate	$0,197 \pm 0,072$	$0,138 \pm 0,057$	$0,165 \pm 0,036^a$	0,149

Omnichroma	0,244±0,126	0,169±0,081	0,163±0,033 ^a	0,098
Sensodyne				
P	0,110	0,779	0,030	
p<0.05 istatistiksel olarak anlamlıdır				

Grupların ortalama pürüzlülük değerleri (R_a) ve standart sapmaları tablo içerisinde görülmektedir. Küçük harflerle işaretlenen sütunlar ve rakamlarla işaretlenen satırlardaki aynı harf ve sayıyı içeren gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

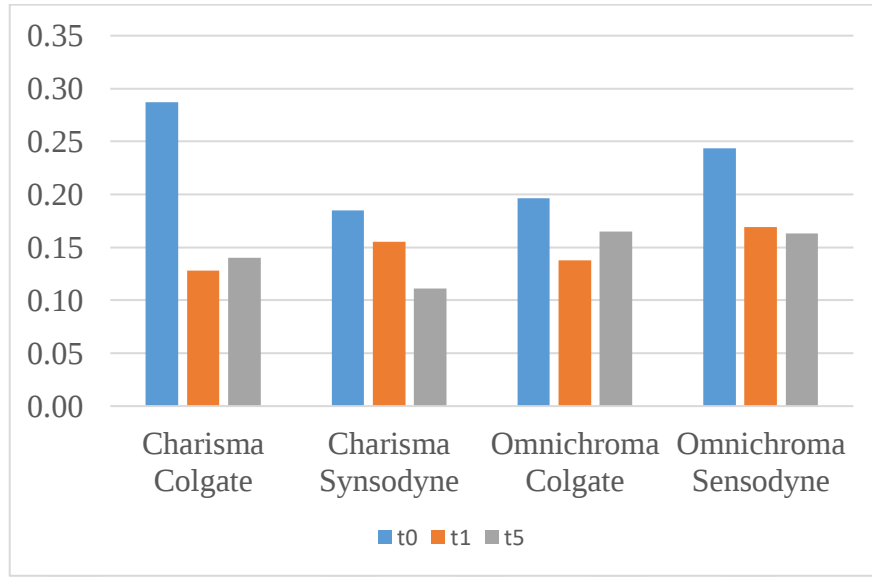
Profilometre ölçümlerinin grup içinde zaman göre değişimi tekrarlı ölçümlerde varyans analizi, belirli bir zaman kesiminde grup karşılaştırmaları tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir.

Buna göre Charisma Colgate grubu ölçümü zamana göre anlamlı düzeyde farklılık göstermekte olup ($p<0,05$), diğer gruplarda elde edilen ölçümler zamana göre anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir. Charisma Colgate grubunda t_0 ölçümü t_1 ve t_5 ölçümünden anlamlı derecede daha yüksektir.

t_0 ve t_1 zamanında gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır. t_5 zamanında ise gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan TUKEY testi sonuçlarına göre; Omnichroma Colgate ve Omnichroma Sensodyne grubu ortalaması Charisma Synsodyne grubu ortalamasından anlamlı derecede daha yüksektir.

Bütün grupların ortalama R_a değerlerinin zamana göre dağılım grafiği Tablo 4.2’de verilmiştir.

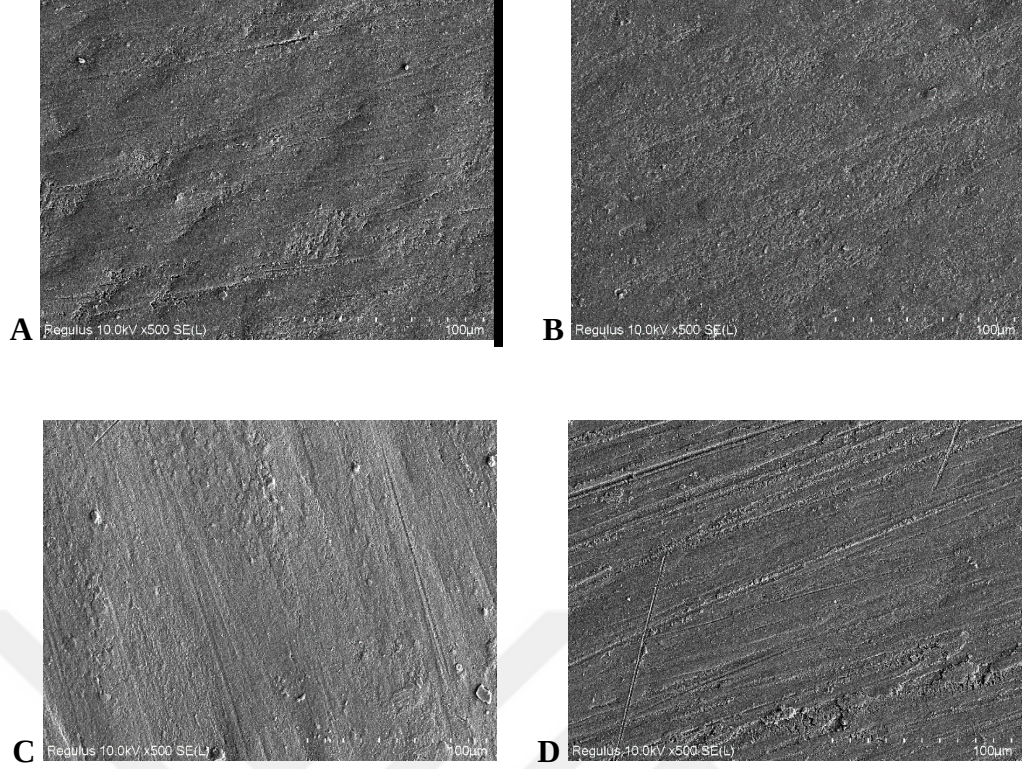
Tablo 4.2. Gruplara ve zamanlara göre ortalama R_a değerleri dağılımı



4.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi

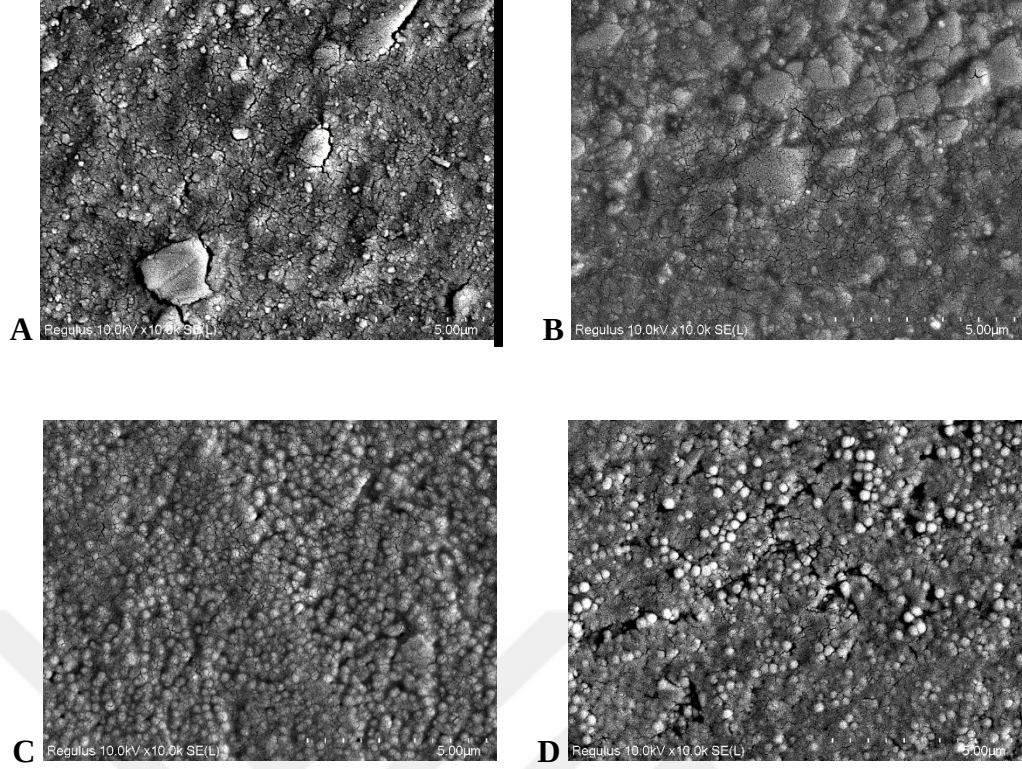
Her gruptan rastgele alınan birer örnek 4 nm altın/palladyum yüzey kaplaması sonrası 10 kV düşük vakum altında 500, 1000, 2500, 5000, 10000 büyütme altında incelendi. Örneklerin SEM görüntüleri aşağıdaki gibidir.

Şekil 4.1’de t_0 zaman diliminde 500x büyütme altında her gruptan birer numune yüzeyi görülmektedir. Uygulanan bitirme ve polisaj işlemlerine bağlı olarak yüzeyde doğrusal çizgilenmeler izlenmektedir.



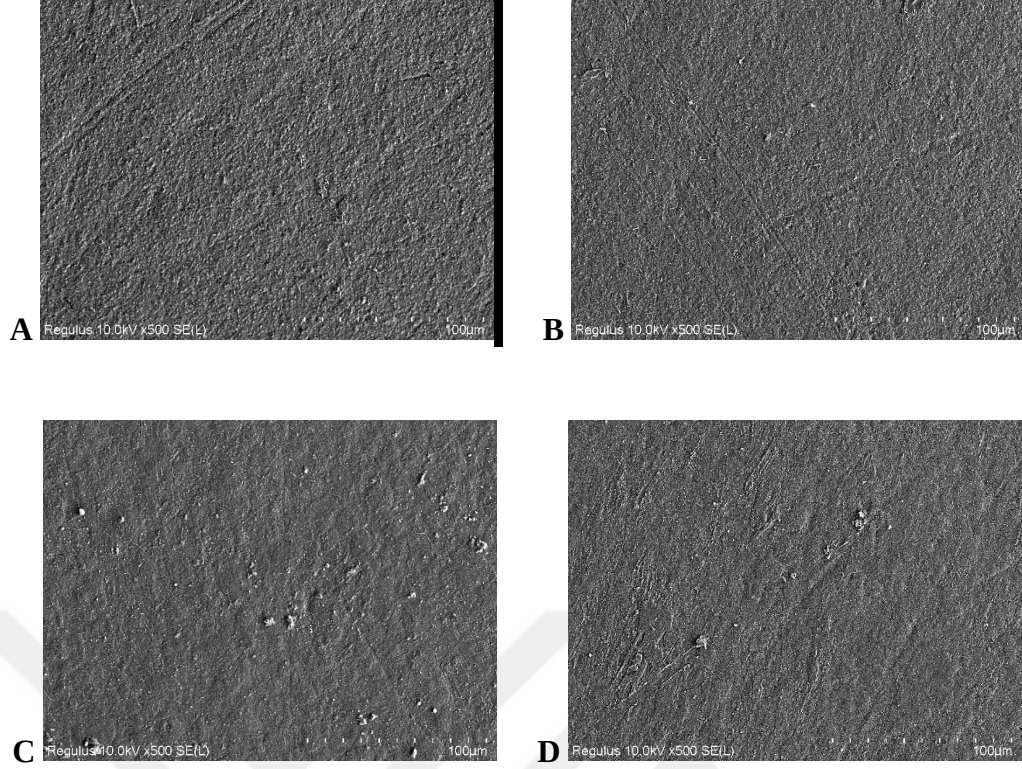
Şekil 4.1. t₀ zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

Şekil 4.2’de A ve B’de Charisma kompozit rezin örnekleri, C ve D’de Omnichroma örnekler t₀ zaman diliminde 10000x büyütme altında incelenmiştir. Charisma grubunun doldurucu partikül büyüklüğü daha büyük ve düzensiz olarak izlenmektedir.



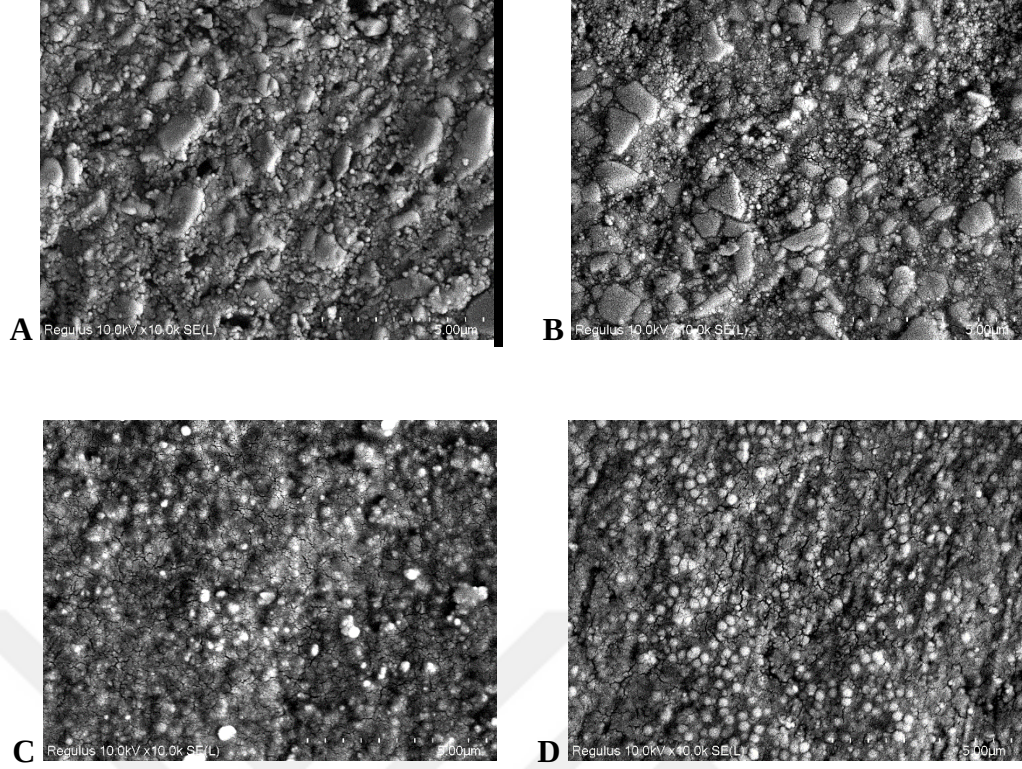
Şekil 4.2. t_0 zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnicroma Colgate (C), Omnicroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

Şekil 4.3'te ise 1 yıllık yaşlandırma ve fırçalama işlemleri uygulanmış kompozit rezin örneklerin 500x büyütme altında görüntüleri izlenmektedir. Yüzeyde diş macunu kalıntısı olduğu düşünülen partiküller izlenmektedir.



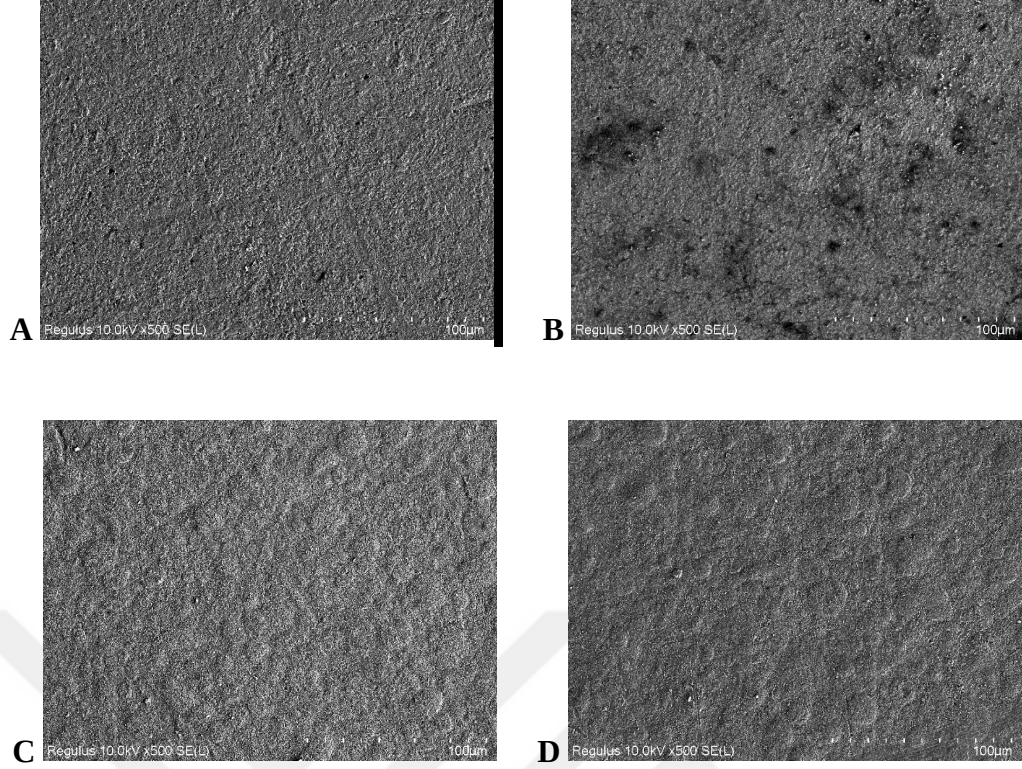
Şekil 4.3. t_1 zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

Şekil 4.4'te 1 yıllık işlemlere tabi tutulmuş örneklerin 10000x büyütme altındaki görüntüleri verilmiştir. SEM görüntülerinde, Sensodyne ile fırçalanan örneklerin yüzey pürüzlülüğünün daha fazla olduğu izlenmektedir.



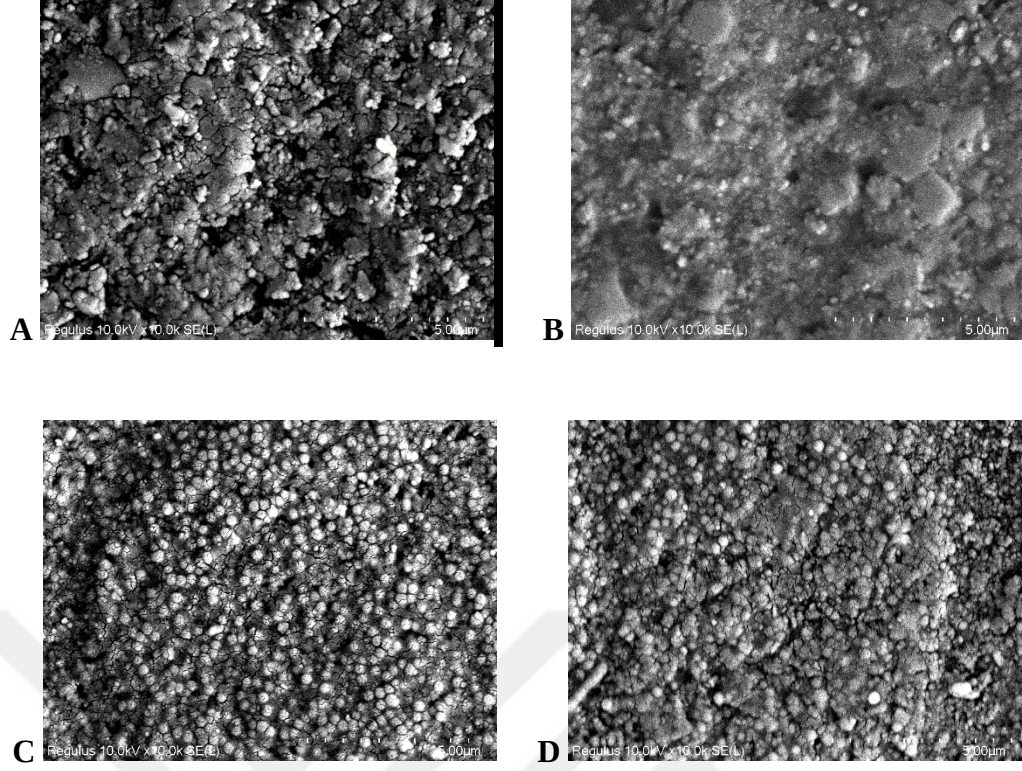
Şekil 4.4. t₁ zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

Şekil 4.5'te 500x büyütme altında 5 yıllık fırçalama simülasyonu ve termal yaşlandırma işlemi uygunlar örnekler görülmektedir. Omnichroma örneklerinin yüzeyleri daha düzensiz izlenmektedir.



Şekil 4.5. t_5 zaman diliminde, 500 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

Şekil 4.6’da 10000x büyütme altında her grubun örneklerinin, t_5 zamanına karşılık gelen işlemleri uygulanmış yüzeyleri görülmektedir. Omnichroma gruplarında yüzey pürüzlülüğü, daha küçük doldurucu partiküller içermesine bağlı olarak daha fazla gözlenmektedir.

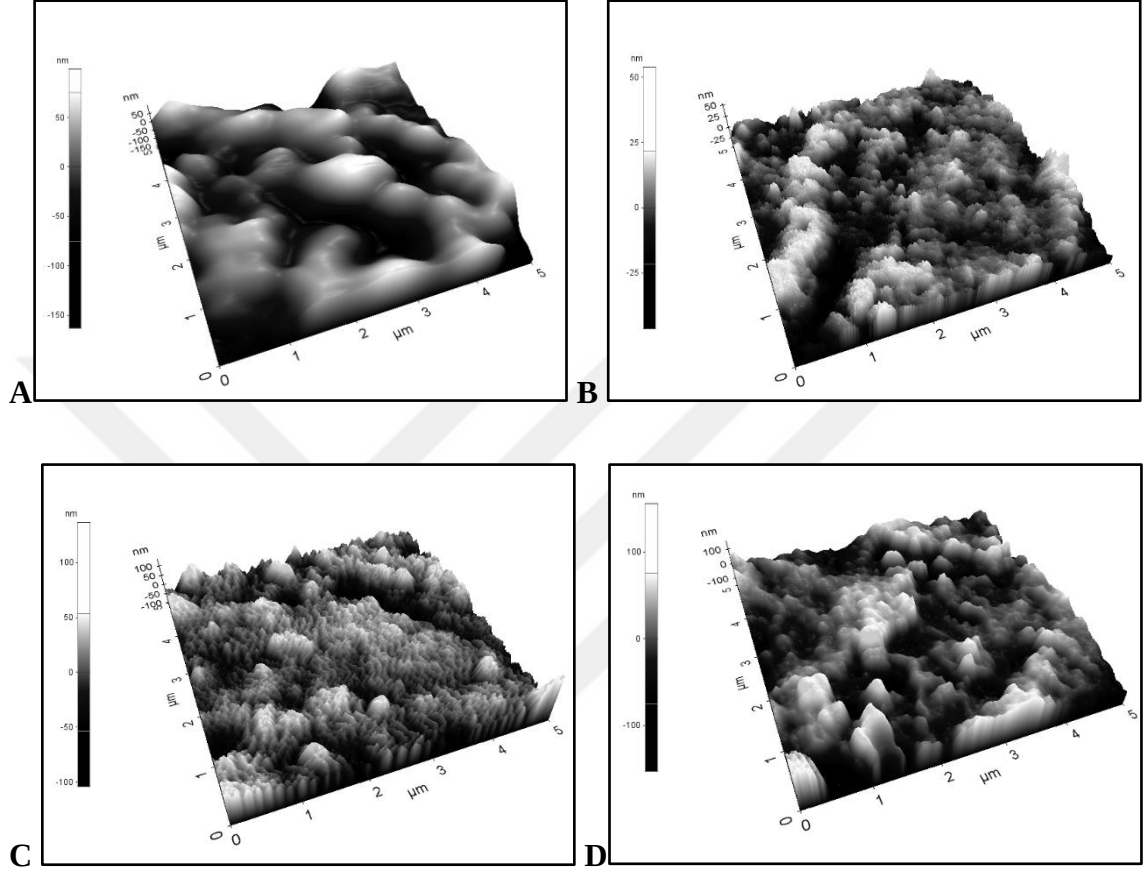


Şekil 4.6. t₅ zaman diliminde, 10000 büyütmede Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) SEM görüntüleri

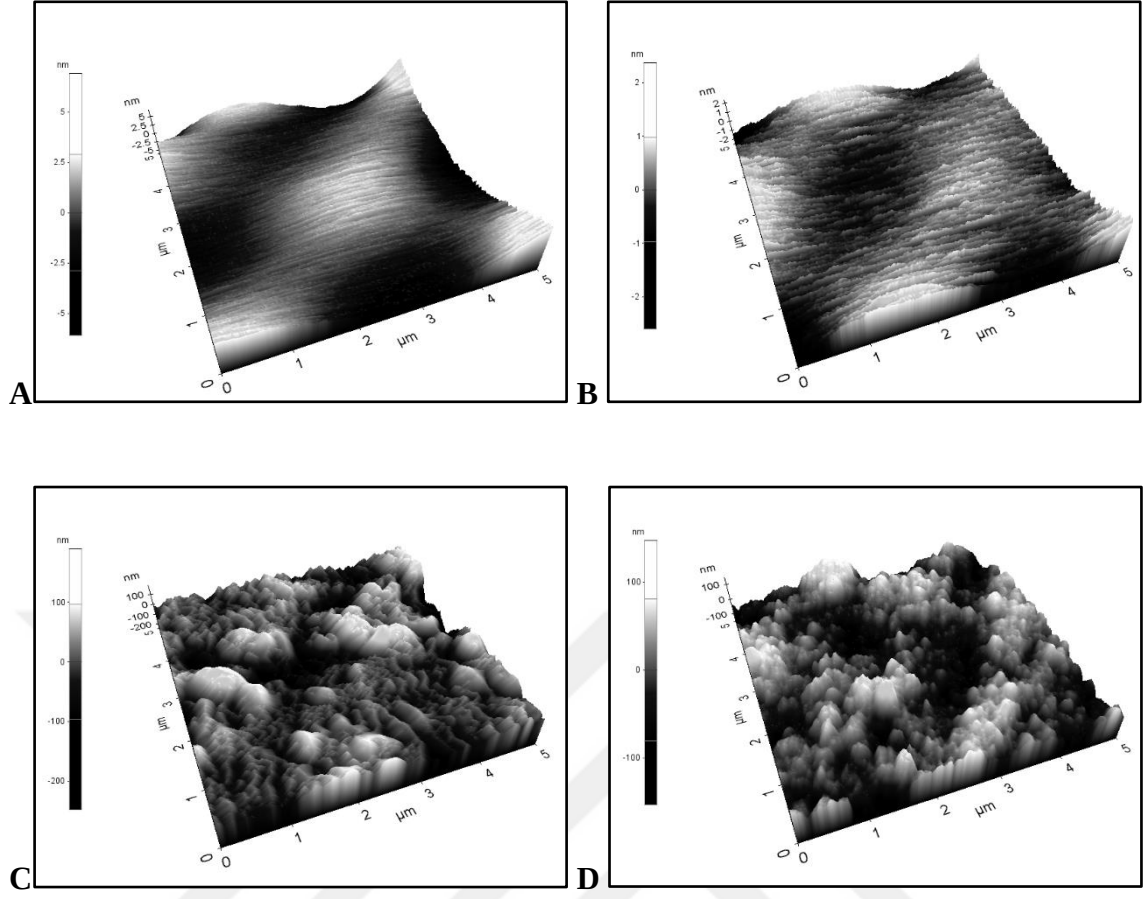
4.3. AFM Analizi

Her gruptan rastgele alınan birer örnek 5x5 μ m alanda 3 boyutlu olarak incelendi.

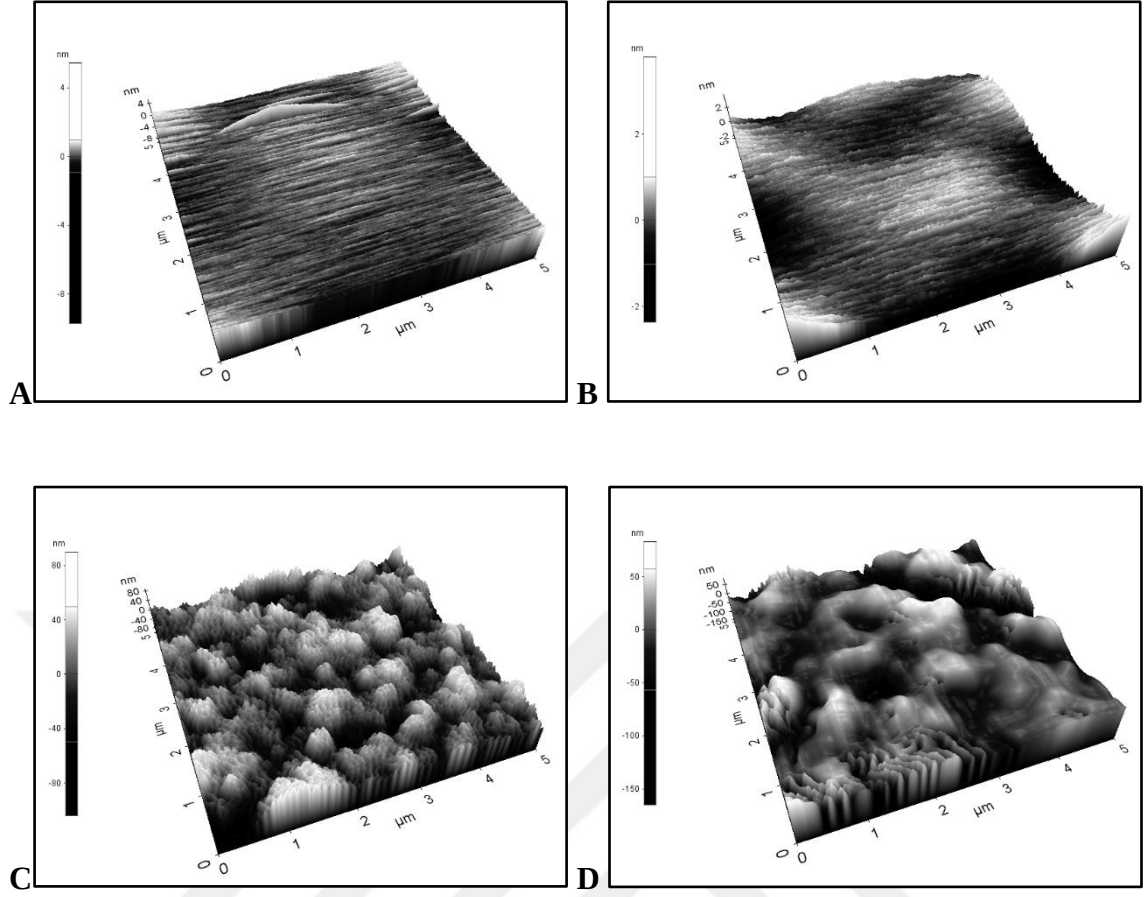
Örneklerin AFM görüntüleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.7. t_0 zaman diliminde, 5x5 μ m alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri



Şekil 4.8. t_1 zaman diliminde, 5x5 μm alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri



Şekil 4.9. t_5 zaman diliminde, $5 \times 5 \mu\text{m}$ alanda Charisma Colgate (A), Charisma Sensodyne (B), Omnichroma Colgate (C), Omnichroma Sensodyne (D) AFM görüntüleri

4.4. Spektrofotometre Analizi

Bütün numunelerin renk ölçümleri spektrofotometre ile yapıldıktan sonra ΔE değerleri hesaplandı. Her grubun her zaman diliminde ortalama ΔE değerleri ve standart sapması Tablo 4.3'teki gibidir.

Tablo 4.3. Bütün grupların zamanlara göre ortalama ΔE değerleri ve standart sapmaları

	$\Delta E_{t_0-t_1}$ ort	$\Delta E_{t_0-t_5}$ ort	$\Delta E_{t_1-t_5}$ ort	p
Charisma Colgate	1,13 $\pm$ 0,62 ^d	1,83 $\pm$ 1,52 ^d	2,65 $\pm$ 1,60 ^b	0,006
Charisma	3,76 $\pm$ 1,13 ^c	2,05 $\pm$ 0,53 ^c	6,03 $\pm$ 7,75 ^a	0,199
Sensodyne				
Omnichroma	12,78 $\pm$ 4,03 ^a	11,75 $\pm$ 4,33 ^a	7,64 $\pm$ 4,31 ^a	0,051
Colgate				
Omnichroma	8,19 $\pm$ 2,39 ^b	6,66 $\pm$ 2,53 ^b	7,16 $\pm$ 1,53 ^a	0,313
Sensodyne				
p	0,000**	0,000**	0,081	

**p<0,001

Grupların t_0-t_1 , t_0-t_5 , t_1-t_5 zamanlarında ortalama renk değişim değerleri (ΔE) ve standart sapmaları tablo içerisinde görülmektedir. Küçük harflerle işaretlenen dikey sütunlar ve yatay satırlarda görülen aynı harfleri içeren gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

$\Delta E_{t_0-t_1}$ ölçümü ve $\Delta E_{t_0-t_5}$ ölçümü gruplara göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir. Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan TUKEY testi sonuçları için;

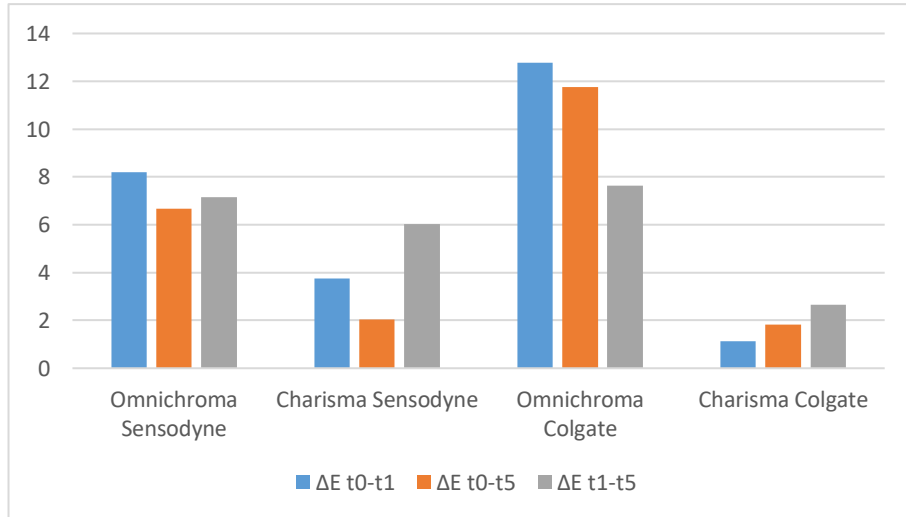
$\Delta E_{t_0-t_1}$ ölçümü için; Omnichroma Colgate grubu ortalaması ($\Delta E=11,78$) diğer tüm gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Ek olarak Charisma Sensodyne ve Omnichroma Sensodyne grubu ortalaması Charisma Colgate grubu ortalamasından,

$\Delta E_{t_0-t_5}$ ölçümü için; Omnichroma Colgate grubu ortalaması ($\Delta E=11,75$) diğer tüm gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Omnichroma Sensodyne grubu ortalaması Charisma Sensodyne ve Charisma Colgate grubu ortalamasından anlamlı derecede daha yüksektir.

Çalışma gruplarında elde edilen $\Delta E_{t_0-t_1}$, $\Delta E_{t_0-t_5}$ ve $\Delta E_{t_1-t_5}$ ölçümleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır.

Bütün grupların ortalama ΔE değerlerinin zamana göre dağılım grafiği tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Ortalama ΔE değerlerinin zamana göre dağılım grafiği



5. TARTIŞMA

Hastaların estetik beklentilerinin artması ile doğal dişe daha yakın restorasyonların elde edilmesini sağlayan restoratif materyaller ve teknikler sürekli gelişmektedir. Diş rengini, translüsentliğini ve yüzey yapısını taklit etme özelliklerinden dolayı kompozit rezinler restoratif materyaller arasında ilk tercih haline gelmiştir.⁷⁵ Yapılan restorasyonların başarısı ve kullanım ömrü; kullanılan materyal, diş hekimi ve hasta faktörlerinden etkilenmektedir. Hasta faktörleri açısından bakıldığında; beslenme alışkanlıkları, koruyucu önlemler, florür varlığı ve ağız hijyeni prosedürleri restorasyonun ömrünü etkilemektedir.^{76, 77}

Bu çalışmanın amacı; submikrohibrit ve suprananosferik doldurucuya sahip iki kompozit rezinin, iki farklı RDA değerine sahip diş macunuyla fırçalanıp, termal yaşlandırma işlemi uygulandıktan sonra renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğünü incelemektir.

Doldurucu formu ve dağılımında yapılan yenilikler sayesinde daha üstün özelliklere sahip kompozit rezinler üretilerek, estetik beklentilerin ve klinik başarının artırılması amaçlanmaktadır.¹² Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü; organik matriks oranı, inorganik doldurucu partikül boyutu, tipi ve miktarına bağlıdır. İnorganik doldurucu partiküllerin bir kısmı bitirme ve cila işlemlerinde yüzeyde çıkıntı oluştururken, bir kısmı da yüzeyden koparak boşluk oluşmasına sebep olmaktadır.^{78, 79} Günümüzde mikrohibrit ve nano partikül içeren doldurucuya sahip kompozit rezinler

yüksek estetik sağladıkları için daha çok tercih edilmektedir.⁸⁰ Nanohibrit kompozit rezinler; nano boyuttaki doldurucu partiküllerin, konvansiyonel teknoloji yardımıyla üretilen partiküllerle kombinasyonu sonucu elde edilmektedir.⁸¹ Nanohibrit kompozit rezinler, yüksek oranda nano boyutlu doldurucu partiküller içerdiğinden düşük polimerizasyon büzülmesi, yüksek cilalanabilirlik, dayanıklılık ve estetik özellikler sunmaktadır.⁸² Mikrohibrit, nanohibrit ve nanofil kompozit rezinlerin polisaj ve fırçalama sonrası, yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği bir çalışmada, nanofil kompozit rezin yüzeyinin daha az düzensizlik gösterdiğini bulunmuş ancak malzemeler arasında önemli bir fark bulunamamıştır.⁸³ Nanohibrit, nanofil ve mikrohibrit kompozit rezinlerin, diş fırçalaması öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırıldığı bir çalışmada; nanohibrit ve nanofil kompozit rezinlerin mikrohibrit kompozit rezine göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiği bulunmuştur.⁸⁴ İlk yapılan yüzey pürüzlülüğü araştırmalarında, 20 µm üzerindeki pürüzlülüğü hastaların ayırt edebildiği bulunmuş fakat daha sonra eşik değerin 250-500 nm olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, yüzey pürüzlülüğü için maksimum eşik değerin 0,2 µm (200 nm) olduğu belirlenmiştir.⁸⁵ Yine başka bir çalışmada ise 0,3 µm üzerindeki yüzey pürüzlülüğünü hastaların dilinin ucuyla fark edebileceği bildirilmiştir.^{86, 87} Araştırmalarda 0,2 µm üzerindeki yüzey pürüzlülüğünde plak birikimi, çürük ve periodontal inflamasyon riskinin artacağı belirtilmiş olup, yapılan in vitro çalışmada ise 1 µm'den daha düşük pürüzlülüğe sahip restorasyonların halen pürüzsüz ve parlak görünebildiği bulunmuştur.⁸⁸⁻⁹⁰ Çalışmamızda kullanılan kompozit rezinlerden Charisma Smart submikrohibrit, Omnichroma ise suprananosferik doldurucuya sahiptir. Çalışmanın amaçlarından biri; termal yaşlandırma ve fırçalama simülatörü ile farklı doldurucu tipi ve dağılımı olan kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini incelemektir.

Restoratif materyallerin tatmin edici performansı, ağız ortamındaki bozulmaya karşı dirençlerine bağlıdır. Bozulmaya sebep olan faktörler arasında; çiğneme, aşınma, korozyon, erozyon ve oral hijyen prosedürleri sayılabilir.²⁸ Diş fırçalama, kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü artırabilen bir uygulamadır.^{28, 91} Yüzey pürüzlülüğünün artması bakteri üremesi ve renk değişimine sebep olabilir.¹ Ayrıca bakteriyel plak oluşumu sebebiyle sekonder çürük ve periodontal hastalık oluşumunu artırabilir.^{86, 92} Ağız içi diş fırçalama etkinliğini simüle etmek için fırçalama simülatörleri geliştirilmiştir. Mekanik fırçalama yöntemi; uygulanan kuvvet, mesafe ve fırçalama frekansını standartlaştırdığı için aşınma sürecini incelemek için uygun bir simülasyon yöntemidir.^{86, 93, 94} Diş macunları, ağız bakımında kullanılan ana malzemelerden biri olduğu için birçok araştırmacı için çalışma konusu olmuştur. Diş macunları; deterjan, florür, terapötik ajan, tatlandırıcı ve aşındırıcı gibi bileşenlere sahiptir. En yaygın kullanılan aşındırıcılar ise kalsiyum karbonat ve silikadır.^{76, 95} Bu aşındırıcılar diş temizliğinde, yüzeydeki bakteri ve lekelerin giderilmesinde önemli role sahiptir.⁷⁶ RDA; diş macunlarının aşındırıcılığını kantitatif olarak ölçmeye yarayan in vitro yöntem olup, değeri aşındırıcı partiküllerin boyut ve yüzey yapısına bağlıdır.^{1, 26} Tükürükte bulunan iyonlar ve spesifik proteinler diş macunlarını seyrelterek bu aşındırıcı etkiyi azaltmaktadır.^{1, 28} Çalışmalar beyazlatıcı diş macunlarının, diş ve restoratif materyallerde daha yüksek aşınmaya sebep olduğunu göstermiştir.^{28, 96} Farklı aşındırıcılıktaki macunların; mikrofil, nanofil, mikrohibrit, nanohibrit kompozit rezinler üzerinde parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü incelemesinin yapıldığı bir çalışmada, nanohibrit kompozit rezinin daha iyi cilalanabilirlik gösterdiği bulunmuştur.⁸⁶ Yapılan başka bir çalışmada; kullanılan diş macununun RDA değeri yükseldikçe eroziv dentindeki aşınmanın arttığı gösterilmiştir.⁹⁷ RDA değerleri 85 ve 189 olan iki farklı macunun dentin üzerindeki abrazyon derinliğini ölçen bir in situ

araştırmada ise, 5. ve 10. günlerin sonunda elde edilen verilere göre, yüksek RDA'ya sahip diş macunuyla fırçalanan grupta abrazyon derinliği daha fazla bulunmuştur.⁹⁸ Farklı RDA değerine sahip diş macunlarının akrilik yüzeylerde sebep olduğu pürüzlülüğün araştırıldığı bir çalışmada; beklenilenin aksine, düşük RDA değerli macunla (40) fırçalanan yüzeyin daha yüksek R_a (5,73 μ m) değeri olduğu, yüksek RDA'ya (130) sahip macunla fırçalanan yüzeyin ise daha düşük R_a (1,84) değerine sahip olduğu bulunmuştur. En düşük RDA (30) değerli macunla fırçalanan yüzey ise 1,13 μ m R_a değeri vermiştir.⁵⁶ Çalışmamızda kullanılan macunlardan, Sensodyne Naneli diş macununun RDA değeri 90, Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı diş macununun RDA değeri ise 200'dür. Fırçalama simülatörü dairesel modda 250 gr yük altında kullanılmıştır. Yapılan araştırmalara göre, fırçalama simülatöründe yapılan her 10000 siklus 1 yıllık fırçalamaya karşılık gelmektedir.⁴⁴ Bu nedenle örnekler, t_1 için 10000 siklus, t_5 için 50000 siklus fırçalamaya tabi tutulmuştur.

Ağız içi sıcaklık değişimleri dinamik olduğu için ağız fizyolojisine en yakın aralığı tespit etmek zordur. Nefes alıp verme ve beslenme ağız içi sıcaklıkları değiştiren en belirgin dış faktörlerdir.⁵² Kompozit restorasyonların ağız içinde gösterdikleri değişimi taklit etmesi için çeşitli in vitro yaşlandırma yöntemleri kullanılmaktadır.⁹⁹ Termal siklusla yaşlandırma, numuneyi sıcaklık değişimlerine maruz bırakıp daha zorlu koşullar oluşturarak kompozit rezinlerin yaşlandırılmasında diğer yöntemlerden daha etkili bulunmuştur.¹⁰⁰ Literatürde günlük ağız içi sıcaklık değişiminin ortalama 20-50 kere gerçekleşebileceği düşünülerek, 10000 siklusun ağız içindeki 1 yıllık termal yaşlanmaya eş değer olduğu kabul edilmiştir.^{52, 101-103} Uluslararası Standardizasyon Örgütü'ne (ISO) göre 5°-55°C sıcaklık değişimi dental materyaller için uygun yaşlandırma sıcaklığı olarak

kabul edilmiştir.^{103, 104} Çalışmamızda Esetron termal döngü cihazında 5-55 °C 'de ($\pm 2^\circ\text{C}$) tank içinde bekleme süresi 30 saniye, transfer süresi 10 saniye olacak şekilde t_1 grubu için 10000 ve t_5 grubu için 50000 döngü uygulanmıştır.

Yüzey pürüzlülüğünün ölçme ve değerlendirilmesinde mekanik ve optik profilometreler, SEM ve AFM sıklıkla kullanılmaktadır.¹⁰⁵ SEM daha çok yüzey topoğrafyasının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. SEM'in dezavantajları arasında; numune hazırlamanın zaman alması, yapılan kaplamanın yüzeyde değişikliğe sebep olabilmesi ve sadece 2 boyutlu görüntüleme yapılabilmesi sayılabilir. Bu sebeplerden dolayı günümüzde AFM ile yüzey incelemesi yaygınlaşmaktadır.^{4, 106} AFM, örnek yüzeyini bozmadan, hem 2 boyutlu hem de 3 boyutlu incelemeye imkan sağladığı için yüzey pürüzlülüğü ve topoğrafyasının değerlendirilmesinde ideale en yakın cihaz olarak kabul edilmektedir.^{4, 107, 108} Ayrıca profilometre cihazının aksine noktasal değil, seçilen yüzey alanında ölçüm yapmaktadır.⁵⁶ Çalışmamızda bütün numunelerin t_0 , t_1 , t_5 zamanlarında profilometrik ölçümleri, her gruptan rastgele seçilen birer numunenin de SEM ve AFM analizleri yapılmıştır.

Çalışmamızda mevcut araştırmalarla uyumlu olarak pürüzlülük eşik değeri $0,2\ \mu\text{m}$ olarak alınmıştır. Her grubun zaman içinde yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde varyans analizi kullanılmıştır. Buna göre; Charisma Colgate grubu örneklerinde zamana göre anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu grup içinde t_0 'daki R_a değeri t_1 ve t_5 zaman diliminden anlamlı derecede daha yüksektir. En yüksek R_a değeri t_0 zaman diliminde $0,287$ olarak bulunmuştur. Charisma Colgate grubunda t_1 ve t_5 zamanlarında ölçülen yüzey pürüzlülükleri arasında ise anlamlı fark yoktur. Eşik değer olarak

belirlenen 0,2 μm değerinden büyük R_a değerine sahip olan diğer grup ise 0,244 ile Omnicroma Sensodyne örneklerinin t_0 zaman dilimidir. Belirlenen zaman diliminde gruplar arası R_a değerlerinin karşılaştırılmasına göre; t_0 ve t_1 zamanında gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). t_5 zamanında ise gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Omnichroma Colgate ve Charisma Sensodyne gruplarının t_5 zaman diliminde anlamlı fark vardır. t_5 zamanında Omnichroma Colgate grubunun R_a değerleri ortalaması, Charisma Sensodyne grubundan anlamlı derecede daha yüksektir. t_5 zaman diliminde Omnichroma Sensodyne ile Charisma Sensodyne grubu arasında anlamlı fark vardır. Omnichroma Sensodyne grubunun yüzey pürüzlülüğü Charisma Sensodyne grubundan anlamlı derecede daha yüksektir. Profilometre verilerine göre; suprananosferik doldurucuya sahip olan Omnichroma kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü, submikrohibrit dolduruculu Charisma Smart kompozit rezinden daha yüksek bulunmuştur. Farklı RDA değerine sahip Sensodyne Naneli ve Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı diş macunlarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi karşılaştırıldığında ise anlamlı fark bulunamamıştır.

SEM analizlerinde ise; her grubun kendi içinde zaman dilimine göre değişimleri incelendiğinde, profilometrik analizle uyumlu şekilde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü t_0 , daha sonra t_1 ve en son t_5 olacak şekilde bulunmuştur. Bunun sebebi olarak, fırçalama etkinliği ile yüzeyden kopan partiküller ve aşınma sonucu daha pürüzsüz yüzeyler ortaya çıkması olarak düşünülmektedir. Çalışmanın sonucunda; SEM analizleri incelendiğinde, kullanılan diş macunlarının RDA değerleri ile yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. AFM incelemelerinde ise yine profilometreyle uyumlu şekilde 3 boyutlu görüntüler elde edilmiştir. t_1 ve t_5 zaman dilimleri kendi içinde

karşılaştırıldığında kullanılan macundan bağımsız olarak, Omnichroma örneklerinin yüzey pürüzlülüğü Charisma Smart örneklerine göre daha fazladır. Bunun sebebi olarak doldurucu partikül boyutu daha büyük olan Charisma Smart örneklerinde aşınma ile yüzeyden kopan parçalar daha büyük olduğu için incelenen 5x5 µm'lik alanda daha düşük yüzey pürüzlülüğü izlenmektedir.

Yüzey pürüzlülüğünün haricinde, kompozit rezinlerin renk kararlılığı önemli fiziksel özelliklerinden biridir. Kompozit restorasyonların renk stabilitesi, klinik ömrü ve oral kavite içindeki performansını etkilemektedir.^{5, 109} Renk stabilitesinin bozulması restorasyonların yenilenme sebeplerinden biridir.¹¹⁰ Kompozit rezinlerin renk değişiminde içsel ve dışsal faktörler sorumludur. Ağız hijyeni uygulamaları, kromojen gıdalar, tütün, su emilimi ve yüzey pürüzlülüğü dışsal renklenme sebebidir.^{111, 112} Renk stabilitesini etkileyen içsel faktörlerde ise; kompozit rezinin hidrofilik/hidrofobik yapısı, doldurucu partiküllerin miktarı, boyutu ve dağılımı, kullanılan foto başlatıcı tipi sayılabilir.^{113, 114}

Diş hekimliğinde renk tespitinde en sık kullanılan cihaz spektrofotometredir.¹¹⁵ Konvansiyonel yöntemlerle ve insan gözü ile karşılaştırıldığında spektrofotometreler %33 artmış doğruluğa sahiptir.¹¹⁶ Diş hekimliğinde renk tespiti ile ilgili yapılan derlemede, spektrofotometrenin güvenli sonuçlar verdiği bildirilmiştir.¹¹⁷ Çalışmamızda, VITA Easyshade V spektrofotometre cihazı ile bütün numunelerin t_0 , t_1 , t_5 zamanlarında renk ölçümleri 3 noktadan yapıp ortalamaları ve ΔE değerleri hesaplanmıştır.

En sık kullanılan renk ölçüm sistemi ise CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemidir ve ΔE değerinin tespit edilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir.¹¹⁸ Yapılan çalışmalarda görsel

olarak kabul edilebilir renk değişikliği için ΔE 'nin eşik değeri 3,3 olarak kabul edilmiştir.^{113, 119} Kahve, ay, kola ve distile suyun, mikrohibrit ve nanohibrit kompozit rezinlerdeki renk değişimi üzerine yapılan bir çalışmada, nanohibrit kompozit rezinin mikrohibrit kompozit rezine göre çok daha düşük renk stabilitesi göstediği bulunmuştur.¹²⁰ Alkollü ve alkolsüz içeceklerin nanofil ve mikrohibrit kompozit rezinlerin renk stabilitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise mikrohibrit kompozit rezinin farklı içeceklerde daha yüksek renk stabilitesi gösterdiği bulunmuştur.¹²¹ Farklı doldurucuya sahip kompozit rezinlerin, kahve ve kırmızı őarap solüsyonları ile renk değişiminin incelendiği bir çalışmada; nanokompozit rezinin mikrohibrit kompozit rezinden daha fazla renk değişimine uğradığı görülmüştür.¹²² Mikrohibrit ve nanohibrit kompozit rezinlerin çeşitli meyve sularına karşı renk direncinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, nanohibrit kompozit rezinin renk değişimi daha yüksek bulunmuştur.¹²³

Güncel geliőmeler sayesinde akıllı monokromatik kompozit rezinler piyasada popüler hale gelmektedir. Renk eőidi ihtiyaını ve kompozit rezin israfını azaltması, hasta başında geçirilen süreyi kısaltması gibi sebeplerden dolayı kullanımı yaygınlaşmaktadır.^{5, 22} Omnichroma akıllı monokromatik bir kompozit rezindir. Herhangi bir renk pigmenti olmadan renk eşleşmesi sağlar ve içeriğinde 260 nm boyutunda suprananosferik doldurucu partiküller bulunmaktadır.^{2, 5} Ancak Omnichroma'nın renk stabilitesi ile ilgili bilimsel çalışmalar literatürde az bulunmaktadır.¹²⁴ Omnichroma ile ilgili yakın zamanda yapılan bir çalışmada, kompozit rezin ile diş arasındaki renk farkının, dişin parlaklığı arttıķa azaldığı ne sürülmüőtür.¹²⁵ Filtek Universal Restorative, Clearfil Majesty ES-2 Premium, Harmonize ve Omnichroma'nın kahve ile renk değişiminin incelendiği bir çalışmada; 1., 7. ve 30. günlerin sonunda alınan

ölçümlerde en yüksek renk değişimi Omnicroma grubunda görülmüştür.¹²⁶ Mikrohibrit, submikrohibrit ve suprananosferik dolduruculu kompozit rezinlerin kahve ile renk değişimlerinin incelediği bir çalışmada, en yüksek ΔE değeri 6,28 ile suprananosferik dolduruculu Omnicroma ile bulunmuştur.¹²⁷ Omnicroma ve Essentia kompozit rezinlerinin distile su, kahve ve kola ile termal siklus uygulamasında renk değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, bütün deney sıvılarında Omnicroma'nın ΔE değeri Essentia'dan daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi olarak Essentia'nın organik matriksinde BisGMA, BisEMA, TEGDMA monomerleri bulunduğu, Omnicroma'da bulunan UDMA ve TEGDMA monomerlerinin ise su emilimi ile renk stabilitesini düşürdüğü bildirilmiştir.^{126, 128} Bu bilgiler doğrultusunda Omnicroma'nın renk eşleştirme kabiliyeti ve renk stabilitesinin araştırılması çok önemlidir. Bu nedenle Omnicroma'nın renk stabilitesini mikrohibrit doldurucuya sahip kompozit rezinle karşılaştırmak anlamlı olacaktır.

Bu çalışmada ΔE için eşik değer 3,3 olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; $\Delta E_{t_0-t_1}$ ölçümü için bütün gruplar arasında anlamlı fark vardır ($p<0,001$). Omnicroma Colgate ($\Delta E=12,78$) grubu ortalaması diğer tüm gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Ek olarak Charisma Sensodyne ($\Delta E=3,76$) ve Omnicroma Sensodyne ($\Delta E=8,19$) grubu ortalaması Charisma Colgate ($\Delta E=1,13$) grubu ortalamasından daha yüksektir. $\Delta E_{t_0-t_5}$ ölçümü için bütün gruplar arası anlamlı fark vardır ($p<0,001$). Omnicroma Colgate grubu ($\Delta E=11,75$) ortalaması diğer tüm gruplardan anlamlı derecede daha yüksektir. Omnicroma Sensodyne grubu ortalaması ($\Delta E=6,66$) Charisma Sensodyne ($\Delta E=2,05$) ve Charisma Colgate ($\Delta E=1,83$) grubu ortalamasından anlamlı derecede daha yüksektir. $\Delta E_{t_1-t_5}$ ölçümü için; Charisma Colgate grubu ile diğer gruplar

arasında anlamlı fark vardır. Bu grubun ortalama ΔE değeri diğer grupların değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür. Charisma Colgate grubunun bütün zaman dilimlerinde hesaplanan ΔE değerleri eşik değer olan 3,3'ten küçüktür. İncelediğimiz gruplar içerisinde en yüksek renk stabilitesi bu grupta gözlenmiştir. En yüksek ΔE değerlerini veren grup ise Omnichroma Colgate'tir. Bu grubun bütün zaman dilimlerinde ΔE değeri, diğer grupların ΔE değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla en düşük renk stabilitesi, mevcut çalışmalarla uyumlu olarak akıllı monokromatik kompozit rezin Omnichroma'da gözlenmiştir. Omnichroma'nın renk pigmenti içermemesi ve tepkimeye girmeyen karbon-karbon bağı oranı renk stabilitesinin daha düşük olma sebeplerinden biri olabilir.¹²⁷ Ayrıca Omnichroma'nın organik matriksinde düşük molekül ağırlıklı UDMA ve TEGDMA bulunmakta olup, TEGDMA hidrofilik yapıda olduğu için su emilimiyle renk stabilitesini düşürebileceği düşünülmektedir.^{129, 130}

Farklı aşındırıcılıktaki diş macunlarının renk stabilitesi üzerine etkisi incelendiğinde ise anlamlı fark bulunamamıştır. Bu bilgiler doğrultusunda; güncel teknolojik gelişmelerle üretilen akıllı monokromatik kompozit rezinlerin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü için çalışmaya ihtiyaç olup bu konu in vivo araştırmalarla desteklenmelidir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmada kompozit rezin olarak Omnichroma ve Charisma Smart, diş macunu olarak Sensodyne Naneli ve Colgate 2si 1 Arada Beyazlatıcı kullanılmış olup, başlangıç, 1 yıllık ve 5 yıllık fırçalama ve termal siklus simülasyonları sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi incelenmiştir. Çalışmanın limitleri dahilinde elde edilen bilgiler sayesinde şu sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Kompozit rezinlerin doldurucu partikül tipi, renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir.
2. Profilometre analizlerinde, t_5 zaman diliminde yüzey pürüzlülüğü incelemesinde Omnichroma Colgate ve Omnichroma Sensodyne grupları Charisma Sensodyne grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.
3. Farklı RDA değerine sahip diş macunlarının sebep olduğu yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.
4. Spektrofotometre analizlerinde $\Delta E_{t_0-t_1}$ ve t_0-t_5 ölçümlerinde Omnichroma Colgate grubu ortalaması diğer gruplardan anlamlı derece daha yüksektir.
5. Bütün gruplar içerisinde değerlendirildiğinde düşük renk stabilitesi Omnichroma Colgate, en yüksek renk stabilitesi ise Charisma Colgate grubunda görülmüştür.
6. Farklı RDA değerine sahip diş macunlarının renk değişimi üzerine yapılan incelemede anlamlı fark bulunamamıştır.

7. Akıllı monokromatik kompozit rezin olan Omnicroma'nın renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü incelemeleri klinik çalışmalarla da desteklenmelidir.



KAYNAKLAR

1. Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dent Mater* 2010;26(4):306-19.
2. Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2019;31(5):465-70.
3. Schmalz G, Hickel R, van Landuyt KL, Reichl F-X. Nanoparticles in dentistry. *Dent Mater* 2017;33(11):1298-314.
4. 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.
5. Ahmed MA, Jouhar R, Vohra F. Effect of Different pH Beverages on the Color Stability of Smart Monochromatic Composite. *Applied Sciences* 2022;12(9):4163.
6. Sakaguchi RL, Powers JM. Restorative Materials: Composites and Polimers. Craig's restorative dental materials. 13th ed. Houston, Texas: Elsevier Health Sciences; 2012. p.163-82.
7. Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med* 1995;6(4):302-18.
8. Fontes ST, Fernández MR, Moura CMd, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009;17(5):388-91.

9. Hervás García A, Lozano M, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Composite resins: a review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006;11(1):215-20.
10. Dayangaç B. Kompozit Rezinler. Kompozit rezin restorasyonlar. 1. Baskı. İstanbul: Güneş Kitabevi; 2000. p.5-12
11. Wilson KS, Zhang K, Antonucci JM. Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials* 2005;26(25):5095-103.
12. Chen M-H. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 2010;89(6):549-60.
13. Celik C. Güncel Kompozit Rezin Sistemler. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2017;3(3):128-37.
14. Cetin AR, Unlu N. One-year clinical evaluation of direct nanofilled and indirect composite restorations in posterior teeth. *Dent Mater J* 2009;28(5):620-6.
15. Palin W, Fleming G, Burke F, Marquis P, Randall R. The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dent Mater* 2005;21(9):852-63.
16. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG, Pinzino CS. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater* 2007;23(8):1011-7.
17. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent* 2015;40(2):190-200.

18. Ilie N, Keßler A, Durner J. Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *J Dent* 2013;41(8):695-702.
19. Ozel Bektas O, Eren D, Akin EG, Akin H. Evaluation of a self-adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontol Scand* 2013;71(3-4):541-6.
20. Ajlouni R, Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Warren J. The use ofOrmocer as an alternative material for bonding orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist* 12th ed. United States: Allen Press Inc. 2005;75(1):106-8.
21. Fráter M, Forster A, Keresztúri M, Braunitzer G, Nagy K. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *J Dent* 2014;42(9):1143-50.
22. AlHamdan EM, Bashiri A, Alnashmi F, Al-Saleh S, Al-shahrani K, Al-shahrani S, Alsharani A, Alzahrani KM, Alqarawi FK, Vohra F. Evaluation of Smart Chromatic Technology for a Single-Shade Dental Polymer Resin: An In Vitro Study. *Appl Sci* 2021;11(21):10108.
23. Davies R, Scully C, Preston AJ. Dentifrices: an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2010;15(6):976-82.
24. Hossain A, Okawa S, Miyakawa O. Effect of toothbrushing on titanium surface: an approach to understanding surface properties of brushed titanium. *Dent Mater* 2006;22(4):346-52.

25. Sharif N, MacDonald E, Hughes J, Newcombe R, Addy M. The chemical stain removal properties of whitening toothpaste products: studies in vitro. *Br Dent J* 2000;188(11):620-4.
26. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater* 2016;32(1):82-92.
27. 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.
28. da Rosa GM, da Silva LM, de Menezes M, do Vale HF, Regalado DF, Pontes DG. Effect of whitening dentifrices on the surface roughness of a nanohybrid composite resin. *Eur J Dent* 2016;10(02):170-5.
29. Barbieri GM, Mota EG, Rodrigues-Junior SA, Burnett Jr LH. Effect of whitening dentifrices on the surface roughness of commercial composites. *J Esthet Restor Dent* 2011;23(5):338-45.
30. Sfondrini MF, Pascadopoli M, Gallo S, Ricaldone F, Kramp DD, Valla M, Gandini P, Scribante A. Effect of enamel pretreatment with pastes presenting different relative dentin abrasivity (RDA) values on orthodontic bracket bonding efficacy of microfilled composite resin: in vitro investigation and randomized clinical trial. *Materials* 2022;15(2):531.
31. Mike Williamson DDS MS. <https://www.williamsonperio.com/wp-content/uploads/2014/07/Toothpaste-Abrasiveness-Ranked-by-RDA.pdf>.

32. Liebenberg W. Another white lie? *J Esthet Restor Dent* 2006;18(3):155-60.
33. Jardim JJ, Alves LS, Maltz M. The history and global market of oral home-care products. *Braz Oral Res* 2009;23(1):17-22.
34. Hakan Y, Ertaş E. Effects of storage conditions on surface hardness of composite resin: in vitro. *J Dental Sci* 2000;6(1):41-7.
35. Lippert F. An introduction to toothpaste-its purpose, history and ingredients *Monogr Oral Sci* 2013;23:1-14.
36. Stuart LF. The history of oral hygiene products: how far have we come in 6000 years. *Periodontol 2000* 1997;15:7-14.
37. West NX, Moran JM. Home-use preventive and therapeutic oral products. *Periodontol 2000* 2008;48(1):7-9.
38. Sano H, Nakashima S, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Effect of a xylitol and fluoride containing toothpaste on the remineralization of human enamel in vitro. *J Oral Sci* 2007;49(1):67-73.
39. Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. *J Dent* 2010;38(2):17-24.
40. Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. *Stomatologija* 2012;14(1):12-22.
41. Walters PA. Dentinal hypersensitivity: a review. *J Contemp Dent Pract* 2005;6(2):107-17.

42. Hu M-L, Zheng G, Zhang Y-D, Yan X, Li X-C, Lin H. Effect of desensitizing toothpastes on dentine hypersensitivity: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2018;75(1):12-21.
43. Parry J, Smith AJ, Sufi F, Rees GD. Effect of simulator design on in vitro profilometric assessment of toothpaste abrasivity. *Wear* 2012;278(1):34-40.
44. Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *J Prosthet Dent* 1991;66(4):498-500.
45. Oskoe SK, Drummond JL, Rockne KJ. The effect of esterase enzyme on aging dental composites. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2019;107(6):2178-84.
46. Somacal D, Manfroí F, Monteiro M, Oliveira S, Bittencourt H, Borges G, Spohr AM. Effect of pH cycling followed by simulated toothbrushing on the surface roughness and bacterial adhesion of bulk-fill composite resins. *Oper Dent* 2020;45(2):209-18.
47. Montagner AF, Opdam N, De Munck J, Cenci MS, Van Meerbeek B, Huysmans M. Bonding efficacy and fracture pattern of adhesives submitted to mechanical aging with the Rub&Roll device. *J Adhes Dent* 2017;19(1):59-68.
48. Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *J Prosthet Dent* 2011;105(4):236-41.
49. Borba M, de Araújo MD, Fukushima KA, Yoshimura HN, Griggs JA, Della Bona Á, Cesar PF. Effect of different aging methods on the mechanical behavior of multi-layered ceramic structures. *Dent Mater* 2016;32(12):1536-42.

50. Drubi-Filho B, Garcia LdFR, Cruvinel DR, Sousa ABS, Pires-de-Souza FdCP. Color stability of modern composites subjected to different periods of accelerated artificial aging. *Braz Dent J* 2012;23(5):575-80.
51. Varghese JT, Babaei B, Farrar P, Prentice L, Prusty BG. Influence of thermal and thermomechanical stimuli on a molar tooth treated with resin-based restorative dental composites. *Dent Mater* 2022;38(5):811-23.
52. 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(2):295-308.
53. Gale M, Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27(2):89-99.
54. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent* 2006;31(1):39-46.
55. İnan H, Tamam E, Bağış B. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniv Dişhek Fak Derg* 2008;17(3):171-6.
56. Türkün LŞ, Türkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(5):290-301.

57. Saghiri MA, Asgar K, Lotfi M, Karamifar K, Saghiri AM, Neelakantan P, Gutmann JL, Sheibaninia A. Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: a new method for surface analysis. *Acta Odontol Scand* 2012;70(6):603-9.
58. Alhabdan AA, El-Hejazi AA. Comparison of surface roughness of ceramics after polishing with different intraoral polishing systems using profilometer and SEM. *J Dent Health Oral Disord Ther* 2015;2(3):1-11.
59. Jandt KD. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surf Sci* 2001;491(3):303-32.
60. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotech Histochem* 2006;81(2-3):87-97.
61. Vahabi S, Salman BN, Javanmard A. Atomic force microscopy application in biological research: a review study. *Iran J Med Sci* 2013;38(2):76-83.
62. Kahramanoğlu E, Özkan YK. Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dent J* 2013;16(4):339-47.
63. Raluca D, Preoteaca CT, Preoteaca E. In M. The accuracy of tooth color determination by dental students. *IADR/PER Congress* 2014.
64. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(5):467-80.
65. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32(1):3-12.
66. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000. *Color Res Appl* 2001;26(5):340-50.

67. Cortez R, Luna-Vital DA, Margulis D, Gonzalez de Mejia E. Natural pigments: stabilization methods of anthocyanins for food applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2017;16(1):180-98.
68. Igiel C, Weyhrauch M, Wentaschek S, Scheller H, Lehmann KM. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. *Dent Mater J* 2016;35(1):63-9.
69. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent* 2010;38(2):57-64.
70. Çarikçioğlu B. Reçetesiz Satılan Farklı Beyazlatma Ürünlerinin Renklendirilmiş Nano Ve Mikro Hibrit Kompozitlerin Renk Değişimleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hekim Fak Derg* 2021;31(1):27-33.
71. Lee Y-K. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater* 2005;21(7):678-82.
72. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38(2):2-16.
73. Kurt M, Turhan Bal B, Bal C. Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri: Sistemantik Derleme. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2016;22(2):130-146.
74. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent* 2017;67(1):3-10.
75. Roselino LdMR, Chinelatti MA, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza FdCP. Effect of brushing time and dentifrice abrasiveness on color change and surface roughness of resin composites. *Braz Dental J* 2015;26(5):7-13.

76. Monteiro B, Spohr AM. Surface roughness of composite resins after simulated toothbrushing with different dentifrices. *J Int Oral Health* 2015;7(7):1.
77. Köhler B, Rasmusson C, Ödman P. A five-year clinical evaluation of Class II composite resin restorations. *J Dent* 2000;28(2):111-6.
78. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent* 2011;39(1):9-17.
79. Zimmerli B, Lussi A, Flury S. Operator variability using different polishing methods and surface geometry of a nanohybrid composite. *Oper Dent* 2011;36(1):52-9.
80. Borges MG, Silva GR, Neves FT, Soares CJ, Faria-e-Silva AL, Carvalho RF, Menezes MS. Oxygen inhibition of surface composites and its correlation with degree of conversion and color stability. *Braz Dent J* 2021;32(1):91-7.
81. Swift E. Ask the experts: Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17(1):3-4.
82. Altinci P, Mutluay M, Tezvergil-Mutluay A. Repair bond strength of nanohybrid composite resins with a universal adhesive. *Acta Biomater Odontol Scand* 2018;4(1):10-9.
83. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *J Esthet Restor Dent* 2007;19(5):265-73.
84. Moraes R, Gonçalves LdS, Lancellotti AC, Consani S, Corrêa-Sobrinho L, Sinhoretto MA. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? *Oper Dent* 2009;34(5):551-7.

85. O'Neill C, Kreplak L, Rueggeberg FA, Labrie D, Shimokawa CAK, Price RB. Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. *J Esthetic Restor Dent* 2018;30(1):59-69.
86. da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent* 2010;38(2):123-8.
87. Jones C, Billington R, Pearson G. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dental J* 2004;196(1):42-5.
88. Lai G, Zhao L, Wang J, Kunzelmann K-H. Surface properties and color stability of dental flowable composites influenced by simulated toothbrushing. *Dent Mater J* 2018;37(5):717-24.
89. 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.
90. Chung K-h. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 1994;10(5):325-30.
91. Kamonkhantikul K, Arksornnukit M, Takahashi H, Kanehira M, Finger WJ. Polishing and toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resins. *Dent Mater J* 2014;33(5):599-606.
92. Alkhudhairy FI. The effects of irradiance and exposure time on the surface roughness of bulk-fill composite resin restorative materials. *Saudi Med J* 2018;39(2):197-202.

93. Roselino LdMR, Chinelatti MA, Alandia-Román CC, Pires-de-Souza FdCP. Effect of brushing time and dentifrice abrasiveness on color change and surface roughness of resin composites. *Braz Dent J* 2015;26(5):507-13.
94. Mondelli RFL, Wang L, Garcia FCP, Prakki A, Mondelli J, Franco EB, Ishikiriyama A. Evaluation of weight loss and surface roughness of compomers after simulated toothbrushing abrasion test. *J Appl Oral Sci* 2005;13(2):131-5.
95. Cury J, Rosing C, Tenuta L. Are dentifrices all the same. *Int J Braz Dent* 2010;6254-6.
96. Bolay S, Cakir FY, Gurgan S. Effects of toothbrushing with fluoride abrasive and whitening dentifrices on both unbleached and bleached human enamel surface in terms of roughness and hardness: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2012;13(5):584-9.
97. Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent* 2009;37(6):480-4.
98. Addy M, Hughes J, Pickles M, Joiner A, Huntington E. Development of a method in situ to study toothpaste abrasion of dentine: comparison of 2 products. *J Clin Periodontol* 2002;29(10):896-900.
99. Souza MOf, Leitune VCB, Rodrigues SB, Samuel SMW, Collares FM. One-year aging effects on microtensile bond strengths of composite and repairs with different surface treatments. *Braz Oral Res* 2017;31(2):4.

100. Özcan M, Barbosa SH, Melo RM, Galhano GAP, Bottino MA. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mater* 2007;23(10):1276-82.
101. 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.
102. 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.
103. 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.
104. Nikaido T, Kunzelmann K-H, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox C, Hickel R, Tagami J. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater* 2002;18(3):269-75.
105. Değirmenci K, Büyükdere AK. İn Vitro Yöntemlerle Tam Seramiklerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Transluserisinin Değerlendirilmesi: Derleme. *Int J Dent Sci* 2016;(1):13-8.
106. Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999;27(7):509-15.

107. Mathia T, Pawlus P, Wieczorowski M. Recent trends in surface metrology. *Wear* 2011;271(3-4):494-508.
108. Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Bruno O, Covani U, Barone A, De Santis D, Chiappelli F. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *Open Dent J* 2010;4(1):191-4.
109. Shamszadeh S, Sheikh-Al-Eslamian SM, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color stability of the bulk-fill composite resins with different thickness in response to coffee/water immersion. *Int J Dent* 2016;2016.
110. Alawjali SS, Lui J. Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *J Dent* 2013;41(3):53-61.
111. Alnasser HA, Elhejazi AA, Al-Abdulaziz AA, Alajlan SS, Habib SR. Effect of Conventional and Electronic Cigarettes Smoking on the Color Stability and Translucency of Tooth Colored Restorative Materials: An In Vitro Analysis. *Coatings* 2021;11(12):1568.
112. Freitas F, Pinheiro de Melo T, Delgado AH, Monteiro P, Rua J, Proença L, Caldeira J, Mano Azul A, Mendes JJ. Varying the Polishing Protocol Influences the Color Stability and Surface Roughness of Bulk-Fill Resin-Based Composites. *J Funct Biomater* 2020;12(1):1.
113. Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent* 2012;40(1):57-63.

114. Gregorius WC, Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Roggenkamp CL, Powers JM, Paravina RD. Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *J Dent* 2012;40(2):47-54.
115. O'brien WJ. Polymeric Restorative Materials. Dental materials and their selection, 3rd ed., Michigan: Quintessence 2002. p.113-32
116. Jung M, Voit S, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 2003;28(1):53-9.
117. Kurt M, Bal B, Bal C. Actual methods of color measurement: a systematic review. *Turkiye Klinikleri J Dental Sci* 2016;22(2):130-46.
118. Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent* 2007;35(7):593-9.
119. ABU-BAKR N, Han L, Okamoto A, IWAKU M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Restor Dent* 2000;12(5):258-63.
120. Al Kheraif AAA, Qasim SSB, Ramakrishnaiah R, ur Rehman I. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental Mater J* 2013;32(2):326-31.
121. Bansal K, Acharya SR, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2012;15(3):283-8.
122. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006;95(2):137-42.

123. Meshki R, Rashidi M. Effect of natural and commercially produced juices on colour stability of microhybrid and nanohybrid composites. *BDJ open* 2022;8(1):1-5.
124. Gamal W, Safwat A, Abdou A. Effect of Coloring Beverages on Color Stability of Single Shade Restorative Material: An In Vitro Study. *Open Access Maced J M Sci* 2022;10:28-32.
125. Evans MB. The Visual and Spectrophotometric Effect of External Bleaching on Omnicroma Resin Composite and Natural Teeth. School of Dentistry, Restorative Dentistry. Graduate Thesis, Morgantown: West Virginia University, 2020.
126. Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Oktay EA, Ersöz B. Investigation of single shade composite resin surface roughness and color stability. *Atatürk Univ Diş Hekim Fak Derg* 2021;31(2):207-14.
127. Fidan M, Yeşilirmak N, Tuncdemir MT. Kahve ile Renklendirmenin Kompozit Rezinlerde Renk Stabilitesi ve Transluserisi Parametresi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *NEU Dent J* 3(1):26-32.
128. Abdelhamed B, Metwally AA-H, Shalaby HA. Rational durability of optical properties of chameleon effect of Omnicroma and Essentia composite thermocycled in black dark drinks (in vitro study). *Bull Natl Res Cent* 2022;46(1):1-12.
129. El-Rashidy AA, Abdelraouf RM, Habib NA. Effect of two artificial aging protocols on color and gloss of single-shade versus multi-shade resin composites. *BMC Oral Health* 2022;22(1):1-12.

130. Gajewski VE, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J* 2012;23(5):508-14.



EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER

Adı	Begüm
Soyadı	Tavas
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Cinsiyeti	Kadın
Uyruğu	T.C.
Telefon	
Email	

2. EĞİTİM

Mezun Olduğu Okullar	Yıllar
Lise Muğla 75. Yıl Fen Lisesi, MUĞLA	2008-2012
Lisans Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ANTALYA	2012-2017
Uzmanlık Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ESKİŞEHİR	2018-Halen

3. YABANCI DİL

İngilizce

4. YAYIN VE BİLDİRİLER

1. Ortodontik Tedavi Sonrası Oluşan Başlangıç Çürüklerinin Rezin İnfiltrasyon İle Tedavisi: Olgu Sunumu, 2019: Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kongresi
2. Safety and Data Acquisition Recommendations for The Near Future of Bicycle Transportation in Turkey, Sözlü Sunum, 2020: Uluslararası Ege İnovasyon Teknolojileri ve Mühendislik Bilimleri Sempozyumu.
3. Güncel Endodonti ve Restoratif Çalışmaları, 2021: Güncel Matriks Sistemleri.

