

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİMDALI



BEYAZLATICI DİŞ MACUNLARININ ÜNİVERSAL RENKLİ
KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY VE RENK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ

ELİF SOSLU BULUT

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Merve AĞACCIOĞLU

ÖZET

**BEYAZLATICI DİŞ MACUNLARININ ÜNİVERSAL RENKLİ
KOMPOZİTLERİN RENK VE YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ
UZMANLIK TEZİ
ELİF SOSLU BULUT
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ. MERVE AĞACCIOĞLU

BOLU, EKİM- 2022

Çalışmamızın amacı tek renk kompozit materyal olarak piyasaya sürülen Omnicroma, Charisma Topaz ONE ve kontrol kompoziti olarak Estelite Sigma Quick kompozit rezinlerinde, farklı etken maddelere sahip beyazlatıcı diş macunlarının oluşturduğu renk değişimini ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmektir. Çalışmamızda kullanılan diş macunları ise Colgate Optic White Expert, Flash White Smile Beyazlatıcı Diş Macunu ve kontrol macunu olarak ise İpana Sağlıklı Gülüşler Diş Macunudur. Çalışmamızda n=8 olmak üzere 9 grup belirlenmiştir. Tüm kompozit örnekler için yapılan renk ölçümü ve yüzey pürüzlülüğü ölçümü için sırasıyla Vita Easysshade Advance ve Perthometer M2 profilometre cihazı kullanılmıştır. Örneklerin başlangıç renk ölçümü ve yüzey pürüzlülüğü değerleri kaydedildikten sonra, örnekler kahve solüsyonu içinde bekletilmiştir. Kahvede bekletilen örnekler şarj edilebilir diş fırçası ve fırça başlığı kullanılarak fırçalama işlemi yapılmıştır ve SEM görüntüleri alınmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS 24.0 programı kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren üç ve üzeri grup karşılaştırmalarında One-Way Anova testi kullanılmıştır. Ölçümlerin üç zamana bağlı değişimlerini incelemek için Repeated Measures testi, iki zaman bağlı değişimlerini ise Paired Samples T testi kullanılmış ve anlamlılık $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeylerinde değerlendirilmiştir. Farklı diş macunu uygulaması sonucu oluşan renk değişim değerleri (ΔE_{002}) açısından test edilen materyaller değerlendirildiğinde, COW ve İPN diş macununda ΔE_{002} CTO>OM>ESQ olarak sıralanırken, FLS diş macununda ise ESQ>OM>CTO olarak sıralanmıştır. Farklı diş macunu uygulaması sonrası, macunların materyallerde meydana getirdiği yüzey pürüzlülüğü değişiklikleri değerlendirildiğinde ise, tüm kompozit gruplarında diş macunları açısından anlamlı fark bulunmamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Tek Renk Kompozit, Beyazlatıcı Diş Macunu, Hidrojen Peroksit, Nanohidroksiapatit

ABSTRACT

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF WHITENING TOOTHPASTES ON
THE SURFACE AND DISCOLOURATION PROPERTIES OF UNIVERSAL
SHADE COMPOSITE RESINS**

MASTER THESIS

ELİF SOSLU BULUT

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

FACULTY OF DENTISTRY

RESTORATIVE DENTISTRY

(SUPERVISOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ MERVE AĞACCIOĞLU

BOLU, OCTOBER 2022

The aim of our study is to evaluate the color change and surface roughness of whitening toothpastes with different active ingredients in Omnicroma, Charisma Topaz One, which is marketed as a single shade composite material, and Estelite Sigma Quick composite resin as a control composite. The toothpastes used in our study are Colgate Optic White Expert, Flash White Smile Whitening Toothpaste and as control paste Ipana Sağlıklı Gülüşler Toothpaste. In our study, as n=8, nine groups were determined. Vita Easyshade Advance and Perthometer, M2 profilometer device were used for color and surface roughness measurements, respectively. After the initial color measurements and surface roughness values of the samples were recorded, the samples were kept in a coffee solution. The measurements were repeated before and after brushing the samples with different toothpastes. SEM images were obtained. One-Way Anova test was used in comparisons of three or more groups showing normal distribution. The Repeated Measures test was used to examine the three time-dependent changes of the measurements, and the Paired Samples T test was used for the two time-dependent changes, and the significance was evaluated at $p<0.01$ and $p<0.05$. When the tested materials were evaluated in terms of color change values (ΔE_{002}) resulting from different toothpaste application, ΔE_{002} was ranked as CTO>OM>ESQ in COW and IPN groups, and ESQ>OM>CTO in FLS group. When the surface roughness changes caused by the toothpastes were evaluated, there was no significant difference in terms of toothpastes in all composite groups.

KEYWORDS: Single Shade Composite, Whitening Toothpaste, Hydrogen Peroxide, Nanohydroxyapatite

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	1
ETİK BEYAN	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖZET.....	1
ABSTRACT	1
İÇİNDEKİLER	3
ŞEKİL LİSTESİ.....	5
TABLO LİSTESİ	6
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	7
TEŞEKKÜR	8
1. GİRİŞ.....	9
2. GENEL BİLGİLER	12
2.1 Kompozit Resinlerin Gelişimi.....	12
2.2 Kompozit Resinlerin Yapısı	12
2.2.1 Organik Faz	12
2.3 Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması.....	14
2.4 Kompozit Resinlerdeki Gelişmeler	16
2.4.1 Nanokompozitler	16
2.4.2 Bulk fill Kompozitler	16
2.4.3 Self-adeziv kompozit rezinler.....	17
2.4.4 Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler	17
2.4.5 Tek renk ve grup renk kompozit rezinler	17
2.5 Kompozit Resinlerde Bitim ve Cila İşlemleri	18
2.5.1 Aşındırıcı tipleri ve bileşimi	20
2.5.2 Dental Bitirme ve Cila Materyalleri	21
2.6 Renk Kavramı.....	23
2.6.1 Materyalin Optik Özellikleri	25
2.6.2 Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Sistemleri	26
2.6.3 Diş Hekimliğinde Renk Ölçüm Yöntemleri	29
2.7 Yüzey Pürüzlülüğü	33
2.7.1 Profilometreler.....	34
2.8 Diş Macunları	35
2.8.1 Diş Macunlarının İçeriğinde Bulunan Maddeler	35
2.8.2 İçeriğine Göre Diş Macunlarının Sınıflandırılması	37
2.9 Diş Fırçası.....	42
3. GEREÇ VE YÖNTEM	44
3.1 Çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller.....	46
3.1.1 Omnichroma (Tokuyama, Japan)	46
3.1.2 Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya).....	46
3.1.3 Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya)	47

3.2 Çalışmamızda kullanılan diş macunları.....	48
3.2.1 Colgate Optic White Expert (Colgate&Palmolive, Polonya).....	48
3.2.2 Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu (Whitesmile Gmbh Weinheimer Birkenau/Germany).....	48
3.2.3 İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Koruma Diş Macunu.....	48
3.3 Örneklerin Hazırlanması.....	49
3.4 Deney gruplarının belirlenmesi	50
3.5 Kompozit örneklerin renklendirilmesi.....	51
3.6 Diş macunu ile fırçalama işleminin yapılması.....	52
3.7 Renk Ölçümü	53
3.8 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	54
3.9 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi.....	55
3.10 İstatistiksel Analiz	56
4. BULGULAR	57
4.1 Renklendirme işlemi uygulanmış kompozit rezinlerin renk değişimlerinin değerlendirilmesi	57
4.2 Farklı diş macunları uygulaması sonrası oluşan renk değişimlerinin kompozit materyaller kıyaslanarak değerlendirilmesi.....	61
4.3 Farklı diş macunlarının oluşturduğu renk değişimlerinin diş macunları kıyaslanarak değerlendirilmesi.....	61
4.4 Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi	65
4.5 SEM görüntüleri	65
5. TARTIŞMA	69
5.1 Materyal Seçimi.....	69
5.2 Renk Değişiminin Değerlendirilmesi	72
5.3 Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi	78
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	85
7. KAYNAKLAR.....	86

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Dental kompozitlerin partikül modifikasyonuna bağlı formülasyonlarının kronolojik gelişimi.....	17
Şekil 2.2. Alüminyum oksit ve elmas aşındırıcı içeren bitim ve cila aletleri.....	22
Şekil 2.3. Elastomerik ve kauçuk aşındırıcı bitim ve cilalama aletleri	24
Şekil 2.4. Görünür ışığın dalga boyları 380 nm(mor) ile 760 nm(kırmızı) arasında değişir.....	25
Şekil 2.5. Munsell Renk Sistemi.....	28
Şekil 2.6. CIELAB kutupsal renk koordinatları.....	29
Şekil 2.7. Vita Klasik Renk Skalası.....	31
Şekil 2.8. Vita 3D-Master skalası.....	32
Şekil 2.9. Chromascop (Ivoclar- Vivadent, Schaan, Liechtenstein).....	32
Şekil 2.10. Vita Easyshade Compact.....	34
Şekil 3.1. Omnicroma (Tokuyama, Japan)	47
Şekil 3.2. Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya).....	48
Şekil 3.3. Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya).....	48
Şekil 3.4. Çalışmamızda kullanılan diş macunları.....	50
Şekil 3.5. Hazırladığımız kompozit örnekler.....	51
Şekil 3.6. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan plastik kalıp.....	51
Şekil 3.7. Eppendörf tüplerinin içindeki kahve solüsyonu içine konulan örnekler..	53
Şekil3.8. Çalışmamızda şarj edilebilir diş fırçası (Oral B ProfessionalCareTriumph) ve fırça başlığı (Oral-B Cross Action, Procter&Gamble Satış Dağıtım Ltd, İstanbul, Türkiye).....	54
Şekil 3.9. Vita Easyshade Advance (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya)...	55
Şekil 3.10. Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı.....	56
Şekil 3.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (JEOL JSM 7001F, Japonya).....	57
Şekil 4.1. OM materyaline ait SEM görüntüleri.....	67
Şekil 4.2. CTO materyaline ait SEM görüntüleri.....	68
Şekil 4.3. ESQ materyaline ait SEM görüntüleri.....	69

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Renkler ve dalga boyları.....	25
Tablo 2.2. Renk terminolojisi.....	27
Tablo 2.3. Beyazlatma ajanları ve etki mekanizmaları.....	40
Tablo 3.1. Kompozit rezinler ve içerikleri.....	46
Tablo 3.2. Çalışmamızda kullanılan diş macunları ve içerikleri.....	46
Tablo 4.1. Colgate Diş Macunu Türünde; Materyaline Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	59
Tablo 4.2. Flash Diş Macunu Türünde; Materyaline Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	60
Tablo 4.3. İpana Diş Macunu Türünde; Materyaline Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	61
Tablo 4.4. Omnichroma Kompozitinde; Diş Macunu Türlerine Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	63
Tablo 4.5. Charisma Kompozitinde; Diş Macunu Türlerine Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	64
Tablo 4.6. Estelite Kompozitinde; Diş Macunu Türlerine Göre Ölçümlerin Değerlendirilmesi.....	65

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

Bis-GMA	: Bisfenol Glisidil Metakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
%	: Yüzde
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
Bis-EMA	: Bisfenol-A-polietilen dimetakrilat
UV	: Ultraviyole
µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
OM	: Omnicroma
CTO	: Charisma Topaz ONE
ESQ	: Estelite Sigma Quick
FLS	: Flash White Smile
İPN	: İpana Sağlıklı Gülüşler
COW	:Colgate Optic White
SEM	:Scannig Electron Microscope
K	:Kelvin
CİE	:The İnternational Commession on İllumination
PH	:Ortamin asiditesi
LED	:Light Emmittion Diode
AFM	:Atomik Kuvvet Mikroskobu
<	:küçüktür
>	:büyüktür
Ra	:Yüzey Pürüzlülüğü
ΔE	:Renk Değişimi
L	:CİELab sistemi renk koordinatı
a	: CİELab sistemi kırmızı yeşil renk koordinatı
b	: CİELab sistemi sarı mavi renk koordinatı
HA	:Hidroksiapatit
FDA	:U. S. Food Drug Administration
RDA	:Radioactive Debtin Abrasivity
PCR	:Pellicle Cleaning Ratio
CPP-ACP	:Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince her zaman desteğini arkamda hissettiğim, bilgi ve tecrübelerini paylaşmaktan hiçbir zaman çekinmeyen, her konuda rehberlik eden çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Merve AĞACCIOĞLU'na, uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalışma olanağı bulduğum, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Candan AYDIN HOŞ, Dr. Öğr. Üyesi Merve Nur YILMAZ, Dr. Öğr. Üyesi Fatma AYTAÇ BAL ve Dr. Öğr. Üyesi Begüm Büşra CEVVAL ÖZKOÇAK' a

Uzmanlık eğitimim süresince beraber çalışma olanağı bulduğum, her zaman bana destek olan kıymetli arkadaşlarım Uzm. Dt. Tuğba Nur TUNÇER, Uzm. Dt. Gülsen TÜRKİYILMAZ, Uzm. Dt. Merve ÖZTÜRK KELEŞ ve ismini sayamadığım diğer asistan arkadaşlarıma,

2022.06.08.1540 nolu proje olan araştırmamızı finansal olarak destekleyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Bütün eğitim hayatım boyunca bana maddi manevi destek olan, sevgisini esirgemeyen, yol gösteren, fedakâr ve bulunduğum yere gelmemde en çok emeği olan çok kıymetli ailem: babam İbrahim SOSLU, annem Meliha SOSLU, tez yazma sürecimde yanı başımda her daim yardımcı olan sevgili kızkardeşlerim Esra SOSLU ve Zehra SOSLU' ya,

Her zaman koşulsuz destekçim, hayat arkadaşım, desteğini ve emeğini esirgemeyen çok kıymetli meslektaşım, minik kızımın babası ve motivasyon kaynağım çok kıymetli eşim Uzm. Dt. Sinan BULUT'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Son yıllarda diş hekimliğinde estetik konusu giderek önem kazanmış ve hastaların diş hekimlerinden estetik beklentileri de artmıştır. Kompozit dolgu maddeleri uzun yıllardan beri diş hekimliğinde kullanılan ekonomik, fazla seans gerektirmeyen, hastaların estetik beklentisini iyi bir şekilde karşılayan materyallerdir. Kompozit rezin dolgu maddeleri radyoopak cam esaslı doldurucular, tipik olarak dimetakrilatlardan oluşan bir rezin matriks ve silan ara bağlayıcı olmak üzere üç komponentten oluşur (1). Kompozit dolgu maddelerinin diş hekimliği kliniklerinde yaygın kullanılmasında; hastaların estetik beklentisinin yükselmesi, hekimlerin bu materyaller ile minimal invaziv tedavi uygulanabilmesi ve diş yapısına daha az zarar verme ilkesinin sağlanmış olması etkilidir (2). Kompozit dolgu maddelerinin içeriğinde yakın zamanda yapılan en önemli değişiklik; boyutu küçültülmüş güçlü doldurucu partiküllerin materyal içeriğine eklenmiş olmasıdır. Kompozitlerin içeriğindeki inorganik partiküllerin gelişimi ile birlikte daha yüksek aşınma direncine sahip restorasyonlar elde edilirken, materyallerin cilalanabilirlik özelliği de artmıştır (3)(4).

Estetik restorasyonun başarısı için, kullanılan kompozit materyalinin renk stabilitesi çok önemlidir. Kompozit dolguların renk değişimi endojen, eksojen ve/veya idiyopatik kaynaklı olabilmektedir. Endojen faktörler, matriksin kimyasal değişimi, polimerizasyon derecesi, doldurucu partiküllerin miktarı, boyutu ve dağılımıdır. Eksojen faktörler ise, oral hijyen, sigara ve diyet gibi etkenlerdir. Kompozit dolgu maddelerinin renklenmesinde doldurucu içeriğinin de önemli etkisi vardır. Düşük doldurucu içeriğine sahip kompozitlerin renk stabilitelerinin daha az olduğu bilinmektedir. Kompozit rezinin aşınması sonucu doldurucu partiküller rezin matriksten ayrılabilir. Böylece yüzey pürüzlülüğünün artmasıyla kompozit restorasyonda renklenme meydana gelmektedir (5). Aynı zamanda kompozitlerde yiyeceklerin, boyar maddelerin ve alkollü içeceklerin kombine etkisi de yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olabilmektedir (6). Renklendirici maddelerin kompozit dolgu maddeleri üzerindeki etkileri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (7)(8). Kahve, kırmızı şarap, kola ve çay gibi içecekler kompozit rezinlerin renk stabilitesini etkilemektedir (9).

Farklı opaklığa ve renge sahip rezin bazlı kompozitlerin birden fazla tabakalama yaparak kullanılmasının diş görünümünü taklit ettiği bildirilmiştir. Ancak bu restoratif tedavi prosedürü hassas bir renk belirleme ve yüksek teknik hassasiyet gerektirir ve bu da genellikle hasta başında geçirilen zamanı ve işlem maliyetini arttırır (10). Restoratif diş hekimliğinde ‘bukalemun etkisi’ terimi bir malzemenin çevredeki diş yapısına benzer bir renk elde etme yeteneğini tanımlamaktadır. Bu özellik renk seçimini basitleştiren yeni dental kompozitlerin piyasaya sürülmesini sağlamıştır (11). Son zamanlarda, tüm renk tonlarını taklit etmek için tasarlanmış rezin bazlı kompozitleri tanımlamak için ‘one shade’ veya ‘single shade (tek renk)’ kompozit rezinler kavramı tanıtılmıştır. Bu geniş renk uyumu konseptine göre formüle edilen bu materyaller, diş renginden bağımsız olarak çevredeki diş yapısına kusursuz bir şekilde uyum sağlamaktadır (11). Basitleştirilmiş klinik protokollerin kullanımına izin veren kompozit materyaller ve restoratif teknikler, tedavi süresini kısaltmak ve teknik hassasiyeti en aza indirmek için klinisyenler tarafından tercih edilmektedir (12). Vinothkumar ve ark. 2020 yılında Omnicroma ve Estelite Sigma Quick’ in renk değişimi, translusensi ve renk asimilasyonu özellikleri değerlendirilmiş, tek renkli kompozitlerin renk uyumsuzluğunu telafi edebileceği ve çok renkli (multi-shade) kompozitlerin yerini alabileceğini belirtmişlerdir (13).

Günümüzde estetik diş hekimliğinde, diş beyazlatma uygulamaları sıklıkla yapılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hastaların büyük bir kısmının dişlerinin renginden memnun olmadığı ve daha beyaz dişler istedikleri belirtilmiştir. Hastalarda beyaz dişlere olan ilgi ve estetik kaygı arttıkça beyazlatıcı diş macunlarına olan ilgi ve talep de artmıştır. Beyazlatıcı diş macunları genel olarak dışsal renklenmeleri uzaklaştırmak ve yeniden oluşmasının engellenmesi amacıyla formüle edilmişlerdir (14). Beyazlatıcı diş macunun içeriğinde hidratlı silika, kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alümina, perlit ve sodyum bikarbonat vardır ve diş minesinin yüzeyindeki pigment içeren biyofilmleri ve kromoforların mekanik olarak giderilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu aşındırıcıya sahip diş macunlarının günlük kullanımı, diş biyofilmlerinin ve kromoforların adezyonunu azaltarak diş yüzeyindeki pigmentasyonu azaltır ve mine yüzeyinde renk değişikliğine sebep olmaktadır (15). Relative Dentin Abrasivity (RDA) diş macunlarının aşındırıcılığını gösteren bir değerdir. Diş

macunlarının içeriğindeki aşındırıcıların tolere edilen seviyelerde olması gerekir (16). ADA(American Dental Association)'ya göre beyazlatıcı diş macunlarının en yüksek RDA değeri 250 iken FDA (U.S. Food& Drug Administration) bu değerin en fazla 200 olması gerektiğini bildirmiştir (17). Kompozit ve seramik restorasyonlar, estetik diş hekimliğinde oldukça sık yapılan restorasyonlardır. Bu yüzden bu restorasyonların ağız içindeki ömrü, renk ve yüzey özellikleri açısından beyazlatıcı diş macunlarının bu restorasyonlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi klinik başarılarına dair bilgi sağlayabilir.

Yukarıda anlatılan literatür bilgilerine dayanarak bu çalışmanın amacı farklı tek renk kompozit rezinlerin yüzey ve renk değişim özelliklerine beyazlatıcı diş macunlarının etkisini değerlendirmektir.

Çalışmamızın sıfır hipotezleri;

- 1) Farklı tek renk kompozit materyallerin beyazlatıcı diş macunlarıyla fırçalama sonrası renk değerleri farklılık göstermeyecektir.
- 2) Farklı tek renk kompozit materyallerin beyazlatıcı diş macunlarıyla fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü farklılık göstermeyecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kompozit Rezinlerin Gelişimi

"Kompozit materyal" terimi, tek başına bileşenlerden farklı, genellikle daha iyi özelliklere sahip, birbiri içinde çözünmeyen en az iki farklı bileşenden oluşan bir materyali ifade eder. Dental kompozitlerin üç ana bileşeni, inorganik dolgu partiküllerinin içinde dağıldığı organik rezin matrisi ve rezin matriksine kimyasal bağlanma için dolgu partiküllerinin etrafını kaplayan silan bağlama maddesidir (18). 1940'ın sonlarında ve 1950'nin başlarında, polimetil metakrilat (PMMA) tanıtılmış ancak, polimerizasyon sırasında kompozit rezin ciddi şekilde büzülme göstermiştir. Polimerizasyon büzülmesi, marjinal sızıntıya, zayıf aşınma direncine, yüksek termal genleşme katsayısına ve yüksek su emilimine neden olabilir (19). 1940'larda akrilik rezinlerin dezavantajlarını en aza indirmek için kompozit rezinler konservatif diş hekimliği alanına girmiştir. 1962'de Bowen, akrilik rezinlerin fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) monomerini geliştirmiştir (20). Anterior dişleri restore etmek için kullanılan ticari dental kompozitler 1960'ların ortalarında tanıtılmıştır (21). 1970'lerde ışıkla sertleşen rezin bazlı kompozitlerin piyasaya sürülmesinden bu yana, organik ve inorganik fazların bu karışımları, materyal tasarımı ve diş hekimlerinin artan gereksinimlerini karşılamak için sürekli olarak gelişmiştir (22). Günümüzde hastaların artan estetik beklentileri ile birlikte kompozit rezinler restoratif diş hekimliğinde sıklıkla kullanılmaktadır.

2.2 Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit rezinlerin ana bileşimi, bir organik matriks, inorganik dolgu maddeleri ve ilk iki bileşeni birbirine bağlayan bir silan birleştirme ajanından oluşur (22).

2.2.1 Organik Faz

Organik faz içinde monomerler ve ko- monomerler, inhibitörler, polimerizasyon başlatıcılar ve ultraviyole başlatıcılar bulunmaktadır.

2.2.1.1 Monomer ve ko-monomerler

Kompozit rezinlerde kullanılan monomerler, ortamdaki oksijen açısından zengin ortamda hızlı sertleşmeye izin veren fonksiyonel grupların bir aktivitesini

göstermelidir. Metakrilat-fonksiyonel monomerler, hızlı, yerinde serbest radikal polimerizasyon gereksinimlerini karşılar. "Bowen" monomeri bisfenol A ve glisidil metakrilattan sentezlenen Bis-GMA 1961'de patentlenmiştir (patent US3179623A) (22).

Günümüzde kompozit rezinlerde en yaygın olarak kullanılan monomerler Bis-GMA ve UDMA' dır . Her iki monomer de monomer zincirinin her iki ucunda polimerizasyon sırasında artacak olan reaktif karbon çift bağına sahiptir. Bazı monomerler, özellikle Bis-GMA olmak üzere yüksek viskoziteye sahiptir, bu nedenle materyale eklendikten sonra klinik kıvamı elde etmek için seyreltici eklenmelidir. İki işlevli karbon çift bağı ile düşük moleküler ağırlığa sahip bileşik, kompozit rezin karışımının viskozitesini azaltmak ve kontrol etmek için kullanılır, örn; TEGDMA ve Bis-EMA (23).

2.2.1.2 İnhibitörler

Rezin kompozitlerin farklı yollarla polimerizasyonunu önlemek amacıyla organik matriks içine fenol türevleri ilave edilmektedir. Bu amaçla sıklıkla hidrokinonlar kullanılmaktadır (24).

2.2.1.3 Polimerizasyon başlatıcılar (iniatör/ akselaratör)

Dental rezin kompozitlerinin fotopolimerizasyonu, klinik olarak uyumlu ışık uygulama süreleriyle (~20 s) pigmentli materyalin önemli bir derinliği (birkaç milimetre) boyunca optimal polimerizasyonu indükleyebilen bir molekül veya sistemin kullanılmasını gerektirir. Kompozit rezinin polimerizasyon süreci, ısı, kimyasal veya radyan enerji şeklinde bir dış enerji gerektiren metakrilat monomer yapısından serbest radikallerin salınmasıyla başlamaktadır. Bu kimyasal aktivasyon sürecini benzoil peroksit ve üçüncül amin aktivatörleri sağlamaktadır (22). Şu anda, yaygın olarak kullanılan dental fotoaktivatör, sarımsı kompozit restorasyonla sonuçlanan kanarya sarısı rengine sahip kamforkinondur. Kamforkinonda görülen ışık absorpsiyonu 425 – 495 nm aralığındadır. 1990'larda diş beyazlatma uygulamalarının artmasıyla fotoaktivatör olarak Lucirin® TPO'nun geliştirilmesine yol açmıştır. Lucirin® TPO'da görülen ışık absorpsiyonu 390 – 410 nm aralığındadır (25).

2.2.1.4 Ultraviyole stabilizatörleri

Kimyasal polimerize olan kompozitlerde polimerizasyonun sonucunda reaksiyona katılmayan artık ürünler ultraviyole ışığın etkisiyle parçalanarak amin renklenmesi olarak adlandırılan kahverengi renkleşmeye neden olabilmektedir. Bu renklenmenin önüne geçebilmek için organik matriks içine 350 nm altında dalga boyunda UV ışığı absorbe eden 2-hidroksi-4-metoksibenzofenon gibi ultraviyole stabilizatörler eklenmiştir (26).

2.2.1.5 İnorganik Faz

Organik matriks fazın içinde dağılmış çeşitli boyutlarda kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum gibi inorganik dolduruculardan oluşmaktadır. Günümüzde fiziksel özelliklerinden dolayı cam içerikli materyaller kullanılmaktadır. İnorganik doldurucuların boyutu, şekli, miktarı kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini belirlemektedir. Kompozit rezinin doldurucu oranı arttıkça organik matriks oranı düşer. Buna bağlı olarak ısısal genleşme katsayısı, polimerizasyon büzülmesi, su absorpsiyonu azalır; dayanıklılık artar (18).

2.3 Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit Rezinlerin Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması:

Lutz ve Philips'in yaptığı sınıflandırmaya göre;

- Megafil Kompozitler (50-100 μm)
- Makrofil Kompozitler (10-100 μm)
- Midifil Kompozitler (1-10 μm)
- Minifil Kompozitler (0,1-1 μm)
- Mikrofil Kompozitler (0,01-0,1 μm)
- Hibrit Kompozitler (0,04-1 μm)
- Nanofil Kompozitler (0,005-0,01 μm) (27)

Kompozit rezinlerin doldurucu partikül büyüklüklerine göre sınıflandırması Şekil 2.1’ de görülmektedir.

Kompozit Resinlerin Doldurucu Partikül Tipine Göre Sınıflandırılması:

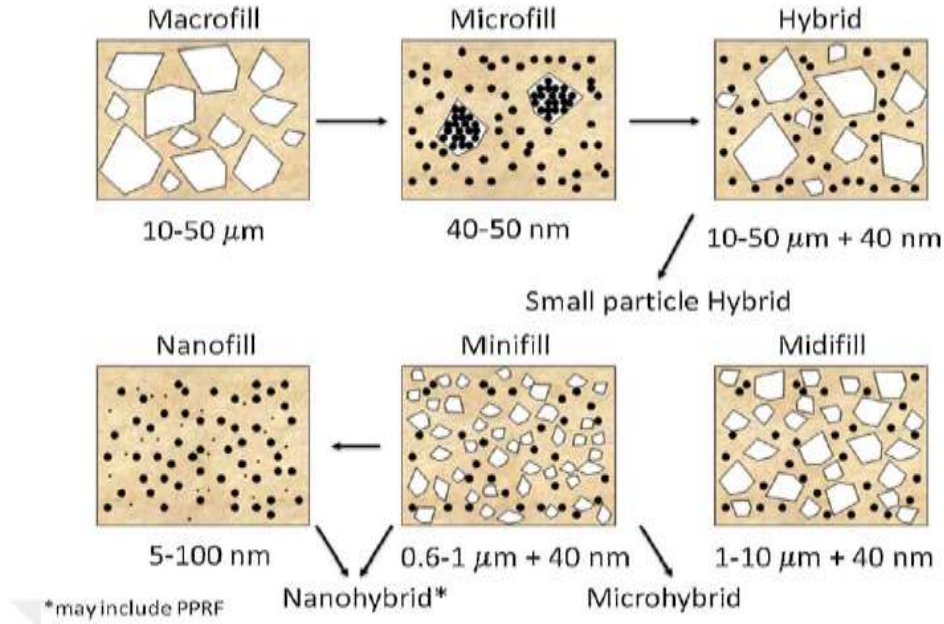
- Homojen dolduruculu kompozitler
- Heterojen dolduruculu kompozitler
- Hibrit dolduruculu kompozitler (28)

Kompozit Resinlerin Polimerizasyon Mekanizmalarına Göre Sınıflandırılması:

- Kimyasal yolla polimerize olan kompozitler
- UV ışıkla polimerize olan kompozitler
- Görünür ışıkla polimerize olan kompozitler
- Lazer ışığı ile polimerize olan kompozitler
- Hem kimyasal hem ışıkla polimerize olan kompozitler (26)

Kompozit Resinlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması:

- Geleneksel kompozitler
- Kondanse edilebilen kompozitler
- Akışkan kompozitler (29)



Şekil 2.1. Dental kompozitlerin partikül modifikasyonuna bağlı formülasyonlarının kronolojik gelişimi (1)

2.4 Kompozit Rezinlerdeki Gelişmeler

2.4.1 Nanokompozitler

Diş hekimliğinde nanoteknolojinin kullanılmasıyla birlikte, nanopartikül içeren doldurucular içeriğe katılmış ve partikül boyutu 5-10 nm' ye kadar azalmış ve nanokompozitler ortaya çıkmıştır. Nanofil kompozitlerde inorganik doldurucu partikül boyutu 0.005-0.01 µm olup, yüksek translusensi özelliğine sahiptirler. Sahip oldukları yüksek optik özelliklerinden dolayı estetik restorasyonlarda geniş kullanım alanı vardır. Farklı boyutta doldurucu partikül iki farklı kompozit rezinin birleşimine hibrit kompozit adı verilmektedir. Bu tür kompozitlerde yüzde olarak fazla olan partikülün adı kullanılır ve nanopartiküllerin fazla olduğu kompozit bileşimlerine nanohibrit kompozit adı verilmektedir (30).

2.4.2 Bulk fill Kompozitler

Bulk fill kompozit rezinler posterior dişlerin geniş restorasyonlarında tabakalama prosedürünü basitleştirmek ve teknik hassasiyeti azaltmak için üretilmişleridir. Tek seferde veya çok seferde yerleştirilebilme özelliğine sahiptirler. Bulk fill kompozitler 4-10 mm arasındaki kalınlıklarda polimerize olabilmektedirler (31).

2.4.3 Self-adeziv kompozit rezinler

Kompozit rezinlerin kimyasal bileşimine glisero-fosfat dimetakrilat fonksiyonel monomerin eklenmesiyle, direkt restoratif prosedürlerin adımları basitleştirilmeye çalışılmıştır. Üreticiye göre, bu monomer asidik özellikler sergiler; diş yapısını aşındırır, diş yapısının kalsiyumuna bağlanır ve diğer metakrilat monomerleri ile kopolimerize olabilen iki fonksiyonel metakrilat grubuna sahiptir. Bu nedenle, bu kompozit rezinlerin kullanılması, bunların uygulanması için gereken sürenin kısılmasına ve işlemsel hataların ve teknik duyarlılığın azalmasına neden olur (32).

2.4.4 Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler

Son yıllarda teknolojik problemleri çözmek için fiber eklenmiş kompozitlerin geliştirilmesi, materyal bilimi alanındaki en önemli gelişmelerden biridir. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler polimer matris ve güçlendirilmiş fiberlerin kombinasyonundan oluşur. Kompozite yük uygulandığı zaman yük liflere aktarılır ve malzeme daha sağlam ve sert hale gelir. Takviye edici lifler, sürekli tek yönlü (fiiller), sürekli çift yönlü (örgüler), sürekli rastgele yönlendirilmiş (mat) veya rastgele liflerinden süreksiz yönlendirilmiş olabilir (33).

Fiber takviyesi kullanımının amacı kısmen yapısal olarak hasar görmüş diş içten güçlendirmek ve kısmen de yeni kırık oluşumunu önlemektir. Fiber takviyesinin etkinliği, kullanılan rezinler, fiberlerin uzunluğu, fiberlerin oryantasyonu, fiberlerin konumu, fiberlerin polimer matrisine yapışması ve fiberlerin emprenye edilmesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (34).

2.4.5 Tek renk ve grup renk kompozit rezinler

Doğal dişlerin renk karakterizasyonları üreticileri, genellikle referans olarak Vita Klasik renk kılavuzuna uygun birkaç renk tonu içeren kompozit sistemler üretmeye yöneltmiştir. Kompozit rezinlerde genellikle dentin, opak/body ve mine /transludent olarak adlandırılan farklı opasitelerde renk tonları mevcuttur. Bu renk tonları dentin ve minenin optik özelliklerini taklit etmeyi amaçlayan, dişin farklı alanları için endikedir (35).

Tabakalama tekniğinde doğal bir dişin optik özelliklerini taklit etmek için farklı renk ve opasitelerde kompozitlerin kullanımı gerekmektedir. Tabakalama tekniği renk eşleştirme için yeterli sonuçlar gösterse de, bu prosedür karmaşıktır,

yüksek teknik hassasiyet gerektirir ve klinikte geçirilen zamanın artmasına neden olur (36). Restoratif diş hekimliğinde, 'bukalemun etkisi' (harmanlama etkisi) terimi, bir materyalin çevredeki diş yapısına benzer bir renk elde etme yeteneğini tanımlar. Bu özellik, renk seçimi ve reproduksiyonunu basitleştiren yeni dental kompozitlerin piyasaya sunulmasını sağlamıştır. Başlangıç yaklaşımı, çok dar bir renk aralığını kapsayan ve her rengin önerilen bir VITA klasik renk ton grubunu kapsadığı "grup renkli" kompozitler olmuştur (37)(38). Estetik restoratif materyallerde dalga boylarının geçici yansıması, bileşimlerinde bulunan pigmentlerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte yenilikçi teknolojik yaklaşımlar tek renkli kompozitlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Tek renk kompozit olarak üretilen ilk kompozit Omnicroma (Tokuyama Dental)'dır. Üreticiye (Tokuyama Dental) göre, Omnicroma pigment içermez ve optik özellikleri yapısal renge, rezin bazlı kompozitin belirli bir frekansta ışık dalgalarına içeride belirli bir dalga boyunu mükemmel bir şekilde yansıtarak yanıt verdiği bir "akıllı kromatik teknoloji"ye dayanır (39). Ayrıca son çalışmalar Omnicroma'nın esas avantajının gelişmiş renk ayarlama potansiyeline dayandığını göstermiştir (40).

Tek renk olarak üretilen başka bir kompozit olan Charisma Topaz ONE ve Charisma Diamond ONE ise çevredeki diş renginden yansıyan dalga boylarını emerek restorasyon renginin elde edildiği "the adaptive light matching" yani uyarlanabilir ışık eşleştirme konseptine dayanan bir teknoloji kullanılarak üretilmişlerdir (41). Günümüzde birçok farklı marka çeşitli teknolojileri kullanarak farklı tek ve grup renkli kompozit rezin piyasaya sürmektedir.

2.5 Kompozit Rezinlerde Bitim ve Cila İşlemleri

Uygun bitirme ve cilalama, restorasyonların hem estetiğini hem de ömrünü artıran klinik restoratif diş hekimliğinde önemli adımlardır. Rezidüel yüzey pürüzlülüğü aşırı plak birikimine, dişeti iltihabına ve artmış yüzey lekelenmesine neden olabilir. Ek olarak, yüzey pürüzlülüğü posterior kompozit rezin restorasyonların aşınma davranışını ve marjinal bütünlüğünü doğrudan etkileyebilir (42).

Dental restorasyonların etkili bitim ve cila işlemleri sadece optimal estetikle sonuçlanmaz, aynı zamanda yumuşak dokuların kabul edilebilir sağlığını ve

restorasyon arayüzünün marjinal bütünlüğünü sağlar. Jones ve ark. yazdıkları derlemede, “aşırı plak birikimi, diş eti tahrişi, artan yüzey lekelenmesi ve restore edilmiş dişlerin zayıf veya optimal olmayan estetiği” dahil olmak üzere, hatalı şekilde bitirilmiş ve cilalanmış restorasyonlardan kaynaklanan bazı zorluklara dikkat çekmişlerdir (43). Bitirme ve cilalama işlemlerinde kullanılan materyaller ve prosedürler, dental restoratif materyallerin yüzeylerinde kasıtlı, seçici ve kontrollü aşınmasını sağlamayı amaçlar. Aşınma, materyalin bir gövdeden küçük döküntü parçacıkları olarak, öncelikle mekanik işlemlerle uzaklaştırıldığı kümülatif bir yüzey hasarı olgusu olarak tanımlanır (44).

Diş hekimliğinde bitim ve cila işlemleri aşağıdaki nedenlerden dolayı önemlidir:

1. Restorasyon kenarlarını düzeltmek
2. Pürüzlü bir yüzey kırılma olasılığını arttıracığından kırılma riskini azaltmak
3. Yüzey kusurlarını ve korozyonu azaltmak
4. Yiyecekler cilalı diş yüzeylerinde daha kolay hareket ettiğinden, çiğneme fonksiyonunu iyileştirmek
5. Normal diş fırçalama ve diş ipi kullanımı gibi ağız hijyeni prosedürlerini kolaylaştırmak için pürüzsüz yüzeyler elde etmek
6. Karşıt ve bitişik dişlerde daha az aşınmaya yol açan pürüzsüz restorasyon temasları oluşturmak
7. Hasta için daha estetik ve ışığı yansıtan restorasyonlar üretmek (45)

Herhangi bir bitirme veya cilalama aletinin etkinliği ve restorasyonun sonuçta ortaya çıkan yüzey pürüzlülüğü bir dizi faktör tarafından belirlenir.

1. Bitirilen ve cilalanan substratın yapısı ve mekanik özellikleri
2. Aşındırıcı cihaz ve substrat arasındaki sertlik farkı
3. Kullanılan aşındırıcı partikülün sertliği, boyutu ve şekli
4. Aşındırıcının uygulanma hızı ve basıncı
5. Aşındırıcının uygulanması sırasında kayganlaştırıcı madde kullanılması (46)

2.5.1 Aşındırıcı tipleri ve bileşimi

Aşındırıcı tipleri arasında alüminyum oksit, karbit bileşikleri, elmas aşındırıcılar, silikon dioksit, zirkonyum oksit ve zirkonyum silikat vardır (44):

2.5.1.1 Alüminyum Oksit

Alüminyum oksit, Al_2O_3 kimyasal formülüne sahip alüminyum ve oksijenin kimyasal bir bileşiğidir. Ayrıca madencilik, seramik ve malzeme bilimi disiplinlerinde yaygın olarak alümina olarak adlandırılır. Sertliği, aşındırıcı olarak ve kesici aletlerde bileşen olarak kullanıma uygun olmasını sağlar. Alüminyum oksit, porselen, seramik ve kompozit rezinin parlatılması için yeterli sertliğe (Mohs sertlik ölçeğinde 9) sahiptir (44). Alüminyum oksit ve elmas aşındırıcı içeren bitim ve cila aletleri Şekil 2.2’de görülmektedir.

2.5.1.2 Karbit Bileşikleri

Karbür bileşikleri şeklindeki aşındırıcılar arasında silisyum karbit, bor karbit ve tungsten karbit bulunmaktadır. Çok oluklu bitirme frezlerinin aşındırma ve kesme kısmı, tungsten karbür uçlardan üretilmiştir.

2.5.1.3 Elmas Aşındırıcılar

Karbondan oluşan elmas bilinen en sert maddedir. Elmas, sertliği nedeniyle oldukça verimli bir aşındırıcıdır, bu nedenle aşınmaya direnç gösterir ve keskinliğini korumasına izin verir. Elmas tozu veya çeşitli boyutlardaki veya taneciklerdeki parçacıklar sert bir matris üzerine kaplanabilir, elastomerik bir matris içinde emprenye edilebilir veya bir cila patı olarak kullanılabilir.

2.5.1.4 Silikon dioksit

Silikon dioksit, elastomerik bitirme ve cilalama cihazlarında bir cilalama maddesi olarak kullanılmaktadır.

2.5.1.5 Zirkonyum oksit

Silikon dioksit gibi, dış aşındırıcı cihazlarda zirkonyum oksit, esas olarak elastik veya kauçuk benzeri bitirme ve cilalama döner şekillerinde kullanılır.

2.5.1.6 Zirkonyum silikat

Zirkonyum silikat, genellikle şeritler, diskler ve profilaktik macunlarda parlatma maddesi olarak kullanılan doğal bir mineraldir.



Şekil 2.2. Alüminyum oksit ve elmas aşındırıcı içeren bitim ve cila aletleri (44)

2.5.2 Dental Bitirme ve Cila Materyalleri

2.5.2.1 Elmas bitirme frezleri

Elmas bitim frezleri, kompozit ve porselen gibi restoratif materyalleri şekillendirmek ve pürüzsüzleştirmek için kullanılır. Oluklu karbür bitirme frezlerinin aksine, elmas döner bitim frezleri, bıçakla kesme işleminden ziyade ağırlıklı olarak aşındırıcıya dayanır. Bu frezler, çalışma yüzeylerine dahil edilmiş endüstriyel elmas parçacıklarına sahiptir. Elmas aletler üç bölümden oluşur: bir metal gövde veya boşluk, toz veya parçacık halinde elmas aşındırıcı ve elmas tozunu gövde veya boşluk üzerine bağlayan metalik bir bağlama malzemesi (47). Çeşitli şekil ve boyutlarda üretilirler ve üreticiye bağlı olarak 7 ila 50 mm arasında değişen farklı boyutlarda meydana gelirler. Çoğu durumda, daha kaba bir frez ile başlayıp daha inceye doğru ilerleyerek sırayla uygulanırlar (44).

2.5.2.2 Karbit bitirme frezleri

Karbür frezler, şekillendirme ve polisaj için çeşitli şekillerde mevcuttur. En yaygın olarak kullanılan frezler 8 ila 40 yivli bıçağa sahiptir ve düz veya bükülmüş olabilir. En yaygın oluklu karbür bitirme frezleri, çeşitli restoratif materyalleri ve

diş yapılarını şekillendirmek ve düzleştirmek için 12, 20 veya 40 bıçağa sahiptir (46).

2.5.2.3 Taşlar

Dental taş frezler, koheziv bir kütle oluşturmak için birlikte sinterlenmiş veya organik bir rezin ile bağlanmış aşındırıcı parçacıklardan oluşur (46). Taşların rengi, kullanılan aşındırıcının bir göstergesidir: silisyum karbür içeren taşlar yeşil, beyaz taşlar ise alüminyum oksit içerir (44).

2.5.2.4 Kaplamalı abrasiv bitirme ve cila diskleri

Kaplamalı aşındırıcı diskler ve şeritler, aşındırıcı parçacıkların ince bir polimer veya plastik destek üzerine yapıştırılmasıyla oluşur. Bitirme ve polisaj diskleri, restorasyonlarda brüt redüksiyon, konturlama, bitirme ve polisaj işlemleri için kullanılır. Bu diskler üzerinde bulunan ince aşındırıcı tabakası, sınırlı bir klinik kullanım süresi boyunca etkili kalır ve bu diskleri tek kullanımlık ve atılabilir hale getirir. Çoğu alüminyum oksit aşındırıcı ile kaplanmıştır, ancak silisyum karbür, granat, zımpara ve kuvars (mürekkep) aşındırıcılar da kullanılmaktadır.

2.5.2.5 Tekerlek ve sivri uçlu lastikler

Kauçuk cilalama aletleri, kompozitleri bitirmek, pürüzsüzleştirmek veya cilalamak için kullanılır. Bu bitirme ve cilalama aletleri, daha yumuşak, elastik bir matris içinde dağılmış ve tutulan ince veya ultra ince sert, aşındırıcı parçacıklara dayalı aşındırıcı aletlerdir. Bu esnek veya kauçuk cilalayıcıların çeşitli konfigürasyonları, anterior lingual ve posterior oklüzal yüzeyler gibi alanlar için kaplanmış aşındırıcı disklerin erişim sınırlamalarını tamamlar. Elastomerik ve kauçuk aşındırıcı bitim ve cila aletleri Şekil 2.3' de görülmektedir.

Genellikle klinisyene sunulan çeşitli diş boyutlarına ve konturlarına uyum sağlamak için çeşitli şekil ve sayıda ürüne sahip kitler halinde satılırlar. Esnek, yapıştırılmış aşındırıcı cihazlar, farklı parçacık boyutlarına ve boyut dağılımlarına sahip aşındırıcı parçacıkların bir elastomerik matris içinde kalıplanmasıyla yapılır (44).

2.5.2.6 Düşük aşındırıcı cila patları

Düşük aşındırıcı polisaj pastaları endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (48).



Şekil 2.3. Elastomerik ve kauçuk aşındırıcı bitim ve cilalama aletleri (44).

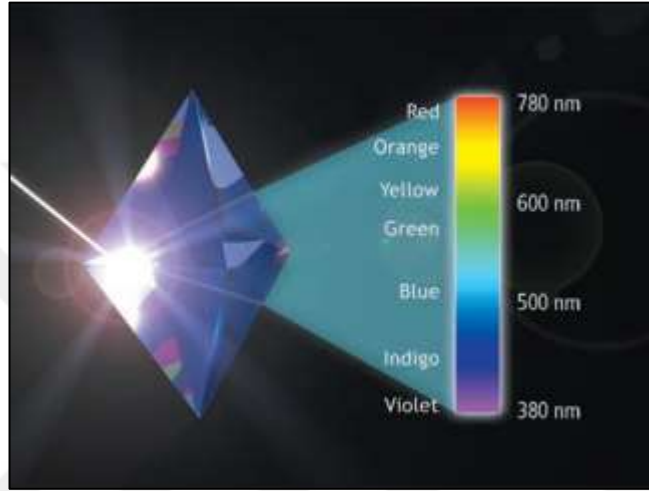
2.6 Renk Kavramı

Işık bir enerji şeklidir. Spesifik olarak, spektrumun bu kısmı gözlerimizin duyarlı olduğu elektromanyetik radyasyonun ve X-ışınlarının yanı sıra ultraviyole ve kızılötesi radyasyon, elektromanyetik radyasyon ailesinin bir parçasıdır, ancak insan görsel sistemi yalnızca yaklaşık 360 ila 780 nm aralığında çok dar bir dalga boyu bandını algılayabilir (49). Görünür ışığın dalga boyları Şekil 2.4’ de görülmektedir. Bir nesnenin görünür olması için ya ışık yayması ya da gelen ışığı harici bir kaynaktan yansıtması veya iletmesi gerekir. Renk algısının, fiziksel bir uyarana verilen fizyolojik bir tepkinin sonucu olduğu söylenebilir (50). Renkler ve görüldükleri dalga boyları Tablo 2.1’ de görülmektedir. Beyaz ışık cisme yansıdığı anda gördüğümüz renk absorbe olmaz ve gözümüze yansıyan ışık renk cisimdir. Bu gerçek bize ışığın kalitesinin bir nesnenin renginin algılanmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir (51). Kolorimetreler ve spektrofotometreler ayrıca bir nesnenin yüzeyinden yansıyan ışığı da işler ve bu cihazlar, ışık aksı verilerini, rengi belirlemek ve renk farklılıklarını hesaplamak için kullanılabilecek renk parametrelerine dönüştürür (50).

Tablo 2.1. Renkler ve dalga boyları

Renk	Dalgaboyları(nm)*
Kırmızı	620-750
Turuncu	590-620
Sarı	570-590
Yeşil	495-570
Mavi	450-495
Mor	380-450

* 1 nm = 0.000001 mm



Şekil 2.4. Görünür ışığın dalga boyları 380 nm(mor) ile 760 nm(kırmızı) arasında değişir (52).

Işık Kaynağı: Renk seçiminde en önemli unsur ışık kaynağıdır. Dış hekimi muayenehanelerinde genellikle doğal, akkor ve floresan olmak üzere üç farklı ışık kaynağı bulunmaktadır. Doğal ışık, uygun renk seçimi için gün ortasında oluşan ideal ışık kaynağıdır. Ancak doğal gün ışığı son derece değişken olduğu için, ideal renk uyumu açısından yapay ışık kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır (53). Yapay ışık kaynaklarında eşit bir renk dağılımından yoksun olduğu için, 5500 K renk sıcaklığı renk seçimi için önerilen standart renk sıcaklığıdır (54).

Nesne: Nesnelerin kendilerine ait renkleri olmamaktadır. Nesne ışık enerjisinin tamamını veya bir kısmını yansıtarak, emerek, ileterek veya kırarak üzerine düşen ışığın yönünü değiştirir ve renk niteliği ortaya çıkmış olur (55). Beyaz bir nesne ışığın tüm dalga boylarını yansıtır, ancak siyah bir nesne ışığın tüm dalga boylarını emer (56).

Gözlemci: Göz, ışık olarak isimlendirilen elektromanyetik radyasyondan elde edilen görüntülerin alıcılarına sahip bir organdır. Yaklaşık bütün spektrumun 400 – 800 nm dalga boyları arasında görme algısı oluşabilmektedir (57).

2.6.1 Materyalin Optik Özellikleri

2.6.1.1 Opasite

Opasite materyalin ışığın geçişini engelleme özelliği olarak bilinmektedir. Objenin üzerine gelen ışığın tamamı geri yansiyorsa beyaz, tamamı absorbe oluyorsa obje siyah görünür (58).

2.6.1.2 Translusensi

İnsan dişleri, şeffaf ve opak arasındaki eğim olarak tanımlanabilen, değişen derecelerde translusensi ile karakterize edilir. Genel olarak bir kronun translusensliğini arttırmak, value değerini düşürür çünkü göze daha az ışık döner. Artan translusensi ile ışık yüzeyden geçebilir ve porselen içinde dağılır. Minenin translusensliği ise geliş açısına, yüzey dokusuna ve parlaklığına, dalga boyuna ve dehidratasyon düzeyine göre farklılık gösterir (57).

2.6.1.3 Floresans

Floresans, ışığın bir materyal tarafından emilmesi ve daha uzun bir dalga boyunda kendiliğinden yayılmasıdır (59). Doğal dişte organik madde miktarı fazla olduğu için öncelikle dentin dokusunda oluşur. Ortamdaki ultraviyoleye yakın ışık emilir ve ışık olarak geri floresan verir. Bu durum öncelikle spektrumun mavi ucunda ancak tüm dalga boylarında ortaya çıkar (60).

2.6.1.4 Opalesans

Opalesans, bir materyalin ışık kendisinden yansıdığında bir renk ve içinden ışık geçirildiğinde başka bir renk gibi görünmesi olgusudur (61). Doğal bir opal, yarı aydınlatılmış ışığı, kırılma yoluyla bileşen spektrumuna bölen sulu bir disilikattır. Opaller prizma gibi davranırlar ve farklı dalga boylarını farklı derecelerde kırar veya bükler (62).

2.6.1.5 Metamerizm

Metamerizm renk üçlüsünün değişkenlerinden (ışık kaynağı, gözlemci, nesne) biri değiştiği ve diğer ikisi aynı kaldığı için iki nesnenin renk algısı farklı olduğu durumlarda ortaya çıkan fenomendir. Diğer bir deyişle iki cismin bir koşulda renklerinin eşleşmesi, diğer koşulda farklılıklar göstermesi olgusuna verilen addır. Obje ve gözlemci metamerizmi olmak üzere iki türü vardır (63).

2.6.2 Dış Hekimliğinde Kullanılan Renk Sistemleri

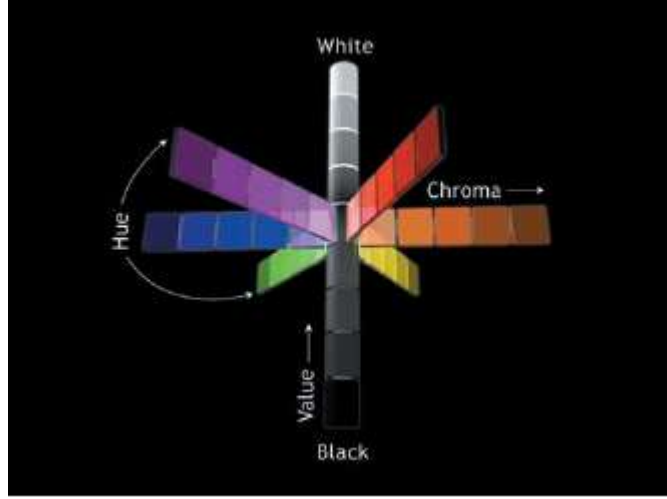
20. yüzyılın başından günümüze kadar renkleri matematiksel olarak ölçmek için geliştirilmiş birçok farklı sistem bulunmaktadır. Görsel olarak tanımlayıcı Munsell Renk Sistemi ve daha nicel tanımlayıcı CIE renk sistemleri en çok kullanılan sistemlerdir (64).

2.6.2.1 Munsell Renk Sistemi

Albert D. Munsell, 20. yüzyılın başında rengin hue, chroma ve value boyutunu içeren bir renk küresi sunmuştur (65). Bir rengi diğerinden ayıran rengin kalitesine hue veya ton denir ve rengin adını ifade eder. Örn: Kırmızı, sarı veya turuncu (65). Munsell renk sistemi Şekil 2.5’ de görülmektedir. Ton, Vita Klasik Renk Skalasında A, B, C ve D ile ifade edilir. Chroma renk tonunun doygunluğunu ve yoğunluğunu temsil eder ve Vita Klasik Renk Skalasında, artan sayılar daha yüksek chromayı ifade eder. Value ise rengin açıklığı, koyuluğu ve parlaklığını ifade eder. Munsell’ e göre value yani parlaklık siyahtan beyaza gri tonlamalı olarak tanımlanır (57). Renk boyutu terminolojisi Tablo 2.2’ de görülmektedir (52):

Tablo 2.2. Renk terminolojisi

Terim	Renk Boyutu
Hue	Renk tonu
Chroma	Renk doygunluğu/saflığı
Value	Renk parlaklığı/koyuluğu



Şekil 2.5. Munsell Renk Sistemi (52)

2.6.2.1.1 Hue (Ton)

Ton bir renk ailesini diğerinden ayıran renk kalitesidir. Algılanan rengin tam dalga boyu mevcut olmasa bile, algılanan rengi veren görünür spektrumdaki baskın dalga boyu aralığını belirtir (66).

2.6.2.1.2 Chroma (Doygunluk)

Chroma renk tonunun doygunluğu, yoğunluğu veya gücü olarak tanımlanır. Bir bardak suya kırmızı gıda boyası eklendiğinde, boya miktarı arttıkça yoğunluk artar ama boyanın rengi aynı kalır. Bu örnekteki rengin aynı kalırken yoğunluğunun artması chromaya karşılık gelir. Chroma ile value ters orantılıdır (57).

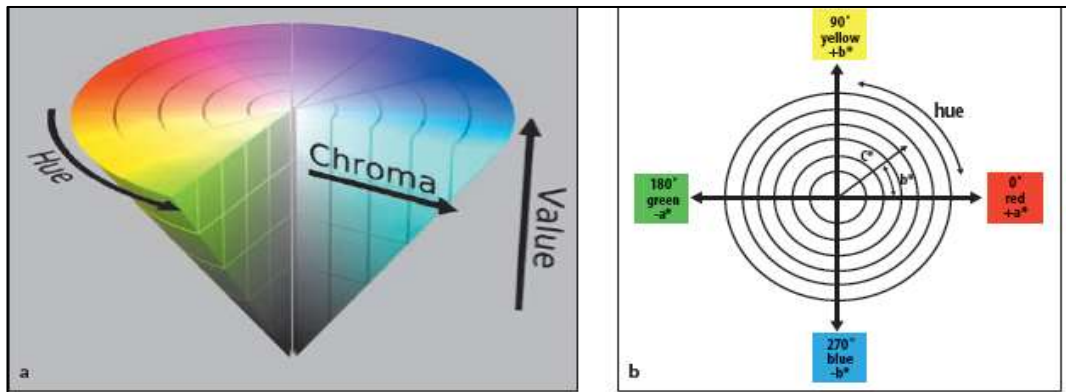
2.6.2.1.3 Value (Parlaklık)

Value bir objenin açıklığı, koyuluğu veya parlaklığı olarak tanımlanır. Bu objenin parlaklığı objenin yansıttığı veya ilettiği ışık enerjisi miktarının sonucudur. Munsell value değerini siyahtan beyaza doğru gri bir ölçek olarak tanımlamış ve bu ölçeğe göre parlak nesnelerde daha az miktarda gri bulunur, value değeri düşük nesnelerde ise daha fazla miktarda gri bulunur ve daha koyu görünür (67).

2.6.2.2 CIELAB Renk Sistemi

1931’ de Commission International de l’Éclairage (CIE), üç bileşenli renk görme teorisine dayanarak X, Y ve Z tristimulus değerleri kavramını tanımlamıştır. Bu teori gözün kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç ana renk için reseptörlere sahip olduğunu belirtmiştir. Diğer tüm renkler bu renklerin karışımı olarak görülür (68). CIELAB sisteminde renk üç koordinatla tanımlanmaktadır. Bu üç eksen: L^* , a^* ve b^* ’ dir. L^* değeri bir nesnenin aydınlığının ve parlaklığının ölçüsüdür, value değeri ile ilişkilendirilir. a^* değeri kırmızılık (pozitif) veya yeşillik (negatif), b^* değeri ise sarılık (pozitif) veya mavilik (negatif) ölçüsüdür. a^* ve b^* eksenleri, doğal renkler için sıfıra yaklaşıp ve daha doygun ve daha yoğun renkler için büyüklük artar. CIELAB sisteminin avantajı renk farklılıklarının görsel algı ve klinik önem ile ilişkilendirilebilecek birimlerde ifade edilebilmesidir (57). CIELAB $L^*C^*H^*$ kutupsal renk koordinatları (a) ve $L^*a^*b^*$ koordinatları (b) Şekil 2.6’ da görülmektedir. CIELAB renk sisteminde renk farklılıkları ΔE ile ifade edilmekte ve hesaplanmasında ise aşağıdaki formül kullanılmaktadır (69).

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$



Şekil 2.6. CIELAB kutupsal renk koordinatları (52)

2.6.2.3 CIEDE2000 Renk Sistemi

Hesaplanan ve algılanan renk farklılıkları arasındaki düzeltmeyi iyileştirmeyi amaçlayan CIE, CIEDE2000 (ΔE_{00}) renk farkı formülünün kullanılmasını tavsiye etmiştir. CIEDE2000 renk farkı formülü mavi ve gri

renklerin performansını yükseltmek için geliştirilmiş ve CIELAB' ın tekdüze olmaması için özel düzeltmeleri (ağırlıklandırma fonksiyonları olarak isimlendirilen S_L , S_C ve S_H) ve renk farkı değerlendirilmesinde aydınlatma ve görüntüleme koşullarının etkilerini hesaplayan parametreleri (parametrik faktörler olarak isimlendirilen K_L , K_C ve K_H) içermektedir. Parametrik faktör oranı tolerans yargılarının büyüklüğündeki değişiklikleri kontrol etmenin bir yolu ve algılanabilirlikten ziyade kabul edilebilirlik ölçeğini ayarlamanın bir yolu olarak önerilmiştir. Dental seramiklerin kabul edilebilirliği konusunda görsel yargılar üzerine yapılan çalışmalarda, $K_L=2$ kullanımının renk farklılıklarını algılamada daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir (70). CIEDE2000 renk farkı formülü için hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmaktadır:

$$\Delta E^*_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \frac{\Delta H^*}{K_H S_H}}$$

Bu formülde ΔE , ΔC ve ΔH bir numune için parlaklık, chroma ve hue için farklılıklardır ve R_T mavi bölgedeki hue ve chroma farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklayan bir fonksiyondur. Ağırlıklandırma fonksiyonları S_L , S_C ve S_H , L a b koordinatlarındaki renk farkı çiftinin konumundaki varyasyon için toplam renk farkını ayarlar ve K_L , K_C ve K_H parametrik faktörleri deneysel koşullar için düzeltme terimleridir (70).

2.6.3 Diş Hekimliğinde Renk Ölçüm Yöntemleri

Diş hekimliğinde renk ölçümü için iki yöntem bulunmaktadır. Bunlardan ilki renk skalası kullanılarak uygulanan görsel metod, diğeri ise renk eşleştirme cihazları kullanılarak uygulanan enstrümental metoddur (71).

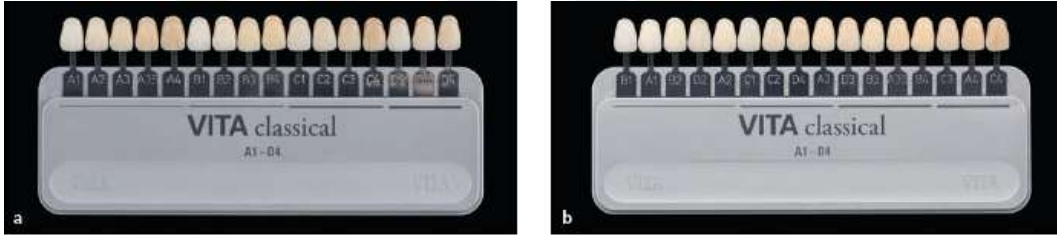
2.6.3.1 Konvansiyonel Ölçüm Metodu

Görsel renk eşleştirme, bir renk klavuzundaki farklı renk örneklerinin doğal dişlerle doğrudan karşılaştırılması işlemini içermektedir. Munsell renk sistemi görsel olarak renk belirlemek için diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ekonomiktir, yaygın olarak bulunur ve diş rengini standart bir renk skalası ile karşılaştırma imkanı sunar. Bununla birlikte görsel metod öznel, birçok faktöre ve gözlemcinin radyan enerji uyarısına,

psikolojik ve fizyolojik tepkilerine dayandığı için tutarsızdır. Ayrıca aydınlatma faktörleri, duygusal durum, yaşlanma, yorgunluk, metamerizm ve önceki göz maruziyeti gibi durumlardan da etkilenir. Görsel ölçüm metodunda kullanılan araçlara renk skalası adı verilir (53). Günümüzde sıklıkla kullanılan renk skalaları şunlardır:

2.6.3.1.1 Vita Klasik Skalası

Vita Klasik Renk skalası on altı sekme içerir (A' dan D' ye) ve dört grup renk tonuna göre oluşturulur. A kırmızımsı kahverengidir (A1, A2, A3, A3,5, A4), B kırmızımsı sarıdır (B1, B2, B3, B4), C gridir (C1, C2, C3, C4), D kırmızımsı gridir (D2, D3, D4). Gruplar arası sekme düzeni azalan value ve artan kromaya dayalıdır. 'Value Skalası' diş beyazlatma takibi için kullanılan alternatif bir skaladır (72). Vita Klasik Renk Skalası Şekil 2.7' de görülmektedir.



Şekil 2.7. Vita Klasik Renk Skalası (52)

2.6.3.1.2 Vita 3D-Master Skalası

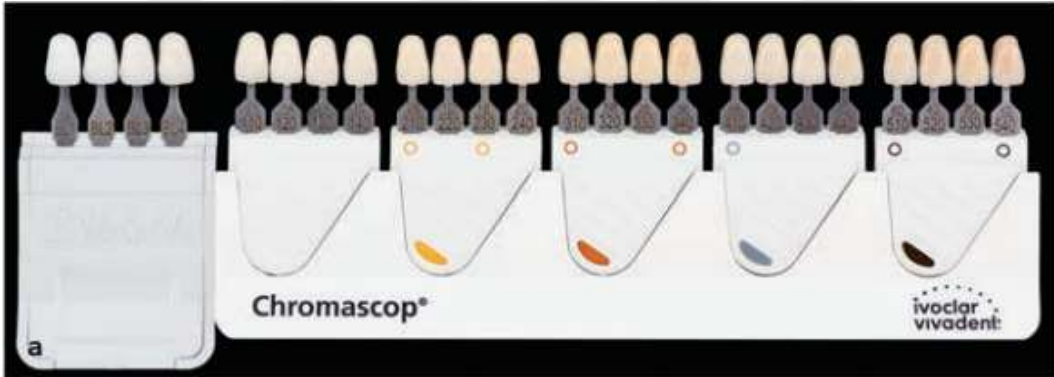
3D-Master skalası rengin üç bileşenine göre doğru değerlendirme yapmak için tanıtılmıştır. Bu skala diğer renk skalalarının aksine diş rengini üç boyutlu olarak analiz eder ve skaladaki sekmeler klasik skalada olduğu gibi rastgele değil, mantıksal ve sistematik olarak düzenlenmiştir. 3D-master skalasının üç türü vardır: Linear guide, Bleached guide ve Tooth guide (73). Vita 3D-Master skalası Şekil 2.8' de görülmektedir.



Şekil 2.8. Vita 3D-Master skalası (52)

2.6.3.1.3 Chromascop (Ivoclar- Vivadent, Schaan, Liechtenstein)

Chromascop Vita Klasik renk skalası ile aynı sekme ilkesine sahip tescilli renk klavuzudur. Chromascop, tonu ayırt etmek için sayıları kullanır, örneğin beyaz için (100), sarı için (200), turuncu için (300), gri için (400), kahverengi için (500) (73). (Şekil 2.9)



Şekil 2.9. Chromascop (Ivoclar- Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (52)

2.6.3.1.4 Spesifik veya Özel Renk Skalaları

Diş rengi herhangi bir skala ile uyumlu değilse, porselen kullanılarak özel skala üretilebilir (73).

2.6.3.2 Enstrümental Ölçüm Metodu

Görsel ölçüm metodunun tutarsızlıklarını ve sınırlamalarını azaltmak için enstrümental ölçüm metodu diş hekimliği pratiğine sunulmuştur. Enstrümental metodlar, enstrümental ölçümün hızla elde edildiği, nicelleştirilebildiği ve daha objektif olduğu görsel yöntemlere kıyasla

avantajlıdır. Enstrümental yöntemin en önemli dezavantajı ölçüm cihazının maliyetidir. Görsel ve enstrümental ölçüm metodları birbirini tamamlar ve birlikte kullanılması daha estetik sonuçlara yol açar. Tüm renk eşleştirme cihazları, bir sinyal koşullandırıcı, bir dedektör ve sinyali dental tedaviler için kullanılabilir veriler üreten bir yöntemle işleyen bir yazılım içerir. Renk belirlemek için kullanılan üç temel cihaz türü vardır (72).

2.6.3.2.1 Kolorimetre

Kolorimetreler, normal görmenin spektral işlevine yaklaşan ve insan gözünün algıladığı şekilde rengi doğrudan ölçmek için tasarlanmış ilk renk ölçüm cihazıdır. Kolorimetre cihazında üç veya dört özel filtre vardır. Kolorimetreler spektrofotometrelerden daha az hassastır ve düşük maliyetleri nedeniyle sıklıkla tercih edilirler. ShadeEye (NCC chroma meter) ve ShadeVision (X-Rite, Grandville, MI) bir kolorimetre örneğidir (53).

2.6.3.2.2 Spektrofotometre

Spektrofotometre, '380-780 nm' görsel ışık spektrumu boyunca 1-25 nm aralıklarla bir objenin yüzeyinden yansıyan veya iletilen ışık enerjisi miktarını ölçen renk ölçüm cihazıdır. Spektrofotometre, bir optik radyasyon kaynağı, dedektör, ışığı sinyale dönüştürme aracı ve ışık dağıtım aracı içerir. Şu anda Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), SpectroShade (MHT Optic Research, Niederhasli, İsviçre) ve Crystaleye (Olympus, Tokyo, Japonya) mevcut kullanımda olan spektrofotometre cihazlarıdır. Güvenilirlik yüzdeleri, Spectro Shade için 96.9 ve Vita Easyshade için 96.4' tür. Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) Şekil 2.10' da görülmektedir.



Şekil 2.10. Vita Easyshade Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (52)

2.6.3.2.3 Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri

Dijital fotoğraflar kolayca saklanabilir, teknisyene kolayca iletilebilir ve diş yüzeyindeki renk, şekil ve karakteristik özellikler kaliteli şekilde belirlenebilir. Teknolojinin gelişmesiyle dijital kameralar renk eşleştirmede giderek daha yaygın hale gelmektedir. Dijital kameralar ile renk ölçümünde, kameranın kalitesi, görüntü işleme yöntemi hassasiyetini ve doğruluğunu etkiler. Bazı araştırmacılar, dijital kameraların, uygun standardizasyon prosedürleri ile birlikte uygulandığında dişlerin ve diş etlerinin rengini belirlemede güvenilir araçlar olduğunu bulmuşlardır (74).

2.7 Yüzey Pürüzlülüğü

Kompozit restorasyonların yüzeyinin düzgünlüğü, dayanıklılıklarını ve estetik görünümelerini etkiler. Pürüzlü yüzeyler estetik değildir ve restorasyonun renginin değişmesine, plak birikimine, sekonder çürük oluşumuna, dişeti iltihabı oluşumuna ve karşıt arkadaki dişlerde aşınmaya sebep olur. Yapılan restorasyonlarda anatomik kontur vermek ve fazla restoratif materyali uzaklaştırmak için bitim işlemleri, restorasyonun parlaklığını arttırmak ve mineye benzer doğal bir görünüm elde etmek için cila işlemleri mutlaka yapılmalıdır (75).

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü birçok içsel ve dışsal faktöre bağlıdır. İçsel faktörler arasında materyal tipi, doldurucu tipi, doldurucu partiküllerin şekli, boyutu ve dağılımı, polimerizasyon derecesi, rezin/matriks bileşimi yer alır. Dışsal faktörler ise cilalama ve cilalama yöntemi ile ilgilidir

ve cilalama aletinin esnekliği, aşındırıcı partikül sertliği, cilalama aletinin geometrik şekli ve uygulama yöntemi ile ilgilidir (76).

Literatürde 2 μ 'dan daha büyük yüzey pürüzlülüğünün biyofilm oluşumna yol açtığı gösterilirken, bu değerin 0.2 μ ' dan düşük olması ağız içi restorasyonlar için ideal yüzeyler sağlaması için önerilmektedir (77).

Optik ve taramalı elektron mikroskobu, kontakt profilometre, atomik kuvvet mikroskobu kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için kullanılan cihazlardır. Profilometreler interferometri, odak algılama ve ışık saçılması gibi çeşitli prensipler kullanır ve bu cihazların geniş bir ölçüm aralığı vardır (78).

2.7.1 Profilometreler

2.7.1.1 Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometre iki boyutludur ve elmas uçlu bir kalem kullanan dokunsal bir yöntemdir. Sensör bir X eksenini boyunca hareket eder, dikey Z eksenini boyunca yükseklikteki değışiklikleri ölçer ve makinenin çevirme sistemini esas alır. Bu nedenle incelenen yüzey ile sensörün öteleme eksenindeki paralellik dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır. Tekniğin duyarlılığı 0.01 μ düzeyindedir. Pürüzlülük minimum olduğunda sensör çözünürlüğü yetersizdir optik ölçüme ihtiyaç duyulur (79).

2.7.1.2 Optik Profilometreler

Optik profilometre, mekanik profilometreden farklı olarak hem nitel hem de nicel gösterim sağlayan üç boyutlu bir analiz yöntemidir ve ölçüm cihazı optik ışıdır. Bu cihaz, bir iç referans ile yüzey noktası arasındaki mesafeyi ölçerek çalışır (80). Yöntemin prensibi şudur: Tamamen emici olmayan bir düz yüzeye düşen bir düz dalga, yansımaya uğrar ve Descartes yasasının verdiği yönde düz bir dalga olarak yayılır. Bu aynasal yansıma olarak bilinir. Yüzeyin komşu noktaları aynı yükseklikte değilse, düz dalgada ışığın aynasal yansıma dışındaki yönlerde difüzyonu olarak gözlenen lokal bir faz kayması meydana gelir. Yüzey çok pürüzlüyse, ışık her yöne eşit olarak dağılır ve artık yüzey topoğrafyasını temsil etmez. Bu nedenle ölçümler sadece yüksek kalitedeki yüzey durumlarında fayda sağlar. Cihaz

dahili bir referans ile yüzey noktaları arasındaki mesafeyi ölçerek çalışır. Optik bileşenlerin özellikleri yaklaşık $100 \mu\text{m}^2$ bir alan üzerinde birkaç nanometrelik bir çözünürlük verir (81).

2.7.1.3 Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM, ince bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan diğer noktaya sürekli hareket etmesi prensibiyle çalışmaktadır. SEM yüzey topografisinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir, ancak topografi tanımlamada sınırlamaları mevcuttur ve üç boyutlu olarak görüntü alınamamaktadır (82).

2.7.1.4 Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM), elektronlar ve bir ışık demeti kullanmak yerine bir yüzey üzerinde kanıtlamak için ince bir prob kullanan bir tür taramalı prob mikroskobudur (Scanning prob microscope). Bu tür bir mikroskop, yüzeylerin üç boyutlu haritalarını verir. AFM dışında, taramalı tünelleme mikroskobu (Scanning tunneling microscope (STM)) ve yakın alan taramalı mikroskop (Near-field scanning optical microscope (NSOM)) gibi bazı türleri vardır. AFM, yüzey özelliklerini araştırmak için birçok şekilde değiştirilebilen bir uca sahiptir ve neredeyse her türlü yüzeyi nano ölçekte görüntüleyebilmektedir (83).

2.8 Diş Macunları

Diş macunları tipik olarak bir aşındırıcı madde veya bunun karışımı, bir hidrokolloid vasıtasıyla sulu bir nemlendirici fazda süspanse edilir. Bu matrisde yüzey aktif maddeler, aktif (terapotik bileşenler), aroma verici bileşenler, tatlandırıcılar, renklendiriciler, koruyucular vardır (84).

2.8.1 Diş Macunlarının İçeriğinde Bulunan Maddeler

2.8.1.1 Aşındırıcı Maddeler

Aşındırıcı maddeler dişlerdeki pelikülü uzaklaştırır, minenin parlaklığını geri kazandırır ve minenin beyazlığını artırır. Aşındırıcı ajan çok dikkatli seçilmelidir ve diş sert dokularını çizmeden, zarar vermeden yeterli temizlik ve parlatma sağlayabilmelidir. Aşındırıcı ajanlar çözünmeyen, inert, toksik olmayan ve tercihen beyaz olmalıdır. Yaygın olarak kullanılan aşındırıcı

maddeler arasında kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, alümina ve silika bulunmaktadır (85).

2.8.1.2 Bağlayıcılar

Bağlayıcılar bir diş macunun kıvamını ve stabilitesini kontrol eder. Aynı zamanda diş macunun ağızda dağılma kolaylığını etkiler. Doğru bağlayıcının seçimi, ürünün tüpten kolayca sıkılabilmesini ve diş fırçası üzerinde iyi bir görünüme sahip olmasını sağlar (85).

2.8.1.3 Yüzey Aktif Maddeler

Yüzey aktif madde, yiyecek artıklarının çıkmasını kolaylaştıran ve ürünün ağızda dağılmasına yardımcı olan köpüğü sağlar. İlk diş macunlarında sabun kullanılmışken ancak günümüzde tat ve ürün stabilitesini sağlamak için sentetik deterjanlar kullanılmaktadır. Tüm üreticiler tarafından en çok kullanılan yüzey aktif madde sodyum lauril sülfattır. Sodyum lauril sülfat ağız florası üzerinde antimikrobiyal etkiye sahiptir ve bu da diş macunun genel plak önleyici etkisine katkıda bulunur (84).

2.8.1.4 Nemlendiriciler

Nemlendiriciler diş macunu tüpünün nem kaybını önlemeye çalışır ve tüpte tıkaç oluşumunu önler, macunun dokusunu iyileştirir ve tatlandırıcı ajan olarak görev görür. En çok kullanılan nemlendirici maddeler gliserin, sorbitol ve polietilen glikoldür (85).

2.8.1.5 Tatlandırıcılar

Tatlandırıcılar diş macununa hoş bir kullanım sağlar ve ağızda taze bir tat bırakmalıdır. Diş macunlarında kullanılan tatlandırıcı ajanlar sodyum aspartam, sakkarin, sodyum siklamat ve asesülfam' dır. Tatlandırıcıların haricinde mentol, nane, anason, limon ve okaliptüs de aroma vermek amacıyla kullanılmaktadır (86).

2.8.1.6 Koruyucular

Benzoat diş macunlarının içeriğinde koruyucu olarak eklenmekte olup, mikroorganizma üremesini önleyici etki göstermektedir (85).

2.8.2 İçeriğine Göre Diş Macunlarının Sınıflandırılması

2.8.2.1 Çürük nlemeye Yardımcı Diş Macunları

Çürük, diş sert dokularında biyofilm aracılığı ile oluşan bir hastalıktır. Diş macunlarının içerisinde çürük önleyici etkiye sahip en önemli madde florürdür. Florür, pH düşmesi sırasında kristallerin çözünmesini azaltarak ve pH döngüsü sırasında kısmen çözünmüş kristalleri remineralize ederek lezyonun ilerlemesini durdurur. Florürlü diş macunu ile düzenli fırçalama diş çürüğünün önlenmesinde etkilidir (87). Kalsiyum fosfat, beta-trikalsiyum fosfat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CCP-ACP), biyoaktif cam, nano- hidroksiapatit diş macunlarının içeriğinde bulunan çürük önleyici ajanlar arasında sayılır (88).

2.8.2.2 Plak Oluşumunu ve Dişeti İltihabını nlemeye Yardımcı Diş Macunları

Günlük fırçalamanın oğ zaman optimum dişeti sağlığına ulaşmada ve bunu korumada başarısız olduğu yaygın olarak görülmektedir. Bu yüzden supragingival diş plağının kontrolü için kemoterapötik yaklaşımlar faydalı olabilmektedir. Bu da antimikrobiyallerin diş macunlarına katılmasıyla sağlanabilir. Triklosan plak büyümesini azalttığı bilinen güvenli bir antimikrobiyal ajan olarak bilinir (89). Triklosan ayrıca FDA tarafından kabul edilmiş geniş spektrumlu bir antifungal ve antibakteriyel bir ajandır (90).

Klorheksidin de bu konuda en çok araştırılan bileşikler arasındadır ve plak önleyici özellikleri iyi bilinmektedir. Klorheksidin molekülleri başlangıçta mine yüzeyine veya pelikla adsorbe edilir ve böylece bakteriyel adezyon engellenir (91).

Plak oluşumunu inhibe eden spesifik ajanlar arasında çinko sitrat, çinko laktat, çinko sülfat veya çinko klorür bulunur. Çinko tuzları, bakteri adezyonunu, metabolik aktiviteyi, büyümeyi engelleme yeteneklerinden dolayı dolaylı antibakteriyel aktivite gösterir (89).

2.8.2.3. Diştaşı Oluşumunu Azaltıcı Etki Gösteren Diş Macunları

Tetrasodyum ve tetrapotasyum pirofosfat bugün piyasada bulunan çoğu diş macununun içinde diştaşı oluşumunu önleyici özellik gösterir ve hidroksiapatit kristal büyümesini inhibe eder (91).

2.8.2.4 Dentin Hassasiyetini Azaltıcı Diş Macunları

Dentin hipersensitivitesi genellikle hastalar tarafından birkaç farklı uyarandan birinin neden olduğu keskin ağrı olarak tanımlanır. Ağrı yanıtı kişiden kişiye değişmekle birlikte, genellikle dişlerin servikal kısımlarında ve kanin ve premolar dişlerde daha çok görülür. İnvaziv olmayan tedavi seçenekleri arasında, duyarsızlaştırıcı bir aktif bileşen içeren topikal ajanlar ve diş macunları bulunur. Literatüre göre, diş macunları içinde en yaygın olarak bulunan duyarsızlaştırıcı madde potasyum nitrattır. Potasyum iyonlarının sinir hücreleri arasındaki sinapsı bloke ederek sinir uyarımını ve buna bağlı ağrıyı azalttığı düşünülmektedir. Benzer mekanizma gösteren bir başka bileşik de potasyum klorürdür. Diğer tedaviler dentin tübülerini tıkayarak veya skleroze ederek tübüllere akışı azaltmak için tasarlanmıştır. Bu tedavilerde kullanılan aktif bileşenler arasında kalay florür, stronsiyum florür heksahidrat ve alüminyum, potasyum veya demir oksalatlar ve florürler bulunur (92).

2.8.2.5 Beyazlatıcı Diş Macunları

Beyazlatma ajanları lekelenmeleri çıkararak veya birikmesini önleyerek diş yapısını fiziksel ve kimyasal olarak temizlemek amacıyla günlük kullanım için tasarlanmıştır. Beyazlatıcı diş macunları ile ilgili literatürde birçok çalışma vardır ve kanıtlar güvenliklerini ve farklı etkinlik derecelerini bildirmektedir. Örneğin, silika ve kalsiyum karbonatlı diş macunlarına perlit eklenmiş ve bu macunların beyazlatıcı olmayan diş macunlarına kıyasla leke çıkarıcı özelliği artmıştır (93).

RDA değeri (Radioactive Dentin Abrasion), diş macunlarının aşındırıcı performansını ifade eder. RDA değeri 250 ve altındakiler genellikle güvenli olarak kabul edilir. Diş macunlarının ve aşındırıcıların temizleme etkisini değerlendirmenin bir yolu ise PCR (Pellicle cleaning ratio) değeridir. Genel

olarak her iki parametrede aynı etkiye sahip olduğundan, yüksek bir RDA değeri yüksek bir PCR değeri ile ilişkilidir. Ancak her iki parametre arasında matematiksel korelasyon çok belirgin değildir (94).

Beyazlatıcı diş macunları dışsal lekeleri çıkarmayı ve dolayısıyla diş rengini optimize etmeyi amaçlar. Bu diş macunlarının beyazlatma etkisi, pelikülü uzaklaştıran ve diş yüzeyindeki dış lekeleri azaltan aşındırıcı parçacıklara dayanır. Bununla birlikte, bu aşındırıcı parçacıkların pürüzlülüğü, boyutu ve şekli farklıdır ve bu da sonucu doğrudan etkiler. Ayrıca, beyazlatıcı diş macunlarının içindeki yüksek konsantrasyondaki aşındırıcı partiküller, diş yüzeyinin aşınmasını ve mine yüzeyinin pürüzlülüğünü artırabilir (95).

Evde veya profesyonel olarak kullanılan ürünlerde yaygın olarak kullanılan beyazlatıcı ajan örnekleri Tablo 2.3’ de görülmektedir (94).

Tablo 2.3. Beyazlatma ajanları ve etki mekanizmaları (96)

Beyazlatma Ajanı	Etki Mekanizması
Aşındırıcılar: (örn: hidratlı silika, perlit, alümina) leke çıkarıcı en önemli bileşen	Dış renklenmelerin mekanik olarak çıkarılmasını
Yeni çökelti oluşumunu önleyici maddeler (polifosfatlar, sodyum fosfat)	Kromoforların birikmesinin önlenmesi ve dış lekelenmelerin dahil olduğu diştaşı oluşumunun inhibisyonu
Kalsiyum fosfatlar (hidroksiapatit)	Beyaz kalsiyum fosfat partiküllerinin diş yüzeyine adezyonu ve dişlerde bakteri tutulumunun/plak oluşumunun önlenmesi
Renklendiriciler (örn. Mavi kovarin)	Renk absorpsiyonu ve yansıma spektrumlarını sarıdan maviye kaydırma

Enzim/Proteaz	Proteinlerin bozunması nedeniyle leke çıkarmayı destekler (peptid bağlarının hidrolizi)
Peroksitler (örn: hidrojen peroksit, kalsiyum peroksit)	Organik kromoforların oksidasyonu
Poliaspartat (sodyum poliaspartat)	Plak oluşumunun inhibisyonu
Sürfaktanlar (sodyum lauryl sülfat)	Hidrofobik bileşiklerin diş yüzeyinden uzaklaştırılması

2.8.2.5.1 Peroksit içerikli Diş Macunları

Peroksit içerikli diş macunlarında, peroksit ajanı organik lekelenmelerle reaksiyona giren ve onları renkli olmayan organik bileşiklere ayıran aktif oksijeni ayrıştırır ve serbest bırakır (96).

Hidrojen peroksitin oksidatif kapasitesini arttırmak için geçiş metal iyonları gibi aktive edici ajanlar önerilmiştir. Bu da sulu formülasyondaki hidrojen peroksitin doğal kararsızlığına ve diş fırçalama sırasındaki kısa temas süresine (yaklaşık 2-3 dakika) ve tükürük akışına bağlı ek seyreltmeye dayanır. Özel güvenlik endişelerinden dolayı kozmetik diş macunlarındaki hidrojen peroksit konsantrasyonu genellikle ağırlıkça %1 ile sınırlıdır, Avrupa Birliğinde ise ağırlıkça maksimum %0.1 ile sınırlanmıştır. Bu düşük konsantrasyonlu hidrojen peroksitin beyazlatma etkinliği ile alakalı şüphelere yol açmıştır (97).

2.8.2.5.2 Partikül Hidroksiapatit İçerikli Diş Macunları

Partikül Hidroksiapatit koruyucu ağız bakımında kullanılan biyomimetik bir ajandır. Ayrıca diş minerallerine benzerliği ve aşındırıcı özelliğinin olmaması ile gelecek vadede bir beyazlatma ajanı olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalarda hidroksiapatit parçacıklarının mineye tutunduğu gösterilmiştir. Dabanoğlu ve ark. Partikül hidroksiapatit ile çekilmiş insan dişlerinde bir çalışma yapmışlar ve başarılı beyazlatma sonuçları elde etmişlerdir (98). Hidroksiapatit (HA)'nın beyazlatma

üzerindeki etkisi, mekanik ve kimyasal olmaktan ziyade fizyolojiktir. HA remineralizasyon yaparak diş yüzeyinin parlaklığını ve beyazlığını artırır, bu da parlak ve pürüzsüz bir görünüme katkıda bulunur. Kombine bir klinik ve deneysel çalışma, üç farklı HA konsantrasyonuna sahip diş macununun hem cila hem de parlatma ve beyazlatma özelliğini araştırmıştır. HA' nın diş macununa eklenmesinin, HA konsantrasyonu ile diş yüzeyinin parlaklığı ve beyazlığı arasında bir doz-yanıt ilişkisi ile sonuçlandığını bildirmişlerdir (99).

2.8.2.5.3 Enzim İçerikli Diş Macunları

Peptit bağlarının hidrolizi yoluyla proteinleri seçici olarak parçalayan enzimler, gelecekteki beyazlatma ajanları olarak potansiyel bir yaklaşım olabilir. Buna bir örnek proteaz enzimi papainin kullanılmasıdır. Papain 212 aminoasitten oluşur ve papayalardan izole edilir. Papain ve bromelain, her ikisinde sistein proteazlarıdır. Bunlar aktif bölgelerinde, sonraki bölünme için hedef proteinlere kovalent olarak bağlanan bir sisteinleri olduğu anlamına gelir. Protein bozunmasıyla, kromoforların özellikleri değiştirilebilir, bu da görünür ışıktaki daha az ışık absorpsiyonuna yol açar. Ancak enzimler kullanılırken saklama koşullarına çok dikkat edilmelidir. Çünkü çoğu enzim oda sıcaklığında çok kısa bir süre için stabildir (100).

2.8.2.5.4 Mavi Kovarin İçerikli Diş Macunları

Diş beyazlatmada b değerlerindeki (sarılık) azalmanın önemi göz önüne alındığında, diş yüzeyinde mavi renkli maddelerin birikmesinin dişin optik özelliklerinde sarıdan maviye doğru olumlu değişikliklere yol açacağı varsayılmıştır. Çekilmiş insan dişleri, bir dakika süreyle mavi kovarin içeriğine sahip diş macunlarından oluşan bir bulamaçla fırçalanmış, ardından suyla durulanmış ve diş renginde oluşan değişikliklere bakılmıştır. Daha yüksek konsantrasyonlarda mavi kovarin ile sarılık seviyelerinde daha fazla azalmaya ve artan beyazlık seviyelerine yol açan bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (101).

Mavi kovarin içeren diş macunlarının etkinliğini araştıran çalışmalar, tek bir optik diş macunu kullanımından sonra önemli ve anında diş

beyazlatma sonuçları elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmalara göre, bu yeni teknik kullanılarak elde edilen diş beyazlatma sonuçları, kullanımdan sonra 8 saatten fazla bir süre devam etmiştir. Ayrıca en önemli renk değişikliklerinin b (sarılık) parametresinde gerçekleştiğini bulmuşlardır (102).

2.8.2.5.5 Aktif Karbon İçerikli Diş Macunları

Kömürün ağız hijyeni için kaydedilen ilk kullanımı Antik Yunan’ da Hipokrat’a atfedilmiştir. Dişleri temizlemek için kömür kullanımı, Birleşik Krallık, İtalya, Kamerun, Nijerya, Tanzanya, Hindistan ve Malezya dahil olmak üzere dünyanın birçok yerinde kullanılmaktadır. Toz haline getirilmiş kömür parmaklarla, çiğneme çubuklarıyla veya bezle dişlere uygulanmış ve tek ajanlı bir diş macunu olarak veya aroma verici maddeler, botanikler ve çeşitli inorganik bileşiklerle birlikte kullanılmıştır (103).

Aktif kömür, çeşitli materyallerin kısmi oksidasyonun doğal bir yöntemi olarak üretilir. Yüksek gözenekli aktif kömür, nano gözenekler yoluyla ağızda iyon değiştirme yeteneğine sahiptir, diş minesine adezyon gösterebilir ve diş üzerindeki renklendirici maddeleri ortadan kaldırabilir. Pigmentleri, kromoforları ve diş yüzeyindeki lekeleri adsorbe etme kapasitesi nedeniyle Aktif kömür dişte aşınma yoluyla diş beyazlatmaya yardımcı olabilir (104).

2.9 Diş Fırçası

Periodontal sağlığı sağlamak ve çürük gelişimini önlemek için iyi bir ağız hijyeni sağlamanın temelinin etkili plak kontrolü sağlanmasının sürdürülmesi olduğu bilinmektedir. Evde plağı tamamen uzaklaştırmanın en yaygın yolu diş fırçalamaktır.

Temizliğin yeterince ve kapsamlı olması ve uygun aralıklarla yapılması koşuluyla, diş fırçalamanın plağı kontrol edebileceğini gösteren önemli kanıtlar vardır. Bu nedenle diş hekimleri tarafından günde iki kez en az iki dakika diş fırçalanması önerilir (105).

Elektrikli diş fırçaları ticari olarak ilk kez ABD’ de piyasaya sürülmüştür. 1960’ ların başında manuel diş fırçalama yöntemlerine alternatif

olarak ortaya çıkmışlardır. Diş fırçalarının manuel hareketini simüle ederler (106).

1980' lerden bu yana, elektrikli diş fırçası teknolojisinde büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve plak temizleme verimliliğini arttırmak için çeşitli elektrikli diş fırçaları piyasaya sürülmüştür. Birçok elektrikli diş fırçasının, özellikle proksimal ve supragingival yüzeylerde, manuel fırçalardan daha etkili plak çıkarıcı olduğu bulunmuştur (107). Diş fırçasının farklı frekanslardaki kıl hareketi, doğrudan kaşıma etkisinin dışında, doğrudan diş yüzeyine paralel hareket eden duvar kesme kuvvetleri gibi hidrodinamik etkilere yol açan türbülanslı bir sıvı akışı oluşturur. Elektrikle çalışan diş fırçaları, manuel fırçalara kıyasla daha yüksek frekansların uygulanması nedeniyle yeterli ağız hijyeni sağlamaya yardımcı olabilir (108). Elektrikli diş fırçalarının hareket tarzlarına göre gruplandırılması aşağıdaki gibidir;

Yan yana (side to side) hareket: Bir yandan diğer yana hareket eden bir fırça başlığını gösterir.

Zıt titreşim (counter oscillation): Bitişik kılların (genellikle 6 ile 10 adet) bağımsız olarak bir yönde ve sonra diğerinde döndüğü bir fırça hareketini gösterir.

Dönme salınım (rotation oscillation): Fırça başlığının bir yönde ve sonra diğerinde döndüğü bir fırça hareketini gösterir.

Dairesel hareket (circular): Fırça başlığının bir yönde döndüğü fırça hareketini gösterir.

Ultrasonik: Kılların ultrasonik frekanslarda (>20kHz) titreştiği bir fırça hareketini gösterir.

İyonik: Diş fırçalama sırasında kıllara düşük elektrik akımı uygulayan bir fırçayı belirtir. Fırçanın amacı, diş plağını diştan kıllara doğru çekmek amacıyla dişin şarj polaritesini değiştirmektir. Bu tür fırçaların güçlü mekanik hareketi yoktur.

Çok boyutlu (multidimensional): Birden fazla harekete sahip bir fırçayı belirtir. Bu tür fırçalar genellikle yukarıdaki hareket türlerinden ikisini içerir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 2022.06.08.1540).

Çalışmamızda Omnichroma (OM) (Tokuyama, Japonya) ve Charisma Topaz ONE Shade (CTO) (Kulzer, Almanya) olmak üzere iki adet tek renk kompozit, kontrol grubu olarak ise supra nano küresel doldurucuya sahip Estelite Sigma Quick (ESQ) (Tokuyama Dental, Japonya) kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin içerik ve özellikleri Tablo 3.1 de gösterilmektedir. Diş macunu olarak ise etken maddesi hidrojen peroksit olan Colgate Optic White Expert (COW) (Colgate&Palmolive Manufacturing, Polonya) ve partikül hidroksiapatit içeriğiyle beyazlatma iddasında bulunan Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu (FLS) (Whitesmile Gmbh Weinheimer Birkenau/Almanya) kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak ise genel kullanıma uygun sodyum florür içerikli İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Koruma Diş Macunu (İPN) kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan diş macunlarının içerik ve özellikleri Tablo 3.2 de görülmektedir.

Örneklerin hazırlanma ve renklendirme prosedürleri Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı kliniğinde hazırlanmıştır. Örneklerin renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. SEM analizleri ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Kompozit rezinler ve içerikleri

Kompozit	Matriks	Doldurucu tipi	Doldurucu oranı	Lot numarası
Omnichroma (Tokuyama, Japonya)	UDMA, TEGDMA, mequinol, Dibütil hidroksil tolueen, UV emici	Sferik silika-zirkonya, Ortalama partikül büyüklüğü: 0.3 µm	Ağırlıkça: %79 Hacimce: %68	145S1
Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya)	TCD, Urethaneacrylate, Silica, UDMA, TEGDMA	Barium Aluminium Boro Fluor Silicate Glass partikül büyüklüğü 5nm-0,5 µm	Ağırlıkça %74-77 Hacimce %59	K010204
Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya)	Bis-GMA ve Trietilen dimetakrilat	Silika-zirkonya, ortalama partikül büyüklüğü 0,1-0,3 µm	Ağırlıkça %82 Hacimce %71	E8261

Tablo 3.2. Çalışmamızda kullanılan diş macunları ve içerikleri

Diş Macunu	İçeriği	Seri Numarası
Colgate Optic White Expert (Colgate&Palmolive Manufacturing, Polonya)	Sodyum monoflorofosfat, propilen glikol, kalsiyum pirofosfat, gliserin, peg/ppg-116/66, peg-12, silika, aroma, sodyum lauril silfat, tetrasodyum pirofosfat, hidrojen peroksit, sodyum sakkarin, sükratoz, bht	(L)24 102 1PL 1111
Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu (Whitesmile GmbH Weinheimer Birkenau/Almanya)	Ksilitol, aqua, hidroksapatit, hidrate silika, potasyum nitrat, pentasodyum trifosfat, sodyum C 14-16 olefin sulfonat, tetrapotasyum pirofosfat, aroma, ksanthan gum, CI-77891, sodyum sakkarin, sodyum floruid ve limonene	4 250110 633209
İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Koruma (Procter&Gamble, Almanya)	aqua, sorbitol, hidrate silika, sodyum lauryl sülfat, aroma, seluloz gum, çinko sitrat, chondrus crispis powder, sodyum sakkarin, sodium	2136028840

	flouride, CI 77891, hydroxyethylcellulose, sodium citrate, copernicia cerifera cera, mica, limonene, polysorbate 80, glycerin, setilpridinyum, CI 74260, CI 74160	
--	---	--

3.1 Çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller

3.1.1 Omnichroma (Tokuyama, Japan)

Çalışmamızda kullanılan Omnichroma (Tokuyama, Japonya) tek bir kompozit renk tonuyla klasik VİTA tonlarını içine alan, yapısal olarak renklendirilmiş bir üniversal kompozittir. Bileşiminde 260 nm supra-nano-sferik doldurucular ve organik matriksinde UDMA, TEGDMA, mequinol, dibütil hidroksil tolueen ve UV emiciler bulunmaktadır. Ağırlıkça % 79, hacimce % 68 oranında sferik silika-zirkonya partikülleri içermektedir. Ortalama partikül büyüklüğü 0.3 µm'dir (Tablo3.1). Halojen veya LED bir ışık cihazı ile polimerize edilmektedir. Anterior ve posterior direkt restorasyonlarda, kompozit veneer yapımında, diastema vakalarında ve restorasyon (kompozit, seramik) tamirinde kullanım endikasyonu vardır. Omnichroma rengine 'fiziksel' boyutunu veren Akıllı Kromatik Teknolojisi (Smart Chromatic Technology) sayesinde en geniş ton ve renk aralığıyla kromatik eşleşme kapasitesi sunduğunu iddia etmektedir. Omnichroma kompozit rezininde renklendirici pigmentler bulunmamaktadır.



Şekil 3.1. Omnichroma (Tokuyama, Japan)

3.1.2 Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya)

Çalışmamızda kullanılan bir diğer kompozit materyali ise Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya), Omnichroma gibi tek renk olarak kullanılabilir. Charisma Topaz ONE Shade diş renginden bağımsız olarak

çevredeki diş rengine uyum sağlar. İçeriğinde markanın patentli TCD (Tricyclodecane) matriksi mevcuttur ve monomer olarak Bis-GMA ve BPA içermemektedir (Tablo 3.1). Kompozitin sahip olduğu Adapte olabilen ışık eşleşme (Adaptive Light Matching) teknolojisi, diş renginin çevresinden yansıyan ışık dalgalarını absorbe ederek restorasyonun rengini belirler ve A1' den D4' e kadar tüm renklerle uyum sağlar. Nano partiküllü doldurucu sistemine sahip olduğundan cilalanabilirliği yüksektir ve uzun ömürlü parlaklığa sahiptir.



Şekil 3.2. Charisma Topaz ONE Shade (Kulzer, Almanya)

3.1.3 Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya)

Çalışmamızda kontrol grubu olarak kullanılacak kompozit materyali ise Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya) 'tır. Ağırlıkça % 82, hacimce % 71 doldurucu oranına sahiptir. Monomer matriksi Bis-GMA ve Trietilen glikol dimetakrilat içermektedir. Doldurucusu silika-zirkonyum içerir (Tablo 3.1). Sınıf 3, 4 ve 5 kavite için direkt restorasyonunda, veneer restorasyonlarda ve diastema kapatma vakalarında kullanım alanı vardır.



Şekil 3.3. Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Japonya)

3.2 Çalışmamızda kullanılan diş macunları

3.2.1 Colgate Optic White Expert (Colgate&Palmolive, Polonya)

Çalışmamızda kullanılan beyazlatıcı diş macunlarından ilki Colgate Optic White Expert diş macunudur. Hidrojen peroksit içeriğiyle beyazlatma etkinliğinde bulunmaktadır. Bu diş macunun içeriğinde sodyum monoflorofosfat, propilen glikol, kalsiyum pirofosfat, gliserin, peg/ppg-116/66, peg-12, silika, aroma, sodyum lauril sülfat, tetrasodyum pirofosfat, hidrojen peroksit, sodyum sakkarin, sükraloza, bht ve 1450 ppm florüid bulunmaktadır (Tablo 2). Hidrojen peroksit (HP), sodyum nitrat ile reaksiyona girerek fosfat tuzları yoluyla diş yüzeyindeki kromojen molekül ve lekeleri çözerek etki eder.

3.2.2 Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu

(Whitesmile Gmbh Weinheimer Birkenau/Germany)

Çalışmada kullanılan diğer diş macununun içeriğinde ksilitol, aqua, hidroksiapatit (HA), hidrat silika, potasyum nitrat, pentasodyum trifosfat, sodyum C 14-16 olefin sulfonat, tetrapotasyum pirofosfat, aroma, ksanthan gum, CI-77891, sodyum sakkarin, sodyum florüid ve limonene vardır. Bileşiminde 1100 ppm sodyum florür bulunup, içeriğindeki partikül hidroksiapatit sayesinde beyazlatma etkinliği göstermektedir. Partiküllü HA'ye dayalı ağız bakımı formülasyonlarının, çürüklere karşı profilaksi ve açık dentin tübüllerinin tıkanmasıyla dentin aşırı hassasiyeti gibi bir dizi endikasyonu ele almada etkili olduğu gösterilmiştir. Bunun yanında periodontal sağlığın iyileştirilmesinde, mine üzerinde koruyucu tabaka oluşumunda, biyofilm yönetiminde ve diş beyazlatılmasında etkilidir.

3.2.3 İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Koruma Diş Macunu

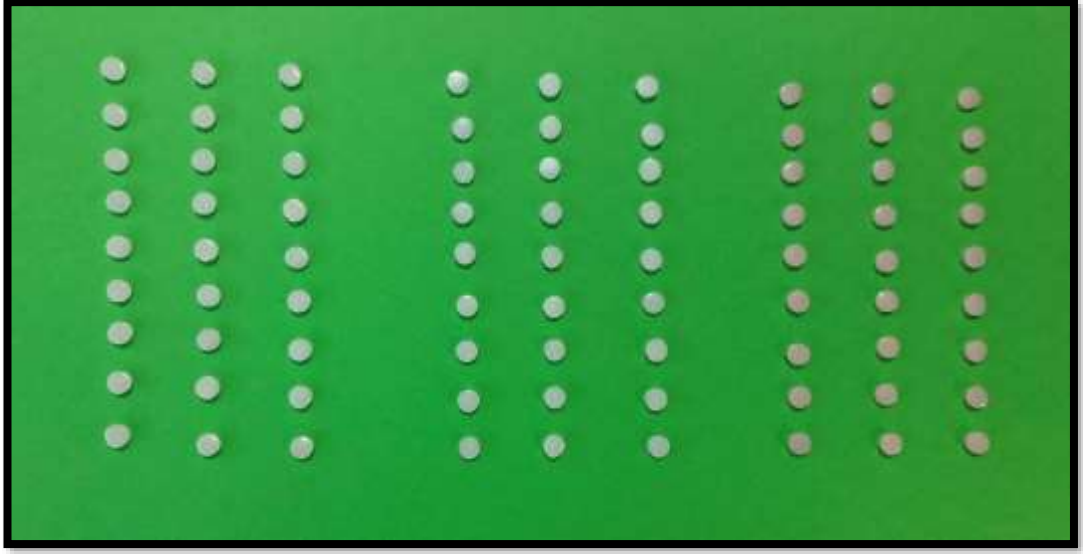
Çalışmamızda kontrol grubu olarak kullanılan diş macunu ise İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Koruma Diş Macunu'dur. İçeriğinde aqua, sorbitol, hidrat silika, sodyum lauryl sülfat, aroma, selüloz gum, çinko sitrat, chondrus crispis powder (kırmızı su yosunu), sodyum sakkarin, sodyum flouride, CI 77891, hidroksietil selüloz, sodyum sitrat, copernicia cerifera cera (bitkisel koruyucu mum), mika, limonene, polysorbate 80, gliserin, setilpridinyum, CI 74260, CI 74160 vardır. Bu diş macunu genel kullanım için uygundur.



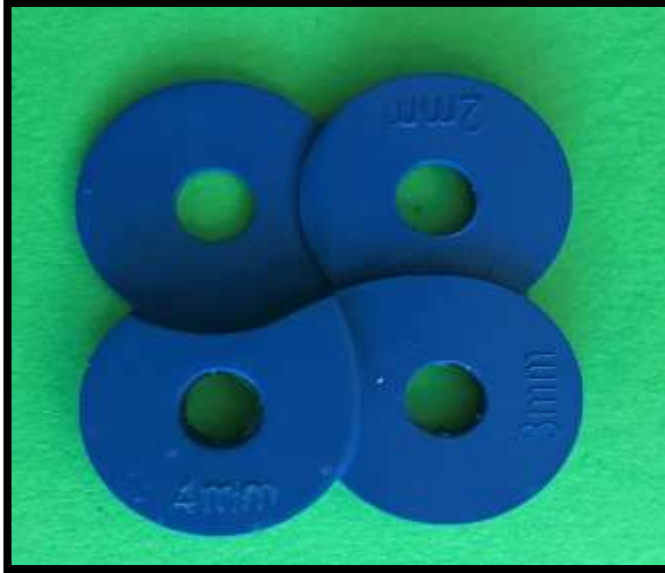
Şekil 3.4. Çalışmamızda kullanılan diş macunları

3.3 Örneklerin Hazırlanması

Her kompozit materyal için üç farklı diş macunu olmak üzere toplamda 9 grup oluşturulmuştur. Her bir grup için $n=8$ olacak şekilde toplamda 72 örnek elde edilmiştir. Bu çalışmada G.Power-3.1.9.2 programı kullanılarak %95 güven düzeyinde örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır. Örneklerin hazırlanması için 6 mm çapında, 2 mm kalınlığında negatif plastik kalıplardan yararlanılmıştır. Örnekleri elde etmek üzere bir cam üzerine şeffaf bant konulup üzerine kalıp yerleştirilmiştir. Kalıp içerisine, istenilen kompozit materyal yerleştirildikten sonra üst yüzeye tekrar şeffaf matriks bandı yerleştirilip sonrasında tekrar cam yerleştirilerek, sabit bir basınç uygulanmış ve fazla materyal uzaklaştırılmıştır. Daha sonra örnekler üretici firmanın önerileri doğrultusunda ışık cihazı (BlueLEX GT-1200, Monitex Industrial Co. Ltd, Tayvan) ile 20 sn boyunca polimerize edilmiştir. Örneklerin yüzeyinde polisaj işlemi için farklı grenlerdeki (medium, fine, superfine) kompozit cila diskleri (Super Snap bitirme ve cila seti (Shofu, Japonya) 10'ar sn su soğutması altında uygulanmıştır. Daha sonra distile su ile yıkanan örnekler polimerizasyonlarının tam olarak sağlanabilmesi amacıyla, 24 sa 37° C 'de distile su içerisinde etüvde bekletilmiştir.



Şekil 3.5. Hazırladığımız kompozit örnekler



Şekil 3.6. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan plastik kalıp

3.4 Deney gruplarının belirlenmesi

Örnekler hazırlandıktan sonra her bir kompozit için 3 farklı diş macunu olmak üzere toplamda 9 grup belirlenmiştir.

Çalışmamıza ait deney gruplarının listesi aşağıdaki gibidir;

Grup 1: Omnichroma-Colgate Optic White Expert

Grup2: Omnichroma- Flash Whitesmile Beyazlatıcı Diş Macunu

Grup3: Omnichroma-İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Diş Macunu

Grup4: Charisma Topaz ONE- Colgate Optic White Expert

Grup5: Charisma Topaz ONE- Flash Whitesmile Beyazlatıcı Diş Macunu

Grup6: Charisma Topaz ONE -İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Diş Macunu

Grup7: Estelite Sigma Quick -Colgate Optic White Expert

Grup8: Estelite Sigma Quick- Flash Whitesmile Beyazlatıcı Diş Macunu

Grup 9: Estelite Sigma Quick -İpana Sağlıklı Gülüşler Tüm Aile Diş Macunu

Deney gruplarının belirlenmesinden sonra tüm örneklerin renk (Vita Easyshade Advance (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya) ve yüzey pürüzlülüğü (Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı) başlangıç ölçümleri yapılmıştır.

3.5 Kompozit örneklerin renklendirilmesi

Kahve solüsyonu içinde 24 saatlik bekletme yaklaşık 30 günlük kahve tüketimini simüle etmektedir (109). Ortalama kahve tüketiminin günde fincan ve ortalama bir fincan kahve içme süresinin 15 dakika olduğu bildirilmiştir (110). Örnekler 1 yıllık kahve tüketimini simüle etmek amacıyla 37° C’de 14 gün boyunca kahve solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Numuneler eklendiğinde kahve sıcaklığı 44°C idi (111). Her bir örnek farklı bir eppendorf tüpü içerisine yerleştirilmiş kahve solüsyonu yenileme işlemleri boyunca bu tüpler içerisinde saklanmıştır. Kahve solüsyonu hergün değiştirilmiştir (112). 14 gün sonunda örneklerin renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tekrarlanmıştır. Kompozit örneklerin renklendirilmesinde kullanılan kahve (Nescafe Classic,Türkiye), %100 doğal kahve çekirdeklerinden üretilmiş çözülebilir kahve içermektedir. Kahve solüsyonunun hazırlanışı; 2 gram kahve üzerine kaynatılıp 1 dk bekletilmiş 200 ml su ilave edilmesi şeklindedir.



Şekil 3.7. Eppendörf tüplerinin içindeki kahve solüsyonu içine konulan örnekler

3.6 Diş macunu ile fırçalama işleminin yapılması

Örnekler şarj edilebilir diş fırçası ile fırçalama işleminin simüle edilebilmesi amacıyla özel olarak hazırlanmış fırça başlığının örnek yüzeyine paralel olarak ve fırça kıllarının örnek yüzeyine dik açıyla gelecek şekilde hazırlanan düzenek kullanılarak fırçalanmıştır. Çalışmamızda şarj edilebilir diş fırçası (Oral B Professionel CareTriumph) ve fırça başlığı (Oral-B Cross Action, Procter&Gamble Satış Dağıtım Ltd, İstanbul, Türkiye) ortodontik lastik aracılığı ile 2N standart basınç altında kullanılmıştır (108). Örnekler her bir kompozit grubu için üç farklı beyazlatıcı diş macunu kullanılmak üzere 1 beyazlatıcı diş macunuyla 1:3 oranında hazırlanmış (EN ISO 11609:2010 standart) diş macunu /su karışımının bulunduğu bir kaba yerleştirilmiştir (108). Bütün örnekler 1 ayı simüle etmek amacıyla 4 dk boyunca fırçalanmıştır (113). Her bir fırçalama işleminden sonra tüm örnekler distile su ile yıkanmıştır. Fırçalama prosedürünün ardından örneklerin renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tekrarlanmıştır.



Şekil 3.8. Çalışmamızda fırçalamada kullanılan şarj edilebilir diş fırçası (Oral B Professional CareTriumph) ve fırça başlığı (Oral-B Cross Action, Procter&Gamble Satış Dağıtım Ltd, İstanbul, Türkiye)

3.7 Renk Ölçümü

Çalışmamızda kullanılan kompozit örneklerin renk ölçümünün yapılmasında Vita Easyshade Advance (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya) spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Bu cihazda Vita Classic ve Vita 3D Master skalalarıyla uyumlu sonuçlar elde edilir. Çalışmamızda renk ölçümü yapılmadan önce cihazın kalibrasyonu yapılmış ve ayarlar menüsünden ölçüm modu (üç nokta) seçilmiştir. Kalibrasyon işlemi şarj cihazı üzerinde yer alan beyaz kalibrasyon plağı üzerinde yapılmıştır. Bütün renk ölçümleri içi nötral gri fon kartonu ile kaplanmış üst tarafında % 95 oranında gün ışığını taklit eden floresan lamba bulunan bir ölçüm kutusu içinde yapılmıştır. Çalışmamızda renk ölçümleri sırasında standart beyaz arka plan kullanılmıştır. Çalışmamızdaki kompozit örneklerin başlanıç, kahve renklendirmesi sonrası ve diş macunu ile fırçalama sonrası olmak üzere üç defa ölçüm yapılmıştır. Her örnekten 3 defa ölçüm yapılmıştır ve bu ölçümün aritmetik ortalaması o örneğe ait değer olarak kabul edilmiştir. Cihazda yapılan ölçümlerde $L^*a^*b^*c$ ve H değerleri kaydedilmiştir. Her örnek için ΔE_{00} skoru örneklerden elde edilen L^* , a^* , b^* , C ve h değerleri ile aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

$$\Delta E^*_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C^*}{K_C S_C} \frac{\Delta H^*}{K_H S_H}}$$

ΔE_{001} = Kompozit örneklerin kahve solüsyonunda bekletildikten sonraki renk değişimi

ΔE_{002} = Kahvede bekletilen kompozit örneklerin beyazlatıcı diş macunu uygulamasından sonraki renk değişimi



Şekil 3.9. Vita Easyshade Advance (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya)

3.8 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde Perthometer M2 (Mahr; Almanya) profilometre cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.10). Bu cihazda elmas bir tarayıcı uç vardır ve ölçüm yüzeyinde hareket ederken elde edilen yüzey pürüzlülüğü bulguları dijital olarak kaydedilir. Profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ölçümünde Ra, Rz, Rpm ve Rz:Rpm gibi parametrelerde hesaplanmaktadır. Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmesinde Ra parametresi kullanılmıştır. Ra parametresi bir yüzeyin ortalama pürüzlülüğü olarak tanımlanır. Çalışmamızda başlangıç, kahve renklendirmesi sonrası ve diş macunu ile fırçalama sonrası olmak üzere üç defa ölçüm yapılmıştır. Her örnek için ölçümler 3 defa tekrarlanmış ve bu ölçümlerin ortalaması kaydedilmiştir.

Ra₁: Başlangıç yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Ra₂: Kahvede bekletme sonrası yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Ra₃: Fırçalama işleminden sonra yüzey pürüzlülüğü ölçümü



Şekil 3.10. Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı

3.9 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

SEM Analizi kullanılarak yüzey görüntüleme amacıyla herhangi bir yüzey işlemi yapılmamış 6 adet, kahvede bekletme işlemi yapılmış 6 adet ve beyazlatıcı diş macunu ile fırçalanmış 18 adet örnek rastgele seçilmiştir. Bu örneklerin SEM analizi görüntüleri $\times 5000$ büyütme kullanılarak elde edilmiştir. (JEOL JSM 7001F, Japonya) u. Öncelikle 5sn, %10'luk fosforik asit uygulanan örnekler distile suyla yıkanmıştır. Daha sonra %5'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) ile muamele edilip, tekrar distile su ile yıkanan örnekler her aşama için 30dk olmak üzere; %60, %80 ve %100 alkol çözeltilerinde bekletilerek seri dehidrasyona uğratılmıştır.



Şekil 3.11. Taramalı Elektron Mikroskobu (JEOL JSM 7001F, Japonya)

3.10 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 24.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yanı sıra normal dağılım gösteren 3 ve üzeri grup karşılaştırmalarında One-Way Anova testi kullanıldı. Ölçümlerin üç zamana bağlı değişimlerini incelemek için Repeated Measures testi, iki zaman bağlı değişimlerini ise Paired Samples T testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.01$ ve $p < 0.05$ düzeylerinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1 Renklendirme işlemi uygulanmış kompozit rezinlerin renk değişimlerinin değerlendirilmesi

COW ve FLS gruplarında, kompozit materyallerin kahve solüsyonun oluşturduğu renk değişim değerleri (ΔE_{001}) CTO>OM>ESQ şeklinde sıralanmıştır (Tablo 4.1 ve 4.2). İPN grubunda ise ΔE_{001} değerleri OM>CTO>ESQ şeklinde sıralanmıştır (Tablo 4.3). Tüm diş macunu gruplarında, CTO ve OM'nin ΔE_{001} değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3). ESQ' nun ise tüm diş macunu gruplarında ΔE_{001} değerleri CTO ve OM' den anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3).

Tablo 4.1. COW diş macununda kompozit rezinlere göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a OM		^b CTO		^c ESQ		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	7,19±0,39	6,85-7,94 (7,02)	7,44±0,71	6,68-8,76 (7,12)	3,01±0,29	2,57-3,37 (3,08)	0,001**	a-c, b-c
ΔE002	1,67±0,21	1,46-2,11 (1,66)	2,8±0,63	2,09-3,86 (2,67)	1,44±0,2	1-1,63 (1,47)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	13,25±0,83	12,43-14,83 (13,08)	13,7±1,38	12,02-15,39 (13,77)	7,18±0,53	6,41-7,84 (7,16)	0,001**	a-c, b-c
ΔE2	3,37±0,42	2,48-3,77 (3,51)	5,29±1,3	3,88-7,89 (4,99)	4,04±0,55	2,85-4,67 (4,07)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	6,89±0,58	6,47-8,27 (6,68)	7,28±0,63	6,47-8,17 (7,27)	5,33±0,41	4,6-5,73 (5,47)	0,001**	a-c, b-c
ΔL ₂	2,37±0,4	1,9-2,87 (2,37)	3,6±1,02	2,57-5,5 (3,32)	3,75±0,54	2,67-4,5 (3,83)	0,001**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	11,27±0,73	10,43-12,23 (11,25)	11,44±1,23	9,93-13,2 (11,3)	4,69±0,57	4,13-5,67 (4,53)	0,001**	a-c, b-c
Δb ₂	2,24±0,47	1,17-2,57 (2,43)	3,46±1,1	2,07-5,47 (3,28)	1,3±0,4	0,9-2 (1,22)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	0,97±0,28	0,67-1,43 (0,9)	1,84±0,57	1,23-2,6 (1,53)	0,99±0,12	0,8-1,13 (1)	0,001**	a-b, b-c
Δa ₂	0,65±0,39	0,03-1,23 (0,55)	1,53±0,41	1,13-2,2 (1,37)	0,62±0,12	0,4-0,77 (0,67)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,08±0,02	0,05-0,11 (0,08)	0,19±0,03	0,13-0,22 (0,19)	0,09±0,03	0,07-0,15 (0,09)	0,001**	a-b, b-c
Ra ₂	0,08±0,02	0,06-0,12 (0,07)	0,19±0,03	0,14-0,22 (0,19)	0,11±0,03	0,07-0,15 (0,1)	0,001**	a-b, b-c
Ra ₃	0,11±0,02	0,07-0,15 (0,11)	0,21±0,03	0,16-0,24 (0,22)	0,16±0,07	0,08-0,3 (0,15)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test

^bOne-Way Anova Testi

^cRepeated measures

**p<0,01

Tablo 4.2. FLS dış macununda kompozit rezinlere göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a OM		^b CTO		^c ESQ		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	6,9±0,45	6,22-7,77 (6,93)	7,16±0,55	6,27-8,19 (7,11)	3,2±0,44	2,54-3,77 (3,37)	0,001**	a-c, b-c
ΔE002	0,98±0,31	0,38-1,38 (1)	0,39±0,14	0,25-0,7 (0,34)	1,2±0,18	0,82-1,4 (1,23)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	12,15±0,85	10,84-13,8 (12,2)	12,23±0,87	11,18-13,59 (12,31)	8,83±0,64	7,89-9,73 (8,94)	0,001**	a-c, b-c
ΔE2	1,84±0,46	0,87-2,35 (1,87)	0,86±0,42	0,5-1,65 (0,65)	3,34±0,59	2,21-4,03 (3,45)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	5,33±0,57	4,8-6,27 (5,12)	5,82±1,08	4,23-7,83 (5,93)	7,29±0,91	5,67-8,23 (7,48)	0,001**	a-c, b-c
ΔL ₂	0,58±0,33	0,17-1,23 (0,62)	0,58±0,54	0,03-1,3 (0,4)	3,14±0,66	2,13-3,93 (3,27)	0,001**	a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	10,88±0,78	9,5-12,23 (10,9)	10,65±0,69	9,23-11,6 (10,77)	4,77±0,56	4,23-5,6 (4,53)	0,001**	a-c, b-c
Δb ₂	1,66±0,57	0,6-2,3 (1,78)	0,47±0,29	0,1-1 (0,5)	0,95±0,37	0,4-1,63 (1)	0,001**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	0,9±0,27	0,63-1,33 (0,8)	1,17±0,36	0,5-1,6 (1,32)	1,19±0,17	0,9-1,37 (1,22)	0,086	
Δa ₂	0,26±0,18	0,03-0,5 (0,28)	0,11±0,08	0-0,2 (0,13)	0,47±0,05	0,43-0,57 (0,45)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,07±0,02	0,05-0,09 (0,07)	0,18±0,02	0,15-0,2 (0,18)	0,08±0,02	0,07-0,12 (0,08)	0,001**	a-b, b-c
Ra ₂	0,08±0,01	0,06-0,1 (0,09)	0,2±0,01	0,17-0,21 (0,2)	0,1±0,02	0,07-0,14 (0,09)	0,001**	a-b, b-c
Ra ₃	0,11±0,03	0,07-0,16 (0,1)	0,21±0,02	0,18-0,25 (0,2)	0,12±0,05	0,09-0,23 (0,09)	0,001**	a-b, b-c
^c p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test

^bOne-Way Anova Testi

^cRepeated measures

**p<0,01

Tablo 4.3. İPN dış macununda kompozit rezinlere göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a OM		^b CTO		^c ESQ		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	7,21±0,52	6,78-8,37 (7,04)	6,28±2,27	2,75-8,72 (7,07)	2,85±0,13	2,67-3,07 (2,85)	0,001**	a-c, b-c
ΔE002	0,75±0,23	0,27-0,95 (0,86)	2,03±0,62	1,43-3,14 (1,82)	0,68±0,11	0,5-0,83 (0,68)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	12,22±0,44	11,49-12,75 (12,31)	13,5±1,15	11,82-15,22 (13,39)	6,79±0,28	6,41-7,16 (6,78)	0,001**	a-b, a-c, b-c
ΔE2	1,37±0,47	0,38-1,81 (1,47)	4,4±1,21	3,22-6,51 (4,22)	1,6±0,26	1,28-1,95 (1,59)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	5,16±0,63	3,73-5,57 (5,45)	7,39±1,02	6,3-8,83 (6,98)	5,03±0,57	4,07-5,57 (5,3)	0,001**	a-b, b-c
ΔL ₂	0,34±0,27	0,03-0,83 (0,33)	3,55±1,01	2,57-5,4 (3,2)	1,1±0,28	0,57-1,43 (1,13)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	11,02±0,3	10,6-11,47 (10,93)	11,15±1,22	9,53-13,1 (11,05)	4,35±0,57	3,67-5,3 (4,23)	0,001**	a-c, b-c
Δb ₂	1,28±0,47	0,3-1,7 (1,4)	2,35±0,87	1,37-3,5 (2,02)	1,05±0,27	0,6-1,4 (1,1)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	0,89±0,37	0,13-1,37 (0,87)	1,47±0,45	0,83-2,27 (1,35)	1,12±0,27	0,7-1,5 (1,15)	0,001**	a-b
Δa ₂	0,22±0,13	0,07-0,5 (0,2)	0,95±0,35	0,6-1,67 (0,83)	0,38±0,12	0,23-0,53 (0,42)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,07±0,02	0,05-0,09 (0,08)	0,17±0,02	0,15-0,22 (0,17)	0,09±0,04	0,05-0,16 (0,08)	0,001**	a-b, b-c
Ra ₂	0,08±0,01	0,06-0,1 (0,08)	0,19±0,02	0,15-0,22 (0,19)	0,12±0,03	0,08-0,17 (0,11)	0,001**	a-b, a-c, b-c
Ra ₃	0,1±0,02	0,07-0,13 (0,09)	0,21±0,03	0,15-0,25 (0,2)	0,15±0,03	0,11-0,2 (0,16)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^c p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test

^bOne-Way Anova Testi

^cRepeated measures

**p<0,01

4.2 Farklı diş macunları uygulaması sonrası oluşan renk değişimlerinin kompozit materyaller kıyaslanarak değerlendirilmesi

Farklı diş macunu uygulaması sonucu oluşan renk değişim değerleri (ΔE_{002}) açısından test edilen materyaller değerlendirildiğinde, COW ve İPN gruplarında ΔE_{002} CTO>OM>ESQ olarak sıralanırken (Tablo 4.1 ve 4.3), FLS grubunda ise ESQ>OM>CTO olarak sıralanmıştır (Tablo 4.2). Tüm diş macunu gruplarında OM ve ESQ olarak istatistiksel olarak birbirine benzerken ($p<0,01$), CTO anlamlı olarak farklılık göstermiştir ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3).

4.3 Farklı diş macunlarının oluşturduğu renk değişimlerinin diş macunları kıyaslanarak değerlendirilmesi

Fırçalama sonrası materyallerde oluşan renk değişim değerleri (ΔE_{002}) diş macunları açısından değerlendirildiğinde, OM ve ESQ' da ΔE_{002} değerleri COW>FLS>İPN olarak sıralanırken (Tablo 4.4 ve 4.6), CTO' da ise COW>İPN>FLS olarak sıralanmıştır (Tablo 4.5). OM' de FLS ve İPN istatistiksel olarak benzerken bulunmuşken ($p<0,01$) (Tablo 4.4), CTO ve ESQ' da tüm diş macunları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.5 ve 4.6).

Tablo 4.4. OM’da diş macunu türlerine göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a COW		^b FLS		^c IPN		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	7,19±0,39	6,85-7,94 (7,02)	6,9±0,45	6,22-7,77 (6,93)	7,21±0,52	6,78-8,37 (7,04)	0,332	-
ΔE002	1,67±0,21	1,46-2,11 (1,66)	0,98±0,31	0,38-1,38 (1)	0,75±0,23	0,27-0,95 (0,86)	0,001**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	13,25±0,83	12,43-14,83 (13,08)	12,15±0,85	10,84-13,8 (12,2)	12,22±0,44	11,49-12,75 (12,31)	0,011*	a-b, a-c
ΔE2	3,37±0,42	2,48-3,77 (3,51)	1,84±0,46	0,87-2,35 (1,87)	1,37±0,47	0,38-1,81 (1,47)	0,001**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	6,89±0,58	6,47-8,27 (6,68)	5,33±0,57	4,8-6,27 (5,12)	5,16±0,63	3,73-5,57 (5,45)	0,001**	a-b, a-c
ΔL ₂	2,37±0,4	1,9-2,87 (2,37)	0,58±0,33	0,17-1,23 (0,62)	0,34±0,27	0,03-0,83 (0,33)	0,001**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	11,27±0,73	10,43-12,23 (11,25)	10,88±0,78	9,5-12,23 (10,9)	11,02±0,3	10,6-11,47 (10,93)	0,472	-
Δb ₂	2,24±0,47	1,17-2,57 (2,43)	1,66±0,57	0,6-2,3 (1,78)	1,28±0,47	0,3-1,7 (1,4)	0,004**	a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	0,97±0,28	0,67-1,43 (0,9)	0,9±0,27	0,63-1,33 (0,8)	0,89±0,37	0,13-1,37 (0,87)	0,844	-
Δa ₂	0,65±0,39	0,03-1,23 (0,55)	0,26±0,18	0,03-0,5 (0,28)	0,22±0,13	0,07-0,5 (0,2)	0,006**	a-b, a-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,08±0,02	0,05-0,11 (0,08)	0,07±0,02	0,05-0,09 (0,07)	0,07±0,02	0,05-0,09 (0,08)	0,662	-
Ra ₂	0,08±0,02	0,06-0,12 (0,07)	0,08±0,01	0,06-0,1 (0,09)	0,08±0,01	0,06-0,1 (0,08)	0,945	-
Ra ₃	0,11±0,02	0,07-0,15 (0,11)	0,11±0,03	0,07-0,16 (0,1)	0,1±0,02	0,07-0,13 (0,09)	0,531	-
^c p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test^bOne-Way Anova Testi^cRepeated measures

**p<0,01

*p<0,05

Tablo 4.5. CTO’da dış macunu türlerine göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a COW		^b FLS		^c IPN		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	7,44±0,71	6,68-8,76 (7,12)	7,16±0,55	6,27-8,19 (7,11)	6,28±2,27	2,75-8,72 (7,07)	0,248	-
ΔE002	2,8±0,63	2,09-3,86 (2,67)	0,39±0,14	0,25-0,7 (0,34)	2,03±0,62	1,43-3,14 (1,82)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	13,7±1,38	12,02-15,39 (13,77)	12,23±0,87	11,18-13,59 (12,31)	13,5±1,15	11,82-15,22 (13,39)	0,039*	a-b
ΔE2	5,29±1,3	3,88-7,89 (4,99)	0,86±0,42	0,5-1,65 (0,65)	4,4±1,21	3,22-6,51 (4,22)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	7,28±0,63	6,47-8,17 (7,27)	5,82±1,08	4,23-7,83 (5,93)	7,39±1,02	6,3-8,83 (6,98)	0,001**	a-b, b-c
ΔL ₂	3,6±1,02	2,57-5,5 (3,32)	0,58±0,54	0,03-1,3 (0,4)	3,55±1,01	2,57-5,4 (3,2)	0,001**	a-b, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	11,44±1,23	9,93-13,2 (11,3)	10,65±0,69	9,23-11,6 (10,77)	11,15±1,22	9,53-13,1 (11,05)	0,353	-
Δb ₂	3,46±1,1	2,07-5,47 (3,28)	0,47±0,29	0,1-1 (0,5)	2,35±0,87	1,37-3,5 (2,02)	0,004**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	1,84±0,57	1,23-2,6 (1,53)	1,17±0,36	0,5-1,6 (1,32)	1,47±0,45	0,83-2,27 (1,35)	0,030*	a-b
Δa ₂	1,53±0,41	1,13-2,2 (1,37)	0,11±0,08	0-0,2 (0,13)	0,95±0,35	0,6-1,67 (0,83)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,19±0,03	0,13-0,22 (0,19)	0,18±0,02	0,15-0,2 (0,18)	0,17±0,02	0,15-0,22 (0,17)	0,659	-
Ra ₂	0,19±0,03	0,14-0,22 (0,19)	0,2±0,01	0,17-0,21 (0,2)	0,19±0,02	0,15-0,22 (0,19)	0,773	-
Ra ₃	0,21±0,03	0,16-0,24 (0,22)	0,21±0,02	0,18-0,25 (0,2)	0,21±0,03	0,15-0,25 (0,2)	0,850	-
^c p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test^bOne-Way Anova Testi^cRepeated measures

**p<0,01

*p<0,05

Tablo 4.6. ESQ’da diş macunu türlerine göre renk ve yüzey pürüzlülüğü değerleri.

	^a COW		^b FLS		^c IPN		^b p	Grup Farkı
	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)	Mean±Sd	Min-Max (Medyan)		
ΔE001	3,01±0,29	2,57-3,37 (3,08)	3,2±0,44	2,54-3,77 (3,37)	2,85±0,13	2,67-3,07 (2,85)	0,094	-
ΔE002	1,44±0,2	1-1,63 (1,47)	1,2±0,18	0,82-1,4 (1,23)	0,68±0,11	0,5-0,83 (0,68)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔE1	7,18±0,53	6,41-7,84 (7,16)	8,83±0,64	7,89-9,73 (8,94)	6,79±0,28	6,41-7,16 (6,78)	0,001**	a-b, b-c
ΔE2	4,04±0,55	2,85-4,67 (4,07)	3,34±0,59	2,21-4,03 (3,45)	1,6±0,26	1,28-1,95 (1,59)	0,001**	a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
ΔL ₁	5,33±0,41	4,6-5,73 (5,47)	7,29±0,91	5,67-8,23 (7,48)	5,03±0,57	4,07-5,57 (5,3)	0,001**	a-b, b-c
ΔL ₂	3,75±0,54	2,67-4,5 (3,83)	3,14±0,66	2,13-3,93 (3,27)	1,1±0,28	0,57-1,43 (1,13)	0,001**	a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δb ₁	4,69±0,57	4,13-5,67 (4,53)	4,77±0,56	4,23-5,6 (4,53)	4,35±0,57	3,67-5,3 (4,23)	0,313	-
Δb ₂	1,3±0,4	0,9-2 (1,22)	0,95±0,37	0,4-1,63 (1)	1,05±0,27	0,6-1,4 (1,1)	0,142	-
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Δa ₁	0,99±0,12	0,8-1,13 (1)	1,19±0,17	0,9-1,37 (1,22)	1,12±0,27	0,7-1,5 (1,15)	0,141	a-b
Δa ₂	0,62±0,12	0,4-0,77 (0,67)	0,47±0,05	0,43-0,57 (0,45)	0,38±0,12	0,23-0,53 (0,42)	0,001**	a-b, a-c, b-c
^a p	0,001**		0,001**		0,001**			
Ra ₁	0,09±0,03	0,07-0,15 (0,09)	0,08±0,02	0,07-0,12 (0,08)	0,09±0,04	0,05-0,16 (0,08)	0,600	-
Ra ₂	0,11±0,03	0,07-0,15 (0,1)	0,1±0,02	0,07-0,14 (0,09)	0,12±0,03	0,08-0,17 (0,11)	0,740	-
Ra ₃	0,16±0,07	0,08-0,3 (0,15)	0,12±0,05	0,09-0,23 (0,09)	0,15±0,03	0,11-0,2 (0,16)	0,796	-
^c p	0,001**		0,001**		0,001**			

^aPaired Samples T Test

^bOne-Way Anova Testi

^cRepeated measures

**p<0,01

4.4 Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi

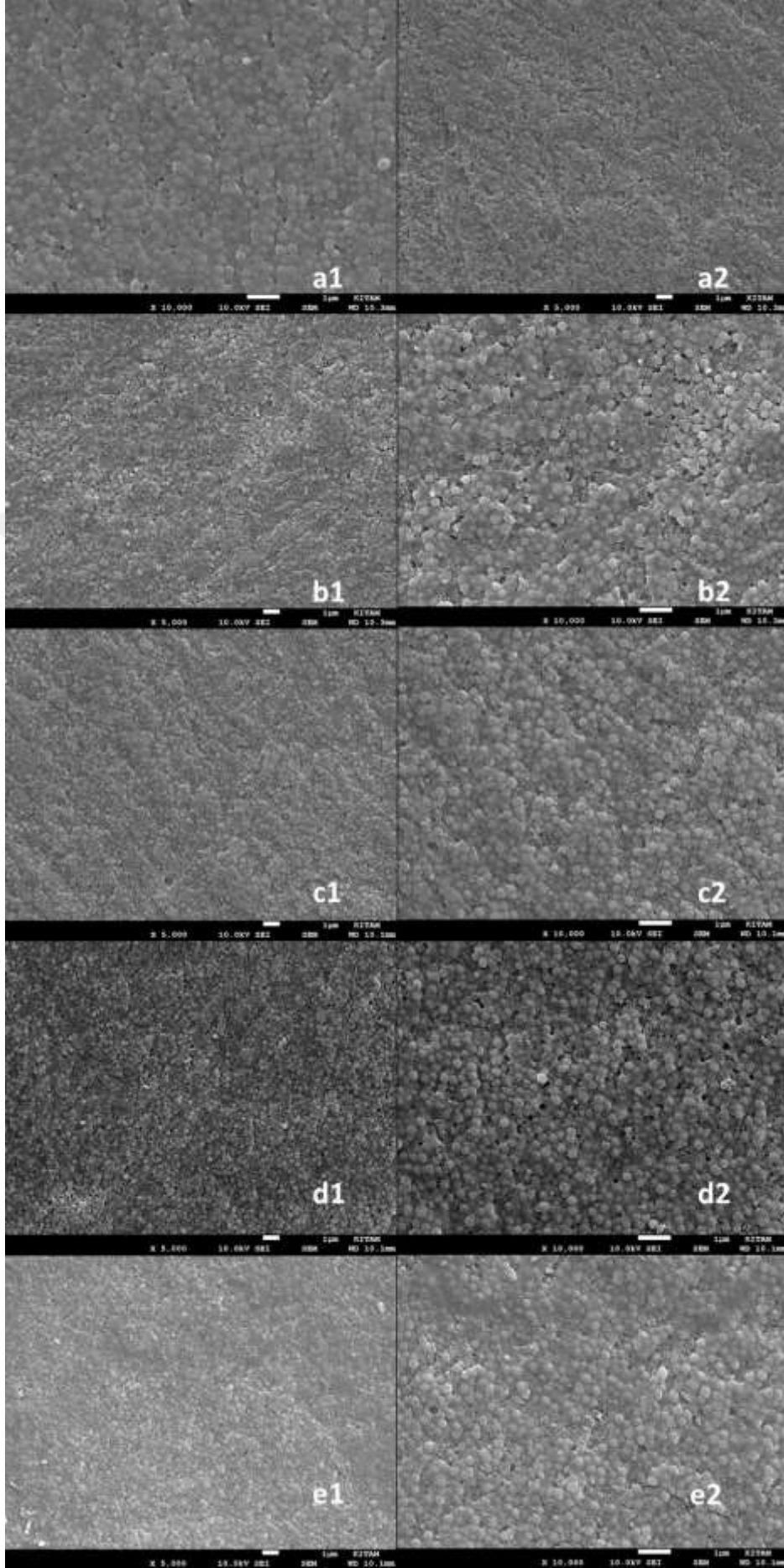
Test edilen kompozit rezinlerin başlangıç (Ra1) ve kahvede bekletme sonrası (Ra2) yüzey pürüzlülük değerleri Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6’da gösterilmektedir.

Farklı diş macunu uygulaması sonrası test edilen materyaller değerlendirildiğinde tüm diş macunu gruplarında yüzey pürüzlülüğü (Ra3) değerleri, CTO>ESQ>OM olarak sıralanmıştır (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3). COW ve FLS diş macununda OM ve ESQ istatistiksel olarak benzer bulunmuşken ($p<0,01$) (Tablo 4.1 ve 4.2), İPN’ de ise tüm materyallerin yüzey pürüzlülüğü arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.3).

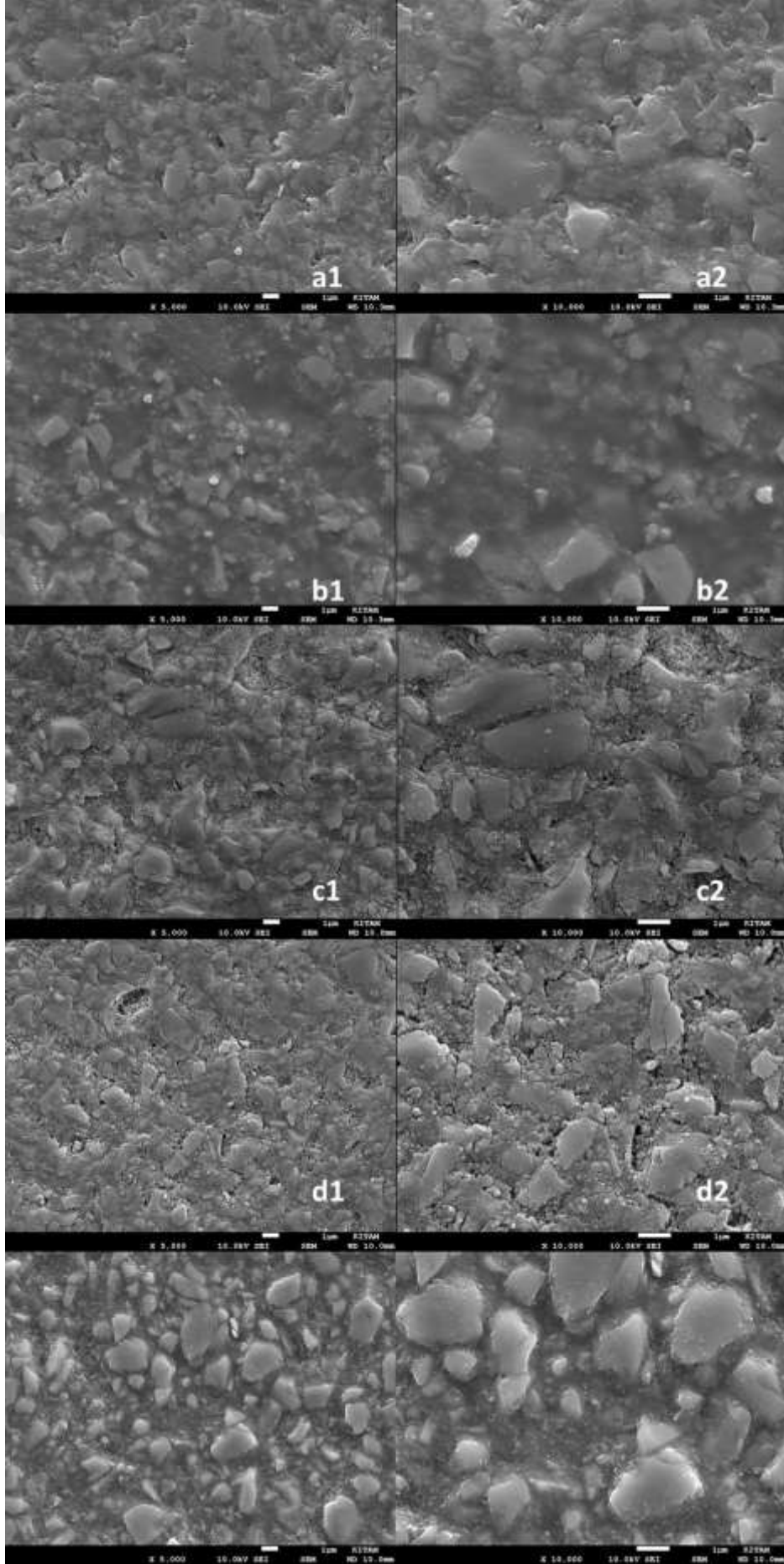
Farklı diş macunu uygulaması sonrası, macunların materyallerde meydana getirdiği yüzey pürüzlülüğü değişiklikleri değerlendirildiğinde ise, tüm kompozit gruplarında diş macunları açısından anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.4, 4.5 ve 4.6).

4.5 SEM görüntüleri

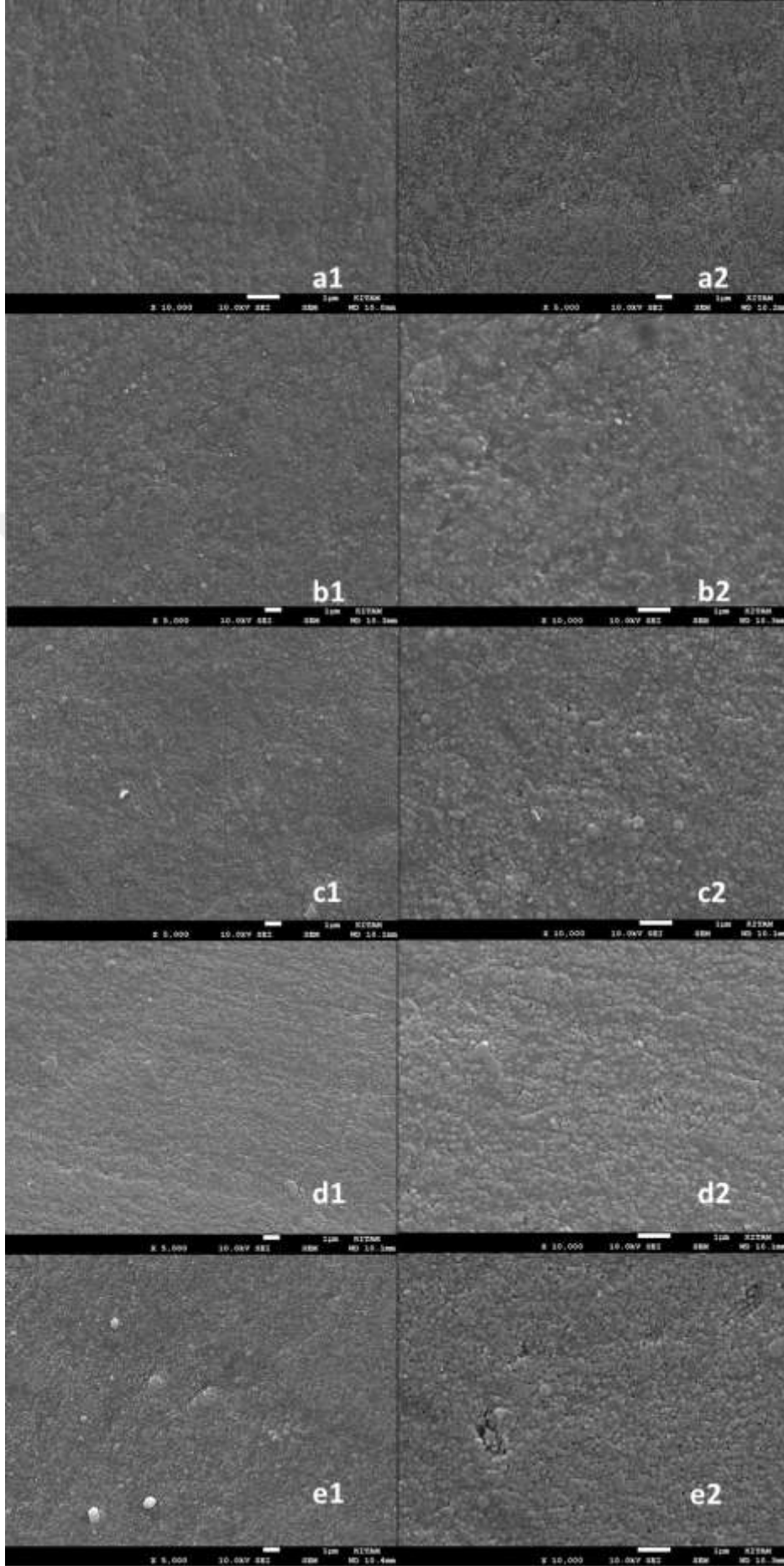
Kompozit rezinlerin başlangıç, kahvede bekletme ve farklı diş macunları ile fırçalama sonrasına ait SEM görüntüleri Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3’te görülmektedir.



Şekil 4.1. OM materyaline ait SEM görüntüleri. a, başlangıç; b, kahvede bekletme; c, COW ile fırçalama; d, FLS ile fırçalama; e, İPN ile fırçalama. $\times 5000$ büyütme 1, $\times 10000$ büyütme 2 ile numaralandırılmıştır.



Şekil 4.2.CTO materyaline ait SEM görüntüleri a, başlangıç; b, kahvede bekletme; c, COW ile fırçalama; d, FLS ile fırçalama; e, İPN ile fırçalama. $\times 5000$ büyütme 1, $\times 10000$ büyütme 2 ile numaralandırılmıştır.



Şekil 4.3.ESQ materyaline ait SEM görüntüleri. a, başlangıç; b, kahvede bekletme; c, COW ile fırçalama; d, FLS ile fırçalama; e, İPN ile fırçalama. $\times 5000$ büyütme 1, $\times 10000$ büyütme 2 ile numaralandırılmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu *in vitro* çalışma; farklı etken maddelerle beyazlatma etkinliğine sahip diş macunlarının, tek renk kompozitler üzerinde oluşturduğu renk ve yüzey pürüzlülüğü değişimini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızda farklı doldurucu tiplerine sahip, tek renk kullanarak estetiği sağlama iddiasında bulunan ve bunu farklı teknolojiler kullanarak sağlamaya çalışan iki farklı tek renk kompozit kullanılmıştır. Ayrıca çalışmamızda multi-shade supra nano küresel doldurucu içeren nanohibrit kompozit kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda kullanılan diş macunları ise Türkiye’de kullanılan ve piyasada mevcut beyazlatıcı diş macunlarından seçilmiştir. Diş macunlarının etki mekanizmaları ve etken maddeleri birbirinden farklı iki beyazlatıcı diş macunu ve kontrol grubu olarak ise günlük kullanıma uygun florürlü bir diş macunu seçilmiştir.

5.1 Materyal Seçimi

Dental materyallerin değerlendirilmesi için yürütülen randomize klinik çalışmalar, yeni sistemlerin kalitesini değerlendirmek için en iyi yöntem kabul edilir. Ancak bu tür çalışmaların rutin olarak kullanılmasına izin vermeyen birçok sınırlama mevcuttur. Bu kısıtlamalardan biri olan operatör değişkenliği, hasta uyumu ve takibinin güç olması standardizasyonu güçleştirmektedir. Bunun yanında klinik deneyler zaman alıcı ve pahalıdır. Dental materyallerin hızla geliştiği göz önünde bulundurulduğunda klinik başarının kolay, hızlı ve gerçekçi bir şekilde tahmin edilmesi gerekliliği öne çıkmaktadır (114)(115). *In vitro* simülasyonlar klinik yaşlanma sürecinde mekanik ve yapısal bozulma özelliklerini değerlendirerek dental materyallerin ömrünü tahmin etmek için faydalı olabilir (116). Laboratuvar değerlendirmeleri ve *in vitro* çalışmalar klinik ortam, nem, dişlere ve restorasyonlara uygulanan stresler gibi ağız boşluğundaki koşulları tam olarak simüle edemese de, çeşitli yaşlanma prosedürleri yoluyla ağız ortamını bir dereceye kadar taklit edebilirler. Sonuç olarak *in vitro* çalışmaların, klinik durumlarda elde edilen sonuçlara mümkün olduğunca benzer olduğu görülmektedir (117). Bu yüzden çalışmamız *in vitro* olarak planlanmıştır.

Yaygın bir inancın aksine modern kompozitler, optik ve estetik özellikler açısından bazı porselen sistemlerine eşit veya onlardan daha başarılıdır. Direkt free-hand diş hekimliğinde kompozitlerin başarılı kullanımı için esas olan, diş

hekimlerinin minimal invaziv çalışmasını, tedavi maliyetlerini düşürmesini ve uzun ömürlü estetik elde edilmesini sağlamalarıdır (35).

Kompozit rezin restorasyonlar için tabakalama tekniği 1980'lerden beri önerilmektedir. Doğal bir dişin optik özelliklerini taklit etmek için bu teknik, her tabaka için farklı renk ve opasitede kompozit rezinlerin kullanımını içermektedir. Tabakalama tekniği renk uyumunu ve estetiği sağlamak için yeterli sonuçlar gösterse de karmaşıktır, daha yüksek teknik hassasiyet içerir ve hasta başında geçirilen zamanı uzatır (118)(36). Bu nedenle klinisyenler tarafından basitleştirilmiş klinik protokollerin kullanımına izin veren kompozit materyaller ve restoratif teknikler arzu edilmektedir. Çevresel ve operatöre bağlı birçok değişkenden etkilenen zor bir aşama olan renk seçimini basitleştirmek amacıyla universal kompozitler geliştirilmeye başlamıştır (12). Son zamanlarda, tüm tonları estetik olarak taklit etmek için tasarlanmış kompozit rezinleri tanımlamak için "tek renk" veya "single-shade" kompozit rezinler kavramı tanıtılmıştır. Bu geniş renk uyumu konseptine göre formüle edilen bu materyaller, diş renginden bağımsız olarak çevredeki diş yapısına uyum sağlar (10). Üreticileri, bu kategoride piyasaya tanıtılan Omnichroma'daki yapısal rengin, diş renginden bağımsız olarak çevreleyen dişin rengini taklit edebileceğini iddia etmektedir. Üreticiye göre, Omnichroma pigment içermemekte ve optik özellikleri 'akıllı kromatik teknoloji' (the smart chromatic technology) olan yapısal renge dayanmaktadır. Diş renk alanı içinde belirli bir dalga boyunu mükemmel bir şekilde yansıtarak belirli bir frekanstaki ışık dalgalarına yanıt verir (39).Yapısal renk fenomeni, gelen ışığın ince filmler, kırınım ve fotonik kristaller gibi nano yapılarla etkileşimi yoluyla dalga boylarının ayırımına dayanmaktadır. Yapısal renkler kırınım, girişim, saçılma gibi temel optik süreçlerin sonucu olduğundan, pigmentler tarafından ışığın soğurulmasından kaynaklanan geleneksel renklerin aksine solmazlar. Optik özelliklerine bağlı olarak yapısal renkler yanardöner (iridescent) ve yanardöner olmayan (non- iridescent) olarak sınıflandırılır. Yanardöner yapısal renkler, aydınlatma açısına veya izleyicinin yönelimine bağlı olarak kademeli olarak değişiyor gibi görünürken; koloidal amorf kümelerde meydana geldiği söylenen yanardöner olmayan yapısal renkler, gözlem açısından bağımsızdır ve tutarlı görünmektedir (119)(120). Kompozit rezinlerde yapısal renk olgusunun elde edilmesinde doldurucu partikül boyutu ve şekli, ortam ışığı önemli bir faktör

olabilir. OMN üreticisi yapısal renk fenomeninin, tanımlanmış bir yansıtıcılığa sahip tek tip dolgu partikülleri elde etmek için kullanılan ‘sol-jel yöntemi’ ile boyutu 260 nm’ye homojenize edilmiş küresel doldurucu partikülleri kullanılarak indüklendiğini iddia etmektedir (121)(12). *In vitro* çalışmamızda bu kategoride ilk piyasaya sürülen ve tek renk özelliğini akıllı kromatik teknolojisiyle gerçekleştiren tek materyal olması nedeniyle OM tercih edilmiştir.

OM’nın piyasaya sürülmesini takiben birçok firma kendi tek renk kompozit rezinini geliştirerek klinisyenlerin kullanımına sunmuştur, bunlardan biri Charisma Topaz ONE Shade’dır. CTO’ı geliştirmek için kullanılan teknoloji, restorasyon renginin çevredeki diş renginden yansıyan dalga boylarını absorbe ederek elde edildiği ‘uyarlanabilir ışık eşleştirme’ (the adaptive light matching) konseptine dayanmaktadır (41). Çalışmamızda tek renk özelliğini farklı yollarla gerçekleştiren tek renk kompozitleri karşılaştırmak amacıyla CTO seçilmiştir. Kontrol grubu olarak seçtiğimiz kompozit ise Estelite Sigma Quick’ tir. Estelite Sigma Quick A1, A2, A3, A3.5, A4, A5, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, CE, OA1, OA2, OA3, OPA2, BW ve WE renk tonlarına sahip olan multi-shade bir materyaldir. Literatürde ESQ uzun yıllardan beri piyasada bulunmaktadır, renklenme ve yüzey özellikleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır (122)(123). Yaptığımız çalışmada A2 rengi kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

Ağız bakım ürünü üreticileri, toplumdaki diş rengi memnuniyetsizliğinin farkındadır ve bu sorunu çözmek için çok çeşitli diş macunu geliştirmişlerdir. Bu diş macunlarının çoğu, formülasyon içinde özel bir role sahip olan aynı temel fonksiyonel bileşenleri içerirler. Bu bileşenler şunlardır: aşındırıcı maddeler, diğer bileşenlerin çözünmesi ve formülasyonun kurumasını önlemek için nemlendirici, formülasyonun reolojik özelliklerini tanımlamak için koyulaştırıcı ajan, kullanım sırasında köpürme ve arzu edilen duyuşal özellikleri sağlamak için yüzey aktif madde, florür, aroma, tatlandırıcı vs. (124). Günümüzdeki diş macunlarında kullanılan aşındırıcılar arasında hidratlı silika, kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alümina, perlit ve sodyum bikarbonat bulunur. Beyazlatıcı diş macunları, diş lekelerin çıkarılmasına ve/veya önlenmesine yardımcı olarak aşındırıcı temizliği artıran ilave kimyasal maddeler içerebilir. Bu bileşenler arasında yüzey aktif maddeler, peroksit, enzimler, sitrat, pirofosfatlar ve heksametafosfat bulunmaktadır (94). Diş macunlarının diş sert dokularını

aşındırması ve temizleme etkinlikleri beyazlatıcı diş macununun tasarımı açısından önemlidir. Aşındırıcıların göreceli güvenliği, mine ve dentin için farklı olmak üzere uluslararası standart yöntemlerle ifade edilir; Radyoaktif Dentin Aşınması (RDA) ve Radyoaktif Mine Aşınması (REA) olarak adlandırılır. Bu ifadeler tüketicilerin bir ömür boyu sıradan bir diş fırçalamayı varsayarak kullanması güvenli kabul edilecek, tanımlanmış maksimum değerlerle diş macunu aşındırıcılığı için normalleştirilmiş bir ölçek verir (125).

Çalışmamızda kullandığımız diş macunlarından ilki daha önce belirtmiş olduğumuz kimyasal ajanlardan hidrojen peroksit içerikli Colgate Optic White Expert'tir. Son yıllarda piyasaya sürülen bir ürün olduğu için hakkında yapılan çalışma sayısı azdır. Çalışmamızda kullandığımız diğer diş macunu ise içeriğinde bulunan nanohidroksiapatit ile beyazlatma iddiasında bulunan Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu'dur. HA içerikli ağız bakım ürünlerinin remineralizasyon yoluyla koruyucu diş hekimliğinde etkili olduğu kanıtlanmış olsa da beyazlatma etkinliğinin araştırılması son 20 yılda olmuştur. *In vivo* ve *in vitro* olarak HA' nın diş beyazlatma mekanizmasını, hidrojen peroksit ve diğer ticari diş macunu gibi geleneksel beyazlatma ürünlerinin beyazlatma etkinliğine kıyaslamak için çalışmalar yapılmaktadır. HA' nın beyazlatma üzerindeki etkisi mekanik ve kimyasal olmaktan ziyade fizyolojiktir. HA, remineralizasyon yoluyla diş yüzeyinin parlaklığını ve beyazlığını arttırarak daha pürüzsüz ve parlak bir görünüme katkıda bulunur (99). Literatürde yaptığımız araştırmalarda Flash White Smile Beyazlatıcı Onarıcı Diş Macunu ile ilgili yayımlanmış çalışma henüz bulunmamaktadır.

5.2 Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Diş hekimliğinde renk tespiti amacıyla ölçüm yöntemleri görsel ve aletsel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Görsel ölçüm skalalar aracılığı ile yapılmakta, ancak tutarsız sonuçlar vermesi, güvenilir olmaması, standardizasyonu sağlama güçlüğü ve elde edilen değerlerin CIE renk sistemine dönüştürülememesi gibi dezavantajlara sahiptir (126). Cihazla yapılan renk ölçümleri ise objektif olması, sayısal sonuç vermesi ve hızlı olması gibi avantajlarından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir. Cihazla yapılan ölçümlerde spektrofotometre, spektoradyometre ve dijital kameralar gibi cihazlar kullanılmaktadır (127). Spektrofotometreler renk tespiti için en sık kullanılan cihazlardır. Spektrofotometre ile yapılan renk tespitinin

dental materyal çalışmalarında en güvenilir yöntem olduğu bulunmuştur (128). Yapılan araştırmalarda görsel yöntem ve spektrofotometre karşılaştırılmış, spektrofotometrenin istatiksel olarak daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (129). Dozic ve ark. tarafından yapılan çalışmada beş renk ölçüm yöntemi (iki kolorimetre: ShadeEye, IdentaColor II; bir spektrofotometre: VITA Easysshade; iki dijital kamera: ShadeScan, Ikam) *in vivo* ve *in vitro* olarak değerlendirilmiş, Vita Easysshade'in her iki koşulda en doğru sonucu verdiğini bulmuşlardır (130). Dört farklı renk tespit cihazının değerlendirildiği başka bir çalışmada ise, %96.4 ile Vita Easysshade cihazının en yüksek doğruluk oranını verdiği bulunmuştur (131). Çalışmamızda tüm bu nedenlerden dolayı renk ölçüm cihazı olarak Vita Easysshade Advance (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya) kullanılmıştır.

CIELAB metriğinde, değer ne kadar büyük olursa, renk farkı o kadar büyük olur ve sonuç olarak insan gözü için fark o kadar fazla algılanır. Hesaplanan ve algılanan renk farklılıkları arasındaki düzeltmeyi iyileştirmeyi amaçlayan CIE, CIELAB renk alanının tekdüze olmaması için belirli düzeltmeleri içeren CIEDE2000 (ΔE_{00}) renk farkı formülünün kullanılması tavsiye etmiştir. CIEDE2000 renk farkı formülünde kullanılan ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* değerleri parlaklık, doğgunluk ve renk tonundaki değişiklikleri; RT (rotasyon fonksiyonu) ise mavi bölgedeki doğgunluk ve ton farkının arasındaki ilişkinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu renk farkı formülünde SL, SC, SH ağırlıklandırma fonksiyonları L^* , a^* , b^* koordinatlarındaki renk çiftlerinin lokasyonunu toplam renk farklılığı varyasyonuna uyumlandırmaktadır. Parametrik faktörler olan KL, KC, KH ise deneysel koşullardaki düzeltme terimlerini ifade eder. Parametrik faktör oranı, tolerans yargılarının byklğindeki değişiklikleri kontrol etmenin bir yolu ve algılanabilirlikten ziyade kabul edilebilirlik lğini ayarlayan bir yolu olarak önerilmiştir (132). Tekstil renginin kabul edilebilirliği ve dental seramiklerin kabul edilebilirliği ile ilgili yapılan alışmalar, KL=2 kullanımının, ortalama gözlemcilerin bir alt kümesinden elde edilen gözlemlerle daha iyi ilişkili renk farklılıkları ile sonuçlandığını göstermiştir (133) (134). Bu yüzden yaptığımız çalışmada CIEDE2000 renk farkı formülünü kullanırken KL=2 olarak kabul edilmiştir. Gözlemcilerin % 50' sinin fark edebileceği algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşik değerleri sırasıyla %50:%50 algılanabilirlik eşiği (PT) ve % 50:%50 kabul edilebilirlik eşiği (AT) olarak tanımlanmaktadır. Diş hekimliğinde

CIEDE2000 formülünde %50:%50 PT' nin $\Delta E_{00}=0,8$ olduğu, buna karşılık %50:%50 AT' nin $\Delta E_{00}=1,8$ olduğu bulunmuştur (135). Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda eşik değerler için yukarıdaki değerler kabul edilmiştir.

Diş macunları ile fırçalama sonrası kompozit rezinlerdeki renk değişimleri ΔE_{002} açısından kıyaslandığında: COW ile fırçalama sonucunda CTO (2.8)'in, OM (1.67) ve ESQ (1.44)'in ΔE_{002} değerlerinden yüksek olması anlamlı bulunurken, OM ve ESQ arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p<0,01$) (Tablo 4.1). FLS ile fırçalama sonucunda ise CTO (2.8)'in, OM (1.67) ve ESQ (1.44)'in ΔE_{002} değerlerinden düşük olması anlamlı bulunurken, OM (1.67) ve ESQ (1.44) arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p<0,01$) (Tablo 4.2). Böylece farklı tek renk kompozit materyallerin beyazlatıcı diş macunu ile fırçalama sonrası renk değerlerinin farklılık göstermeyeceğini belirten birinci sıfır hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.

Yaptığımız çalışmada kahve solüsyonun meydana getirdiği renk değişim değerleri olan ΔE_{001} açısından değerlendirildiğinde tüm diş macunu gruplarında CTO ve OM' daki renklenme istatistiksel olarak benzer bulunurken ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3), ESQ' deki renklenme anlamlı seviyede düşük bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Her üç kompozit materyal türünde de ΔE_{001} 1,8 olan kabul edilebilirlik seviyesinin üstündedir.

Kompozit renklenmesi multifaktöriyel bir kavramdır; içsel ve dışsal faktörlerden kaynaklanabilir. İçsel renk değişiklikleri, kompozit fotobaşlatıcı sistemine bağlıdır. İçsel renk değişikliği kalıcıdır ve polimer kalitesi, tipi ve inorganik dolgu miktarı ve fotobaşlatıcı sisteme eklenen hızlandırıcı tipi ile ilgilidir. Dışsal faktörler, dış etkenlerin sonucu olarak renlendiricilerin adsorbsiyonu ve/veya absorbsiyonu yoluyla renklenmeyi içerir. Dışsal renklenme, bireyin diyetine, hijyenine ve bileşimin kıyasal özelliklerine bağlıdır. Organik matriksin bileşimi, doldurucu partiküllerinin tipi ve hacmi, doldurucu-matriks silanizasyonunun tipi ve cilalama kompozitin renklenmeye karşı duyarlılığıyla ilgili faktörlerdir (136). Kompozit materyallerde kullanılan rezin matriks tipinin renklenme duyarlılığında önemli olduğu gösterilmiştir. Örn: üretan dimetakrilat (UDMA) Bis-GMA'dan daha az renklenir. Ayrıca UDMA normal kürleme koşulları altında Bis-GMA'dan daha az su emilimi gösterir (137). Bis-GMA içeren

kompozitler, TEGDMA içeren kompozitlere göre daha az; UDMA ve Bis-EMA içeren kompozitlere göre ise daha fazla su emilimi gösterirler. Bu da kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğünün rezin matriks tipine bağlı olduğunu gösterir. UDMA'ın su emilimi ve çözünürlüğünün düşük olması, Bis-GMA'ya göre daha az renklendiğini göstermektedir (138). Bis-GMA esaslı kompozitlerde su emilimi %0-1 arasında iken, ilave TEGDMA oranına bağlı olarak %3-6'ya kadar çıkabilir (139). TEGDMA'nın su moleküllerine afinitesi yüksek etoksi gruplarını bulundurması yüzey hidrofilisitesini artırır. Bu yüzden Bis-GMA ve TEGDMA'nın su emilimi değerleri fazladır. Bis-EMA'nın ise hidrofobik içeriğinden dolayı su emilimi düşüktür. TEGDMA Bis-GMA, Bis-EMA ve UDMA'ya göre daha yüksek su emilimi gösterir (140). Filtek Z250 (mikrohibrit kompozit), Filtek SUPREME (nanofil kompozit) ve Admira (ormocer) rezin bazlı materyallerin renk stabilitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada benzer rezin matriksine sahip bu iki materyalden, içeriğinde ilave TEGDMA olan Filtek SUPREME'de daha fazla renklenme görülmüştür (141). Filtek Z350 (nanokompozit), Esthet X (mikrohibrit kompozit) ve Admira (ormocer bazlı) materyallerinin renk stabilitelerinin değerlendirildiği başka bir çalışmada UDMA içeren Filtek Z350'nin Bis-GMA içerikli Esthet X'e göre renk stabilitesinin daha iyi olduğu bulunmuştur (142). Nasim ve ark.'larının yaptığı çalışmada ise Heliomolar (mikrofil kompozit), Spectrum TPH (mikrohibrit kompozit) ve Filtek Z350 (nanokompozit) kompozitleri renk stabilitesi açısından karşılaştırılmışlar, Spectrum TPH'nın Filtek Z350'den içeriğindeki Bis-GMA sebebiyle daha gelişmiş renk stabilitesi gösterdiği bulunmuştur (143). Çelik ve ark.'larının yaptığı çalışmada ise nano-seramik, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlere kahve ile renklendirme prosedürü uygulanmış, en az etkilenen nanohibrit kompozit rezin olmuştur. Bu çalışmada renklendirme prosedüründen en az etkilenen nanohibrit kompozit olan Clearfil Majesty Esthetic içeriğinde de Bis-GMA monomeri vardır (144). Bizim yaptığımız çalışmada da yukarıdaki çalışmalarla uyumlu olarak UDMA ve TEGDMA içerikli OM ve CTO, Bis-GMA içeren ESQ'dan daha fazla renklenme göstermiştir.

Aydın ve ark.'larının OM ve Filtek Universal Restorative, Clearfil Majesty ES-2 Premium ve Harmonize'nin renk değişimini değerlendirdikleri çalışmalarında, kahve solüsyonu ile renklendirme sonrası OM'nın diğer kompozitlerden daha fazla

renklendiğini bildirmişlerdir (145). Fidan ve ark. yaptıkları çalışmada ise OM, Gaenial Anterior, ESQ'ı 12 gün kahvede bekletme sonrası renk değişimi ve translusensi parametresinde meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda en yüksek renk değişimi OM grubunda olurken, en düşük renk değişimi ise ESQ grubunda gözlenmiştir (146). Her iki çalışmada da en yüksek renk değişimi gösteren, içeriğinde TEGDMA monomeri bulunan OM, bizim çalışmamızla uyumlu olarak en yüksek renk değişimini göstermiştir. Aynı zamanda Fidan ve ark.'larının yaptıkları çalışmada olduğu gibi en az etkilenen ise ESQ olmuştur.

Çalışmamızda kullanılan tüm diş macunları ile fırçalama sonucu ΔE_{001} ölçümüne göre ΔE_{002} ölçümünde görülen azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3) Çalışmamızda test edilen diş macunları ile fırçalama sonucu sadece CTO'da 1.8 olan eşik değerin üzerinde ΔE_{002} değeri ölçülmüştür.

Gönder ve ark. kahve ile renklendirilmiş nanofil kompozit rezin üzerinde beş farklı beyazlatıcı diş macunun (Opalescence Whitening Toothpaste, Signal White Now Gold, COW ve Sensodyne Express Whitening) 1, 3 ve 6 aylık fırçalama döngüleri sonucunda oluşan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda beş farklı beyazlatıcı diş macunun etkileri karşılaştırıldığında kendi aralarında bir fark oluşmazken, kullanım sürelerine bağlı olarak ise minimal fark ortaya çıktığı bulunmuştur. Bir aylık fırçalama sonucunda renk farkı açısından en yüksek ΔE değeri COW diş macununda görülmüştür (147). Bizim çalışmamızda ise yukarıdaki çalışmayla benzer olarak 1 aylık fırçalama döngüsü incelenmiş, en yüksek renk değişim değeri ise COW ile fırçalama sonucunda CTO'da görülmüştür.

Bunun yanında Demir ve ark. ise çeşitli etki mekanizmasına sahip beyazlatıcı diş macunlarının etkisini kırmızı şarapla renklendirilen universal nanofil kompozit rezin (Filtek Ultimate Universal Restorative) üzerinde araştırmışlar ve sadece COW diş macununun kırmızı şarabın neden olduğu renklenme üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır (148). Mehrgan ve ark. ise kahve ile renklendirilen kompozit rezin üzerinde Colgate optic White, Colgate total whitening, Perfect white black ve Bencer charcoal' ın beyazlatma etkinliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda Colgate Optic White hariç, beyazlatıcı diş macunlarının hiçbirisi kahve solüsyonunun neden olduğu renklenmeyi algılanabilirlik eşliğinin altına

düşüremediği sonucuna ulaşılmıştır (149). Çelik ve ark.' larının yaptıkları çalışmada G-aenial anterior, Clearfil Majesty Esthetic ve Zenit kompozitlerinde kahve ile renklendirme sonrası, Signal whitening system, Colgate Optic White ve Sensodyne Pronamel diş macunları ile 15 ve 30 gün sürelerinde fırçalama yapmışlar, çalışma sonucunda Colgate Optic White diş macununun 15 ve 30 gün sürelerinde G-aenial anterior (nanohibrit) ve Zenit (nanoseraamik) kompozitlerinde (kabul edilebilirlik eşiğı olan ΔE_{00} için 1.8) renklenmenin giderilmesinde etkili olduğı bulunmuştur (144). Bizim çalışmamızda ise COW ile fırçalama sonucunda her üç kompozit materyalinde de en yüksek ΔE_{002} değeri ulaşılmıştır. Bunun nedeni COW diş macunun içeriğindeki hidrojen peroksit, fosforik asit ve aşındırıcı madde olan silika olabilir.

Kombine bir deneysel ve klinik bir çalışma, üç farklı HA konsantrasyonuna sahip diş macunun parlatma ve beyazlatma etkinliklerini araştırmışlar ve hidroksiapatitin diş macununa eklenmesinin, hidroksiapatit konsantrasyonu ile diş yüzeyinin parlaklığı ve beyazlığı arasında bir doz yanıt ilişkisi olduğı sonucuna varmışlardır. Sonuçlar ayrıca hidroksiapatit ilavesinin cilalama özelliklerini değıştirmediğini ve beyazlatma etkisinin aşındırıcılıktan kaynaklanmadığını göstermiştir. Bu çalışmanın sonucu ayrıca hidroksiapatitli diş macunun 4 aylık kullanımından sonra diş yüzeyini belirli bir duruma kadar daha pürüzsüz ve parlak hale getiren remineralizasyon etkisi nedeniyle parlaklık ve beyazlığın stabil hale geldiğini göstermektedir. Beyazlatma etkisi, hidroksiapatitin diş yüzeyine yapışması ve sentetik bir mine tabakası oluşturmalarıyla açıklanır. HA beyaz olduğı için, daha fazla ışığı yansıtacak ve uzun süreli beyazlatma etkisi için parlaklıkta bir artışa neden olacaktır (99). Sırasıyla 150 ve 85 katılımcıyla yapılan iki randomize, çift-kör klinik çalışmadan ilkinde hidroksiapatit ve kalsiyum peroksit içeren diş macununun, plasebo florürlü diş macununa kıyasla diş renklenmesinde herhangi bir azalma sağlamadığı sonucuna varmışlardır. Diğer çalışmada ise hidrojen peroksit içeren diş macununun, hidroksiapatit içerikli ve florürlü diş macununa göre diş renginde belirgin açıklık meydana getirdiğı sonucuna varmışlardır (150)(151). Dabanoğlu ve ark. ise HA solüsyon ve polimer film içinde kullanarak bir *in vitro* çalışma yapmışlar ve çekilmiş dişlerin mine yüzeyinde her türlü formda beyazlatma etkinliğı elde etmişlerdir (98). Çalışmamızda kullandığımız FLS diş macunu ile ilgili klinik ve *in vitro* çalışma yapılmamıştır. FLS diş macunu tüm kompozitlerde

1.8 olan eşik değerin altında ΔE_{002} değerleri göstermiştir (Tablo 4.2). Çalışmamızda COW'un sayısal olarak ΔE_{002} değerlerinin FLS'den yüksek olması, literatürde hidrojen peroksitin etkili bir beyazlatma ajanı olduğu bilgisini desteklemektedir (152). Hidrojen peroksit, organik kromoforların renksiz organik bileşiklere oksidasyonunu sağlarken, HA'nin daha önce belirtildiği gibi yüzey üzerinde birikerek parlak görünüm sağlaması bu durumun nedeni olduğu düşünülebilir.

OM ve CTO piyasaya yeni sürülmüş materyallerdir ve tek renk kompozit olmalarından dolayı literatürde genellikle renk eşleşme potansiyeli özellikleri araştırılmıştır. (color adjusment potential) araştırılmıştır (12)(153). Bu materyallerin beyazlatma ajanları ve over the counter ürünleri ile renk stabilitesi üzerine yapılmış çalışma henüz yoktur.

5.3 Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Restorasyonların uygun şekilde bitirilmesi ve parlatılması sadece estetik kaygılar için değil optimum ağız sağlığı için de önemlidir. Restorasyonun marjinal bitişi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey bütünlüğünün yanı sıra materyalin fizikokimyasal özellikleri plak retansiyonu etkileyebilir. Bu da periodontal hastalıklarda ve tekrarlayan çürüklerde önemli rol oynar. Bu yüzden bir restorasyonun düzgün yüzeyini korumak, başarısı için son derece önemlidir. Kompozit restorasyonlar, destekleyici dokularla fizyolojik olarak uyumlu bir oklüzal ilişki ve kontur oluşturmak için bitirilir ve parlatılır. Ayrıca düzgün kontur ve parlaklık restorasyona doğal diş görünümü verir (154). Pek çok çalışma kompozit rezin restorasyonlarda en pürüzsüz yüzeyin şeffaf bant kullanımı sonrası elde edildiğini bildirmişlerdir. Fakat şeffaf bant altındaki oksijen inhibisyon tabakasının uzaklaştırılması ile restorasyon yüzeyi daha sert ve aşınmaya dayanıklı hale gelmektedir (155). Bu sebeplerden ötürü ve aynı zamanda ağız ortamını taklit etmek amacıyla hazırladığımız kompozit rezin örnek yüzeylerine uygun bitim ve cila işlemleri yapılmıştır.

Geniş kohort çalışmaları, periodontal hastalığın önlenmesi için yüksek standartlarda ağız hijyenin gerekli olduğunu göstermiştir. Periodontal sağlığın idamesi ve çürük gelişimini önlemek için iyi bir ağız hijyeni sağlamanın temeli ise etkili plak kontrolüdür. Plak temizlemede verimliliği arttırmak amacıyla çeşitli elektrikli diş fırçaları piyasaya sürülmüştür. Daha fazla verimliliği hedefleyen güçlü

tasarım özellikleri arasında filament desenlerinde ve fırça kafası hareketinde yapılan değişikliklerle artan filament hızı ve fırça darbesi frekansı bulunur. Güncellenen elektrikli diş fırçaları üzerine yapılan bir incelemede yalnızca oskülasyon-rotasyon hareketine sahip fırçaların, manuel fırçalardan, inflamasyonu azaltmada ve plak çıkarmada üstün olduğu sonucuna varmışlardır (156). Bu nedenle çalışmamızda oskülasyon-rotasyon hareketi yapan şarj edilebilir diş fırçası (Oral B Professionel Care Triumph) ve fırça başlığı (Oral-B Cross Action, Procter&Gamble Satış Dağıtım Ltd, İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır. Örnekler fırçalama işleminde standardizasyonu sağlamak için özel olarak hazırlanmış fırçalama düzeneğinde, ortodontik lastik aracılığı ile sabit 2N standart basınç altında fırçalanmıştır. Bireyler günde 2 kez 2' şer dakika olmak üzere günde 240 sn diş fırçalama yaparlar. Toplam 32 dişi olan bir birey, her diş için günde ortalama 8 sn diş fırçalamaktadır (157). Beyazlatıcı diş macunlarının etkinliğini değerlendirmek için yapılan klinik prosedürler, lekenin çıkarılması için 2-6 hafta boyunca kullanılmasını önermektedir (94). Çalışmamızda bu yüzden 1 aylık diş fırçalamayı simüle etmek amacıyla tüm örnekler 4 dk boyunca fırçalanmıştır (113).

Çalışmamızda kullandığımız renklendirici solüsyon olan kahve günlük hayatta sıkça tüketilen içeceklerden birisidir. Kahve üreticilerine göre bir kupa kahvenin tüketilmesi ortalama 15 dk sürmektedir ve günlük kahve tüketen bir kişinin günde 3.2 kupa kahve tükettiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda renklendirici solüsyon olarak kullandığımız kahve 2 gr kahve -200 ml sıcak su kullanılarak hazırlanmıştır. Güler ve ark.'larına göre 24 sa'lik kahvede bekletme 30 günlük kahve tüketimini taklit etmektedir. Çalışmamızda bu yüzden 1 yıllık kahve tüketimine karşılık gelmesi amacıyla örnekler 14 gün boyunca karanlık bir ortamda kahve solüsyonu içinde bekletildi (158).

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmesinde mekanik profilometre, optik profilometre ve taramalı elektron mikroskobu (SEM), atomik kuvvet mikroskobu (AFM) gibi cihazlar kullanılmaktadır. *In vitro* çalışmalarda genellikle mekanik profilometreler kullanılır. Mekanik profilometrenin çalışma prensibinde, elmas uç sabit doğrusal mesafede yüzeyi temas ederek tarar ve verileri dijital olarak kaydeder. Bu analizde sıklıkta kullanılan parametreler Ra, Rz, Rpm ve Rz: Rpm oranıdır. Ra parametresi, bir yüzeyin ortalama pürüzlülüğü olarak tanımlanır ve tüm pürüzlülük mesafesinin merkez çizgiye göre uzaklığı ölçülerek

aritmetik ortalamanın alınmasıyla saptanır (159). Ayrıca mekanik profilometrelerin kullanım kolaylığı, ucuz oluşu, kompozit disklerle ölçüm yapabilme kolaylığı gibi nedenlerden ötürü çalışmamızda mekanik profilometre kullanılmıştır (160).

Üreticiler diş renklenmelerinin tedavisinde kullanılan ofis tipi ve ev tipi beyazlatma prosedürlerine ek olarak tezgah üstü (over the counter Products-OTC) ürün piyasaya sürmüştür. Bu ürünlere örnek olarak tozlar, beyazlatma jelleri ve beyazlatıcı diş macunları karşımıza çıkmaktadır. Bu ürünlere kolay ulaşım, hekim kontrolünde olmadan kullanım sağlama ve maliyetinin düşük olması gibi sebeplerden ötürü toplumda ilgi görmektedir (161). OTC ürünlerinin %50'den fazlasını oluşturan diş macunları hidrojen peroksit, enzimler, yüzey aktif maddeler gibi aşındırıcılar içermektedir (162). Dişler üzerinde lekelerin uzaklaştırılmasında aşındırıcıların etkinlikleri partikül boyutu, şekli, konsantrasyonu ve fırçalama esnasında oluşan yükten etkilenmektedir. Sıklıkla kullanılan aşındırıcılar arasında hidratlı silika, kalsiyum karbonat, sodyum bikarbonat gibi maddeler yer almaktadır. (163). Ancak bu aşındırıcıların diş macunlarının içeriğinde bulunabilecek miktarı konusunda çeşitli kısıtlamalar mevcuttur. Bununla birlikte, bu maddeler geleneksel bir diş macunundan daha aşındırıcı olabilir ve kompozit rezin restorasyonlarda parlaklığı olumsuz etkileyebilir, pürüzlülüğü ve plak tutulumunu arttırabilir. Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA), göreceli dentin aşındırıcılık (RDA) değerini 250 olarak kabul eder ve bu değer diş macunları için maksimum üst sınır kabul edilmiştir. Bu üst sınırın altındaki değerler ömür boyu güvenli kabul edilir. Diş macunlarını araştıran klinik çalışmalar RDA seviyesi 250'nin altında olan diş macunu kullanımında dişlerin aşınma miktarında önemli bir farklılık göstermemiştir (164).

Hidrojen peroksitin formülasyonundan kaynaklı kullanım kısıtlamaları diş macunlarına eklenmesini zorlaştırmaktadır. Diş macunu içeriğindeki hidrojen peroksitin fırçalama esnasındaki temas süresinin, ev ve ofis tipi beyazlatma ajanlarına nazaran kısa olması etkinliklerini kısıtlamaktadır (165). Çalışmamızda kullandığımız diğer bir diş macunun etken maddesi ise HA'dır. HA'ya dayalı ağız bakım formülsayonlarının etkileri arasında dentin hassasiyeti tedavisi, periodontal sağlığın iyileştirmesi, çürük profilaksisi ve diş beyazlatma sayılabilir (166).

Çalışmamızda farklı beyazlatıcı diş macunlarıyla fırçalama sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra_3) tüm diş macunu gruplarında CTO>ESQ>OM olarak sıralanmıştır. COW ve FLS gruplarında OM ve ESQ benzer yüzey pürüzlülüğü gösterirken, İPN gruplarında bütün kompozitler birbirinden farklı yüzey pürüzlülüğü değeri göstermiştir ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Farklı diş macunu gruplarında farklı tek renk kompozit materyallerin fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü değerinin (Ra_3) farklılık göstermeyeceğini belirten ikinci sıfır hipotezimiz kısmen reddedilmiştir.

Başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından OM ve ESQ benzer yüzey pürüzlülüğü gösterirken, CTO'nun yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesi anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Kahve solüsyonunda bekleme sonrası yüzey pürüzlülüğü değeri ise başlangıçtakine benzer olarak OM ve ESQ benzer yüzey pürüzlülüğü gösterirken, CTO'nun yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesi anlamlı bulunmuştur ($p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3).

Kompozit rezinlerin bitim ve cila işlemleri sonrası yüzey pürüzlülük değerleri, sahip oldukları doldurucu partikül içeriği ve oranı ile yakından ilişkilidir (167). Yaptığımız çalışma sonucunda, test edilen materyallerde en düşük yüzey pürüzlülük oranı OM ve ESQ kompozitlerinde görülmektedir (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Bunun sebebinin nanohibrit yapıdaki kompozitlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüğünün (OM;0.3 μm , ESQ;0.1-0.3 μm), CTO' dan küçük olması olduğu düşünülebilir. Aynı zamanda OM ve ESQ rezin matriks içinde eşit olarak dağılan, sol-jel yöntemi ile elde edilen supra sferik doldurucu tipine sahiptirler. Nanohibrit kompozitlerde polisaj işlemlerinden sonra yüzeyde daha küçük boşluklar kalır. Kompozit rezinlerin doldurucu partiküllerin boyutunun düzensiz şekilli oluşu ve büyüklüğü arttıkça, yüzey pürüzlülük değerleri de buna bağlı olarak artar (168). Çalışmamıza ait SEM görüntülerinde OM ve ESQ'in benzer olan supra nano sferik partikül yapısı (Şekil 4.1, 4.3) görülmekte olup, bu kompozitlerin düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerini açıklamaktadır.

Doldurucu şekli ve boyutu, matriksin kimyasal entegrasyonu, boyama solüsyonları, oklüzal yük ve bitim- cila işlemleri kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünde etkilidir. Birçok araştırmacı beyazlatma işlemlerinden sonra yüzey pürüzlülüğü değerlerinin arttığını bildirmişlerdir (169) (170). Çalışmamızda tüm

diş macunu gruplarında fırçalama sonrası, Ra_1 ve Ra_2 ölçümlerine göre Ra_3 ölçümünde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$) (Tablo 4.1, 4.2, 4.3). Tüm kompozit türlerinde test edilen tüm diş macunları Ra_3 değerleri açısından değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$) (Tablo 4.4, 4.5, 4.6). Costa ve ark.'larının çalışmasında çalışmamıza benzer olarak farklı boyutta doldurucu içeren kompozitler üzerinde, farklı etkili diş macunları ile fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişler, tüm kompozit türlerinde yüzey pürüzlülüğünde anlamlı artış görülmüştür. Ancak daha küçük doldurucuya sahip kompozitler, büyük dolduruculu olanlara göre daha düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir (171). Shimokawa ve ark.'larının çalışmasında ise nanohibrit, nanofil ve bulk-fill kompozitler üzerinde diş macunu ile fırçalama sonucu yüzey özellikleri değerlendirilmiş, tüm kompozit türlerinde yüzey pürüzlülüğü değerleri artmış ve yüzeyde kayıp oluşmuştur (172). Pinto ve ark. ise farklı diş macunu içeriklerinin mine ve kompozit rezin yüzey pürüzlülüğü üzerinde doğrudan etkili olduğunu bildirmiştir (173). Santos ve ark. ise nanofil kompozit üzerinde farklı etki mekanizmalarına sahip diş macunları ile fırçalama sonucu yüzey pürüzlülüğü incelemesi yapmışlar, çalışma sonucunda tüm diş macunları yüzey pürüzlülüğü değerlerini arttırırken, diş macunları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır (174). Pamir ve ark.'larının nanofil ve nanohibrit iki kompozit rezin üzerinde, RDA değerleri farklı üç farklı beyazlatıcı diş macunu ile elektrikli diş fırçası ile fırçalama sonucu yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik değerlerini inceledikleri çalışmalarında, 2 aylık fırçalama sonucunda her iki kompozitte de önemli yüzey pürüzlülüğü artışı bulmuşlardır (175). Kimyasal bileşimlerinden bağımsız olarak beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezin yüzeyinde yüzey pürüzlülüğüne neden olduğu da bildirilmiştir. Binhasan ve ark. yaptıkları çalışmada bir bulk-fill kompozit ve nanohibrit kompozit üzerinde COW ve COW Charcoal diş macunlarının yüzey özelliklerine etkisini incelemişler ve her iki diş macununda test edilen kompozitler üzerinde Ra değerlerinde artışa sebep olduğu sonucuna ulaşmışlardır (176). Çalışmamızın sonuçları literatürdeki bu veriler ile uyumludur.

Çalışmamızda tüm kompozit materyal türlerinde anlamlı pürüzlülük artışına yol açan hidrojen peroksit içerikli COW diş macununun bu etkisinin nedeni, hidrojen peroksit ve serbest enerji yayılımına sebep olan serbest radikallerin, rezin

matriks arayüzü üzerinde olumsuz etkiye sahip, doldurucu-matriks bağının kopmasına neden olması olabilir. Tüm bu etkiler Ra değerlerinde önemli bir artışa neden olarak daha fazla çatlak oluşumuna sebep olmaktadır (177).

Çalışmamızdaki SEM görüntüleri incelendiğinde bulgularımızla örtüşen sonuçlar göstermektedir. a1 ve c1; d1, ve e1 örnekleri karşılaştırıldığında tüm örneklerde anlamlı pürüzlülük artışına yol açan inorganik doldurucu partiküllerin yüzeyden uzaklaşması ve mikro çatlaklar görülmektedir. Bu yüzey değişiklikleri hem $\times 5000$ hem de $\times 10000$ büyütmede izlenmektedir. Takayashi ve ark.'larının iki nanohibrit, iki mikrohbrit ve ormocer esaslı materyallerde fırçalama sonrası yüzey özelliklerini inceledikleri çalışmalarında yapılan SEM analizi sonucunda bizim çalışmamıza benzer olarak yüzey düzensizlikleri ve partiküllerin yer değiştirdiği görülmektedir (178).

Kompozit rezinlerin pürüzsüzlük ve parlaklık özellikleri, kabul edilemez değerler için standart bir eşik değere sahip değildir, ancak bazı çalışmalar farklı değerler arasında diğer araştırmalara ve bunların klinik önemine dair korelasyon çizmeye çalışmışlardır. *In vitro* olarak 0.2 μm 'un altında Ra değeri elde edemeyen bir materyalin plak birikiminde artışa ve daha yüksek çürük ve periodontal inflamasyon riskine sahip olacağı bildirilmiştir (179). Bunun tüm kompozit rezinler için geçerli olup olmadığı araştırılmamıştır ve kompozit rezinlerin genel klinik performansının tek başına *in vitro* testlerle değerlendirilmesi zordur. Daha önce yapılan klinik bir çalışma çoğu hastanın pürüzlü yüzeyleri yalnızca Ra değeri 0.3 μm 'un üzerinde olduğu zaman tespit edebildiğini göstermiştir (179)(180). Çalışmamızda ise tüm diş macunu gruplarında sadece CTO 0.2 μm olan eşik değerini üstüne çıkmıştır. OM ve ESQ ise bu eşik değerin altında kalmışlardır. Bunun nedeni CTO' nın doldurucu partikül büyüklüğünün diğer kompozitlerden daha büyük ve düzensiz yapıda olması olabilir.

Rosa ve ark.' larının nanohibrit kompozit rezin üzerinde üç farklı diş macunu (Colgate Total 12 Professional Clean, Sensodyne Whitener Extra Fresh, Colgate Luminous White) ile fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmada, 1 aylık fırçalama simülasyonundan sonra diş macunlarının kompozit rezin üzerinde yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir (181). Çalışmamızda ise 1 aylık fırçalama sonrası tüm kompozitlerde yüzey pürüzlülüğü

artışı bulunmuştur. Bunun nedeni test edilen kompozitlerin içerik ve doldurucu partikül yapı ve çalışmalarda kullanılan diş macunlarının içeriğinde bulunan aşındırıcı partikül ve RDA değeri farklılıkları olabilir.

Philpotts ve ark.'larının yaptıkları çalışmada nanodoldurucu kompozitler üzerinde iki beyazlatıcı ve bir geleneksel diş macunu ile fırçalama sonucunda tüm gruplarda yüzey pürüzlülüğü artışı olurken, gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır (182).

Yılmaz ve ark.'larının yaptığı çalışmada nanohibrit kompozit rezin üzerinde beş farklı beyazlatıcı diş macunun (Colgate Optic White, Sensodyne Whitening, ROCS Sensation Whitening, Procsin Active Carbon, Signal White Now) fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini değerlendirmişler, beyazlatıcı diş macunları arasında anlamlı fark bulmamışlardır (183). Telatar ve ark.'larının yaptığı çalışmada ise nanofil, nanohibrit, akışkan, bulk-fil kompozitler ve kompomer, ışıkla sertleşen CİS ve konvansiyonel CİS materyalleri kullanılarak biri HA olmak üzere üç farklı diş macunu ile fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesi yapmışlar, tüm diş macunlarının test edilen materyallerde benzer yüzey pürüzlülüğü oluşturduğu bulmuşlardır (184). Çalışmamızda ise tüm kompozitlerde yüzey pürüzlülüğü değeri fırçalama sonrası artarken, diş macunları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun nedeni farklı etki mekanizmasına sahip beyazlatıcı diş macunları kullanılmasına rağmen, fırçalama süresinin kısa olması olabilir.

In vitro çalışmamızda kahve tüketimi ve diş fırçalama taklit edilmiş olsada, tükürük ve bireye bağlı faktörlerin yansıtılamamış olması kısıtlamalarımız arasında yer almaktadır. Bunun yanında test edilen diş macunlarının RDA değerleri hakkında üretici firmalardan bilgi edinilememesi, HA içerikli diş macununun kompozit rezinler üzerinde incelendiği çalışmaların olmaması ve diş macunlarının kısa uygulama süresi tartışmayı daraltmaktadır. Renk seçimini basitleştiren ve kullanımı giderek yaygınlaşan tek renk kompozitlerin, beyazlatıcı diş macunları karşısında gösterdiği renk ve yüzey pürüzlülüğü performansı hekimlere fikir vermesi açısından önemlidir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı beyazlatıcı diş macunlarının, tek renk kompozit rezinler üzerinde oluşturduğu renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğünün incelendiği bu çalışma sonucunda aşağıdaki değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

1. Kahve solüsyonun test edilen materyaller üzerinde oluşturduğu renk değişimi açısından tek renk kompozit rezinler benzer sonuçlar vermiştir ve multi-shade kompozit rezinden daha fazla renk değişimi göstermişlerdir.
2. Tüm renklendirme prosedürü uygulanmış kompozitlerde, fırçalama sonrası renk değişimindeki azalma anlamlı bulunmuştur.
3. Başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından supra nano sferik doldurucu içeren tek renk kompozit ve multi-shade kompozit benzer yüzey pürüzlülüğü gösterirken, nanohibrit tek renk kompozitin yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesi anlamlı bulunmuştur.
4. Tüm diş macunu gruplarında fırçalama sonrası yapılan yüzey pürüzlülüğü ölçümünün, başlangıç ve renklendirme sonrası yapılan ölçümlere göre artış göstermesi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.
5. Tüm kompozit gruplarında ise diş macunları ile fırçalama sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir.
6. Tek renk kompozit rezinler nispeten yeni piyasaya sürülmüştür ve bu kompozitler hakkında gelişmeler devam ettiğinden dolayı renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü performansları hakkında karar verebilmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.
7. Hidrojen peroksit içerikli diş macununun oluşturduğu renk değişim değerleri, test edilen tüm kompozitler üzerinde HA içerikli diş macununa göre yüksek çıkmıştır.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında Vancouver atıf sistemi kullanılmıştır.)

1. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. *Dent Mater*. 2011;27(1):29–38.
2. Kwon Y, Ferracane J, Lee I-B. Effect of layering methods, composite type, and flowable liner on the polymerization shrinkage stress of light cured composites. *Dent Mater* [Internet]. 2012 Jul;28(7):801–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564112001340>
3. Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res* [Internet]. 2000;53(4):353–61. Available from: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4636\(2000\)53:4%3C353::AID-JBM9%3E3.0.CO;2-B](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4636(2000)53:4%3C353::AID-JBM9%3E3.0.CO;2-B)
4. Frankenberger R, García-Godoy F, Lohbauer U, Petschelt A, Krämer N. Evaluation of resin composite materials. Part I: in vitro investigations. *Am J Dent* [Internet]. 2005 Feb;18(1):23–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15810477>
5. Darabi F, Seyed-Monir A, Mihandoust S, Maleki D. The effect of preheating of composite resin on its color stability after immersion in tea and coffee solutions: An in-vitro study. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2019;11(12):e1151–6. Available from: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/aop/56438.pdf>
6. Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater*. 2000;16(1):62–7.
7. Barutçigil Ç, Barutçigil K, Özarslan MM, Dündar A, Yılmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2018 Mar;30(2):E3–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12340>
8. 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* [Internet]. 2006 Feb;95(2):137–42. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391305006463>
9. Ertas E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E. Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks. *Dent Mater J* [Internet]. 2006;25(2):371–6. Available from: http://www.jstage.jst.go.jp/article/dmj/25/2/25_2_371/_article
10. Iyer RS, Babani VR, Yaman P, Dennison J. Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2021 Mar 25;33(2):394–400. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12621>
11. Lucena C, Ruiz-López J, Pulgar R, Della Bona A, Pérez MM. Optical behavior of one-shaded resin-based composites. *Dent Mater*. 2021 May;37(5):840–8.
12. Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2019 Sep 16;31(5):465–70. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12488>
13. Vinothkumar TS, El-Shamy FMM, Mergami JMM, Alalawi AII, Moafa NJ, Maashi MaMA, et al. Evaluation of color assimilation and translucency of monoshade resin composites: An in vitro study. *World J Dent*. 2020;11(5):367–72.
14. Sheen S, Pontefract H, Moran J. The Benefits of Toothpaste – Real or Imagined? The Effectiveness of Toothpaste in the Control of Plaque, Gingivitis, Periodontitis, Calculus and

- Oral Malodour. Dent Update [Internet]. 2001 Apr 2;28(3):144–7. Available from: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/denu.2001.28.3.144>
15. Alshara S, Lippert F, Eckert GJ, Hara AT. Effectiveness and mode of action of whitening dentifrices on enamel extrinsic stains. Clin Oral Investig [Internet]. 2014 Mar 25;18(2):563–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-013-0981-8>
 16. Rosema N, Hennequin-Hoenderdos N, Versteeg P, van Palenstein Helderman W, van der Velden U, van der Weijden G. Plaque-removing efficacy of new and used manual toothbrushes - a professional brushing study. Int J Dent Hyg [Internet]. 2013 Nov;11(4):237–43. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/idh.12021>
 17. Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. Stomatologija [Internet]. 2012;14(1):12–22. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22617330>
 18. Uluakay M, İnan H, Yamanel K, Arhun N. Kompozit Rezinler Ve Polimerizasyon Büzülmesi Resin Composites And Polymerization Shrinkage. ADO Klin Bilim Derg [Internet]. 2011;5(2):895–902. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adoklinikbilimler/728355>
 19. Riva YR, Rahman SF. Dental composite resin: A review. AIP Conf Proc. 2019;2193(December 2019).
 20. Yeli M, Kidiyoor KH, Nain B KP. Recent advances in composite resins No Title. J Oral Res. 2010;2:8–14.
 21. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci [Internet]. 1997 Apr;105(2):97–116. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0722.1997.tb00188.x>
 22. Miletic V. Dental Composite Materials for Direct Restorations. Dental Composite Materials for Direct Restorations. 2018.
 23. Fonseca ASQS, Labruna Moreira AD, de Albuquerque PPAC, de Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LFJ. Effect of monomer type on the C C degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. Dent Mater [Internet]. 2017 Apr;33(4):394–401. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564117300799>
 24. Schmidseider J. Composites-Background. In: Rateitschak KH WH, editor. Color Atlas of Dental Medicine-Aesthetic Dentistry. NewYork: Thieme; 2000. p. 85–102.
 25. RUEGGEBERG FA, GIANNINI M, ARRAIS CAG, PRICE RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. Braz Oral Res [Internet]. 2017 Aug 28;31(suppl 1). Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242017000500206&lng=en&tlng=en
 26. Dayangaç GB. Kompozit restorasyonlar. Ankara: Quintessence Yayıncılık Ltd; 2011.
 27. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. J Prosthet Dent [Internet]. 1983 Oct;50(4):480–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022391383905668>
 28. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. Aust Dent J. 2011;56(SUPPL. 1):59–66.
 29. Schwendicke F, Blunck U, Tu Y-K, Göstemeyer G. Does Classification of Composites for Network Meta-analyses Lead to Erroneous Conclusions? Oper Dent [Internet]. 2018 Mar 1;43(2):213–22. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative->

30. gökçe k. özel e. KOMPOZİT RESTORASYONLARDAN GELİŞMELER. 2005;52–60.
31. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: A review. *Br Dent J*. 2017;222(5):337–44.
32. Jordehi A, Shahabi M, Akbari A. Comparison of self-Adhering flowable composite microleakage with several types of bonding agent in class v cavity restoration. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019;16(4):257–63.
33. Vallittu PK. An overview of development and status of fiber-reinforced composites as dental and medical biomaterials. *Acta Biomater Odontol Scand* [Internet]. 2018;4(1):44–55. Available from: <https://doi.org/10.1080/23337931.2018.1457445>
34. Garoushi S, Gargoum A, Vallittu PK, Lassila L. Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature. *J Investig Clin Dent*. 2018;9(3):e12330.
35. Dietschi D, Fahl N. Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. *Br Dent J* [Internet]. 2016 Dec 16;221(12):765–71. Available from: <http://www.nature.com/articles/sj.bdj.2016.944>
36. Fahl N. Single-shaded direct anterior composite restorations: a simplified technique for enhanced results. *Compend Contin Educ Dent* [Internet]. 2012 Feb;33(2):150–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22545436>
37. Paravina RD, Westland S, Johnston WM, Powers JM. Color Adjustment Potential of Resin Composites. *J Dent Res* [Internet]. 2008 May 1;87(5):499–503. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/154405910808700515>
38. Della Bona A. Color and Appearance in Dentistry [Internet]. Della Bona A, editor. *Color and Appearance in Dentistry*. Cham: Springer International Publishing; 2020. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-42626-2>
39. <https://www.tokuyamaturkiye.com/>.
40. Pereira Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2019 Sep;31(5):465–70.
41. <https://www.kulzer-turkey.com/>.
42. Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MFDL, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Braz Dent J* [Internet]. 2005 Apr;16(1):39–44. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402005000100007&lng=en&tlng=en
43. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am* [Internet]. 1998 Oct;42(4):613–27. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9891644>
44. Jefferies SR. Abrasive Finishing and Polishing in Restorative Dentistry: A State-of-the-Art Review. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):379–97.
45. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. Interoperator variability during polishing. *Quintessence Int* [Internet]. 2006 Mar;37(3):183–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16536145>
46. O'Brien WJ. abrasion, polishing, and bleaching. In: O'Brien WJ, editor. *Dental materials and their selection*. 2002. p. 156–64.
47. Bayne SC, Thompson JY SC. Instruments and equipment for tooth preparation. In: Roberson TM, Heymann HO SE, editor. *Sturdevant's art & science of operative dentistry*.

St. Louis: Mosby Inc.; 2002. p. 307–449.

48. Remond G, Nockolds C, Phillips M, Roques-Carmes C. Implications of polishing techniques in quantitative x-ray microanalysis. *J Res Natl Inst Stand Technol* [Internet]. 2002 Nov;107(6):639. Available from: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/jres/107/6/j76rem1.pdf>
49. Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(SUPPL. 1):5–12.
50. Ragain JC. A Review of Color Science in Dentistry: Colorimetry and Color Space. *J Dent Oral Disord Ther* [Internet]. 2016 Jan 26;4(1):01–5. Available from: <http://symbiosisonlinepublishing.com/dentistry-oraldisorders-therapy/dentistry-oraldisorders-therapy48.php>
51. Miller L. Organizing color in dentistry. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 1987 Dec;115:26E-40E. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002817787570040>
52. Chu SJ, Paravina RD, Sailer I. *Color in dentistry: A Clinical Guide to Predictable Esthetics*. 1st ed. IL: Quintessence Publishing Co; 2017.
53. Agrawal V, Kapoor S. Color and shade management in esthetic dentistry. *Univers Res J Dent*. 2013;3(3):120.
54. Afrashtehfar K. Increased predictability in tooth shade-matching. *Oral Health*. 2013;15(25):26.
55. Shillingburg HT. Esthetic Considerations. In: Shillingburg HT *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 4th editio. USA: Quintessence Publishing Co; 2012. p. 135–67.
56. Goldstep F FG. Color and Shade. In: *Contemporary Esthetic Dentistry*. 1st editio. UK: Elsevier Mosby; 2012. p. 135–67.
57. Vadher R, Parmar G, Kanodia S, Chaudhary A, Kaur M, Savadhariya T. Basics of Color in Dentistry: A Review. *IOSR J Dent Med Sci*. 2014;13(9):78–85.
58. Sakaguchi R, Powers J. *Craig’s Restorative Dental Materials*. Mosby. Elsevier; 2012.
59. McLAREN EA. Luminescent Veneers. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 1997 Jan;9(1):3–12. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1708-8240.1997.tb00909.x>
60. McLaren E. The 3D-master shade-matching system and the skeleton buildup technique: Science meets art and intuition. *Quintessence Dent Technol*. 1999;22:55–68.
61. Sundar V, Amber P. Opals in nature. *J Dent Technol*. 1999;16:15–7.
62. Chu SJ. Use of a Reflectance Spectrophotometer in Evaluating Shade Change Resulting from Tooth-Whitening Products. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2003 Dec;15(s1):S42–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1708-8240.2003.tb00317.x>
63. Çapa N, Malkondu O, Kazazoğlu E, Çalikkocaoğlu S. Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2010 Jan;141(1):71–6. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002817714622182>
64. Wee A. Description of color science, color replication progress and esthetics. In: *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed. Mosby Inc.; 2006.
65. Chu S, Devigus A, Mieleszk A. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*. IL: Quintessence Pub. Co.; 2004.
66. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *J Prosthet Dent*. 2004 Jun;91(6):553.

67. Boksman LJOD. Shade selection: accuracy and reproducibility. *Ont Dent*. 2007;84(4):24.
68. Burkinshaw SM. Colour in relation to dentistry. *Fundamentals of colour science*. *Br Dent J* [Internet]. 2004 Jan 10;196(1):33–41. Available from: <http://www.nature.com/articles/4810880>
69. Kurt M, Turhan Bal B, Bal C. Actual Methods of Color Measurement: A Systematic Review. *Turkiye Klin J Dent Sci* [Internet]. 2016;22(2):130–46. Available from: <http://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-actual-methods-of-color-measurement-a-systematic-review-71830.html>
70. 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.
71. Borse S, Chaware S. Tooth shade analysis and selection in prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 2020;20(2):131. Available from: <http://www.j-ips.org/text.asp?2020/20/2/131/282046>
72. Paravina RD. Understanding Color. In: Ronald E Goldstein's *Esthetics in Dentistry* [Internet]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2018. p. 270–94. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119272946.ch10>
73. Shammas M, Alla RK. Color and shade matching in dentistry. *Trends Biomater Artif Organs*. 2011;25(4):172–5.
74. Jouhar R, Ahmed MA, Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Appl Sci*. 2022;12(14).
75. Nasoohi N, Hoorizad M, Tabatabaei SF. Effects of Wet and Dry Finishing and Polishing on Surface Roughness and Microhardness of Composite Resins. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2017;14(2):69–75. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29104597> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5662511>
76. Marghalani H. Effect of Finishing/Polishing Systems on the Surface Roughness of Novel Posterior Composites. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2010 Apr;22(2):127–38. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1708-8240.2010.00324.x>
77. Bollenl CML, 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* [Internet]. 1997 Jul;13(4):258–69. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564197800383>
78. Ereifej N, Oweis Y, Eliades G. The Effect of Polishing Technique on 3-D Surface Roughness and Gloss of Dental Restorative Resin Composites. *Oper Dent* [Internet]. 2012 Apr 1;38(1):E9–20. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/38/1/E9/190612/The-Effect-of-Polishing-Technique-on-3D-Surface>
79. Jung M, Bruegger H, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after polishing. *Oper Dent* [Internet]. 2003;28(6):816–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14653299>
80. 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.
81. 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* [Internet]. 2006 Jan 1;31(1):39–46. Available from: <https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/31/1/39/107220/Use-of-Two-Surface-Analyzers-to-Evaluate-the>

82. 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* [Internet]. 2007 Jan;18(1):155–63. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10856-006-0675-8>
83. Vahabi S, Nazemi Salman B, Javanmard A. Atomic force microscopy application in biological research: a review study. *Iran J Med Sci* [Internet]. 2013 Jun;38(2):76–83. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23825885>
84. Sanz M, Serrano J, Iniesta M, Santa Cruz I, Herrera D. Antiplaque and Antigingivitis Toothpastes. *Monogr Oral Sci* [Internet]. 2013;23:27–44. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/350465>
85. Forward GC, James AH, Barnett P, Jackson RJ. Gum health product formulations: What is in them and why? *Periodontol* 2000. 1997;15(1):32–9.
86. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2nd ed. UK: Blackwell Munksgaard; 2008.
87. Ekstrand KR, Poulsen JE, Hede B, Twetman S, Qvist V, Ellwood RP. A Randomized Clinical Trial of the Anti-Caries Efficacy of 5,000 Compared to 1,450 ppm Fluoridated Toothpaste on Root Caries Lesions in Elderly Disabled Nursing Home Residents. *Caries Res* [Internet]. 2013;47(5):391–8. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/348581>
88. Çelik Ç. What is the content of dentfrices? What are they used for? *Turkiye Klin J Dent Sci*. 2020;17–22.
89. Sanz M, Serrano J, Iniesta M, Santa Cruz I, Herrera D. Antiplaque and antigingivitis toothpastes. *Monogr Oral Sci*. 2013;23:27–44.
90. Gunsolley JC. A meta-analysis of six-month studies of antiplaque and antigingivitis agents. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2006 Dec;137(12):1649–57. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002817714647942>
91. Baehni PC, Takeuchi Y. Anti-plaque agents in the prevention of biofilm-associated oral diseases. *Oral Dis*. 2003;9(SUPPL. 1):23–9.
92. Steinkeller-Dekel M, Smidt A, Pilo R. Dentinal hypersensitivity. *Refuat ha-peh eha-shinayim* (1993). 2010;27(1):1–10.
93. Hashemikamangar SS, Hoseinpour F, Kiomarsi N, Dehaki MG, Kharazifard MJ. Effect of an Optical Whitening Toothpaste on Color Stability of Tooth-Colored Restorative Materials. *Eur J Dent* [Internet]. 2020 Feb 13;14(01):085–91. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0040-1705071>
94. Joiner A. Whitening toothpastes: a review of the literature. *J Dent* [Internet]. 2010 Jan;38 Suppl 2(SUPPL. 2):e17-24. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571210001260>
95. Hilgenberg SP, Pinto SCS, Farago PV, Santos FA, Wambier DS. Physical-chemical characteristics of whitening toothpaste and evaluation of its effects on enamel roughness. *Braz Oral Res*. 2011;25(4):288–94.
96. Eppler M, Meyer F, Enax J. A critical review of modern concepts for teeth whitening. *Dent J*. 2019;7(3):1–13.
97. Viscio D, Gaffar A, Fakhry-Smith S, Xu T. Present and future technologies of tooth whitening. *Compend Contin Educ Dent Suppl* [Internet]. 2000;(28):S36-43; quiz S49. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11908346>
98. Dabanoglu A, Wood C, García-Godoy F, Kunzelmann K-H. Whitening effect and

- morphological evaluation of hydroxyapatite materials. *Am J Dent* [Internet]. 2009 Feb;22(1):23–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19281109>
99. Niwa M, Sato T, Li W, Aoki H, Aoki H, Daisaku T. Polishing and whitening properties of toothpaste containing hydroxyapatite. *J Mater Sci Mater Med* [Internet]. 2001 Mar;12(3):277–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15348313>
 100. Adams SE, Arnold D, Murphy B, Carroll P, Green AK, Smith AM, et al. A randomised clinical study to determine the effect of a toothpaste containing enzymes and proteins on plaque oral microbiome ecology. *Sci Rep* [Internet]. 2017 Mar 27;7(1):43344. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28240240>
 101. Joiner A. A silica toothpaste containing blue covarine: a new technological breakthrough in whitening. *Int Dent J* [Internet]. 2009 Oct;59(5):284–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19998663>
 102. Collins LZ, Naeeni M, Platten SM. Instant tooth whitening from a silica toothpaste containing blue covarine. *J Dent* [Internet]. 2008 Jan;36 Suppl 1:S21-5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18646366>
 103. Brooks JK, Bashirelahi N, Reynolds MA. Charcoal and charcoal-based dentifrices: A literature review. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2017 Sep;148(9):661–70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28599961>
 104. Shaikh M, Sung H, Lopez T, Andra R, McKean B, Jesson J, et al. Effect of charcoal dentifrices on tooth whitening and enamel surface roughness. *Am J Dent* [Internet]. 2021 Dec;34(6):295–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35051315>
 105. Rosema NAM, Adam R, Grender JM, Van der Sluijs E, Supranoto SC, Van der Weijden GA. Gingival abrasion and recession in manual and oscillating-rotating power brush users. *Int J Dent Hyg*. 2014;12(4):257–66.
 106. Van der Weijden GA, Timmerman MF, Nijboer A, Lie MA, Van der Velden U. A comparative study of electric toothbrushes for the effectiveness of plaque removal in relation to toothbrushing duration. *Timerstudy. J Clin Periodontol* [Internet]. 1993 Aug;20(7):476–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8354721>
 107. Wiegand A, Begic M, Attin T. In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Res* [Internet]. 2006;40(1):60–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16352883>
 108. Schmidt JC, Zaugg C, Weiger R, Walter C. Brushing without brushing?--a review of the efficacy of powered toothbrushes in noncontact biofilm removal. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2013 Apr 23;17(3):687–709. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23001187>
 109. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2005 Aug;94(2):118–24. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391305002544>
 110. Yu H, Cheng S, Jiang N, Cheng H. Effects of cyclic staining on the color, translucency, surface roughness, and substance loss of contemporary adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2018 Sep;120(3):462–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391317307096>
 111. Zimmerli B, Koch T, Flury S, Lussi A. The influence of toothbrushing and coffee staining on different composite surface coatings. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2012 Apr 18;16(2):469–79. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-011-0522-2>
 112. Celik N, Iscan Yapar M. Colour stability of stained composite resins after brushing with whitening toothpaste. *Int J Dent Hyg* [Internet]. 2021 Nov 18;19(4):413–20. Available from:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/idh.12529>

113. Aydın N, Karaoglanoglu S, Oktay EA. Investigation the effects of whitening toothpastes on color change of <scp>resin-based CAD</scp> / <scp>CAM</scp> blocks. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2021 Sep 23;33(6):884–90. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12627>
114. Rocha R, Soares FZM, Rodrigues CRMD, Rodrigues Filho LE. Influence of aging treatments on microtensile bond strength of adhesive systems to primary dentin. *J Dent Child (Chic)* [Internet]. 74(2):109–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18477429>
115. Koyuturk AE, Kusgoz A, Ulker M, Yeşilyurt C. Effects of mechanical and thermal aging on microleakage of different fissure sealants. *Dent Mater J* [Internet]. 2008 Nov;27(6):795–801. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19241687>
116. Morresi AL, D’Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D’Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2014 Jan;29:295–308. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24135128>
117. Khoroushi M, Mansoori M. Marginal sealing durability of two contemporary self-etch adhesives. *ISRN Dent* [Internet]. 2012 Apr 29;2012:204813. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22611501>
118. Fahl N, Denehy GE, Jackson RD. Protocol for predictable restoration of anterior teeth with composite resins. *Pract Periodontics Aesthet Dent* [Internet]. 1995 Oct;7(8):13–21; quiz 22. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9002897>
119. Dumanli AG, Savin T. Recent advances in the biomimicry of structural colours. *Chem Soc Rev* [Internet]. 2016;45(24):6698–724. Available from: <http://xlink.rsc.org/?DOI=C6CS00129G>
120. Noh H, Liew SF, Saranathan V, Mochrie SGJ, Prum RO, Dufresne ER, et al. How Noniridescent Colors Are Generated by Quasi-ordered Structures of Bird Feathers. *Adv Mater* [Internet]. 2010 Apr 16;22(26–27):2871–80. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.200903699>
121. Suzuki H, Taira M, Wakasa K, Yamaki M. Refractive-index-adjustable fillers for visible-light-cured dental resin composites: preparation of TiO₂-SiO₂ glass powder by the sol-gel process. *J Dent Res* [Internet]. 1991 May 8;70(5):883–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1850765>
122. Aytac F, Karaarslan ES, Agaccioglu M, Tastan E, Buldur M, Kuyucu E. Effects of Novel Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2016 Jul;28(4):247–61. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12215>
123. Hosoya Y, Shiraishi T, Odatsu T, Nagafuji J, Kotaku M, Miyazaki M, et al. Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. *J Oral Sci* [Internet]. 2011 Sep;53(3):283–91. Available from: http://www.jstage.jst.go.jp/article/josnusd/53/3/53_3_283/_article
124. Ingegard Johansson PS, editor. The cleaning of teeth. In: *Handbook for cleaning/decontamination of surfaces*. 1st Editio. Elsevier Science; 2007. p. 371–405.
125. Hunter ML, Addy M, Pickles MJ, Joiner A. The role of toothpastes and toothbrushes in the aetiology of tooth wear. *Int Dent J* [Internet]. 2002 Oct;52:399–405. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0020653920358962>
126. KURT M, TURHAN BAL B, BAL C. Actual Methods of Color Measurement: A Systematic Review. *Turkiye Klin J Dent Sci* [Internet]. 2016;22(2):130–46. Available from:

<http://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-actual-methods-of-color-measurement-a-systematic-review-71830.html>

127. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1998 Dec;80(6):642–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9830067>
128. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J* [Internet]. 2007 Oct;57(5):324–30. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17992918>
129. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int* [Internet]. 2009 Oct;40(9):e69–79. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19862392>
130. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2017 Sep;29(5):303–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28742283>
131. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2009 Mar;101(3):193–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19231572>
132. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl* [Internet]. 2005 Feb;30(1):21–30. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.20070>
133. Mangine H, Jakes K, Noel C. A preliminary comparison of CIE color differences to textile color acceptability using average observers. *Color Res Appl* [Internet]. 2005 Aug;30(4):288–94. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.20124>
134. Perez MDM, Ghinea R, Herrera LJ, Ionescu AM, Pomares H, Pulgar R, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent* [Internet]. 2011 Dec;39 Suppl 3:e37–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21986320>
135. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2015 Mar;27 Suppl 1:S1–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25886208>
136. Anfe TE de A, Agra CM, Vieira GF. Evaluation of the possibility of removing staining by repolishing composite resins submitted to artificial aging. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2011 Aug;23(4):260–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21806759>
137. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* [Internet]. 2005 May;33(5):389–98. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15833394>
138. Fontes ST, Fernández MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2009 Oct;17(5):388–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19936513>
139. Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent* [Internet]. 2012 Jul;40 Suppl 1:e57–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22239912>
140. Moharamzadeh K, Van Noort R, Brook IM, Scutt AM. HPLC analysis of components released from dental composites with different resin compositions using different extraction media. *J Mater Sci Mater Med* [Internet]. 2007 Jan;18(1):133–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17200823>

141. Awliya WY, Al-Alwani DJ, Gashmer ES, Al-Mandil HB. The effect of commonly used types of coffee on surface microhardness and color stability of resin-based composite restorations. *Saudi Dent J* [Internet]. 2010 Oct;22(4):177–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24109166>
142. Pruthi G, Jain V, Kandpal HC, Mathur VP, Shah N. Effect of Bleaching on Color Change and Surface Topography of Composite Restorations. *Int J Dent* [Internet]. 2010;2010:1–7. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/ijd/2010/695748/>
143. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C V. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent* [Internet]. 2010 Jan;38 Suppl 2:e137-42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20553993>
144. Celik N, Iscan Yapar M. Colour stability of stained composite resins after brushing with whitening toothpaste. *Int J Dent Hyg* [Internet]. 2021 Nov 18;19(4):413–20. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/idh.12529>
145. AYDIN N, KARAOĞLANOĞLU S, OKTAY EA, ERSÖZ B. INVESTIGATION OF SINGLE SHADE COMPOSITE RESIN SURFACE ROUGHNESS AND COLOR STABILITY. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg* [Internet]. 2021 Oct 17;1–1. Available from: <https://dergipark.org.tr/en/doi/10.17567/ataunidfd.895734>
146. Fidan M, Yeşilırmak N, Tunçdemir makbule tuğba. Kahve ile Renklendirmenin Kompozit Rezinlerde Renk Stabilitesi ve Translüsensi Parametresi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Necmettin Erbakan Univ Dis Hekim Derg (NEU Dent J), Necmettin Erbakan*. 2021;3(1).
147. GÖNDER HY, ELMACI İ, KARAKÖY H. Beyazlatıcı Etkili Diş Macunlarının Renklendirilmiş Kompozit Materyalindeki Renk Değişimine Etkisi. *Necmettin Erbakan Univ Dis Hekim Derg (NEU Dent J), Necmettin Erbakan* [Internet]. 2022 Aug 31;48–54. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2358514>
148. Demir F, Aybala Oktay E, Karaoğlanoğlu S, Toksoy Topçu F, Bilgeç E, Aydın N. Examining the effect of in vitro toothbrushing and the effect of different whitening toothpaste usages on the color change of a nanofilled composite. *Gulhane Med J* [Internet]. 2021 Feb 2;63(1):30–4. Available from: http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_44747/GMJ-63-30-En.pdf
149. Mehrgan S, Kermanshah H, Omrani LR, Ahmadi E, Rafeie N. Comparison the effect of charcoal-containing, hydrogen peroxide-containing, and abrasive whitening toothpastes on color stability of a resin composite; an in vitro study. *BMC Oral Health* [Internet]. 2021 Dec 19;21(1):594. Available from: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-021-01956-8>
150. Gyeong-Ji WOO; Eun-Kyong KIM; Seong-Hwa JEONG; Keun-Bae SONG; Hyo-Jin GOO; Eun-Suk JEON; Youn-Hee CHOI. Comparison of the whitening effect of toothpastes containing 0.25% hydroxyapatite and 0.75% hydrogen peroxide. *J Korean Acad Oral Heal*. 2014;3–9.
151. Raoufi S, Birkhed D. Effect of whitening toothpastes on tooth staining using two different colour-measuring devices--a 12-week clinical trial. *Int Dent J* [Internet]. 2010 Dec;60(6):419–23. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21302741>
152. Harorlı OT, Barutçigil C. Color recovery effect of commercial mouth rinses on a discolored composite. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2014 Aug;26(4):256–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24974971>
153. de Abreu JLB, Sampaio CS, Benalcázar Jalkh EB, Hirata R. Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations. *J Esthet Restor Dent* [Internet]. 2021 Mar 29;33(2):269–76. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12659>

154. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* [Internet]. 29(2):203–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15088733>
155. Bansal K, Gupta S, Nikhil V, Jaiswal S, Jain A, Aggarwal N. Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Resin Composite and Enamel: An In vitro Profilometric and Scanning Electron Microscopy Study. *Int J Appl basic Med Res* [Internet]. 2019;9(3):154–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31392178>
156. Rosema NAM, Adam R, Grender JM, Van der Sluijs E, Supranoto SC, Van der Weijden GA. Gingival abrasion and recession in manual and oscillating-rotating power brush users. *Int J Dent Hyg* [Internet]. 2014 Nov 28;12(4):257–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24871587>
157. Turgut S, Kılınç H, Ulusoy KU, Bagis B. The Effect of Desensitizing Toothpastes and Coffee Staining on the Optical Properties of Natural Teeth and Microhybrid Resin Composites: An In-Vitro Study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2018 Dec 23;2018:1–7. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/9673562/>
158. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2005 Aug;94(2):118–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16046965>
159. Kam Hepdeniz Ö, Seçkin Kelten Ö, Gürdal O. Cam iyonomer içerikli dört farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *SDÜ Sağlık Bilim Derg* [Internet]. 2019 Mar 20; Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.22312/sdusbed.468329>
160. Wan Bakar W, McIntyre J. Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive acids. *Aust Dent J* [Internet]. 2008 Sep;53(3):226–34. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1834-7819.2008.00053.x>
161. Ayşe Aslı ŞENOL, Seda ÖZMEN, Bengü DOĞU, Özlem KANAR PYA. Whitening Toothpastes. *Türkiye Klin J Dent Sci*. 2020;78–88.
162. van Loveren C, Duckworth RM. Anti-calculus and whitening toothpastes. *Monogr Oral Sci* [Internet]. 2013;23:61–74. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23817060>
163. Vaz VTP, Jubilato DP, Oliveira MRM de, Bortolatto JF, Floros MC, Dantas AAR, et al. Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective? *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2019 Jan 14;27:e20180051. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30673027>
164. 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 Esthet Restor Dent* [Internet]. 2018 Jan;30(1):59–69. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29205770>
165. Baig A, He T, Buisson J, Sagel L, Suszcynsky-Meister E, White DJ. Extrinsic whitening effects of sodium hexametaphosphate--a review including a dentifrice with stabilized stannous fluoride. *Compend Contin Educ Dent* [Internet]. 2005 Sep;26(9 Suppl 1):47–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16999010>
166. Fabritius-Vilpoux K, Enax J, Herbig M, Raabe D, Fabritius H-O. Quantitative affinity parameters of synthetic hydroxyapatite and enamel surfaces in vitro. *Bioinspired, Biomim Nanobiomaterials* [Internet]. 2019 Jun 1;8(2):141–53. Available from: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jbibn.18.00035>
167. Kaizer MR, de Oliveira-Ogliari A, Cenci MS, Opdam NJM, Moraes RR. Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dent Mater* [Internet]. 2014 Apr;30(4):e41-78. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24529799>

168. Benetti AR, Ribeiro de Jesus VCB, Martinelli NL, Pascotto RC, Poli-Frederico RC. Colour stability, staining and roughness of silorane after prolonged chemical challenges. *J Dent* [Internet]. 2013 Dec;41(12):1229–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24120922>
169. Ertas E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J* [Internet]. 2006 Jun;25(2):371–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16916243>
170. dos Santos JHA, Silva NM de L, Gomes MGN, Paschoal MAB, Gomes IA. Whitening toothpastes effect on nanoparticle resin composite roughness after a brushing challenge: An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(4):e334–9.
171. 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* [Internet]. 2010 Jan;38 Suppl 2:e123-8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20193728>
172. Shimokawa C, Giannini M, André CB, Sahadi BO, Faraoni JJ, Palma-Dibb RG, et al. In Vitro Evaluation of Surface Properties and Wear Resistance of Conventional and Bulk-fill Resin-based Composites After Brushing With a Dentifrice. *Oper Dent* [Internet]. 2019 Nov 1;44(6):637–47. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30702404>
173. Pinto CF, Oliveira R de, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res* [Internet]. 2004 Dec;18(4):306–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16089261>
174. dos Santos J, Silva N, Gomes M, Paschoal M, Gomes I. Whitening toothpastes effect on nanoparticle resin composite roughness after a brushing challenge: An in vitro study. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2019;0–0. Available from: <http://www.medicinaoral.com/medoralfree01/aop/55533.pdf>
175. TEZEL TPZOKH, ÖZATAŞ TKF. AfİNDİRİCİLİK DEĞERLERİ FARKLI BEYAZLATICI DEĞİ MACUNLARININ KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE MİKROSERTELİĞİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ. *GÜ DİŞ Hek Fak Derg*. 2007;2(24):89–95.
176. Binhasan M, Solimanie AH, Almuammar KS, Alnajres AR, Alhamdan MM, Al Ahdal K, et al. The Effect of Dentifrice on Micro-Hardness, Surface Gloss, and Micro-Roughness of Nano Filled Conventional and Bulk-Fill Polymer Composite-A Micro Indentation and Profilometric Study. *Mater (Basel, Switzerland)* [Internet]. 2022 Jun 20;15(12):4347. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35744406>
177. Wattanapayungkul P, Yap AUJ, Chooi KW, Lee MFLA, Selamat RS, Zhou RD. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. *Oper Dent* [Internet]. 2019;29(4):398–403. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15279478>
178. Takahashi R, Jin J, Nikaido T, Tagami J, Hickel R, Kunzelmann K-H. Surface characterization of current composites after toothbrush abrasion. *Dent Mater J* [Internet]. 2013;32(1):75–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23370873>
179. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater* [Internet]. 1997 Jul;13(4):258–69. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11696906>
180. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J* [Internet]. 2004 Jan 10;196(1):42–5; discussion 31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14966503>

181. 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* [Internet]. 2016 Apr 23;10(2):170–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27095891>
182. Philpotts CJ, Cariddi E, Spradbery PS, Joiner A. In vitro evaluation of a silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of teeth containing anterior restoration materials. *J Dent* [Internet]. 2017 Dec;67S:S29–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28826984>
183. Yilmaz MN, Gul P, Unal M, Turgut G. Effects of whitening toothpastes on the esthetic properties and surface roughness of a composite resin. *J Oral Sci* [Internet]. 2021 Oct 1;63(4):320–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34470987>
184. Telatar GY, Bedir F. In Vitro Effects of Fluoride, Hydroxyapatite, and Bromelain-Containing Toothpaste Types on Surface Roughness of Different Restorative Materials. *J Adv Oral Res* [Internet]. 2021 Nov 8;12(2):267–76. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2320206820987429>

