



**REZİN KOMPOZİT YÜZEYLERİNDE MODELASYON LİKİTİ VE
ADEZİV AJAN KULLANILMASININ PÜRÜZLÜLÜK RENK
STABİLİTESİ VE MİKROSERTLİK ÜZERİNE ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Mert KARAKAŞ

**Danışman
Prof. Dr. Hacer DENİZ ARISU**

**UZMANLIK TEZİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

HAZİRAN 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mert KARAKAŞ

27/06/2025

REZİN KOMPOZİT YÜZEYLERİNDE MODELASYON LİKİTİ VE ADEZİV AJAN
KULLANILMASININ PÜRÜZLÜLÜK RENK STABİLİTESİ VE MİKROSERTLİK ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

(Uzmanlık Tezi)

Mert KARAKAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Haziran 2025

ÖZET

Rezin kompozitler ile yapılan restorasyonlar sırasında, materyalin fırça ve el aletlerine yapışmasını engelleyerek modelasyonu kolaylaştırmak amacıyla modelasyon likitleri ve adezivler kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasının amacı rezin kompozitlerin modelasyon sırasında kullanılan farklı nesil adezivler ve farklı içeriğe sahip modelasyon likitlerinin gliserin jel altında polimerizasyonları sonrası bitirme ve parlatma yapılmamış ve yapılmış yüzeylerde rezin kompozitin, klinik başarısında da önem arz eden renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik özellikleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir. Rezin kompozit (Filtek Z550) yüzeyleri hava ile temas edecek şekilde, şeffaf selüloid bant altında, gliserin jel altında ve yüzeye 5 farklı modelasyon ajanı (Optibond FL, Scotchbond Universal, Modeling Liquid, Estenia C&B, Composite Wetting Resin) uygulandıktan sonra gliserin jel altında polimerize edilecek şekilde 8 çalışma grubu için toplam 160 örnek hazırlandı. Hazırlanan örnekler polimerizasyon sonrası bitirme ve parlatma işlemleri gerçekleştirilip gerçekleştirilmemesine göre iki alt gruba ayrıldı. Bitirme ve parlatma uygulanan alt gruptaki örneklerle 320, 800, 1200, 2000 ve 4000 grid silikon karbid zımparalarla 60'ar saniye 300 rpm hızda su soğutması altında bitirme ve parlatma işlemi uygulandı. Örneklerin tümü, post polimerizasyon için 24 saat 37 °C etüvde distile su içerisinde bekletildi ve başlangıç ölçümlerinden sonra 7 gün kahve ile renklendirme prosedürüne tabi tutuldu. Renk ölçümleri spektrofotometre (Vita Easy Shade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya), pürüzlülük ölçümleri profilometre cihazı (Surfest SJ-301, Mitutaya, Japonya), mikrosertlik ölçümleri Vickers sertlik ölçüm cihazı (HVM-700 Microhardness Tester, Shimadzu, Japonya) kullanılarak başlangıç ve 7 günlük yaşlandırma sonrasında ölçüldü. Örneklerdeki renk değişimi (ΔE), pürüzlülük değerleri (Ra_1 , Ra_7 , ΔRa) ve mikrosertlik değerleri (VHN_1 , VHN_7 , ΔVHN) hesaplandı. Grup karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, grupların ikili karşılaştırmalarında Mann-Whitney U testi kullanıldı ($\alpha=0.05$). Başlangıç ve 7 gün sonundaki pürüzlülük ve mikrosertlik değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Ranks test kullanıldı ($\alpha=0.05$). Çalışma sonuçlarına göre modelasyon ajanı kullanılması bitirme ve parlatma işlemlerinin gerçekleştirilmediği yüzeylerde renk stabilitesi ve pürüzlülük açısından olumlu sonuçlar verdi. Modelasyon ajanlarının içerdiği monomer türü ve doldurucu oranları rezin kompozit yüzeyinin hem optik hem de mekanik özelliklerini anlamlı şekilde etkiledi. Kullanılan modelasyon ajanından bağımsız olarak bitirme ve parlatma işlemlerinin grupları renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği yönünden olumlu yönde etkilediği görüldü. Samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanan adeziv rezin ve modelasyon likitlerinin renk stabilitesi ve pürüzlülük değerleri bakımından olumlu sonuçları gözlenmiş olduğundan, bitirme ve parlatma işlemlerinin uygulanmasının mümkün olamayacağı rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon yapılırken el aletlerinin yüzeyde oluşturabileceği pürüzlülüğü gidermek için bir adeziv rezin veya modelasyon likitinin samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanması tavsiye edilebilir.

Bilim Kodu : 10101.08
Anahtar Kelimeler : Modelasyon likiti, Gliserin jel, Şeffaf selüloid bant, Adeziv, Rezin kompozit
Sayfa Adedi : 121
Danışman : Prof. Dr. Hacer DENİZ ARISU

EXAMINATION OF THE EFFECTS OF MODELING LIQUID AND ADHESIVE AGENTS ON
SURFACE ROUGHNESS COLOR STABILITY, AND MICROHARDNESS OF RESIN
COMPOSITE SURFACES

(Speciality Thesis)

Mert KARAKAS

GAZI UNIVERSITY
FACULTY OF DENTISTRY

June 2025

ABSTRACT

When performing resin composite restorations, to prevent the material from sticking to brushes and hand instruments, and to facilitate the modeling process modeling liquids and adhesives can be used. The aim of this study is to evaluate the effects of different adhesives and modeling liquids with varying compositions on color stability, surface roughness, and microhardness which are also critical for the clinical success of the material. A total of 160 specimens were prepared for 8 study groups with resin composite (Filtek Z550) polymerized in contact with air, under a transparent celluloid strip, under glycerin gel, and under glycerin gel after the application of five different modeling agents (Optibond FL, Scotchbond Universal, Modeling Liquid, Estenia C&B, Composite Wetting Resin). After polymerization, the specimens were divided into two subgroups according to whether finishing and polishing procedures were applied. In the subgroup subjected to finishing and polishing, the surfaces were treated using 320, 800, 1200, 2000, and 4000 grit silicon carbide abrasive papers under water cooling at 300 rpm for 60 seconds each. All specimens were stored in distilled water at 37 °C for 24 hours for post-polymerization and then subjected to a 7-day coffee aging procedure after initial measurements. Color measurements were performed with a spectrophotometer (Vita Easy Shade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), surface roughness with a profilometer (Surfest SJ-301, Mitutoyo, Japan), and microhardness with a Vickers hardness tester (HMV-700 Microhardness Tester, Shimadzu, Japan), both at baseline and after 7 days of aging. Color change (ΔE), surface roughness values (Ra_1 , Ra_7 , ΔRa), and microhardness values (VHN_1 , VHN_7 , ΔVHN) were calculated. Kruskal-Wallis test was used for group comparisons, and Mann-Whitney U test was used for pairwise comparisons ($\alpha = 0.05$). The Wilcoxon Signed Ranks test was used to compare the surface roughness and microhardness values between baseline and after 7 days aging ($\alpha = 0.05$). According to the results, the use of modeling agents yielded favorable results in terms of color stability and surface roughness on surfaces where finishing and polishing were not performed. The monomer types and filler contents of the modeling agents significantly affected both the optical and mechanical properties of the resin composite surfaces. Regardless of the modeling agent used, finishing and polishing procedures positively influenced color stability, surface roughness, and surface hardness. Since adhesive resins and modeling liquids applied with a sable brush yielded favorable results in terms of color stability and surface roughness, it can be recommended that, in clinical situations where finishing and polishing is not feasible, an adhesive resin or modeling liquid can be applied to the surface using a sable brush to reduce the surface roughness potentially caused by hand instruments during modeling.

Science Code : 10101.08

Key Words : Modeling liquid, Glycerin gel, Mylar strip, Bonding agent, Resin composite

Page Number : 121

Supervisor : Prof. Dr. Hacer DENİZ ARISU

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında bilgi, tecrübe ve desteğiyle her daim yanımda olan, akademik hayatım boyunca bana rehberlik eden çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Hacer Deniz Arısu'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecinde bilgi ve deneyimleriyle bana katkı sağlayan, görüş ve önerileriyle araştırmamın şekillenmesine destek olan değerli hocalarım Prof. Dr. Mine Betül Üçtaşlı, Prof. Dr. Oya Bala, Prof. Dr. Suat Özcan, Doç. Dr. Sinem Akgül, Doç. Dr. Hanife Altınışik, Doç. Dr. Cemile Kedici Alp, Dr. Öğr. Üyesi Merve Nezir, Dr. Öğr. Görevlisi Melike Aydos Ekiz'e teşekkür ederim.

Bu sürecin her anında yanımda olan hem hayat arkadaşım hem de bu tezdeki en büyük destekçim olan nişanlım Sena Balaban'a sonsuz minnettarım. Onun varlığı, sabrı ve sevgisi bu çalışmanın en güçlü motivasyon kaynağı oldu.

Ayrıca destekleriyle bana güç veren sevgili arkadaşlarım Asude Mürüvvet Oğuz, Zeynep Aydın, Umut Dağdeviren, İlknur Akay, Arda Bingöl, Ayşenur Yazım, Sümeyye Kanlıdere, Ayşenur Çelik, Cansu Dağdelen ve Rümeysa Eser'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana inanan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Meral Karakaş ve babam İsmail Karakaş'a, her daim yanımda olan değerli ablam Melda Polat, eniştem İsmail Polat ve canım yeğenim Elif Polat'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu *in-vitro* tez çalışması "TDH-2023-8300" kodlu proje ile Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Rezin Esaslı Kompozitler	3
2.1.1. Rezin kompozitlerin yapısı.....	3
2.1.2. Rezin kompozitlerin yapısı.....	3
2.1.3. Rezin kompozitlerin sınıflandırılması	13
2.2. Rezin kompozitlerin Manipülasyonu	18
2.2.1. Paslanmaz çelik el aletleri	18
2.2.2. Yapışmaz el aletleri	19
2.2.3. Lübrikantlar	19
2.2.4. Oksijen inhibisyon tabakası	27
2.3. Test Yöntemleri	29
2.3.1. Renk değişimi.....	29
2.3.2. Pürüzlülük	31
2.3.3. Mikrosertlik.....	32
2.4. Çalışmanın Amacı ve Sıfır Hipotezleri.....	33

	Sayfa
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Kullanılan Materyaller.....	35
3.2. Numunelerin Hazırlanması.....	36
3.3. Yaşlandırma prosedürleri.....	45
3.4. Ölçümler	46
3.4.1. Renk ölçümleri	46
3.4.2. Pürüzlülük ölçümleri	47
3.4.3. Mikrosertlik ölçümleri.....	48
3.4.4. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi.....	49
3.5. İstatistiksel Analiz.....	51
4. BULGULAR	53
4.1. Renk Değişim Bulguları	53
4.2. Pürüzlülük Bulguları.....	55
4.2.1. Başlangıç pürüzlülük bulguları	55
4.2.2. 7. gün pürüzlülük bulguları	56
4.3. Mikrosertlik Bulguları	60
4.3.1. Başlangıç mikrosertlik bulguları	60
4.3.2. 7. gün mikrosertlik bulguları.....	62
4.4. SEM Analizi	66
4.4.1. Yüzey analizleri.....	66
4.4.2. Kesit analizleri.....	70
5. TARTIŞMA	75
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	103
6.1. Klinik Öneriler.....	103
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	119

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Rezin kompozitlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüğü ve yüzdelere göre sınıflandırılması.....	13
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	35
Çizelge 4.1. Grupların ΔE bulgularının ortalama ve ortanca değerleri.....	53
Çizelge 4.2. Grupların 1. günde ölçülen başlangıç pürüzlülük bulgularının ortalama ve ortanca değerleri.....	55
Çizelge 4.3. Grupların 7. günde ölçülen pürüzlülük bulgularının ortalama ve ortanca değerleri.....	56
Çizelge 4.4. Başlangıç ve 7. gün Ra değerlerinin Wilcoxon testi ile karşılaştırılması ..	58
Çizelge 4.5. Grupların ΔRa değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri	59
Çizelge 4.6. Grupların 1. günde ölçülen mikrosertlik bulgularının ortalama ve ortanca değerleri.....	61
Çizelge 4.7. Grupların 7. günde ölçülen mikrosertlik bulgularının ortalama ve ortanca değerleri.....	62
Çizelge 4.8. Başlangıç ve 7. gün VHN değerlerinin Wilcoxon testi ile karşılaştırılması	64
Çizelge 4.9. Grupların ΔVHN değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri.....	65

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bis-GMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı	4
Şekil 2.2. UDMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı	5
Şekil 2.3. TEGDMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı	5
Şekil 2.4. Bis-EMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	6
Şekil 2.5. HEMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	6
Şekil 2.6. 4-META molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.7. GPDM molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	7
Şekil 2.8. 10-MDP molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı	8
Şekil 2.9. γ -methacryloxy-propyl- trimethoxy silan'ın 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	9
Şekil 2.10. Bütilat hidroksitolüen'in 2 boyutlu kimyasal yapısı	10
Şekil 2.11. CQ'nun 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	11
Şekil 2.12. DMPT'nin 2 boyutlu kimyasal yapısı.....	11
Şekil 2.13. MAPO ve BAPO'nun 2 boyutlu kimyasal yapısı	12
Şekil 3.1. Samur fırça ile numune yüzeyinde yapılan modelasyon hareketlerinin tasviri.....	43
Şekil 3.2. Çalışma gruplarının oluşturulması	45
Şekil 4.1. Grupların ΔE bulgularının ortalama ve standart sapma değerleri.....	54
Şekil 4.2. Grupların Ra1 ve Ra7 ortalama ve standart sapma değerleri.....	58
Şekil 4.3. ΔRa değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	60
Şekil 4.4. Başlangıç ve 7. gün VHN değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri.....	65
Şekil 4.5. Grupların ΔVHN değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri.....	66

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Pleksiglass numune hazırlama kalıpları	36
Resim 3.2. Çalışmada kullanılan polietilen köpük materyalden uca sahip yapışmaz el aleti Optrasculpt	37
Resim 3.3. Çalışmada operatörün kullandığı büyütme	37
Resim 3.4. Çalışmada kullanılan nanohibrit rezin kompozit materyal Filtek Z550 A2	37
Resim 3.5. Çalışmada kullanılan gliserin jel	39
Resim 3.6. Çalışmada kullanılan dördüncü nesil bağlayıcı ajanın adezivi	39
Resim 3.7. Çalışmada kullanılan samur fırça ve başlığı	40
Resim 3.8. Çalışmada kullanılan üniversal adeziv	41
Resim 3.9. Çalışmada kullanılan doldurucu içermeyen modelasyon likiti	41
Resim 3.10. Çalışmada kullanılan indirekt modelasyon likiti	41
Resim 3.11. Çalışmada kullanılan doldurucu içeren modelasyon likiti	42
Resim 3.12. Samur fırçanın alkol ile temizlenmesi işlemi	42
Resim 3.13. Samur fırçada bulunan fazla modelasyon ajanının uzaklaştırılması	42
Resim 3.14. Çalışmada kullanılan ışık cihazı	43
Resim 3.15. Çalışmada kullanılan radyometre	44
Resim 3.16. Çalışmada kullanılan yaşlandırma solüsyonu içeriği	46
Resim 3.17. Çalışmada kullanılan spektrofotometre	46
Resim 3.18. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı	47
Resim 3.19. Çalışmada kullanılan mikrosertlik ölçüm cihazı	49
Resim 3.20. Çalışmada kullanılan SEM numuneleri hazırlama kalıpları	50
Resim 3.21. Çalışmada kullanılan altın kaplama cihazı	50
Resim 3.22. Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskop cihazı	51
Resim 4.1. A gruplarının 1000x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri	67

Resim	Sayfa
Resim 4.2. Grup 1A, 2A ve 3A'nın 120x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri.....	68
Resim 4.3. B gruplarının 1000x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri.....	69
Resim 4.4. A gruplarının kesitlerinden 120x büyütme altında alınan SEM görüntüleri.....	71
Resim 4.5. A gruplarının kesitlerinden 500x büyütme altında alınan SEM görüntüleri.....	73



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
%	Yüzde
°	Derece
°C	Derece santrigrad+celcius
µm	Mikrometre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
Kısaltmalar	Açıklamalar
10-MDP	10-Metakriloksidesil dihidrojen fosfat
4-META	4-Metakriloksietil trimellitat anhidrid
ADA	American Dental Association
AFM	Atomik güç mikroskobu
BAPO	Bisasilfosfin oksit
BHN	Brinell sertlik değeri
BHT	Bütilat hidroksitolüen
Bis-EMA	Etoksilat bisfenol glikol dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol-A glisidil metakrilat
BP	Benzofenon
BPA	Bisfenol A
CIE	Uluslararası aydınlatma komisyonu
CQ	Kamforokinon
DMAEMA	Dietilaminoetil metakrilat
DMPT	n-dimetil-p-toluidin
EC50	Yarım maksimal etkili konsantrasyon

Kısaltmalar**Açıklamalar**

ED50	Medyan etkili konsantrasyon
EDMAB	Etil-4-4dietilaminobenzoat
GMA	Glisidil ester metakrilat
GPDM	2-Gliserofosfat dimetakrilat
HEMA	Hidroksi etil metakrilat
KHN	Knopp sertlik değeri
KHN	Knopp sertlik değeri
MA	Metakrilik asit
MAPO	Monoasilfosfin oksit
PPD	1-fenil-1,2 propandion
RHN	Rockwell sertlik değeri
SBMP	Scotchbond Multi Purpose
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
TEG	Trietilen glikol
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
TPO	Difenil fosfin oksit
UDMA	Üretan dimetakrilat
UEDMA	Alifatik üretan dimetakrilat
UV	Ultraviyole
VHN	Vickers sertlik değeri

1. GİRİŞ

Günümüzde diş hekimliğinde estetik ve fonksiyonel beklentilerin artması, rezin kompozit materyallerin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Resin kompozitler hem ön hem de arka diş restorasyonlarında yaygın olarak kullanılmakta olup; estetik, biyomekanik ve biyolojik avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. Başarılı bir restorasyonun temel gereksinimlerinden biri, yapılan restorasyonun uzun süreli parlaklığını ve pürüzsüzlüğünü koruyabilmesidir. Restorasyonun yüzey kalitesi; estetik görünüm, plak birikimi, renk stabilitesi ve aşınma direnci gibi birçok önemli parametreyi doğrudan etkilemektedir.

Resin kompozitlerin yüzey kalitesi; temel olarak materyalin kimyasal bileşimi, dolgu partikül yapısı, partikül boyutu ve dağılımı, uygulama tekniği, polimerizasyon yöntemi ve son olarak bitirme ve parlatma başarısı ile yakından ilişkilidir. Klinik uygulamalarda, özellikle ön bölgelerde restorasyonların doğal diş yapısına benzer şekilde modele edilebilmesi için farklı teknikler ve yardımcı ajanlar kullanılabilmektedir. Son yıllarda, resin kompozitlerin şekillendirilmesi ve aletlerin resin kompozite yapışmasının engellenmesi amacıyla geliştirilen modelasyon likitleri, uygulama pratikliğini artırmak amacıyla klinik uygulamalarda giderek daha fazla tercih edilmektedir.

Modelasyon likitleri, çoğunlukla düşük viskoziteli, dimetakrilat bazlı monomerlerden oluşan ve resin kompozitlerin işlenebilirliğini artırmayı hedefleyen yardımcı ajanlardır. Bu likitlerin kullanımıyla birlikte, uygulama sırasında spatül veya fırçanın kompozite yapışması azaltılarak; daha düzgün konturlar ve daha kolay şekillendirme imkanı sunulmaktadır. Bununla birlikte, modelasyon likitlerinin kompozit materyalin yüzeyinde oluşturduğu monomer film tabakasının, restorasyonun nihai yüzey pürüzlülüğü, parlaklığı, aşınma direnci ve renk stabilitesi üzerinde olası olumsuz etkiler yaratabileceğine dair endişeler gündeme gelmiştir.

Literatürde, modelasyon likitlerinin kompozit rezinlerin yüzey kalitesi üzerine etkileri ile ilgili çalışmalar kısıtlı olup; mevcut veriler çelişkilidir. Bazı araştırmalar, modelasyon likitlerinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığını ve parlaklığı azalttığını bildirmekte; bazı çalışmalar ise bitirme ve parlatma işlemleri sonrası bu olumsuz etkinin minimal olduğunu ve klinik açıdan anlamlı bir farklılık oluşmadığını belirtmektedir. Bununla birlikte, farklı resin kompozit türleri (nanohibrit, mikrohibrit, mikrofil vb.), kullanılan modelasyon likitinin

kimyasal yapısı ve uygulama protokolü gibi değişkenler sonuçlarda farklılıklara yol açabilmektedir.

Bu tez çalışmasında, rezin kompozitlerin modelasyonu sırasında fırça ve el aletlerine yapışmasını önlemek amacıyla kullanılan farklı nesil adezivler ile farklı içeriklere sahip modelasyon likitlerinin, gliserin jel altında gerçekleştirilen polimerizasyonları sonrasında bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış yüzeylerde renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik üzerindeki etkileri klinikte polimerizasyonda sıklıkla kullanılan yöntemler olan hava ile temas edecek şekilde , şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerizasyonla karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. Bu sayede, modelasyon likiti kullanımının restorasyonun klinik başarısı açısından taşıdığı önemin ortaya konulması ve klinik uygulamalara bilimsel bir bakış açısı kazandırılması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Rezin Esaslı Kompozitler

2.1.1. Rezin kompozitlerin yapısı

Kompozit materyaller, farklı fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip en az iki bileşenden oluşmaktadır. Kompozit bir materyalin fiziksel ve mekanik özellikleri, bileşenlerinin özelliklerinden farklıdır ve genellikle bileşenlerin özelliklerinin ortalamasıdır. Mine ve dentin doğal kompozit yapılardır. Restoratif diş hekimliğinde kullanılan kompozit materyaller ise cam iyonomerler, rezin-modifiye cam iyonomerler ve monomer esaslı rezin esaslı kompozitlerdir [1].

Rezin kompozitler, dişlerde meydana gelen sert doku kayıplarının tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Rezin kompozitler, diş rengine uygun farklı tonlarda seçeneklerinin bulunması ve indirekt restorasyonlara göre daha az maliyetli olmaları nedeniyle günümüzde en çok tercih edilen direkt restoratif materyallerdir [2]. Rezin kompozitlerin avantajlarının yanında teknik hassasiyetlerinin fazla olması, zaman alıcı adeziv basamaklar gerektirmeleri, restorasyon sonrası fiziksel ve estetik özelliklerinin değişmesi gibi dezavantajları da mevcuttur [3].

2.1.2. Rezin kompozitlerin yapısı

Rezin kompozitler organik faz, inorganik faz ve ara faz olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır [3].

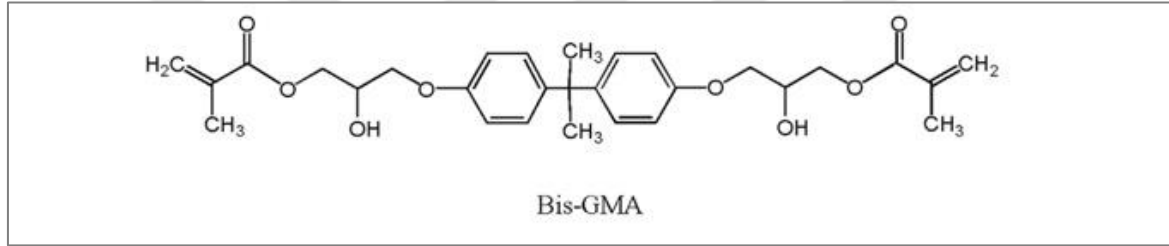
Organik faz

Diş hekimliğinde kullanılan rezin kompozitlerin organik fazının büyük kısmı bisfenol glisidil metakrilat (Bis-GMA) ve üretan dimetakrilat (UDMA) gibi monomerlerden oluşmaktadır [4]. Bu monomerler yüksek viskoziteye sahiptir. Rezin kompoziti dilüe etmek ve manipülasyonunu kolaylaştırmak için rezin kompozitlere trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), bisfenol etoksilat dimetakrilat (Bis-EMA), alifatik üretan dimetakrilat (UEDMA), aromatik üretan dimetakrilat ve yüksek dallı metakrilatlar gibi düşük molekül ağırlıklı monomerler eklenmektedir [4, 5]. Bunların yanında rezin kompozitlerin yüzeylere

bağlanması için üretilen adeziv rezin sistemlere, bağlanma gücünü arttırmak için eklenen 4-metakriloksietil trimellitat anhidrid (4-META), 2 glisero-fosfat dimetakrilat (GPDM) ve 10-metakriloksidetil dihidrojen fosfat (10-MDP) gibi fonksiyonel monomerler vardır [6].

Bisfenol-A glisidil metakrilat (Bis-GMA)

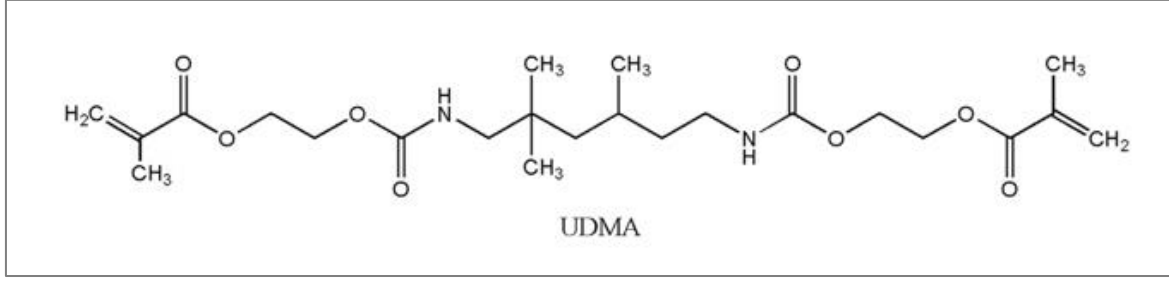
Bis-GMA, bisfenol A (BPA) ve glisidil ester metakrilattan (GMA) oluşmakta ve piyasadaki çoğu adeziv rezinin yapısını oluşturmaktadır [7]. Bis-GMA (Şekil 2.1.), yüksek viskoziteye ve hidrofobik bir yapıya sahiptir. Bis-GMA'nın düşük polimer dönüşümünün olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için daha düşük moleküler ağırlığa sahip olan hidroksi etil metakrilat (HEMA) ve TEGDMA gibi monomerler eklenmektedir [6].



Şekil 2.1. Bis-GMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

Üretan dimetakrilat (UDMA)

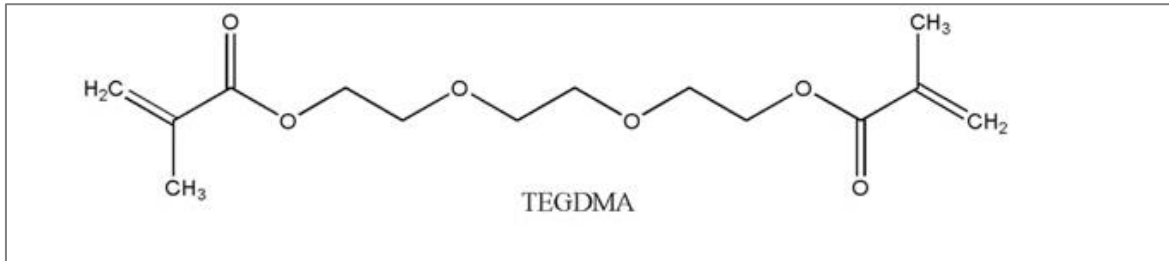
UDMA, Bis-GMA ile karşılaştırıldığında daha düşük moleküler ağırlık ve viskoziteye sahip, geniş dizilimli bir dimetakrilat monomeridir (Şekil 2.2.). UDMA sıklıkla Bis-GMA ve/veya TEGDMA ile kullanılır. Düşük moleküler ağırlık sayesinde restorasyon alt tabakalarına daha iyi monomerik difüzyon gerçekleşir ve bağlanma kuvvetini arttıracak olan doldurucu partiküllerin dahil edilmesine olanak sağlamaktadır. Bunların yanında UDMA, radikal oluşumunu ve polimerizasyon hızını arttıran tersiyer amin gibi hidrojen verici görevi görmektedir, fakat tersiyer aminden daha az etkilidir [6].



Şekil 2.2. UDMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

Trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA)

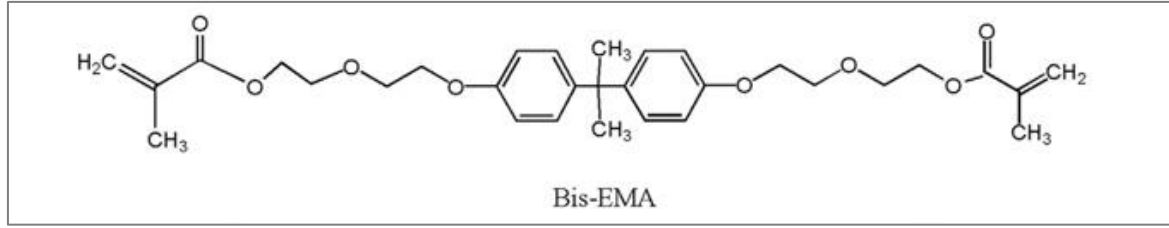
Metakrilik asidin (MA), trietilen glikol (TEG) ile reaksiyonu sonucu dimetakrilat formunda olan TEGDMA oluşmaktadır. TEGDMA (Şekil 2.3.), düşük viskozitesi nedeniyle rezin kompozitlerde Bis-GMA için seyreltici olarak kullanılmaktadır. TEGDMA zincirleri arasındaki bağ etkileşimi zayıftır ve omurga yapısı oldukça esnektir, bu da düşük viskoziteye yol açmaktadır. Buna karşılık, rezin kompozit matrisine TEGDMA eklemenin yüksek su emilimi, mekanik özelliklere ve renk stabilitesine olumsuz etkileri gibi önemli dezavantajları bulunmaktadır [8].



Şekil 2.3. TEGDMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

Etoksilat bisfenol glikol dimetakrilat (Bis-EMA)

Bis-GMA içeriğindeki hidroksil grubunun bir epoksi türü ile değiştirilerek elde edilen hidrofobik yapıdaki Bis-EMA (Şekil 2.4.), pek çok rezin restoratif materyalde kullanılmaktadır. Bis-EMA, düşük viskoziteye, su emilimine ve polimerizasyon büzülmesine sahip olması sayesinde TEGDMA yerine rezin matrisin seyreltilmesinde kullanılabilir [8].



Şekil 2.4. Bis-EMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

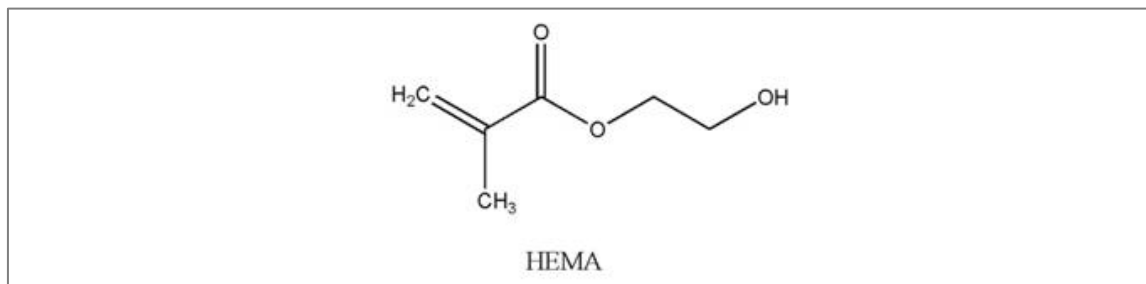
Üretan tetrametakrilat (UTeMA)

Üretan tetrametakrilat (UTeMA), diğer üretan metakrilat monomerlerine göre suda çözünürlüğü daha düşük olup daha yüksek dönüşüm derecesine sahiptir [9]. UTeMA, yüksek dönüşüm derecesi nedeniyle rezin kompozitlerin mekanik özelliklerini geliştirmek için organik faza eklenmektedir.

Rezin esaslı adezivlerin yapısında bulunan organik faz bileşenleri

➤ 2-Hidroksietil metakrilat (HEMA)

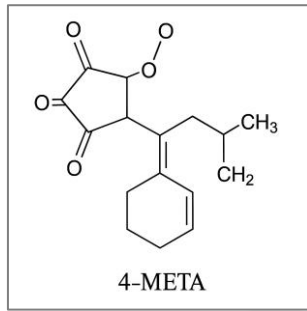
HEMA, etilen glikolün transesterifikasyon reaksiyonu veya metakrilik asitten veya etilen oksit ve metakrilik asitin reaksiyonu yoluyla sentezlenebilmektedir. Hidrofilik özellikleri ile karakterize ve çoğu adeziv sistemin önemli bir bileşeni olan HEMA (Şekil 2.5.), düşük moleküler ağırlığa sahip bir monomerdur [8]. Polimerleşmemiş hali yüksek alerjik özelliktedir, ancak etkili polimerizasyondan sonra düşük sitotoksiteye sahip olduğu bildirilmiştir [10]. İçeriğindeki alkol grubu ve hidrofilik özellikleri sayesinde, adeziv rezinin demineralize dentin içine difüzyonunu teşvik ederek adeziv rezinlerin bağlanma gücünü arttırmakta olup hidrofilik ve hidrofobik monomerlerin karıştırılabilirliğini iyileştirmektedir [6, 11].



Şekil 2.5. HEMA molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

➤ *4-Metakriloksietil trimellitat anhidrid (4-META)*

4-META (Şekil 2.6.), hem hidrofilik hem hidrofobik özelliklere sahip amfifilik davranış gösteren, ıslanabilirliği arttıran ve demineralize edici özelliğe sahip fonksiyonel bir monomerdur. Adeziv rezin sistemlerde, diş yapısında bulunan hidroksiapatitlerdeki kalsiyum iyonlarını fosfat iyonları ile değiştirerek bağlanma dayanımını arttırmaya yardımcı olmaktadır [6].

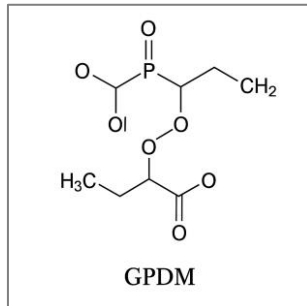


Şekil 2.6. 4-META molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

➤ *2-Gliserofosfat dimetakrilat (GPDM)*

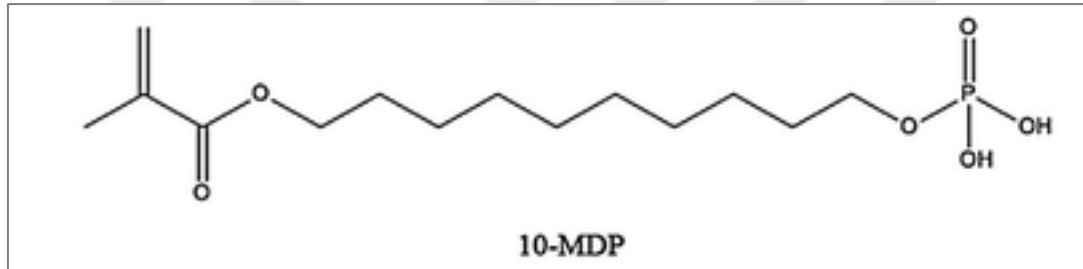
GPDM, hem etch-and-rinse hem de self-etch adeziv rezin sistemlerde kullanılan fonksiyonel bir monomerdur. GPDM'nin hidrofilik karakteri, dentin ve adeziv ajan arasındaki etkileşimi iyileştirmekte ve adezivin demineralize dentin içine difüzyonunu arttıran HEMA monomerine benzer işleyişe sahiptir [6, 11]. GPDM molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı Şekil 2.7.'de verilmiştir.

➤ *10-Metakriloksidesil dihidrojen fosfat (10-MDP)*



Şekil 2.7. GPDM molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

10-MDP, self-etch adeziv rezin sistemlerde yaygın şekilde kullanılan asidik monomerdur. 10-MDP ilk olarak Kuraray firması tarafından sentezlenmiş olup, 2000 yılında patentinin sona ermesiyle diğerk markalar tarafından da diğerk adeziv rezin sistemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Diğerk monomerlerden daha uzun bir ara zincire sahip olan 10-MDP'nin fonksiyonel grubu olan dihidrojen fosfat, diş yapısında bulunan kalsiyum tuzlarını yavaş çözmesi nedeniyle güçlü iyonik bağlar oluşturma yeteneğine sahiptir [6]. MDP molekülü ile diş yüzeyine bağlanma sürecinin, diş hekimliğinde kullanılan adeziv rezin sistemlerde adezyonu arttıran monomer türleri arasında kimyasal olarak en dayanıklı monomer olduğu ve hibrit tabakanın altında asit-baz reaksiyonlarına dirençli bir bölge oluşturabildiği bilinmektedir [12]. 10-MDP molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı Şekil 2.8.'te verilmiştir.



Şekil 2.8. 10-MDP molekülünün 2 boyutlu kimyasal yapısı

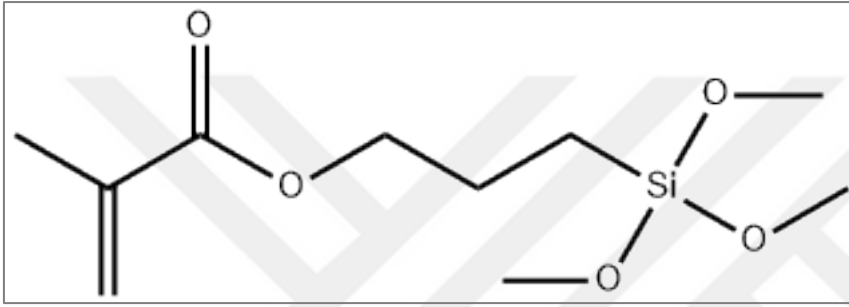
İnorganik faz

Monomer içeriğine inorganik doldurucu ilavesi rezinlerin ağız ortamının kimyasal, fiziksel ve mekanik zorlu koşullarına dayanan işlevsel materyallere dönüşmesini ve diş dokularına benzer niteliklere sahip olmasını sağlamakta, rezin kompozitlerin polimerizasyonu sırasında meydana gelen polimerizasyon büzülmesini, termal genleşme ve su emilim miktarını azaltmaktadır [4].

Rezin kompozitler içerisinde bir veya birden fazla inorganik doldurucu içerebilmektedir [13]. Silisyum dioksit (kuartz), diş hekimliğinde kullanılan rezin kompozitlerin içerisinde kullanılan ilk doldurucudur. Kuartz dışında boron silikat, lityum alüminyum silikat, baryum, stronsiyum, hidroksiapatit, yitriyum cam da yaygın olarak kullanılmaktadır [14, 15]. Ayrıca rezin kompozitlerin radyoopasitesini sağlamak için baryum, çinko, stronsiyum ve zirkonyum ilave edilmektedir [14].

Ara faz

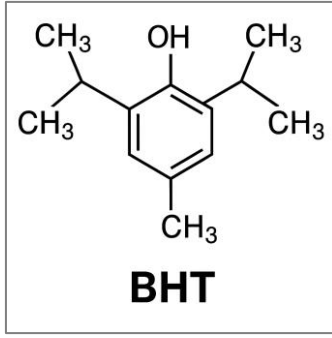
Rezin kompozitlerin, inorganik fazı ile rezin matriksten oluşan organik fazının birbirine bağlanmasını ara faz sağlamaktadır [16]. Ara fazda en sık kullanılan molekül γ -methacryloxy-propyl- trimethoxy silandır (Şekil 2.9.). Silan dışında zirkonat ve titanat bağlayıcı ajan olarak kullanılmaktadır [17]. Silan molekülünün bir ucu cam veya kuartz gibi inorganik yapılarla etkileşime girerken diğer ucu metakrilat monomeri gibi organik yapılarla etkileşime girmektedir [4].



Şekil 2.9. γ -methacryloxy-propyl- trimethoxy silan'ın 2 boyutlu kimyasal yapısı

İnhibitörler

İnhibitörler, istenmeden gerçekleşebilecek polimerizasyonu engellemek için rezin kompozitlerin içerisine eklenmektedir. Bütilat hidroksitolüen (BHT) (Şekil 2.10.) en sık kullanılan inhibitördür ve genellikle ağırlıkça %0,01 oranında kullanılmaktadır. İnhibitörler rezin kompozit gün ışığına maruz kaldığında serbest radikallerle, serbest radikallerin monomerlerle olan etkileşiminden daha hızlı bir şekilde etkileşime girerek erken polimerizasyonu önlemektedir. Geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz olmak üzere iki çeşit inhibitör vardır. Geri dönüşümlü inhibitörler kimyasal reaksiyonu yavaşlatırlar ancak tamamen durdurmazlar. Geri dönüşümsüz inhibitörler ise istenmeyen bir reaksiyonun oluşmasını engellerler [18]. Rezin kompozitlerde polimerizasyon işleminin başlayabilmesi için bütün inhibitörlerin tüketilmesi gerekmektedir. Ayrıca inhibitörlerin ilavesiyle rezin kompozitlerin raf ömrü uzatılmaktadır [4].



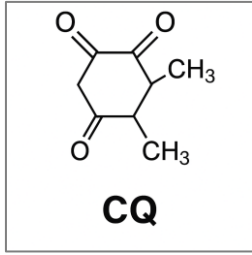
Şekil 2.10. Bütilat hidroksitolüen'in 2 boyutlu kimyasal yapısı

Fotobaşlatıcılar ve hızlandırıcılar

Başlatıcılar ve hızlandırıcıların rolü, rezin kompozitin polimerizasyon reaksiyonunu sağlamaktır. Polimerizasyon reaksiyonu, ışık aktivasyonu, kimyasal aktivasyonla ve hem kimyasal hem ışık aktivasyonu ile başlatılabilmektedir. Fotobaşlatıcılar, serbest radikallerin oluşumu yoluyla polimerizasyon sürecini başlatmak için ışığı absorbe eden bileşenlerdir. Serbest radikaller polimerizasyon sürecini başlatmak için metakrilat karbon çift bağlarını kırarak hareket ederler. Serbest radikal oluşum mekanizmasına göre fotobaşlatıcılar iki gruba ayrılmaktadır: Norrish Tip I ve Norrish Tip II [6]. Tip I fotobaşlatıcılara örnek olarak difenil fosfin oksit (TPO), monoasilfosfin oksit (MAPO veya Lucirin TPO) ve bisasilfosfin oksit (BAPO) gösterilebilir. Tip II fotobaşlatıcılara ise kamforokinon (CQ) ve benzofenon (BP) örnek olarak gösterilebilir.

Kamforokinon (CQ)

Ultraviyole (UV) ışığıyla polimerize olan rezin kompozitlerin dezavantajlarının üstesinden gelinmesi için 1970'lerin sonlarında tersiyer amin ve CQ'ya dayalı başlatıcı sistemler piyasaya sürülmüştür. Böylece monomerden polimere dönüşüm oranlarının artması sağlanmıştır [19]. CQ, ışıkla polimerize olan rezin içerikli dental materyaller arasında en sık kullanılan fotobaşlatıcıdır ve Tip II olarak sınıflandırılmaktadır [6]. CQ, 468 nm dalga boyunda pik yapmak üzere 360-510 nm dalga boyu aralığındaki ışığı absorbe edebilmektedir. CQ, TEGDMA gibi monomerlerde çözündüğünde ise pik yaptığı dalga boyu 474 nm olmaktadır [8]. CQ, tek başına fotobaşlatıcı olarak yeterli etkinliğe sahip değildir. CQ'nun monomerlerle olan etkileşimini arttırmak için bir hidrojen donörü gereklidir. Bu amaçla eklenen tersiyer aminler fotobaşlatıcıların daha verimli çalışmasını sağlamaktadır [20]. CQ'nun 2 boyutlu kimyasal yapısı Şekil 2.11.'de verilmiştir.

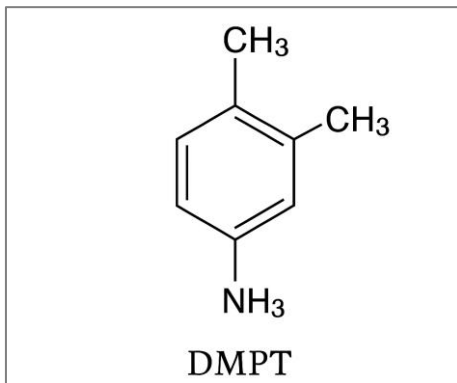


Şekil 2.11. CQ'nun 2 boyutlu kimyasal yapısı

CQ, rezin içerikli materyallerde ağırlıkça %0,2-2 konsantrasyonlarında kullanılmakta olup optimum konsantrasyonu hakkında fikir birliği yoktur [6]. CQ'nun ağartılamayan sarı renge sahip olması da yüksek konsantrasyonlarda kullanıldığında, rezin kompozit yüzeylerinin dişle renk eşleşmesi ve diğer optik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir [21].

Tersiyer aminler

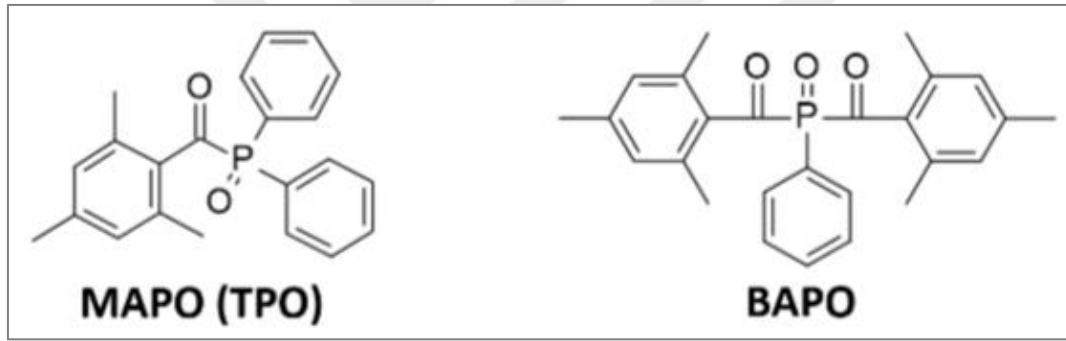
Tersiyer aminler, hidrojen donörü görevi görerek polimerizasyonu hızlandırmak için başlatıcı ve hızlandırıcı olarak kullanılır. En fazla kullanılan başlatıcılardan biri n-dimetil-p-toluidindir (DMPT) ve 2 boyutlu kimyasal yapısı Şekil 2.12.'de verilmiştir. DMPT dışında, etil-4-dietilaminobenzoat (EDMAB) ve dietilaminoetil metakrilat (DMAEMA) da polimerizasyona yardımcı başlatıcılardandır. DMPT ve EDMAB, CQ gibi Tip II fotobaşlatıcılar ile kombine olarak başlatıcı olarak kullanılmaktadır [6]. Tersiyer aminler sitotoksiktir ve serbest radikaller üretirler. Bu nedenle rezin kompozitlerin polimerizasyon reaksiyonunda tüketilmeyen tersiyer aminler, CQ gibi sararma etkisine yol açabilir [22]. Sararma etkisi için CQ yerine alternatif fotobaşlatıcı olarak TPO, BAPO, MAPO, 1-fenil-1,2propandion (PPD) gibi bileşenler geliştirilmiştir [8].



Şekil 2.12. DMPT'nin 2 boyutlu kimyasal yapısı

Asilfosfin oksitleri

Asilfosfin oksitlerine örnek olarak MAPO ve BAPO verilebilir. İki bileşen de Tip I fotobaşlatıcılar olarak sınıflandırılmaktadır [6]. MAPO ve BAPO'nun 2 boyutlu kimyasal yapıları Şekil 2.13.'te verilmiştir. MAPO ışıqla aktivasyondan sonra iki radikal üretirken; BAPO daha yüksek reaktiviteye sahip olup dört radikal üretmektedir [23]. MAPO 381 nm'de pik yapacak şekilde 350-420 nm ışıql dalga boyu aralığında ışıqlı absorbe eder, BAPO ise 370 nm'de pik yapacak şekilde 365-416 nm dalga boyu aralığındaki ışıqlı absorbe etmektedir ve bu fotobaşlatıcılar materyalin son rengine etki etmeyen beyaz bir renge sahiptir [6]. BAPO'nun diş hekimliğı alanında fotobaşlatıcı olarak kullanımı deneysel çalışmalara sınırlıdır. BAPO, TPO'dan daha fazla serbest radikal üretip daha fotoaktiftir ve klinik uygulamalarda restorasyon esnasında zaman kazandırabileceğı düşünölmektedir [17].



Şekil 2.13. MAPO ve BAPO'nun 2 boyutlu kimyasal yapısı

Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) ve Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Lihtenştayn) rezin kompozitlerde Lucirin TPO ve patenti aynı firmaya ait olan Ivocerin (dibenzoyl germanyum türevleri) fotobaşlatıcıları kullanılmaktadır [24]. Lucirin TPO, CQ'dan daha az yoğun sarı renge sahiptir ve 370 nm'de pik yapacak şekilde 350-420 nm dalga boyu aralığındaki ışıqlı absorbe etmektedir. Ivocerin ise 418 nm'de pik yapacak şekilde 370-510 nm dalga boyundaki ışıqlı absorbe etmektedir [25]. Bu fotobaşlatıcılar genellikle reaktiflerdir ve CQ için gerekli olan tersiyer aminler gibi indirgeyici bir bileşene ihtiyaç duymazlar [26]. Ayrıca Ivocerin kullanılan rezin kompozitler, CQ kullanılanlara göre daha iyi renk stabilitesine ve mekanik özelliklere sahiptir [17].

TPO, CQ'a göre %10 daha yüksek dönüşüm derecesine sahiptir ve polimerizasyonu daha hızlı gerçekleştirmektedir. Bu sayede fotobaşlatıcı olarak Lucirin TPO içeren rezin

kompozitler 2 mm'den daha kalın tabakalar halinde yerleştirilebilmektedir. Buna karşılık TPO daha yüksek polimerizasyon büzülme streslerine neden olmaktadır ve polimerizasyon derinliği daha düşüktür [17].

Tip I fotobaşlatıcılar, CQ ile sinerjistik etki yaratacak şekilde kullanılabilir. Bu kombinasyon dönüşüm derecesini artırıp polimerizasyondan sonra oluşan sararma etkisini azaltmaktadır [17].

2.1.3. Rezin kompozitlerin sınıflandırılması

Geçmişten günümüze resin kompozitlerin sınıflandırılmasında pek çok farklı yöntem kullanılmıştır. Günümüzde en çok kullanılan yöntem resin kompozitlerin içeriğindeki inorganik doldurucu partikül boyutu ve yüzdelere göre yapılan sınıflandırmadır [4]. Bunun yanı sıra resin kompozitlerin polimerizasyon tiplerine ve manipülasyon tiplerine göre yapılmış sınıflandırmalar da mevcuttur.

Rezin kompozitlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüğü ve yüzdelere göre sınıflandırılması

Rezin kompozitlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüğü ve yüzdelere göre sınıflandırılması Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir. Bu sınıflandırma Lutz ve Phillips tarafından 1983 tarihinde oluşturulmuştur fakat sınıflama nanofil resin kompozitlerin piyasaya sürülmeden önce yapıldığı için nanofil resin kompozitleri içermemektedir [17].

Çizelge 2.1. Rezin kompozitlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüğü ve yüzdelere göre sınıflandırılması

Rezin kompozit	İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüğü (μm)	İnorganik Doldurucu Partikül Yüzdesi (%) (Ağırlıkça)
Megafil	50-100 μm	-
Makrofil	10-100 μm	%70-80
Midifil	1-10 μm	%70-80
Minifil	0.1-1 μm	%75-85
Mikrofil	0.01-0.1 μm	%35-60
Hibrit	0.04-1 μm	%75-80
Nanofil	0.005-0.01 μm	%85-90

Megafil rezin kompozitler

Megafil rezin kompozitler, 50-100 μm boyutunda partiküller içermektedir. Aşınmaya karşı dirençleri sayesinde arka dişlerin restorasyonunda sıklıkla kullanılmışlardır [3].

Makrofil rezin kompozitler

Makrofil rezin kompozitler, 10-100 μm boyutunda partiküller içermektedir. İlk üretilen rezin kompozitler makrofil olarak üretilmiştir [3]. Geleneksel kompozitler olarak da adlandırılan makrofil kompozitler, bitim ve parlatma işlemleri sonrasında gözle görülür şekilde pürüzlü yüzeye sahip oldukları için günümüzde kullanılmamaktadır [4].

Midifil rezin kompozitler

Midifil rezin kompozitler 1-10 μm boyutunda partiküller içermektedir. Geleneksel kompozitler olarak da adlandırılmakta ve renk stabiliteilerinin düşük olması nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedirler [3].

Minifil rezin kompozitler

Minifil rezin kompozitler, 0.1-1 μm boyutunda partiküller içermektedir. Makrofil kompozitlere göre inorganik doldurucularının küçük ve çok sayıda olması partiküllerin organik matriks içerisinde serbestçe yayılmasını sağlamaktadır. Aşınmaya direncin artırıldığı minifil rezin kompozitler ara yüz ve ön diş restorasyonlarında rezin kompozitlerin kullanılabilmesini sağlamıştır. Ayrıca içeriğine katılan baryum, rezin kompozite radyoopasite özelliği kazandırmaktadır [3].

Mikrofil rezin kompozitler

Mikrofil rezin kompozitler, 0.01-0.1 μm boyutunda partiküller içermektedir. Mikrofil rezin kompozitler, makrofil rezin kompozitlere kıyasla daha düşük boyutta partikül içermeleri nedeniyle ışık kırma indeksleri mineye daha yakındır ve bu sayede mikrofil kompozitler ile daha estetik sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca mikrofil rezin kompozitlere TEGDMA ilavesi rezin kompozitlerin manipülasyonlarını kolaylaştırmıştır. Buna karşılık mikrofil

rezin kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri makrofil resin kompozitlerden zayıftır [3].

Hibrit resin kompozitler

Hibrit resin kompozitler, farklı boyutlarda doldurucu partiküller içermektedir. Birden fazla farklı doldurucu tipi ve boyutu içermeleri sebebiyle hibrit adını almışlardır [4]. Hibrit resin kompozitler, küçük partiküllü resin kompozitlerin iyi mekanik özelliklerini korurken, daha iyi yüzey özellikleri sağlamak amacıyla hem mikro ince (0,01-0,1 μm) hem de ince (0,1-10 μm) doldurucu partikülleri içermektedir [4].

Çoğu modern hibrit resin kompozit, ağırlıkça yaklaşık %75 ila %80'lik kolloidal silika ve ağır metaller içeren camların öğütülmüş parçacıklarından oluşmaktadır. Cam parçacıkları yaklaşık 0,4 ila 1,0 μm 'lik ortalama parçacık boyutuna sahiptir ve boyut dağılımında partiküllerin %75'i 1,0 μm 'den küçüktür [4].

Hibrit resin kompozitler estetik özelliklerin önemli olduğu ön diş restorasyonların yanında, arka diş restorasyonlarında da kullanılmaktadır [3].

Nanorezin kompozitler

Nanorezin kompozitler, nano teknoloji yardımıyla 0,005-0,01 μm boyutunda elde edilen partiküller içermektedirler. Bu partiküller görünür ışık dalga boyundan (0,02-2 μm) daha küçük boyuttadır. Bu nedenle, görünür ışıkla absorpsiyon veya saçılım gibi etkileşimlere girmezler [3]. Nanorezin kompozitler bünyelerinde zirkonyum veya silikadan oluşan 25 μm boyutunda nanomerler ve 75 μm boyutunda nano kümeler barındırırlar. Bünyesinde sadece nanomer ve nanoküme barındıran resin kompozitlere nanofil resin kompozitler denilmektedir. Nano boyutta bulunan parçacıklara ek olarak polimerizasyonu önden gerçekleştirilmiş parçacıklar ve/veya mikrodoldurucular içeren resin kompozitlere ise nanohibrit resin kompozitler adı verilmektedir [14].

Rezin kompozitlerin polimerizasyon yöntemlerine göre sınıflandırılması

Kimyasal olarak polimerize olan rezin kompozitler

Kimyasal olarak polimerize olan rezin kompozitler, baz ve katalizör olmak üzere iki tüpten oluşmaktadır. Bu iki tüpün içeriklerinin eşit oranlarda karıştırılmasıyla kimyasal polimerizasyon gerçekleşmektedir. İki tüp de hacimsel olarak yarı yarıya organik monomer ve inorganik doldurucu içermektedir. Tüplerden birinde polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit, diğerinde ise polimerizasyonu hızlandıran organik amin bulunmaktadır [3].

Işık ile polimerize olan rezin kompozitler

Işık ile polimerize olan rezin kompozitler, kimyasal yolla polimerize olan rezin kompozitlerden farklı olarak tek tüpten oluşmaktadır. İlk üretildiklerinde ultraviyole ışıkla polimerize olan rezin kompozitler, hekim ve hasta sağlığı açısından sorun yaratması ve yetersiz polimerizasyon derinliği nedeniyle günümüzde görünür ışık kaynaklarıyla polimerize edilmektedir. Polimerizasyonu gerçekleştiren ışık 420-450 nm dalga boyunda ve mavi renktedir. Işık ile polimerizasyon, rezin kompozit içeriğinde bulunan CQ veya TPO gibi bir fotobaşlatıcı ile başlatılmakta ve alifatik aminler ile hızlandırılmaktadır [3, 18]. Işık ile polimerize olan rezin kompozitlerin kimyasal polimerize olan rezin kompozitlere göre, çalışma zamanının hekim tarafından kontrol edilebilme, daha az hava kabarcığı oluşturma riski, daha fazla renk seçeneği, daha derin ve güvenli polimerizasyon ve renk stabilitesi avantajları mevcuttur. Buna karşılık ışık ile polimerizasyonda, polimerizasyon büzülmesinin ışığa doğru olmasından dolayı kenar uyumu sıkıntıları görülmektedir [3].

Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan rezin kompozitler

Kimyasal ve ışık ile polimerize olan rezin kompozitlerin avantajlarının birleştirildiği bu rezin kompozitler iki tüplü sistemden oluşmaktadır. Kimyasal polimerizasyonu gerçekleştiren benzoil peroksit ve tersiyer amin ayrı tüplerde bulunmaktadır. İki tüp içeriği birleştirildiğinde polimerizasyon reaksiyonu ışık ile başlatılmakta ve bunu kimyasal polimerizasyon takip etmektedir. Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan rezin kompozitlerin dezavantajı karıştırma sırasında hava kabarcığı kalması ve ışık ile polimerize olan rezinlere kıyasla daha düşük renk stabilitesi göstermeleridir [27]. Polimerizasyonun tam

olarak gerçekleşmesinden şüphe duyulan derin restorasyonlarda ve indirekt seramik restorasyonların simantasyonunda kullanılması önerilmektedir [1].

Rezin kompozitlerin manipülasyon şekillerine göre sınıflandırılması

Kondanse edilebilir rezin kompozitler

Rezin kompozitlerin, amalgam gibi tepilebilir özelliğe sahip olması için yapısına yaklaşık 100 µm boyutunda, pürüzlü, birbirine kenetlenen ve akıcılığa direnç gösteren fiber dallanma geometrisine sahip doldurucular eklenmiştir [4]. Tepilebilir rezin kompozitler, amalgam gibi kondanse edilebilir materyaller değildir fakat sıkıştırılabilirler ve çeşitli yöntemlerle akıcı olmaya zorlanabilirler [13, 28].

Akışkan (enjekte edilebilen) rezin kompozitler

Kondanse edilebilen rezin kompozitler macun benzeri bir kıvama sahiptir, ancak kavite duvarına daha iyi uyum sağlamak için daha az viskoz bir rezin kompozite ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, 1996'nın sonlarında "akışkan rezin kompozit" sınıfı piyasaya sürülmüştür [29]. Akışkan rezin kompozitler, geleneksel kompozitlere kıyasla hacimce %50-70'lerden, %35-50'lere düşürülmüş doldurucu oranına sahiptir [14]. Akışkan veya enjekte edilebilen rezin kompozitler, düşük doldurucu oranına sahip olmaları sayesinde daha düşük viskoziteye sahiptirler. Bu sayede yüzeylere ve kavite duvarlarına daha kolay uyum sağlamaktadır. Akışkan rezin kompozitler, bir şırınga yardımıyla enjekte edilmektedirler. Uygulanmalarının kolay olması sayesinde, koruyucu rezin restorasyonlarında, pit ve fissür örtücüsü olarak, kavite liner'ı olarak, çürüksüz diş sert doku kayıplarının tedavisinde, kondanse edilebilir rezin kompozitlerin uygulamasından önce kavite içerisine stres kırıcı materyal olarak ve sınıf 2 restorasyonların yapımı esnasında gingival basamakta boşluklar kalmasını engellemek için kullanılmaktadır [3, 29].

Ancak doldurucu oranları düşük olduğundan zayıf mekanik özelliklere, yüksek aşınma değerlerine sahiptirler. Bu nedenle yüksek stres alan bölgelerde kullanımı tavsiye edilmemektedir [29].

Akışkan rezin kompozitlerin karakteristik özelliği düşük viskozitesidir ve akışkanlığın derecesi markadan markaya değişiklik göstermektedir. Akışkanlık derecesine bağlı olarak

rezin kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi, sertlik ve diğer fiziksel özellikleri önemli ölçüde değişmektedir [29].

Bulk fill resin kompozitler

Rezin kompozitlerin artan endikasyon alanları, kullanım kolaylığı özelliğini daha önemli hale getirmiştir. Rutin uygulamada, restorasyon esnasında resin kompozitler tabakalar halinde yerleştirilmektedir. Resin kompozitlerin ışıkla polimerizasyon derinliği 2 ila 2.5 mm'dir ve daha kalın tabakalar önerilmemektedir [18]. Resin kompozitin tabakalar halinde yerleştirilmesinin başka bir nedeni ise polimerizasyon büzülmesinden kaynaklı stres oluşumundan kaçınmaktır [30, 31].

2010 yılında tanıtılan bulk fill resin kompozitler, geleneksel resin kompozitlere kıyasla daha saydam olup daha fazla polimerizasyon derinliği sağlamaktadır [32]. Bulk fill resin kompozitler, materyalin kaviteye 4 mm ve hatta bazı materyaller için 5 mm'lik tabakalar halinde yerleştirilebilmesiyle zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, tabakalama ile yerleştirilen resin kompozit katmanları arasında boşluk kalması riskini ortadan kaldırmaktadır [18].

Bulk fill resin kompozitler yüksek viskoziteli [33] ve akışkan [34] tipte olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Akışkan bulk fill resin kompozitlerde ilave bir bitim tabakasına ihtiyaç duyulurken yüksek viskoziteli bulk fill resin kompozitlerde buna ihtiyaç duyulmamaktadır [35, 36].

2.2. Resin Kompozitlerin Manipülasyonu

Tüpte, karpülde veya karıştırma sistemiyle hazır halde bulunabilen resin kompozitler, ağız ortamına el aletleri ile taşınmakta ve manipüle edilmektedir. Resin kompozitler, klinik hassasiyet gerektiren, zaman alıcı prosedürlere sahiptir. Resin kompozitlerin direkt restorasyonlarda kullanımları sırasında el aletleri kullanılmaktadır.

2.2.1. Paslanmaz çelik el aletleri

Diş hekimliğinin ilk uygulamalarında ağız içinde yalnızca altın materyallerin korozyona dirençli olduğu düşünülmüş ancak 1930'ların başında paslanmaz çelik el aletleri de diş

hekimliğinde kullanılmaya başlanmıştır. Paslanmaz çelik el aletleri, korozyona dirençleri sayesinde ağız içerisinde kullanılabilir, sıklıkla otoklavlanabilir ve dayanıklılıkları sayesinde şekil bozulmasına uğramazlar [37].

2.2.2. Yapışmaz el aletleri

El aletleri ile manipülasyon sırasında paslanmaz çelik el aletlerinin rezin kompozitlere yapışması, leke bırakması ve kondenzasyon sırasında rezin kompozit kütlesinin el aletine yapışarak kavite yüzeyinden veya altındaki polimerize edilmiş rezin kompozit yüzeyinden ayrılması gibi dezavantajlarından dolayı, rezin kompozitlere yapışmayan el aletleri piyasaya sunulmuştur [38]. Literatürde rezin kompozitlerin manipülasyonu sırasında sorun yaşanmaması için el aletlerinin çalışan uçlarının polioksimetilen (Delrin), teflon, titanyum, silikon, poliprolen, polietilen köpüğü gibi materyallerden üretilmesi tavsiye edilmektedir [39-42].

2.2.3. Lübrikantlar

Rezin kompozitlerin manipülasyonu kullanılan el aletlerine yapışabilir yapıları nedeniyle zor olabilmektedir. Rezin kompozitlerin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte manipülasyonlarını kolaylaştıracak el aleti ve lübrikantların arayışı başlamıştır. Paslanmaz çelikten üretilen el aletlerinin rezin kompozite yapışmasını engelleyen lübrikantlar manipülasyonu kolaylaştırmak adına kullanılabilir [43]. Bu amaçla kullanılan bazı ajanlar etanol, izopropil alkol, aseton, dental adezivler ve modelasyon likitleridir.

Etanol

Kimyasal formülü C_2H_5OH olan etanol; hafif kokulu, yanıcı ve renksiz bir alkoldür [44]. Etanol Diş hekimliğinde el dezenfektanlarının içerisinde antiseptik olarak ve adeziv sistemlerde çözücü olarak kullanılmaktadır [45, 46]. Restoratif diş tedavilerinde ise rezin kompozitlerin el aletlerine yapışmasını engellemek amacıyla kullanılmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda alkolün çözücü etkisinin rezin kompozitin yüzeyindeki doldurucu partiküllerini serbest bırakarak beyazımsı tozlu bir yüzeyin ortaya çıkmasına neden olduğu belirtilmiş ve diğer lübrikantlarla karşılaştırıldığında rezin kompozit matriksine daha hızlı karışabildiği bildirilmiştir [47, 48]. Tüm bu dezavantajlarının yanında etanolün, rezin kompozitin

yüzeyine modelasyon likiti amacıyla uygulanmasının rezin kompozitlerin dönüşüm derecesine ve su emilimine etki etmediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur [48, 49].

İzopropil alkol

Kimyasal formülü C_3H_8O olan izopropil alkolün çözücü ve medikal kullanımı mevcuttur. İzopropil alkol antiseptik ve dezenfektanların içeriğinde bulunmaktadır [50, 51].

İzopropil alkol diş hekimliğinde; post, guta perka ve indirekt restorasyon materyallerinin temizliğinde [52-54], çözücü olarak adeziv sistemlerin içerisinde [55] ve rezin kompozitlerin el aletlerine yapışmasını engellemek için kullanılmaktadır [38, 40, 47, 56]. İzopropil alkolün, restorasyon sırasında rezin kompozit ara tabakaları arasında kullanılmasının restorasyonun koheziv dayanımına etki etmediğini gösteren bulguların [38] aksine, çözücü özelliği nedeniyle rezin kompozit yüzeyinde beyazımsı tozlu yüzeyler yaratıp koheziv dayanımı düşürdüğünü gösteren bulgular da mevcuttur [47]

Aseton

Aseton, doğada bulunan bir kimyasal olmasına rağmen laboratuvar ortamında da üretilabilmektedir. Farklı bir koku ve tada sahip renksiz bir sıvıdır. Kolayca buharlaşır, yanıcıdır ve suda çözünür. Plastik, lifler, ilaçlar ve diğer kimyasalların yapımında kullanılmaktadır [57].

Aseton diş hekimliğinde adeziv sistemlerin içerisinde çözücü olarak kullanılmaktadır [58]. Bunun yanında aseton, rezin kompozitlerin el aletlerine yapışmasını engellemek amacıyla lubrikant olarak da kullanılmıştır. Perdigao ve arkadaşları [38], lubrikant olarak aseton kullanılmasının rezin kompozitlerin koheziv dayanımına etki etmediğini bildirmiştir.

Dördüncü nesil adezivler

Rezin kompozitlerin, mine ve dentin dokusuna bağlanabilmesi için ön hazırlıklara ihtiyacı vardır. Mine dokusu yüksek oranda mineral içeriğine ve hidroksiapatit kristallerine sahip mine prizmalarından oluşmaktadır [59]. Mine dokusuna bağlanma sağlamak için kullanılan en iyi yöntem, yüzeyin fosforik asit ile pürüzlendirilmesi ile yüzeyde oluşan smear tabakasının tamamen ortadan kaldırılmasıdır [60]. Dentin dokusu, mineden daha karmaşık

bir yapıya sahiptir. Mineye kıyasla daha fazla kollajen ve su barındırırken, daha az mineral içermektedir. Dentinin sahip olduğu bu komplike yapı rezin kompozitin dentine bağlanmasını zorlaştırmaktadır [13].

Dentin dokusuna iyi bir bağlanma sağlamak için dentin yüzeyinde oluşan smear tabakasını kaldırmak veya modifiye etmek gerekmektedir. Piyasaya sürülen birinci ve ikinci nesil adezivler, smear tabakasını kaldırmadan smear tabakasının üstüne uygulanmıştır fakat smear tabakasının diş zayıf bağlanmasından dolayı yeterli bağlanma dayanım değerleri gösterememiştir [59]. Dentin dokusunun fosforik asitle pürüzlendirildiği ve smear tabakasının kaldırıldığı üçüncü nesil adezivlerin üretilmesi ile dental adeziv teknolojisinde büyük bir gelişme yaşanmıştır. Ancak dentinin fosforik asitle pürüzlendirilmesinin pulpal etkileri yüzünden üçüncü nesil adezivler ilk yıllarda Avrupa ve Amerika’da kabul görmemiştir [59]. Pulpal etkileri azaltmak için muadillerinden farklı bir formülasyonu olan Scotchbond 2 (3M Dental Products, ABD) American Dental Association (ADA) tarafından “geçici kabul” ve daha sonra “tam kabul” alan ilk adeziv ajandır [61]. Üçüncü nesil adezivlerin geliştirilmesiyle, dördüncü nesil adezivler piyasaya sürülmüştür.

Dördüncü nesil adezivler üç uygulama basamağından oluşmaktadır. Bunlar;

1. Suyu yıkanarak uzaklaştırılabilen bir asit solüsyonu ile diş yüzeyinin pürüzlendirilmesi,
2. Aseton, etanol veya su içerisinde reaktif halde olan hidrofilik monomerlerden oluşan primer uygulanması,
3. Doldurucu veya doldurucusuz adezivin uygulanması şeklindedir [59].

İlk basamakta kullanılan ve en çok kabul gören asit solüsyonu %37’lik [62] konsantrasyona sahip ortofosforik asittir [63, 64] ve yüzeyde bulunan smear tabakasının kaldırılması ve yüzeyin temizlenmesi amacıyla kullanılmaktadır fakat dentin dokusunun fosforik asit ile pürüzlendirilmesi dentinde bulunan kollajenlerin açığa çıkmasına yol açmakta ve yüzey enerjisini düşürmektedir [59].

İkinci basamakta uygulanan primer, yüzey enerjisini arttırmak için kullanılır [65]. Primer aseton, etanol veya su içerisinde reaktif halde bulunan hidrofilik monomerlerden oluşur. Son basamak olarak kullanılan adeziv ise sıklıkla HEMA gibi hidrofilik moleküllerle birleştirilen Bis-GMA gibi hidrofobik monomerler içerir [59].

Dördüncü nesil adezivlerin adeziv içeriği el aletlerinin rezin kompozitlere yapışmasını engellemek ve rezin kompozitlerin modelasyonu amacıyla klinisyenler ve araştırmacılar tarafından kullanılmıştır [38, 48, 49, 66-75]. Dördüncü nesil adezivler arasında modelasyon likiti olarak Scotchbond Multi-Purpose Adhesive (3M ESPE, ABD) (SBMP), araştırmalarda en sık kullanılan adezivdir. SBMP, diğer dördüncü nesil adezivlerden farklı olarak alkol, aseton ve su içermemektedir. SBMP'nin rezin kompozit ara veya nihai yüzeylerinde modelasyon amacıyla kullanıldığı araştırmalarda, rezin kompozitin fiziksel özelliklerinden; koheziv bağlanma dayanımı [67, 68, 70], dönüşüm derecesi [71], esneme dayanımı [70], su emilimi ve suda çözünmeme özelliklerini [70], yüzey pürüzlülüğünü [69] iyileştirdiği çalışmalar mevcuttur. Buna karşılık SBMP kullanımının rezin kompozitin fiziksel özelliklerinden yüzey sertliğini [49], esneme dayanımını [70], bağlanma dayanımını [70], dönüşüm derecesini [49, 75] azalttığını, yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını gösteren bulgular da mevcuttur. Ayrıca Patel ve arkadaşlarının [48] yaptığı ve dördüncü nesil adeziv olarak Optibond FL'in incelendiği bir çalışmada, su emilimi ve esneme dayanımı açısından en iyi sonuçları dördüncü nesil adeziv göstermiştir. Optibond FL, SBMP'den farklı olarak içeriğinde HEMA ve Bis-GMA'ya ek olarak doldurucu içermektedir.

SBMP'nin rezin kompozit ara veya nihai yüzeylerinde modelasyon amacıyla kullanıldığı araştırmalarda, yaşlandırma faktörlerine tabii tutulduktan sonra rezin kompozitin renk stabilitesini [69, 70, 73, 74] ve restorasyonun saydamlığını arttırdığını [69, 70, 73, 75] belirten bulgular mevcuttur.

Bazı araştırmacılara göre çözücü içermeyen dördüncü nesil adezivlerin modelasyon likiti olarak kullanımı en iyi seçenek olarak gösterilmiştir [48, 76]

Beşinci nesil adezivler

Dördüncü nesil adezivlerin kullanımı sırasında gereken teknik hassasiyet ve çalışma süresinin uzunluğu, kullanıma sahip daha basit bir adeziv arayışına yol açmıştır. Dördüncü nesil adezivlerin uygulama basamakları primer ve adeziv ajan uygulaması tek şişede birleştirilerek uygulama basamaklarının kısaltılması amaçlandığı bu adeziv sistem beşinci nesil adeziv olarak adlandırılmıştır [4, 59, 77]. Beşinci nesil adezivlerin dördüncü nesile göre kullanım kolaylığı olmasına karşın hidrofilik içeriğe sahip primer ve hidrofobik içeriğe sahip adezivin aynı şişede birleştirilmesi nedeniyle bazı olumsuz özelliklere sahiptir. Beşinci nesil

adezivler içerisinde bulunan çözücülerin yeteri kadar uzaklaştırılamaması nedeniyle adezivin polimerizasyonu ve bağlanma dayanımı olumsuz etkilenebilir, hidrofilik karakterin ön plana çıkması ile hibrit tabakanın su emiliminde artış ile hibrit tabakada bozulmalara yol açabilmektedir [78].

Beşinci nesil adezivlerin, dördüncü nesile göre olumsuz yönleri rezin kompozit ara veya nihai yüzeylerinde modelasyon amacıyla kullanıldığında da ortaya çıkmaktadır [48, 49, 67, 70, 73-75, 79]. Beşinci nesil adeziv şişesi içerisinde bulunan aseton, etanol ve su gibi çözücü materyallerin rezin kompozit matriksinde çözünmeye yol açtığı ve kompozit yüzeyini yumuşattığı öne sürülmektedir [47, 49, 67].

Altıncı nesil adezivler

Altıncı nesil adezivler, çalışma süresini kısaltmak ve yıkama kurutma aşamasında dentinin aşırı ıslak veya kuru kalmasını engellemek amacıyla piyasaya sürülmüşlerdir. Asit ve primer uygulaması tek aşamada birleştirilmiştir. Altıncı nesil adezivlerde, smear tabakasını çözerek modifiye eden 4-META ve 10-MDP gibi fonksiyonel asidik monomerler içeren primer ve hidrofobik yapıda adeziv rezin olmak üzere iki şişe vardır. İki aşamalı self-etch adeziv rezinler olarak da geçen altıncı nesil adezivler, ayrı bir asitle pürüzlendirme basamağı içermediği için kullanıcı dostu olarak gösterilmektedir [80]. Buna karşılık altıncı nesil adezivlerin, mineyi etkili bir şekilde pürüzlendirememesi çok önemli bir dezavantajdır. Bu sorunun önüne geçmek için, adeziv uygulanmadan önce mineyi aşındırmak için fosforik asidin sadece mineye uygulandığı selektif pürüzlendirme yöntemi önerilmiştir [80].

Altıncı nesil adezivlerin primer şişesi asidik bir yapıya sahiptir. İçeriğinde fonksiyonel asidik monomerlerin yanında su da içermektedir. Su, self-etch adeziv monomerlerinin dış sert dokularında iyonizasyon ve demineralizasyonu başlatılabilmesi için gereklidir. Asidik primer içeriğindeki fosfatlanmış ve karboksillenmiş rezin moleküllerinin aynı anda iki işlevi vardır: mine ve dentin dokularını pürüzlendirmek ve bağlanmaya hazırlamak [59].

Altıncı nesil adezivlerin adeziv şişesi ise genellikle çözücü içermeyen, hidrofobik bir yapıya sahiptir [81].

Çalışma süresini kısaltıp kullanıcı dostu olmalarının yanında altıncı nesil adezivlerin rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon likiti olarak kullanımı konusunda da araştırmalar mevcuttur [79, 82]. Altıncı nesil adezivlerin primer şişesinin kullanımı; hidrofilik yapısı nedeniyle rezin matriksin su emilimini arttırması ve içeriğinde bulunan etanol, aseton ve su gibi çözücülerin de rezin kompozit yüzeyinde çözücü etkisi yaratması nedeniyle önerilmemektedir [82]. Altıncı nesil adezivlerin diğer parçası olan adeziv şişesinin modelasyon likiti olarak kullanımının restorasyondan UDMA ve TEGDMA monomerleri salınımını arttırdığı fakat bu salınımın monomerlerin yarım maksimal etkili konsantrasyon (EC50) ve medyan etkili konsantrasyon (ED50) değerlerinden düşük olduğu belirtilmiştir [79]

Yedinci nesil adezivler

Altıncı nesil adezivlerin yarattığı çalışma kolaylığını ileri seviyelere çıkarmak için üretilen yedinci nesil adezivler, önceki nesilde kullanılan iki şişeyi tek şişede toplamıştır. Bu nedenle, yedinci nesil adezivlere “all-in-one” veya “one-step” adezivler de denilmektedir. Hidrofilik ve hidrofobik moleküllerin tek şişede kullanılması ile diğer nesillere göre daha düşük bağlanma değerleri, yüksek su emilimi, nanosızıntıda artış, raf ömründe azalma gözlenmiş ve çok aşamalı sistemlere iyi bir alternatif olamamıştır [81, 83].

Olumsuz özelliklerine rağmen yedinci nesil adezivlerin rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon likiti olarak kullanımı araştırılmış, rezin kompozitin su emilimini arttırdığı ve çapsal gerilim direncini azalttığı belirtilmiştir [48].

Üniversal adezivler

Diş hekimleri, adezivleri üreticilerin tavsiye ettikleri endikasyonlar dahilinde ve üretici talimatlarına göre kullanmışlardır. Üniversal adezivlerin piyasaya sürülmesi ile farklı klinik durumlar için tek bir adeivin kullanılması mümkün olmuştur. Çok yönlü kullanımları sayesinde üniversal adezivler diş hekimliğinde popüler hale gelmiştir [59].

Temelde üniversal adezivler farklı amaçlarla kullanılabilen yedinci nesil adezivlerdir. Aralarındaki en büyük farklılık, üniversal adezivlerin 10-MDP ve benzeri fonksiyonel monomerler içermesidir. 10-MDP molekülü nanokatmanlar halinde hidroksiapatite

bağlanabilmekte ve aşırı dekalsifikasyon olmadan kararlı kalsiyum fosfat tuzları oluşturabilmektedir [59].

Üniversal adezivler total-etch, self-etch ve selective-etch modlarında kullanılabilmektedirler. Ayrıca üniversal adezivler silan ilavesi sayesinde metal, zirkonyum, cam seramikler ve rezin kompozitlere bağlanma yeteneğine sahiptir [84].

Üniversal adezivler yaygın ve çeşitli kullanım alanlarının yanında rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon likiti olarak da kullanılmaktadır [66, 69, 72, 82]. Literatürde, hidrofilik monomerler ve çözücüler içermesine rağmen modelasyon likiti olarak üniversal adeziv uygulamasının rezin kompozitin renk stabilitesini arttırdığını belirten çalışmalar mevcuttur [66, 69, 82].

Modelasyon likitleri

Alkol ve aseton gibi çözücülerin rezin kompozit yüzeyinde yarattığı tahribat yanında adeziv rezinlerin ağız dışında kısa çalışma süresine sahip olması nedeniyle hızla polimerize olması ve tekrar kullanımlarının diş hekimlerinde ve çevrede yarattığı ekonomik kaygı, üreticileri çözücü ve fotobaşlatıcı içermeyen bir modelasyon likiti üretmeye yönlendirmiştir.

Literatürde çözücü veya adeziv olmayıp modelasyon likiti amacıyla araştırılan ilk ürün Tescera Sculpting Resin (Bisco Inc., Illinois, ABD) olmuştur [38]. Tescera Sculpting Resin, indirekt rezin kompozit restorasyonların modelasyonu için üretilmiş olup incelendiği çalışmada direkt rezin kompozitlerin ara tabakalarında el aletinin rezin kompozitlere yapışmasını önlemek amacıyla kullanılmıştır. Tescera Sculpting Resin'in rezin kompozit tabakaları arasında kullanımının restorasyonun koheziv kuvvetini kontrol grubuna göre arttırdığı gözlenmiştir.

Tescera Sculpting Resin gibi indirekt restorasyonların modelasyonunda kullanılan başka bir modelasyon likiti Signum C&B Liquid (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) içeriğinde dimetakrilat, fonksiyonel metakrilik asit ester, silan ve fotobaşlatıcı içermektedir. Barcellos ve arkadaşlarının yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre, çalışmada en iyi sonuçların alındığı SBMP ile Signum C&B Liquid'in kullanıldığı rezin kompozit ara katmanlarındaki koheziv kuvvet arasında anlamlı farklılık gözlenmemiş olup araştırmacılar bu olumlu sonucu

modelasyon likitinin içerisinde bulunan düşük moleküler ağırlığa sahip rezin monomerlerine ve su veya alkol gibi bir çözücü içermemesine bağlamıştır [67].

Direkt rezin kompozit restorasyonların modelasyonu için üretilen modelasyon likitleri için bir sınıflama mevcut değildir. Modelasyon likitleri doldurucu yüzdesine veya monomer içeriğine göre sınıflandırılabilir. Modelasyon likitleri doldurucu içerip içermemesine göre sınıflandırılacak olursa ikiye ayrılabilir:

1. Doldurucu içeren modelasyon likitleri
2. Doldurucu içermeyen modelasyon likitleri

İçerik olarak fotobaşlatıcı içermeyen bir akışkan kompozite benzeyen Composite Wetting Resin (Ultradent Inc, ABD) doldurucu içeren modelasyon likitlerine örnek gösterilebilir. Composite Wetting Resin ağırlıkça %45 oranında doldurucu ve rezin kompozitin dilüe edilebilmesi için yüksek miktarda TEGDMA içermektedir. Bunlara ek olarak UDMA, silan ve bütillat hidroksitolüen içeren Composite Wetting Resin, üretici talimatlarına göre rezin kompozit yüzeyinde kaldırılan oksijen inhibisyon tabakasının tekrar oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır [85]. Barcellos ve arkadaşları [67], Composite Wetting Resin'in rezin kompozit ara katmanlarında kullanılmasının koheziv bağlanma kuvvetini arttırdığını belirtmişlerdir. Buna karşılık Composite Wetting Resin kullanımının restorasyonun pürüzlülüğünü arttırdığı, mikrosertliğini ve renk değişimini azalttığını öne sürmüşlerdir [69, 86]. Ayrıca Maalekipour ve arkadaşları [79], Composite Wetting Resin'in rezin kompozit yüzeyinde kullanımının restorasyondan TEGDMA ve UDMA salınımını arttırdığını belirtmişlerdir.

Doldurucu içeren başka bir modelasyon likiti ise Modeling Resin'dir (Bisco Inc, Illinois, ABD). %20-40 oranında doldurucu içeren Modeling Resin; UDMA, TEGDMA, Bis-GMA ve Bis-EMA içermektedir. Pereira ve arkadaşlarının rezin kompozit yüzeyinde Modeling Resin kullandığı çalışmalarının sonucuna göre modelasyon likiti uygulanan restorasyon yüzeyleri kullanılmayanlara göre daha parlak bulunmuş ve modelasyon likiti restorasyonu renklenme ve aşınma gibi yaşlandırıcı etkilere karşı kısa bir süre boyunca koruyucu etki sağlamıştır [87]. Tuncer ve arkadaşları [88] Modeling Resin kullanımının rezin kompozitin renk değişimi, mikrosertlik ve pürüzlülük değerlerine olumsuz etkide bulunmadığını belirtmiştir.

Doldurucu içermeyen modelasyon likitine örnek olarak GC Modeling Liquid (GC, Japonya) gösterilebilir. GC Modeling Liquid HEMA, UDMA, 2-hidroksi-1,3 dimetakriloksipropen ve silan içermektedir. GC Modeling Liquid ile yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, modelasyon likiti kullanımının rezin kompozit yüzeylerinde renk değişimine ve beyazlık indeksine etki etmediği gözlenmiştir [86, 89]. Bayraktar ve arkadaşları [90] doldurucu içermeyen başka bir modelasyon likidi olan Modeling Resin (Kerr, Orange, ABD) ile GC Modeling Liquid'i karşılaştırdıkları çalışmalarında, Modeling Resin uygulanan grupların tüm gruplar arasında en düşük mikrosertlik değerlerine, GC Modeling Liquid uygulanan grupların ise en yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olduğunu ve modelasyon likiti uygulanmasının uygulanmamasından daha güvenli olduğunu bildirmişlerdir.

Modelasyon likiti uygulaması rezin kompozit yüzeyinde düşük doldurucu oranına ve zengin rezin içeriğine sahip bir tabaka oluşturmaktadır [88, 90]. Resin kompozitin nihai tabakasının doldurucu içeriği mikrosertliğe direkt etki etmektedir [91]. Modelasyon likiti uygulaması sonrasında yüzeyde bulunan zayıf tabakanın kaldırılabilmesi için bitirme ve parlatma yapılması tavsiye edilmektedir [92], ancak modelasyon likitinin zayıf tabaka kaldırılmasına rağmen alt katmanlara etki ettiği öne sürülmektedir [88].

2.2.4. Oksijen inhibisyon tabakası

Oksijen inhibisyon tabakası, polimerize edilen kompozit veya adeziv rezinin havayla temas eden yüzeyinde oluşan, reaksiyona girmemiş monomerden zengin, yapışkan, yumuşak, sıvı benzeri bir tabakadır [93]. Atmosferdeki oksijen, radikalle reaksiyona girerek, monomerin radikalle reaksiyonuna engel olur ve oksijen inhibisyon tabakası oluşur [94]. Oksijen inhibisyon tabakası, fotobaşlatıcı sistem hariç polimerize edilmemiş rezinle benzer bir kompozisyona sahiptir [95]. Bu tabakanın varlığı rezin kompozit ara tabakalarının arasındaki bağlanma dayanımını, rezin kompozitin mekanik özelliklerini, dönüşüm derecesini ve optik özelliklerini etkilemektedir [92, 94-97]. Ayrıca bu tabakanın kalınlığı ve kalitesi monomerin içeriğine, viskozitesine, polimerizasyon sırasındaki sıcaklığa göre değişmektedir [98-100]. Işıqla polimerize olan rezin kompozitlerde oksijen inhibisyon tabakasının kalınlığı 2,5-50 µm arasında değişiklik göstermektedir [101].

Oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını engelleme veya kaldırılma yöntemleri

Oksijen inhibisyon tabakasının varlığının rezin kompozit tabakaları arasındaki bağlanma dayanımına etkisi hakkında farklı görüşler mevcuttur. Oksijen inhibisyon tabakasının rezin kompozit tabakaları arası bağlanma dayanımını azalttığı veya etki etmediğini savunan çalışmalara karşın [95, 96, 102, 103], bağlanma dayanımını arttırdığını savunan çalışmalar da vardır [94, 97, 104].

Diğer bir yandan, rezin kompozitin optik ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için oksijen inhibisyon tabakasının kaldırılması veya oluşmasının engellenmesi konusunda fikir birliği mevcuttur [92, 101, 105-107].

Oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını engellemek için atmosferle temas eden rezin kompozit yüzeyindeki oksijen gazının nitrojen veya argon gazıyla değiştirildiği çalışmalar mevcuttur [93, 95, 96]. Ayrıca ısı ile gerçekleştirilen polimerizasyonda, 110°C'de polimerizasyon sırasında oksijen inhibisyon tabakası oluşumu engellenmektedir [100].

Şeffaf selüloid bant

Diş hekimliğinde gerçekleştirilen laboratuvar çalışmalarında oksijen inhibisyon tabakasının oluşması engellenip standardizasyonun sağlanması için rezin kompozit yüzeyine şeffaf selüloid bant yerleştirilir, yüzey ile oksijen teması kesilir ve ışıqla polimerizasyon gerçekleştirilir [88, 90, 108]. En pürüzsüz rezin kompozit yüzeyleri polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilmesiyle elde edilmektedir [109]. Buna karşılık şeffaf selüloid bant altında gerçekleşen polimerizasyon ile rezin kompozit daha düşük fiziksel özelliklere sahip olmaktadır [110-112]. Buna neden olarak rezin kompozit yüzeyinden şeffaf selüloid banta doğru olan monomer hareketinin yüzeyde azalttığı polimerizasyon miktarı gösterilmektedir [111]. Şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilen polimerizasyondan sonra oluşan rezinden zengin tabakanın, restorasyonun renklenmemesi ve sertliğinin artması için bitirme ve parlatma aşamaları ile kaldırılması tavsiye edilmektedir [107].

Bitirme ve parlatma işlemleri

Rezin kompozit restorasyonların son aşaması bitirme ve parlatma işlemleridir. Restorasyonun nihai şeklinin verilmesi ve fazla materyalin uzaklaştırılması için bitirme

işlemleri yapılır. Bitirme işlemlerinin gerçekleştirildiği enstrümanların restorasyon yüzeyinde yarattığı küçük düzensizliklerin kaldırılması, yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi ve kabul edilebilir bir parlaklığa ulaşabilmesi için parlatma işlemleri yapılır. Polimerizasyon sonucunda rezin kompozit yüzeyinde oluşan oksijen inhibisyon tabakasının bitirme ve parlatma işlemleri ile kaldırılmasının yüzey pürüzlülüğünü, renklenmeyi azalttığını ve mikrosertlik değerlerini arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur [92, 113]

Gliserin jel

Gliserin veya diğer adıyla gliserol 1,2,3-propandiol renksiz, kokusuz visköz likit bir alkoldür. Doğal gliserin, katı ve yağların hidrolizinde bir yan ürün olarak elde edilir. Gliserinin sentetik üretimi için birden fazla yöntem mevcuttur. Sentetik gliserin üretimi için başlangıç malzemeleri arasında alil klorür, akrolein, propilen oksit, şekerler, belirli polialkoller, yağlar veya epiklorohidrin bulunur [114]. Gliserin boyacılık, kozmetik, gıda sektörü, farmakoloji gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir [115].

Birçok diş hekimi, oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunu engellemek için gliserin jel kullanmaktadır [92]. Restorasyonun havayla temas eden yüzeyi gliserin jel ile kaplanır, böylece atmosferdeki oksijenin serbest radikallerle reaksiyona girmesi önlenir. Oksijen inhibisyon tabakasının oluşmasını engellemek için yüzeyde gliserin jel kullanımı etkili bir yöntem olduğunu belirten çalışmaların [105-107, 116] aksine jel formunda kullanılan gliserinin, rezin kompozit yüzeyiyle arasında oksijen hapsedebildiğinden veya içerisinde oksijen barındırdığından oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunun önlenmesinde şeffaf selüloid bant kullanımına göre daha az etkili bir yöntem olduğunu öne süren çalışmalar da mevcuttur [105].

2.3. Test Yöntemleri

2.3.1. Renk değişimi

Renk, bir nesnenin ışığı yansıtma veya yayma şekli sonucunda görsel bir algı üretme özelliği olarak tanımlanır. Renk üç parametre ile tanımlanabilir: ton (hue), değer (value) ve yoğunluk (chroma). Rengin tonu, rengi diğer renklerden ayıran özelliğidir. Rengin kırmızı, sarı ve mavi olmak üzere 3 temel tonu vardır. Ayrıca bu tonlara birincil renkler de denilmektedir. Mavi ve sarı gibi birincil renklerin birleştirilmesi ile yeşil gibi ikincil renkler elde

edilmektedir. Rengin değeri rengin açıklık veya koyuluk derecesini ifade eder. Rengin yoğunluğu ise bir rengin saflığı ve doygunluğu olarak tanımlanabilir. Yüksek yoğunluktaki renkler daha parlak ve canlı renklere karşılık gelir [117].

Diş hekimliğinde renklerin değerlendirilmesi için görsel ve dijital değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Görsel yöntemlere örnek olarak klasik VITA skalası ve VITA Toothguide 3D-Master System verilebilir [118]. Dijital yöntemlere ise Spektrofotometre, kalorimetre ve dijital fotoğrafı örnek gösterilebilir [117]. Dijital yöntemlerle elde edilen renk verileri diş hekimliğinde kullanılan materyallerin renk ölçümünde standartları belirleyen kurum olan CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından geliştirilen CIE-Lab renk sistemi kapsamında elde edilmektedir [119]. CIE renk bilimiyle ilgili ana sistemleri ve renk farkı (ΔE) kavramlarını tanıtmıştır. CIE-Lab renk sisteminde renkler üç koordinatla tanımlanmaktadır. L^* değeri rengin açıklığını, a^* değeri kırmızı ve yeşile olan yakınlığını, b^* değeri ise sarı ve maviye olan yakınlığını belirtmektedir. Dijital yöntemlerle elde edilen bu veriler görsel yöntemlerle elde edilen verilere göre daha güvenilirdir [120].

Diş hekimliğinde yapılan araştırmalarda renk farkı ölçümleri yaygın olarak kullanılmaktadır [121]. Yapılan araştırmalarda çoğunlukla veriler CIE-Lab sistemine göre kaydedilir ve renk farkı ΔE ile ifade edilir [122]. Renk değişikliklerinin sayısal değerle belirlenebilmesi için CIE tarafından pek çok farklı formül öne sürülmüştür.

CIE76 formülünde renklerin L^* , a^* , b^* değerleri farkları hesaplanarak renk farklılıkları değerlendirilir. Yayınlarda ve renk farkı değerlendirmelerinde en sık kullanılan yöntemdir [117]. Renk farkı şu şekilde hesaplanır:

CIE94 formülü her bir rengin L^* , C^* (canlılık, chroma), h^* (ton, hue) değerlerinin farklarının hesaplandığı bir formüldür. ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* parametrelerini içermektedir. Bu farklar belirli ağırlık faktörleri (SL, SC, SH) ve parametre faktörleri ile (KL, KC, KH) normalize edilmektedir.

CIE2000, günümüz diş hekimliğinde kabul gören ve CIE tarafından önerilen renk farkı formüllerinden biridir [121]. CIE2000 formülü, Munsell'in geliştirdiği ton (hue) ve yoğunluk (chroma) kavramlarını temel almaktadır [119]. CIE2000 ve CIE-Lab formülleri

ile hesaplanan renk değişimleri benzer eğilim izlese de mutlak değerlerinin farklı olduğu belirtilmektedir [123].

2.3.2. Pürüzlülük

Rezin kompozitlerin yüzey özelliklerini değerlendirmekte sık kullanılan başka bir parametre ise yüzey pürüzlülüğüdür (Ra). Yüzey pürüzlülüğü bir materyalin ıslanabilirliği [124] ve bakteri tutulumu için önemli bir faktördür [13]. Mei ve arkadaşları [125] bakteri tutulumu için eşik pürüzlülük değerinin 0,2 μm olduğunu belirtmişlerdir. Ağız içinde bulunan restorasyonların da bakteri tutulumuna yol açmaması için bu pürüzlülük değerinden düşük olması beklenmektedir. Bitirme ve parlatma işlemleri sayesinde restoratif diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan rezin kompozitlerin yüzey pürüzlülükleri ve dolayısı ile bakteri tutulumları azalmaktadır [126].

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için pek çok farklı parametre kullanılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanı Ra ve Rq'dur [127]. Ra belirli bir ölçüm mesafesinde yapılan ölçümlerin ortalamasını, Rq ise yüzeyin ortalama yüksekliğinden sapmalarının karelerinin ortalamasının karekökünü vermektedir [127, 128]. Ra ve Rq değeri dikey pürüzlülük hakkında bilgi vermekte ancak yüzeydeki çıkıntıların şekli ya da yatay yoğunluğu hakkında bilgi vermemektedir. Yüzeyin yatay topografisinin sayısal bir şekilde değerlendirilebilmesi için ise asimetriyi ölçen Rskw, basıklığı ölçen Rkur, yüzey alanı artışını belirten Rsa ve tepe sayısını belirten Rpc gibi ek parametreler kullanılmaktadır [128].

Rezin kompozit materyallerin yüzey pürüzlülüklerini ölçmek için en sık kullanılan yöntem profilometre ile ölçümdür. Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Mekanik profilometre ölçüm cihazı, materyalin yüzeyi boyunca elmas bir ucun sabit bir doğrultuda belirli bir mesafede ve hızda temas ederek ölçüm yapması ile çalışır. Mikron düzeyinde sonuç veren mekanik profilometreler iki boyutlu ölçüm yaparlar ve Ra, Rmax, Rz, Rq değerleri elde edilir. Rmax değeri yüzeydeki en derin ve en tepe nokta arasındaki mesafeyi ifade eder. Rz değeri ise 5 farklı bölgedeki en derin ve en tepe noktaların arasındaki farkın ortalamasını vermektedir [129].

Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü için kullanılan diğer yöntem ise optik profilometredir. Optik profilometreler yüzeye temas etmeden yüzeyin 3 boyutlu ölçümünü

gerçekleştirebilmektedir. Bu amaçla atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ve tarama elektron mikroskobu (SEM) da profilometreler yerine kullanılmaktadır [130].

2.3.3. Mikrosertlik

Rezin kompozit restorasyonların mekanik mukavemetinin değerlendirildiği yöntemlerden biri de sertlik ölçümüdür. Farklı malzemelere farklı tipte sertlik testleri uygulanmaktadır. Bunlar Knoop, Vickers, Barcol, Brinell ve Rockwell sertlik testleridir. Sertlik testleri arasındaki fark ucun şekli ve uygulanan kuvvettir. Testlerde sertliği incelenecek materyalin üzerine, belirli bir kuvvet ile sivri bir uç uygulanır. Mikroskop kullanılarak test ucunun materyal üzerinde bıraktığı iz ölçülür [59]. Knoop ve Vickers mikrosertlik testleri, Brinell ve Rockwell makrosertlik testleri olarak sınıflandırılmaktadır [4]. Mikrosertlik plastik deformasyon ve abrazyona karşı direnç olarak tanımlanır [18].

Brinell sertlik testinde, yuvarlak sert bir ucun belirli bir yük altında incelenen materyal yüzeyinde bıraktığı izin büyüklüğü incelenir. Yükün alana bölünmesi ile elde edilen sayı Brinell sertlik değeri (BHN) olarak kaydedilir. Ucun yüzeyde bıraktığı girinti ne kadar küçükse BHN o kadar yüksek çıkmaktadır ve materyalin sert olduğuna işaret etmektedir [4].

Rockwell sertlik testinde, Brinell'den farklı olarak konik bir uç kullanılmaktadır ve ölçüm cihaz üzerinde bulunan kadranın oluşan girintinin derinliğini ölçmesi ile gerçekleştirilir. Farklı malzemelerin ölçümü için farklı uçlar mevcuttur ve ölçümler Rockwell sertlik değeri (RHN) olarak kaydedilir. Hem Rockwell hem de Brinell sertlik testleri kırılğan materyallerin sertlik değerini ölçmek için uygundur [4].

Vickers sertlik testinde kare tabanlı bir piramit uç kullanılmaktadır. Vickers ölçüm cihazının ucu, materyalin yüzey özelliklerinden daha az etkilenip daha hassas ölçümler yapılmasına olanak sağlamaktadır [131]. Sertlik değerinin tespiti için test ucunun materyal üzerinde bıraktığı girintinin köşegen uzunlukları ölçülür ve değerlerin ortalaması alınır. Bu değer Vickers sertlik değeri (VHN) olarak kaydedilir. Test, kırılğan malzemelerin sertliğini belirlemek için uygundur. Vickers sertlik testi sadece restoratif materyallerin değil doğal diş yapılarının sertlik özelliklerini belirlemek için de kullanılmıştır [4].

Knoop sertlik testi romboidal bir uç şekline sahiptir ve bu uç elmastan yapılmıştır. Bu test yönteminde ölçümde en uzun köşegenin uzunluğu ölçülür. Uygulanan yük izdüşüm alana bölünerek Knoop sertlik değeri (KHN) elde edilir. Knoop sertlik testinde kullanılan ucun özelliği sayesinde elastik geri kazanım kısa köşegen boyunca olmaktadır. Bu nedenle elde edilen sertlik değeri test edilen materyalin sünme yeteneğinden bağımsız şekilde elde edilir [4].

2.4. Çalışmanın Amacı ve Sıfır Hipotezleri

Bu tez çalışmasının amacı rezin kompozitlerin modelasyon sırasında el aletlerine ve fırçalara yapışmasını engellemek amacıyla kullanılan farklı nesil adezivler ve farklı içeriğe sahip modelasyon likitlerinin gliserin jel altında polimerizasyonları sonrası bitirme ve parlatma yapılmamış ve yapılmış yüzeylerde rezin kompozitin, klinik başarısında da önem arz eden renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik özellikleri üzerindeki etkilerinin, klinikte sıklıkla kullanılan havayla temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerizasyonlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

Buna ek olarak, modelasyon ajanlarının rezin kompozit yüzey morfolojisi üzerindeki etkilerini ve bu ajanların alt yüzey katmanlarına olan etkilerini ortaya koymak amacıyla SEM ile yüzey ve kesit görüntülemeleri gerçekleştirildi.

Bu tez çalışmasının sıfır hipotezleri:

1. Klinikte sıklıkla kullanılan havayla temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeyler arasında renk, pürüzlülük ve mikrosertlik yönünden fark olmayacağı;
2. Modelasyon ajanı kullanımının rezin kompozit yüzeylerinde renk, pürüzlülük ve mikrosertlik yönünden etkisi olmayacağı;
3. Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış yüzeyler arasında renk, pürüzlülük ve mikrosertlik bakımından fark olmayacağı yönündedir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından TDH-2023-8300 numaralı proje kapsamında desteklendi. Çalışmanın laboratuvar aşamaları Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda, SEM analizi ise Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirildi.

Yapılan bu tez çalışması kapsamında monomer içerikleri, solvent içerikleri ve doldurucu içerip içermemesi gibi farklılıklara sahip 2 adeziv rezin ve 3 modelasyon likitinin nanohibrit rezin kompozitin yüzeyinde meydana getirdiği pürüzlülük, renk değişimi ve mikrosertlik değerleri karşılaştırılarak incelendi.

3.1. Kullanılan Materyaller

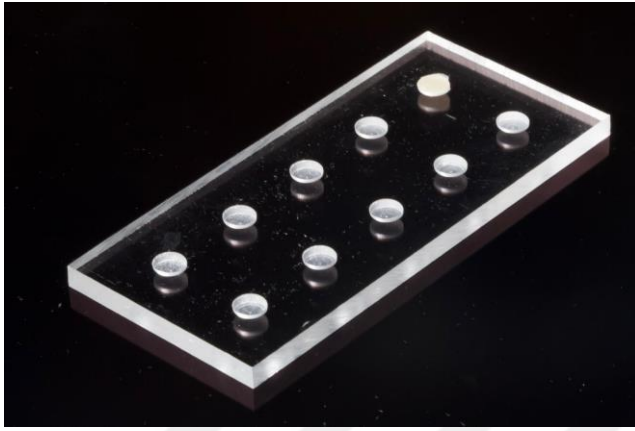
Çalışmada kullanılan materyaller, materyallerin üretici firmaları, lot numaraları ve kimyasal içerikleri Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller

Marka (Lot Numarası)	Üretici Firma	Materyal	Kimyasal içerik
Filtek Z550 Resin kompozit (NF43825)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Nanohibrit rezin kompozit	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, PEGMA, TEGMA, %78,5 doldurucu
Optibond FL (9331345)	Kerr Corporation, Orange, CA, ABD	4. Nesil Adeziv	TEGDMA, UDMA, GPDM, HEMA, Bis-GMA, alkali fluorosilikat, fotoinisiyator
Single Bond Universal (10115151)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	Üniversal Adeziv	HEMA, Bis-GMA, 2- Propenoik asit, 2-metil ve 1,10 decanediol ve fosforöz oksit ile reaksiyon ürünleri, Etanol, Su, Kamferokinon, Vitrebond kopolimeri, Dimetilaminbenzoat, Etil Metakrilat, 2-Propenoik asit, 2-metil, doldurucu
Composite Wetting Resin (BPNL7)	Ultradent Products Inc, South Jordan, ABD	Doldurucu içeren modelasyon likiti	TEGDMA, UDMA, Silan, Bütülat Hidroksitoluen
Estenia C&B Modeling Liquid (A60044)	Kuraray Noritake Dental Inc, Okayama, Japonya	10-MDP içeren modelasyon likiti	Uretan Tetrametakrilat, Hidrofobik Aromatik Dimetakrilat, Hidrofobik Alifatik Metakrilat, 10-MDP, Başlatıcılar
GC Modeling Liquid (2210139)	GC Corporation, Tokyo, Japonya	HEMA içeren modelasyon likiti	UDMA, 2-Hidroksi-1,3Dimetakriloksipropen, HEMA, Silan ve Diklorometilin silika ile reaksiyon ürünleri
GC Sable Brush Set (2206221)	GC Corporation, Tokyo, Japonya	Samur Fırça Sapı ve Başlığı	
Liquid Strip (Z04FJH)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn	Gliserin Jel	Gliserol

3.2. Numunelerin Hazırlanması

Örnek sayılarının hesaplanmasında G*Power (G*Power V 3.1, Almanya) programı kullanıldı. Güç analizinde Tip I hata (α) 0,05 (%95 güven aralığı), tip II hata (β) 0,2, testin etki büyüklüğü ise 0,40 olarak belirlendi (Kohenin etki büyüklüğü hesaplaması). Örneklem büyüklüğü her alt grup için 8 olarak hesaplandı. Numunelerin 1/4 kayıp oranı göz önünde bulundurularak numune sayısı 10 olarak belirlendi. Bunlara ilave olarak SEM görüntüleri için her gruptan 2'şer numune hazırlandı.



Resim 3.1. Pleksiglass numune hazırlama kalıpları

Rezin kompozit numunelerin renk değişimi, pürüzlülük ve mikrosertlik değerlendirmelerinin yapılması için toplam 160 adet numune hazırlandı. Hazırlanan numuneler her grupta 20 numune olacak şekilde rastgele 8 gruba ayrıldı ($n=20$). Her bir grup için 4x10x0,5 cm ölçülerinde, üzerinde her bir numune için 10 adet 6 mm çapında 2 mm derinliğinde yuva bulunan tabanı kapalı şeffaf pleksiglass materyalden kalıplar kullanıldı (Resim 3.1). Numunelerin hazırlandığı yuvaların derinliği üretici firmanın klinik kullanımda tavsiye ettiği resin kompozit kalınlığına (2 mm), çapı ise kullanılan polietilen köpük materyalden uca sahip yapışmaz el aleti Optrasculpt (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) (Resim 3.2.) uç çapına göre (6 mm) belirlendi.



Resim 3.2. Çalışmada kullanılan polietilen köpük materyalden uca sahip yapışmaz el aleti Optrasculpt



Resim 3.3. Çalışmada operatörün kullandığı büyütme



Resim 3.4. Çalışmada kullanılan nanohibrit rezin kompozit materyal Filtek Z550 A2

Bütün numuneler 3.0x büyütme altında (Zumax SLT 3.0, Jiangsu, Çin) (Resim 3.3.), aynı operatör tarafından hazırlandı. Numunelerin hazırlanması için her bir yuvaya nanohibrit rezin kompozit materyal Filtek Z550 A2 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Resim 3.4.) yerleştirildi. Resin kompozit, polietilen köpük materyalden uca sahip yapışmaz el aleti Optrasculpt (Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) ile kondanse edildi. Gruplar

oksijen inhibisyon tabakası kontrol yöntemlerine ve modelasyon ajanı uygulanmasına göre 8 gruba ayrıldı. Buna göre;

Grup 1: Numunelerin yüzeyine herhangi bir adeziv rezin ya da modelasyon likiti uygulanmadan numune yüzeyleri hava ile temas edecek şekilde ışıkla polimerize edildi.

Grup 2: Numunelerin yüzeyine herhangi bir adeziv rezin veya modelasyon likiti uygulaması yapılmadan oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunu engellemek için numune yüzeyine şeffaf selüloid bant ve parmak basıncı altında mikroskop camı yerleştirildi ve ışıkla polimerize edildi.

Grup 3: Numunelerin yüzeyine herhangi bir adeziv rezin veya modelasyon likiti uygulaması yapılmadan oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunu engellemek için numune yüzeyi gliserin jel (Liquid Strip, Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) (Resim 3.5.) ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.

Grup 4: Numunelerin yüzeyine modelasyon amacıyla dördüncü nesil adeziv sistemin (Optibond FL Adhesive (Kerr Corporation, Orange, CA, ABD)) adezivi (Resim 3.6.), samur fırça (GC Sable Brush (GC Corporation, Tokyo, Japonya)) (Resin 3.7.) kullanılarak uygulandı. Numune yüzeyi gliserin jel ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.

Grup 5: Numunelerin yüzeylerine modelasyon amacıyla üniversal adeziv sistem Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Resim 3.8.) samur fırça kullanılarak uygulandı. Numune yüzeyi gliserin jel ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.

Grup 6: Numunelerin yüzeylerine HEMA içeren, 10-MDP ve doldurucu içermeyen modelasyon likiti GC Modeling Liquid (GC Corporation, Tokyo, Japonya) (Resin 3.9.), samur fırça kullanılarak uygulandı. Numune yüzeyi gliserin jel ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.

Grup 7: Numunelerin yüzeylerine 10-MDP içeren ve HEMA içermeyen doldurucusuz indirekt restorasyon modelasyon likiti Kuraray Estenia C&B Modelling Liquid (Kuraray Medical, Inc., Okayama, Japonya) (Resim 3.10.), samur fırça kullanılarak uygulandı. Numune yüzeyi gliserin jel ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.

Grup 8: Numune yüzeylerine doldurucu içeren, HEMA ve 10-MDP içermeyen modelasyon likiti Composite Wetting Resin (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, ABD) (Resim 3.11.), samur fırça kullanılarak uygulandı. Numune yüzeyi gliserin jel ile kaplandı ve ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyonun ardından gliserin jel yüzeyden su ile 10 saniye boyunca yıkanarak uzaklaştırıldı.



Resim 3.5. Çalışmada kullanılan gliserin jel



Resim 3.6. Çalışmada kullanılan dördüncü nesil bağlayıcı ajanın adezivi

Numuneler polimerize edildikten sonra bitirme ve parlatma işleminin yapılıp yapılmamasına göre sırasıyla A ve B olmak üzere iki alt gruba ayrıldı.

Numune standardizasyonu için samur fırça kullanılan gruplarda (Grup 4, 5, 6, 7 ve 8) aşağıdaki protokol izlendi:

1. Samur fırçanın temizliğinin sağlanabilmesi için her uygulamadan önce ve sonra samur fırça alkol ile temizlendi, su altında yıkandı ve kurutuldu (Resin 3.12.).
2. Samur fırça bir damla adeziv rezin veya modelasyon likiti ile ıslatıldı.
3. Samur fırça üzerindeki fazla ajan, temiz ve kuru bir cam lamel üzerine fırçanın her yüzeyi ikişer defa sürülerek çıkarıldı ve fırçanın ajanla hafif nemli şekilde kalması sağlandı [49] (Resin 3.13.).
4. Samur fırça ile numune yüzeyine yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya, sağdan sola, soldan sağa olmak üzere 4 fırça temasının 2 kere tekrarı sağlandı [132] (Şekil 3.1.).
5. Numune standardizasyonunu sağlamak için samur fırça ve yapışmaz el aletinin ucu 10 numunede bir olmak üzere (her grupta bir kez) değiştirildi.



Resim 3.7. Çalışmada kullanılan samur fırça ve başlığı



Resim 3.8. Çalışmada kullanılan üniversal adeziv



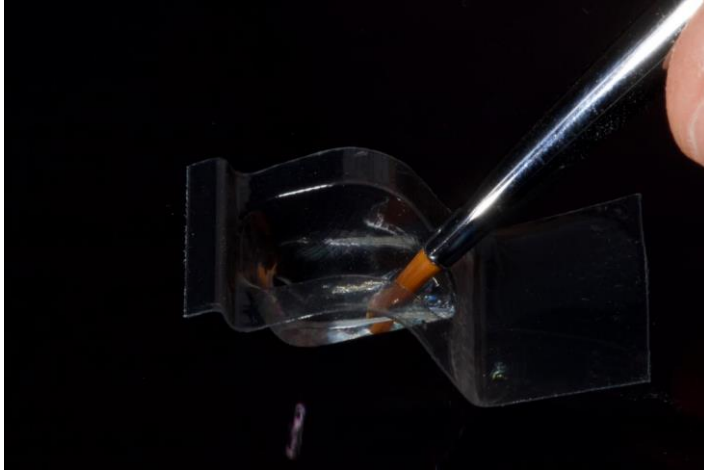
Resim 3.9. Çalışmada kullanılan doldurucu içermeyen modelasyon likiti



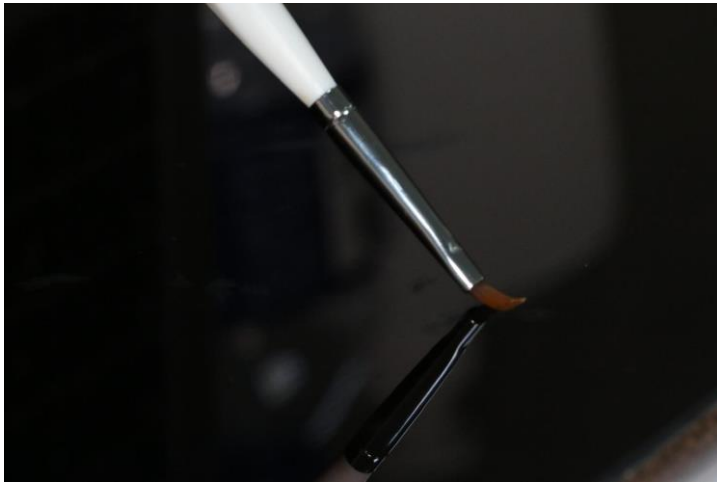
Resim 3.10. Çalışmada kullanılan indirekt modelasyon likiti



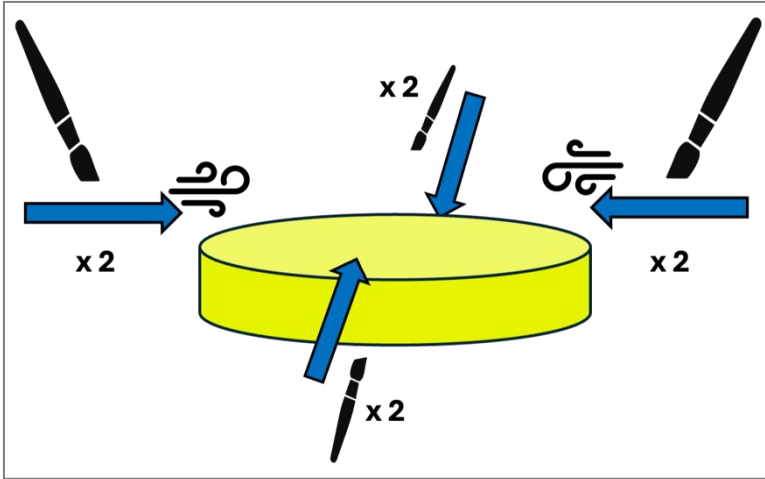
Resim 3.11. Çalışmada kullanılan doldurucu içeren modelasyon likiti



Resim 3.12. Samur fırçanın alkol ile temizlenmesi işlemi



Resim 3.13. Samur fırçada bulunan fazla modelasyon ajanının uzaklaştırılması



Şekil 3.1. Samur fırça ile numune yüzeyinde yapılan modelasyon hareketlerinin tasviri

Tüm gruptaki numunelerin polimerizasyonunda ışık cihazı (BluePhase, Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) (Resim 3.14.) 20 saniye süreyle 1 mm mesafeden kullanıldı. Işık cihazının gücü radyometre (BluePhase Meter II, Ivoclar Vivadent, AG, Schaan, Lihtenştayn) (Resim 3.15.) kullanılarak ölçüldü. Bitirme ve parlatma uygulanan alt grupta numunelere zımparalama ve parlatma cihazı kullanılarak sırasıyla 320, 800, 1200, 2000 ve 4000 grid silikon karbid zımparalarla 60'ar saniye 300 rpm hızda su soğutması altında bitirme ve parlatma işlemi uygulandı. Silikon karbid zımparalar 10 numunede bir olmak üzere yenileriyle değiştirildi.



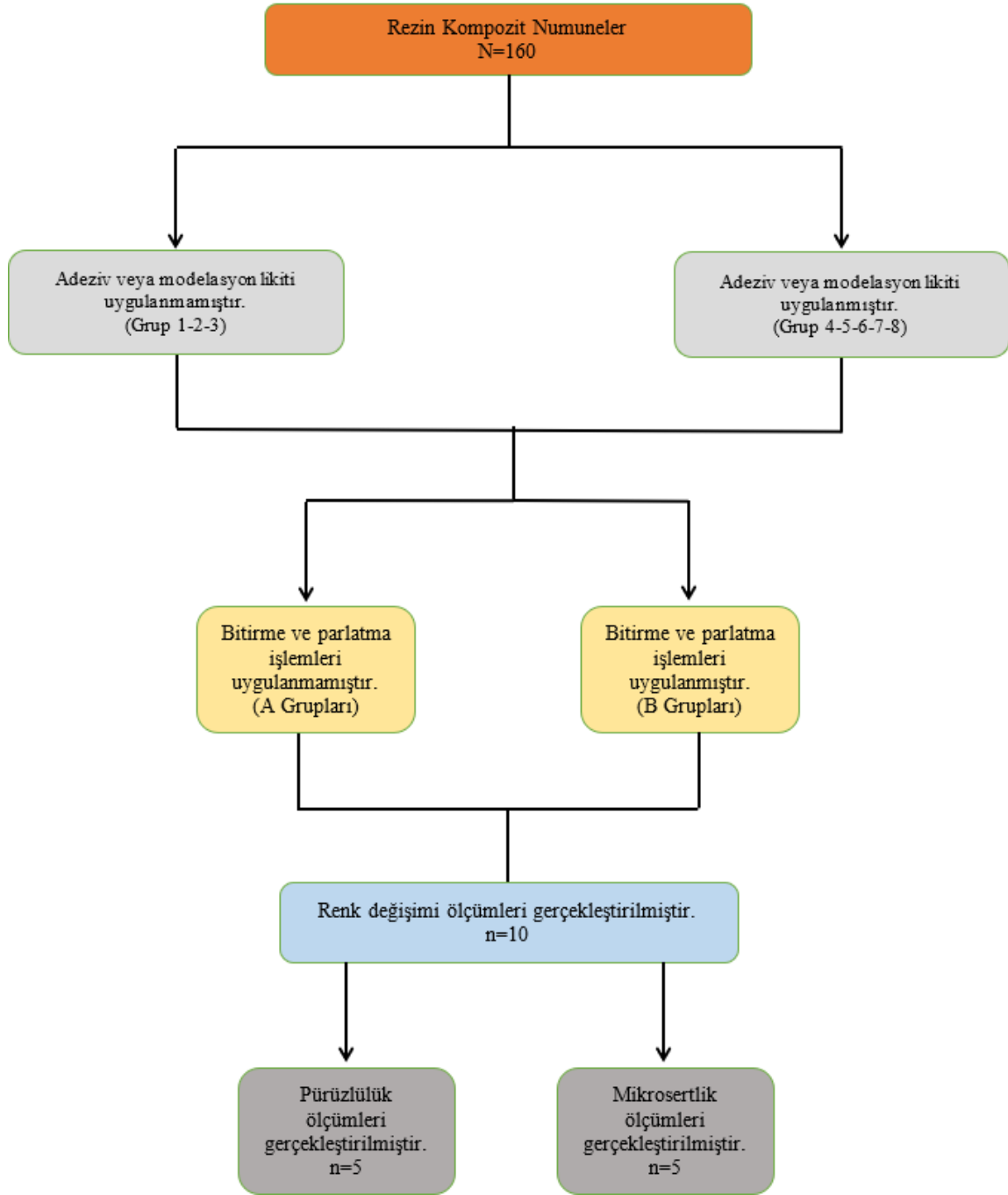
Resim 3.14. Çalışmada kullanılan ışık cihazı



Resim 3.15. Çalışmada kullanılan radyometre

Hazırlanan numuneler 24 saat 37°C distile suda bekletildikten sonra başlangıç yüzey pürüzlülük, yüzey sertlik ve renk ölçümleri yapıldı.

Çalışma grupları Şekil 3.2.'de gösterildi



Şekil 3.2. Çalışma gruplarının oluşturulması

3.3. Yaşlandırma Prosedürleri

24 saat sonunda yapılan ölçümlerin ardından numuneler, rezin kompozitlerin klinik yaşlanmasını taklit etmek için kahve solüsyonu içerisine konuldu. Kahve solüsyonu, üretici önerileri doğrultusunda 200 ml kaynar su içerisine 2 gram kahve (Nescafe Classic, NESTLE Türkiye Gıda Sanayi AŞ, Karacabey, Bursa) (Resim 3.16.) konularak hazırlandı. Kahve

solüsyonu 6 gün boyunca her 24 saatte bir yenilendi ve 7. günün sonunda renk, pürüzlülük ve mikrosertlik ölçümleri tekrarlandı.



Resim 3.16. Çalışmada kullanılan yaşlandırma solüsyonu içeriği

3.4. Ölçümler

3.4.1. Renk Ölçümleri

Numunelerin başlangıç ve kahve ile renklendirme sonrası renk ölçümleri, standardizasyon için günün aynı saatinde ve aynı ortamda spektrofotometre (Vita Easy Shade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) (Resim 3.19.) ile gerçekleştirildi. Üretici firmanın talimatları doğrultusunda her ölçümden önce cihazın üzerinde bulunan seramik blok (Resim 3.17) yardımıyla cihazın kalibrasyonu yapıldı.



Resim 3.17. Çalışmada kullanılan spektrofotometre

Numuneler 37°C distile suyun içerisinde çıkarıldıktan sonra havayla kurutuldu. Numunelerin üst yüzeyinden, cihazın “single tooth” modu seçilerek CIE L*a*b* renk

sistemine göre üçer kez ölçüm yapıldı ve üç ölçümde elde edilen L^* , a^* , b^* değerlerinin aritmetik ortalamaları alındı. Ardından örnekler kahve ile yaşlandırma protokolüne tabi tutuldu.

7 gün boyunca yapılan kahve ile yaşlandırma sonucunda solüsyondan çıkarılan numune kalıpları distile su altında 5 dakika boyunca yıkandı, havayla kurutuldu ve ölçümler tekrarlandı.

Başlangıç L^* , a^* , b^* değerleri L_1 , a_1 ve b_1 olarak, kahve ile 7 günlük yaşlandırmadan sonra elde edilen L^* , a^* , b^* değerleri ise L_7 , a_7 ve b_7 olarak kaydedildi. Toplam renk değişikliği (ΔE) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3.1)$$

$$\Delta L = L_7 - L_1$$

$$\Delta a = a_7 - a_1$$

$$\Delta b = b_7 - b_1$$

3.4.2. Pürüzlülük ölçümleri

Numunelerin hazırlanmasından 24 saat sonra, numunelerin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri (Ra_1) profilometre cihazı (Surfest SJ-301, Mitutaya, Japonya) (Resim 3.18.) ile ölçüldü. Üretici talimatları doğrultusunda, profilometre cihazı her ölçümden önce kalibrasyon bloğu ile kalibre edildi.



Resim 3.18. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı

Yüzey pürüzlülük değerleri; numunenin üst yüzeyinden, farklı yönde, üçer farklı noktadan, ölçümlerin uzunluğu 0.08 mm, hızı 0.5 mm/sn olacak şekilde yapıldı. Elde edilen Ra değerlerinin ortalaması alınarak numunenin başlangıç pürüzlülük değeri olarak kaydedildi (Ra_1). Ardından örnekler kahve solüsyonuna aktarıldı.

Kahve ile 7 gün boyunca yapılan yaşlandırma sonucunda solüsyondan çıkarılan numune kalıpları distile su altında 5 dakika boyunca yıkandı, havayla kurutuldu ve ölçümler başlangıç pürüzlülük ölçümlerine benzer şekilde tekrarlandı ve elde edilen Ra değerlerinin ortalaması alınarak numunenin 7. Gün pürüzlülük değeri olarak kaydedildi (Ra_7).

Birinci gün pürüzlülük değerleri ile 7. Gün pürüzlülük değerleri arasındaki fark aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı ve numunenin ΔRa değeri kaydedildi:

$$\Delta Ra = \sqrt{(Ra_7)^2 - (Ra_1)^2} \quad (3.2)$$

3.4.3. Mikrosertlik Ölçümleri

Numunelerin hazırlanmasından 24 saat sonra, numunelerin başlangıç yüzey mikrosertlik ölçümlerinde Vickers Sertlik Ölçüm testi ve Vickers sertlik ölçüm cihazı (HMV-700 Microhardness Tester, Shimadzu, Japonya) (Resim 3.19.) kullanıldı. Numune yüzeylerinde olası hava kabarcığının varlığı 40x oküler ile incelendi. Numune yüzeylerine 100 gram yük 10 saniye boyunca uygulandı ve numune yüzeyinde oluşan eşkenar dörtgenin iz düşüm köşeleri 40x büyütmede işaretlendi. Her bir numunenin yüzeyinden birbirine uzaklıkları en az 100µm olacak şekilde üç farklı noktadan ölçüm yapıldı. Yapılan ölçümlerin aritmetik ortalamaları alındı ve numunenin başlangıç Vickers sertlik değeri (VHN_1) olarak kaydedildi. Ardından örnekler kahve solüsyonuna aktarıldı.



Resim 3.19. Çalışmada kullanılan mikrosertlik ölçüm cihazı

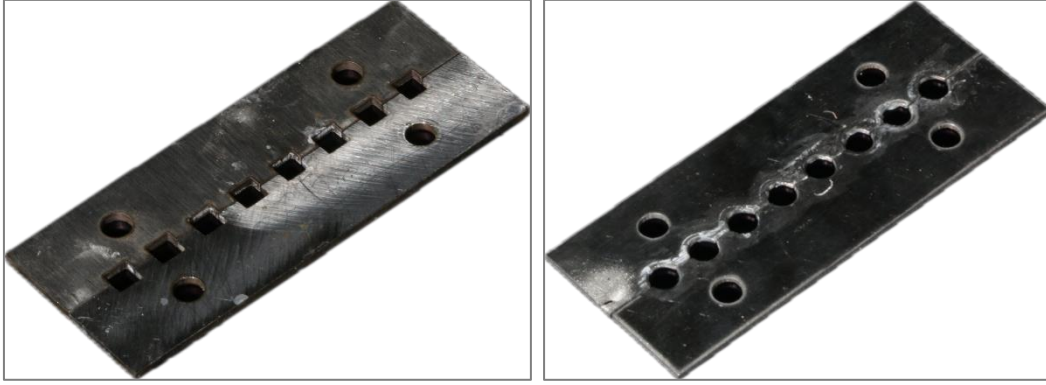
Kahve ile 7 gün boyunca yapılan yaşlandırma sonucunda solüsyondan çıkarılan numune kalıpları distile su altında 5 dakika boyunca yıkandı, havayla kurutuldu ve ölçümler başlangıç mikrosertlik ölçümlerine benzer şekilde tekrarlandı ve elde edilen VHN değerlerinin ortalaması alınarak numunenin 7. Gün mikrosertlik değeri olarak kaydedildi (VHN₇).

Birinci gün mikrosertlik değerleri ile 7. Gün mikrosertlik değerleri arasındaki fark aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı ve numunenin ΔVHN değeri kaydedildi:

$$\Delta VHN = \sqrt{(VHN_7)^2 - (VHN_1)^2} \quad (3.3)$$

3.4.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Yüzey morfolojisinin taramalı elektron mikroskop incelemesi için 6 mm çapında 2 mm yüksekliğinde silindir kalıplar kullanılarak her alt gruptan ikişer numune hazırlandı. Oksijen inhibisyon tabakası kalınlığı ve yüzeye modelasyon amacıyla uygulanan ajanı görüntülemek için 2 x 4 mm boyutunda dikdörtgen prizma şeklinde kalıplar (Resim 3.20.) kullanılarak her grubun A alt gruplarından birer numune hazırlandı. Yüzey morfolojileri 1000, 2500, 5000 ve 10000 kat büyütme altında incelendi. Kesit morfolojileri ise 120 ve 500 kat büyütme altında incelendi. Kesit morfolojilerinde gözlenen yüzey katmanını ise 10000 ve 50000 kat büyütme altında incelendi.



Resim 3.20. Çalışmada kullanılan SEM numuneleri hazırlama kalıpları

Numunelerin yüzey ve kesit morfolojilerinin detaylı görüntülenmesi için 20 saniye boyunca altın kaplama işlemi (SBC-800 Small Ion Sputtering Instrument, Çin) (Resim 3.21.) gerçekleştirilmiş olup yüzey 5-10 μm altın partikülleri ile kaplandı ve taramalı elektron mikroskop görüntüsü (SU5000 SEM, Hitachi, Japonya) (Resim 3.22.) alındı.



Resim 3.21. Çalışmada kullanılan altın kaplama cihazı



Resim 3.22. Çalışmada kullanılan taramalı elektron mikroskop cihazı

3.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde IBM SPSS 21.0 (SPSS Inc, Şikago, ABD) programı kullanıldı. Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk's testi sonuçlarına göre çalışma grupları normal dağılım göstermediğinden ($p < 0.05$), Levene Testi sonuçlarına göre grup ortalamaları homojen dağılım göstermediğinden ($p < 0.05$) renk, pürüzlülük ve sertlik sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde non-parametrik testlerden faydalanıldı. Grup karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, Grupların ikili karşılaştırmalarında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Başlangıç ve 7 gün sonundaki pürüzlülük ve Başlangıç ve 7 gün sonundaki sertlik değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Ranks test kullanıldı. Anlamlılık düzeyi (α) 0.05 olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

4.1. Renk Değişim Bulguları

Gruplardan elde edilen ΔE değerlerinin ortalama, standart sapma ve ortancaları Çizelge 4.1.'de ve Şekil 4.1.'de verildi. Grupların ortanca değerlerinin Kruskal Wallis testi ile karşılaştırılması sonucunda hem bitirme ve parlatma işlemi uygulanan, hem de uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p=0.000$) görüldü.

Çizelge 4.1. Grupların ΔE bulgularının ortalama ve ortanca değerleri

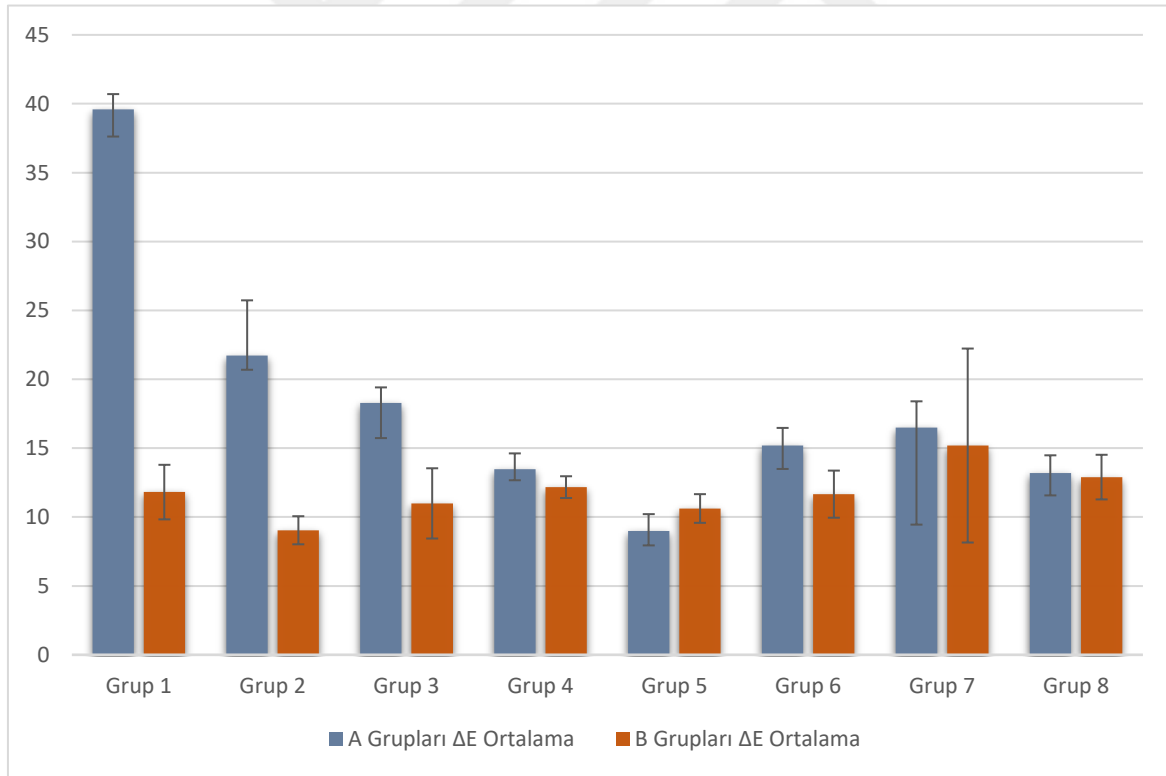
GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	ΔE Ortalama $\pm$ SS	ΔE Ortanca	ΔE Ortalama $\pm$ SS	ΔE Ortanca	
Grup 1	39,60 $\pm$ 1,10	39,57 ^{aA}	11,81 $\pm$ 1,98	11,38 ^{aB}	0.000
Grup 2	21,71 $\pm$ 4,02	20,67 ^{bA}	9,04 $\pm$ 1,02	8,81 ^{bB}	0.000
Grup 3	18,28 $\pm$ 1,13	18,10 ^{cA}	10,99 $\pm$ 2,55	10,27 ^{aB}	0.000
Grup 4	13,46 $\pm$ 1,16	13,20 ^{dA}	12,17 $\pm$ 0,79	12,01 ^{acB}	0.007
Grup 5	8,98 $\pm$ 1,23	9,04 ^{eA}	10,62 $\pm$ 1,04	10,19 ^{aB}	0.002
Grup 6	15,20 $\pm$ 1,27	14,97 ^{fA}	11,66 $\pm$ 1,71	11,23 ^{aB}	0.001
Grup 7	16,49 $\pm$ 1,91	17,18 ^{fA}	15,19 $\pm$ 7,04	12,95 ^{cB}	0.008
Grup 8	13,19 $\pm$ 1,29	13,15 ^{dA}	12,90 $\pm$ 1,62	12,59 ^{acA}	0.597
Kruskal Wallis p=	0.000		0.000		

Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan gruplar arasında (A grupları) en yüksek ΔE değeri Grup 1A'da ($39,60 \pm 1,10$), en düşük ΔE değeri Grup 5A'da ($8,98 \pm 1,23$) gözlemlendi. A gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1A, 2A, 3A) arasında en fazla renk değişimi sırasıyla Grup 1A ($39,60 \pm 1,10$), Grup 2A ve Grup 3A'da gözlemlendi. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan A grupları (Grup 4A, 5A, 6A, 7A, 8A) arasında en fazla renk değişikliği sırasıyla Grup 7A, 6A, 4A, 8A, 5A'da gözlemlendi. Grup 7A ve 6A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi ($p>0.05$). Grup 4A ve Grup 8A, Grup 7A ve 6A'dan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük renk değişikliği sergiledi ($p<0.05$). Grup 5A tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az renk değişikliği sergiledi ($p<0.05$).

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan gruplar arasında (B grupları) en az renk değişikliği gözlenen grup, Grup 2B ($9,04 \pm 1,02$), en fazla renk değişikliği gözlenen grup, Grup 7B'dir ($15,19 \pm 7,04$). B gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1B, 2B, 3B) arasında, en az renk değişikliği sırasıyla Grup 2B, 3B, 1B'de gözlemlendi. Grup 1B ve Grup 3B arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Grup 2B diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az renk değişikliği sergiledi ($p<0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan B grupları arasında (Grup 4B, 5B, 6B, 7B, 8B) en fazla renk değişikliği sırasıyla 7B, 8B, 4B, 6B, 5B gruplarında gözlemlendi. Grup 6B ve 5B, 7B'den anlamlı şekilde daha az renk değişikliği sergiledi ($p<0.05$). Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi.

Numune yüzeyine bitirme ve parlatma işlemi uygulanması renk değişikliği açısından Grup 8 hariç diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark yarattı ($p<0,05$).



Şekil 4.1. Grupların ΔE bulgularının ortalama ve standart sapma değerleri

4.2. Pürüzlülük Bulguları

4.2.1. Başlangıç pürüzlülük bulguları

Gruplardan 24 saat sonunda ölçülmüş olan başlangıç pürüzlülük değerlerinin (R_{a1}) ortalama, standart sapma ve ortancaları Çizelge 4.2.'de verildi. Grupların ortanca değerlerinin Kruskal Wallis testi ile karşılaştırılması sonucunda hem bitirme ve parlatma işlemi uygulanan A alt grupları, hem de uygulanmayan B alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p=0.001$) görüldü.

Çizelge 4.2. Grupların 1. günde ölçülen başlangıç pürüzlülük bulgularının ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	Ra ₁ Ortalama±SS	Ra ₁ Ortanca	Ra ₁ Ortalama±SS	Ra ₁ Ortanca	
Grup 1	1,82 ± 0,87	1,97 ^{acA}	0,08 ± 0,01	0,08 ^{aB}	0.008
Grup 2	0,09 ± 0,11	0,05 ^{bA}	0,06 ± 0,01	0,06 ^{bA}	0.164
Grup 3	2,39 ± 1,06	1,88 ^{cA}	0,07 ± 0,01	0,07 ^{aB}	0.009
Grup 4	0,82 ± 0,36	0,86 ^{adA}	0,15 ± 0,08	0,11 ^{cdB}	0.009
Grup 5	0,91 ± 0,52	0,91 ^{adA}	0,07 ± 0,02	0,06 ^{abB}	0.009
Grup 6	0,80 ± 0,75	0,38 ^{acA}	0,06 ± 0,01	0,07 ^{abB}	0.008
Grup 7	1,12 ± 0,60	1,01 ^{aA}	0,18 ± 0,03	0,18 ^{dB}	0.009
Grup 8	0,52 ± 0,12	0,49 ^{dcA}	0,08 ± 0,80	0,07 ^{acB}	0.009
Kruskal Wallis p=	0.001		0.001		

Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan gruplar arasında (A grupları) en yüksek 1. gün pürüzlülük değeri Grup 3A'da ($2,39 \pm 1,06$), en düşük pürüzlülük değeri Grup 2A'da ($0,09 \pm 0,11$) gözlemlendi. A gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1A, 2A, 3A) arasında en düşük R_a değeri sırasıyla Grup 2A, 1A, 3A'da gözlemlendi. Grup 1A ve 3A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken ($p>0.05$), Grup 2A diğer gruplardan anlamlı şekilde daha düşük pürüzlülük değeri sergiledi ($p<0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan A grupları (Grup 4A, 5A, 6A, 7A, 8A) arasında en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla Grup 8A, 6A, 4A, 5A, 7A'da gözlemlendi. Grup 8A ve 7A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p<0.05$), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$).

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan gruplar arasında (B grupları) en düşük pürüzlülük değeri gözlenen grup, Grup 2B ($0,06 \pm 0,01$), en yüksek pürüzlülük değeri gözlenen grup Grup 7B'dir ($0,18 \pm 0,03$). B gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1B, 2B, 3B) arasında, en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla Grup 2B, 3B, 1B'de gözlemlendi. Grup 1B ve Grup 3B arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Grup 2B diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük pürüzlülük değeri sergiledi ($p<0,05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan B grupları arasında (Grup 4B, 5B, 6B, 7B, 8B) en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla 6B, 5B, 8B, 4B, 7B gruplarında gözlemlendi. Grup 7B, Grup 4B hariç diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük pürüzlülük değeri sergiledi. Grup 4B, Grup 6B ve 5B'den istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük pürüzlülük değeri sergiledi.

Numune yüzeyine bitirme ve parlatma işlemi uygulanması pürüzlülük değerleri açısından Grup 2 hariç diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark yarattı ($p<0,05$).

4.2.2. 7. gün pürüzlülük bulguları

Gruplardan 7. gün sonunda ölçülmüş olan pürüzlülük değerlerinin (Ra_7) ortalama, standart sapma ve ortancaları Çizelge 4.3.'de verildi.

Çizelge 4.3. Grupların 7. günde ölçülen pürüzlülük bulgularının ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	Ra ₇ Ortalama±SS	Ra ₇ Ortanca	Ra ₇ Ortalama±SS	Ra ₇ Ortanca	
Grup 1	1,59 ± 0,60	1,51 ^{aA}	0,12 ± 0,11	0,07 ^{abB}	0.009
Grup 2	0,09 ± 0,11	0,04 ^{bA}	0,07 ± 0,01	0,06 ^{bcA}	0.112
Grup 3	2,32 ± 0,80	2,24 ^{aA}	0,07 ± 0,01	0,07 ^{cB}	0.009
Grup 4	0,71 ± 0,26	0,63 ^{cA}	0,15 ± 0,08	0,1 ^{aB}	0.009
Grup 5	0,64 ± 0,15	0,65 ^{cA}	0,06 ± 0,02	0,05 ^{bcB}	0.008
Grup 6	0,58 ± 0,35	0,43 ^{cA}	0,06 ± 0,00	0,06 ^{bB}	0.007
Grup 7	0,79 ± 0,22	0,85 ^{cA}	0,18 ± 0,04	0,19 ^{aB}	0.009
Grup 8	0,64 ± 0,22	0,57 ^{cA}	0,08 ± 0,02	0,07 ^{bcB}	0.009
Kruskal Wallis p=	0.000		0.002		

Mann whitney-U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Grupların ortanca değerlerinin Kruskal Wallis testi ile karşılaştırılması sonucunda hem bitirme ve parlatma işlemi uygulanan A alt grupları hem de uygulanmayan B alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu (sırasıyla $p=0.000$, $p=0.002$) görüldü.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt grupları arasında en yüksek 7. gün pürüzlülük değeri Grup 3A'da ($2,32 \pm 0,8$), en düşük pürüzlülük değeri Grup 2A'da ($0,09 \pm 0,11$) gözlemlendi. A gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1A, 2A, 3A) arasında en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla Grup 2A, Grup 1A ve Grup 3A'da gözlemlendi. Grup 1A ve 3A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken ($p>0.05$), Grup 2A diğer gruplardan anlamlı şekilde daha düşük pürüzlülük değeri sergiledi ($p<0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan A grupları (Grup 4A, 5A, 6A, 7A, 8A) arasında en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla Grup 6A, 5A, 8A, 4A, 7A'da gözlemlendi. Bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0.05$).

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları arasında en düşük pürüzlülük değeri gözlenen grup, Grup 6B ($0,06 \pm 0,00$), en yüksek pürüzlülük değeri gözlenen grup, Grup 7B'dir ($0,18 \pm 0,04$). B gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1B, 2B, 3B) arasında, en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla Grup 2B, 3B, 1B'de gözlemlendi. Grup 1B ve Grup 3B arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ($p<0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan B grupları arasında (Grup 4B, 5B, 6B, 7B, 8B) en düşük pürüzlülük değeri sırasıyla 6B, 5B, 8B, 4B, 7B gruplarında gözlemlendi. Grup 6B, 5B ve 8B arasında ve Grup 4B, 7B arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Mann-Whitney U testi sonucuna göre numune yüzeyine bitirme ve parlatma işlemi uygulanmasının 7. günde pürüzlülük değerlerini Grup 2 hariç ($p=0.112$) diğer tüm gruplarda, bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan (A grupları) alt gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalttığı ($p<0,05$) bulundu.

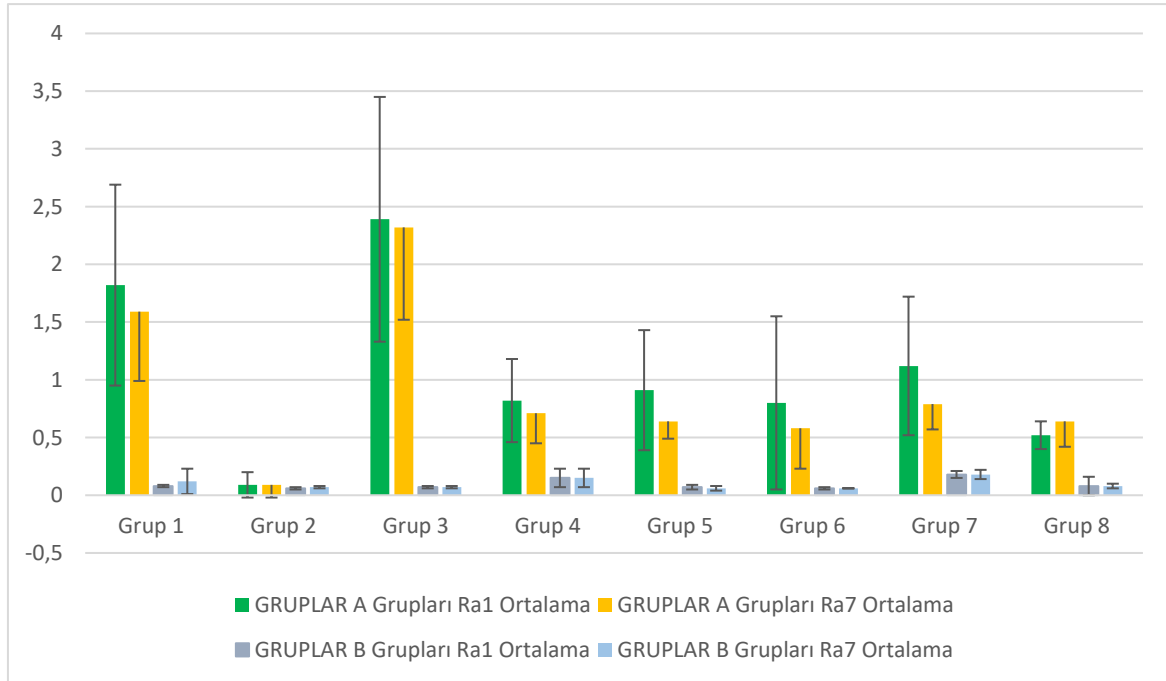
Gruplardan 1. günde elde edilen pürüzlülük değerleri (Ra_1) ile 7. günde elde edilen pürüzlülük değerleri (Ra_7) Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı (Çizelge 4.4). Grupların Ra_1 ve Ra_7 ortalama ve standart sapma değerleri Şekil 4.2.'de gösterildi.

Çizelge 4.4. Başlangıç ve 7. gün Ra değerlerinin Wilcoxon testi ile karşılaştırılması

GRUPLAR	Ra1 Ortalama±SS	Ra1 Ortanca	Ra7 Ortalama±SS	Ra7 Ortanca	Wilcoxon p=
1A	1,82 ± 0,87	1,97 ^A	1,59 ± 0,60	1,51 ^A	,225
1B	0,08 ± 0,01	0,08 ^A	0,12 ± 0,11	0,07 ^A	,713
2A	0,09 ± 0,11	0,05 ^A	0,09 ± 0,11	0,04 ^A	,655
2B	0,06 ± 0,01	0,06 ^A	0,07 ± 0,01	0,06 ^A	,083
3A	2,39 ± 1,06	1,88 ^A	2,32 ± 0,80	2,24 ^A	1
3B	0,07 ± 0,01	0,07 ^A	0,07 ± 0,01	0,07 ^A	,083
4A	0,82 ± 0,36	0,86 ^A	0,71 ± 0,26	0,63 ^A	,223
4B	0,15 ± 0,08	0,11 ^A	0,15 ± 0,08	0,1 ^A	1
5A	0,91 ± 0,52	0,91 ^A	0,64 ± 0,15	0,65 ^A	,279
5B	0,07 ± 0,02	0,06 ^A	0,06 ± 0,02	0,05 ^A	,083
6A	0,80 ± 0,75	0,38 ^A	0,58 ± 0,35	0,43 ^A	,686
6B	0,06 ± 0,01	0,07 ^A	0,06 ± 0,00	0,06 ^A	,083
7A	1,12 ± 0,60	1,01 ^A	0,79 ± 0,22	0,85 ^A	,343
7B	0,18 ± 0,03	0,18 ^A	0,18 ± 0,04	0,19 ^A	,679
8A	0,52 ± 0,12	0,49 ^A	0,64 ± 0,22	0,57 ^A	,345
8B	0,08 ± 0,80	0,07 ^A	0,08 ± 0,02	0,07 ^A	,157
Kruskal Wallis p=	0.000		0.000		

Soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler Wilcoxon testi sonucuna göre ölçüm zamanları arasındaki istatistiksel anlamlı farkı göstermektedir.

Wilcoxon testi sonuçlarına göre tüm çalışma gruplarının başlangıç ve 7. gün pürüzlülük değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu görüldü ($p>0,05$).

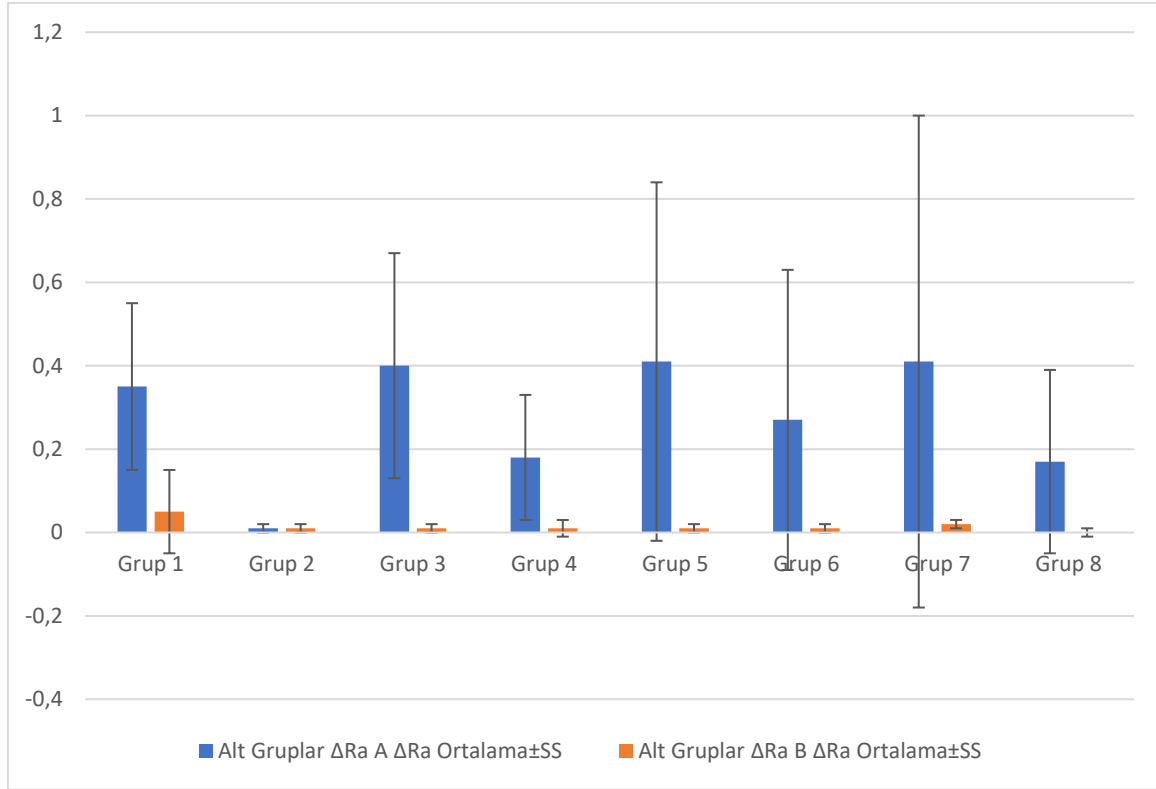
Şekil 4.2. Grupların Ra₁ ve Ra₇ ortalama ve standart sapma değerleri

ΔRa değerlerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri Çizelge 4.5.'te ve Şekil 4.3'te verildi. Kruskal Wallis test sonucuna göre bitirme ve parlatma işlemi uygulanmamış olan A alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p=0.017$), Mann Whitney U testi ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda ise Grup 2A'nın diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük ΔRa değeri gösterdiği ($p<0.05$) bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı ($p=0.287$) görüldü.

Çizelge 4.5. Grupların ΔRa değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar ΔRa				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	ΔRa Ortalama±SS	ΔRa Ortanca	ΔRa Ortalama±SS	ΔRa Ortanca	
Grup 1	0,35 ± 0,20	0,43 ^{aA}	0,05 ± 0,10	0,01 ^{aB}	0.028
Grup 2	0,01 ± 0,01	0 ^{bA}	0,01 ± 0,01	0,01 ^{aA}	0.817
Grup 3	0,40 ± 0,27	0,36 ^{aA}	0,01 ± 0,01	0,01 ^{aB}	0.008
Grup 4	0,18 ± 0,15	0,16 ^{aA}	0,01 ± 0,02	0,01 ^{aB}	0.015
Grup 5	0,41 ± 0,43	0,34 ^{aA}	0,01 ± 0,01	0,01 ^{aB}	0.008
Grup 6	0,27 ± 0,36	0,06 ^{aA}	0,01 ± 0,01	0,01 ^{aB}	0.008
Grup 7	0,41 ± 0,59	0,16 ^{aA}	0,02 ± 0,01	0,01 ^{aB}	0.008
Grup 8	0,17 ± 0,22	0,08 ^{aA}	0,00 ± 0,01	0 ^{aB}	0.008
Kruskal Wallis p=	0.017		0.287		

Mann whitney-U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.



Şekil 4.3. ΔRa değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

A ve B alt grupları Mann Whitney U testi ile karşılaştırıldığında, Grup 2 dışındaki tüm gruplarda bitirme ve parlatma yapılmayan A gruplarının ΔRa değerleri, bitirme ve parlatma yapılmış olan B gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p < 0.05$).

4.3. Mikrosertlik Bulguları

4.3.1. Başlangıç mikrosertlik bulguları

Gruplardan 24 saat sonunda ölçülmüş olan başlangıç mikrosertlik değerlerinin (VHN_1) ortalama, standart sapma ve ortancaları Çizelge 4.6.'da verildi. Grupların ortanca değerlerinin Kruskal Wallis testi ile karşılaştırılması sonucunda hem bitirme ve parlatma işlemi uygulanan hem de uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p = 0.000$) görüldü.

Çizelge 4.6. Grupların 1. günde ölçülen mikrosertlik bulgularının ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	VHN ₁ Ortalama±SS	VHN ₁ Ortanca	VHN ₁ Ortalama±SS	VHN ₁ Ortanca	
Grup 1	47,5 ± 11,1	46,63 ^{aA}	308,6 ± 237,6	166 ^{aB}	0.009
Grup 2	266,1 ± 348,0	113,47 ^{bA}	301,8 ± 164,3	230 ^{aA}	0.117
Grup 3	105,9 ± 19,0	99,7 ^{bA}	280,8 ± 213,2	183,33 ^{aB}	0.028
Grup 4	207,3 ± 184,7	94,47 ^{bA}	104,3 ± 9,4	101,47 ^{bA}	0.602
Grup 5	178,9 ± 75,3	138,67 ^{bA}	86,8 ± 4,8	86,4 ^{cB}	0.009
Grup 6	280,8 ± 411,0	71,03 ^{bA}	82,6 ± 8,3	85,37 ^{cA}	0.917
Grup 7	57,6 ± 7,8	58,07 ^{aA}	91,9 ± 16,9	97,3 ^{bcB}	0.016
Grup 8	60,2 ± 8,2	58,5 ^{aA}	407,2 ± 235,1	372,67 ^{aB}	0.009
Kruskal Wallis p=	0.000		0.000		

Mann whitney-U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt grupları arasında en yüksek 1. gün mikrosertlik değeri Grup 6A'da ($280,8 \pm 411,0$), en düşük mikrosertlik değeri Grup 1A'da ($47,5 \pm 11,1$) gözlemlendi. A gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1A, 2A, 3A) arasında en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 2A, 3A ve 1A'da gözlemlendi. Grup 2A ve 3A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmezken ($p>0,05$), Grup 1A diğer gruplardan anlamlı şekilde daha düşük mikrosertlik değeri sergiledi ($p<0,05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan A grupları (Grup 4A, 5A, 6A, 7A, 8A) arasında en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 6A, 4A, 5A, 8A, 7A'da gözlemlendi. Grup 8A, 7A arasında ve Grup 6A, 4A, 5A arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları arasında en yüksek mikrosertlik değeri Grup 8B'de ($407,2 \pm 235,1$), en düşük mikrosertlik değeri Grup 6B'de ($82,6 \pm 8,3$) gözlemlendi. B gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1B, 2B, 3B) arasında, en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 1B, 2B, 3B'de gözlemlendi. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan B grupları arasında (Grup 4B, 5B, 6B, 7B, 8B) en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla 8B, 4B, 7B, 5B, 6B gruplarında gözlemlendi. Grup 8B diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek mikrosertlik değeri sergiledi ($p<0,05$). Grup 4B ve 5B arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenirken ($p<0,05$) diğer gruplar arasında anlamlı fark gözlenmedi ($p>0,05$).

A ve B alt gruplarının Mann Whitney U testi ile karşılaştırılması sonucunda numune yüzeyine bitirme ve parlatma işlemi uygulanmasının mikrosertlik değerleri açısından Grup 2, Grup 4 ve Grup 6 hariç diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark yarattığı ($p<0,05$) görüldü. Grup 1, Grup 3, Grup 7 ve Grup 8’de bitirme ve parlatma işlemi uygulanan alt grubun mikrosertlik değerinin, uygulanmayan alt gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p<0,05$) yüksek, Grup 5’te ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p=0,009$) düşük olduğu görüldü.

4.3.2. 7. gün mikrosertlik bulguları

Gruplardan 7. gün sonunda ölçülmüş olan mikrosertlik değerlerinin (VHN_7) ortalama, standart sapma ve ortancaları Çizelge 4.7.’de verildi.

Çizelge 4.7. Grupların 7. günde ölçülen mikrosertlik bulgularının ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=0.754
	A		B		
	VHN ₇ Ortalama±SS	VHN ₇ Ortanca	VHN ₇ Ortalama±SS	VHN ₇ Ortanca	
Grup 1	60,4 ± 5,3	60,03 ^{ae} fA	455,7 ± 360,2	354 ^a B	0.009
Grup 2	702,5 ± 362,3	636 ^b A	333,5 ± 230,6	203 ^a A	0.251
Grup 3	89,6 ± 14,2	91,4 ^c A	90,2 ± 2,4	90,97 ^b A	0.754
Grup 4	57,7 ± 3,5	56,93 ^{ae} A	93,0 ± 9,1	89,53 ^b B	0.009
Grup 5	257,3 ± 108,7	197,33 ^{bd} A	92,4 ± 5,8	88,67 ^b B	0.009
Grup 6	135,9 ± 135,7	66,57 ^{acd} fA	86,3 ± 7,0	87,5 ^b A	0.602
Grup 7	62,8 ± 7,2	65,43 ^{af} A	84,6 ± 15,7	90,7 ^b B	0.047
Grup 8	65,1 ± 5,8	64,87 ^f A	88,4 ± 11,6	88,73 ^b B	0.016
Kruskal Wallis p=	0.000		0.002		

Mann Whitney-U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Grupların ortanca değerlerinin Kruskal Wallis testi ile karşılaştırılması sonucunda hem bitirme ve parlatma işlemi uygulanan hem de uygulanmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu (sırasıyla $p=0,000$, $p=0,002$) görüldü.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt grupları arasında en yüksek 7. gün mikrosertlik değeri Grup 2A’da (702,5 $\pm$ 362,3), en düşük mikrosertlik değeri Grup 4A’da (57,7 $\pm$ 3,5) gözlemlendi. A gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup

1A, 2A, 3A) arasında en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 2A, 3A ve 1A'da gözlemlendi. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0.05$). Numune yüzeyine ajan uygulanan A grupları (Grup 4A, 5A, 6A, 7A, 8A) arasında en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 5A, 6A, 8A, 7A, 4A'da gözlemlendi. Grupların ikili karşılaştırılması için yapılan Mann Whitney U testi sonucuna göre Grup 6A, 7A, 8A arasında, Grup 5A, 6A ve Grup 4A, 6A, 7A arasında istatistiksel benzerlik bulundu ($p > 0.05$).

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları arasında en yüksek mikrosertlik değeri Grup 1B'de ($455,7 \pm 360,2$), en düşük mikrosertlik değeri Grup 7B'de ($84,6 \pm 15,7$) gözlemlendi. B gruplarında yüzeye herhangi bir ajan uygulanmayan gruplar (Grup 1B, 2B, 3B) arasında, en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 1B, 2B, 3B'de gözlemlendi. Grup 3B diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük mikrosertlik değeri sergiledi. Numune yüzeyine ajan uygulanan B grupları arasında (Grup 4B, 5B, 6B, 7B, 8B) en yüksek mikrosertlik değeri sırasıyla Grup 4B, 5B, 8B, 6B, 7B gruplarında gözlemlendi. Gruplar arasında anlamlı fark gözlemlenmedi ($p > 0,05$).

A ve B alt gruplarının karşılaştırılması için yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre numune yüzeyine bitirme ve parlatma işlemi uygulanması mikrosertlik değerleri açısından Grup 2, Grup 3 ve Grup 6 hariç diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı fark yarattı ($p < 0,05$). Grup 1, Grup 4, Grup 7, Grup 8'de bitirme ve parlatma işlemi uygulanan alt grubun mikrosertlik değerinin, uygulanmayan alt gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0.05$) yüksek, Grup 5'te ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($p = 0.009$) düşük olduğu görüldü.

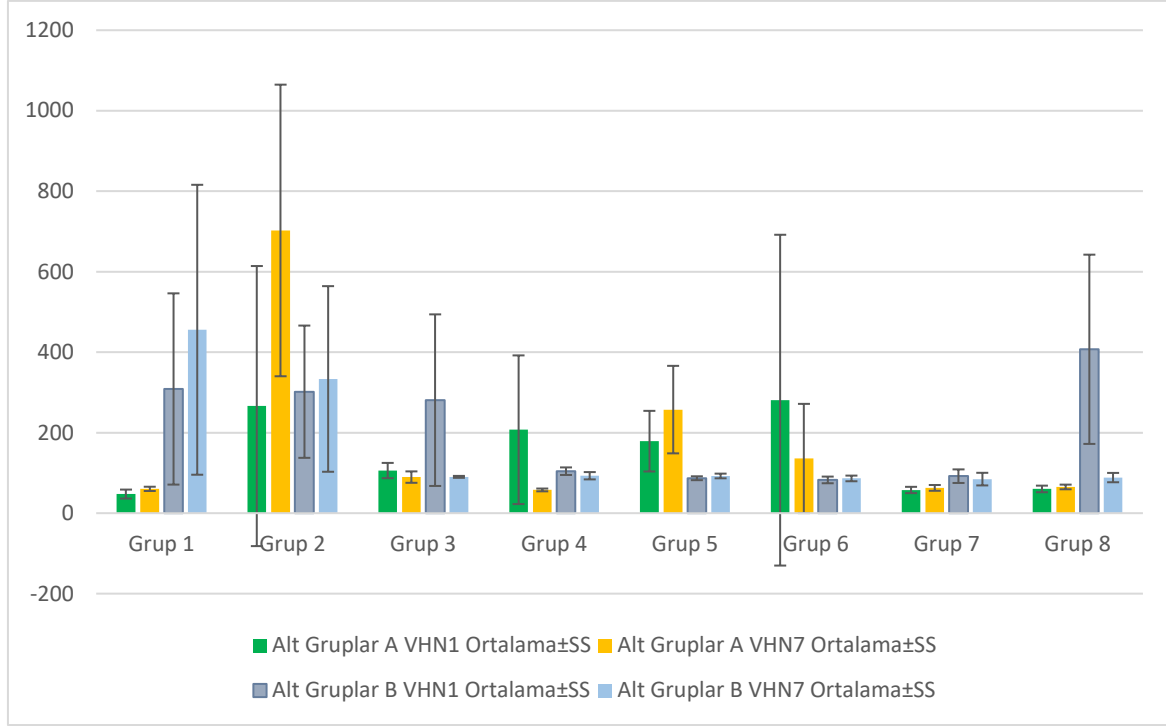
Gruplardan başlangıçta elde edilen VHN_1 değerleri ile 7. günde elde edilen VHN_7 değerleri Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı (Çizelge 4.8.). Grupların VHN_1 ve VHN_7 ortalama ve standart sapma değerleri Şekil 4.4.'te gösterildi.

Çizelge 4.8. Başlangıç ve 7. gün VHN değerlerinin Wilcoxon testi ile karşılaştırılması

GRUPLAR	VHN ₁ Ortalama±SS	VHN ₁ Ortanca	VHN ₇ Ortalama±SS	VHN ₇ Ortanca	Wilcoxon p=
1A	47,5 ± 11,1	46,63 ^A	60,4 ± 5,3	60,03 ^A	,080
1B	308,6 ± 237,6	166 ^A	455,7 ± 360,2	354 ^A	,225
2A	266,1 ± 348,0	113,47 ^A	702,5 ± 362,3	636 ^B	,043
2B	301,8 ± 164,3	230 ^A	333,5 ± 230,6	203 ^A	,345
3A	105,9 ± 19,0	99,7 ^A	89,6 ± 14,2	91,4 ^A	,225
3B	280,8 ± 213,2	183,33 ^A	90,2 ± 2,4	90,97 ^B	,043
4A	207,3 ± 184,7	94,47 ^A	57,7 ± 3,5	56,93 ^B	,043
4B	104,3 ± 9,4	101,47 ^A	93,0 ± 9,1	89,53 ^A	,138
5A	178,9 ± 75,3	138,67 ^A	257,3 ± 108,7	197,33 ^B	,043
5B	86,8 ± 4,8	86,4 ^A	92,4 ± 5,8	88,67 ^A	,080
6A	280,8 ± 411,0	71,03 ^A	135,9 ± 135,7	66,57 ^A	,080
6B	82,6 ± 8,3	85,37 ^A	86,3 ± 7,0	87,5 ^A	,225
7A	57,6 ± 7,8	58,07 ^A	62,8 ± 7,2	65,43 ^A	,225
7B	91,9 ± 16,9	97,3 ^A	84,6 ± 15,7	90,7 ^B	,043
8A	60,2 ± 8,2	58,5 ^A	65,1 ± 5,8	64,87 ^A	,080
8B	407,2 ± 235,1	372,67 ^A	88,4 ± 11,6	88,73 ^B	,043
Kruskal Wallis p=	0.000		0.000		

Soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler Wilcoxon testi sonucuna göre ölçüm zamanları arasındaki istatistiksel anlamlı farkı göstermektedir.

Wilcoxon testi sonucuna göre 7. gün sonunda bazı grupların sertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmezken ($p>0.05$), 2A ve 5A gruplarının mikrosertlik değerlerinin anlamlı düzeyde arttığı ($p<0.05$), 4A, 3B, 7B ve 8B gruplarının ise sertlik değerlerinin anlamlı düzeyde azaldığı ($p<0.05$) görüldü.



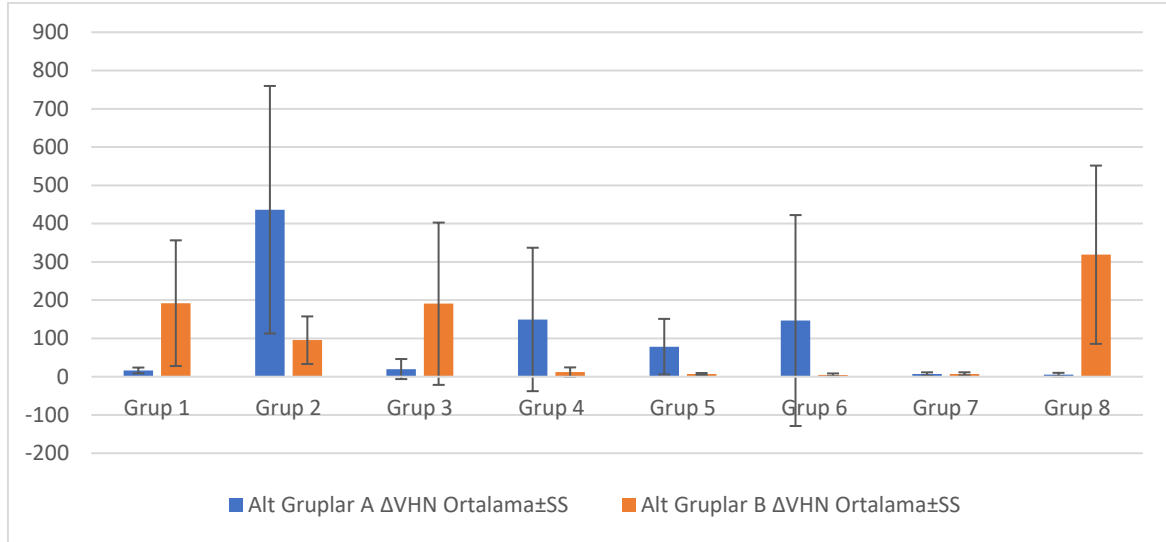
Şekil 4.4. Başlangıç ve 7. gün VHN değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

Δ VHN değerlerinin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri Çizelge 4.9.'da ve Şekil 4.5'te verildi.

Çizelge 4.9. Grupların Δ VHN değerlerinin ortalama ve ortanca değerleri

GRUPLAR	Alt Gruplar				Mann-Whitney U p=
	A		B		
	Δ VHN Ortalama $\pm$ SS	Δ VHN Ortanca	Δ VHN Ortalama $\pm$ SS	Δ VHN Ortanca	
Grup 1	16,4 $\pm$ 7,5	14,33 ^{aA}	192,1 $\pm$ 164,2	112,66 ^{abB}	0.009
Grup 2	436,3 $\pm$ 323,3	408,67 ^{bA}	95,4 $\pm$ 62,2	132,33 ^{bB}	0.047
Grup 3	20,0 $\pm$ 26,2	6,4 ^{acdA}	190,7 $\pm$ 212,0	97,3 ^{bB}	0.028
Grup 4	149,6 $\pm$ 187,4	34,07 ^{abcA}	12,0 $\pm$ 12,3	10 ^{cB}	0.028
Grup 5	78,5 $\pm$ 72,6	56,07 ^{cA}	7,0 $\pm$ 2,6	7,57 ^{cB}	0.009
Grup 6	146,8 $\pm$ 275,5	22,86 ^{abcdA}	4,9 $\pm$ 3,7	4 ^{cB}	0.047
Grup 7	6,9 $\pm$ 4,5	9,67 ^{deA}	7,4 $\pm$ 4,1	7,47 ^{cA}	0.917
Grup 8	5,4 $\pm$ 4,7	3,73 ^{cA}	318,7 $\pm$ 232,9	274,04 ^{abB}	0.009
Kruskal Wallis p=	0.001		0.000		

Mann-Whitney-U testi sonuçlarına göre yukarıdan aşağıya aynı sütundaki farklı küçük harfler gruplar arasındaki farkı ($p < 0,05$), soldan sağa aynı satırdaki farklı büyük harfler alt gruplar arasındaki farkı ($p < 0,05$) göstermektedir.



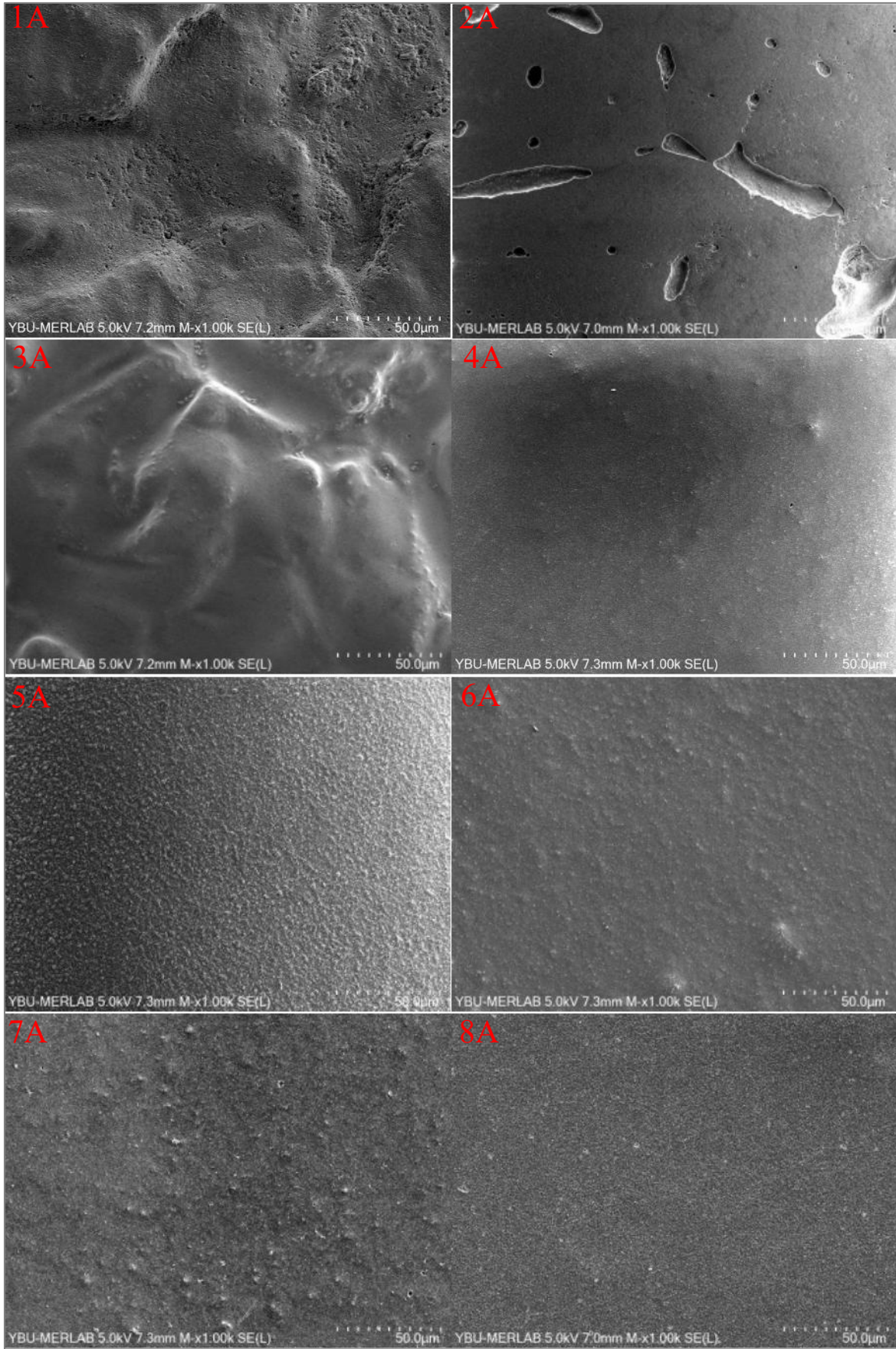
Şekil 4.5. Grupların ΔVHN değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

ΔVHN değerlerinin Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmesi sonucunda A alt grupları arasında ve B alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.000$) görüldü. Mann-Whitney U testi sonucuna göre Grup 7’de bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış alt grupların mikrosertlik değerlerindeki değişimin (ΔVHN) benzer olduğu ($p=0.917$), mikrosertlik değerlerindeki değişimin Grup 1, Grup 3 ve Grup 8’de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek ($p<0.05$), Grup 2, Grup 4, Grup 5 ve Grup 6’da ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu ($p>0.05$) görüldü.

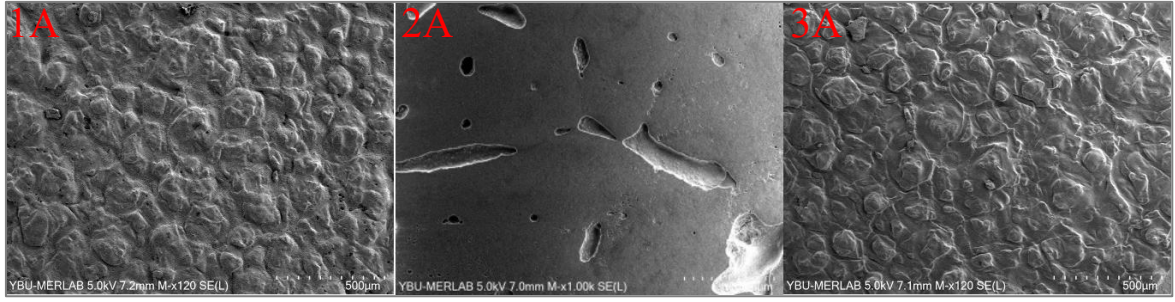
4.4. SEM Analizi

4.4.1. Yüzey analizleri

A grupların yüzeylerinden elde edilen SEM görüntüsü 1000x büyütme altında Resim 4.1.’te gösterildi. Yüzeyine ajan uygulaması gerçekleştirilmemiş Grup 1A ve 3A’nın yüzey morfolojisinin şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen Grup 2A ve ajan uygulanan gruplara kıyasla oldukça pürüzlü olduğu görüldü. Grup 1A ve 3A’nın 120x büyütme altında alınan SEM görüntülerinde (Resim 4.2.) Oprasculpt el aletinin yüzey topografisinin rezin kompozit yüzeyinde oluşturduğu desen izlendi. Grup 2A’dan elde edilen SEM görüntüsünde şeffaf selüloid bant altında kalan havanın rezin kompozit yüzeyinde boşluklar oluşturduğu gözlemlendi.



Resim 4.1. A gruplarının 1000x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri



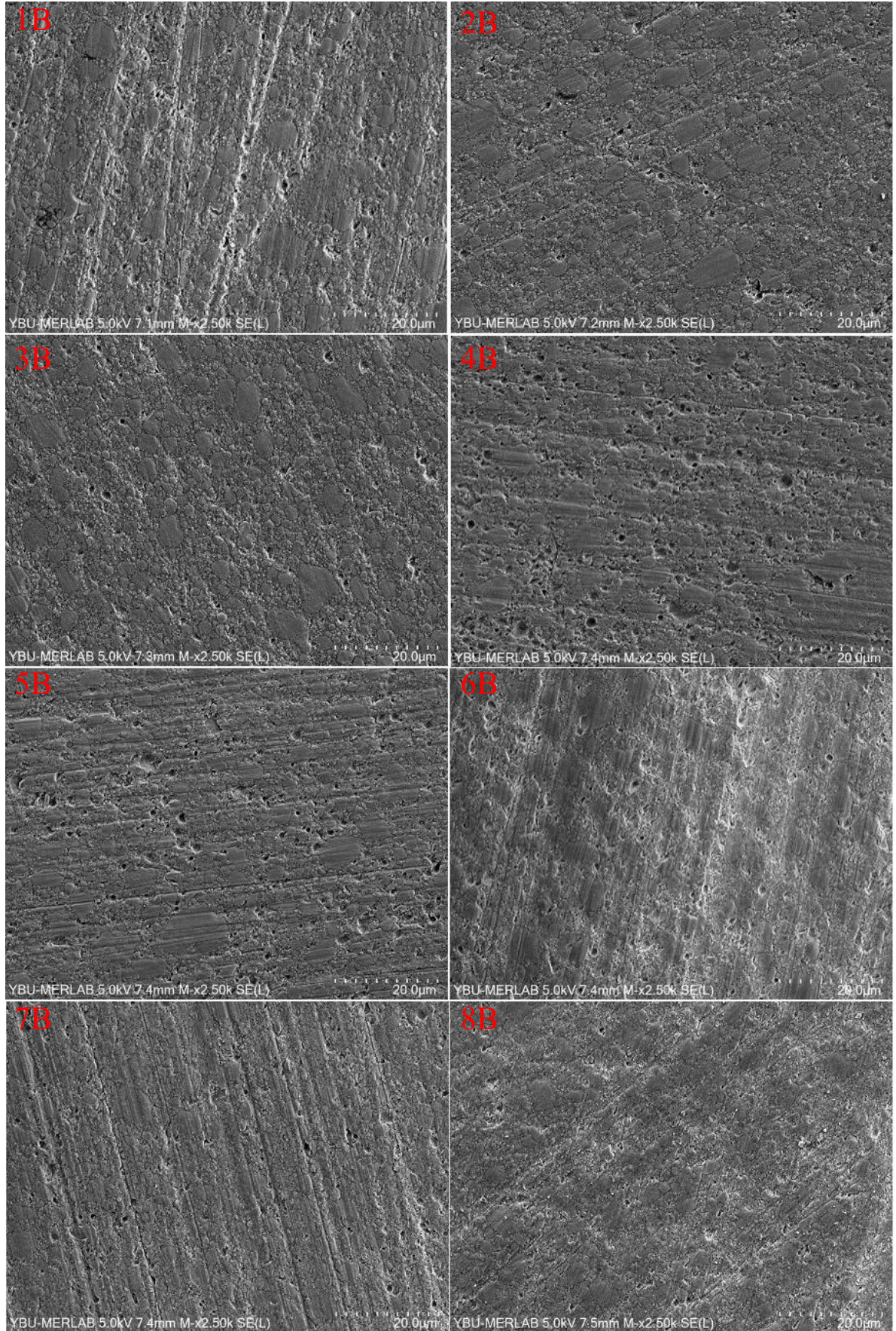
Resim 4.2. Grup 1A, 2A ve 3A'nın 120x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri

Grup 5A'dan alınan SEM görüntülerinde yüzeyin ajan uygulanan diğer gruplara kıyasla daha homojen bir yapıda olduğu görüldü. Universal adeziv yapısında bulunan partiküllerin, dördüncü nesil adeziv içerisinde bulunan partiküllerden daha düzgün şekilde yayıldığı gözlemlendi.

Grup 7A'nın yüzeyinden alınan SEM görüntülerine göre yüzey morfolojisinin ajan uygulaması yapılan gruplardan daha düzensiz bir yapıya sahip olduğu ve yüzeydeki topografik oluşumların farklı çaplarda olduğu gözlemlendi. Buna karşılık bu yüzeyin Grup 1A ve Grup 3A'dan daha pürüzsüz bir yapıya sahip olduğu görüldü. Grup 8A'dan alınan SEM görüntülerinde de Grup 5A'da olduğu gibi homojen bir dağılım gözlemlendi.

Modelasyon ajanı uygulanmış tüm gruplarda, alınan yüzey SEM görüntülerinde yüzeyde hava boşluklarının bulunmadığı görüldü.

Bitirme ve parlatma işlemlerinin gerçekleştirildiği B alt gruplarından alınan yüzey SEM görüntülerinde (Resim 4.3.) tüm grupların yüzeylerinde bitirme ve parlatma işlemlerinin yarattığı çizikler gözlemlendi. Ayrıca 5000x ve 10000x büyütme altında rezin kompozitin doldurucu içeriği daha net şekilde görüldü. Tüm numune yüzeyleri tüm büyütme altında pürüzsüz bir yüzeye ve homojen bir dağılıma sahipti.

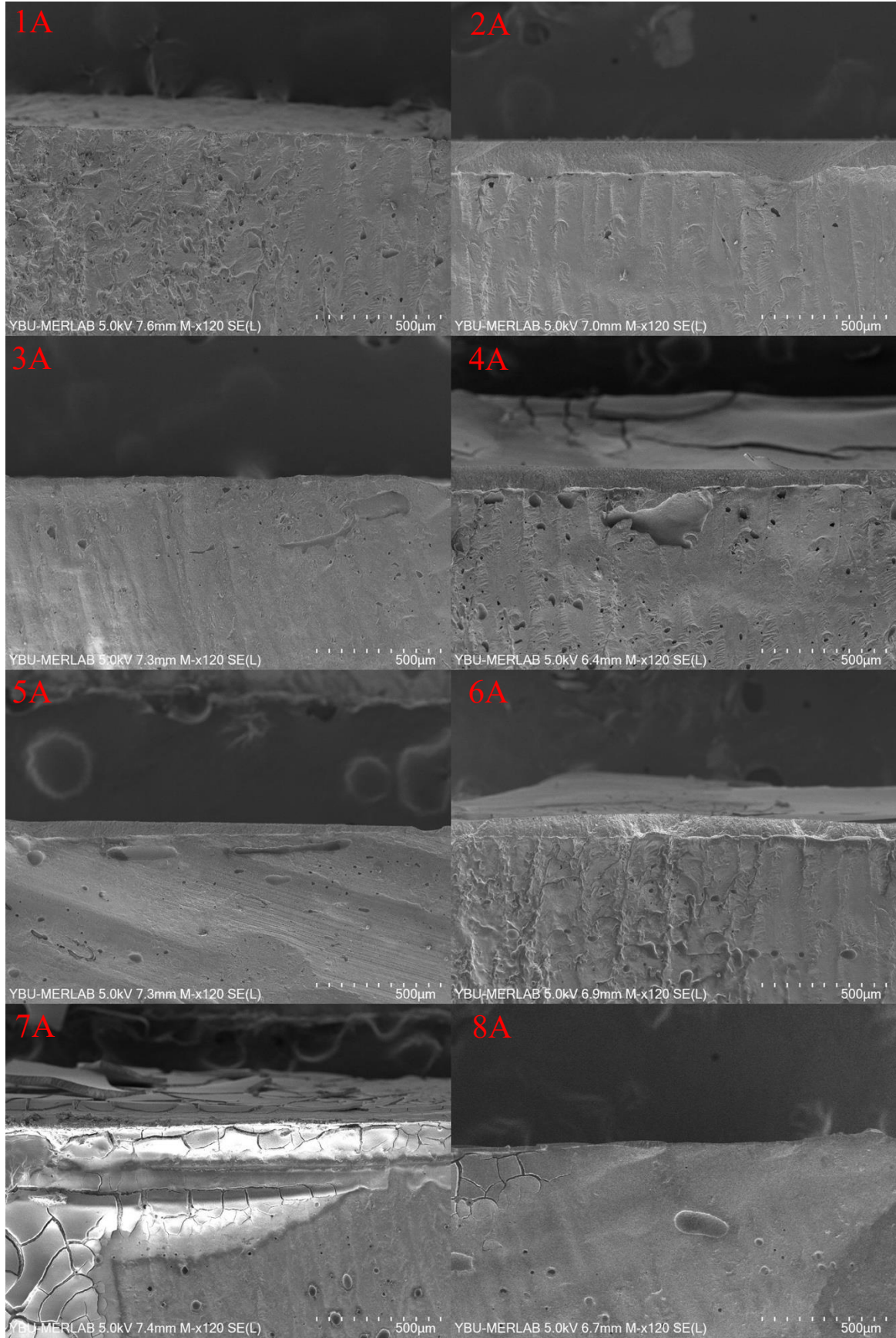


Resim 4.3. B gruplarının 1000x büyütme altında alınan yüzey SEM görüntüleri

4.4.2. Kesit analizleri

Bitirme ve parlatma işlemi gerçekleştirilmemiş A alt gruplarının kesitlerinden 120x büyütme altında alınan SEM görüntüleri Resim 4.4.'te verilmiştir. 120x yakınlaştırma altında incelenen rezin kompozit kesitlerinde sadece Grup 1A, 7A ve 8A'da en üst tabakasına komşu çok ince bir katman gözlemlendi. Grup 2A ile Grup 4A, 5A ve 6A'nın üst tabakasında homojen bir kalınlığa sahip bir katman oluştuğu görüldü. Grup 3A'da oluşan bu katmanın ince olduğu ve homojen kalınlıkta olmadığı izlendi. Grup 7A'dan alınan görüntülerde ise yüzeyde oluşan katmanın pek çok çatlak ve kırık formasyonuna sahip olduğu ve yer yer yüzeyden ayrıldığı gözlemlendi.



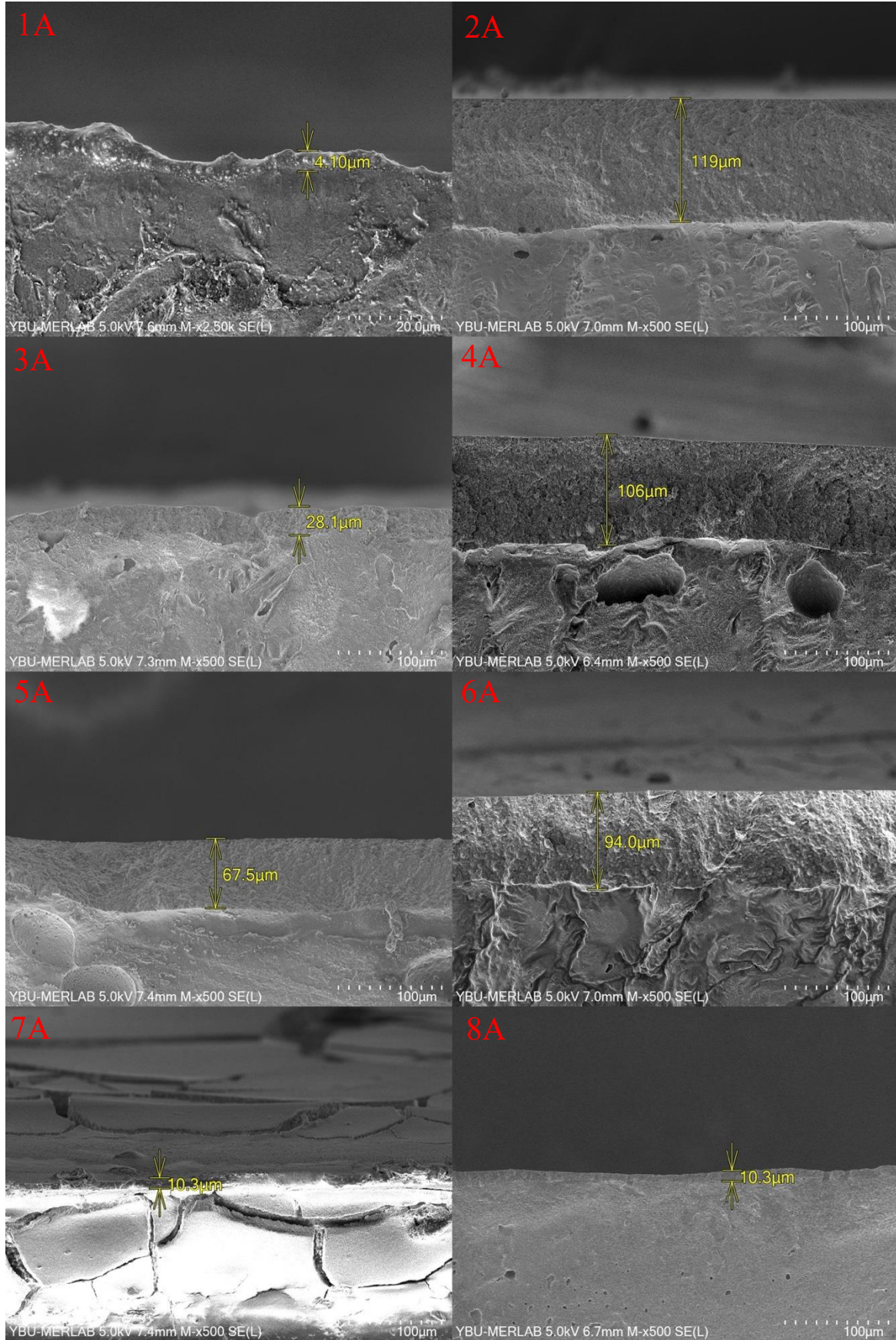


Resim 4.4. A gruplarının kesitlerinden 120x büyütme altında alınan SEM görüntüleri

İlgili numunelerin 500x yakınlaştırma altında incelenen rezin kompozit kesitlerinde (Resim 4.5.) Grup 1A'nın 4,1 μm kalınlığında homojen olmayan oldukça ince bir üst katmana sahip olduğu, Grup 2A'nın görüntülerinde 119 μm kalınlığında homojen bir katmana sahip olduğu, Grup 3A'nın ise 28,1 μm kalınlığında düz olmayan, homojen ve girintilere sahip bir üst katmana sahip olduğu gözlemlendi.

Grup 4A'nın 106 μm , Grup 5A'nın 67,5 μm , Grup 6A'nın 94 μm , Grup 7A ve 8A'nın 10,3 μm kalınlığında bir üst katmana sahip olduğu görüldü. Grup 7A'da çatlak oluşumlarının alt katmandan ayrıldığı görüldü. Grup 8A'nın ise ince bir üst katmana sahip olduğu görüldü.





Resim 4.5. A gruplarının kesitlerinden 500x büyütme altında alınan SEM görüntüleri



5. TARTIŞMA

Diş renginde restoratif materyaller olmaları sebebiyle diş hekimliğinde sıklıkla tercih edilen rezin kompozitler, kullanılan diğer restoratif materyallere kıyasla kullanımları sırasında daha fazla teknik hassasiyet gerektirmektedir. Resin kompozitler uygulama esnasında kontaminasyona hassastır ve kondenzasyonunun eksiksiz gerçekleştirilmesi, dişin anatomik formunun doğru verilmesi hasta memnuniyeti, restorasyonun başarısı ve restorasyonun ağızda kalım süresi için önemlidir. Bir restorasyonun estetik görünebilmesi ve estetiğini uzun süreler boyunca koruyabilmesi için, restorasyonun dişin rengini ve morfolojisini taklit edebilmesi, hastanın iyi bir ağız hijyenine sahip olması gereklilikleri [133] yanı sıra, restorasyon yüzeyinin renklendirici etkenlere karşı dayanıklı olması [134], pürüzsüz olması [135], iyi mekanik özelliklere sahip olması beklenmektedir.

Işıkla polimerize olan resin kompozitlerin en büyük dezavantajlarından biri de düşük ışık penetrasyonu ve buna bağlı yeterli polimerizasyon derinliğinin oluşmamasıdır. Bu durum restorasyonun mekanik dayanıklılığını ve uzun dönem başarısını olumsuz yönde etkileyebileceğinden araştırmacılar ve üretici firmalar bu olumsuzlukların önüne geçmek için resin kompozitlerin tabakalar halinde kaviteye yerleştirilmesini ve her tabakanın ayrı ayrı ışıkla polimerize edilmesini önermektedir [136]. İdeal bir restoratif materyal kendisine kuvvet uygulanana kadar akma davranışı sergilememelidir. Resin kompozitin hazırlanan kaviteye tabakalar halinde yerleştirilmesi esnasında kondenzasyon ve modelasyon amacıyla uygulanan kuvvetten sonra materyalin aynı konumda kalması beklenmektedir. Polimerizasyon öncesi macun kıvamında olan resin kompozitin, kaviteye taşınması ve modelasyonu sırasında el aletlerine yapışması klinisyenin işini zorlaştırabilir [137]. Resin kompozitin tabakalar halinde kaviteye yerleştirilmesi esnasında el aletlerine yapışması da tabakalar arasında boşluklar kalmasına neden olabilmektedir [47]. Yapışkan bir resin kompozit hem kavite duvarlarına hem de el aletlerine yapışma eğilimindedir, ancak resin kompozitlerin el aletlerine yapışması, kavite duvarlarına yapışmasının yarattığı avantajdan daha önemli bir dezavantajdır [138].

Bu tez çalışması kapsamında resin kompozitlerin modelasyon sırasında el aletlerine ve fırçalara yapışmasını engellemek için kullanılan farklı nesil adezivler ve farklı içeriğe sahip modelasyon likitlerinin gliserin jel altında polimerizasyonları sonrası bitirme ve parlatma yapılmamış ve yapılmış yüzeylerde resin kompozitin, klinik başarısında da önem arz eden

renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik özellikleri üzerindeki etkilerinin, klinikte sıklıkla kullanılan havayla temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerizasyonlarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmesi amaçlandı.

Rezin kompozitlerin el aletine yapışmasına neden olan pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, el aletlerinin ucunun yapıldığı materyal ve şekli [139], rezin kompozitin doldurucu oranı ve boyutu, uygulama sıcaklığı, viskozitesi ve ıslanabilirliği olarak sıralanabilir [138].

Rezin kompozitlerin el aletine yapışmasını engellemek için altın veya titanyum kaplı veya teflon, delrin, polietilen köpükten üretilen el aletleri kullanılmaktadır [139]. Ertl ve arkadaşları rezin kompozitin paslanmaz çelik el aletlerine dentinden daha fazla yapıştığını belirtmiştir [140]. Bu doğrultuda yapışkanlığı en az seviyeye indirmek amacıyla polietilen köpükten üretilmiş yapışmaz uçlara sahip Optrasculpt Pad el aleti birçok çalışmada el aletinin yapışmasını engellemek amacıyla kullanılmıştır [41, 141-143]. Optrasculpt Pad'in 4 mm ve 6 mm çapında iki farklı başlığı mevcuttur. Bu tez çalışmasında numunelerin tüm noktalardan uygun ve standart bir basınç ile yerleştirilmesi ve el aletine yapışmasının önlenmesi amacı ile numune boşluğu çapı ile birebir uyumlu olan 6 mm çapa sahip Optrasculpt Pad başlığı kullanıldı.

Rezin kompozitlerin doldurucu içeriği el aletinin rezin matriksle olan temasını azaltıp bariyer görevi görmektedir. Dolayısıyla doldurucu oranı düşük olan rezin kompozitler el aletine daha çok yapışmaktadır [138]. Sapulo ve arkadaşları [144] 30 hasta üzerinde, farklı sınıflamalardaki 52 restorasyon için Filtek Z550 kullandıkları *in vivo* çalışma sonucunda, Filtek Z550'nin hem hastaların hem de klinisyenlerin beklentilerini karşılayan yüksek kalitede nanohibrit bir restoratif materyal olduğunu bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında diğer renk değişikliği, pürüzlülük ve mikrosertlik çalışmalarında da [145-147] sıklıkla kullanılmış olan nanohibrit rezin kompozit Filtek Z550'nin, Türk toplumunda en yaygın rastlanılan diş rengi olan A2 tonu [148] kullanıldı.

Klinikte, anatomik ve morfolojik özellikleri taklit etmek için rezin kompozite şekil verme esnasında, ya da rezin kompozitlerin hazırlanan kaviteye tabakalama yöntemiyle yerleştirilmesi esnasında, rezin kompozitlerin el aletlerine yapışmasını engellemek amacıyla el aletleri ve fırçalar klinisyenler tarafından alkol, aseton, adeziv ve modelasyon likitleriyle ıslatılarak denenmiştir [28].

Tjan ve arkadaşları [47], rezin kompozitin kaviteye tabakalar halinde yerleştirilmesi sırasında el aletine yapışmasını engellemek için el aletinin %70 etanol ve %70 isopropil alkol ile ıslatılmasının etkilerini inceledikleri çalışmalarında el aletlerinin etanol ile ıslatıldığı çalışma grubunda rezin kompozitlerin ara katmanında opak beyaz alanlar ve noktalar gözlemlendiğini, etanol ve isopropil alkol uygulanan gruplarda adeziv başarısızlıklar oluştuğunu bildirilmiştir. Tjan ve arkadaşları oluşan opak beyaz alanların nedenini alkolün çözücü etkisiyle rezin kompozit matriksini çözüp doldurucu partiküllerin serbest kalması olarak açıklamıştır. Buna ek olarak Patel ve arkadaşları [48] etanolün yalnızca rezin kompozit matriksini etkilemekle kalmayıp, ara yüzde oluşması beklenen oksijen inhibisyon tabakasını tahrip ettiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca etanol kullanılan grupların adeziv uygulananlara göre küçük kırıklardan katastrofik kırıklara kadar daha yüksek kırılma olasılığına sahip olduğunu belirtmiştir. Öte yandan De Paula ve arkadaşları [49], %100 yoğunluktaki etanolün rezin kompozitin dönüşüm derecesine ve çapraz bağ yoğunluğuna olumsuz etkide bulunmadığını ileri sürmüş fakat dönüşüm derecesinin rezin kompozitlerin yüzey özelliklerini karakterize etmekte tek başına yeterli bir parametre olmadığını vurgulamıştır.

Perdigão ve arkadaşları [38], izopropil alkol gibi su içeren lubrikantların el aleti üzerinde artık su bırakarak rezin kompozit yüzeyini kontamine edebileceğini ve bu durumun rezin kompozit tabakaları arasındaki kovalent bağ oluşumunu engelleyip bağlanma dayanımını azalttığını öne sürmüşlerdir. Buna karşılık kendiliğinden polimerize olan makrofil kompozitlerin yerleştirilmesi esnasında el aletinin alkol ile ıslatılmasının kompozitin fiziksel özellikleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur [40, 149].

Aseton, izopropil alkole kıyasla daha az su içermesi sayesinde daha yüksek buhar basıncı ve hızlı buharlaşma performansı göstermektedir. Ancak bu fiziksel avantaja rağmen asetonun lubrikant olarak kullanılmasının alkollerle kıyaslandığında anlamlı fark yaratmadığı bildirilmiştir [38]. Buna ek olarak aseton içeren adeziv rezinlerin içermeyen adeziv rezinlere kıyasla daha ince oksijen inhibisyon tabakası oluşturduğu belirtilmektedir [99].

Bahsedilen bu çalışmalar doğrultusunda, modelasyon amacıyla izopropil alkol, aseton ve etanol kullanımının rezin kompozit yüzeyinde yarattığı rapor edilen olumsuz etkiler nedeniyle [38, 47, 48, 56] bu çözücülere bu tez çalışmasında yer verilmedi. Bu tez çalışmasında klinikte rezin kompozit polimerizasyonu sırasında en çok uygulanan havayla

temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerizasyon grupları çalışmaya dahil edildi.

Diş hekimliğinde adeziv sistemlerin geliştirilmesi, altmış yılı aşkın süredir devam etmektedir. Bu sistemlerde karşılaşılan en büyük zorluk farklı nitelikteki iki sert dokuya eşit ve iyi bir şekilde bağlanmanın sağlanabilmesidir [81]. Diş hekimleri bu zorluğun üstesinden gelebilmek için farklı bağlanma mekanizmaları kullanan adeziv sistemlerden yararlanmaktadır. Zamanla bu sistemler geliştirilmiş ve uygulama basamağı sayısına göre sınıflandırılmıştır. Sırasıyla, ADA tarafından geçici onay ve ardından tam onay alan 3. nesil adezivler, etch-and-rinse adezivler adı verilen 4. ve 5. nesil adezivler ve self-etch adı verilen 6. ve 7. nesil adezivler olarak sıralanmıştır. En son olarak ise universal adezivler piyasaya sürülmüştür. Adeziv sistemlerde basamakların sadeleştirilmesi işlemin hızlı ve kolay gerçekleşmesini sağlarken ön hazırlık işlevi gören ve adezyonu sağlayan bileşenlerin tek şişede birleştirilmesi adezyon üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir [76]. Bazı klinik uygulamalarda hekimler, kullanma talimatlarında belirtilmemesine rağmen, rezin kompozitlerin el aletine yapışmasını engellemek veya restorasyonun modelasyonu için adezivleri kullanmışlardır. Literatürde rezin kompozit restorasyonların modelasyonu amacıyla dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci nesil adezivler ve universal adezivlerin kullanımına yönelik çalışmalar bulunmaktadır [38, 66, 67, 69-74, 79, 80, 82, 132].

Dördüncü nesil adeziv sistemler iki ayrı şişeden oluşmaktadır. Sistemdeki primer şişesi içerisinde çözücü içeriği sayesinde bağlanacak yüzeyin yüzey enerjisini artırarak yapışmaya uygun hale getirirken adeziv şişesi ise Bis-GMA gibi rezin esaslı bileşenler ile adezyon için gerekli monomerleri barındırır ve çözücü içermemektedir. Mevcut çalışmaların değerlendirildiği bir derleme çalışmasının sonucuna göre çözücü içermeyen dördüncü nesil bağlayıcı ajanın adezivin, modelasyon likiti olarak güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir [76]. Beşinci, altıncı ve yedinci nesil adezivlerin dördüncü nesil adezivlerle karşılaştırıldığı çalışmalarda tutarlı biçimde daha düşük sonuçlar sergilemesi nedeniyle [38, 48, 49, 67, 70, 71, 73, 74, 79, 82, 132] bu adeziv sistemler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu nedenle literatürde yapılan çalışmalarda [38, 48, 49, 66-74] olduğu gibi ve bu tez çalışmasına da dördüncü nesil adezivlerin altın standardı olarak kabul edilen Optibond FL'in adezivi [150] modelasyon ajanı olarak tez çalışmasına dahil edilmiştir.

İçerdikleri fonksiyonel karboksilat ve/veya fosfat monomerleri nedeniyle diş dokularındaki hidroksiapatit ile mikromekanik bağlantı yanında iyonik bağlantı da yapabilen ve silan içeriği nedeniyle diş dokuları dışındaki metal, seramik, zirkonyum gibi farklı yapılara da bağlanabilen universal adezivler 2011 yılından beri klinik uygulamalarda kullanılmaktadır [84]. Universal adezivler total-etch, self-etch, selektif-etch gibi farklı uygulama yöntemleriyle kullanılabilmeleri ve farklı yapılara bağlanma yetenekleri nedeniyle ‘tüm işlemler için tek ürün’ yaklaşımına sahiptir ve bu nedenle kullanımları gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Klinisyenler tarafından sıklıkla tercih edilen adeziv sistemler olduğundan ve modelasyon amacıyla da kullanılabileceği düşünüldüğünden piyasaya ilk sürülen ve literatürde sıklıkla test edilmiş olduğundan 3M Scotchbond Universal [151] bu tez çalışmasına dahil edildi.

Piyasada farklı üretici firmalar tarafından sunulan çok sayıda modelasyon likiti mevcuttur. Modelasyon likitleri doldurucu içerip içermemeleri ve diğer organik içerikleri bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu tez çalışmasının genel bilgiler bölümünde modelasyon likitlerinin, daha önce literatürde kullanılmamış olan bir sınıflama olan, doldurucu içeriklerine göre sınıflandırılması önerildi.

Ultradent firmasının ürettiği, içerik olarak, fotobaşlatıcı içermeyen bir akışkan kompozite benzeyen Composite Wetting Resin (Ultradent Inc, ABD) doldurucu içeren bir modelasyon likitidir. Composite Wetting Resin, ağırlıkça %45 oranında doldurucu ve rezin kompozitin viskozitesini düşürmek amacıyla yüksek oranda TEGDMA ve bunlara ilave olarak UDMA, silan ve bütillat hidroksitolüen içermektedir. Üretici firma, Composite Wetting Resin’in rezin kompozit yüzeyinde kaldırılan oksijen inhibisyon tabakasının tekrar oluşturulmasına da yardımcı olduğunu iddia etmektedir [85]. Composite Wetting Resin, yüksek oranda doldurucu içeren bir modelasyon likiti olması nedeniyle bu tez çalışmasına dahil edildi.

GC Modeling Liquid doldurucu içermeyen bir modelasyon likitidir. Bu likit HEMA, UDMA, 2-hidroksi-1,3 dimetakriloksipropen ve silan içermektedir. Düşük viskoziteye sahip olan GC Modeling Liquid doldurucu içermemesi nedeniyle bu tez çalışmasına dahil edildi.

Diş hekimi koltuğunda tek seansta tamamlanan direkt rezin kompozit restorasyonların yanı sıra hastadan alınan ölçülerin laboratuvar ortamında alçı modeller üzerine aktarılmasıyla hazırlanan indirekt rezin kompozit restorasyonların modelasyonu sırasında kullanılmak

üzere piyasaya sürülmüş özel likitler de mevcuttur. Bunlara Kuraray Estenia C&B Liquid (Kuraray Noritake Dental Inc, Okayama, Japonya), Signum C&B Liquid (Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) ve Tescera Sculpting Resin (Bisco Inc, Schaumburg, Illinois, ABD) örnek gösterilebilir.

Bu likitlerden biri olan Estenia C&B Liquid, içeriğinde difenil (2,4,6-trimetil benzoil) fosfin oksit, hidrofobik alifatik ve aromatik dimetakrilatlar, [152] ve 10-MDP barındırmaktadır. 10-MDP gibi fonksiyonel monomer içermesi nedeniyle Estenia C&B Liquid çalışmaya indirekt modelasyon likiti olarak dahil edildi.

Oksijen, serbest radikallere bağlanarak rezin kompozitlerin polimerizasyonunu geciktiren veya engelleyen bir inhibitördür. Havayla teması engellenmediği koşullarda rezin kompozit polimerize edilmeye başlandığında, restorasyonun oksijenle temas eden yüzeyinde yapışkan ve yumuşak bir tabaka oluşmaktadır. Bu tabaka ‘oksijen inhibisyon tabakası’ olarak adlandırılmaktadır [93]. Bu tabaka yapı olarak polimerize edilmemiş rezine benzemektedir [99].

Rezin kompozitin tabakalama yöntemiyle kaviteye yerleştirilmesi esnasında rezin kompozit yüzeyinde oksijen inhibisyon tabakası oluşmasının ara katmanlar arasındaki bağlanmayı arttırdığını belirten çalışmaların yanında [94, 97, 104] etkilemediğini öne süren çalışmalar da mevcuttur [98, 153]. Bu yönüyle tabakalama yöntemi kullanılırken yüzeyde oksijen inhibisyon tabakası oluşması bir avantaj olabilir. Ancak oksijen inhibisyon tabakasının restorasyonun nihai yüzeyinde kalmasının, rezin kompozitin mikrosertliğini ve renk stabilitesini düşürdüğü ve pürüzlülüğünü arttırdığı bildirilmiştir [105, 154].

In vitro çalışmalarda oksijen inhibisyon tabakasının engellenmesi amacıyla şeffaf selüloid bant yaygın şekilde kullanılmaktadır [66, 89, 105, 108]. Şeffaf selüloid bant, rezin kompozit yüzeyinin havayla olan temasını keserek ortamda bulunan oksijenin inhibitör etkisini engeller. Ancak şeffaf selüloid bant altında hava kalabileceği ve bu sayede oksijen inhibisyon tabakasının oluşabileceği öne sürülmüştür [105]. Şeffaf selüloid bant, klinik uygulamalarda dişlerin bukkal veya palatinal gibi düz yüzeylerinde nihai rezin kompozit tabakasının oksijenle temasını engellemek amacıyla kullanılmaktadır [105]. Şeffaf selüloid bantın girinti ve çıkıntılara olan uyumsuzluğu nedeniyle posterior dişlerin okluzal ve ara yüzeyleri gibi topografik yüzeylerinde adaptasyonu sağlanamamaktadır. Bu durum şeffaf

selüloid bant uygulamasının klinik uygulamalarda mutlak bir çözüm olmadığını göstermektedir. Bu durumlarda oksijen inhibisyon tabakası oluşumunu engellemek için gliserin jel ve kayganlaştırıcı jel gibi farklı yöntemler denenmiştir [101, 105, 106, 113, 154, 155].

Bu tez çalışmasında klinikte rezin kompozit polimerizasyonu sırasında sıklıkla kullanılan yöntemler olan hava ile temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerizasyon sonuçları karşılaştırıldığında, bitirme ve parlatma yapılmamış yüzeylerde, en yüksek renk değişimi bulgusu rezin kompozitin hava ile temas edecek şekilde polimerize edildiği grupta gözlemlendi. Bunu sırasıyla şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen ve gliserin jel altında polimerize edilen gruplar takip etti. Pürüzlülük ve sertlik değerleri incelendiğinde bitirme ve parlatma yapılmayan yüzeylerde havayla temas edecek şekilde polimerize edilen yüzeylerin pürüzlülük değerlerinin hem başlangıç hem de 7 günlük yaşlandırma sonrasında, gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylere benzer, şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeylere göre ise daha yüksek olduğu görüldü. Havayla temas edecek şekilde polimerize edilen yüzeylerin başlangıç ve 7 gün sonundaki mikrosertlik değerleri hem şeffaf selüloid bant hem de gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylere göre anlamlı düzeyde düşük bulundu. Yüzeyde bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt gruplarında, havayla temas edecek şekilde polimerize edilen grubun renk stabilitesi, başlangıç ve 7 gün sonundaki mikrosertlik değerleri anlamlı şekilde yükseldi, pürüzlülük değerleri ise anlamlı şekilde azaldı. Bu bulgular rezin kompozitlerin havayla temas edecek şekilde polimerize edilen yüzeylerinde oluşan oksijen inhibisyon tabakasının mutlaka kaldırılması gereken bir tabaka olduğunu, restorasyonun nihai yüzeyinde bu tabakanın oluşumunun şeffaf selüloid bant ya da gliserin jel kullanılarak mutlaka engellenmesi gerektiğini, bitirme ve parlatma işlemleri uygulanarak bu tabaka kaldırılmadığı takdirde nihai restorasyon yüzeyinde renklenmeye yatkın, mekanik mukavemeti düşük, pürüzlülüğü yüksek bir tabaka kalacağını göstermektedir.

Bauer ve arkadaşları [109] rezin kompozitlerin farklı el aletleri ve şeffaf selüloid bantlar altında polimerize edilmesinin yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini inceledikleri çalışmada, polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilmesinin en pürüzsüz yüzeyleri oluşturduğunu bildirmiştir.

Park ve arkadaşları [111] şeffaf selüloid bant altında oluşan rezinden zengin tabakanın düşük sertlik değerlerine sahip olması ve renklenmeye daha yatkın olması sebebiyle bitirme ve parlatma işlemi ile uzaklaştırılmasını önermiştir.

Bu tez çalışmasında, bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmayan A alt grupları arasında polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği yüzeylerin Bauer ve arkadaşlarının bulgularıyla benzer şekilde, en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu bulundu ve bu bulgu SEM görüntüleri ile de desteklendi. Polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği grupta, bitirme ve parlatma işlemleri uygulanan ve uygulanmayan A ve B alt grupları arasında pürüzlülük ve mikrosertlik açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış olsa da bitirme ve parlatma uygulanmayan yüzeyler uygulanan yüzeylere göre anlamlı düzeyde daha fazla renklendi. Bu nedenle şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeylerin de bitirme ve parlatma işlemine tabi tutulmasının restorasyonun uzun dönem renk stabilitesi, dolayısıyla başarısı için önem arz ettiği söylenebilir.

Helvatcoglou-Antoniadi ve arkadaşlarının [112] farklı rezin kompozitlerin zamana bağlı mikrosertlik değerlerinin değişimini inceledikleri çalışmada yaşlandırma koşullarının mikrosertliğe olan etkisinin önemini belirtmiş ve rezin kompozitlerin mikrosertlik değerlerinin 4 hafta boyunca yükseldiğini, 4. Hafta sonunda sabitlendiğini bildirmiştir. Ayrıca polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği yüzeylere mutlaka bitirme ve parlatma uygulanması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Bu tez çalışmasında da Helvatcoglou-Antoniadi ve arkadaşlarının çalışmasının bulgularına paralel olarak polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği, bitirme ve parlatma uygulanmayan yüzeylerin mikrosertlik değerlerinin 7 günün sonunda yükseldiği ve bitirme ve parlatma uygulanan yüzeylerin daha iyi renk stabilitesine sahip olduğu bulundu.

Bitirme ve parlatma sistemlerinin nanokompozitlerin mikrosertliğine olan etkisini inceleyen Alfawaz [156], şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeylerin mikrosertliğini bitirme ve parlatma işlemleri uygulanan yüzeylerden düşük bulsa da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve farklı bitirme ve parlatma sistemlerinin rezin kompozitin mikrosertliği üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığını belirtmiştir. Alfawaz'ın bulgusuna paralel olarak bu tez çalışmasının başlangıç ve 7. Günde elde edilen mikrosertlik bulgularında, polimerizasyonu selüloid bant altında gerçekleştirilen yüzeylerin bitirme ve parlatma işlemleri sonrasında mikrosertlik değerlerinde anlamlı değişiklikler gözlenmedi.

Alfawaz'ın çalışması ve bu tez çalışmasında bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmamış şeffaf selüloid bant altında polimerize edilmiş olan yüzeylerden elde edilen yüksek mikrosertlik değerlerinin nedeni, şeffaf selüloid bant altında polimerizasyon sonucunda oluşan rezinden zengin tabakanın yeteri kadar kalın olmamasından dolayı mikrosertlik ölçümü sırasında alt tabakadaki dönüşüm derecesi daha yüksek sert tabakanın ölçülmesi olabilir [157].

Şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilen polimerizasyonun ve bu sırada uygulanan basıncın üst yüzeye doğru monomer hareketine neden olduğu ifade edilmektedir [111]. Bu savı destekleyecek şekilde, bu tez çalışmasında kesit yüzeyden alınan SEM görüntülerinde rezin kompozitin üst yüzeyinde 128 µm kalınlığında homojen bir tabaka varlığı gözlemlendi. Bu tabakanın alttaki rezin kompozit yapısından farklı olduğu ve monomerden zengin bir tabaka olduğu görüldü. Polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği bitirme ve parlatma uygulanmayan grubun 7 günlük yaşlandırma sonrasında mikrosertlik değerlerinde gözlenen artış, uygulanan yaşlandırma sürecinde yüzeyde oluşan monomerden zengin bu tabakanın aşınması ile daha iyi dönüşüm derecesine sahip bir yüzeyin ortaya çıkmış olmasına bağlı olabilir.

Gliserin, kokusuz ve renksiz likit formda bir alkoldür [158]. Bir şırınga yardımıyla uygulanan gliserin jel, rezin kompozit ve hava arasında bariyer görevi görmektedir. Gliserin jel, şeffaf selüloid bantın aksine likit formda olduğu için özellikle düzensiz topografiye sahip yüzeylerde oksijen inhibisyon tabakası oluşumunu engellemekte kullanılmaktadır [105].

Bu tez çalışmasında, sırasıyla havayla temas edecek şekilde polimerize edilen ve şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen gruplar haricindeki tüm çalışma gruplarında oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunun önlenmesi için polimerizasyon, modelasyon likiti uygulanmasının ardından gliserin jel altında gerçekleştirildi. Literatürde modelasyon likitinin yüzeye olan etkilerini değerlendiren tüm çalışmalarda, oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunun engellenmesi için şeffaf selüloid bant kullanılmış ve sonrasında bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmıştır [49, 66, 68-71, 73, 74, 79, 82, 86-90, 159, 160].

Bu tez çalışmasında, diş morfolojisindeki farklılıklara bağlı olarak şeffaf selüloid bantın her klinik durum için uygun olmayacağı, şeffaf selüloid bant kullanılırken oluşturulacak basıncın standardize edilememesi ve bunun sonuçları etkilemesinin önüne geçilmesi için,

modelasyon likiti kullanılan önceki çalışmalardan farklı olarak klinik şartları daha gerçekçi şekilde taklit edebilmek adına modelasyon likiti kullanılan çalışma gruplarında oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunun engellenmesi için şeffaf selüloid bant yerine gliserin jel kullanıldı. Mevcut bilgilerimiz dahilinde bu yönüyle bu tez çalışması, modelasyon likiti ve gliserin jelin birlikte kullanıldığı ve etkilerinin değerlendirildiği ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Gliserin jel, likit yapısı nedeniyle içerisinde hava kabarcıkları barındırabilmektedir. Ayrıca rezin kompozit yüzeyine uygulanırken klinisyen tecrübesine bağlı olarak bariyer altında hava kalabilir. Bu nedenle gliserin jelin şeffaf selüloid bant gibi yüzeyde tam bir bariyer oluşturmadığı ve oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunu engelleyemediği bölgeler olabileceği düşünülmektedir [105]. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular bu görüşü destekler niteliktedir. Polimerizasyonu gliserin jel altında gerçekleştirilen yüzeyler şeffaf selüloid bant kullanılan yüzeylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük mikrosertlik değerleri, buna karşın daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdi. Ancak dikkat çekici şekilde bitirme ve parlatma uygulanmayan A alt gruplarında polimerizasyonu gliserin jel altında gerçekleştirilen yüzeylerin renk stabilitesi, polimerizasyonu şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilen yüzeylere göre anlamlı düzeyde daha iyi bulundu. Bu sonucun nedeni gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerde, daha düzensiz ve daha ince bir monomerden zengin tabaka oluşması olabilir. Bu durum ilgili numunelerin kesitlerinden alınan SEM görüntüleri ile de desteklendi.

Ayrıca bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmayan A alt gruplarında polimerizasyonu gliserin jel altında gerçekleştirilmiş yüzeylerin, polimerizasyonu hava ile temas edecek şekilde gerçekleştirilen yüzeylere göre daha az renklenme gösterdiği ve daha yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olduğu bulundu. SEM analizleri, polimerizasyonun gliserin jel altında gerçekleştiği yüzey topografisinin polimerizasyonu havayla temas edecek şekilde gerçekleşen yüzeylere göre daha düz bir yüzey görüntüsüne sahip olduğunu ortaya koysa da bu yüzeyler arasında pürüzlülük açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi. Bu nedenle, bu tez çalışmasının havayla temas halinde, şeffaf selüloid bant altında ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeyler arasında renk, pürüzlülük ve mikrosertlik değerleri arasında fark olmayacağı yönündeki birinci sıfır hipotezi reddedildi.

Carrila-Marcos ve arkadaşları [161] farklı bulk fill rezin kompozitlerin polimerizasyonları sırasında gliserin jel ile örtülmesinin oksijen inhibisyon tabakası oluşumuna etkisini incelemişler ve bitirme ve parlatma uygulamasının yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğe olan etkisini değerlendirmişlerdir. Oksijen inhibisyon tabakası oluşumunun engellenmediği yüzeylerde yüzey pürüzlülüğü yüksek, mikrosertlik değerleri düşük çıkmıştır. Bitirme ve parlatma işlemleri yüzey pürüzlülüğünü önemli ölçüde azaltmış olup mikrosertlik değerlerini arttırmıştır. Bu tez çalışmasında da Carrila-Markos ve arkadaşlarının bulgularına benzer şekilde bitirme ve parlatma işlemleri uygulanması hava ile temas edecek şekilde ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerin olumsuz özelliklerini önemli ölçüde azalttı. Ayrıca SEM incelemelerinde bitirme ve parlatma işlemlerinin gerçekleştirildiği tüm B alt gruplarının benzer yüzey morfolojisi sergilediği görüldü.

İslam ve arkadaşları [162], rezin kompozitlerin farklı bitirme ve parlatma prosedürlerinde gösterdikleri renk stabilitesi davranışlarını inceledikleri çalışmalarında, bitirme ve parlatma uygulamasının gliserin jel altında polimerizasyon ile benzer estetik sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında İslam ve arkadaşlarının çalışmasının elde ettiği bulgulardan farklı şekilde, bitirme ve parlatma uygulanmayan gliserin jel altında polimerize edilen rezin kompozit yüzeyleri, bitirme ve parlatma işlemi uygulanan rezin kompozit yüzeylerinden daha düşük sonuçlar verdi. Bunun nedeni İslam'ın çalışmasında rezin kompozitin manipülasyonu esnasında gliserin jel uygulamasından önce şeffaf selüloid bant ve parmak basıncı kullanılarak renklenmeye daha az müsait daha pürüzsüz bir yüzey oluşturulması olabilir. Bu tez çalışmasında klinik durumların daha iyi taklit edilebilmesi adına kondenzasyon sadece el aletleri ile yapıldı.

Borges ve arkadaşları [107] oksijen inhibisyon tabakasının inhibisyonun dönüşüm derecesi ve renk stabilitesine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerin, havayla temas halinde polimerize edilen yüzeylerden daha yüksek dönüşüm derecesine sahip olduğunu, bu değerlerin bitirme ve parlatma uygulanması ile yükseldiğini belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında da benzer bulgular elde edilmiş olup havayla temas edecek şekilde polimerize edilen yüzeylerin mikrosertlik değerleri gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerden daha düşük bulundu. Ayrıca hem havayla temas edecek şekilde polimerize edilen hem de gliserin jel altında polimerize edilen rezin kompozit yüzeyleri bitirme ve parlatma işlemleri sonucunda istatistiksel olarak daha yüksek mikrosertlik değerleri gösterdi.

Günümüzde renklerin tanımlanması ve özelliklerinin belirlenmesi için çeşitli renk sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler arasında Munsell ve CIE L*a*b* renk sistemleri güvenilirlikleri, pratik kullanımları ve uluslararası alanda geniş kabul görmeleri ile öne çıkmaktadır [163].

Renk ölçümü yapmak için kolorimetre, spektrofotometre, spektoradyometre ve dijital kamera görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır [164-166]. Bu tez çalışmasında renk ölçümü spektrofotometre kullanılarak CIE L*a*b* sistemine göre kaydedildi ve kahve ile yapılan yapay yaşlandırma sonrasındaki renk stabilitesinin değerlendirilebilmesi için ΔE değerleri hesaplandı. Tüm ölçümler aynı aydınlatma koşullarında (gün ışığı, 6500 K), günün aynı saatinde, aynı cihazla, aynı ortamda, aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

Rezin kompozitlerin önemli bir dezavantajı ağız ortamında farklı etkenlere uzun süre maruz kalması nedeniyle renklenmeleridir. Rezin kompozit restorasyonların değiştirilmesinin birincil nedeni kabul edilemez renk uyumudur [164]. Literatürde algılanabilir renk değişikliği hakkında farklı eşik değerler öne sürülmektedir. Stober ve arkadaşları bir restorasyonun renk değişikliğinin klinik olarak algılanabilmesi için ΔE değerinin 1'den, restorasyonun renk değişikliği açısından kabul edilemez olduğunu sınıflamak için ΔE değerinin 3,3'den yüksek olması gerektiğini belirtmiştir [165].

Bu tez çalışmasında da renk stabilitesinin değerlendirilmesi için Stober ve arkadaşlarının [165] belirttiği eşik değerler kullanıldı. Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmamış olan A alt grupları arasında en yüksek renk değişikliği polimerizasyonun hava ile temas edecek şekilde gerçekleştirildiği grupta, en düşük renk değişikliği ise universal adeziv kullanılan grupta görüldü. Numune yüzeylerine modelasyon ajanı uygulanan grupların, modelasyon ajanı uygulanmayan gruplara göre daha yüksek renk stabilitesi gösterdiği bulundu. Bu bulgular doğrultusunda ve bu *in vitro* çalışmanın yaşlandırma prosedürlerinin sınırları dahilinde bitirme ve parlatma uygulanmasının mümkün olmadığı rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon yapılırken ileride oluşacak renk değişikliğini azaltabilmek için bir adeziv veya modelasyon likiti uygulanması tavsiye edilebilir.

Kosewski ve arkadaşlarının [28] el aletlerinin lubrikasyonunun rezin kompozitlerin özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri derleme çalışmasında çözücü içermeyen hidrofobik rezinlerin, modelasyon likiti olarak kullanabilecek en iyi seçenek olduğunu,

çözücü içermemeleri ve rezin kompozit yapısına benzerlikleri sayesinde dördüncü nesil adezivlerin çalışmalarda iyi renk stabilitesi gösterdiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeylerdeki renk stabilitesinin iyi olması, bu adezivlerin hidrofobik yapılarının suya ve dış kaynaklı renklendirici ajanlara karşı gösterdiği koruyucu etkiye dayandırılmıştır [68, 70, 73, 74].

Bu tez çalışmasında bitirme ve parlatma işlemlerinin uygulanmadığı A alt gruplarında modelasyon ajanı olarak dördüncü nesil adeziv kullanılan yüzeyler, diğer çalışmalarda bildirilen olumlu sonuçlara ve Kosewski ve arkadaşlarının yapmış oldukları derleme sonucundan farklı olarak diğer modelasyon ajanlarına kıyasla renk stabilitesi açısından en iyi performansı göstermedi. Dördüncü nesil adezivlerin kullanıldığı yüzeyler universal adeziv kullanılan yüzeylere göre anlamlı düzeyde daha fazla renklendi ve yüksek oranda doldurucu içeren modelasyon likiti Composite Wetting Resin ile benzer sonuçlar sergiledi.

Çalışmamızın bulgularına benzer şekilde Araujo ve arkadaşları [66] çözücü içeren bir universal adeziv ve dördüncü nesil bir bağlayıcı ajanın çözücü içermeyen adezivini kullandıkları çalışmada, universal adeziv kullanımıyla daha iyi bir renk stabilitesi elde ettiklerini bu bulgunun universal adezivin daha düşük viskoziteye sahip olmasına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Modelasyon ajanı uygulanan yüzeylerden alınan SEM kesit görüntülerinde dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeyde görülen rezinden zengin tabakanın kalınlığının, universal adeziv uygulanan yüzeyden daha kalın olması, bitirme ve parlatma uygulanmayan yüzeyler arasından dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeylerin universal adeziv uygulanan yüzeylerden daha fazla renklenmesini açıklayabilir.

Yüzeyine bitirme ve polisaj işlemi uygulanmamış A alt gruplarında modelasyon ajanı kullanılan gruplar arasında en yüksek renk değişikliğinin indirekt rezin restorasyonların modelasyonunda kullanılan Estenia C&B Liquid kullanılan grupta olduğu ve düşük viskoziteli GC Modelling Liquid kullanılan grubun da benzer renklenme gösterdiği bulundu. Bu bulgu, esas olarak direkt rezin kompozit restorasyonların modelasyonu için geliştirilmemiş olan Estenia C&B Liquid'in yalnızca ışık kaynağı kullanılarak polimerize edilmesi sonucunda polimerizasyonunun yetersiz kalmasına bağlanabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre GC Modeling Liquid uygulaması, yüzeyine herhangi bir modelasyon ajanı uygulanmamış gruplara göre renk stabilitesini arttırmış olmasına karşın,

doldurucu içeren modelasyon ajanlarına (Grup 4A, 5A, 8A) göre daha fazla renk değişimine neden oldu. Bu bulgu, rezin kompozit yüzeyinde doldurucu içeren bir tabakanın oluşturulmasının hidrolize karşı daha koruyucu özelliğe sahip olabileceğini düşündürmektedir. Gökçe ve arkadaşları [159] GC Modeling Liquid uygulamasının, içeriğinde bulunan HEMA'nın hidrofilik özelliğinin yarattığı difüzyon ile modelasyon likitinin formülasyonunda bulunan ve fiziksel özellikleri daha iyi olan UDMA'nın rezin kompozitin içerisine doğru nüfus etmesini sağlayarak stabilitesini arttırdığını ileri sürmüşlerdir [167]. UDMA düşük viskozitesi ve çapraz bağlanma yoğunluğunu artırma yeteneği sayesinde rezinlerin daha güçlü bir yapı kazanmasına katkı sağlamaktadır [152, 168]. Modelasyon likiti uygulamasını inceleyen önceki çalışmalar ajanın uygulamasının ardından polimerizasyon işlemini şeffaf selüloid bant kullanarak cam yardımıyla parmak basıncı altında gerçekleştirmiştir. Bu yöntemin modelasyon likiti içerisinde bulunan ve rezin kompozitin özelliklerini iyileştiren UDMA'nın difüzyonunu kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Buna karşılık bu tez çalışmasında, modelasyon ajanı uygulamasının rezin kompozite etkisini başka bir etki olmadan net bir şekilde ortaya koymak amacıyla ajan uygulanan gruplarda polimerizasyon şeffaf selüloid bant kullanılarak parmak basıncı altında değil, gliserin jel altında gerçekleştirildi. Nitekim, bu varsayımı destekler şekilde, GC Modeling Liquid bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt gruplarında modelasyon ajanı kullanılan yüzeyler arasında, en yüksek renk değişikliği gösteren grup olan indirekt rezin kompozit restorasyonların modelasyonunda kullanılan Estenia C&B Liquid'e benzer renk değişikliği gösterdi.

Bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmayan A alt grupları ile uygulanan B alt grupları karşılaştırıldığında Composite Wetting Resin haricindeki tüm grupların belirgin oranda daha az renklendiği görüldü. Composite Wetting Resin uygulanan yüzeylerin ΔE değerlerinde de azalma meydana gelmesine rağmen bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. ΔE değerlerindeki bu azalmaya rağmen tüm çalışma gruplarında kahve ile 7 günlük yaşlandırma işlemi sonucunda ΔE değerlerinin kabul edilemez sınır değer olan 3,3'ten çok daha yüksek olduğu bulundu. Bu nedenle bitirme ve parlatma işlemi uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında sadece Composite Wetting Resin uygulanan yüzeyler için anlamlı farklılık gözlemlenmediği için üçüncü sıfır hipotez renk değişimi açısından kısmen reddedildi.

Maia ve arkadaşları [69] renklendirme ve fırçalama sonrasında modelasyon likitlerinin rezin kompozitlerin renklenme ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini değerlendirdikleri

çalışmalarında modelasyon likiti olarak dördüncü nesil adeziv ve üniversal adeziv kullanılmasının, kullanılmamasına göre bitirme ve parlatma yapılan rezin kompozit yüzeylerinde renk değişimini anlamlı şekilde azalttığı bildirmişlerdir. Ancak bu tez çalışmasında bitirme ve parlatma yapılan B alt grupları incelendiğinde, dördüncü nesil adeziv, üniversal adeziv, doldurucu içeren modelasyon likiti Composite Wetting Resin, doldurucu içermeyen modelasyon ajanı GC Modelling Liquid uygulanan yüzeylerin, yüzeylerine herhangi bir modelasyon ajanı uygulanmadan havayla temas edecek şekilde ya da gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylere benzer renk değişikliği sergilediği, polimerizasyonu şeffaf bant altında gerçekleştirilen yüzeylere göre ise daha fazla renklendikleri görüldü. Tez çalışmamızın sonuçları ile Maia ve arkadaşlarının çalışmalarının sonuçları arasındaki fark bu iki çalışma arasındaki yöntem farklılıklarından kaynaklanmış olabilir. Çalışmamızda renklendirme ve yaşlandırma için kahve solüsyonu kullanılmış olmasına karşın, Maia ve arkadaşlarının çalışmasında renklendirme prosedüründe kahveden daha yüksek renklendirme yeteneğine sahip olan kırmızı şarap kullanılmıştır. Ayrıca bahsi geçen çalışmada kullanılan fırçalama prosedürü ve bitirme-parlatma sistemlerinin farklı bu iki çalışmanın sonuçları arasındaki farkı açıklayabilir. Ayrıca Maia ve arkadaşları yaptıkları çalışmada üniversal adezivi kullanılmadan önce 5 saniye boyunca havayla inceltip içerdiği çözücünün buharlaştırılması sağlanmıştır [69]. Bu adım sayesinde modelasyon ajanı olarak kullanılan adezivlerin içerisindeki çözücülerin yüzey üzerindeki olumsuz etkileri azaltılmış olabilir.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları incelendiğinde, en iyi renk stabilitesinin şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen grupta olduğu, en yüksek renk değişikliğinin ise indirekt rezin restorasyonların modelasyonunda kullanılan Estenia C&B Liquid kullanılan grupta olduğu görüldü. Bu bulgu, bitirme ve parlatma işleminin yapılmadığı A alt gruplarında olduğu gibi, esas olarak indirekt rezin kompozit modelasyonu için üretilen bir modelasyon likitinin rezin kompozit yüzeyinde görünür ışık kaynağı kullanılarak yeterince polimerize olmamış olmasına, dahası bitirme ve parlatma işlemleri uygulandığında bile yüzeyden tam olarak uzaklaştırılamamış olmasına bağlı olabilir. Polimerizasyonun havayla temas edecek şekilde ve gliserin jel altında gerçekleştirildiği, dördüncü nesil adeziv, üniversal adeziv, Composite Wetting Resin, GC Modelling Liquid uygulanan yüzeyler arasında renk değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi. Aydın ve arkadaşları [89] çalışmamızın bulgularına benzer şekilde, GC Modeling Liquid kullanımının renk değişimine istatistiksel olarak anlamlı etki etmediğini belirtmiştir. Bu

bulgu, restorasyon yüzeylerine uygulanan modelasyon ajanlarının bitirme ve parlatma işlemleriyle yüzeyden uzaklaştırılmış olabileceğini, klinik olarak bitirme ve polisaj işleminin yapılabileceği yüzeylerde modelasyon ajanlarının kullanılmasının renk stabilitesi açısından klinisyene herhangi bir avantaj sağlamayacağını ancak sağlayacağı diğer avantajlar nedeniyle kullanılmasında da bir sakınca olmayacağını göstermektedir.

TEGDMA yüksek hidrofilik özelliğe sahip bir monomerdur. Bu özelliği yüksek su emilimine neden olmakta ve dolayısıyla renklenme potansiyelini yükseltmektedir [169]. Rajkumar ve arkadaşları [170] rezin kompozitleri farklı sıcaklıklardaki kahveye maruz kaldıklarında renk değişimi değerlerini incelemişler ve TEGDMA içeriği fazla olan rezin kompozitlerin daha yüksek renklenme potansiyeline sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında Rajkumar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmanın sonuçlarından farklı olarak, TEGDMA içeren Composite Wetting Resin uygulanan ve bitirme ve parlatma uygulanmayan yüzeylerin doldurucu ve TEGDMA içermeyen GC Modeling Liquid uygulanan ve modelasyon ajanı uygulanmadan polimerizasyonun gliserin jel altında gerçekleştirildiği yüzeylere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az renklendiği görüldü. Öte yandan bitirme ve parlatma uygulanan gruplar arasında Composite Wetting Resin, GC Modeling Liquid uygulanan yüzeyler ve modelasyon ajanı uygulanmadan polimerizasyonun gliserin jel altında gerçekleştirildiği yüzeyler için renk değişimi açısından anlamlı fark tespit edilmedi. Cangül ve arkadaşlarının [86] gerçekleştirdiği çalışmada, Composite Wetting Resin ve GC Modeling Liquid uygulanan yüzeylerin renk değişimini azalttığı bildirilmiş olup, bu bulgu tez çalışmamızın sonuçlarıyla da uyumludur.

Bu tez çalışmasının renk değişimi bulguları ışığında modelasyon ajanı kullanılan grupların renk stabilitesi gliserin jel altında polimerize edilmiş olan gruba göre daha yüksek olduğundan bitirme ve parlatma uygulanmamış A alt grupları için ikinci sıfır hipotezi renk değişikliği açısından reddedilmiştir. Ancak bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış olan B alt gruplarında indirekt modelasyon likiti Estenia C&B Liquid grubu dışındaki grupların renk stabilitesi gliserin jel altında polimerize edilmiş olan grup ile benzer olduğundan ikinci sıfır hipotez renk değişikliği için kısmen kabul edilmiştir.

Ağız boşluğu çeşitli mikroorganizmalar için uygun bir ekosistemdir. Bu mikroorganizmalar arasında *Streptococcus mutans* ve *Laktobasil* suşları diş çürüklerine, *Actinobasillus actinomycetecomitans* ve *Porphyromonas gingivalis* diş eti hastalıklarının etiyolojisinde rol

oynamaktadır. Bu mikroorganizmalar oral kavite içerisinde bir dokuya tutunmadan hayatta kalamazlar. Özellikle ağız içerisindeki sert dokuların yüzey pürüzlülüğü bakteri tutulumunu doğrudan etkilemektedir [126].

Mei ve ark. [125] bakteri tutulumu için eşik pürüzlülük değerinin $0,2 \mu\text{m}$ olduğunu belirtmişlerdir. Pürüzlü yüzeylerde bakterilerin daha kolay tutunması diş eti ve diş sert doku hastalıkları oluşmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle restorasyonların yüzeylerinin pürüzsüz olması önem taşımaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalar hastaların $0,3 \mu\text{m}$ ve üzerindeki yüzey pürüzlülüğünü dil ucu ile algılayabildiğini ve rahatsız olduğunu ortaya koymuştur [135].

Pürüzlülük değerlendirmelerinde profilometre ile yapılan ölçümlerden elde edilen R_a , R_q ve R_z değerlerinin eş zamanlı kullanılması belirgin bir avantaj sağlamaz ve verilerin tutarlı ve sade bir şekilde tartışılabilmesi için R_a değerinin tercih edilmesi önerilmektedir [128]. Diş hekimliği ve mühendislik alanında en sık kullanılan parametre R_a 'dır [129, 171]. Bu tez çalışmasında yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yüzey profilometre kullanılarak ölçüldü, benzer çalışmalarla karşılaştırılabilmek ve verileri yalın bir şekilde sunabilmek için değerlendirmeler R_a değerleri kullanılarak yapıldı.

Bitirme, restorasyonun nihai anatomisini elde edebilmek için yapılan konturları düzenleme işlemidir. Parlatma ise pürüzlülüğün azaltılması ve bitirme işleminde oluşan çiziklerin giderilmesi işlemidir [172]. Bitirme ve parlatma işlemleri pürüzsüz bir yüzey oluşturarak estetik özellikleri geliştirmesinin yanı sıra bakteriyel tutulumun azaltılması, buna bağlı olarak doku iltihabı ve sekonder çürük riskinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır [173]. Bitirme ve parlatma işlemleri için kullanılan sistemler arasında silikon diskler, tungsten karbit frezler, lastik frezler, aşındırıcı şeritler ve parlatma patları olup, bu sistemler tek aşamalı veya çok aşamalı olarak uygulanabilmektedir. Literatürde bitirme ve parlatma sistemlerinin arasındaki farkların araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur.

Bu tez çalışmasında A alt gruplarında hava ile temas halinde, şeffaf selüloid bant ya da gliserin jel altında polimerizasyon sonucunda oluşan oksijen inhibisyon tabakasının ya da modelasyon likitinin yüzeye olan etkilerini gözlemleyebilmek için bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmazken, B alt gruplarında tüm gruplara bitirme ve parlatma işlemi uygulandı. Çalışmamızda standardizasyonun ve çalışmalar arasındaki bağlantının

sağlayabilmesi için *in vitro* çalışmalarda bitirme ve parlatma işlemleri için sıklıkla kullanılan silikon karbit zımpara kağıtları tercih edildi. Lassila ve arkadaşlarının [174] çalışmasında uyguladığı protokole benzer şekilde B alt gruplarında sırasıyla 320, 800, 1200, 2000 ve 4000 gridlik silikon karbit zımpara kağıtları ile su soğutması altında 300 rpm hızında 1 dakika boyunca bitirme ve parlatma işlemleri uygulandı. Bu yöntemle tüm örneklerde standart, tekrarlanabilir ve kontrollü bitirme ve parlatma uygulaması hedeflendi.

Lassila ve arkadaşları, silikon karbit zımpara ile gerçekleştirdikleri bitirme ve parlatma işlemlerinin diğer sistemler arasında en parlak rezin kompozit yüzeyini oluşturduğunu belirtmişlerdir [174]. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı birbiriyle ilişkili terimler olup yüzey pürüzlülüğü arttıkça yüzeyin parlaklığı azalmaktadır [27]. Mei ve arkadaşları bitirme ve parlatma amacıyla 4000 gridlik silikon karbit zımparalar kullanılmasının bakteriyel tutunma için eşik değer olan 0,2 μm 'den daha düşük pürüzlülük değerleri oluşturduğunu bildirmişlerdir[125]. Bu tez çalışmasında da sırasıyla bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt gruplarında şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeyler haricindeki tüm grupların başlangıç pürüzlülük değerlerinin 0.2 μm 'den yüksek olduğu, sırasıyla 320, 800, 1200, 2000 ve 4000 gridlik silikon karbit zımpara kağıtları kullanılarak bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt gruplarının tümünün başlangıç pürüzlülük değerlerinin ise 0.2 μm 'den daha düşük olduğu, aynı çalışma grubuna ait A ve B alt grupları arasındaki farkın anlamlı olduğu bulundu. Bu sonuç, çalışmamızda uygulanan bitirme ve parlatma protokolünün pürüzlülüğü azaltmada ve yüzey morfolojisini optimize etmekte etkili olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada en düşük başlangıç ve 7. gün pürüzlülük değerleri polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği yüzeylerden elde edildi. Bu yüzeylere bitirme ve parlatma uygulaması pürüzlülük değerlerinde fark yaratmadı. Polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği yüzeyler haricindeki tüm yüzeyler için bitirme ve parlatma işlemi hem başlangıçta hem de 7. günde daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmesini sağladı.

Gavier-Martinez ve arkadaşları [92] oksijen inhibisyon tabakası kontrolünün yüzey pürüzlülüğüne olan etkisini inceledikleri çalışmalarında, oksijen inhibisyon tabakasının kontrolü için gliserin jel kullanılması ya da kullanılmamasının yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı fark oluşturmadığını ve yüzey pürüzlülüğünün bitirme ve parlatma işlemleri ile

azaltılabileceğini ancak restorasyonun tüm yüzeylerine erişimin mümkün olmadığı durumlarda rezin kompozitin iyi bir şekilde polimerizasyonunu sağlamak için gliserin jelin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında ise Gavier-Martinez ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan A alt grupları arasında en yüksek başlangıç ve 7. gün pürüzlülük değerleri gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerde elde edildi. Bu bulgunun sebebi Gavier-Martinez'in çalışmasında gliserin jel uygulamasının cam lamel altında parmak basıncı ile yapılıyor olması olabilir. Bu tez çalışmasında samur fırça ve modelasyon ajanları kullanılan rezin kompozit yüzeyleri, havayla temas edecek şekilde ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylere göre daha düşük pürüzlülük değerleri oluşturdu. Gliserin jel uygulamasından önce yüzeye samur fırça ile modelasyon ajanı uygulanması pürüzlülüğü anlamlı düzeyde azalttı. Bu bulgu modelasyon ajanlarının yüzey topografisini iyileştirerek daha düzgün bir yüzey oluşturulmasına katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. SEM incelemesinde, 120x büyütme altında havayla temas edecek şekilde ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeyler üzerinde Optrasculpt Pad kullanımının karakteristik bir desen oluşturduğu görüldü. Optrasculpt Pad'in yarattığı bu desenin modelasyon ajanı uygulanan gruplarda görülmemesi, samur fırça kullanılarak modelasyon ajanı uygulamasının yüzeydeki bu izleri ortadan kaldırarak yüzey pürüzlülüğünü azalttığını göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda ve bu *in vitro* çalışmanın sınırları dahilinde bitirme ve parlatma uygulanmasının mümkün olmadığı rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon yapılırken el aletlerinin yüzeylerde oluşturabileceği pürüzlülüğü gidermek için bir adeziv veya modelasyon likitinin samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanması tavsiye edilebilir.

Bayraktar ve arkadaşları [90] modelasyon likiti uygulandıktan sonra şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen rezin kompozit yüzeylerinin, bitirme ve parlatma yapılmasına rağmen modelasyon likiti uygulanmayan yüzeylerden düşük mikrosertlik değerleri gösterdiğini, bu bulgunun modelasyon likitinin yüzey altı tabakalara tesiri nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış B alt gruplarında uygulanan bitirme ve parlatma işlemleri sonucunda elde edilen pürüzsüz yüzeylere rağmen, ajan uygulanan rezin kompozit yüzeylerinin başlangıç pürüzlülük değerleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılık modelasyon ajanlarının, farklı içerikleri nedeniyle yüzey altındaki rezin kompozit tabakasını farklı düzeylerde etkilemiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Numune kesitlerinden alınan SEM görüntüleri de modelasyon ajanlarının yüzeylerde farklı etkiler gösterdiğini desteklemektedir.

Benzer şekilde bitirme ve parlatma uygulanan alt gruplarda dördüncü nesil adeziv ve universal adeziv uygulanan yüzeyler arasında pürüzlülük açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi. İlgili grupların SEM görüntülerinde, doldurucu oranı daha yüksek olan dördüncü nesil adezivin alt tabakalara nüfuz eden doldurucularının bitirme parlatma işlemleri ile yüzeyden ayrılmasına neden olduğu görüldü. Bu durum yüzeyin daha düzensiz bir hale gelmesine ve dolayısıyla pürüzlülüğün, universal adeziv uygulanan yüzeye göre daha pürüzlü olmasına neden olmuş olabilir.

Çalışmada elde edilen ΔRa değerleri incelendiğinde, şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen grup haricindeki tüm gruplarda bitirme ve parlatma işlemlerinin anlamlı fark yarattığı söylenebilir.

Bitirme ve polisaj işleminin uygulanmadığı A alt gruplarında 7 günlük kahve içerisinde bekletme sonucunda pürüzlülük değerlerinde meydana gelen değişim (ΔRa) modelasyon ajanı uygulanan tüm gruplar için benzerdir ve bu pürüzlülük değişimi gliserin jel altında ya da havayla temas ederek polimerize edilen yüzeylerde meydana gelen pürüzlülük değişimine benzerdir. Bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları değerlendirildiğinde, 7 günlük kahve içerisinde bekletme sonucunda meydana gelen pürüzlülük değişiminin şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeyler de dahil olmak üzere tüm gruplarda benzer olduğu görülmektedir. Çalışmamızın sınırlamalarından birisi de yaşlandırma için yalnızca tek bir solüsyonun kullanılmış olmasıdır. *In vivo* koşullarda pürüzlülük artışına neden olabilecek diş fırçalama, asidik yiyecek içecek tüketilmesi gibi faktörler bu çalışma içerisine dahil edilmemiştir. İleriki çalışmalarda bu faktörleri de değerlendirmeye katabilecek daha geniş çalışma protokolleri oluşturulabilir. Ancak bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde yüzeye modelasyon likiti uygulanmasının, bitirme ve parlatma işlemi uygulansın ya da uygulanmasın yüzey pürüzlülük değerlerinde anlamlı bir fark yaratmayacağı bu nedenle de bu ajanların kullanımında bir sakınca olmadığı söylenebilir.

Bitirme ve parlatma yapılan B alt gruplarında hem 1. Gün hem de 7. Günde polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirildiği yüzeyler ile modelasyon ajanı olarak universal adeziv ve GC Modeling Liquid uygulanan yüzeyler arasında yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı fark bulunmadı. Bu durum universal adeziv ve doldurucu içermeyen modelasyon likiti GC Modeling Liquid uygulamasının polimerizasyonun havayla temas halinde gerçekleşen yüzeylerden ve gliserin jel altında polimerize edilen yüzeylerden

iyi sonuç verdiğini gösterdi. Öte yandan bitirme parlatma işlemlerine rağmen en pürüzlü yüzeyin oluştuğu Estenia C&B Liquid ile dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeyler arasında anlamlı fark gözlemlenmedi. Bu sonuç indirekt rezin kompozit modelasyon likiti Estenia C&B Liquid'in yüzey topografisini olumsuz etkileyebilecek içeriğe sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Tez çalışmasından elde edilen pürüzlülük bulgularına göre bitirme ve parlatma işlemi uygulanmamış A alt gruplarında modelasyon ajanı kullanılan grupların pürüzlülük değerleri gliserin jel altında polimerize edilmiş olan gruba göre daha düşük olduğundan çalışmanın ikinci sıfır hipotezi pürüzlülük açısından reddedilmiştir. Ancak bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış olan B alt gruplarında universal adeziv, GC Modeling Liquid ve Composite Wetting Resin gruplarında pürüzlülük değerleri gliserin jel altında polimerize edilmiş olan grup ile benzer olduğundan çalışmanın ikinci sıfır hipotezi pürüzlülük yönünden kısmen reddedilmiştir. Ayrıca bitirme ve parlatma işlemi uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında sadece şeffaf selüloid bant altında polimerizasyonu gerçekleştirilen yüzeylerde anlamlı farklılık gözlemlenmediği için çalışmamızın üçüncü sıfır hipotezi pürüzlülük yönünden bu grup dışındaki diğer tüm gruplar için reddedildi.

Rezin kompozit restorasyonların mekanik mukavemetinin değerlendirildiği yöntemlerden biri de sertlik ölçümüdür. Sertlik testlerinin kullanıldığı başka bir alan ise rezin kompozit materyallerin dönüşüm derecesinin belirlenmesidir. Alt ve üst yüzeyin sertliği karşılaştırılarak dönüşüm derecesi bulunmaktadır. Yüzeylerin sertliği ile dönüşüm derecesi arasında doğru orantı mevcuttur; yüzeylerin sertliği arttıkça dönüşüm derecesi de yükselmektedir [59].

Rezin kompozit materyallerin sertliğinin değerlendirilmesinde kullanılan pek çok farklı yöntem bulunmakla birlikte, bu tez çalışmasında materyalin yüzey özelliklerinden daha az etkilenip daha hassas ölçümler yapmaya olanak sağlayan, yüksek hassasiyet ve güvenilirliğe sahip Vickers mikrosertlik ölçüm testi kullanıldı.

Kahve ile yaşlandırma öncesindeki başlangıç yüzey sertlik değerleri incelendiğinde bitirme ve parlatma işleminin uygulanmadığı A alt gruplarında, havayla temas halinde polimerize edilen yüzeylerin sertlik değerine benzer sertlik değerlerine sahip olan indirekt rezin kompozit modelasyon likiti Estenia C&B Liquid ve yüksek oranda doldurucu içeren

modelasyon likiti Composite Wetting Resin haricindeki tüm grupların sertlik değerlerinin şeffaf selüloid bant altında polimerize edilen yüzeylere benzer olduğu görüldü. Bu nedenle çalışmamızın sınırlamaları dahilinde yukarıda bahsi geçen modelasyon likitleri haricindeki, dördüncü nesil adeziv, universal adeziv ve GC Modelling Liquid ya da gliserin jel altında polimerizasyonun şeffaf selüloid bant kullanılmayacak bölgelerde kullanılmasının şeffaf selüloid banta benzer sertlik değerlerine sahip yüzeyler oluşturabileceği söylenebilir.

Bitirme ve parlatma işleminin uygulandığı B alt gruplarında ise en yüksek sertlik değeri yüksek doldurucu içeriğine sahip modelasyon likiti Composite Wetting Resin grubundan elde edildi. Bu grup haricindeki diğer modelasyon ajanları, modelasyon ajanı kullanılmayan yüzeylere göre daha düşük yüzey sertlik değerleri gösterdi.

Kahve ile 7 günlük yaşlandırma sonrasında elde edilen sertlik bulguları incelendiğinde bitirme ve polisaj işlemi uygulanmamış olan A alt gruplarında modelasyon ajanı kullanılan gruplar arasında en yüksek yüzey sertlik değerinin universal adeziv uygulanan grupta olduğu bulundu.

Bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış olan B alt grupları incelendiğinde modelasyon ajanı kullanılan yüzeylerin benzer sertlik değerlerine sahip olduğu ancak bu değerlerin modelasyon ajanı kullanılmayan gruplara göre daha düşük olduğu gözlemlendi.

Modelasyon likiti içerisinde bulunan monomerler ve yoğunlukları yüzey özellikleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bayraktar ve arkadaşları [90] içeriğinde yüksek oranda HEMA bulunan modelasyon likitlerinin diğer ajanlara göre daha fazla su emilimine neden olduğunu ve bu özelliğin bitirme ve parlatma işlemleri uygulansa bile yüzeyin mikrosertliğini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Bu nedenle modelasyon likiti kullanılmamasının daha güvenli olduğunu öne sürmüştür. [90]. Benzer şekilde Cangül ve arkadaşları [86] yaptıkları çalışmada modelasyon likiti uygulamasının yüzey sertliğini azaltıcı etkisini doğrulayan bulgular ortaya koymuştur. Bu tez çalışmasında elde edilen veriler de bu çalışmalarla uyumlu şekilde modelasyon likiti uygulamasının bitirme ve parlatma uygulanan B alt gruplarında modelasyon ajanı uygulanmayan gruplara göre daha düşük mikrosertlik değerleri oluşturduğunu gösterdi.

Literatürde modelasyon ajanı olarak dördüncü nesil adezivlerin kullanıldığı çalışmalarda, dördüncü nesil adezivler restorasyonun nihai yüzeyinde değil, çoğunlukla rezin kompozitlerin tabakalanması sırasında tabakalar arasındaki bağlantının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarına göre rezin kompozit tabakaları arasında dördüncü nesil adeziv kullanılması, restorasyon içerisindeki boşlukların azaltılmasına yardımcı olmuş ve tabakalar arasındaki bağlanmayı güçlendirmiştir [38, 67, 70]. Dördüncü nesil adezivlerin tabakalar arasında kullanılmasının rezin kompozitlerin renk stabilitesi ve translüsensi özellikleri üzerine etkisinin değerlendirildiği tüm çalışmalarda dördüncü nesil adezivler rezin kompozitin renklenmesini azaltmış ve diğer mekanik özelliklerini geliştirmiştir [70, 73, 74]. Buna rağmen mevcut bilgilerimiz dahilinde literatürde dördüncü nesil adezivlerin modelaj ajanı olarak kullanılmasının nihai restorasyon yüzeyinin mikrosertliği üzerine etkisini inceleyen herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bitirme ve parlatma uygulanmayan A alt gruplarında dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeyler ile polimerizasyonun gliserin jel altında gerçekleştirildiği yüzeyler ve universal adeziv uygulanan yüzeyler arasında 1. günde mikrosertlik açısından anlamlı fark bulundu. 7 günlük yaşlandırma prosedürü sonucunda modelasyon ajanı uygulanmayan yüzeylerin mikrosertlik değerinde anlamlı bir değişim olmazken, dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeylerin mikrosertlik değerinde anlamlı düşüş, universal adeziv uygulanan yüzeylerin mikrosertlik değerinde ise anlamlı bir artış meydana geldi. Diğer yandan bitirme ve parlatma işlemi uygulanan B alt grupları arasında dördüncü nesil adeziv uygulanan yüzeylerin 1. gün mikrosertlik değeri universal adeziv uygulanan yüzeylerden anlamlı derecede daha yüksek, polimerizasyonun havayla temas edecek şekilde gerçekleştirildiği yüzeylere göre ise daha düşük bulundu. 7 günlük yaşlandırma sonucunda bu yüzeylerin mikrosertlik değerlerinde anlamlı değişiklikler meydana gelmedi ancak dördüncü nesil adeziv ve universal adeziv uygulanan yüzeyler arasında başlangıç mikrosertlik değerlerinde gözlenen anlamlı fark, 7. Gün mikrosertlik değerleri arasında görülmedi.

Bu bulgular, bitirme ve parlatma işlemlerinin kahve gibi renklendirici etkenlere karşı rezin kompozit yüzeylerinin mikrosertlik değerlerini korumak için etkili bir yöntem olduğu göstermektedir. Ancak modelasyon likiti olarak adeziv uygulanması rezin kompozit yüzeylerinin mikrosertlik değerleri üzerinde olumsuz etkiye neden olabilir ve bu tez çalışmasından elde edilen bulgular ışığında bunların modelasyon ajanı olarak kullanılmasında dikkatli olunması gerektiği söylenebilir. Patel ve arkadaşları [48] üç farklı adeziv sistem ve etanolün modelasyon amacıyla kullanıldığı çalışmalarında, aletlerin

yapışmasının engellenmesi için modelasyon ajanlarının kullanılmasının rezin kompozitlerin çapsal gerilim dayanımlarını ve su emilimlerini olumsuz yönde etkilediğini, bunların kullanılmasından kaçınılması gerektiğini, ancak zorunlu koşullarda üç basamaklı adeziv sistemlerin kullanımının rezin kompozitlerin mekanik özelliklerine daha az zarar vereceğini bildirmiştir. Bu sonuca karşılık Kütük ve arkadaşları [82] modelasyon ajanı olarak universal adeziv kullanılmasının rezin kompozitlerin mikrosertlik ve pürüzlülük değerleri gibi yüzey özellikleri üzerinde olumsuz etkisi olmadığını bildirmiştir. Universal adezivin modelasyon ajanı olarak kullanılmasının, rezin kompozit içerisindeki defekt ve boşlukları doldurarak rezin kompoziti bozulmalara karşı daha dayanıklı hale getirdiğini bildirmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular Kütük'ün bulgularından farklı olarak bitirme ve parlatma uygulanan yüzeylerde universal adeziv uygulamasının polimerizasyonu havayla temas halinde ve gliserin jel altında gerçekleşen yüzeylerden başlangıçta anlamlı düzeyde düşük olduğu gözlemlendi. Bu bulgu universal adezivin sahip olduğu çözücünün alt tabakalara tesir edebileceği ile açıklanabilir. Ayrıca bitirme ve parlatma işlemi uygulanmayan yüzeyler için yapılan aynı karşılaştırmada başlangıç ölçümlerinde universal adeziv uygulanan yüzeyler ile gliserin jel altında gerçekleştirilen polimerizasyon arasında fark gözlemlenmedi.

Literatürde indirekt rezin kompozit modelasyon likitinin direkt rezin kompozitlerde kullanımının incelendiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve mevcut bilgilerimiz dahilinde bu çalışmaların tümü rezin kompozit tabakaları arasındaki koheziv bağlanma dayanımını incelemiştir. Perdigao [38] ve Barcellos [67] indirekt rezin kompozit modelasyon likitinin su ve alkol içermediği için, tabakalar arasındaki koheziv bağlanma dayanımını arttırdığını belirtmiştir. Bununla birlikte bu tür modelasyon likitlerinin renk stabilitesi, yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik özellikleri üzerine olan etkilerini ortaya koyan kapsamlı çalışmaların bulunmadığı görülmektedir. Estenia C&B Liquid'a ait kesit SEM görüntülerinde rezin kompozit yüzeyinde modelasyon likiti uygulamasına bağlı olarak oluşmuş belirgin çatlaklar görülmektedir. Modelasyon amacıyla kullanılan indirekt rezin kompozit modelasyon likiti Estenia C&B Liquid, üretilen dimetakrilatın fiziksel özelliklerini geliştirmek amacıyla metakrilat gruplarının arttırıldığı UTeMA, hidrofobik metakrilatlar ve hidrofilik yapıya sahip 10-MDP içermektedir. UTeMA diş hekimliğinde rezin kompozitlerin performansını arttırmak için eklenmektedir. UTeMA polimer ağındaki çapraz bağ yoğunluğunu arttırarak daha düşük su emilimi ve daha iyi mekanik özellikler sağlamaktadır. Ancak Martim ve arkadaşları [152], çapraz bağlanma yoğunluğunun çok yüksek olmasının materyalin esneklik kaybına neden olarak kırılabilirliğini arttırabileceğini belirtmiştir. Bu bilgi

doğrultusunda Estenia C&B Liquid uygulanan yüzeyde gözlenen çatlak oluşumlarının rezin kompozit yüzeyinde gerçekleşen esneklik kaybı sonucunda meydana geldiği varsayılabilir. Ayrıca Estenia C&B Liquid, renklenme ve pürüzlülük açısından modelasyon ajanları arasında en olumsuz sonuçlara sahiptir. Bitirme ve parlatma işlemleri uygulaması ile bu olumsuzluklar azalsa da Estenia C&B Liquid uygulanan yüzeyler ile dördüncü nesil adeziv hariç çalışmamızda kullandığımız diğer yöntemler ve modelasyon ajanları ile arasında anlamlı fark bulunmaktadır. Bu sonuç, Estenia C&B Liquid'nin direkt restorasyonlara yönelik kullanımda, yüzey özellikleri açısından sınırlı bir başarı sunduğunu ve esas olarak indirekt rezin kompozit yüzeylerinde uygulanmak üzere geliştirilmiş olan bu materyalin kullanımı konusunda dikkatli olmak gerektiğini göstermektedir.

İndirekt restorasyonlara yönelik üretilen modelasyon likitlerinin direkt rezin kompozit yüzeylerinde performanslarını inceleyen daha geniş kapsamlı başka araştırmalara da ihtiyaç bulunmaktadır.

Pereira ve arkadaşları [87] yapmış oldukları çalışmada, %20-40 oranında doldurucu içeren Modeling Resin'in (Bisco, Schaumburg, ABD) rezin kompozit yüzeyinde kullanımını incelemiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre, modelasyon likiti uygulanan restorasyon yüzeylerinin, uygulanmayan yüzeylere kıyasla daha yüksek parlaklık değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, modelasyon likitinin renklenme ve aşınma gibi yaşlanma süreçlerine karşı restorasyonu kısa süreli koruyucu bir etki sağladığı öne sürülmüştür [87]. Benzer şekilde, Tuncer ve arkadaşları [88], Modeling Resin kullanımının nanohibrit rezin kompozitlerin renk değişimi, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü üzerine olumsuz bir etkisinin bulunmadığını, olumsuz etkilerinin gözlemlendiği rezin kompozitlerde ise bitirme ve parlatma işlemlerinin bu etkileri ortadan kaldıracabileceğini bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında kullanılan Composite Wetting Resin'den elde edilen bulgulara göre doldurucu içeren modelasyon likitlerinin kullanımı ile yüzeyde düşük mikrosertliğe sahip bir tabaka oluştu. Yapılan başlangıç ölçümlerine göre Composite Wetting Resin uygulanan rezin kompozit yüzeylerinin, polimerizasyonu havayla temas halinde gerçekleştirilen yüzeyler kadar yumuşak olduğunu ve 7 gün yaşlandırmanın ardından tabakanın mikrosertlik değerlerinin değişmediğini gösterdi. Composite Wetting Resin uygulanan rezin kompozit yüzeylerine bitirme ve parlatma işlemleri gerçekleştirilmesi ile mikrosertlik değerlerinin yükseldiği görüldü. Bitirme ve parlatma işlemleri ile mikrosertlik değerlerinin yükselmesi, Tuncer ve arkadaşlarının [88] doldurucu içeren modelasyon likitleri ile ilgili araştırmalarının

öne sürdüğü, bu likitlerin yüzey özelliklerine olan olumsuz özelliklerinin bitirme ve parlatma ile ortadan kaldırılabileceği yargısıyla uyumlu sonuçlar ortaya koymaktadır. Buna karşılık bu tez çalışmasında bitirme ve parlatma işlemi gerçekleştirilmeyen ve gerçekleştirilen; Composite Wetting Resin uygulanan gruplar arasında renk değişimi, şeffaf selüloid bant uygulanan gruplar arasında pürüzlülük, dördüncü nesil adeziv için başlangıç ve Modeling Liquid uygulanan gruplar için başlangıç ve yedinci gün mikrosertlik değerleri açısından anlamlı farklılık görülmemesi nedeniyle çalışmanın üçüncü sıfır hipotezi kısmen reddedilmiştir.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre modelasyon ajanı kullanılan grupların başlangıç mikrosertlik değerleri gliserin jel altında polimerize edilmiş olan gruba göre sadece Estenia C&B Liquid ve Composite Wetting Resin için daha düşük, 7. gün mikrosertlik değerlerine göre bazı ajanlar için daha yüksek bazı ajanlar için daha düşük olduğundan bitirme ve parlatma işlemi uygulanmamış A alt grupları için ikinci sıfır hipotez mikrosertlik açısından kısmen reddedilmiştir. Ancak bitirme ve parlatma işlemi uygulanmış olan B alt gruplarında başlangıç mikrosertlik değerleri Composite Wetting Resin grubu dışında gliserin jel altında polimerize edilmiş yüzeylerden daha düşük, 7. Gün mikrosertlik değerlerine göre ise diğer ajanlar gliserin jel altında polimerize edilmiş olan yüzey ile benzer bulunduğu için B alt grupları için ikinci sıfır hipotez mikrosertlik açısından kısmen kabul edilmiştir.

Üreticiler modelasyon likitlerinin kullanma talimatlarında fazla likitin bir peçete yardımıyla alınmasını tavsiye etmektedir. Ancak bazı çalışmalar fırça üzerindeki fazla materyali uzaklaştırıp uzaklaştırmadığını açıkça belirtmemiştir [38, 66-68, 70, 72-74, 79, 82, 86, 89, 132, 175]. Fazla materyalin kağıt peçeteyle [90], havayla incelterek [69] ya da cam lamel yardımıyla uzaklaştırıldığı [49, 71, 87, 159] çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla samur fırça üzerindeki fazla modelasyon ajanı cam lamel yardımıyla uzaklaştırıldı.

Bu *in vitro* tez çalışmasının birtakım kısıtlamaları mevcuttur. Ağız ortamı ısı değişiklikleri, farklı yiyecek ve içeceklere ve farklı pH değerlerine maruziyet gibi karmaşık süreçler barındırmaktadır. Bu tez çalışmasında ağız ortamının karmaşık yapısı birebir yansıtılamadı, yaşlandırma için 7 günlük kahve solüsyonunda bekletme gibi hem kısa süreli hem de tek bir solüsyon içeren bir yaşlandırma prosedürü uygulandı. Bu durum elde edilen sonuçların

klirik ortamlar için yorumlanmasını kısıtlamaktadır. İleriki çalışmalarda, farklı yaşlandırma solüsyonlarının daha uzun süreler kullanımlarının etkisi değerlendirilmelidir.

Üreticiler ürettikleri rezin kompozit, adeziv rezin ve modelasyon likitleri içerisinde benzer monomerler kullanmaktadırlar. Çalışmamızda kullanılan üniversal adeziv haricindeki adeziv rezin ve modelasyon likitleri, kullandığımız rezin kompozitin üreticisinden farklı üreticiler tarafından piyasaya sürülmüş ürünlerdir ve benzer monomerler içermemektedirler. İleride yapılacak çalışmalarda benzer monomer içeriğine sahip deneysel rezin kompozit ve modelasyon likiti ya da aynı markaya ait rezin kompozit ve modelasyon ajanı kombinasyonları kullanılarak değerlendirmeler yapılması önerilmektedir.

Mevcut çalışmada sadece tek tip rezin kompozit farklı markalara ait modelasyon ajanları kullanıldı. Farklı yapıdaki rezin kompozitlerin modelasyon likitleri ile etkileşiminin değerlendirilmesi, etki mekanizmalarının tam olarak anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında modelasyon ajanlarının yüzeyde oluşturdukları değişiklikler hem yüzeyden alınan SEM görüntüleri hem de numunelerin kesit SEM görüntüleri kullanılarak incelenmiştir ancak modelasyon ajanının yüzeyin ne kadar alt katmanlarına etki ettiğini gösterir sayısal bir değer elde edilememiştir. Kullanılan modelasyon ajanının rezin kompozitin alt tabakalarına hangi düzeyde nüfuz ettiğini ve kalıcılığını sayısal değerlerle gösteren farklı test yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı içeriğe sahip adeziv rezinler ve modelasyon likitlerinin modelasyon ajanı olarak kullanımlarının rezin kompozitlerin yüzey özellikleri üzerine etkilerinin değerlendirildiği bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde:

- Renk stabilitesi açısından polimerizasyonun gliserin jel altında gerçekleştirilmesinin, şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilmesine göre daha başarılı sonuçlar gösterdiği;
- Pürüzlülük açısından polimerizasyonun şeffaf selüloid bant altında gerçekleştirilmesinin en pürüzsüz yüzeyleri oluşturduğu;
- Bitirme ve parlatma işlemleri uygulanmayan rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon ajanı kullanımının renk stabilitesi açısından olumlu sonuçlar yarattığı ve en iyi sonucu universal adezivin gösterdiği;
- Bitirme ve parlatma işlemlerinin uygulanmasının mümkün olamayacağı rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon yapılırken el aletlerinin yüzeyde oluşturabileceği pürüzlülüğü gidermek için bir adeziv rezin veya modelasyon likitinin samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanabileceği;
- Modelasyon ajanlarının içerdiği monomer türü ve doldurucu oranlarının rezin kompozit yüzeyinin hem optik hem de mekanik özelliklerini anlamlı şekilde etkilediği;
- Direkt rezin kompozitlerin modelasyonu esnasında indirekt rezin kompozit modelasyon likiti kullanımının tavsiye edilemeyeceği;
- Oksijen inhibisyon tabakası oluşumu şeffaf selüloid bant veya gliserin jel kullanılarak engellenmiş olsa bile bitirme ve parlatma işlemlerinin renk stabilitesinin korunması, yüzey pürüzlülüğünün azaltılması ve daha sert yüzeyler oluşturulabilmesi için gerekli olduğu;
- Bitirme ve parlatma işlemlerinin rezin kompozitlerin renk, pürüzlülük ve sertlik bakımından yaşlanma dayanımlarını arttırdığı söylenebilir.

6.1. Klinik Öneriler

Samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanan adeziv rezin ve modelasyon likitlerinin renk stabilitesi ve pürüzlülük değerleri bakımından olumlu sonuçları gözlenmiş olduğundan, bitirme ve parlatma işlemlerinin uygulanmasının mümkün olamayacağı rezin kompozit yüzeylerinde modelasyon yapılırken el aletlerinin yüzeyde oluşturabileceği pürüzlülüğü

gidermek için bir adeziv rezin veya modelasyon likitinin samur fırça kullanılarak yüzeye uygulanması tavsiye edilebilir.

Modelasyon ajanı uygulaması rezin kompozitlerin yüzey özellikleri üzerinde pozitif ve negatif etkiler göstermektedir. Ancak bitirme ve parlatma işlemlerinin uygulanması ile olumsuz etkilerin ortadan kaldırılabilirdiği görüldüğünden klinik kullanımda sağladıkları faydalar göz önünde bulundurularak modelasyon sırasında kullanımları önerilebilir.



KAYNAKLAR

1. Rezaie, H. R., Rezaei Khamseh, M. M., and Öchsner, A. (2020). *A Review on Dental Materials*. Germany: Springer Cham.
2. Demarco, F.F., Cenci, M.S., Montagner, A.F., de Lima, V.P., Correa, M.B., Moraes, R.R., and Opdam, N.J.M. (2023). Longevity of composite restorations is definitely not only about materials. *Dent Mater*, 39(1), 1-12.
3. Dayangaç, B. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar*. Türkiye: Güneş Kitabevi.
4. Shen, C., Rawls, H.R., and Esquivel-Upshaw, J.F. (2021). *Phillips' Science of Dental Materials E-Book*. (13th edition). USA: Elsevier Health Sciences.
5. Ilie, N. and Hickel, R. (2011). Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal*, 56(s1), 59-66.
6. Dressano, D., Salvador, M.V., Oliveira, M.T., Marchi, G.M., Fronza, B.M., Hadis, M., Palin, W.M., and Lima, A.F. (2020). Chemistry of novel and contemporary resin-based dental adhesives. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 110(103875).
7. Sideridou, I., Tserki, V., and Papanastasiou, G. (2002). Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 23(8), 1819-1829.
8. Pratap, B., Gupta, R.K., Bhardwaj, B., and Nag, M. (2019). Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives. *Japanese Dental Science Review*, 55(1), 126-138.
9. Säilynoja, E.S., Shinya, A., Koskinen, M.K., Salonen, J.I., Masuda, T., Shinya, A., Matsuda, T., Mihara, T., and Koide, N. (2004). Heat curing of UTMA-based hybrid resin: effects on the degree of conversion and cytotoxicity. *Odontology*, 92(1), 27-35.
10. Geurtsen, W. (2000). Biocompatibility of Resin-Modified Filling Materials. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 11(3), 333-355.
11. Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Okihara, T., Yoshida, Y., and Van Meerbeek, B. (2018). Chemical interaction of glycerophosphate dimethacrylate (GPDM) with hydroxyapatite and dentin. *Dental Materials*, 34(7), 1072-1081.
12. Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A.P., Vermelho, P.M., Fronza, B.M., Nikaido, T., and Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3-10.
13. Sakaguchi, R.L. and Powers, J.M. (2012). *Craig's restorative dental materials-e-book*. (13th edition). Philadelphia: Health Sciences.
14. Hervás-García, A., Martínez-Lozano, M.A., Cabanes-Vila, J., Barjau-Escribano, A., and Fos-Galve, P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), E215-20.

15. Wilson, K.S., Zhang, K., and Antonucci, J.M. (2005). Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, 26(25), 5095-5103.
16. Khurshid, Z., Najeeb, S., Zafar, M., and Sefat, F. (2019). *Advanced Dental Biomaterials*.
17. Kowalska, A., Sokolowski, J., and Bociong, K. (2021). The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite—A Review and Future Perspectives. *Polymers*, 13(3), 470.
18. Miletic, V. (2018). *Dental composite materials for direct restorations*.(Springer.
19. Lutz, F. and Phillips, R.W. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(4), 480-488.
20. Meereis, C.T.W., Leal, F.B., Lima, G.S., de Carvalho, R.V., Piva, E., and Ogliari, F.A. (2014). BAPO as an alternative photoinitiator for the radical polymerization of dental resins. *Dental Materials*, 30(9), 945-953.
21. Bertolo, M.V.L., Moraes, R.d.C.M., Pfeifer, C., Salgado, V.E., Correr, A.R.C., and Schneider, L.F.J. (2017). Influence of Photoinitiator System on Physical-Chemical Properties of Experimental Self-Adhesive Composites. *Brazilian Dental Journal*, 28(
22. Alvim, H.H., Alecio, A.C., Vasconcellos, W.A., Furlan, M., de Oliveira, J.E., and Saad, J.R. (2007). Analysis of camphorquinone in composite resins as a function of shade. *Dental Materials*, 23(10), 1245-1249.
23. Decker, C. (1996). Photoinitiated crosslinking polymerisation. *Progress in Polymer Science*, 21(4), 593-650.
24. Lima, R.B.W., Melo, A., Dias, J.D.N., Barbosa, L.M.M., Santos, J., Souza, G.M., Andrade, A.K.M., Assunção, I.V., and Borges, B.C.D. (2023). Are polywave light-emitting diodes more effective than monowave ones in the photoactivation of resin-based materials containing alternative photoinitiators? A systematic review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 143(105905).
25. Rocha, M., de Oliveira, D., Sinhoreti, M., Roulet, J., and Correr, A. (2019). The Combination of CQ-amine and TPO Increases the Polymerization Shrinkage Stress and Does Not Improve the Depth of Cure of Bulk-fill Composites. *Operative Dentistry*, 44(5), 499-509.
26. de Oliveira, D.C.R.S., Rocha, M.G., Correa, I.C., Correr, A.B., Ferracane, J.L., and Sinhoreti, M.A.C. (2016). The effect of combining photoinitiator systems on the color and curing profile of resin-based composites. *Dental Materials*, 32(10), 1209-1217.
27. Ferracane, J.L. (2011). Resin composite—State of the art. *Dental Materials*, 27(1), 29-38.
28. Kosewski, J., Kosewski, P., and Mielczarek, A. (2022). Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites. *European Journal of Dentistry*, 16(4), 719-728.

29. Baroudi, K. and Rodrigues, J.C. (2015). Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *Journal of Clinical Diagnostic Research*, 9(6), Ze18-24.
30. Park, J., Chang, J., Ferracane, J., and Lee, I.B. (2008). How should composite be layered to reduce shrinkage stress: Incremental or bulk filling? *Dental Materials*, 24(11), 1501-1505.
31. Lee, M.-R., Cho, B.-H., Son, H.-H., Um, C.-M., and Lee, I.-B. (2007). Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dental Materials*, 23(3), 288-295.
32. Sabbagh, J. and McConnell, R. (2023). *Bulk Fill Resin Composites in Dentistry: A Clinical Guide*. Switzerland: Springer Nature.
33. Ilie, N. and Stark, K. (2014). Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites. *Journal of Dentistry*, 42(8), 977-985.
34. Ilie, N. and Stark, K. (2015). Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clinical Oral Investigations*, 19(271-279).
35. Tomaszewska, I.M., Kearns, J.O., Ilie, N., and Fleming, G.J. (2015). Bulk fill restoratives: to cap or not to cap—that is the question? *Journal of Dentistry*, 43(3), 309-316.
36. Ilie, N., Bucuta, S., and Draenert, M. (2013). Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative Dentistry*, 38(6), 618-625.
37. Van Noort, R. and Barbour, M. (2014). *introduction to dental materials-E-book*. (4th edition) UK: Elsevier Health Sciences.
38. Perdigão, J. and Gomes, G. (2006). Effect of instrument lubricant on the cohesive strength of a hybrid resin composite. *Quintessence International*, 37(8), 621-5.
39. Craig, G.G. (1970). The placement of composite resin restorations. *Australian Dental Journal*, 15(4), 277-280.
40. Kanter, J., Koski, R.E., and Gough, J.E. (1979). Evaluation of insertion methods for composite resin restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 41(1), 45-50.
41. Glazer, H.S. (2013). How to predictably place anterior dental restorations.
42. Mackenzie, L. Class IV direct restoration using OptiBond™ Universal single-component adhesive.
43. Chaves, E.T., Valente, L.L., and Münchow, E.A. (2023). Full analysis of the effects of modeler liquids on the properties of direct resin-based composites: a meta-analysis review of in vitro studies. *Clinical Oral Investigations*, 27(7), 3289-3305.
44. Vale, A. (2007). Ethanol. *Medicine*, 35(11), 615-616.

45. Kampf, G. (2018). Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection. *Journal of Hospital Infection*, 98(4), 331-338.
46. Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., and Peumans, M. (2020). From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives. A status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. *Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7-34.
47. Tjan, A.H.L. and Glancy, J.F. (1988). Effects of four lubricants used during incremental insertion of two types of visible light-activated composites. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 60(2), 189-194.
48. Patel, J., Granger, C., Parker, S., and Patel, M. (2017). The effect of instrument lubricant on the diametral tensile strength and water uptake of posterior composite restorative material. *Journal of Dentistry*, 56(33-38).
49. de Paula, F.C., Valentin Rde, S., Borges, B.C., Medeiros, M.C., de Oliveira, R.F., and da Silva, A.O. (2016). Effect of Instrument Lubricants on the Surface Degree of Conversion and Crosslinking Density of Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(2), 85-91.
50. Logsdon, J.E. and Loke, R.A., *Isopropyl Alcohol*, in *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*.
51. Chojnacki, M., Dobrotka, C., Osborn, R., Johnson, W., Young, M., Meyer, B., Laskey, E., Wozniak, R.A.F., Dewhurst, S., and Dunman, P.M. (2021). Evaluating the Antimicrobial Properties of Commercial Hand Sanitizers. *mSphere*, 6(2),
52. de Castro, E.F., Nima, G., Rueggeberg, F.A., Araújo-Neto, V.G., Faraoni, J.J., Palma-Dibb, R.G., and Giannini, M. (2023). Effect of build orientation in gloss, roughness and color of 3D-printed resins for provisional indirect restorations. *Dental Materials*, 39(7), e1-e11.
53. Ebadian, B., Jowkar, M., Davoudi, A., Fathi, A., Ziaei, M., and Berg, E. (2022). The effect of different cleansing methods for removing temporary cement on the tensile bond force of permanently cemented implant-supported metal copings: An in vitro study. *Clinical and Experimental Dental Research*, 8(4), 1002-1007.
54. Khurana, N., Chourasia, H.R., Singh, G., Mansoori, K., Nigam, A.S., and Jangra, B. (2019). Effect of Drying Protocols on the Bond Strength of Bioceramic, MTA and Resin-based Sealer Obturated Teeth. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(1), 33-36.
55. Soares, J., Perdigão, J., Chrispim, B., and Lopes, G.C. (2023). Effect of Extra Hydrophobic Resin Layer on Bonding of Universal Adhesive Systems to Enamel. *Operative Dentistry*, 48(2), E48-e59.
56. Dunn, W.J. and Strong, T.C. (2007). Effect of alcohol and unfilled resin in the incremental buildup of resin composite. *Quintessence International*, 38(1), e20-6.

57. ATSDR Acetone. (2021) <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=1>. sayfasından erişilmiştir.
58. Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., and Peumans, M. (2020). From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7-34.
59. Ritter, A.V. (2017). *Sturdevant's art & science of operative dentistry-e-book*. (7th edition). USA:Elsevier Health Sciences.
60. Rosa, W.L., Piva, E., and Silva, A.F. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(7), 765-76.
61. Association, A.D. (2001). Revised American Dental Association acceptance program guidelines: dentin and enamel adhesives. *Chicago: American Dental Association*, 1-9.
62. Legler, L.R., Retief, D.H., and Bradley, E.L. (1990). Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 98(2), 154-60.
63. Retief, D.H., Busscher, H.J., Boer, P.d., Jongebloed, W.L., and Arends, J. (1986). A laboratory evaluation of three etching solutions. *Dental Materials*, 2(5), 202-206.
64. Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N., and Iwaku, M. (1979). Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *Journal of Dental Research*, 58(4), 1364-70.
65. Rosales-Leal, J.I., Osorio, R., Holgado-Terriza, J.A., Cabrerizo-Vílchez, M.A., and Toledano, M. (2001). Dentin wetting by four adhesive systems. *Dental Materials*, 17(6), 526-32.
66. Araujo, F.S., Barros, M.C.R., Santana, M.L.C., de Jesus Oliveira, L.S., Silva, P.F.D., Lima, G.D.S., and Faria, E.S.A.L. (2018). Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 30(5), 427-433.
67. Barcellos, D.C., Pucci, C.R., Torres, C.R., Goto, E.H., and Inocencio, A.C. (2008). Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 10(5), 351-4.
68. Bauer, J., Mendes, R.P., Cavaleiro de Macedo, R., Carvalho, E.M., Lopes, L., Grazziotin-Soares, R., Lima, D.M., and Oliveira, B.C. (2022). Physicochemical, Mechanical, and Esthetic Properties of the Composite Resin Manipulated with Glove Powder and Adhesive as a Modeling Liquid. *Materials (Basel)*, 15(21),
69. Maia, T.S., Lima, T.D., Ramos, V.M., Faria, E.S.A.L., and Menezes, M.S. (2023). Effect of modeling liquids on resin composite roughness and color parameters after staining and toothbrushing. *Brazilian Oral Research*, 37(e024).

70. Münchow, E.A., Sedrez-Porto, J.A., Piva, E., Pereira-Cenci, T., and Cenci, M.S. (2016). Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dental Materials*, 32(4), 570-7.
71. dos Santos, T.J.S., dos Santos Melo, A.M., Tertulino, M.D., Borges, B.C.D., da Silva, A.O., and dos Santos Medeiros, M.C. (2018). Interaction between photoactivators and adhesive systems used as modeling liquid on the degree of conversion of a composite for bleached teeth. *Brazilian Dental Science*, 21(3), 270-274.
72. Sedrez-Porto, J.A., Münchow, E.A., Valente, L.L., Cenci, M.S., and Pereira-Cenci, T. (2019). New material perspective for endocrown restorations: effects on mechanical performance and fracture behavior. *Brazilian Oral Research*, 33(e012).
73. Sedrez-Porto, J.A., Münchow, E.A., Cenci, M.S., and Pereira-Cenci, T. (2017). Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids - A one-year evaluation. *Brazilian Oral Research*, 31(e54).
74. Sedrez-Porto, J.A., Münchow, E.A., Brondani, L.P., Cenci, M.S., and Pereira-Cenci, T. (2016). Effects of modeling liquid/resin and polishing on the color change of resin composite. *Brazilian Oral Research*, 30(1).
75. dos Santos Melo, A.M., dos Santos, T.J.S., Tertulino, M.D., dos Santos Medeiros, M.C., da Silva, A.O., and Borges, B.C.D. (2018). Degree of conversion, translucency and intrinsic color stability of composites during surface modeling with lubricants. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 17(e18325-e18325).
76. Paolone, G., Mazzitelli, C., Josic, U., Scotti, N., Gherlone, E., Cantatore, G., and Breschi, L. (2022). Modeling Liquids and Resin-Based Dental Composite Materials- A Scoping Review. *Materials (Basel)*, 15(11).
77. De Munck, J., Mine, A., Poitevin, A., Van Ende, A., Cardoso, M.V., Van Landuyt, K.L., Peumans, M., and Van Meerbeek, B. (2012). Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. *Journal of Dental Research*, 91(4), 351-7.
78. Pashley, D.H., Tay, F.R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R.M., Carrilho, M., and Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 1-16.
79. Maalekipour, M., Safari, M., Barekatin, M., and Fathi, A. (2021). Effect of Adhesive Resin as a Modeling Liquid on Elution of Resin Composite Restorations. *International Journal of Dentistry*, 2021(3178536).
80. Perdigão, J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. *Japanese Dental Science Review*, 56(1), 190-207.
81. Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., and Van Landuyt, K.L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17-28.
82. Kutuk, Z.B., Erden, E., Aksahin, D.L., Durak, Z.E., and Dulda, A.C. (2020). Influence of modeling agents on the surface properties of an esthetic nano-hybrid composite. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(2), e13.

83. Van Landuyt, K.L., Mine, A., De Munck, J., Jaecques, S., Peumans, M., Lambrechts, P., and Van Meerbeek, B. (2009). Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3), 175-90.
84. Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., and Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma)*, 8(1), 1-17.
85. Composite Wetting Resin ürün tanıtımına <https://www.ultradent.com.tr/products/categories/composites/wetting-resin/wetting-resin?sku=3059>- sayfasından erişilmiştir.
86. Cangul, S., Erpacal, B., Adiguzel, O., Unal, M., and Gunay, A. (2022). Effect of Surface Wetting Resin on the Color Stability and Microhardness of Esthetic Composites. *Odovtos-International Journal of Dental Sciences*, 23(2), 82-89.
87. Pereira, P.L., Pereira, R., Silva, B.G., Lins, R.B., Lima, D.A., and Aguiar, F.H. (2021). Effect of wetting agent coverage on the surface properties of resin composite submitted to brushing and staining cycles. *Journal of Clinical Experimental Dentistry*, 13(8), e795-e801.
88. Tuncer, S., Demirci, M., Tiryaki, M., Unlü, N., and Uysal, Ö. (2013). The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 25(6), 404-19.
89. Aydın, N., Karaoğluoğlu, S., and Ersöz, B. (2022). Effect of Modeling Liquid Use on Color and Whiteness Index Change of Composite Resins. *Cumhuriyet Dental Journal*, 25(Supplement), 119-123.
90. Bayraktar, E.T., Atali, P.Y., Korkut, B., Kesimli, E.G., Tarcin, B., and Turkmen, C. (2021). Effect of Modeling Resins on Microhardness of Resin Composites. *European Journal of Dentistry*, 15(3), 481-487.
91. Nayyer, M., Zahid, S., Hassan, S.H., Mian, S.A., Mehmood, S., Khan, H.A., Kaleem, M., Zafar, M.S., and Khan, A.S. (2018). Comparative abrasive wear resistance and surface analysis of dental resin-based materials. *European Journal of Dentistry*, 12(1), 57-66.
92. Gaviria-Martinez, A., Castro-Ramirez, L., Ladera-Castañeda, M., Cervantes-Ganoza, L., Cachay-Criado, H., Alvino-Vales, M., Garcia-Luna, G., López-Gurreonero, C., Cornejo-Pinto, A., and Cayo-Rojas, C.F. (2022). Surface roughness and oxygen inhibited layer control in bulk-fill and conventional nanohybrid resin composites with and without polishing: in vitro study. *BMC Oral Health*, 22(1), 258.
93. Suh, B.I. (2004). Oxygen-inhibited layer in adhesion dentistry. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 16(5), 316-23.
94. Panchal, A.C. and Asthana, G. (2020). Oxygen inhibition layer: A dilemma to be solved. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(3), 254-258.

95. Eliades, G.C. and Caputo, A.A. (1989). The strength of layering technique in visible light-cured composites. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 61(1), 31-38.
96. Suh, B.I. (2004). Oxygen-Inhibited Layer In Adhesion Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16(5), 316-323.
97. Truffier-Boutry, D., Place, E., Devaux, J., and Leloup, G. (2003). Interfacial layer characterization in dental composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(1), 74-7.
98. Finger, W.J., Lee, K.S., and Podszun, W. (1996). Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. *Dental Materials*, 12(4), 256-61.
99. Ruyter, I.E. (1981). Unpolymerized Surface Layers on Sealants. *Acta Odontologica Scandinavica*, 39(1), 27-32.
100. Gauthier, M.A., Stangel, I., Ellis, T.H., and Zhu, X.X. (2005). Oxygen inhibition in dental resins. *Journal of Dental Research*, 84(8), 725-9.
101. Zakiyah, D., Effendy, R., and Prasetyo, E.A. (2018). The effect of glycerin on the surface hardness and roughness of nanofill composite. *Conservative Dentistry Journal*, 8(2), 46-53.
102. Sehgal, A., Rao, Y.M., Joshua, M., and Narayanan, L.L. (2008). Evaluation of the effects of the oxygen-inhibited layer on shear bond strength of two resin composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 11(4), 159-61.
103. Ghivari, S., Chandak, M., and Manvar, N. (2010). Role of oxygen inhibited layer on shear bond strength of composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(1), 39-41.
104. Reinhardt, K.J. (1991). [Bond strength of multilayer-cured composites]. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 46(8), 529-32.
105. Park, H.-H. and Lee, I.-B. (2011). Effect of glycerin on the surface hardness of composites after curing. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry*, 36(6), 483-489.
106. Tangkudung, M.U. and Trilaksana, A.C. (2019). Glycerin for resin composite restoration: Literature Review. *Makassar Dental Journal*, 8(3).
107. Borges, M.G., Silva, G.R., Neves, F.T., Soares, C.J., Faria, E.S.A.L., Carvalho, R.F., and Menezes, M.S. (2021). Oxygen Inhibition of Surface Composites and Its Correlation with Degree of Conversion and Color Stability. *Brazilian Dental Journal*, 32(1), 91-97.
108. Pietrokovski, Y., Zeituni, D., Schwartz, A., and Beyth, N. (2022). Comparison of Different Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Bacterial Adhesion of Resin Composite. *Materials (Basel)*, 15(21).
109. Bauer, J.G. and Caputo, A.A. (1983). The surface of composite resin finished with instruments and matrices. *The Journal of prosthetic dentistry*, 50(3), 351-357.

110. Hachiya, Y., Iwaku, M., Hosoda, H., and Fusayama, T. (1984). Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 52(6), 811-4.
111. Park, S.-H., Krejci, I., and Lutz, F. (2000). Hardness of celluloid strip-finished or polished composite surfaces with time. *The Journal of prosthetic dentistry*, 83(6), 660-663.
112. Helvatjoglou-Antoniadi, M., Papadogianis, Y., Koliniotou-Kubia, E., and Kubias, S. (1991). Surface hardness of light-cured and self-cured composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 65(2), 215-220.
113. Mann, N.S., Goel, G., Kaushik, P., Jhamb, A., Rana, M., and Batra, D. (2022). Efficacy comparison of various oxygen Inhibition layer (OIL) minimizing agents on composite resin by analysis of two different physical properties: An in vitro study. *International Journal of Health Sciences*, 1, 866-871.
114. Christoph, R., Schmidt, B., Steinberner, U., Dilla, W., and Karinen, R. (2000). Glycerol. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
115. Becker, L.C., Bergfeld, W.F., Belsito, D.V., Hill, R.A., Klaassen, C.D., Liebler, D.C., Marks, J.G., Jr., Shank, R.C., Slaga, T.J., Snyder, P.W., Gill, L.J., and Heldreth, B. (2019). Safety Assessment of Glycerin as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 38(3), 6s-22s.
116. Marigo, L., Nocca, G., Fiorenzano, G., Callà, C., Castagnola, R., Cordaro, M., Paolone, G., and Sauro, S. (2019). Influences of different air-inhibition coatings on monomer release, microhardness, and color stability of two composite materials. *BioMed Research International*, 2019(1), 4240264.
117. Oliveira, D. (2022). *Color science and shade selection in operative dentistry*. Florida: Springer.
118. Paravina, R.D., O'Neill, P.N., Swift Jr, E.J., Nathanson, D., and Goodacre, C.J. (2010). Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *Journal of Dentistry*, 38(e34-e40).
119. DUVAL, B. (2001). Commission internationale de l'éclairage (CIE). *Techniques de l'ingénieur. Mesures et contrôle*, R86), R86. 1-R86. 3.
120. Igiel, C., Lehmann, K.M., Ghinea, R., Weyhrauch, M., Hangx, Y., Scheller, H., and Paravina, R.D. (2017). Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 29(5), 303-308.
121. Ghinea, R., Pérez, M.M., Herrera, L.J., Rivas, M.J., Yebra, A., and Paravina, R.D. (2010). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 38(e57-e64).
122. Sampaio, C.S., Atria, P.J., Hirata, R., and Jorquera, G. (2019). Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(2), 333-339.

123. De Oliveira, D.C.R.S., Ayres, A.P.A., Rocha, M.G., Giannini, M., Puppim Rontani, R.M., Ferracane, J.L., and Sinhoreti, M.A.C. (2015). Effect of different in vitro aging methods on color stability of a dental resin-based composite using CIELAB and CIEDE 2000 color-difference formulas. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 322-330.
124. Ma, J., Sun, Y., Gleichauf, K., Lou, J., and Li, Q. (2011). Nanostructure on taro leaves resists fouling by colloids and bacteria under submerged conditions. *Langmuir Journal*, 27(16), 10035-10040.
125. Mei, L., Busscher, H.J., van der Mei, H.C., and Ren, Y. (2011). Influence of surface roughness on streptococcal adhesion forces to composite resins. *Dental Materials*, 27(8), 770-778.
126. Bollenl, C.M.L., Lambrechts, P., and Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
127. Suh, A.Y., Polycarpou, A.A., and Conry, T.F. (2003). Detailed surface roughness characterization of engineering surfaces undergoing tribological testing leading to scuffing. *Wear*, 255(1-6), 556-568.
128. Webb, H.K., Truong, V.K., Hasan, J., Fluke, C., Crawford, R.J., and Ivanova, E.P. (2012). Roughness Parameters for Standard Description of Surface Nanoarchitecture. *Scanning*, 34(4), 257-263.
129. Daud, A., Gray, G., Lynch, C.D., Wilson, N.H.F., and Blum, I.R. (2018). A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. *Journal of dentistry*, 71(25-30).
130. Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., and Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(155-163).
131. Fuentes, V., Toledano, M., Osorio, R., and Carvalho, R.M. (2003). Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 66(4), 850-853.
132. Kerpel, F., Bamberg, A.C., Nicoloso, G.F., Miotti, L.L., Dalmolin, A., Swarowsky, L.A., Marquezan, M., and Durand, L.B. (2021). Effect of different placement techniques on color stability and surface roughness of resin composites. *Revista de Odontologia da UNESP*, 50.
133. Ülkü, S.G. ve Ünlü, N. (2020). Son 10 Yılda Kompozit Rezin Restorasyonlar: İn Vivo ve İn Vitro Çalışmalarla Bir Derleme. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Dış Hekimliği Dergisi*, 2(3), 124-145.

134. Um, C.M. and Ruyter, I. (1991). Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International*, 22(5).
135. Jones, C.S., Billington, R.W., and Pearson, G.J. (2004). The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*, 196(1), 42-45.
136. van Dijken, J.W. and Pallesen, U. (2016). Posterior bulk-filled resin composite restorations: A 5-year randomized controlled clinical study. *Journal of Dentistry*, 51(29-35).
137. Liebenberg, W.H. (1999). Bonding agent as an instrument lubricant: potential effect on marginal integrity. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry : PPAD*, 11(4), 475-6, 478.
138. Al-Sharaa, K.A. and Watts, D.C. (2003). Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dental Materials*, 19(3), 182-187.
139. Rosentritt, M., Hartung, J., Preis, V., and Krifka, S. (2019). Influence of placement instruments on handling of dental composite materials. *Dental Materials*, 35(2), e47-e52.
140. Ertl, K., Graf, A., Watts, D., and Schedle, A. (2010). Stickiness of dental resin composite materials to steel, dentin and bonded dentin. *Dental Materials*, 26(1), 59-66.
141. Çalışkan, M.A., Değirmenci, A., Boyacıoğlu, H., ve Turkun, S. (2024). Yüksek Dolduruculu Akışkan Kompozit Rezinlerin Çarklı Cila Sistemleri ile Parlatıldıktan Sonraki Yüzey Özellikleri ve Renk Değişimleri. *Selcuk Dental Journal*, 11(2), 162-168.
142. Maiti, N. and Das, U.K. (2013). SCULPT WITH OPTRA PAD. *Guident*, 6(12),
143. Glazer, H.S. (2014). Optrasculpt pad is "foamtastic"! *Texas Dental Journal*, 131(1), 68-71.
144. Sapuła, M., Wolańska, E., and Jarmolińska, K. (2013). Evaluation of operating properties of Filtek Z550 composite material according to Ryge–preliminary report. *Journal of Stomatology*, 66(3), 331-40.
145. Barutcigil, Ç., Barutcigil, K., Özarslan, M.M., Dünder, A., and Yilmaz, B. (2018). Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 30(2), E3-e8.
146. Ozkanoglu, S. and EG, G.A. (2020). Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(3), 322-328.
147. Kılıç, V. and Gök, A. (2021). Effect of different polishing systems on the surface roughness of various bulk-fill and nano-filled resin-based composites: An atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. *Microscopy Research and Technique*, 84(9), 2058-2067.

148. Karaman, T., Altıntaş, E., Eşer, B., Talo Yıldırım, T., ve Bozoğlan, A. (2018). Yaş ve Cinsiyete Göre Maksiller Santral Diş Rengi Dağılımının Spektrofotometre ile Ölçülmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(3), 358-364.
149. Sneed, W.D. and Draughn, R.A. (1980). Effect of alcohol on the strength of a composite resin. *Operative Dentistry*, 5(2), 47-8.
150. De Munck, J., Shirai, K., Yoshida, Y., Inoue, S., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., Suzuki, K., Shintani, H., and Van Meerbeek, B. (2006). Effect of water storage on the bonding effectiveness of 6 adhesives to Class I cavity dentin. *Operative Dentistry*, 31(4), 456-65.
151. Alex, G. (2015). Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry. *Compendium of Continuing Education in Dentistry - Journals*, 36(1), 15-26.
152. Martim, G.C., Detomini, T.R., Schuquel, I.T., Radovanovic, E., Pfeifer, C.S., and Giroto, E.M. (2014). A urethane-based multimethacrylate mixture and its use in dental composites with combined high-performance properties. *Dental Materials*, 30(2), 155-63.
153. Shawkat, E.S., Shortall, A.C., Addison, O., and Palin, W.M. (2009). Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dental Materials*, 25(11), 1338-1346.
154. Navjot Singh, M., Garima, G., Piyush, K., Ashu, J., Manu, R., and Divya, B. (2022). Efficacy Comparison of Various Oxygen Inhibition Layer (OIL) Minimizing Agents on Composite Resin by Analysis of Two Different Physical Properties: an in Vitro Study. *International Journal of Health Sciences*, 1, 866-871.
155. Topaloglu-Ak, A., Çayırhan, D., and Uslu, M. (2020). Evaluation of surface roughness of composite, compomer and carbomer after curing through Mylar strip and glycerin: a comparative study. *Journal of Advanced Oral Research*, 11(1), 12-15.
156. Alfawaz, Y. (2017). Impact of Polishing Systems on the Surface Roughness and Microhardness of Nanocomposites. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 18(8), 647-651.
157. Rueggeberg, F. and Caughman, W.F. (1993). The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Operative Dentistry*, 18(2), 48-55.
158. Ferreto, I. and Hernández-Mata, A. (2023). Mathematical-Physical Description of the Oxygen-Inhibited Layer (OIL) in Nanofilled Dental Polymers. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 26(137-147).
159. Dişçi Gökçe, E., Gökçe, G., Gönülol, N., ve Güler, E. (2024). Modelasyon Likitinin Kompozit Rezin Restorasyonlarının Renk Stabilitesine Etkisi: in vitro Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 30(3).
160. Krajangta, N., Ninbanjong, S., Khosook, S., Chaitontuak, K., and Klaisiri, A. (2022). Effects of immediate coating on unset composite with different bonding agents to surface hardness. *European Journal of Dentistry*, 16(04), 828-832.

161. Carrillo-Marcos, A., Salazar-Correa, G., Castro-Ramirez, L., Ladera-Castañeda, M., López-Gurreonero, C., Cachay-Criado, H., Aliaga-Mariñas, A., Cornejo-Pinto, A., Cervantes-Ganoza, L., and Cayo-Rojas, C.F. (2022). The Microhardness and Surface Roughness Assessment of Bulk-Fill Resin Composites Treated with and without the Application of an Oxygen-Inhibited Layer and a Polishing System: An In Vitro Study. *Polymers*, 14(15), 3053.
162. Islam, M.S., Aal-Fatlah, A.A., Alkhan, N.S., Aryal Ac, S., Sadr, A., and Rehman, M.M. (2022). The effect of different finishing polishing protocols on stain absorption and color stability of resin composite restorations. *American Journal of Dentistry*, 35(2), 141-145.
163. Brewer, J.D., Wee, A., and Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics*, 48(2), 341-358.
164. Villalta, P., Lu, H., Okte, Z., Garcia-Godoy, F., and Powers, J.M. (2006). Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(2), 137-142.
165. Stober, T., Gilde, H., and Lenz, P. (2001). Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dental Materials*, 17(1), 87-94.
166. Sarafianou, A., Kamposiora, P., Papavasiliou, G., and Goula, H. (2012). Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 107(3), 178-185.
167. Kaga, M., Noda, M., Ferracane, J.L., Nakamura, W., Oguchi, H., and Sano, H. (2001). The in vitro cytotoxicity of eluates from dentin bonding resins and their effect on tyrosine phosphorylation of L929 cells. *Dental Materials*, 17(4), 333-9.
168. Asmussen, E. and Peutzfeldt, A. (1998). Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dental Materials*, 14(1), 51-6.
169. Gajewski, V.E., Pfeifer, C.S., Fróes-Salgado, N.R., Boaro, L.C., and Braga, R.R. (2012). Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Brazilian Dental Journal*, 23(5), 508-14.
170. Rajkumar, K., Kumar, S., Mahalaxmi, S., Ragavi, P., and Mageshwaran, T. (2011). Colour stability of resin composites after emersing in coffee of different temperature- an in vitro study. *SRM Journal of Research in Dental Sciences*, 2(2), 91-95.
171. Uppal, M., Arora, K.P., and Kataria, P. (2016). Profilometric Analysis of Nanohybrid Composite Surface Polished with Three Polishing Systems: An in vitro Study. *International Journal of Oral Care and Research*, 4(4), 255-258.
172. Ergücü, Z. and Türkün, L.S. (2007). Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, 32(2), 185-92.
173. Jaramillo-Cartagena, R., López-Galeano, E.J., Latorre-Correa, F., and Agudelo-Suárez, A.A. (2021). Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-

Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. *Dentistry Journal (Basel)*, 9(8).

174. Lassila, L., Säilynoja, E., Prinssi, R., Vallittu, P.K., and Garoushi, S. (2020). The effect of polishing protocol on surface gloss of different restorative resin composites. *Biomaterial Investigations in Dentistry*, 7(1), 1-8.
175. Kim, M., Jo, D.-W., Khalifah, S.A., Yu, B., Hayashi, M., and Kim, R.H. (2022). Shear Bond Strength of Composite Diluted with Composite-Handling Agents on Dentin and Enamel. *Polymers*, 14(13), 2665.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KARAKAŞ, Mert
Uyruğu : T.C.

Eğitim

Derece	Eğitim birimi	Mezuniyet Tarihi
Uzmanlık	Gazi Üniversitesi / Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2019
Lise	Özel Nesibe Aydın Anadolu Lisesi	2014

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2021-devam ediyor	Gazi Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	Araştırma Gör.

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

Uluslararası Dergide Yayımlanan Makaleler

1. Balaban S., Karakaş M., Deniz Arısu H. Polidiastemanın Silikon Anahtar Kullanılarak Direkt Kompozit Rezın Veneerler ile Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu. Selcuk Dental Journal. cilt.9, ss.24-27, 2022 (ULAKBİM)

2. Karakaş M., Deniz Arısu H., Kama Lateral Dişlerin Direkt Kompozit Veneer Restorasyonlar ile Rehabilitasyonu: Olgu Sunumu. Selcuk Dental Journal. Cilt.9, ss.901-904, 2022 (ULAKBİM)

Ulusal Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Eser R., Balaban S., Karakaş M., Kalaycı Ş., Deniz Arısu H. Hekzagonal Bor Nitrür (hBN) İlavesinin Geleneksel Cam İyonomer Simanın Florür Salımı Üzerine Etkisi. Acta Odontologica Turcica (ULAKBİM) (Kabul Edildi)

Katıldığı Uluslararası Bilimsel Kongreler

1. 26. Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye, 08-11 Eylül 2022
2. The 7th International Congress on Adhesive Dentistry, Konya, Türkiye 01-03 Haziran 2023
3. 24. Uluslararası Restoratif Diş Hekimliği Derneği Bilimsel Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 08-09 Aralık 2023

Katıldığı Ulusal Bilimsel Kongreler

1. Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Konya, Türkiye, 17-19 Aralık 2021
2. Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Adana, Türkiye, 17-18 Aralık 2022

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Yapılan Poster Sunumları

1. Balaban S., Karakaş M., Deniz Arısu H. (2022) Travma Sonucu Meydana Gelen Horizontal Kron Kırığının Kompozit Rezin Veneer ile Restorasyonu: Olgu Sunumu 26.Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye, 08-11 Eylül 2022
2. Karakaş M., Kurt Koç Ş., Deniz Arısu H. (2022) Renklenmiş Ön Dişin Walking Bleach Yöntemiyle Ağartılması: Olgu Sunumu 26.Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye, 08-11 Eylül 2022
3. Karakaş M., Deniz Arısu H. (2022) Travma Sonucu Kırılan Santral Kesici Dişlerin Kron Kırıklarının Re-Ataşmanı: 6 Aylık Takip 26.Türk Diş Hekimleri Birliği Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, Türkiye, 08-11 Eylül 2022
4. Balaban S., Karakaş M., Deniz Arısu H. (2023) Travma Sonucu Kırılan Maksiller Kesici Dişlerin Re-Ataşmanı: 9 Aylık Takip. 24. Uluslararası Restoratif Diş Hekimliği Derneği Bilimsel Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 08-09 Aralık 2023
5. Karakaş M., Balaban S., Deniz Arısu H. (2023) Üç Boyutlu Anatomik Matriks Sistemleri Kullanılarak Yapılan Farklı Tipte Ön Diş Estetik Restorasyonlar: Vaka Serisi. 24.Uluslararası Restoratif Diş Hekimliği Derneği Bilimsel Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 08-09 Aralık 2023

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Yapılan Poster Sunumları

1. Balaban S., Karakaş M., Deniz Arısu H. (2021) Polidiastemanın Silikon Anahtar Kullanılarak Direkt Kompozit Rezin Veneerler ile Rehabilitasyonu. Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Konya, Türkiye, 17-19 Aralık 2021
2. Balaban S., Karakaş M., Deniz Arısu H. (2022) Restore Edilmiş Kron Kırıkları Bulunan Üst Kesici Dişlerin Estetik Rehabilitasyonu. Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Adana, Türkiye, 17-18 Aralık 2022
3. Karakaş M., Balaban S., Deniz Arısu H. (2022) Polidiastemanın Direkt Rezin Kompozit Rehabilitasyonu: 6 Aylık Takip. Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Adana, Türkiye, 17-18 Aralık 2022

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Yapılan Sözlü Sunumlar

1. Eser R., Karakaş M., Balaban S., Kalaycı Ş., Deniz Arısu H. (2023) Fluoride Release of Glass Ionomer With Hexagonal Boron Nitride (Hbn) Additive: The 7th International Congress on Adhesive Dentistry, Konya, Türkiye 01-03 Haziran 2023

Uluslararası Kitap/Kitap Bölümü Yazarlığı

1. Karakaş M., Deniz Arısu, H., Restoratif Diş Hekimliğinde Kontaminasyon, Klinik Diş Hekimliğinin Bugünü, Polat S. Editör, Akademisyen Kitabevi, Ankara, s.117-133, 2023.

Ödüller

1. En iyi poster sunumu, üçüncülük ödülü, Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Konya, Türkiye, 17-19 Aralık 2021
2. En iyi poster sunumu, birincilik ödülü, Restoratif Diş Hekimliği Derneği Kış Sempozyumu ve Anabilim Dalları Toplantısı, Adana, Türkiye, 17-18 Aralık 2022

Diğer

1. GC Academic Excellence Contest, Senior Category, 2024

Desteklenen Projeler

1. Hacer Deniz Arısu (Yürütücü), Mert Karakaş. Kompozit rezin yüzeylerinde modelasyon likiti ve bağlayıcı ajan kullanılmasının pürüzlülük renk stabilitesi ve mikrosertlik üzerine etkilerinin incelenmesi, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri-BAP, 2023-Devam ediyor.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..