



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**BUKALEMUN ETKİSİ GÖSTEREN KOMPOZİTLERDE FARKLI
POLİSAJ VE YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ SONRASI YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Hazırlayan
Arş. Gör. Dt. Beyza GÜL

Birinci Danışman
Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARAARSLAN

İkinci Danışman
Doç. Dr. Hüseyin HATIRLI

TOKAT- 2024



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

BUKALEMUN ETKİSİ GÖSTEREN KOMPOZİTLERDE FARKLI
POLİSAJ VE YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ SONRASI YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Hazırlayan
Arş. Gör. Dt. Beyza GÜL

Birinci Danışman
Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARAARSLAN

İkinci Danışman
Doç. Dr. Hüseyin HATIRLI

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARAARSLAN ve Doç. Dr. Hüseyin HATIRLI danışmanlığında hazırlamış olduğum “Bukalemun Etkisi Gösteren Kompozitlerde Farklı Polisaj ve Yaşlandırma İşlemleri Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesinin Karşılaştırılması” adlı Uzmanlık tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../2024

Beyza GÜL

T.C.
TOKAT GAZIOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

ADI SOYADI : Beyza GÜL

TEZ SAVUNMA TARİHİ : 29/04/2024

TEZİN ADI : Bukalemun Etkisi Gösteren Kompozitlerde Farklı
Polisaj ve Yaşlandırma İşlemleri Sonrası Yüzey
Pürüzlülüğü ve Renk Stabilitesinin Karşılaştırılması

Jüri Üyeleri

İmza

Üye (Başkan) :

Üye :

Üye :

Bu uzmanlık tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulunun 29/04/2024 tarih ve 09-02 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hatice BALCI YÜCE

Dekan V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bana yol gösteren değerli hocam ve danışmanım sayın Doç. Dr. Emine ŞİRİN KARAARSLAN'a;

Bilgi ve deneyimlerini aktaran hocalarım sayın Doç. Dr. Hüseyin HATIRLI'ya ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Gülşah TONGA'ya

Çalışmamın istatistik sonuçlarını değerlendirmedeki katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Osman DEMİR'e,

Uzmanlık eğitimim süresince arkadaşlıkları ve destekleri ile her zaman yanımda olan, değerli arkadaşlarım Dt. Fatıma KEÇECİ'ye, Dt. Dorukcan YILDIRIM'a, Dt. Ahmet ÖZLÜ'ye ve Dt. Kemal Furkan GÜDÜL'e ve Dt. Sevilay KÖSE'ye, Dt. Beyzanur HATIPOĞLU'na,

Hayatımın her anında bana destek olan, bugünlere gelmemi sağlayan, sevgilerini benden esirgemeyen annem Sevim GÜL, babam Kemal GÜL, hayattaki en yakın arkadaşlarım ve destekçilerim olan abim Ali Hakan GÜL ve ablam Melike Kevser GÜL'e teşekkür ederim.

Beyza GÜL

Haziran 2024, TOKAT

İTHAF

Bu tez çalışmamı, 6 Şubat 2023 tarihli deprem felaketinde hayatlarını kaybeden tüm meslektaşlarıma ithaf ediyorum.



BUKALEMUN ETKİSİ GÖSTEREN KOMPOZİTLERDE FARKLI POLİSAJ VE YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ SONRASI YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı; bukalemun etkisi gösteren kompozitlerin, farklı polisaj teknikleri ve yaşlandırma yöntemleri kullanıldıktan sonra yüzey pürüzlülüğünün ve renk değişiminin değerlendirilmesini sağlamaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu araştırmada 4 farklı kompozit kullanılmıştır. Bu kompozitler; tek renkli monoshade üniversal kompozit sistemlerinden Essentia Universal Shade (GC Corp, Tokyo, Japan), Omnichroma (Tokuyama Dental Corp, Tokyo, Japan), Optishade (Kerr, Scafaty, Italy) ve kontrol grubu olarak Estelite Sigma Quick (Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) dır. Çalışmamızda 8 mm çap 2 mm kalınlığında disk şeklinde toplam 288 adet örnek kullanılmıştır (n=8). Örnekler polisaj ve yaşlandırma yöntemlerine göre alt gruplara ayrılmıştır. Restoratif materyaller, teflon bir kalıp içerisine yerleştirilip polimerize edilmiştir. Polisaj işlemlerinde sarı kuşaklı elmas bitim frezi (kontrol grubu), Onegloss (Shofu INC, Japan), Opti1Step (Kerr, Orange, CA, USA) kullanılmışken, yaşlandırma amacıyla yapay tükürük, kahve ve kola kullanılmıştır. Renk (EasyShade, MHT Optic Research, İsviçre) ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri (Surtronic 25, Taylor Hobson, Leicester, UK) yaşlandırma işlemlerinden önce ve sonra olmak üzere iki kez kaydedilmiştir. Örneklerin üst yüzeyleri yaşlandırma öncesinde ve sonrasında SEM ile analiz edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizleri SPSS programı (SPSS Inc, IBM Corp, IL, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular: Çalışmamızda restoratif materyallerin farklı polisaj yöntemlerine maruz bırakılması ve farklı solüsyonlarda yaşlandırılması sonucu değişen oranlarda hem renk hem de pürüzlülük değişimi gösterdiği ve bu değerler arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). En az renk değişimi Estelite Sigma Quick grubunda gözlenirken ($\Delta E = 2,494$), en fazla renk değişimi Essentia grubunda ($\Delta E = 3,317$) gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilecek olursa en fazla yüzey pürüzlülüğü değişimi Essentia kompozit grubunda ($\Delta Ra = 0,1$), en az yüzey pürüzlülüğü değişimi ise Estelite Sigma Quick ($\Delta Ra = -0,01$) grubunda izlenmiştir. Polisaj grupları arasında ise yapay tükürük, kahve ve kolada bekletme sonrasında en az renk değişimi Onegloss ($\Delta E = 2,77$) grubunda gözlenirken, en fazla renk değişimi Opti1step’ te gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ise en az kontrol ($\Delta Ra = 0,043$) grubunda, en fazla ise Opti1 step ($\Delta Ra = 0,072$) ‘ te gözlenmiştir. Yaşlandırmada kullanılan solüsyonlar değerlendirildiğinde renk değişimi en fazla kahvede ($\Delta E = 3,585$) gözlenirken, en az yapay tükürükte ($\Delta E = 2,141$) gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülük değişimi ise en fazla kahvede ($\Delta Ra = 0,089$), en az ise yapay tükürükte ($\Delta Ra = 0,04$) gözlenmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak, restorasyonların estetik özelliklerini etkileyen renk ve yüzey pürüzlülüğünü, kompozit materyalin cinsi, kullanılan polisaj yöntemleri ve kompozitlerin bekletildiği solüsyonların etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bukalemun etkisi, yüzey pürüzlülüğü, renk değişimi

COMPARISON OF SURFACE ROUGHNESS AND COLOR STABILITY IN COMPOSITE MATERIALS EXHIBITING CHAMELEON EFFECT AFTER DIFFERENT POLISHING AND AGING PROCESSES

ABSTRACT

Purpose: In order to perform this operation; The surface roughness and color change of composites showing the chameleon effect can be evaluated after the use of different polishing techniques and aging methods.

Materials and Methods: 4 different composites were used for this success. These composites; of single color monoshade universal composite systems Essentia Universal Shade (GC Corp, Tokyo, Japan), Omnichroma (Tokuyama Dental Corp, Tokyo, Japan), Optishade (Kerr, Scafaty, Italy) and Estelite Sigma Quick as control group (Tokuyama Dental, Tokyo, Japan). A total of 288 disk-shaped samples with a diameter of 8 mm and a thickness of 2 mm were used in our study (n = 8). Samples are divided into subgroups according to polishing and aging methods. Restorative materials were placed in a Teflon mold and polymerized. Diamond finishing bur with yellow belt for polishing (control group), While Onegloss (Shofu), Opti1Step (Kerr) were used, artificial gloss, coffee and cola were used for aging purposes. Color (EasyShade, MHT Optic Research, Switzerland) and surface roughness measurements (Surtronic 25, Taylor Hobson, Leicester, UK) were made twice, before and after aging. The upper surfaces of the samples were analyzed by SEM before and after aging. Consistent analyzes of the data were performed using the SPSS program (SPSS Inc, IBM Corp, IL, USA).

Results: Four different restorative materials are used in these products, and one of them is the control group, while the others have a chameleon effect. It was observed that these restorative treatment methods showed changes in both color and roughness as a result of exposure to different polishing methods and aging at different temperatures and there was a significant difference between these values ($p < 0.05$). The least color change is observed in Estelite Sigma Quick class ($\Delta E = 2.494$), the highest color change is in the Essentia group ($\Delta E = 3.317$) was observed. If evaluated in terms of surface roughness, the highest surface roughness change is in the Essentia composite group ($\Delta Ra = 0.1$), the least surface roughness change is Estelite Sigma Quick ($\Delta Ra = -0.01$) category was followed. Among the polishing groups, artificial vomiting and least color change after waiting in coffee and cola are Onegloss ($\Delta E = 2.77$) group, the highest color change was observed in Opti1step. Surface roughness is the least controlled ($\Delta Ra = 0.043$) In the group, the most Opti1 step (It was observed at $\Delta Ra = 0.072$). When the solutions used in aging are evaluated, the color change is greatest in coffee ($\Delta E = 3.585$) was observed, while the least was observed in artificial saliva ($\Delta E = 2.141$) was observed. The surface roughness change is highest in coffee ($\Delta Ra = 0.089$), at least in artificial saliva ($\Delta Ra = 0.04$) has been observed.

Conclusion: The thesis we did According to the process of our study, the characteristics of the repairs can be found in aesthetics, color and surface roughness, the quality of the composite material, the polishing methods used and the temperature of the solutions in which the composites are kept.

Keywords: Chameleon effect, surface roughness, color change



İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME	i
KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
İTHAF	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	5
2.1. Kompozit Resinler	5
2.1.1. Kompozit resinlerin gelişimi	5
2.1.2. Kompozit resinlerin yapısı	6
2.1.2.1. Organik faz	7
2.1.2.1.1. Monomerler ve ko-monomerler	7
2.1.2.1.2. Aktivatörler	9
2.1.2.1.3. İnhibitörler.....	9
2.1.2.2. İnorganik doldurucular	9
2.1.2.3. Ara bağlayıcılar.....	11
2.1.3. Kompozit resinlerin sınıflandırılması.....	11
2.1.3.1. Kompozit resinlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılması	12
2.1.3.1.1. Megafil kompozitler	12
2.1.3.1.2. Makrofil kompozitler	12
2.1.3.1.3. Midifil kompozitler	13
2.1.3.1.4. Minifil kompozitler	13
2.1.3.1.5. Mikrofil kompozitler.....	13
2.1.3.1.6. Nanofil kompozitler	14
2.1.3.1.7. Hibrit kompozitler	14

2.1.3.2. Kompozit rezinlerin viskozitelerine göre sınıflandırılması	15
2.1.3.2.1. Kondanse olan kompozitler.....	15
2.1.3.2.2. Akışkan kompozitler	15
2.1.3.3. Polimerizasyon tipine göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması.....	15
2.1.3.3.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler	15
2.1.3.3.2. Işık ile polimerize olan kompozitler	16
2.1.3.3.3. Hem kimyasal olarak hem ışıkla polimerize olan kompozitler.....	16
2.1.4. Kompozit rezin sistemlerinde güncel gelişmeler	16
2.1.4.1. Ormoser esaslı kompozitler	16
2.1.4.2. Antibakteriyel kompozit rezinler	17
2.1.4.3. Siloran esaslı kompozitler.....	17
2.1.4.4. Giomerler	18
2.1.4.5. Bulk-fill kompozit rezinler	18
2.1.4.6. Bukalemun etkisi gösteren universal tek renk kompozitler.....	19
2.2. Diş Hekimliğinde Renk.....	21
2.2.1. Munsell renk sistemi.....	22
2.2.1.1. Value (parlaklık)	23
2.2.1.2. Hue (renk tonu)	23
2.2.1.3. Chroma (doygunluk).....	23
2.2.2. CIE XYZ renk sistemi	23
2.2.3. CIE L*a*b renk sistemi	24
2.2.4. RGB renk sistemi	26
2.2.5.1. Görsel renk kılavuzları.....	28
2.2.5.1.1. Vita classical renk kılavuzu	28
2.2.5.1.2. Vita 3D-Master renk kılavuzu.....	28
2.2.5.1.3. Kromaskop	29
2.2.5.2. Enstrümental renk kılavuzları	29
2.2.5.2.1. Kalorimetreler	29
2.2.5.2.2. Spektrometreler	30
2.2.5.2.3. Spektrofotometreler.....	30
2.2.5.2.4. Dijital kamera ve görüntüleme sistemleri	32
2.3. Diş Hekimliğinde Yüzey Pürüzlülüğü	32

2.3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri	33
2.3.1.1. Profilometreler	33
2.3.1.1.1. Optik profilometreler	33
2.3.1.1.2. Mekanik profilometreler	34
2.3.1.2. Tarayıcı elektron mikroskobu(SEM).....	35
2.3.1.3. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM).....	36
2.4. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri.....	37
2.4.1. Termal siklus ile yaşlandırma.....	37
2.4.2. Otoklavda yaşlandırma	38
2.4.3. Suda bekletme ile yaşlandırma	38
3. YÖNTEM	39
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller	39
3.1.1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler	39
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Polisaj Sistemleri	41
3.1.3. Çalışmada kullanılan yaşlandırma yöntemleri	41
3.2. Örneklerin Hazırlanması	43
3.3. Örneklere Polisaj Uygulaması.....	46
3.4. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Ölçümleri	46
3.5. Renk Değişimi Ölçümü.....	47
3.6. İstatistiksel Analiz	48
4. BULGULAR.....	49
4.1. Grupların Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi	52
4.1.1. Yapay Tükürük Grubu.....	53
4.1.2. Kola Grubu	54
4.1.3. Kahve Grubu	56
4.2. Grupların Renk Değişimi Açısından Değerlendirilmesi	59
4.2.1. Yapay Tükürük Grubu.....	59
4.2.2. Kola Grubu	61
4.2.3. Kahve Grubu	62
5. TARTIŞMA.....	80
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	98
KAYNAKÇA.....	99

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	12
Tablo 2. Klinik Renk Eşleşmesi Tolerans Değerleri	25
Tablo 3. Çalışmada kullanılan kompozit materyaller.....	40
Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Polisaj Teknikleri.....	41
Tablo 5. Çalışma Grupları ve Alt Grupları.....	46
Tablo 6. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ve Renk Değişimi Açısından Kompozit Materyal Gruplarının, Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları	49
Tablo 7. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ve Renk Değişimi Açısından Polisaj Yöntemlerinin Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	50
Tablo 8. Renk Değişimi ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Açısından Yaşlandırma İşlemleri Sonrası Renk Değişiminin Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	51
Tablo 9. Anova Tablosu- Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları Açısından Gruplar Arasında 3 Yönlü Varyans Analizi Sonuçları	52
Tablo 10. Yapay Tükürükte Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.....	53
Tablo 11. Kolada Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar. 54	54
Tablo 12. Kahvede Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar 56	56
Tablo 13. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre Pürüzlülük Değerleri	58
Tablo 14. Anova Tablosu- Renk Değişimi Sonuçları Açısından Gruplar Arasında 3 Yönlü Varyans Analizi Sonuçları	59
Tablo 15. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.	59
Tablo 16. Kolada Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.	61
Tablo 17. Kahvede Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.	62
Tablo 18. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre ΔE Değeri	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Rezin Kompozitlerin Yapısı A. Organik matriks, B. İnorganik doldurucular (Dayangaç 2000).....	7
Şekil 2. BİS-GMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)	8
Şekil 3. TEGDMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)	8
Şekil 4. UDMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)	9
Şekil 5. Bis-EMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006).....	9
Şekil 6. Farklı boyutlarda doldurucu içeren kompozitler, Makrofil Kompozitler(A), Mikrofil Kompozitler(B), Hibrit Kompozitler(C), (Dayangaç 2000).....	14
Şekil 7. Siloksan ve Oksiran Moleküllerinin Birleşmesi Sonucu Oluşmuş Siloran Monomeri (Pirkoca). 18	
Şekil 8. Munsell Renk Küresi	23
Şekil 9. Munsell renk sistemi.....	23
Şekil 10. CIE RGB Ana Renklerinin Gamı ve Ana Renklerin CIE 1931 xy Renklilik Diyagramındaki Konumu	24
Şekil 11. CIE L*a*b* renk modeli	25
Şekil 12. RGB renk sistemi.....	27
Şekil 13. VITA 3D Master Renk Skalası	29
Şekil 14. Spektrofotometre	31
Şekil 15. Digital Kameralar	32
Şekil 16. Optik Profilometre	34
Şekil 17. Tarayıcı Elektron Mikroskobu.....	36
Şekil 18. Atomik Kuvvet Mikroskobu	37
Şekil 19. Termal Siklus Cihazı.....	38
Şekil 20. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller	40
Şekil 21. Çalışmada Kullanılan Polisaj Sistemleri (Onegloss)	41
Şekil 22. Çalışmada kullanılan polisaj sistemleri (Opti Istep)	41
Şekil 23. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Kahve)	42
Şekil 24. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Kola).....	42
Şekil 25. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Yapay tükürük).....	43
Şekil 26. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Şablonlar.....	44
Şekil 27. Hazırlanan Örneklerin Distile Suda Bekletilmesi.....	44
Şekil 28. Akrilik İçerisine Gömülen Kompozit Diskler	45
Şekil 29. Çalışmada Kullanılan Işık Cihazı	45
Şekil 30. Rezin Kompozitlerin Renk ve Yüzey Pürüzlülük Değişim Değerleri	50
Şekil 31. Polisaj Yöntemlerinin Renk ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri	51
Şekil 32. Yaşlandırma Yöntemlerinin Renk ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri	52
Şekil 33. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri.....	53
Şekil 34. Kolada Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri	55
Şekil 35. Kahvede Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri	56

Şekil 36. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişim Değerleri.....	60
Şekil 37. Kolada Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişimi Değerleri.....	61
Şekil 38. Kahvede Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişimi Değerleri.....	63
Şekil 39. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre $\Delta E'$ nin Çubuk Grafik Dağılımı	65
Şekil 40. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre Pürüzlülük Değerlerinin Çubuk Grafik Dağılımı	65
Şekil 41. Essentia- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	66
Şekil 42. Essentia- One gloss polisaj sisteminin sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri.....	67
Şekil 43. Essentia- Opti1step polisaj sisteminin sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri.....	68
Şekil 44. Estelite- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	69
Şekil 45. Estelite- One gloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	70
Şekil 46. Estelite- Opti1step grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	71
Şekil 47. Omnicroma- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	72
Şekil 48. Omnicroma- One gloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	73
Şekil 49. Omnicroma- Opti1step grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyondarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	74
Şekil 50. Optishade- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyondarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	75
Şekil 51. Optishade- Onegloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyondarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	76
Şekil 52. Optishade- Opti1step grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyondarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri	77
Şekil 53. Sırasıyla Essentia(a), Optishade(b), Estelite Sigma(c) ve Omnicroma(d) Kompozitlerinin Kontrol Grubu Olup Solusyonda Bekletilmeksizin Oluşan SEM Görüntüleri	78
Şekil 54. Essentia Kompozit Grubunun Yapay Tükürükte Bekletilmesi Sonrasında Sırasıyla Kontrol(a), One Gloss(b) ve Opti1 Step(c) Polisaj Uygulanmış Örneklerin SEM Görüntüleri..	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
°C	: Derece Santigrat
10- MDP	: 10' metakriloyloksidesil dihidrojen fosfat
a*	: CIE Renk Sistemi, Kırmızı-Yeşil koordinatı
AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
Al₂O₃	: Alüminyum Oksit
b*	: CIE Renk Sistemi, Sarı-Mavi Koordinatı
Bis-DMA	: Bisfenol A Dimetakrilat
Bis-EMA	: Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol A Glisidil
C Faktörü	: Konfigürasyon Faktörü
CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Sistemi
CIEDE2000	: Color difference formula
dk	: Dakika
EGDMA	: Etilen Glikol Dimetakrilat
g	: Gram
L*	: CIE sistemi Renk Değeri Koordinatı
mm	: Milimetre
MMA	: Metil Metakrilat
nm	: Nanometre
p	: Önem Düzeyi

PH	: Potansiyel hidrojen
Ra	: Yüzey Pürüzlülüğü Ortalaması
rpm	: Devir/Dakika
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SiO₂	: Silisyum Dioksit
sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
SS	: Standart Sapma
TEGDMA	: Trietilen Glikol Metakrilat Dimetakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
UV	: Ultraviyole
ΔE	: Renk Değişikliği
μm	: Mikrometre

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların estetik beklentilerinin artmasıyla birlikte, dental tedavilerdeki amaç kaybedilen fonksiyon ve fonasyonun yanında estetik görünümü de kazandırmak olmuştur. Bu durum estetik diş hekimliğini popüler hale getirmiştir (Roulet, Wilson ve ark. 2006). İdeal bir estetik görüntü elde etme isteği, diş rengi materyallerde ve bu materyallerin uygulama tekniklerinde gelişmelere neden olmuştur. Kompozit rezinler bu açıdan bakıldığında diş hekimliği için önemli materyallerdendir (Evrar ve Bakır). Hastaların estetik beklentilerini sağlayabilmek için çeşitli faktörlerin bir arada bulunması gerekmektedir. Diş hekiminin doğal morfolojiyi yansıtmaya becerisi ve restoratif materyalin özellikleri, iyi bir estetik sonuç elde etmek için ana etkileyici faktörlerdir. Kompozit rezinlerin özellikleri, kullanılan el aletlerinin yanı sıra uygulanan protokolün de ortaya çıkan estetik sonucu etkilediği bilinmektedir (Heintze, Rousson ve ark. 2015).

Rezin kompozitlerin gelişmiş fiziksel ve estetik özellikleri, onları hem anterior hem de posterior restorasyonlarda en sık kullanılan materyaller haline getirmiştir. Adeziv diş hekimliğindeki gelişmeler, minimal invaziv teknik, direkt kompozit rezin restorasyonların tek seansta gerçekleştirilmesini mümkün kılmıştır ve yapılan vaka sayıları artış göstermiştir (Kobayashi, Nakajima ve ark. 2021). Kompozit rezinler, amalgam ve cam iyonomer gibi restoratif materyallere göre daha estetik sonuçlar vermektedir. Buna rağmen kompozit rezinlerde de restorasyon çevresindeki diş yapısı ve komşu dişlerle renk uyumu konusunda sorunlar yaşanmaktadır. Uygun renk seçimi ve tabakalama tekniği kullanılarak bu estetik problem çözülebilmektedir (Ardu, Rossier ve ark. 2019).

Rezin bazlı kompozitlerin estetik amacıyla kullanılmaya başlanması, fiziksel ve optik olarak geliştirilmiş, çeşitli opaklık ve renk tonları sunan özel kompozitlerin

üretilmesinden sonra olmuştur (Iyer, Babani ve ark. 2021). Bu yeni üretilen kompozit kitler “Vita Classical” renk kılavuzuyla uyumlandırılarak renk seçiminde rahatlık sağlamıştır. Günümüzde artık rezin kompozitler, diş hekimleri ve hastalar tarafından seramik sistemlere tercih edilmektedir (Dietschi ve Fahl Jr 2016).

Renk seçimi, çeşitli tekniklerle, uygun ortam ve ışıktaki yapıya da diş hekimleri arasında farklılık gösterebilmektedir. Farklı yarı saydamlık ve opasite tonlarında üretilen rezin kompozitler, özellikle dişin polikromatik yapısını taklit edebilmek için tabakalama tekniğiyle birlikte kullanılmaktadır. Ancak estetik malzeme ve tekniklerdeki gelişmeler, renk seçiminin basitleştirilmesi açısından estetik restorasyonlara giden yolu kolaylaştırmıştır. Hasta başında renk seçimi için geçirilen süre, prosedürün karmaşıklığı ve maliyeti en aza indirmek için ‘Blending efekt’ veya ‘Bukalemun etkisi’nden faydalanılmıştır. Bukalemun etkisi, diş hekimliği açısından bakıldığında rezin bazlı kompozitlerin etrafındaki ve alt tabakadaki diş dokularıyla benzer bir renk elde etme kabiliyeti olarak tanımlanabilir (Iyer, Babani ve ark. 2021).

Çağdaş kompozitlerdeki gelişmeleri takiben mikro doldurucu rezinlerin yerini mikro hibrit ve nano hibrit/nano doldurucu rezinler almıştır (Moraes, Goncalves ve ark. 2009). Son zamanlarda, rezin kompozitlerin fiziksel ve optik özelliklerini daha da geliştirmek için küresel şekilli parçacıklar üretilmiştir (Ilie 2022). Daha küçük partikül boyutu, daha yüksek doldurucu oranı sayesinde kompozitlerdeki polimerizasyon büzülmesi azalırken cilalanabilirlik artmaktadır. Bu durum uzun vadede renk stabilitesi ve parlaklığın korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca, görünür ışık, nano boyutlu partiküllerin yüzeylerinden daha büyük partiküllere oranla çok daha fazla saçılmakta ve bu durum da bukalemun benzeri (harmanlama) bir etkiye neden olmaktadır (Gurgan, Koc Vural ve ark. 2022). Bukalemun etkiye sahip bazı nano doldurucu kompozit rezinler;

diş yapısı boyunca iletim, difüzyon ve yansıma sağlar, böylece doğal diş rengini taklit eder. Paravina ve ark. nın yaptıkları bir çalışmada bukalemun etkisinin malzemeye ve renk tonuna bağlı olduğunu ve büyük restorasyonlara göre daha küçük restorasyonlarda arttığını bildirmişlerdir (RD 2006). Bakti ve ark. yaptıkları bir çalışmada ise harmanlama etkisinin dentinin rengine bağlı olarak farklılık gösterdiğini ve monokromatik tabakalama tekniği kararının aynı zamanda dişe bağlı olması gerektiği sonucuna varmışlardır (Bakti, Santosa ve ark. 2018). Klinikte daha fazla renk ayarlama potansiyeli ile daha az renk tonu kullanmak, renk uyumsuzluğu olasılığını azaltabilir. Bu nedenle, estetik rezin kompozitlerde renklerin basitleştirilmesi, ancak klinik sonucun estetik talepleri karşılaması durumunda avantajlı olabilir (Korkut ve Türkmen 2021).

Kompozitlerin uzun dönem estetik başarısını etkileyen sebepler arasında yüzey pürüzlülüğü, parlaklığı ve renk stabilitesi gibi faktörler bulunmaktadır (Rocha, Oliveira ve ark. 2017). Yapılan estetik restorasyonlara uygulanan polisaj sistemleri, hastaların ağız hijyeni, gün içerisinde maruz kalınan renkli ve asit içerikli gıdalar iç ve dış kaynaklı renklenmelere yol açabilmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda kompozit restorasyonların renklenme nedeniyle estetik özelliklerini devam ettiremedikleri görülmüştür (Altun 2005). Kompozit rezinlerin kahve, kola, vişne suyu gibi çeşitli renkli ve asitli içeceklere maruz kaldığında renk stabilitesi pigment emilimi ile değişir. Aynı zamanda kompozitlerin renk stabilitesini ve yüzey pürüzlülüğünü uygulanan polisaj tekniği de etkilemektedir. Resin kompozitlerin yapısı stabil olarak kabul edilse de, matrikdeki dolgu resin bağlantısının renk değişikliği ve kimyasal bozunmasıyla restoratif materyali olumsuz etkilemektedir (Mansouri ve Zidan 2018).

Yüzey pürüzlülüğü, restorasyonun estetik başarısını etkileyen bir diğer faktördür. Bollen ve ark. nın yaptıkları çalışmaya göre 0,2 µm üzerindeki pürüzlülük değerlerinin

plak tutulumu açısından risk faktörü olduğu görülmektedir (Bollenl, Lambrechts ve ark. 1997). Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek ve değerlendirmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Uygulanan yöntemler arasında, mekanik ve optik profilometreler, taramalı elektron mikroskopu (SEM), atomik kuvvet mikroskopu (AFM), geçirimli elektron mikroskopu (TEM) sayılabilir (Kakaboura, Fragouli ve ark. 2007).

Çalışmamızda 4 farklı restoratif materyal ve 2 farklı polisaj yöntemi uygulanmış ve örnekler 3 farklı yaşlandırma yöntemine maruz bırakılmıştır. Yaptığımız bu tez çalışmasının amacı, bukalemun etkisi gösteren kompozitlerde farklı polisaj ve yaşlandırma işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini karşılaştırmak ve değerlendirmektir.

Bu çalışmanın sıfır hipotezleri;

1. Bu çalışmada değerlendirilen restoratif materyaller arasında farklı polisaj ve yaşlandırma yöntemleri arasında yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi açısından anlamlı bir fark yoktur.
2. Bu çalışmada değerlendirilen restoratif materyallerde farklı polisaj yöntemleri uygulandığında yüzey pürüzlülüğü değişimi açısından anlamlı fark yoktur.
3. Bu çalışmada değerlendirilen restoratif materyallerde farklı yaşlandırma yöntemleri uygulandığında yüzey pürüzlülüğü değişimi açısından anlamlı fark yoktur.
4. Değerlendirilen restoratif materyallerde farklı polisaj yöntemleri uygulandığında renk değişimi açısından anlamlı fark yoktur.
5. Değerlendirilen restoratif materyallerde farklı yaşlandırma yöntemleri uygulandığında renk değişimi açısından anlamlı fark yoktur.

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kompozit Reziner

2.1.1. Kompozit rezinlerin gelişimi

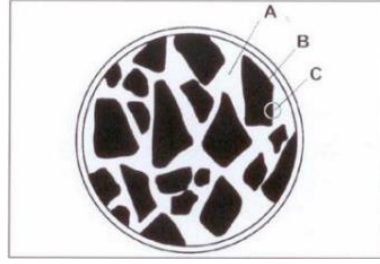
Yaklaşık 150 yıldır kullanılan amalgam restorasyonların cıva içermesi, estetik olarak tatmin edici olmaması ve geleneksel kavite preperasyonu nedeniyle fazla diş dokusu kaldırılması gibi sebeplerle günümüzde kullanımını azalmıştır. Zaman içerisinde bu amalgamların yerini estetik açıdan mineyi ve dentini taklit eden restoratif materyaller almıştır. Bu restoratif materyaller içerisinde ise günümüzde en sık kullanılanı kompozit rezinlerdir (Schmalz, Arenholt-Bindslev ve ark. 2009). Kompozit kelime anlamı olarak iki ya da daha fazla materyalin karışımı olarak bilinmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan kompozit ise, kendini oluşturan bileşenlerden farklı ve bu bileşenlerden daha iyi özelliklere sahip malzemeler olarak tanımlanmaktadır (Miletic 2018).

Kompozit rezinlerin geliştirilmesinden önce diş hekimliğinde estetik amaçlı olarak silikat simanlar kullanılmaktaydı. Ancak bu materyaller yerini ağız sıvılarında çözünme, zaman içerisinde renklenme ve yetersiz mekanik özellikleri nedeniyle akrilik rezinlere bırakmıştır (O'Brien 2002). Kendi kendine sertleşebilen akrilik rezinler, silikat simanlara oranla ağız sıvıları içerisinde daha az çözünür ve buna bağlı olarak daha az renk değişikliği gösterir. Bununla birlikte estetik özellikleri ve polisajlanabilirliğinin daha iyi olduğu görülmüştür. Polimerizasyon büzölmelerinin fazla olması, okluzal kuvvetlere bağlı olarak aşınmaları ve sıcaklığa bağlı olarak oluşan boyutsal değişiklikleri araştırmacıları yeni materyal arayışına yönlendirmiştir (Roberson, Heymann ve ark. 2006).

1962’ de Dr. Ray L. Bowen, Bisfenol A-Glisidil Metakrilat (BIS GMA, Bowen rezini) monomerini geliştirip kompozit rezinler üretmiştir. Böylece silikat simanlar ve metil metakrilat (MMA) bazlı akrilik rezine kıyasla mekanik özellikler geliştirilmiş ve daha iyi bir adezyon sağlanmıştır (Moszner, Fischer ve ark. 2008). İlk üretilen bu kompozitlerdeki Bis-GMA oranının yüksek olması, doldurucu miktarının azalmasına ve buna bağlı olarak polimerizasyon büzülmesinin artışı, sekonder çürüklere neden olması gibi sebeplerle posterior bölgede amalgam restorasyonların yerini almakta zorlanmıştır (Osborne, Gale ve ark. 1973). Bu dezavantajı ortadan kaldırmak ve doldurucu oranını arttırmak için daha düşük molekül ağırlıklı Trietilen Glikol Metakrilat Dimetakrilat (TEGDMA) monomeri üretilip mekanik ve fiziksel özellikler arttırılmaya çalışılmıştır (Bowen 1956). Günümüzdeki kompozitlerden farklı olarak ilk üretilen kompozitler patların karıştırılmasıyla elde ediliyordu. Bu durum homojenitenin sağlanamamasına, hava kabarcığı oluşumuna, kaviteye yerleştirmede zorluklara sebep olmuştur (KJ 1996). Kamforokinon gibi fotobaşlatıcıların eklenmesiyle kompozitlerin hem raf ömrü uzamıştır hem de hekime kompoziti kaviteye yerleştirme ve uygun morfolojiyi verme konusunda yeterli zaman sağlanmıştır (Rueggeberg 2011). Sonraki gelişmeler ise kompozitin tek tabaka halinde kullanılabilen ve görünür ışığın dalga boyunda polimerize olabilen bir materyale dönüştürülmesi şeklinde olmaktadır (Kwon, Bagheri ve ark. 2012).

2.1.2. Kompozit rezinlerin yapısı

Diş hekimliğinde kullanılan kompozitler genel olarak 3 fazdan meydana gelmektedir. Bu fazla; organik polimer matriks fazı, inorganik faz(dağılan faz) ve ara faz(bağlayıcı faz) olarak tanımlanmaktadır. Bunların dışında foto katalizörler, pigmentler, kompozitin kendi kendine polimerizasyonu önleyen inhibitörler gibi başka bileşenler de bulunmaktadır (Altun 2005).



Şekil 1. Rezin Kompozitlerin Yapısı A. Organik matriks, B. İnorganik doldurucular (Dayangaç 2000)

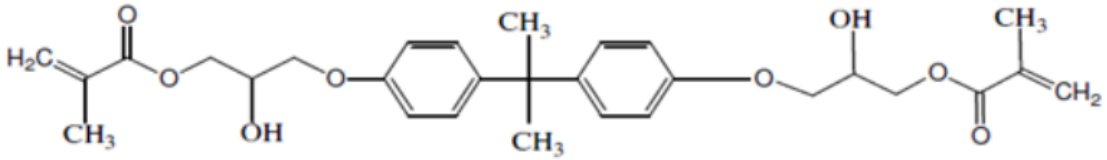
2.1.2.1. Organik faz

2.1.2.1.1. Monomerler ve ko-monomerler

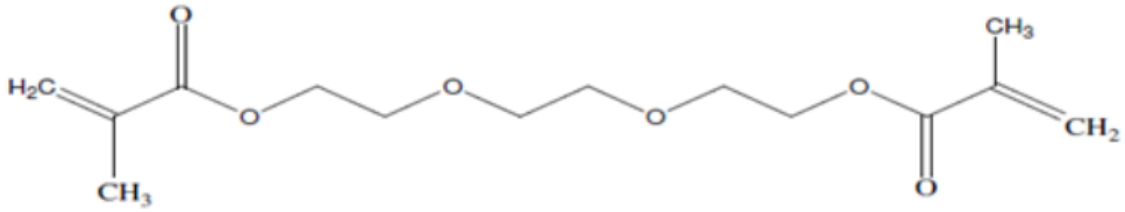
Monomerler kompozit rezin sisteminin omurgasıdır. Bunun nedeni monomerlerin bir araya gelerek zincir oluşturması ve polimerleri meydana getirmesidir (Roberson, Heymann ve ark. 2006). Günümüzde kompozit rezinlerde çoğunlukla Bis-GMA ve üretan dimetakrilat (UDMA) monomerik matrisleri kullanılmaktadır. UDMA'nın, Bis-GMA'ya göre renk stabilitesi ve diş dokularına adezyonu daha yüksektir. Monomer zincirinin her iki ucunda reaktif karbon çift bağı vardır. Monomerlerden Bis-GMA'nın viskozitesi yüksektir, buna bağlı olarak klinik tutarlılığın sağlanması için seyreltici eklenmelidir (Craig 1980). TEGDMA veya Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat (Bis-EMA) gibi, kompozit rezinlerin viskozitesini azaltmak ve kontrol etmek için iki işlevli karbon çift bağına sahip düşük moleküler ağırlıklı bileşikler kullanılmaktadır. TEGDMA, esnekliğin artmasını sağlayarak orantılı olarak marjinal dayanıklılığın da artmasına katkıda bulunmaktadır. Bis-EMA'nın TEGDMA'ya göre daha yüksek molekül ağırlığına sahip olması daha düşük polimerizasyon büzülmesine olanak sağlamaktadır (Fonseca, Moreira ve ark. 2017).

2018 yılında kompozit rezinin hacimsel büzülmesini ve polimerizasyon stresini kontrol edebilmek için yeni bir tür metakrilat monomer piyasaya sürüldü. Çapraz bağ

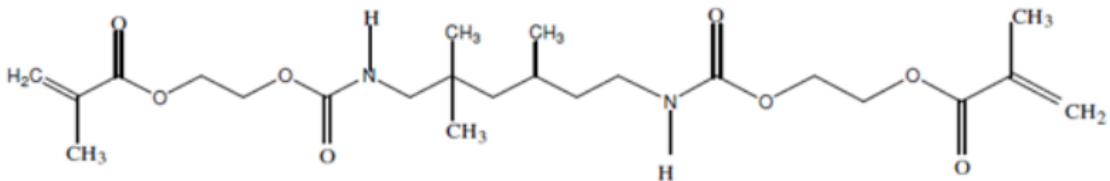
yoğunluğunu azaltmak için metakrilat grupları arasındaki mesafenin artırılması sağlandı. Diğer bir yaklaşım ise monomer sertliğinin artırılmasıydı (Craig 1980). Düşük büzülmeli metakrilat monomerlerin bazı örnekleri dimer asit, DuPont monomer ve FIT-852'dir (Manojlovic, Dramićanin ve ark. 2016). Polimerizasyonun neden olduğu büzülme ve gerilimi azaltmak için siloran olarak adlandırılan bir monomer sistemi üretilmiştir. Siloranın adı siloksan ve oksirandan (epoksi olarak da bilinir) gelir. Siloksanın ve oksirandanın görevleri sırasıyla kompozite hidrofobik özellik kazandırmak ve katyonik polimerizasyon yoluyla halka çapraz bağı açmaktır. Siloran polimerizasyonu için özel bir başlatıcı sistemi gerekmektedir (Craig 1980).



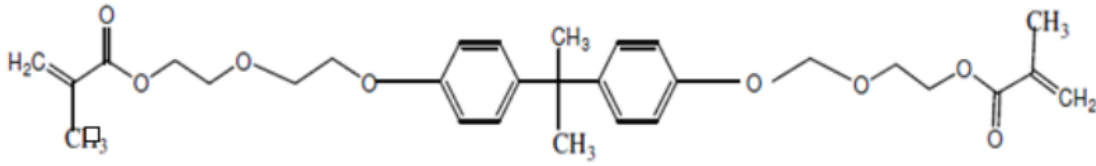
Şekil 2. BIS-GMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)



Şekil 3. TEGDMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)



Şekil 4. UDMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)



Şekil 5. Bis-EMA Monomerinin Kimyasal Formülü (Özel Bektaş 2006)

2.1.2.1.2. Aktivatörler

Kompozit rezinlerin polimerizasyon süreci, ısı, kimyasal veya radyant enerji şeklinde harici bir enerji gerektiren metakrilat monomer yapısından serbest radikallerin serbest bırakılmasıyla başlamaktadır. Kimyasal aktivasyon iki materyalden meydana gelmektedir. Bunlardan biri benzoil peroksit, diğeri ise tersiyer amin aktivatöründen oluşmaktadır (Anusavice, Shen ve ark. 2012). Günümüzde yaygın olarak kullanılan dental fotoaktivatör, sarımsı kompozit restorasyonla sonuçlanan kanarya sarısı rengine sahip olan kamforkinondur. Kamforkinonda görülen ışık Emilimi 425 – 495 nm aralığındadır. 1990'larda diş ağartma malzemelerinin kullanımının artmasıyla birlikte fotoaktivatör olarak Lucirin® TPO geliştirilmiştir. Lucirin® TPO'da görülen ışık Emilimi 390 – 410 nm aralığındadır (Rueggeberg, Giannini ve ark. 2017).

2.1.2.1.3. İnhibitörler

Monomerlerin spontan polimerizasyonunu engellemek veya en aza indirmek için kullanılan materyallerdir. Bu amaçla en sık kullanılan inhibitör madde “hidrokinon monometil eter” dir. Böylece kompozit rezinlerin raf ömrü de uzamaktadır (Altun 2005).

2.1.2.2. İnorganik doldurucular

İnorganik doldurucular, organik matriksin miktarını azaltıp kompozit rezini fiziksel ve mekanik olarak güçlendirmek için kullanılmaktadır. Başlangıçta dental kompozitlerde, inorganik dolgu maddesi olarak ağız ortamında kimyasal olarak

bozulmadan kalan katı kuvars (SiO_2) malzemesi kullanılmaktaydı. Daha sonra optimum dayanıklılık ve uygun kimyasal içeriklere sahip cam malzemeler üretilmiştir (Tunçbilek 2012). Bu materyaller organik matriks içerisine dağılmış halde, çeşitli büyüklük ve şekildeki kuartz, baryum, çinko vb. gibi cam materyallerden oluşmaktadır. İnorganik doldurucuların her birinin kompozit rezine kazandırdığı farklı özellikler vardır. Kompozit malzemelere inorganik dolgu maddeleri eklemenin birçok faydası bulunmaktadır. Bunlar (Ateş 2022):

1. Metilmetakrilat monomerinin polimerizasyonundan kaynaklanan büzülme oranı oldukça fazladır. Yüksek oranda cam (SiO_2) dolgu maddesi içeren kompozitlerde organik rezin matrisin oranı azalır ve aynı zamanda doldurucular polimerizasyon reaksiyonuna katılmaz. Bu durum, polimerizasyon büzülmesinin miktarını azaltır.
2. İnorganik doldurucuların eklenmesiyle birlikte materyalin sertlik ve basınç direnci gibi mekanik özellikleri iyileşir. Kompozit rezinin su Emilimi ve lekelenmesi azalır.
3. Metakrilat monomeri yüksek bir termal genişleme katsayısına sahiptir. İnorganik doldurucuların eklenmesi termal genişleme katsayısını azaltır.
4. Cama radyoaktifiteyi de arttırmak için stronsiyum ve baryum gibi ağır metaller ilave edilmektedir.
5. İnorganik doldurucular viskoziteyi değiştirerek çalışma süresini arttırmaktadırlar.
6. İnorganik doldurucuların renk, floresans ve yarı saydamlık gibi belirli estetik etkileri bulunmaktadır.

Aynı zamanda bu partiküllerin büyüklükleri, şekilleri ve miktarlarına göre kompozit rezinin yapısal özellikleri değişmektedir (Ferracane 1995). İnorganik doldurucu oranının ağırlıkça arttırılması ve dolayısıyla inorganik doldurucu boyutlarının azalması sonucunda mekanik ve estetik özellikler artmaktadır (Ferracane, Pfeifer ve ark. 2014).

2.1.2.3. Ara bağlayıcılar

Ara bağlayıcılar, kompozit rezinlerdeki organik matriks fazı ile inorganik doldurucular arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Bu durum kompozitlerin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini arttırıp raf ömrünü uzatmaktadır. Ara faz iki fonksiyonlu moleküller olan silanlardan oluşmaktadır. Silanlar bir yandan organik matriksteki metakrilat gruplarıyla kovalent bağ oluştururken, aynı zamanda inorganik dolduruculardaki su ve hidroksil gruplarını emilimini sağlayıp yüzeyde esterleşirler. Böylece organik ve inorganik fazları bir araya getirip suya dirençli kompozit materyali oluşturmaktadırlar. Bu bağlantının sağlanamadığı durumlarda kompozitlerde mikro çatlaklar ve poröziteler meydana gelmektedir (AYDINLIOĞLU ve TARIM 2021).

2.1.3. Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

Kompozit rezinler günümüzde inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine, matriks tipine, polimerizasyon tipi ve viskozitelerine göre sınıflandırılmaktadır (Altun 2005).

Tablo 1. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

	Kompozit	Partikül Büyüklüğü	Partikül(%) Ağırlıkça
İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüğüne Göre	Megafil kompozit	50-100 µm	değişken
	Makrofil kompozit	10-100 µm	%70-80
	Midifil kompozit	1-10 µm	%70-80
	Minifil kompozit	0.1-1 µm	%75-85
	Mikrofil kompozit	0.01-0.1µm	%35-60
	Hibrit kompozit	0.04-1 µm	%75-80
	Nanofil kompozit	0.005-0.01µm	%72-87
Viskozitelerine Göre	Kondanse edilebilen kompozit rezinler		
	Akışkan kompozit rezinler		
Polimerizasyon Tipine Göre	Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler		
	Işık ile polimerize olan kompozit rezinler		
	Hem kimyasal hem ışık ile polimerize olan kompozit rezinler		
Matriks Tipine Göre	Metakrilat bazlı kompozit rezinler		
	Ormoser bazlı kompozit rezinler		
	Kompomer bazlı kompozit rezinler		
	Siloran bazlı kompozit rezinler		

2.1.3.1. Kompozit rezinlerin inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine göre sınıflandırılması

Bu sınıflandırmayla kompozitler; megafil, mikrofil, midifil, minifil, mikrofil, hibrit ve nanofil olarak ayrılmaktadır (Heymann, Swift ve ark. 2012). Doldurucu partikül boyutunun yüzdesinin ve oranının bilinmesi kompozitin dayanıklılığını ve cilalanabilirliğini etkilemektedir (Burgess ve Cakir 2010).

2.1.3.1.1. Megafil kompozitler

Özellikle okluzal kuvvetlerin fazla geldiği arka grup dişlerde kullanılan, inorganik doldurucu partikül boyutu 50 ile 100 µm olan kompozitlerdir (Dayangaç 2000).

2.1.3.1.2. Makrofil kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 10-100 µm arasındadır ve kuartz materyali kullanılmaktadır. Partiküllerin büyük ve sert olması kompozitin aşınma miktarının da fazla olmasına neden olmaktadır. Bu durum zaman içerisinde renklenme

gibi estetik problemlere yol açabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ve plak retansiyonunun bu kompozitlerde fazla görülmesi nedeniyle klinik kullanımı diğer kompozitlere oranla daha azdır (O'Brien 2002).

2.1.3.1.3. Midifil kompozitler

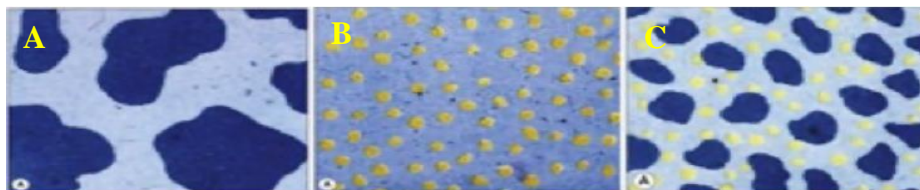
İnorganik doldurucu partikül boyutu 1-10 μm arasındadır. Bitim ve polisajlanabilirliği, makrofil kompozitlere göre daha başarılıdır. Bu kompozitler makrofil kompozitler gibi geleneksel kompozit olarak adlandırılmaktadır (Burgess, Walker ve ark. 2002).

2.1.3.1.4. Minifil kompozitler

İnorganik doldurucu partikül boyutu 0,1-1 μm arasındadır. İnorganik partikülleri daha küçük boyutta ve daha fazla olduğu için makrofil kompozitlere göre daha düzgün yüzeyler oluşturmaktadır. Kompozit içerisine ilave edilen baryum ve stronsiyum sayesinde materyale radyoopasite sağlanmaktadır (Dayangaç 2000, O'Brien 2002).

2.1.3.1.5. Mikrofil kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,01 ile 0,1 μm arasındadır. Kolloidal silika inorganik doldurucu maddesi olarak kullanılmaktadır. Doldurucu partikül boyutunun küçüklüğünden dolayı organik matriks oranı artmaktadır. Bu nedenle geleneksel kompozitlere oranla daha düşük fiziksel ve mekanik özellikler göstermektedir. Daha çok ön bölge restorasyonlarında tercih edilmektedir (McCabe ve Walls 2013) (Dayangaç 2000).



Şekil 6. Farklı boyutlarda doldurucu içeren kompozitler, Makrofil Kompozitler(A), Mikrofil Kompozitler(B), Hibrit Kompozitler(C), (Dayangaç 2000).

2.1.3.1.6. Nanofil kompozitler

İnorganik doldurucu partikül boyutu 0.01' µm den küçük olan kompozitlerdir (Yazici, Antonson ve ark. 2017). İnorganik yapı; silika nano doldurucular ve nanomer grupları olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (Ure ve Harris 2003). Nanofil kompozitler oldukça küçük inorganik doldurucu boyutuna sahip olduğu için absorpsiyon ve saçılma uğramazlar ve bunun sonucunda gelişmiş optik özelliklere sahiptirler (Mitra, Wu ve ark. 2003). Doldurucu partiküllerin küçük çapta ve geniş skalada olması sebebiyle fiziksel özellikleri oldukça gelişmiştir (Beun, Glorieux ve ark. 2007, Curtis, Palin ve ark. 2009). Mikro doldurucu kompozitler gibi inorganik doldurucuların translusensliği nedeniyle iyi bir polisajlanabilirlik özellikleri vardır. Çiğneme kuvvetlerine karşı çok dayanıklı olmadığı için anterior bölge restorasyonlarında kullanılmaktadır (Dayangaç 2000).

2.1.3.1.7. Hibrit kompozitler

Farklı büyüklükte doldurucu içermelerinden dolayı bu adı almışlardır. İnorganik doldurucu partikül boyutları 0,04-1 µm arasındadır. Makro dolduru kompozitlerin iyi fiziksel ve mekanik özellikleri ve mikro doldurucu kompozitlerin gelişmiş estetik özelliklerini bir arada bulundurmaktadırlar (Roberson, Heymann ve ark. 2006). Doldurucu partiküllerinin büyüklüğü geleneksel kompozitlere göre daha küçük ve miktarı, mikrofil kompozitlere göre daha fazladır. Hem ön hem arka bölge restorasyonlarında kullanılabilirler. Hibrit kompozitler adını, kompozit içerisindeki en büyük partikülün adına göre almaktadır (Dayangaç 2000, O'Brien 2002).

2.1.3.2. Kompozit rezinlerin viskozitelerine göre sınıflandırılması

2.1.3.2.1. Kondanse olan kompozitler

Genellikle çiğneme kuvvetinin fazla geldiği arka bölge restorasyonlarda sınıf 1 ve 2 amalgam restorasyonların yerine kullanılmaktadır. En önemli dezavantajı hacimce %66-70 oranındaki inorganik doldurucu partikül boyutunun büyük olmasından dolayı polisajlanabilirliği daha azdır. Amalgam restorasyonlara göre sınıf 2 kaviteelerde daha iyi bir kontakt sağlar ve okluzal işlenebilirliği daha kolaydır (Leinfelder, Bayne ve ark. 1999, Wakefield ve Kofford 2001).

2.1.3.2.2. Akışkan kompozitler

İnorganik doldurucu oranı hacimce %45' in altında olup düşük viskoziteye sahiptir (Peşkersoy, Yıldırım ve ark. 2013). Akışkan yapıda oldukları için kondanse olan kompozitlere göre kavite duvarlarına daha iyi adaptasyon gösterir ve elastikiyetleri fazladır (Burgess, Walker ve ark. 2002). Sınıf 2 restorasyonların tabanında "C faktörü" nü azaltmak ve mikrosızıntıyı kontrol altına almak için kullanılmaktadır. Restorasyon tamirinde, fissürlerde, oluk ve çatlaklarda, sınıf 1 ve 2 kavite restorasyonları gibi çok çeşitli endikasyonları bulunmaktadır (Salerno, Derchi ve ark. 2011). Ancak düşük doldurucu oranı nedeniyle okluzal kuvvetlerin yoğun geldiği alanlarda kullanılmamaktadır (Payne 1999).

2.1.3.3. Polimerizasyon tipine göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması

2.1.3.3.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler

Pat- pat veya pat-likit olmak üzere iki farklı kullanım şekli bulunmaktadır. Patların birinin içerisinde polimerizasyon hızlandırıcı tersiyer amin diğeri ise polimerizasyon

başlatıcı benzol peroksit bulunmaktadır. Klinik kullanımları zor olduğu için tavsiye edilmemektedir (Dayangaç 2000).

2.1.3.3.2. Işık ile polimerize olan kompozitler

İlk üretildiğinde kompozit polimerizasyonunda UV ışınları kullanılan bu kompozitler tek pat sistemi şeklindedir. Günümüzde ise kompozit polimerizasyonunda light emitting diode (LED), kuartz—tungsten halojen (QTH), plazma ark (PAC) ışık kaynakları, argon lazer ve diyot lazer gibi yöntemler uygulanmaktadır (Cekic-Nagas ve Ergun 2011). Fotobaşlatıcı olarak ise kompozit rezin içerisinde kamforokinon bulunmaktadır. Kamforokinon 400-470 nm dalga boylarındaki görünür ışığa duyarlıdır (Dayangaç 2000).

2.1.3.3.3. Hem kimyasal olarak hem ışıkla polimerize olan kompozitler

İki patlı sistemlerdir. Polimerizasyon ilk olarak ışık ile başlar sonrasında ışıkla polimerize olmayan bölgelerde kimyasal olarak devam eder ve 8-24 saatte tamamlanmaktadır (Craig 1980).

2.1.4. Kompozit rezin sistemlerinde güncel gelişmeler

2.1.4.1. Ormoser esaslı kompozitler

1998 yılına kadar genellikle kompozitlerin inorganik yapısıyla ilgili değişiklikler yapılırken, sonrasında organik matriks yapısında da bazı değişikliklere gidilmiştir. Organik olarak modifiye edilmiş seramikler ormoserler olarak adlandırılmaktadır. Admira/VOCO piyasada şu ana kadar bu kategoride yer alan tek kompozit rezindir (Craig 1980). Ormoserler yapısında, metakrilat ve polisiloksan gibi modifiye organik matriksler ve siloksan ağı bulunduran hibrit polimerlerdir. Materyalin içerisindeki silisyum dioksit, kompozite elastik özellik kazandırmaktadır (Craig 1980).

Ormoserleri diğer kompozitlerden ayıran en önemli avantajı; modifiye organik matriks kullanımına bağlı olarak dimetakrilat miktarının azalması ve sonucunda alerjik reaksiyonlarının daha az görülmesidir. Diğer avantajları arasında biyoyumlu olması, aşınma direncinin yüksek olması, polimerizasyon büzülmesinin az olması ve çürük oluşumunu önleme sayılabilir (YOLDAŞ 2022).

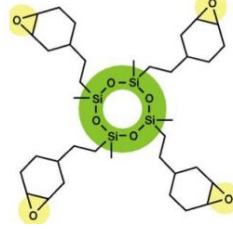
2.1.4.2. Antibakteriyel kompozit rezinler

Kompozit rezinlerin çoğu avantajının yanında, plak retansiyonu sebebiyle sekonder çürüklere yol açması en önemli dezavantajlarından biri olarak görülmektedir (Beyth, Yudovin-Farber ve ark. 2006, Cocco, da Rosa ve ark. 2015). Bu amaçla üretilen antibakteriyel kompozitlerin mekanizması ya rezin matriks yapısı içerine çözünebilir antibakteriyel ilave edilmesiyle ya da antibakteriyel materyalin matriks içinde sabit kalmasının sağlanmasıyla olmaktadır. Klorheksidin veya gümüş gibi çözünebilir materyallerin eklenmesi salınım süresinin kısa olmasına dolayısıyla antibakteriyel etkinin azalmasına neden olur. 12- methacryloyloxy- dodecyl-pyridinium bromide (MDPB) gibi kovalent bağlı ajanlar restorasyon dışında salınım yapmadıkları için antibakteriyel özellik olarak daha başarılıdır (Leprince, Palin ve ark. 2010, Saku, Kotake ve ark. 2010).

2.1.4.3. Siloran esaslı kompozitler

Polimerizasyon büzülmesi inorganik doldurucu miktarı başta olmak üzere üretim aşamaları, monomerlerin içeriği, molekül ağırlığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu amaçla son olarak siloran ve oksiran monomerleri geliştirilip piyasaya sürülmüştür. Silorane içeren kompozitlerde biyoyumluluk ve mekanik özellikler artarken, polimerizasyon büzülmesi azalmıştır. 10 mm' ye kadar polimerizasyon derinliği sağlanmıştır bu nedenle tabakalama tekniği kullanılmalıdır (Gao, Lin ve ark. 2012).

Araştırmalar sonucunda siloranların oksiranlara göre daha kararlı ve biyoyumlu olduğu tespit edilmiştir (Eick, Smith ve ark. 2006).



şekil 7. Siloksan ve Oksiran Moleküllerinin Birleşmesi Sonucu Oluşmuş Siloran Monomeri (Pirkoca).

2.1.4.4. Giomerler

İçerisinde “retan dimetakrilat” ve “hidroksietil metakrilat” barındıran bu kompozitler cam iyonmerlerin nemden etkilenmesini ve uygun olmayan estetik özelliklerini elimine etmiştir. Giomerlerin yapısında reaksiyona girmemiş cam partiküller de bulunmaktadır. Bu partiküller kompozitin içine ilave edilmeden önce poliakrilik asitle muamele edilmiştir (Itota, Carrick ve ark. 2004). Giomerler tıpkı kompozitlerde olduğu gibi dişe adezyonları için özel bağlayıcı ajana ihtiyaç duyarlar ve ışıkla polimerize olmaktadırlar (Burgess, Walker ve ark. 2002).

2.1.4.5. Bulk-fill kompozit rezinler

Geleneksel rezin bazlı kompozitlerde polimerizasyon büzülmesini önlemek, C faktörünü azaltmak ve mikrosızıntıyı engellemek gibi amaçlarla tabakalama tekniği (inkramental teknik) kullanılmaktadır ve altın standart olarak kabul edilmektedir (Abbas, Fleming ve ark. 2003). Bu teknik aynı zamanda rezidüel monomer miktarını azaltarak sitotoksisiteyi düşürmekte, daha iyi bir polimerizasyon sağlamakta ve materyalin fiziksel özelliğinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Pilo, Oelgiesser ve ark. 1999, Poskus, Placido ve ark. 2004).

Tabakalama tekniğinin dezavantajları arasında küçük kavitelerin doldurulmasında zorluk, zaman kaybı, tabakalar arasında boşluk kalması sayılabilir (Flury, Hayoz ve ark. 2012). Geleneksel kompozitlerde uygulanan tabakalama tekniğini elimine etmek için 4mm kalınlığında uygulanabilen “bulk- fill kompozitler” üretilmiştir. Artmış translüent yapısı ve doldurucu partiküllerinin çeşitli ve dağılımı gibi özellikleriyle daha düşük polimerizasyon büzülmesi ve artmış polimerizasyon derinliği sağlanmaktadır (Vivadent 2013, Marovic, Tauböck ve ark. 2015).

Bulk fill kompozitler düşük viskoziteli ve yüksek viskoziteli olmak üzere ikiye ayrılır. Yüksek viskoziteli bulk fill kompozitler, geleneksel kompozitler gibi daimi restorasyon materyali olarak kullanılabilirler ve üzerinin kapatılmasına gerek yoktur. Düşük viskoziteli bulk filler ise daha düşük doldurucu içermelerinden dolayı kaide materyali olarak tasarlanmıştır ve üzeri daimi bir restoratif materyalle kapatılmalıdır. Metakrilat bazlı materyallerle de uyumlu oldukları için kullanım alanları oldukça geniştir (Ilie, Bucuta ve ark. 2013).

Bu kompozitlerdeki bir diğer sınıflandırma polimerizasyon yöntemlerine göre yapılan sınıflandırmadır. Işık, kimyasal ve dual sertleşen olarak üçe ayrılırlar. Dual sertleşen bulk fill kompozitlerde polimerizasyon öncelikle ışıkla başlamaktadır. Işığın ulaşamadığı yerlerde kimyasal olarak devam etmektedir. Bu nedenle tek yerleştirmede 10 mm ve daha fazla derinliğe kadar kullanılabilirler (Chesterman, Jowett ve ark. 2017).

2.1.4.6. Bukalemun etkisi gösteren universal tek renk kompozitler

Günümüzde dental tedavilerde fonksiyon, fonasyonun sağlanmasının yanı sıra estetik de oldukça önem kazanmaktadır. Özellikle ön bölge restorasyonlarında kullanılacak restoratif materyalin komşu diş dokusuyla fark edilemeyecek renk ve formda olması gerekmektedir. Daha gerçekçi ve diş benzeri bir görünüm oluşturmak için

tabakalama tekniği kullanılmaktadır. Bu durum hekimin tecrubesini ve zamanını gerektirir. Çeşitli renk tonları ve teknik hassasiyetler, rezin kompozit malzemelerin renk seçimini karmaşık bir süreç haline getirir (Lucena, Ruiz-López ve ark. 2021).

Uygun renk tonunu seçme sürecini basitleştirmek, orijinal dişle renk uyumu elde etmek ve bunun devamını sağlamak, restorasyonun estetik sonucu açısından kritik öneme sahiptir. Bukalemun etkisi (Blending effect, harmanlama etkisi) dental materyallerin komşu diş yapılarına benzer renk elde etme yeteneği olarak açıklanabilir. Klinisyenler diş malzemelerinin bukalemun etkisinden yararlanabilirler. Bukalemun etkisi veya renk ayarlama potansiyeli, restoratif materyalin alt tabakanın rengiyle eşleşmesini sağlayan ve gerçekçi bir estetik sağlayan özelliktir (Arai, Kurokawa ve ark. 2021, Ismail ve Paravina 2022). Bu etkinin klinik başarısı, daha küçük restorasyonlarda, renk benzerliği ve yarı saydamlık arttıkça belirgin şekilde artmaktadır (Suh, Ahn ve ark. 2017). Renk ayarlama potansiyeline sahip bazı nano dolduruculu kompozitler, ışık iletimi, difüzyon ve yansıma dahil olmak üzere diş yapısı boyunca karmaşık ışık hareketlerini iletebilir. Sonuç olarak bu materyaller doğal diş ile renk uyumu yakalayabilmektedir (Paravina, Westland ve ark. 2006). Son zamanlarda basitleştirilmiş prosedürler sunan tek renkli rezin kompozitler piyasaya sürülmüştür. Bu malzemelerin farklı diş tonlarına uyum sağladığı iddia edildiğinden renk seçimi aşamasını ortadan kaldırdığı belirtilmektedir. Restoratif materyallerin yansıma yoluyla komşu diş yapısıyla renk uyumu sağlama yeteneğine bukalemun etkisi denir (Lucena, Ruiz-López ve ark. 2021, Abdelhamed, Metwally ve ark. 2022). Bukalemun etkisinin başarısı çevre yumuşak dokulardan, komşu dişin morfolojisinden, restore edilen alandan ve dişin yapısal özelliklerinden etkilenmektedir (RD 2006).

Kompozit, porselen, akrilik gibi sıklıkla kullanılan dental materyallerde renk belirleyicisi olarak pigmentler kullanılmaktadır. Ancak bukalemun etkisi gösteren kompozitlerde pigment bulunmamaktadır. Bu tür kompozitler akıllı kromatik özelliklere sahiptir ve optik özellikleri kullanarak renk uyumunu sağlamaktadırlar. Restorasyonun yapıldığı alan içerisinde belirli dalga boylarındaki ışığı iyi bir şekilde yansıtarak VITA A1-D4 aralığındaki renk skalasını tek bir renk kullanarak karşılayabilmektedirler. Bukalemun etkisi gösteren kompozitler, renk seçimi için geçirilen süreyi azaltarak, komşu dişlerle renk uyumu ve daha iyi bir estetik sağlayarak klinikte avantajlı bir kullanıma sahiptirler (Pereira Sanchez, Powers ve ark. 2019).

2.2. Diş Hekimliğinde Renk

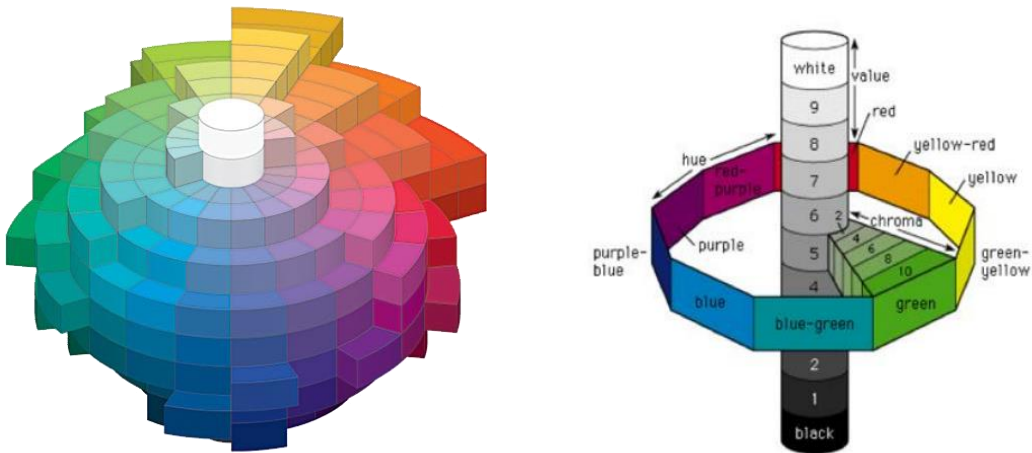
İnsan gözü ışık dediğimiz elektromanyetik radyasyondan elde edilen görüntülerin alıcısı olan bir organdır. Aslında görünür ışık, yaklaşık olarak tüm spektrumun 400 ila 800 nm dalga boyları arasındaki dar bir segmente karşılık gelir. Beyaz ışıkla bir cisim aydınlatıldığında gördüğümüz renk absorbe edilmemiş olan dalga boyunu temsil eder. Gözdeki reseptör hücreleri tarafından bu dalga boyları algılanır ve beyinde renk olarak tanımlanır. Sonuç olarak bir nesnenin renginin algılanmasında ışığın kalitesinin önemli bir rol oynadığı söylenebilir (Miller 1987).

Sigried Forsius 1611' de rengin üç boyutlu tanımını yapmıştır. Renk algısı ortamdaki ışık kaynağına, gözlemciye ve nesneye bağlı olarak değişebilmektedir. Renk ölçümlerinde bu subjektif durumu ortadan kaldırıp verileri standardize etmek için bazı renk ölçüm sistemleri geliştirilmiştir. Renk ölçümü sadece diş hekimliği mesleği ile sınırlı kalmayıp diğer mesleklerde de görülen önemli bir sorundur (Zaimoğlu, Can ve ark. 1993).

Munsell renk sistemi ile CIE L^*a^*b sistemi en çok tercih edilenler arasındır. Bunların dışında CIE XYZ sistemi ve RGB (red-green-blue) renk sistemi ise kullanılan diğer örnekler arasından sayılabilir (Sproull 1973).

2.2.1. Munsell renk sistemi

Pek çok renk düzeni sistemi mevcuttur ancak dünya çapında tanınma dahil olmak üzere çeşitli nedenlerden dolayı, tutarlılık, esneklik ve basitlik ile Munsell renk düzeni sistemi dış hekimliğinde renk uyumu için tercih edilen sistemdir. Renk ağacı, Munsell sistemindeki renklerin üç boyutlu organizasyonunun bir temsilidir. Munsell sistemi renkli katı, her ikisinin de özelliklerini taşıyan düzensiz üç boyutlu bir şekil olduğu için küre veya silindire benzetilebilir. Silindirin merkezinden renksiz veya akromatik bir eksen uzanır. Üstte saf beyaz, altta saf siyah bulunur. Siyahtan beyaza eşit oranda ilerleyen bir dizi gri görsel adımlar bu ekstremiteyi birbirine bağlar. Tonlar kenar çevresinde sırayla düzenlenmiştir. Parmaklıklar, renksiz eksenden kenardaki en saf renk tonuna kadar kromanın geçişlerini temsil eder (Chu, Devigus ve ark. 2004). Bu sistemde silindirin ortasındaki dikey eksen “value”, yatay düzlem ise “chroma” olarak adlandırılır. Silindirin çevresi ise “hue” şeklinde tanımlanmaktadır (Rasras, El ve ark. 2007).



Şekil 8. Munsell Renk Küresi**Şekil 9.** Munsell renk sistemi**2.2.1.1. Value (parlaklık)**

Gözlemlenen nesnenin siyah beyaz görüntüsünü oluşturan ışık miktarını, maksimum değer olan beyaz ve minimum değer olan siyah arasında değişen şekilde gösterir. Siyah ve beyaz arasındaki değerler grinin çeşitli tonlarıdır. Munsell renk sistemindeki üç komponentten en önemlisi value'dur ve öncelikle bu komponent değerlendirilir. Toplamda 10 değer vardır. Parlak nesnelere daha az gri tonu bulunmaktadır (O'Brien 2002, Chu 2007).

2.2.1.2. Hue (renk tonu)

Bir cismin rengine denir ve doğrudan dalga boyuyla ilgilidir (kırmızı, yeşil, mavi). Diş hekimliği açısından renk tonu, yaygın olarak kullanılan VITA Classic renk tonu kılavuzunda A, B, C veya D ile temsil edilir. Renk seçiminde en son değerlendirilen komponenttir (Powers ve Sakaguchi 2006).

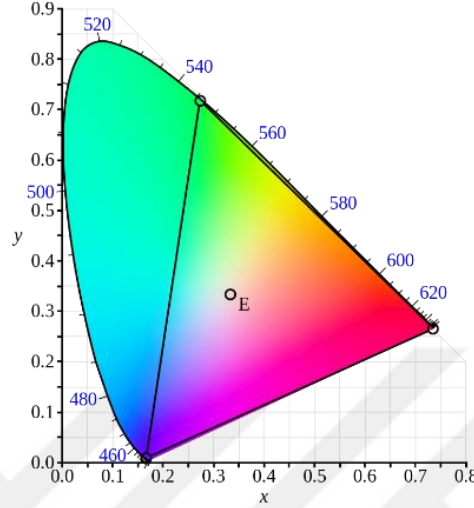
2.2.1.3. Chroma (doygunluk)

Gözlemlediğimiz kromatik parlaklığı, rengin içerdiği boya miktarını gösterir. Bu boyut, başlayacağımız temel rengin farklı seyreltmelerine bağlıdır. Kroma, renk tonunun doygunluğu, yoğunluğu veya gücüdür. Chroma ve value ters orantılıdır ve yatay düzlemde periferik gidildikçe chroma artar (Rasras, El ve ark. 2007).

2.2.2. CIE XYZ renk sistemi

Kendini alanlarda standardizasyona adanmış bir kuruluş olan International de l'Eclairage komisyonu (CIE) tarafından 1931'de geliştirilmiş ve insan görme sisteminin belirli bir renge nasıl tepki verdiğini temsil eden tristimulus değerinin hesaplanmasını

sağlamıştır. Açıkladığı ilk sisteme göre görme sistemindeki tüm renklerin kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi (Z) nin karışımından oluştuğunu belirtmiştir. Bu sistemin şekli “gamut” olarak adlandırılmaktadır (Hui 2006).



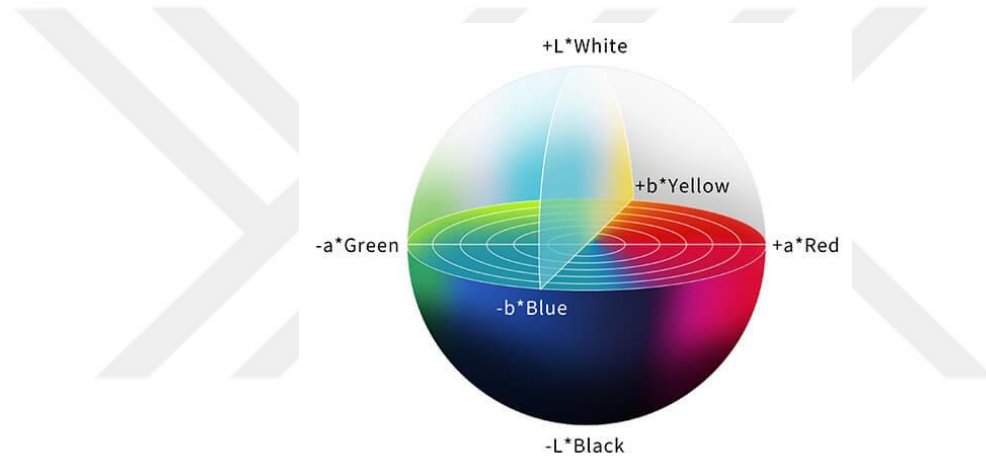
Şekil 10. CIE RGB Ana Renklerinin Gamı ve Ana Renklerin CIE 1931 xy Renklilik Diyagramındaki Konumu

2.2.3. CIE L*a*b renk sistemi

1976'da CIE, gözdeki üç ayrı renk reseptörüne dayalı olarak kabul edilen renk algısı teorisini destekleyen ve şu anda en popüler renk uzaylarından biri olan CIE L*a*b* adlı bir renk uzayını daha tanımladı. CIE renk alanı, eşit uzaklıkların eşit değerlere karşılık geldiği tekdüze bir renk alanını temsil eder. L*, a* ve b* eksenleri, bu sistemdeki üç boyutlu renk uzayında bulunmaktadır (İbraheem, Hasan ve ark. 2012). L* değeri, bir nesnenin parlaklığının bir ölçüsüdür ve mükemmel siyahın L* değeri 0 ve mükemmel beyazın değeri 100 olacak şekilde bir ölçekte ölçülür. a* değeri, kırmızılığın (pozitif a*) veya yeşilliğin (negatif a*) bir ölçüsüdür. b* değeri sarılık (pozitif b*) veya maviliğin (negatif b*) ölçüsüdür. a* ve b* koordinatları doğal renkler için sıfıra yaklaşır ve daha doygun veya yoğun renkler için büyüklük artar. Bu sisteminin avantajlarından biri de renk

farklılıklarının görsel algı ve klinik önemle ilişkilendirilebilecek birimlerle ifade edilebilmesidir (Plataniotis ve Venetsanopoulos 2000).

Bu renk sisteminde renk değişimi ölçümü matematiksel bir formülle hesaplanmaktadır. Bu formül $\Delta E = [(L1^* - L0^*)^2 + (a1^* - a0^*)^2 + (b1^* - b0^*)^2]^{1/2}$ şeklindedir. Materyaller üzerinde testler yapıldıktan sonra $\Delta E = 0$ olursa renk değişimi yoktur ve stabil kabul edilir. Eğer $\Delta E \leq 3,3$ ise görsel olarak renk değişiminin olmadığı sonucunu varılır ve klinik olarak kabul edilebilir (Yap, Tham ve ark. 2002, Barszczewska-Rybarek 2019).



Şekil 11. CIE L*a*b* renk modeli .

Tablo 2. Klinik Renk Eşleşmesi Tolerans Değerleri

Klinik renk eşleşmesi tolerans değerleri	
ΔE	Klinik renk durumu
0	Stabil
≤ 1	Renk değişikliği klinik olarak algılanamaz, %50 gözlemci tarafından tanımlanabilir.
1-2	Klinik olarak fark edilebilir.
2-3,7	Renk değişikliği klinik olarak kabul edilebilir, % 100 gözlemci tarafından tanımlanabilir.
$> 3,3$	Renk değişikliği klinik olarak kabul edilemez.

CIE L*a*b* sistemi ile spektrofotometre ve kalorimetreler ile renk ölçümü yapılabilmektedir (Miyasaka, Miura ve ark. 2008). Renk ölçümü yapılırken birçok faktör göz önünde bulundurulur. Bunlar kullanılan materyalin açıklığı, doygunluğu, tonu vs. olabildiği gibi göz algısı da önemli bir faktördür. CIE L*a*b* formülünde değişkenler

daha eşit değerlendirilirken 2000 yılında göz algısını etkileyen faktörlerin katsayısına göre belirleyip daha kabul edilebilir olan CIEDE2000 formülü kullanılmaya başlanmıştır (del Mar Pérez, Saleh ve ark. 2007).

Formül aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\sqrt{\Delta E_{00}} = \sqrt{((\Delta L' / K_{LSL})^2 + (\Delta C' / K_{CSC})^2 + (\Delta H' / K_{HSH})^2 + RT(\Delta C' / K_{CSC})^2 \times (\Delta H' / K_{HSH})^2)^{1/2}}$$

$$\Delta L = L_2' - L_1'$$

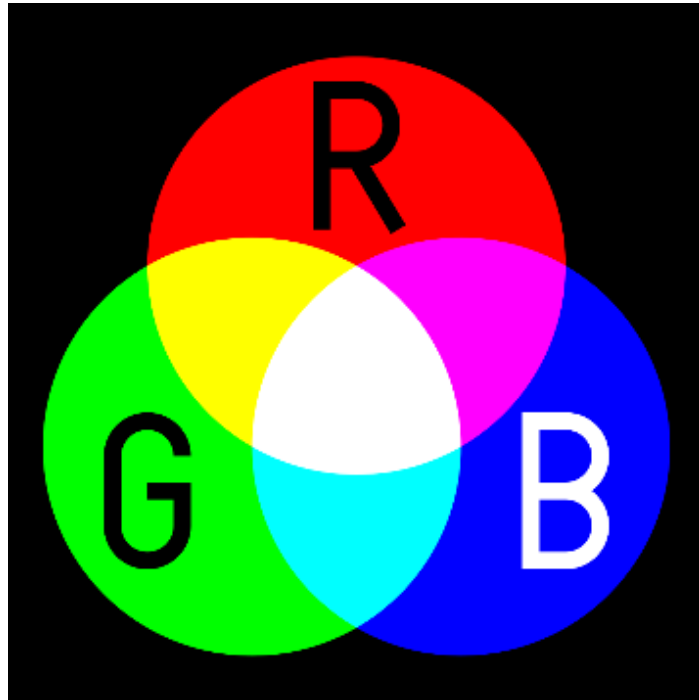
$$\Delta C = C_2' - C_1'$$

$$\Delta H = 2\sqrt{C_1' C_2'} \sin(\Delta h' / 2)$$

(del Mar Pérez, Saleh ve ark. 2007).

2.2.4. RGB renk sistemi

Ana renkler olan kırmızı, mavi ve yeşilin baş harfleri kullanılarak adlandırılan sistemdir. Bu üç ana renk eşit oranda karıştırıldığında saf beyaz elde edilmektedir. Parlaklık ve doygunluk değerleri açısından üç renk de 0-255 arasındadır (Plataniotis ve Venetsanopoulos 2000, Chu, Devigus ve ark. 2004).



Şekil 12. RGB renk sistemi

2.2.5. Diş hekimliğinde renk tespit yöntemleri

Araştırmacılar renk tespit etmeyi ışık kaynağı, nesne ve gözlemci gibi çeşitli etkilere dayanan subjektif bir prosedür olarak değerlendirmişlerdir. Altın standart olarak kabul edilen bir süreç olmasa da, diş hekimliğinde rengi değerlendirmek için görsel ve enstrümantal olmak üzere farklı yöntemler mevcuttur (Van der Burgt, Ten Bosch ve ark. 1990, Takatsui, Andrade ve ark. 2012).

Renk kılavuzlarını kullanarak renk iletişimi en çok paylaşılan tekniktir. Ancak bu yöntem, yaş, cinsiyet, gözlemcinin deneyimi, göz yorgunluğu ve ortam ışığına bağlı olduğundan subjektif olarak kabul edilmektedir (Gokce, Piskin ve ark. 2010). Görsel renk analizi dezavantajlarına rağmen iki materyal arasındaki küçük renk değişikliklerini bile kolayca ayırt edebilmektedir (Paul, Peter ve ark. 2002). Görsel renk analizlerinde Munsell renk sistemi kullanılmaktadır, sonuçlar CIE renk sistemine aktarılamaz. Çeşitli faktörlerden dolayı standardizasyon sağlanamaz. Skalalarda bulunan renkler doğal diş renklerinin tamamını içermemektedir (Keyf, Uzun ve ark. 2009). Bu anlamda enstrümantal yöntemler popülerlik kazanmıştır; ancak pahalıdırlar ve her zaman diş hekiminin elinde bulunamayabilirler (Öngül, Şermet ve ark. 2012, Suganya, Manimaran ve ark. 2020).

Enstrümantal yöntemler spektrofotometreleri, tarayıcıları, çapraz polarizasyon filtrelerini, dijital kameraları, spektrometreleri, kalorimetreleri ve akıllı telefonları içermektedir (Öngül, Şermet ve ark. 2012, Tabatabaian, Beyabanaki ve ark. 2021). Bu cihazlar, bir dedektör, sinyal düzenleyici ve verileri bir klinikte veya laboratuvarında kullanılabilir hale getirmek için sinyali işleyen bir yazılımdan oluşmaktadır (Brewer, Wee

ve ark. 2004). Spektrofotometrik renk ölçümleri, hem çekilen dişlerin hem de diş malzemelerinin rengini güvenilir bir şekilde ölçebilmektedir (Douglas ve Przybylska 1999).

2.2.5.1. Görsel renk kılavuzları

2.2.5.1.1. Vita classical renk kılavuzu

Renk tonuna bağlı olarak 16 sekme dört grup halinde ve kromaya karşılık gelen gruplar içinde düzenlenmiştir. Vita klasik renk tonu kılavuzunun bazı sınırlamaları olduğundan, Vita 3D-Master renk kılavuzu, piyasada bulunan renk şeritleri arasında en yaygın kullanılanıdır. Üstün ve standartlaştırılmış renk farklılıkları sağlamaktadır (Kalantari, Ghorashian ve ark. 2017).

2.2.5.1.2. Vita 3D-Master renk kılavuzu

Rengin parlaklığına göre beş gruba ayrılan 26 sekmeden oluşmaktadır. Harflerin önündeki rakamlar (1, 2, 3, 4 ve 5) grup numarasını ve parlaklık düzeyini temsil etmekte; daha düşük bir sayı daha yüksek bir parlaklığa işaret etmektedir. Grup numarasının altındaki sayılar (1, 1,5, 2, 2,5 ve 3) kroma düzeyini temsil etmekte; daha kromatik sekmeler daha büyük sayılarla gösterilmektedir. Üç beyazlık tonu (0M1, 0M2 ve 0M3) daha fazla açıklık, üç renk düzeyi ve orta renk tonunu gösterir ve gelişmiş parlaklık spektrumu ve ek kromatik sekmeler içermektedir (Corcodel, Rammelsberg ve ark. 2010).



Şekil 13. VITA 3D Master Renk Skalası .

2.2.5.1.3. Kromaskop

Kromaskop renk tonlarını tanımlamak için bir numaralandırma sistemi kullanır. Renk tonuna bağlı olarak gruplar halinde düzenlenir (100 = beyaz, 200 = sarı, 300 = turuncu, 400 = gri, 500 = kahverengi) ve kroma 10'dan 40'a çıktıkça gruplar içinde düzenlenir (Borse ve Chaware 2020).

2.2.5.2. Enstrümental renk kılavuzları

2.2.5.2.1. Kalorimetreler

Kalorimetre, insan gözünün algıladığı şekliyle rengi (ton, kroma ve parlaklık) ölçer. Rengi ancak sabit aydınlatma ve gözlemci koşulları altında tristimulus değerlerini ölçerek değerlendirilebilir. Işık kaynağı, entegre alan ve dedektör (üç veya dört filtre) temel optik unsurlardır. Kırmızı, mavi ve yeşil olmak üzere 3 filtreye sahiptir ve retinayı taklit edecek şekilde tasarlanmıştır (Sikri 2010). Küçük boyutlu olmaları, ağız içerisinde rahat kullanımı ve uygun maliyeti cihazın avantajları arasındadır (Paravina, Powers ve ark. 2001). Düşük ışık seviyesinde yetersiz ölçüm yapması, filtrelerinin sık değiştirilmesi, metamerizm ve translusenslik özelliğinin değerlendirilememesi cihazın dezavantajlarından (Müdüroğlu, ÇongaraKivrak ve ark. 2018).

2.2.5.2.2. Spektroradyometreler

Ölçüm sırasında hassasiyet gerektiren bu cihazlar ışık kaynaklarının spektral güç dağılımlarını ölçmektedirler. Yayılan ışığı projektör yardımıyla beyaz bir ekrana göndererek veya transparanlığı yansıtarak ölçümü gerçekleştirmektedirler. Ölçüm yapılan yüzeye temas etmediği için düz olmayan alanlarda da kullanılabilmesi ve rengin bütün formlarını ölçebilmesi avantajları arasındadır (Shahabi, Assadian ve ark. 2018).

2.2.5.2.3. Spektrofotometreler

Spektrofotometreler yüzey renklerini analiz etmek için en sık kullanılan cihazlardır. Renge veya daha spesifik olarak dalga boyuna göre yoğunluğu ölçebilen bir fotometredir. Optik elemanlar bir ışık kaynağı, monokromatör ve dedektörden oluşmaktadır. Genel olarak ışık kaynakları kırınımına uğramakta ve giriş yarığından ve test edilecek test örneğinden birkaç dalga boyu geçirilmektedir (Suganya, Manimaran ve ark. 2020). Farklı dalga boylarındaki ışık numune tarafından seçici olarak emilmektedir. Işık daha sonra çıkış yarığı adı verilen başka bir yarıktan geçer ve dedektöre çarpar. Dedektör, belirli bir dalga boyundaki ışığın yoğunluğunu bir elektrik sinyaline dönüştürür ve bu sinyal daha sonra güçlendirilir ve ekranda görüntülenir veya bir grafik üzerinde gösterilir. Çalışma prensibi, rengi değerlendirecek materyalden yansıyan ışığın, referans olarak kullanılan beyaz yüzeyden yansıyan ışığa oranının hesaplanmasıyla olmaktadır. Yansıma miktarının değerlendirilmesi ise (%R), materyalden geçmeden önceki ışık miktarının (I_0), materyalden geçen ışık miktarına (I) oranının hesaplanmasıyla yapılmaktadır (Ardu, Duc ve ark. 2017, Liebermann, Roos ve ark. 2017). Rengi doğru bir şekilde ölçmek için bir spektrofotometre kullanılması tavsiye edilir. Kısaca kalorimetreler genel olarak emilen ışık miktarını ölçer. Spektrofotometreler ise belirli bir dalga boyu tarafından emilen ışık

miktarını ölçer, çoklu sensör prensibiyle çalışıp metamerizmi ayırt edebilmektedir (Ballard, Metz ve ark. 2017).

Bu cihazlarda renk ölçümü CIE $L^*a^*b^*$ parametreleri kullanılarak yapılmaktadır. Ölçümün iyi bir şekilde yapılabilmesi için standart ışık ve beyaz arka plan kullanılmaktadır. L^* değeri parlaklığın ölçüsüdür ve “0” mutlak siyah “100” değeri ise mutlak beyazın karşılığıdır. “a” parametresi yeşil-kırmızı, “b” değeri ise sarı-mavinin kromatik koordinatlarıdır (Ardu, Duc ve ark. 2017, Liebermann, Roos ve ark. 2017). Spektrofotometrelerin avantajları tekrarlanabilir olması, ayrıntılı sonuç vermesi, canlı veya çekilmiş dişlerde kullanılmasıdır. Dezavantajları ise pahalı olması, çalışmanın biraz daha karmaşık olup in vivo alanlarda kullanım zorluğu olmasıdır (Trakyalı 2013).

SpectroShade Micro, spektrofotometrik ölçümleri dijital görüntülenmeyle birleştiren cihazlardır. Hem Munsell hem CIE $L^*a^*b^*$ sistemleriyle birlikte kullanılabilir. Yansımayı önlemek için polarize filtreler kullanılmaktadır ve bu polarize görüntüler kaydedilip bilgisayara aktarılabilir (Ristić ve Paravina 2009, Chu, Trushkowsky ve ark. 2010).

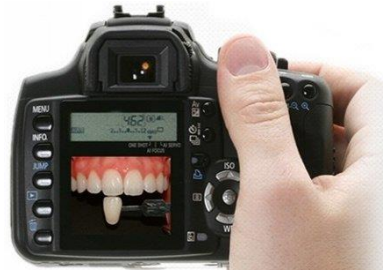


Şekil 14. Spektrofotometre

2.2.5.2.4. Dijital kamera ve görüntüleme sistemleri

Dijital fotoğraflar diş hekimliği kliniklerinde yaygın bir etkileşim aracıdır. Dijital fotoğraflar dişin net görüntülerini yakalayabilmektedir ve giderek tüm klinik prosedürü belgelemek için kullanılmaktadır. Tahmin edilebileceği gibi, görüntü kalitesi ve boyutları, aydınlatma koşulları, değerlendirilecek dişin pozisyonuna bağlı olarak tespit edilen renk değişikliği gösterebilir (Czigola, Roth ve ark. 2021). Kolay bir şekilde kalibre edilmeleri, diğer görüntüleme sistemlerine göre maliyetlerinin daha uygun olması ve kolay ulaşılabilirlikleri avantajları arasında sayılabilmektedir (Wee, Lindsey ve ark. 2006, Turgut ve Bağış 2012).

Dijital kameralar RGB renk sisteminin parametrelerine uygun olarak ölçüm yapmaktadır. Burada kullanılan dedektörler, CIE sistemindeki standart renk gözlemcisiyle aynı duyarlılıkta olmadığı için uygun bir şekilde kalibre edilmelidir (Paravina ve Powers 2004, Sarıkaya ve AU 2009). Photoshop programı, herhangi bir renk skalasına ihtiyaç duyulmadan optimum renk seçimini yapmayı amaçlamaktadır. Bu programda da CIE L*a*b* sistemi kullanılmaktadır (McLaren, Figueira ve ark. 2017).



Şekil 15. Digital Kameralar

2.3. Diş Hekimliğinde Yüzey Pürüzlülüğü

Bir materyalin yüzeyinde çeşitli faktörlere bağlı olarak oluşan düzensizlikler yüzey pürüzlülüğü olarak adlandırılmaktadır. Diş hekimliğinde de yapılan

restorasyonların bitirilmesi ve cilalanması, restore edilen dişlerin formu, fonksiyonu, estetiği ve uzun ömürlülüğü açısından çok önemlidir. Restorasyonların optimum fiziksel, mekanik, kimyasal ve estetik özelliklere sahip olmasındaki önemli faktörlerden biri yüzeyin pürüzlülük derecesinin düşük olmasıdır (Morgan 2004, Sakaguchi 2012). Yapılan çalışmalar sonucunda, restorasyonlarının yüzey pürüzlülüğünün 0,2 µm'den düşük olması plak retansiyonunu azaltmaktadır. Böylece tekrarlayan çürük oluşumu engellenmekte ve restorasyonun klinik ömrü uzamaktadır (Lainović, Vilotić ve ark. 2013). Pürüzsüz yüzeyler materyalin sürtünme katsayısını azalttığı için aşınma hızını da düşürmektedir (Tjan ve Chan 1989). Ayrıca bitim ve polisaj işlemleri restorasyonların kırılma direncini de arttırmaktadır (De Jager, Feilzer ve ark. 2000).

2.3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde optik veya mekanik sensörlü cihazlar kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi niteliksel yöntemler ve yüzey profil analizi (profilometre) gibi niceliksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bunlara ek olarak; yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, yakın zamanda keşfedilen atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile de yapılabilir (Kakaboura, Fragouli ve ark. 2007).

2.3.1.1. Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik olarak iki çeşittir.

2.3.1.1.1. Optik profilometreler

Yüzey topografyası üç boyutludur ve bu nedenle yüzeyin doğal karakteri optik profilometrelerle gösterilebilir (Kakaboura, Fragouli ve ark. 2007). Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzeyle mekanik temas yoktur ve optik ışınlar

kullanılarak tarama yapılmaktadır. Cihaz, yüzeyde belirlenen referans noktaları arasında belirli bir mesafede ölçüm yapmaktadır.

Cihazın optik işaretleri $100 \mu\text{m}^2$ 'lik alanda birkaç nanometrelik ölçüm sağlayabilmektedir. Yapılan çalışmalar, mekanik profilometrelerin yapılan polisaj işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğünü saptamada, optik profilometrelerin ise materyalin kendi karakteristik özelliklerinden kaynaklan pürüzlülüğü saptamada kullanıldığını göstermektedir (Joniot, Salomon ve ark. 2006).

2.3.1.1.2. Mekanik profilometreler

Mekanik profilometreler iki boyutlu ölçümler yapar ve boyutları numune yüzeyinden belirli bir sabit doğrusal uzaklıkta bulunan bir elmas nokta ile yüzeye temas ederken yüzeyi tarayarak çalışmaktadır. Sensör X eksenine doğrultusunda hareket eder ve makinenin dönüşüm sistemine göre dikey eksenindeki yükseklik farklarını hesaplamaktadır. Bu yüzden; çalışılan bölgenin yüzey paralelliği ve sensörün Y eksenine optimum şekilde ayarlanmalıdır. Mekanik profilometrelerin sensörleri elmas uç yardımıyla enine $20\text{--}50 \mu\text{m}$ çözünürlükte taranmaktadır.



Şekil 16. Optik Profilometre .

Yüzey boyunca oluşan girinti ve çıkıntıların hesaplanan değerleri etkilememesi için farklı açılardan ölçüm yapılmalıdır (Heintze, Forjanic ve ark. 2006). Mekanik profilometrelerin değerleri dijital ve analog donanım ve yazılım kullanarak kaydedebilir (Jefferies 1998). Bu değerler arasında;

R_a ; belirli bir ölçüm mesafesindeki bütün yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinlik) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını belirtir,

R_{maks} ; belirli bir mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arasındaki mesafedir,

R_z ; Belirli bir mesafede birbirini takip eden maksimum 5 yükseklik ve derinliğin ortalamasını belirtir .

2.3.1.2. Tarayıcı elektron mikroskobu(SEM)

SEM, çok ince ($10\mu\text{m}$) elektron ışınının incelenen yüzeyde bir noktadan diğerine hareket etmesi ilkesiyle çalışmaktadır. SEM, bir yüzeyde oluşan ve incelenebilecek çizik ve bozulmaların olduğu durumlarda en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Fakat; yüzey topografyasının tanımında bazı sınırlamalar vardır ve üç boyutlu yüzey özelliği gösterilememektedir (Kakaboura, Fragouli ve ark. 2007). Elektronların incelenecek materyal üzerinde hareket edebilmesi için iletken bir malzemeyle kaplanması gerekmektedir. Bu nedenle materyalin 200-1000 nm kalınlığında Altın (Au) ve Palladyumla (Pd) ile kaplanmaktadır (ERGÜN, hekimliği Fakültesi ve ark. 2006).



Şekil 17. Tarayıcı Elektron Mikroskobu

2.3.1.3. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

AFM, diş hekimliğinde son yıllarda oldukça popülerlik kazanmış bir tekniktir. Çalışma prensibinde numune yüzeyi çok ince bir kaldıraç (nokta) aracılığıyla taranmaktadır. AFM tekniğinde kullanılan nokta genellikle 40–60 nm çapındadır ve AFM noktası yüzeyi tararken, AFM nokta ve yüzey arasındaki etkileşimi kaydetmektedir. 3 boyutlu ölçüm yapabilmesi ve materyale kaplama gibi özel bir işlem gerektirmemesi avantajları arasındadır. Ancak düşük tarama hızı, örnek sayısının az olması ve undercutları tespit edememesi olumsuz özelliklerindedir (Gadegaard 2006).



Şekil 18. Atomik Kuvvet Mikroskobu

2.4. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri

Ağız içerisinde oluşan farklı sıcaklıklar, çiğneme kuvvetleri, çeşitli kimyasal ataklar diş ile restorasyon arasında marjinal bütünlüğün bozulmasına neden olmaktadır. bunun sonucunda yapılan restorasyonun klinik ömrü kısalmaktadır. Materyallerin ağız içerisinde maruz kaldıkları kimyasal, termal ve mekanik değişiklikleri stimüle etmek amacıyla termal siklus, suda bekletme, asitli ve renkli gıdalarda bekletme veya mekanik yükleme yapılabilmektedir (Bedran-de-Castro, Pereira ve ark. 2004, Hung, Chiang ve ark. 2011).

2.4.1. Termal siklus ile yaşlandırma

En sık olarak kullanılan bu yöntemde ağız içerisindeki termal ve fizyolojik durumu taklit etmek amacıyla örnekler farklı sıcaklıklardaki suda belirli bir süre boyunca bekletilmektedir. Termal siklus süreleri 10, 15, 30, 60 ve 120 saniye olabilir. Sıcak suyun etkisiyle yeterince polimerize olmayan kompozitlerde rezin oligomerlerin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda restoratif materyalin termal büzülme ve genişleme katsayısı dişe oranla daha yüksek olursa restorasyon-diş ara yüzeyinde uyumsuzluklara ve mikro sızıntıya sebep olabilmektedir (Gale ve Darvell 1999). Uluslararası Standardizasyon örgütü (ISO) 2003' te termal siklus sıcaklık değerini 5-

55°C, döngü sayısını ise 500 olarak belirlemiştir. Sonuç olarak materyalin bu sistemde 1000 sıklusa maruz bırakılması ağız ortamındaki 1 yıla karşılık gelmektedir (Gale ve Darvell 1999).



Şekil 19. Termal Siklus Cihazı

2.4.2. Otoklavda yaşlandırma

30 dakikalık yaşlandırmanın yaklaşık 1 yıla, 1 saatlik yaşlandırmanın ise yaklaşık 2 yıla denk geldiği bu uygulamada cam kaplardaki örnekler 134°C’ de 200 kPa’lık basınçta bekletilmektedir (Rafael, Cesar ve ark. 2018).

2.4.3. Suda bekletme ile yaşlandırma

Örneklerin 37°C’de sıvıda farklı sürelerde bekletilmesi de bir yaşlandırma örneğidir. Yapılan çalışmalarda bağlanma dayanımının azaldığı görülmüştür (De Munck, Van Landuyt ve ark. 2005).

3. YÖNTEM

Bu in vitro tez çalışmasında bukalemun etkisi gösteren kompozitlerin, farklı polisaj teknikleri ve yaşlandırma yöntemleri kullanıldıktan sonra yüzey pürüzlülüğünün ve renk değişiminin değerlendirilmesi amaçlandı. Bu çalışmanın tüm deney aşamaları Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Çalışmaya Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje destekli 2023/24 kayıt numaralı proje olarak başlanmıştır.

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu tez çalışmasında 4 farklı kompozit, 3 farklı polisaj tekniği ve 3 farklı yaşlandırma yöntemi kullanılmıştır.

3.1.1. Çalışmada kullanılan kompozit rezinler

Tek renkli monoshade üniversal kompozit sistemlerinden

- 1-) Essentia Üniversal Shade (GC Corp.)
- 2-) Omnichroma (Tokuyama)
- 3-) Optishade (Kerr) ve kontrol grubu olarak supra- nano dolduruculu kompozitlerden
- 4-) Estelite Sigma Quick (Tokuyama) kullanılmıştır.



Şekil 20. Çalışmada Kullanılan Kompozit Materyaller

Tablo 3. Çalışmada kullanılan kompozit materyaller

Materyaller	Materyal Tipi	Organik Matriks Birleşimi	Doldurucu Oran	Üretici Firma
Essentia Universal Shade	Mikrohibrid	Üretan dimetakrilat (UDMA), Bis-MEPP, Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA ön polimerize edilmiş dolgu maddeleri, baryum cam, füme silika	Ağırlıkça 81%	GC Corp., Tokyo, Japan
Omnichroma	Suprananofil	260 nm küresel SiO ₂ -ZrO ₂ , Üretan dimetakrilat (UDMA), TEGDMA	Ağırlıkça %79	Tokuyama Dental Corp, Tokyo, Japan
Optishade	Nanohibrid	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, Baryum cam doldurucu, silika, ve iterbiyum triflorid	Ağırlıkça % 81,5	Kerr, Scafaty, Italy
Estelite Sigma Quick	Supra-nano dolduruculu	Bis-GMA TEGDMA	Ağırlıkça % 82.0	Tokuyama Dental, Tokyo, Japan

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Polisaj Sistemleri

Kontrol grubu olarak sarı kuşak alev uçlu frezle pürüzlendirme işlemi yapıldı.

Polisajda kullanılan diğer yöntemler ise:

- 1-) Onegloss (Shofu) Tek Aşamalı Kompozit Cila Seti
- 2-) Opti1Step™ Tek Aşamalı Polisaj Sistemi

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Polisaj Teknikleri

Materyal	Tip	İçerik	Üretici
OneGloss	Cup Midi-Pt. IC	Alüminyum Oksit	Shofu INC, Japan
Opti1Step™	Flame, glass, disc	Elmas ve silikon karbür parçacıkları, silikon dioksit matrisi	Kerr, Orange, CA, USA



Şekil 21. Çalışmada Kullanılan Polisaj Sistemleri (Onegloss)



Şekil 22. Çalışmada kullanılan polisaj sistemleri (Opti1step)

3.1.3. Çalışmada kullanılan yaşlandırma yöntemleri

- 1-) Yapay Tükürük
- 2-) Kola
- 3-) Kahve



Şekil 23. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Kahve)



Şekil 24. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Kola)



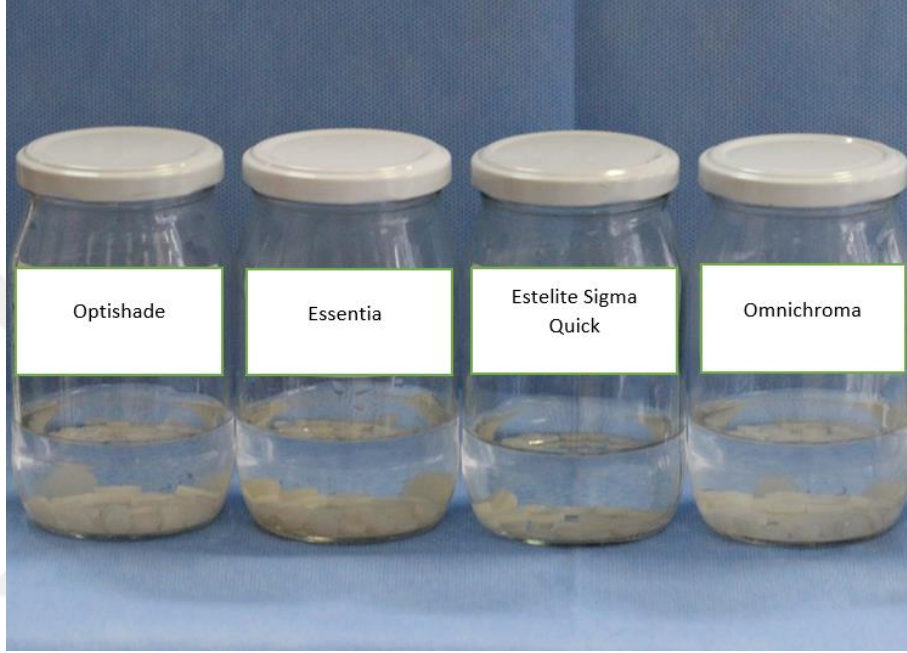
Şekil 25. Çalışmada Kullanılan Yaşlandırma Yöntemleri(Yapay tükürük)

3.2. Örneklerin Hazırlanması

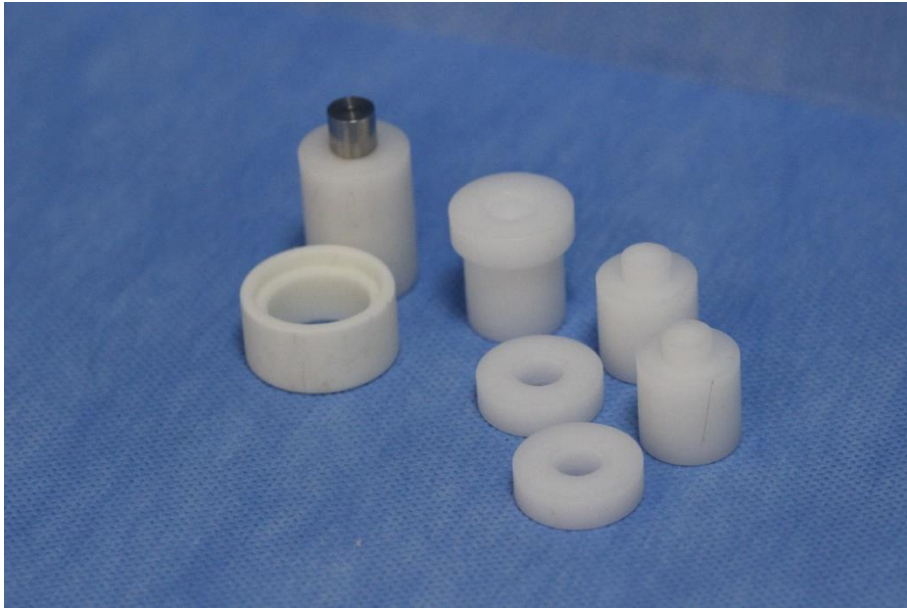
Materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişimlerini değerlendirmek amacıyla disk şeklinde 288 kompozit örnek hazırlandı. Bu kompozit örneklerin hazırlanmasında 8 mm çapında 2 mm kalınlığında teflon kalıplar kullanıldı (n=8). Çalışmada tepilebilir kompozitler kullanıldığı için kalıp içerisine el aletleri yardımıyla kondanse edilerek yerleştirildi. Kondenzasyon sırasında oluşturulan basınç sayesinde fazla kompozitin kalıp dışarısında çıkması sağlandı. Hem düzgün yüzey oluşturmak hem de oksijen inhibisyon tabakasının oluşumunu önlemek amacıyla üst yüzey üzerine şeffaf matris bandı ve bu bandın üzerine de bir mikroskop lamı yerleştirildi. Restoratif materyallerin polimerizasyonu için bir LED ışık cihazı (Valo; Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, ABD) kullanıldı. Işık ucu örneklerin yüzeyine dik gelecek şekilde yerleştirildi ve tüm örneklere 20 sn boyunca standart mesafeden polimerizasyon uygulandı. Böylece her kompozit türünden 72 örnek elde edilmiştir. Örnekler yüzey pürüzlülüğü ve hava kabarcığı açısından değerlendirildi ve 24 saat boyunca 37 °C sıcaklıkta distile su içerisinde bekletildi. Yaşlandırılan örneklerin her birinin yüzey

pürüzlülüğü ve renk ölçümleri tekrar değerlendirildi. Örnekler uygulanacak olan polisaj yöntemlerine

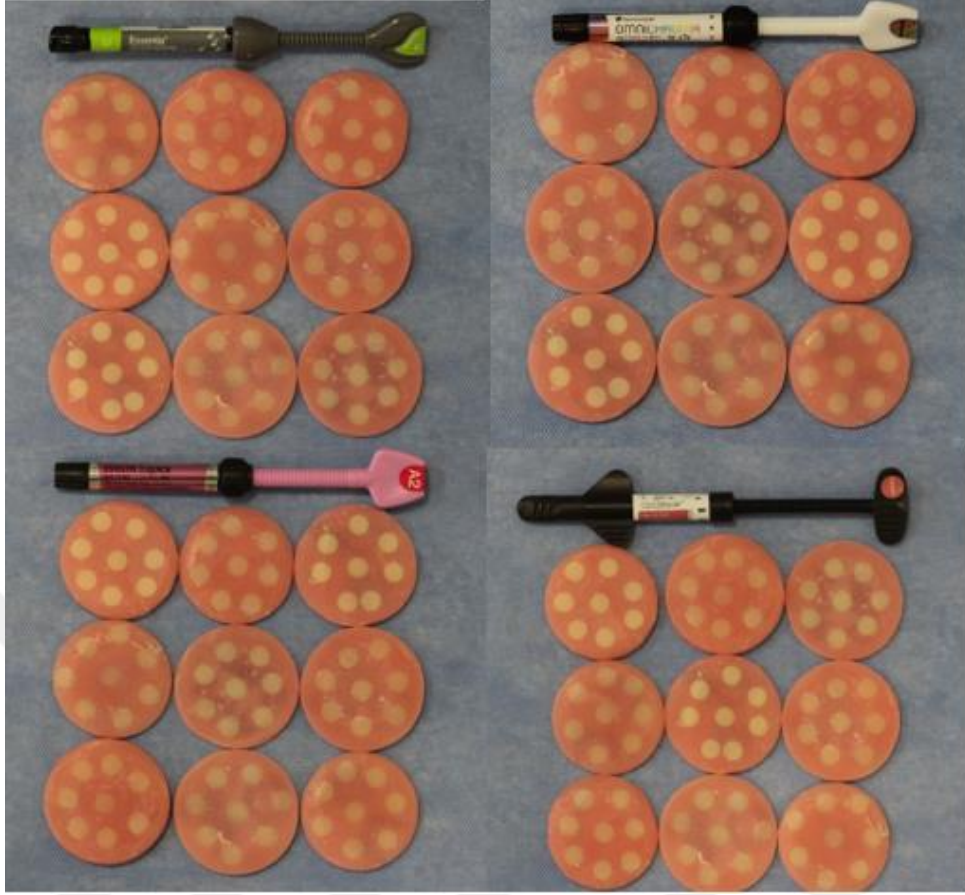
(N=288) ve içerisinde bekletileceği solüsyonlara göre (yapay tükürük, kola, kahve) göre alt gruplara ayrıldı (n=8).



Şekil 26. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Şablonlar



Şekil 27. Hazırlanan Örneklerin Distile Suda Bekletilmesi



Şekil 28. Akrilik İçerisine Gömülen Kompozit Diskler



Şekil 29. Çalışmada Kullanılan Işık Cihazı

Tablo 5. Çalışma Grupları ve Alt Grupları

Essentia Universal Shade			Omnichroma			Optishade Universal Kompozit			Estelite Sigma Quick Kompozit		
Kontrol Grubu	One Gloss	Opti One Step	Kontrol Grubu	One Gloss	Opti One Step	Kontrol Grubu	One Gloss	Opti One Step	Kontrol Grubu	One Gloss	Opti One Step
Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük	Yapay Tükürük
Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve	Kahve
Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola	Kola

3.3. Örneklere Polisaj Uygulaması

Hazırlanan örneklerin bir kısmı sadece sarı kuşak alev uçlu frezle pürüzlendirilerek kontrol grubu yapıldı. Kalan örneklerin bir kısmı Onegloss (Shofu) bir kısmı da Opti1Step (Kerr) ile polisaj işlemine tabi tutuldu. Bu polisaj sistemlerinin hepsi aynı kullanıcı tarafından akan su altında, düz bir zemin üzerinde 10.000 rpm'de 45 saniye boyunca polisaj işlemi uygulandı. Yapılan işlemlerden sonra örnekler, 10 saniye boyunca su ile yıkandı ve 5 saniye boyunca havayla kurutulduktan sonra etüvde 24 saat boyunca 37 °C sıcaklıkta bekletildi.

3.4. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Ölçümleri

Örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda profilometre cihazı (Surtronic 25, Taylor Hobson, Leicester, UK) ve Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'ndeki SEM görüntüleme cihazı (Tescan Mira3 Xmu) kullanıldı. Örneklerin her birinde polisaj ve solüsyonlarda yaşlandırma aşamasından öncesi ve sonrası olmak üzere ikişer ölçüm yapıldı. Yüzey pürüzlülük değerleri (Ra); aralık (range): 100 µm, değerlendirme uzunluğu (evaluation length): 1.25 mm, kesme uzunluğu (cut-

off): 0.25 mm olarak cihaz her ölçüm öncesi kalibre edilerek elde edildi (ÇELİK, SAĞSÖZ ve ark. 2017). Pürüzlülük ölçümlerinde örnek yüzeylerinin 3 farklı noktadan ölçüm yapılarak ortalama Ra değerleri kaydedildi.

3.5. Renk Değişimi Ölçümü

Renk ölçümleri spektrofotometre cihazı (EasyShade, MHT Optic Research, İsviçre) kullanılarak beyaz bir zemin üzerinde yapıldı. Renk değerleri CIE LAB sisteminde her bir örnek için ayrı ayrı kaydedildi. Her örneğin başlangıç ölçümleri ve polisaj ve renklendirici solüsyonlarda bekletme sonrası renk ölçümleri 3'er kez yapılarak ortalama L*, a* ve b* değerleri kaydedildi. Başlangıç renk ölçüm değerlerinin ortalamaları L0*, a0* ve b0* olarak ve ikinci renk ölçüm değerlerinin ortalamaları ise L1*, a1* ve b1* olarak kaydedildi. Renk değişimi ΔE aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı (DUVAL, RÉGNIER ve ark. 2001)

$$\Delta E^* = [(L1^* - L0^*)^2 + (a1^* - a0^*)^2 + (b1^* - b0^*)^2]^{1/2}$$

Bu çalışmada kullanılan yapay tükürük, Almqvist ve Lagerlöf'ün formülüne göre Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Biyokimya laboratuvarında hazırlandı. 1.0 mM CaCl₂, 2.0 mM KH₂PO₄, 50 mM potasyum klorür (KCl) tartıldı, ayrı kaplarda distile su ile çözüldü, içerisine koruyucu amaçlı %0.01 NaN₃ ilave edildi, 1 L'lik beherde birleştirilip, hacim 900 ml'ye tamamlandı. 1 M KOH ile pH'sı 7'ye ayarlandı, 1 L'lik ölçü kabında hacim 1L'ye tamamlandı (Almqvist ve Lagerlöf 1993)

Renklendirici içecek olarak kullanılan kahve (Nescafe Gold granül kahve) ve hem asitli hem renklendirici özellik taşıyan kola (Coca-cola) 20 ml ölçüğünde hazırlandı. Örnekler yapay tükürük, kahve ve kola içerisinde 48 saat boyunca üstleri kapalı olacak şekilde bekletildi. Hazırlanan solüsyonlar 24 saatte bir yenilendi. Solüsyondan çıkarılan

örnekler 30 saniye boyunca akan su altında yıkandı ve sonrasında kurutuldu. Bu süreç; restoratif materyallerin asitli içeceklere 1 sene boyunca günde 2 dakika maruz kalma süresine denk gelmektedir (El-Badrawy, McComb ve ark. 1993).

3.6. İstatistiksel Analiz

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapıldı. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama±standart sapma şeklinde verildi. Kompozit, polisaj ve yaşlandırmanın ΔE üzerinde etkisini incelerken üç yönlü varyans analizinden, aynı faktörlerin yüzey pürüzlülükleri üzerinde etkisi incelendiğinde tekrarlı ölçümlerde dört yönlü varyans analizinden yararlandı. p değerleri 0.05'ten küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılımı kullanıldı (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp).

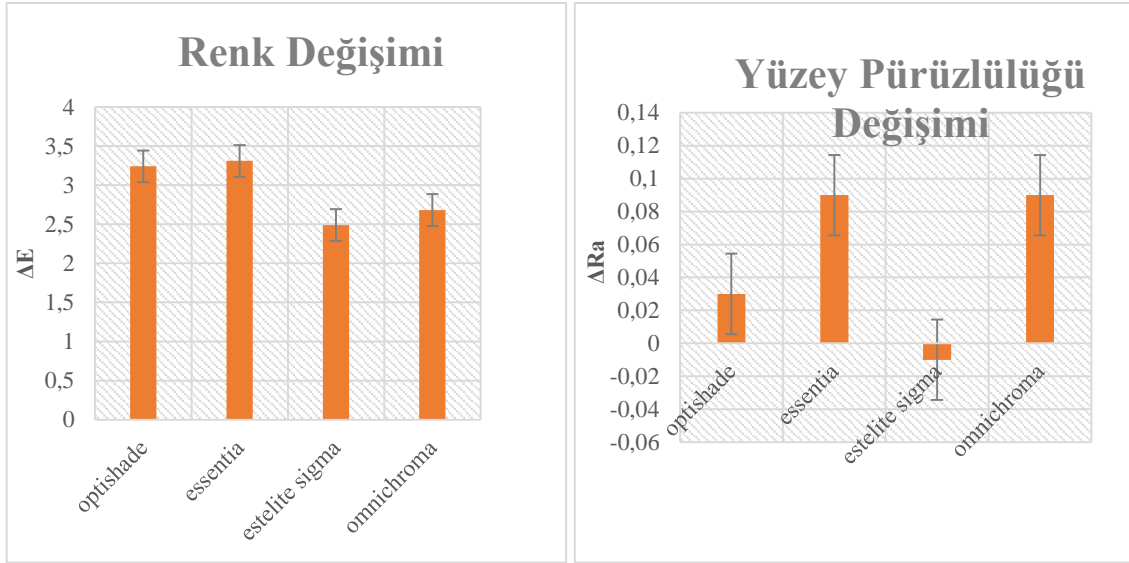
4. BULGULAR

Bu çalışmada 4 farklı restoratif materyal kullanılmaktadır ve biri kontrol grubu olmak üzere diğerleri bu kalemün etkisine sahiptir. Bu restoratif materyallerin farklı polisaj yöntemlerine maruz bırakılması ve farklı solüsyonlarda yaşlandırılması sonucu değişen oranlarda hem renk hem de pürüzlülük değişimi gösterdiği ve bu değerler arasında anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p < 0.05$).

En az renk değişimi Estelite Sigma Quick grubunda gözlenirken ($\Delta E = 2,494$), en fazla renk değişimi Essentia grubunda ($\Delta E = 3,317$) gözlemlendi. Yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilecek olursa en fazla yüzey pürüzlülüğü değişimi Essentia kompozit grubunda ($\Delta Ra = 0,1$), en az yüzey pürüzlülüğü değişimi ise Estelite Sigma Quick ($\Delta Ra = -0,01$) grubunda izlendi.

Tablo 6. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ve Renk Değişimi Açısından Kompozit Materyal Gruplarının, Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

	Kompozit	n	Ortalama	ss	p değeri
Renk Değişimi	Optishade	72	3,245 ^a	0,118	<0,05
	Essentia	72	3,317 ^a	0,118	
	Estelite Sigma	72	2,494 ^b	0,118	
	Omnichroma	72	2,685 ^b	0,118	
Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi	Optishade	72	0,034 ^{ab}	0,023	<0,05
	Essentia	72	0,099 ^a	0,023	
	Estelite Sigma	72	-0,014 ^b	0,023	
	Omnichroma	72	0,098 ^{ab}	0,024	

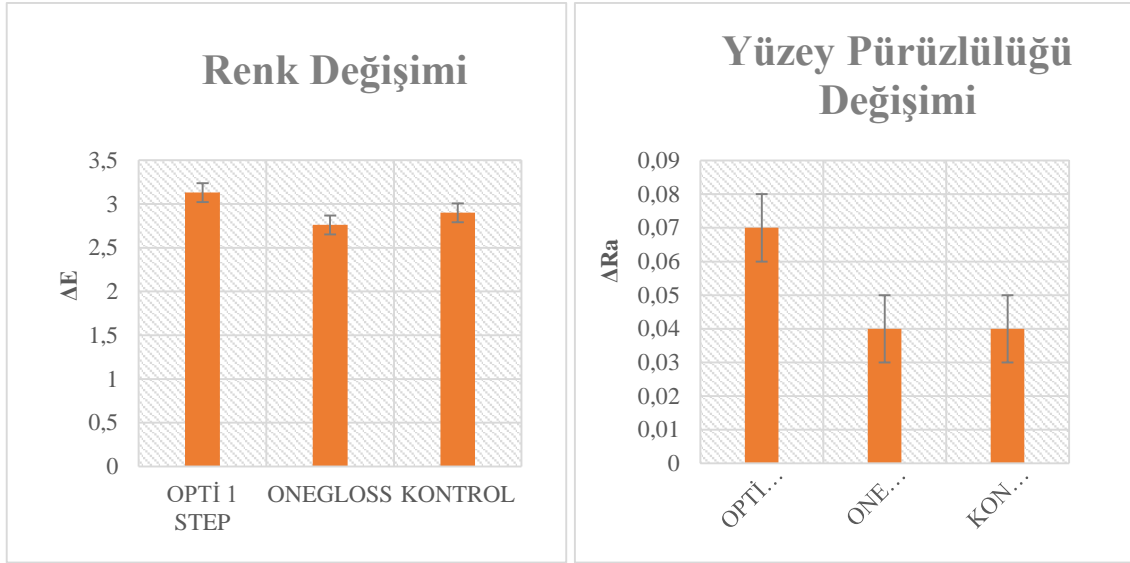


Şekil 30. Resin Kompozitlerin Renk ve Yüzey Pürüzlülük Değişim Değerleri

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, kullandığımız polisaj yöntemlerinin renk değişimi üzerinde anlamlı etkisinin olduğu belirlenirken ($p < 0,05$), yüzey pürüzlülüğü değişimi üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$). Yapay tükürük, kahve ve kolada bekletme sonrasında en az renk değişimi Onegloss ($\Delta E = 2,77$) grubunda gözlenirken, en fazla renk değişimi Opti1 step' te gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ise en az kontrol ($\Delta Ra = 0,043$) grubunda, en fazla ise Opti1 step ($\Delta Ra = 0,072$) ' te gözlenmiştir.

Tablo 7. Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi ve Renk Değişimi Açısından Polisaj Yöntemlerinin Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

	Polisaj	n	Ortalama	ss	p değeri
Renk Değişimi	Opti1 Step	96	3,138 ^a	0,102	<0,05
	Onegloss	96	2,765 ^b	0,102	
	Kontrol	96	2,902 ^{ab}	0,102	
Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi	Opti1 Step	96	0,072 ^a	0,020	>0,05
	Onegloss	96	0,047 ^a	0,020	
	Kontrol	96	0,043 ^a	0,020	

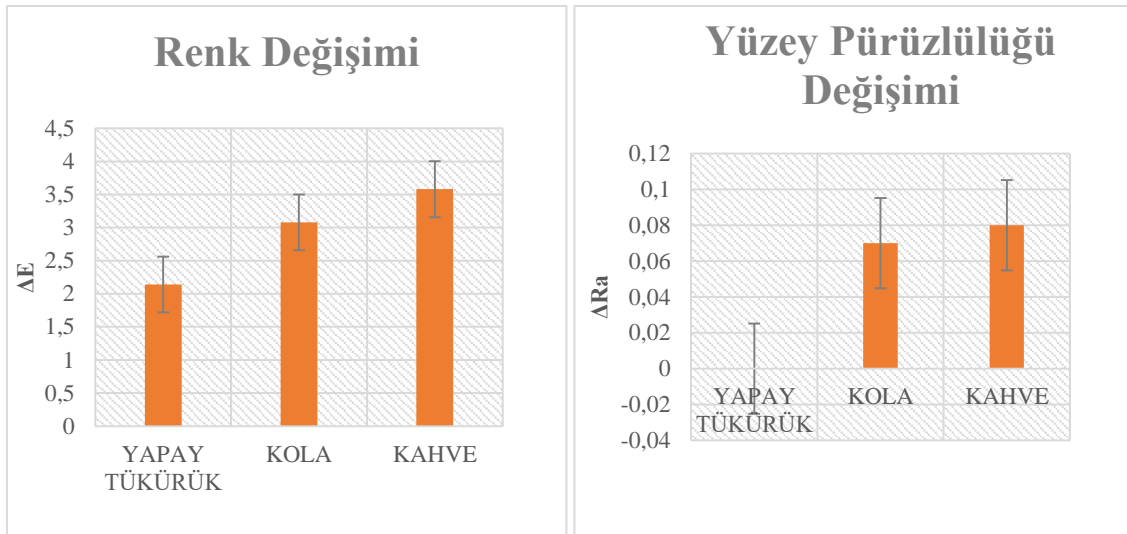


Şekil 31. Polisaj Yöntemlerinin Renk ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri

Yapay tükürük, kola ve kahvede bekletme sonrasında kullanılan yaşlandırma tekniğinin renk ve pürüzlülük değişimleri üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Renk değişimi en fazla kahvede ($\Delta E = 3,585$) gözlenirken, en az yapay tükürükte ($\Delta E = 2,141$) gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülük değişimi ise en fazla kahvede ($\Delta Ra = 0,089$), en az ise yapay tükürükte ($\Delta Ra = 0,04$) gözlenmiştir.

Tablo 8. Renk Değişimi ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Açısından Yaşlandırma İşlemleri Sonrası Renk Değişiminin Gruplar Arası Üç Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

	Yaşlandırma	n	Ortalama	ss	p değeri
Renk Değişimi	Yapay Tükürük	96	2,141 ^a	0,102	<0,05
	Kola	96	3,080 ^b	0,102	
	Kahve	96	3,585 ^c	0,102	
Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi	Yapay Tükürük	96	0,004 ^a	0,020	<0,05
	Kola	96	0,070 ^{ab}	0,020	
	Kahve	96	0,089 ^b	0,020	



Şekil 32. Yaşlandırma Yöntemlerinin Renk ve Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri

4.1. Grupların Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi

Yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonucunda elde edilen ΔRa değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Bonferroni testiyle değerlendirilmiş ve dağılımın normal olduğu görülmüştür.

İstatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü üzerine dolgu maddeleri, yaşlandırma teknikleri, kompozit-polisaj etkileşimi, kompozit –yaşlandırma, polisaj-yaşlandırma ve kompozit- polisaj- yaşlandırma etkileşiminin anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür ($p=0.00$). Polisaj tekniklerinin ($p=0,55$) ise anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 9. Anova Tablosu- Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları Açısından Gruplar Arasında 3 Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	Tip III Kareler		Kareler		
	Toplamı	df	Ortalaması	f	p
Kompozit	,649	3	,216	5,500	,001
Polisaj	,047	2	,023	,591	,555
Yaşlandırma	,381	2	,190	4,839	,009
Kompozit * Polisaj	6,821	6	1,137	28,883	,000
Kompozit * Yaşlandırma	2,448	6	,408	10,367	,000
Polisaj * Yaşlandırma	1,122	4	,280	7,124	,000
Kompozit * Polisaj * Yaşlandırma	1,518	12	,127	3,215	0.000

a. R Kare = ,568 (Düzeltilmiş R kare = ,508)

4.1.1. Yapay Tükürük Grubu

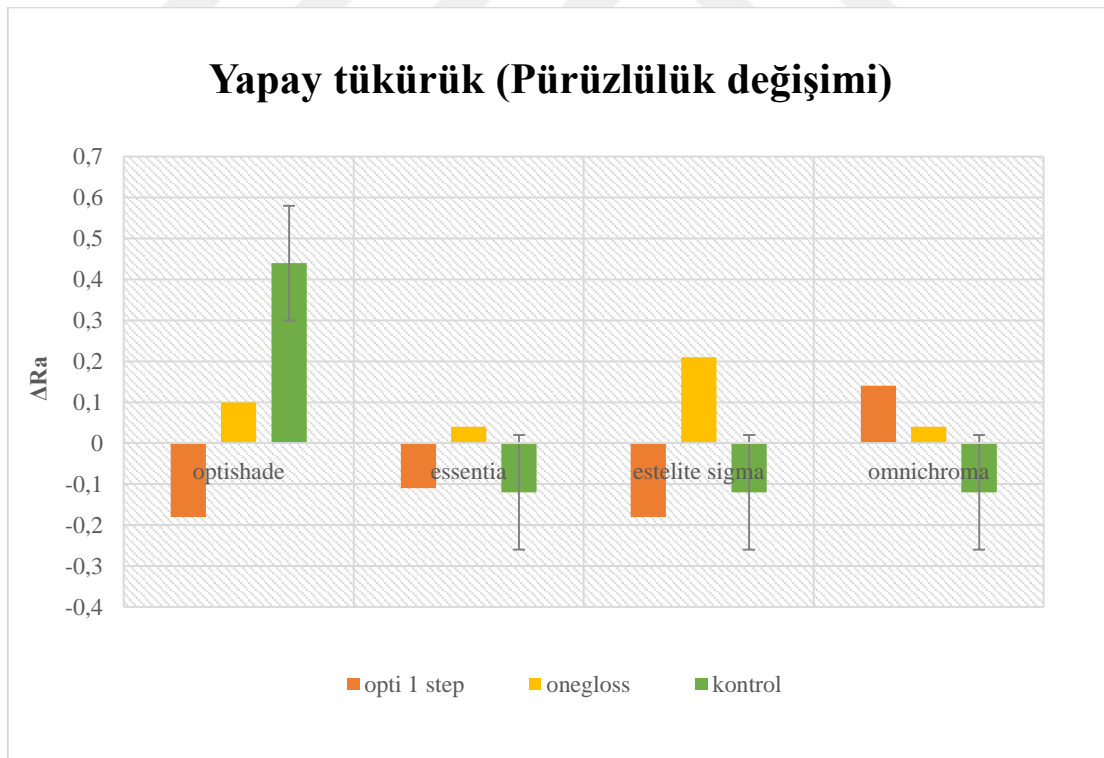
Farklı yöntemlerle polisaj yapılan ve yapay tükürükte bekletilen kompozit grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değişimleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo 10. da gösterilmiştir.

Tablo 10. Yapay Tükürükte Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar

		Optishade	Essentia	Estelite Sigma	Omnichroma	P Değeri
Yapay Tükürük	opti1 step	-0,18±0,09 ^(A,a)	-0,11±0,13 ^(AB,a)	-0,18±0,17 ^(A,a)	0,14±0,1 ^(B,a)	0.004
	onegloss	0,1±0,2 ^(A,b)	0,04±0,21 ^(A,a)	0,21±0,19 ^(A,b)	0,04±0,12 ^(A,ab)	0.079
	kontrol	0,44±0,22 ^(A,c)	-0,12±0,13 ^(B,a)	-0,12±0,22 ^(B,a)	-0,12±0,17 ^(B,b)	0.000
P Değeri		0.000	0.676	0.000	0.034	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



Şekil 33. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve yapay tükürükte bekletilmiş kompozitler arasında en yüksek pürüzlülük değişimi Kontrol - Optishade (0,44 μm), en düşük pürüzlülük değişimi ise Onegloss – Omnichroma (0,04 μm) grupları arasında gözlenmiştir. Kullanılan polisaj yöntemlerinin pürüzlülük değişimine etkisi değerlendirildiğinde Optilstep ile bitirilen ve yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişimi Essentia (-0,11 μm) grubunda görüldü ve Optishade (-0,18 μm) ve Estelite Sigma (-0,18 μm) ile arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$).

Onegloss ile polisaj yapıp yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişimi Essentia grubunda görüldü ve Optishade (0,1 μm), Estelite Sigma (0,21 μm) ve Omnichroma (0,04 μm) arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek pürüzlülük değişimi ise Estelite sigma (0,21 μm) grubunda görüldü.

Kontrol grubuyla polisaj yapıp yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en yüksek pürüzlülük değişimi Optishade (0,44 μm) grubunda görüldü ve diğer kompozitler arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

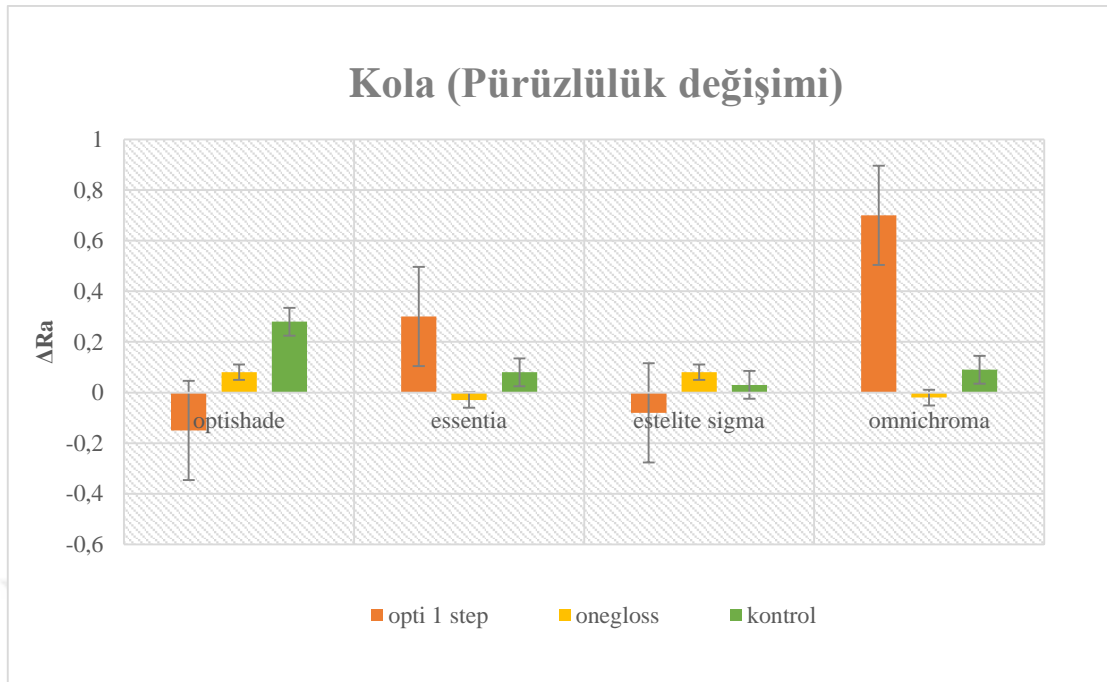
4.1.2. Kola Grubu

Tablo 11. Kolada Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.

		Optishade	Essentia	Estelite Sigma	Omnichroma	P Değeri
Kola	optil step	-0,15±0,2 ^(A,a)	0,3±0,21 ^(C,a)	-0,08±0,15 ^(A,a)	0,7±0,12 ^(B,a)	0,00
	onegloss	0,08±0,17 ^(A,a)	-0,03±0,16 ^(A,b)	0,08±0,24 ^(A,a)	-0,02±0,2 ^(A,b)	0,42
	kontrol	0,28±0,17 ^(A,b)	0,08±0,23 ^(B,b)	0,03±0,28 ^(AB,a)	0,09±0,21 ^(B,b)	0,00
P Değeri		0,00	0,00	0,24	0,00	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



Şekil 34. Kolada Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve kolada bekletilmiş kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Omnichroma- Onegloss grubunda ($-0,02 \mu\text{m}$), en yüksek ise Omnichroma- Opti1Step grubunda ($0,7 \mu\text{m}$) gözlemlendi.

Kullanılan polisaj yöntemlerinin pürüzlülük değişimine etkisi değerlendirildiğinde, Opti1step ile bitirilen ve kolada bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişimi Estelite Sigma grubuna ($-0,08 \mu\text{m}$) aitti ve Optishade grubuyla ($0,08$) anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Essentia ($0,3 \mu\text{m}$) ve Omnichroma ($0,7 \mu\text{m}$) ile ise anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek pürüzlülük değişimi Omnichroma grubunda ($0,7 \mu\text{m}$) gözlemlendi ve diğer gruplar arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

Onegloss ile polisaj yapıp kolada bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Omnichroma grubunda ($-0,02 \mu\text{m}$) gözlemlendi ve diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek pürüzlülük değişim değeri ise Estelite Sigma grubunda ($0,08 \mu\text{m}$) gözlemlendi.

Kontrol grubu olup kolada bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Estelite Sigma grubunda ($0,03 \mu\text{m}$) gözlemlendi ve Essentia ($0,08 \mu\text{m}$) ve Estelite sigma ($0,03 \mu\text{m}$) grupları arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Optishade ($0,28 \mu\text{m}$) grubuyla ise en yüksek pürüzlülük değişim değeri gözlemlendi ve anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

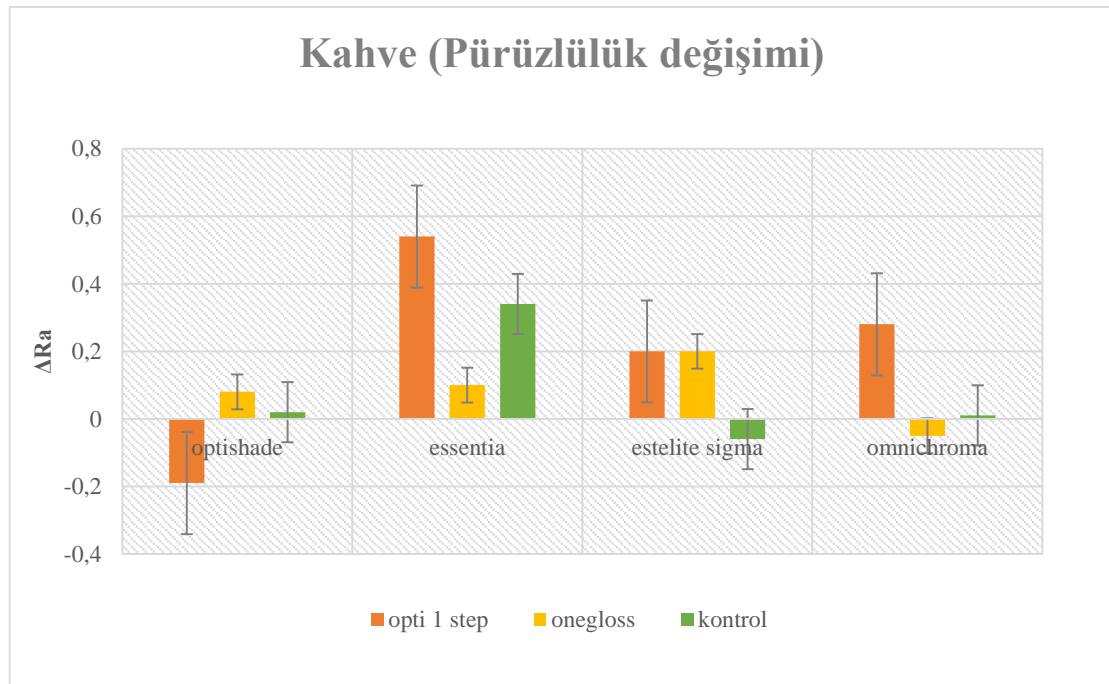
4.1.3. Kahve Grubu

Tablo 12. Kahvede Bekletilen Restoratif Materyal Grupları İçin Yüzey Pürüzlülüğü Ortalamaları (Ra), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar

		Optishade	Essentia	Estelite sigma	Omnichroma	P değeri
Kahve	opti 1 step	$-0,19 \pm 0,18$ (A,a)	$0,54 \pm 0,11$ (B,a)	$0,2 \pm 0,08$ (A,a)	$0,28 \pm 0,21$ (C,a)	0.00
	onegloss	$0,08 \pm 0,22$ (A,b)	$0,1 \pm 0,3$ (A,b)	$0,2 \pm 0,17$ (A,b)	$-0,05 \pm 0,15$ (A,b)	0.09
	kontrol	$0,02 \pm 0,18$ (A,ab)	$0,34 \pm 0,43$ (B,a)	$-0,06 \pm 0,2$ (A,a)	$0,01 \pm 0,23$ (A,b)	0.00
P Değeri		0.01	0.00	0.00	0.00	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



Şekil 35. Kahvede Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Yüzey Pürüzlülüğü Değişim Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve kahvede bekletilmiş kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Omnichroma– Kontrol grubu (- 0,01 μm), en yüksek pürüzlülük değeri ise Essentia- Opti1step (0,54 μm) grubunda gözlendi.

Kullanılan polisaj yöntemlerinin pürüzlülük değişimine etkisi değerlendirildiğinde Opti1step ile bitirilen ve kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Optishade grubunda (-0,19 μm) gözlendi ve Estelite sigma (0,2 μm) ile arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Essentia (0,54 μm) ve Omnichroma (0,28 μm) ile arasında ise anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek pürüzlülük değişimi Essentia (0,54 μm) grubunda gözlendi ve diğer kompozitlerle arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

Onegloss ile bitirilen ve kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Omnichroma grubunda (- 0,05 μm) gözlendi ve diğer kompozitler arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek pürüzlülük değişim değeri ise Estelite sigma grubunda (0,2 μm) gözlendi ve diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı ($p < 0,05$).

Kontrol grubu olan ve kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük pürüzlülük değişim değeri Omnichroma grubunda (0,01 μm) gözlendi ve Essentia grubu (0,34 μm) ile anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Optishade (0,02 μm) ve Estelite Sigma (- 0,06 μm) ile arasında ise anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek pürüzlülük değeri ise Essentia grubunda (0,34 μm) gözlendi ve diğer gruplar ile arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

Tablo 13. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre Pürüzlülük Değerleri

Kompozit	Yaşlandırma	Polisaj							
		1 Optil step		2 Onegloss		3 Kontrol		Total	
		Yüze1	Yüze2	Yüze1	Yüze2	Yüze1	Yüze2	Yüze1	Yüze2
1 Optishade	1 Yapay tükürük	1,28±0,13	1,11±0,19	0,85±0,12	0,95±0,28	0,47±0,1	0,91±0,25	0,87±0,36	0,99±0,25
	2 Kola	0,95±0,27	0,8±0,25	1,03±0,1	0,95±0,23	0,73±0,15	1,01±0,19	0,9±0,22	0,92±0,23
	3 Kahve	1,04±0,29	0,85±0,18	0,84±0,1	0,92±0,28	0,86±0,16	0,88±0,22	0,91±0,21	0,88±0,22
	Total	1,09±0,27	0,92±0,24	0,91±0,14	0,94±0,25	0,69±0,21	0,93±0,22	0,89±0,27	0,93±0,24
2 Essentia	1 Yapay tükürük	1,08±0,08	0,97±0,16	0,91±0,12	0,87±0,15	1,01±0,26	0,88±0,33	1±0,18	0,91±0,23
	2 Kola	0,63±0,18	0,92±0,13	0,84±0,11	0,81±0,18	0,88±0,18	0,8±0,29	0,78±0,19	0,84±0,22
	3 Kahve	0,67±0,06	1,21±0,1	0,64±0,14	0,74±0,22	0,79±0,32	1,13±0,48	0,7±0,21	1,03±0,36
	Total	0,79±0,24	1,03±0,18	0,8±0,16	0,81±0,19	0,89±0,26	0,93±0,39	0,83±0,23	0,92±0,28
3 Estelite sigma	1 Yapay tükürük	1±0,18	0,83±0,29	0,65±0,18	0,86±0,14	0,53±0,14	0,41±0,12	0,73±0,26	0,7±0,28
	2 Kola	1,09±0,09	1±0,1	0,57±0,15	0,64±0,24	0,6±0,19	0,63±0,31	0,75±0,28	0,76±0,28
	3 Kahve	0,77±0,12	0,57±0,13	0,55±0,06	0,75±0,21	0,57±0,12	0,51±0,16	0,63±0,14	0,61±0,19
	Total	0,95±0,19	0,8±0,26	0,59±0,14	0,75±0,21	0,57±0,15	0,51±0,22	0,7±0,24	0,69±0,26
4 Omnicroma	1 Yapay tükürük	0,21±0,08	0,35±0,09	0,64±0,12	0,68±0,17	0,71±0,13	0,59±0,11	0,52±0,25	0,54±0,19
	2 Kola	0,16±0,06	0,86±0,09	0,94±0,15	0,92±0,16	0,64±0,11	0,55±0,15	0,58±0,35	0,78±0,21
	3 Kahve	0,44±0,14	0,72±0,12	0,77±0,06	0,72±0,12	0,45±0,13	0,46±0,23	0,55±0,19	0,63±0,2
	Total	0,27±0,15	0,64±0,24	0,78±0,17	0,77±0,18	0,6±0,17	0,53±0,17	0,55±0,27	0,65±0,22
Total	1 Yapay tükürük	0,89±0,43	0,81±0,35	0,76±0,18	0,84±0,21	0,68±0,26	0,7±0,3	0,78±0,32	0,78±0,29
	2 Kola	0,71±0,4	0,9±0,17	0,84±0,22	0,83±0,23	0,72±0,19	0,75±0,29	0,76±0,29	0,83±0,24
	3 Kahve	0,73±0,28	0,84±0,27	0,7±0,15	0,78±0,22	0,66±0,25	0,74±0,4	0,7±0,23	0,79±0,31
	Total	0,78±0,38	0,85±0,27	0,77±0,19	0,82±0,22	0,69±0,24	0,73±0,33	0,74±0,28	0,8±0,28

4.2. Grupların Renk Değişimi Açısından Değerlendirilmesi

Renk değişimi ölçüm sonucunda elde edilen ΔE değerlerinin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testiyle değerlendirilmiş ve dağılımın normal olduğu görülmüştür.

İstatistiksel değerlendirme sonucunda, kompozit rezinler, polisaj yöntemleri ve bekletme solüsyonlarının renk değişimi üzerinde hem ayrı ayrı hem de birlikte etkileşimlerinin önemli etkisi olduğu görüldü ($p < 0,05$).

Tablo 14. Anova Tablosu- Renk Değişimi Sonuçları Açısından Gruplar Arasında 3 Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Faktör	Tip III Kareler		Kareler		Anlamlılık
	Toplamı	df	Ortalaması	f	
Kompozit	35,921	3	11,974	11,962	,000
Polisaj	6,820	2	3,410	3,407	,035
Yaşlandırma	103,167	2	51,583	51,533	,000
Kompozit * Polisaj	39,779	6	6,630	6,623	,000
Kompozit * Yaşlandırma	57,302	6	9,550	9,541	,000
Polisaj * Yaşlandırma	66,781	4	16,695	16,679	,000
Kompozit * Polisaj * Yaşlandırma	70,663	12	5,889	5,883	,000

a. R Kare = ,601 (Düzeltilmiş R Kare = ,546)

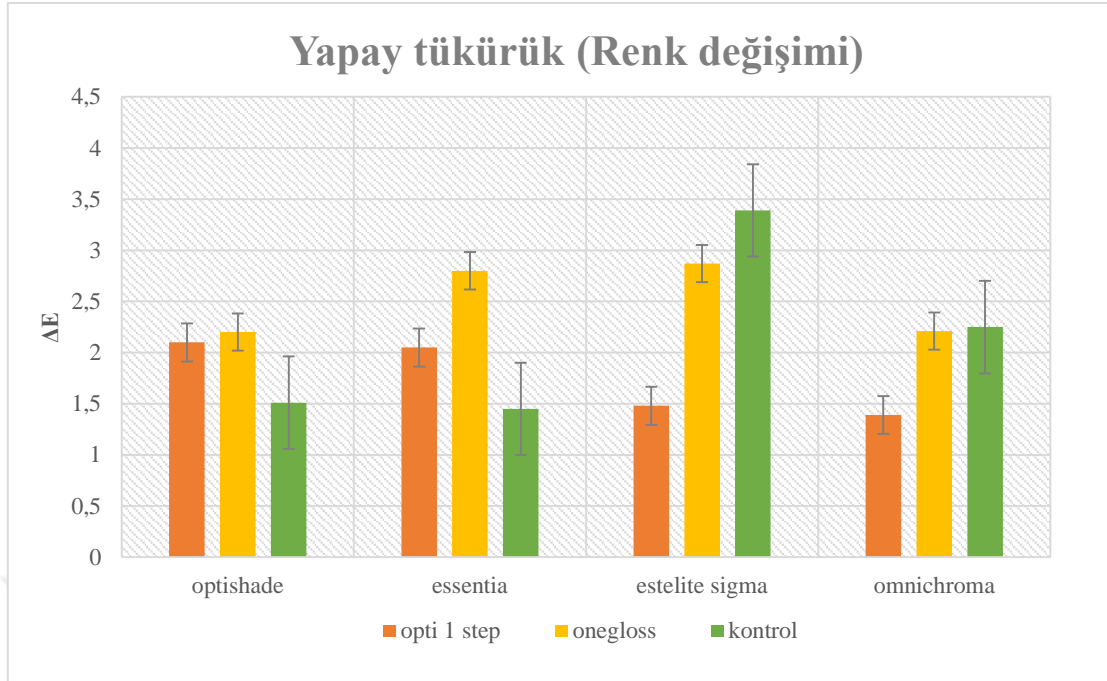
4.2.1. Yapay Tükürük Grubu

Tablo 15. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.

		Optishade	Essentia	Estelite sigma	Omnichroma	P değeri
Yapay Tükürük	opti1 step	2,1±0,86 ^(A,a)	2,05±1,25 ^(A,ab)	1,48±0,76 ^(A,a)	1,39±0,53 ^(A,a)	0.34
	onegloss	2,2±0,56 ^(A,a)	2,8±0,59 ^(A,a)	2,87±0,72 ^(A,b)	2,21±1,41 ^(A,a)	0.35
	kontrol	1,51±0,62 ^(A,a)	1,45±0,4 ^(A,b)	3,39±0,59 ^(B,b)	2,25±0,8 ^(AB,a)	0.00
P Değeri		0.33	0.02	0.00	0.15	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



Şekil 36. Yapay Tükürükte Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişim Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve yapay tükürükte bekletilmiş kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnichroma- Opti 1 Step grubunda ($\Delta E= 1,39$) gözlenirken en yüksek renk değişimi değeri ise Estelite sigma- kontrol grubunda ($\Delta E= 3,39$) gözlemlendi.

Kullanılan polisaj yöntemlerinin renk değişimine etkisi değerlendirildiğinde Opti1steple bitirilen ve yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnichroma grubunda ($\Delta E= 1,39$) gözlemlendi ve diğer kompozitler arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Optishade grubunda ($\Delta E= 2,1$) gözlemlendi ve diğer kompozitler arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$).

Onegloss ile bitirilen ve yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en yüksek renk değişimi değeri Estelite sigma grubunda ($\Delta E= 2,87$) gözlemlendi ve diğer kompozitlerle arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En düşük renk değişimi değeri

ise Optishade grubunda ($\Delta E= 2,20$) gözlemlendi ve diğer kompozitlerle arasında anlamlı fark bulunamadı ($p> 0,05$).

Kontrol grubu olan ve yapay tükürükte bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Essentia grubunda ($\Delta E= 1,45$) gözlemlendi ve Optishade ($\Delta E= 1,51$) ve Omnichroma ($\Delta E= 2,25$) ile arasında anlamlı fark bulunamadı ($p> 0,05$). Estelite sigma ($\Delta E= 3,39$) ile arasında ise anlamlı fark gözlemlendi ($p< 0,05$).

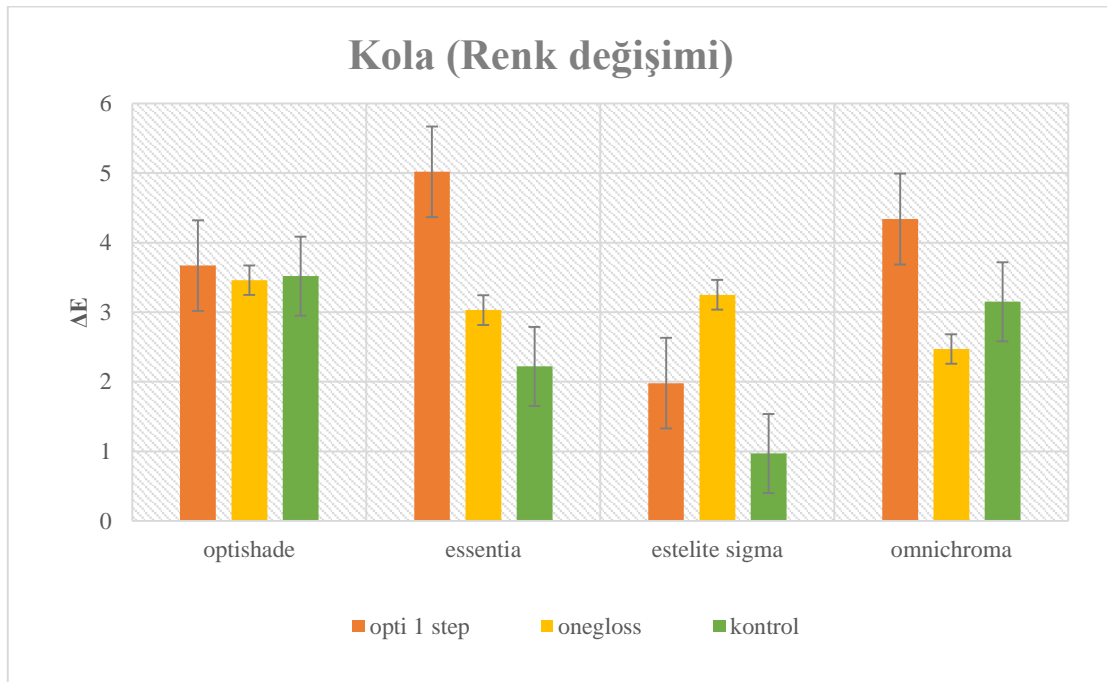
4.2.2. Kola Grubu

Tablo 16. Kolada Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.

		Optishade	Essentia	Estelite sigma	Omnichroma	P değeri
Kola	opti 1 step	3,67±1,07 ^(A,a)	5,02±1,25 ^(B,a)	1,98±0,57 ^(C,a)	4,34±1,12 ^(AB,a)	0.00
	onegloss	3,46±1,74 ^(A,a)	3,03±0,74 ^(A,b)	3,25±0,59 ^(A,b)	2,47±0,85 ^(A,b)	0.22
	kontrol	3,52±0,81 ^(AC,a)	2,22±0,65 ^(BC,b)	0,97±0,78 ^(B,a)	3,15±0,58 ^(C,ab)	0.00
P Değeri		0.91	0.00	0.00	0.00	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



Şekil 37. Kolada Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişimi Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve kolada bekletilmiş kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Estelite sigma- Kontrol grubunda ($\Delta E= 0,97$) gözlemlendi. En yüksek renk değişimi değeri ise Essentia –Opti1step grubunda ($\Delta E= 5,02$) gözlemlendi.

Opti1Step ile bitirilen ve kolada bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Estelite Sigma grubunda ($\Delta E= 1,98$) gözlemlendi ve Optishade ($\Delta E= 3,67$), Essentia ($\Delta E= 5,02$) ve Omnicroma ($\Delta E= 4,34$) ile anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Essentia grubunda ($\Delta E= 5,02$) gözlemlendi.

Onegloss ile bitirilen ve kolada bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnicroma grubunda ($\Delta E= 2,47$) gözlemlendi ve diğer gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Optishade grubunda ($\Delta E= 3,46$) gözlemlendi.

Kontrol grubu olan ve kolada bekletilen kompozitler arasında Estelite sigma grubunda ($\Delta E= 0,97$) gözlemlendi ve Essentia ($\Delta E= 2,22$) ile arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Optishade ($\Delta E= 3,52$) ve Omnicroma ($\Delta E= 3,15$) ile arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Optishade grubunda ($\Delta E= 3,52$) gözlemlendi.

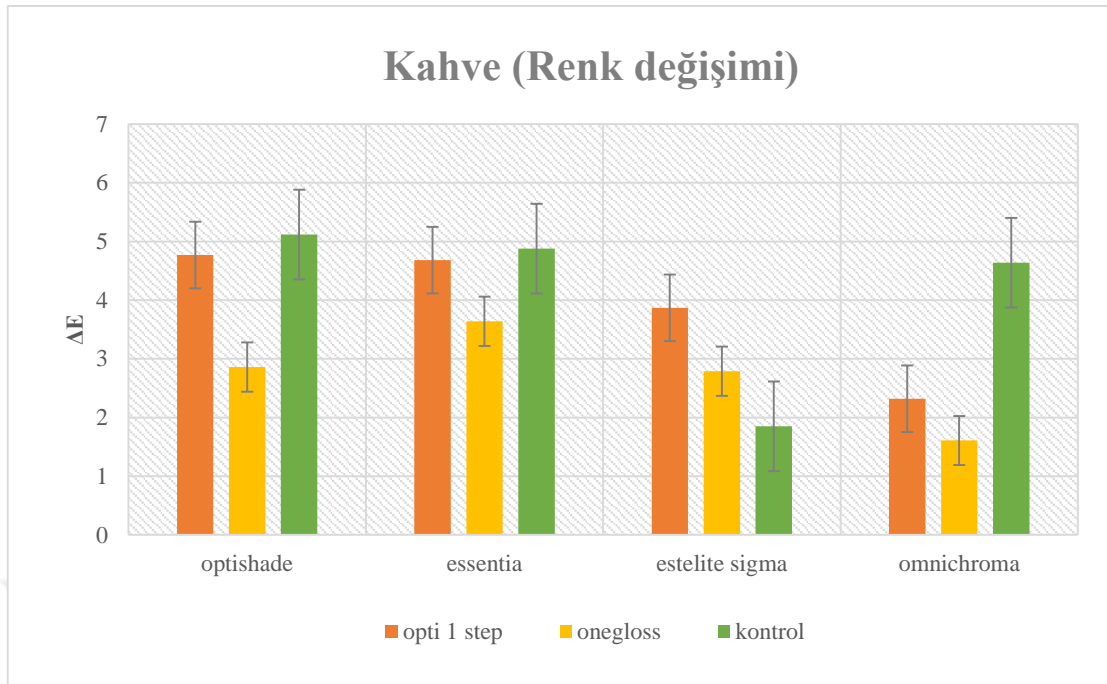
4.2.3. Kahve Grubu

Tablo 17. Kahvede Bekletilen Kompozit Grupları İçin Renk Değişimi (ΔE^*), Standart Sapmaları (SS) ve Bonferroni Testi Sonuçlarına Göre Gruplar Arası Farklılıklar.

		Optishade	Essentia	Estelite Sigma	Omnichroma	P değeri
Kahve	opti1 step	4,77±0,44 ^(A,a)	4,68±0,93 ^(A,ab)	3,87±0,33 ^(A,a)	2,32±1,3 ^(B,a)	0.00
	onegloss	2,86±0,74 ^(AB,b)	3,64±0,75 ^(A,a)	2,79±0,41 ^(AB,ab)	1,61±0,47 ^(B,b)	0.00
	kontrol	5,12±2,43 ^(A,a)	4,88±2,34 ^(A,b)	1,85±0,87 ^(B,b)	4,64±0,66 ^(A,a)	0.00
P Değeri		0.00	0.03	0.00	0.00	

*Aynı üst indis istatistiksel anlamsızlığı ifade etmektedir.

*Küçük harf indisleri sütun boyunca; büyük harf indisleri satırlar boyunca olan farkları göstermektedir.



şekil 38. Kahvede Bekletilen Kompozitlerin Polisaj Yöntemlerine Göre Renk Değişimi Değerleri

Farklı polisaj yöntemleri uygulanmış ve kahvede bekletilmiş kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnichroma- Onegloss grubunda ($\Delta E = 1,61$) gözlemlendi. En yüksek renk değişimi değeri ise Optishade- Kontrol grubunda ($\Delta E = 5,12$) gözlemlendi.

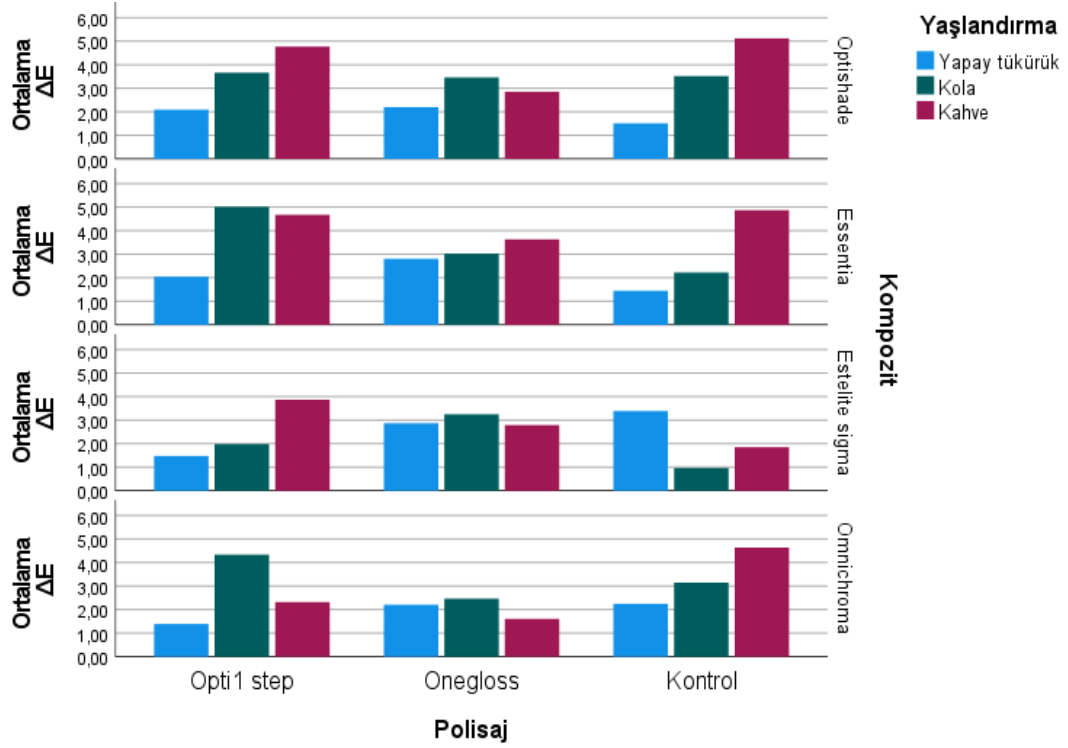
Opti1step ile bitirilip kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnichroma grubunda ($\Delta E = 2,32$) gözlemlendi ve Optishade ($\Delta E = 4,77$), Essentia ($\Delta E = 4,68$) ve Estelite sigma ($\Delta E = 3,87$) ile anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Optishade grubunda ($\Delta E = 4,77$) gözlemlendi ve Omnichroma ($\Delta E = 2,32$) ile arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$)

Onegloss ile bitirilen ve kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değişimi değeri Omnichroma grubunda ($\Delta E = 1,61$) gözlemlendi ve Optishade ($\Delta E = 2,86$) ve Estelite sigma ($\Delta E = 2,79$) ile anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). Essentia ($\Delta E = 3,64$) ile arasında ise anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek renk değişimi değeri ise Essentia grubunda ($\Delta E = 3,64$) gözlemlendi.

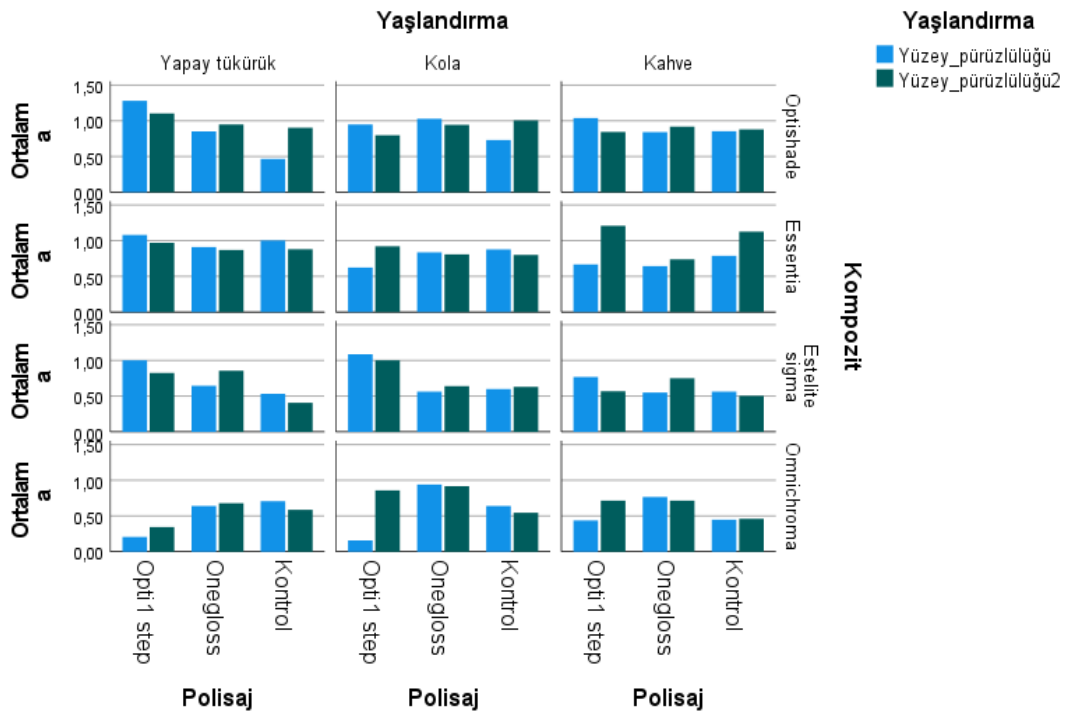
Kontrol grubu olan ve kahvede bekletilen kompozitler arasında en düşük renk değışimi değeri Estelite sigma grubunda ($\Delta E = 1,85$) gözlemlendi ve Optishade ($\Delta E = 5,12$), Essentia ($\Delta E = 4,88$) ve Omnicroma ($\Delta E = 4,64$) ile arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). En yüksek renk değışimi değeri ise Optishade grubunda ($\Delta E = 5,12$) gözlemlendi.

Tablo 18. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırılmaya Göre ΔE Değeri

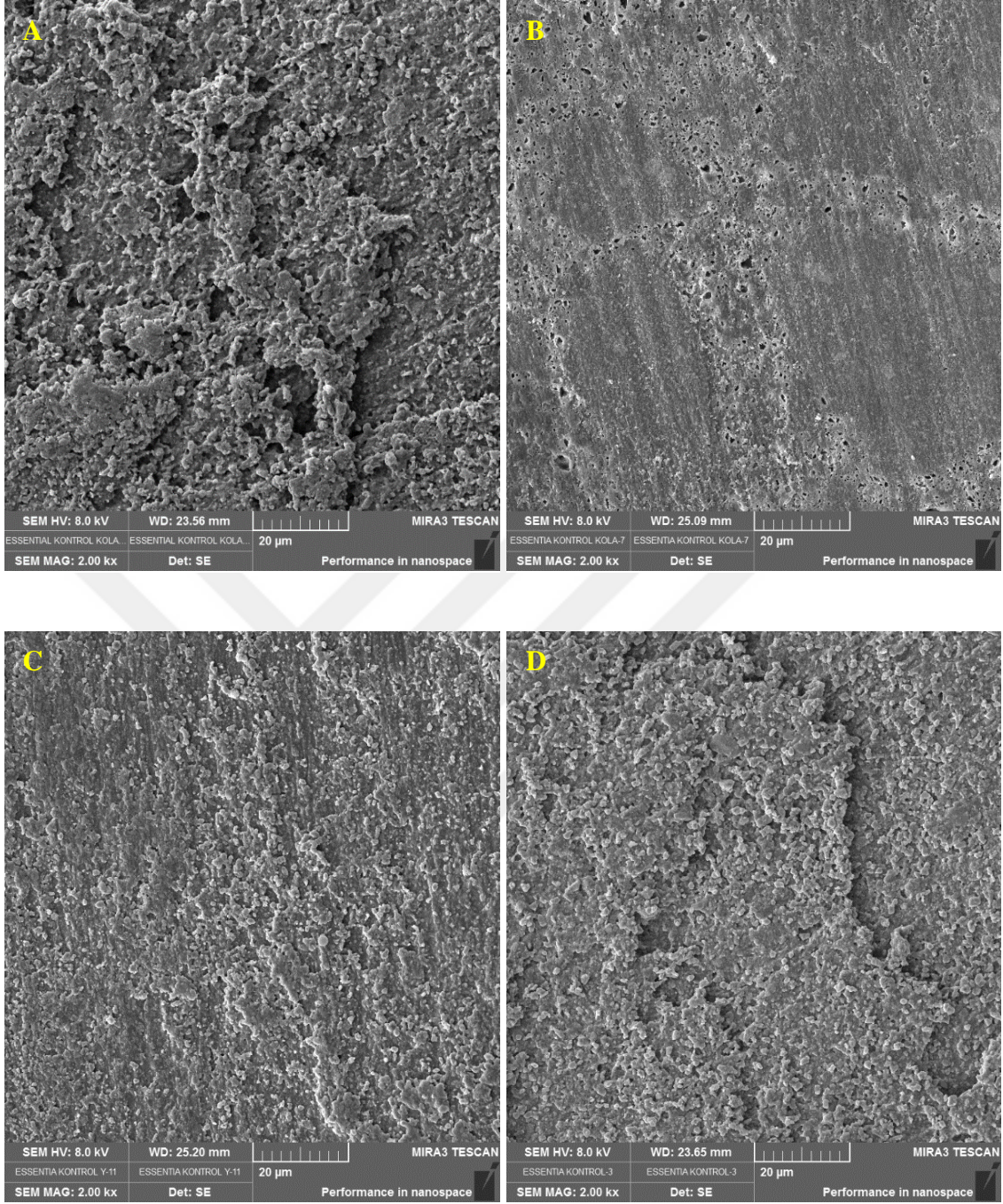
Kompozit	Yaşlandırma	Polisaj			
		1 Opti1 step	2 Onegloss	3 Kontrol	Total
		ΔE	ΔE	ΔE	ΔE
1 Optishade	1 Yapay tükürük	2,1±0,86 (A,a,x)	2,2±0,56 (A,a,x)	1,51±0,62 (A,a,x)	1,94±0,73 (A,x)
	2 Kola	3,67±1,07 (A,a,y)	3,46±1,74 (A,a,y)	3,52±0,81 (AC,a,y)	3,55±1,22 (A,y)
	3 Kahve	4,77±0,44 (A,a,y)	2,86±0,74 (AB,b,xy)	5,12±2,43 (A,a,z)	4,25±1,75 (A,z)
	Total	3,51±1,38 (A,a)	2,84±1,21 (AB,a)	3,38±2,1 (A,a)	3,24±1,61 (A)
2 Essentia	1 Yapay tükürük	2,05±1,25 (A,ab,x)	2,8±0,59 (A,a,x)	1,45±0,4 (A,b,x)	2,1±0,98 (A,x)
	2 Kola	5,02±1,25 (B,a,y)	3,03±0,74 (A,b,x)	2,22±0,65 (BC,b,x)	3,38±1,48 (A,y)
	3 Kahve	4,68 ±0,93 (A,ab,y)	3,64±0,75 (A,a,x)	4,88±2,34 (A,b,y)	4,4±1,55 (A,z)
	Total	3,92±1,75 (A,a)	3,16±0,76 (B,b)	2,82±1,99 (A,b)	3,29±1,64 (A)
3 Estelite sigma	1 Yapay tükürük	1,48±0,76 (A,a,x)	2,87±0,72 (A,b,x)	3,39±0,59 (B,b,x)	2,58±1,06 (A,xy)
	2 Kola	1,98±0,57 (C,a,x)	3,25±0,59 (A,b,x)	0,97±0,78 (B,a,y)	2,07±1,14 (B,x)
	3 Kahve	3,87±0,33 (A,a,y)	2,79±0,41 (AB,ab,x)	1,85±0,87 (B,b,y)	2,84±1,01 (B,y)
	Total	2,44±1,19 (B,ab)	2,97±0,6 (B,a)	2,07±1,25 (B,b)	2,49±1,1 (B)
4 Omnicroma	1 Yapay tükürük	1,39±0,53 (A,a,x)	2,21±1,41 (A,a,x)	2,25±0,8 (AB,a,x)	1,95±1,02 (A,x)
	2 Kola	4,34±1,12 (AB,a,y)	2,47±0,85 (A,b,x)	3,15±0,58 (C,ab,x)	3,33±1,17 (A,y)
	3 Kahve	2,32±1,3 (B,a,x)	1,61±0,47 (B,a,x)	4,64±0,66 (A,b,y)	2,86±1,57 (B,y)
	Total	2,68±1,6 (B,ab)	2,09±1,01 (A,a)	3,35±1,22 (A,b)	2,7±1,38 (B)
Total	1 Yapay tükürük	1,75±0,91 (a,x)	2,52±0,91 (a,x)	2,15±0,99 (ab,x)	2,14±0,98 (x)
	2 Kola	3,75±1,51 (a,y)	3,05±1,09 (b,x)	2,44±1,2 (b,x)	3,08±1,38 (y)
	3 Kahve	3,91±1,28 (a,y)	2,72±0,94 (b,x)	4,12±2,15 (a,y)	3,58±1,65 (z)
	Total	3,14±1,59 (a)	2,77±1 (b)	2,9±1,75 (ab)	2,94±1,48



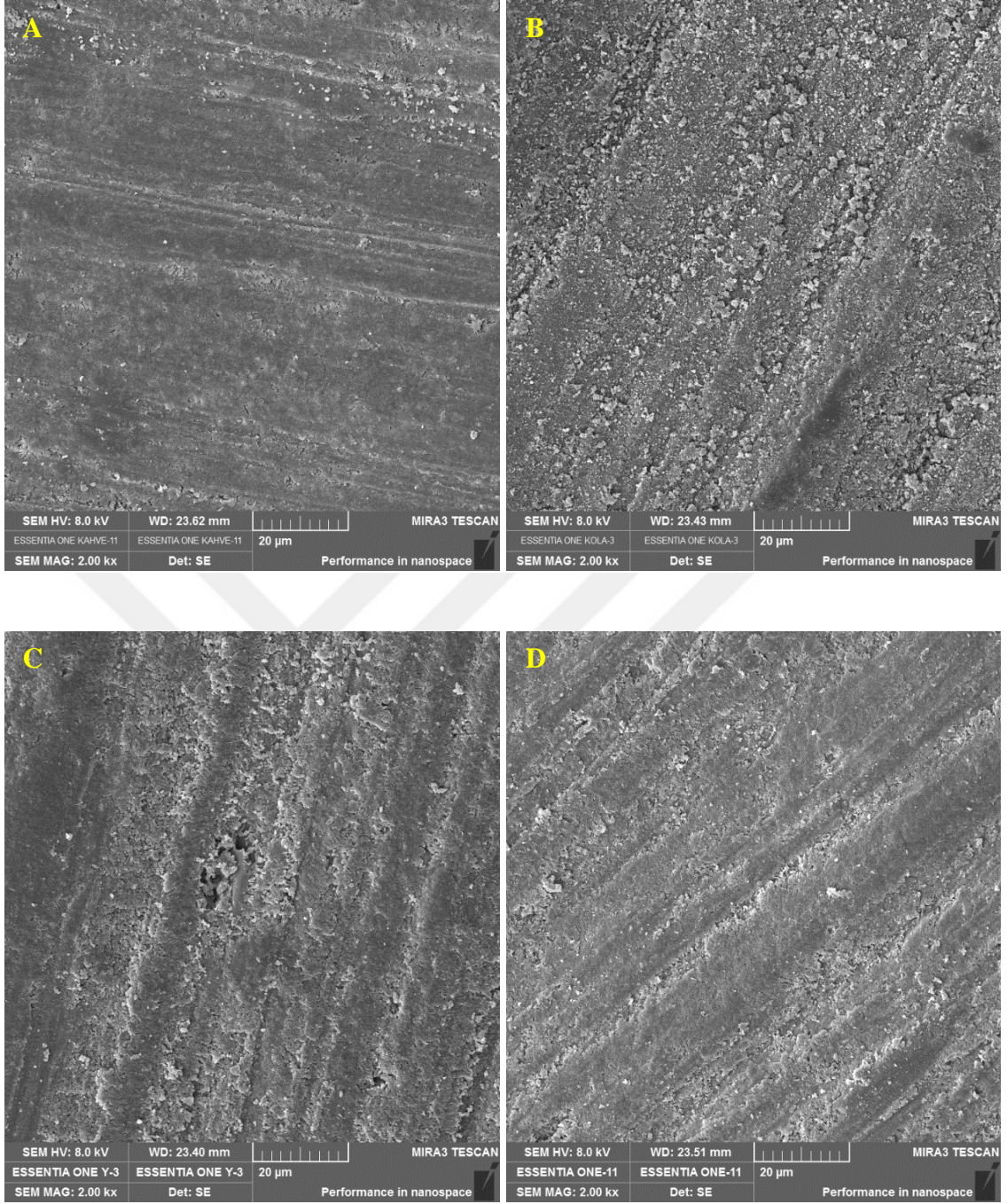
Şekil 39. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre ΔE ' nin Çubuk Grafik Dağılımı



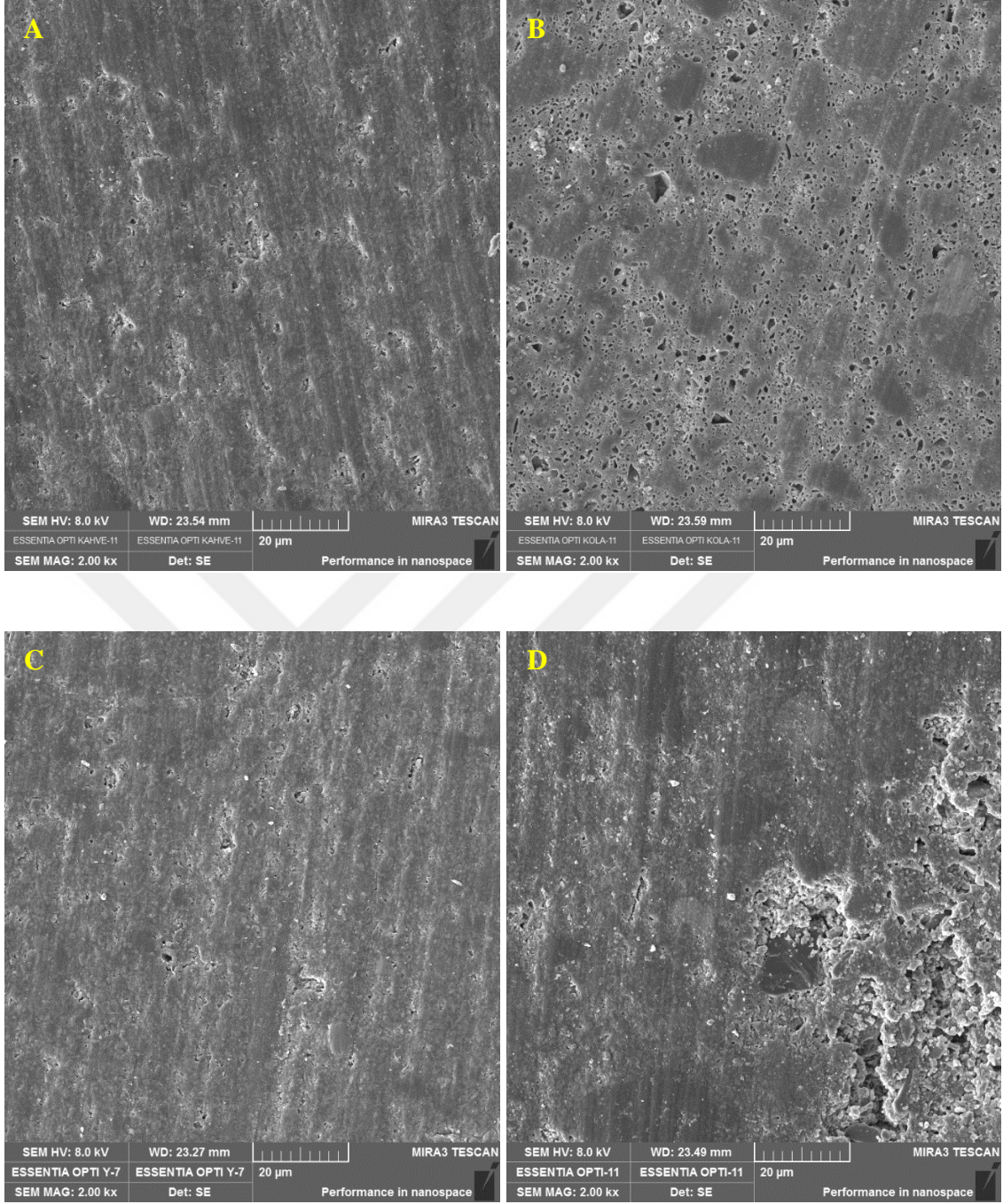
Şekil 40. Kompozit, Polisaj ve Yaşlandırmaya Göre Pürüzlülük Değerlerinin Çubuk Grafik Dağılımı



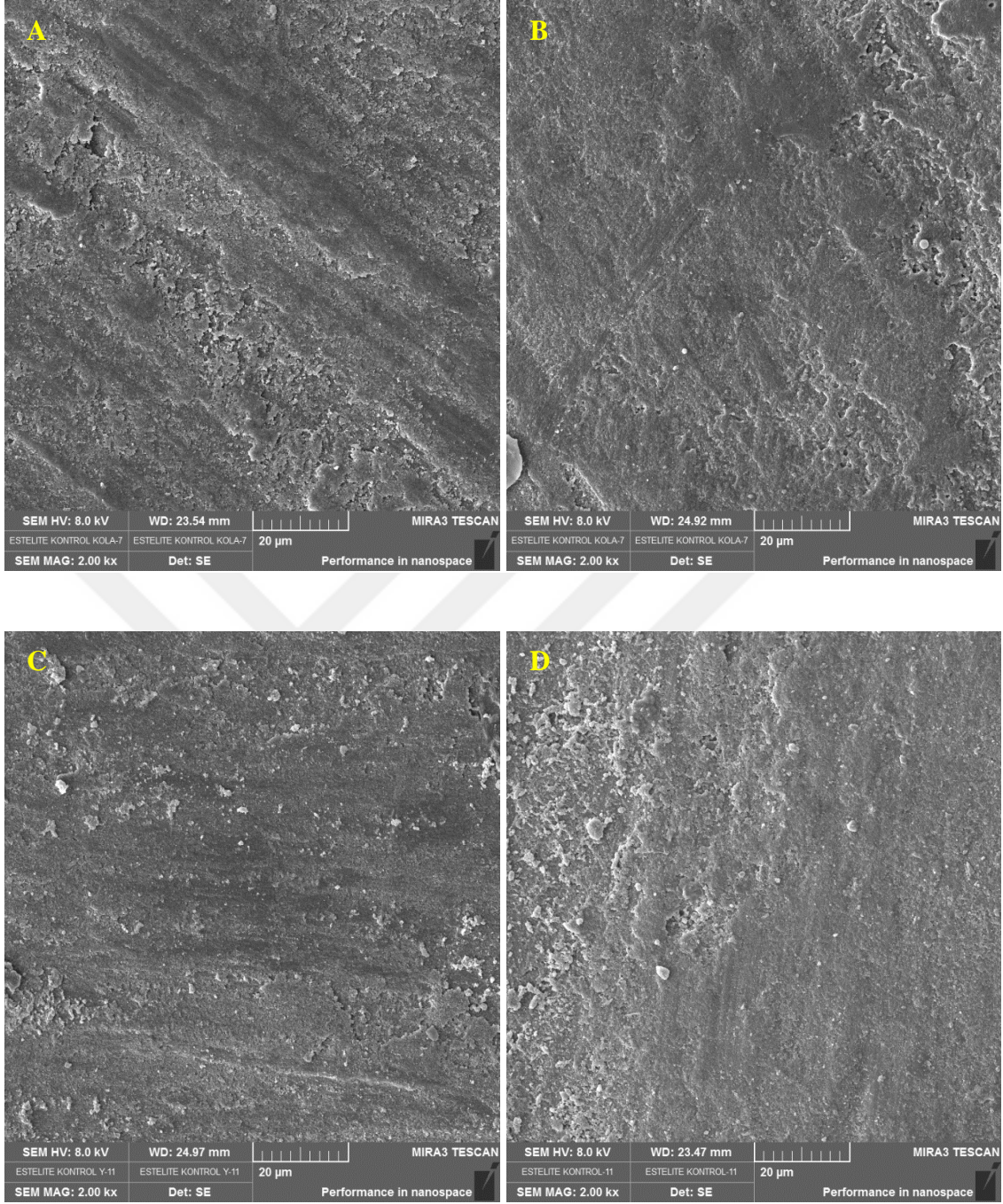
Şekil 41. Essentia- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



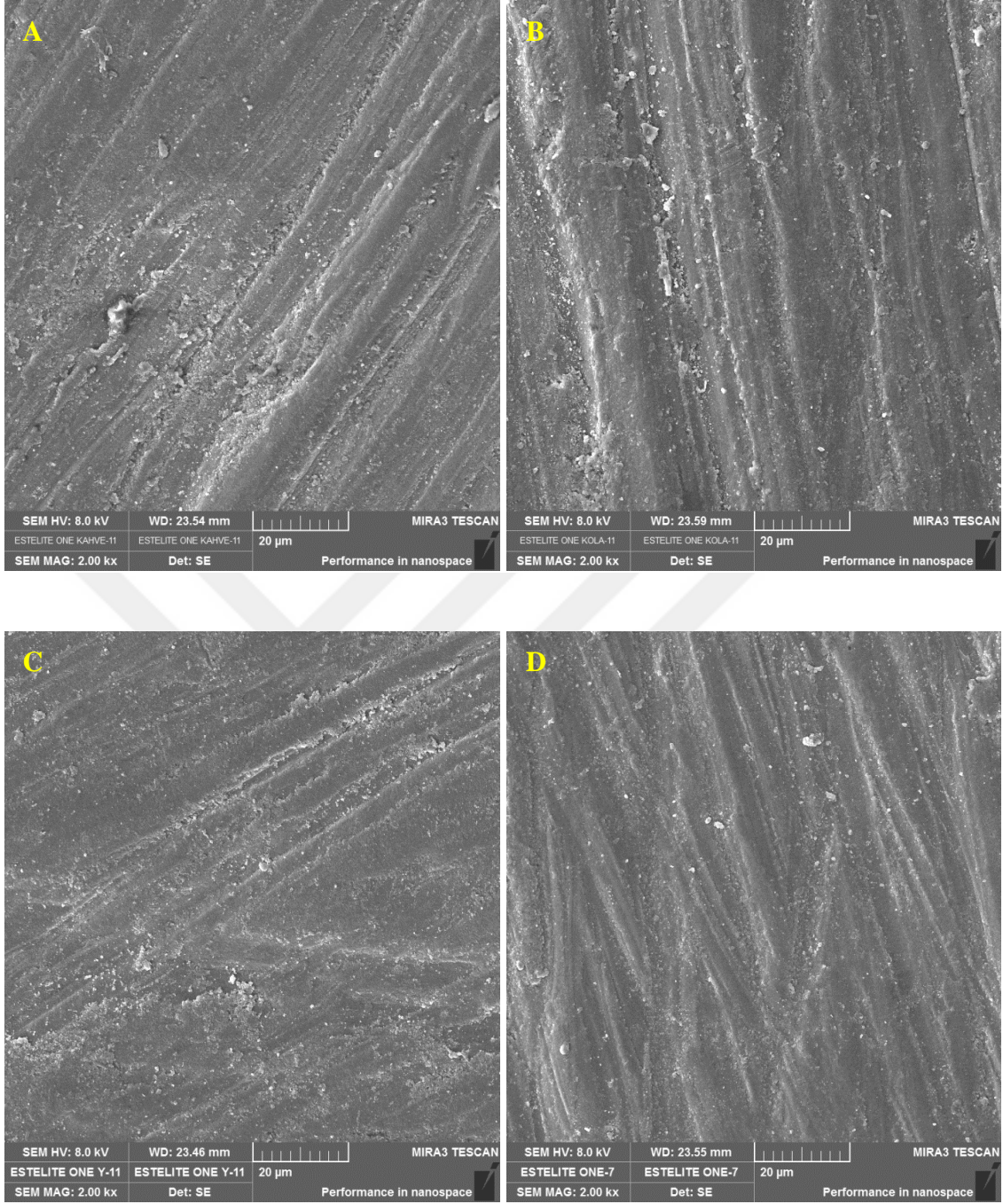
Şekil 42. Essentia- One gloss polisaj sisteminin sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



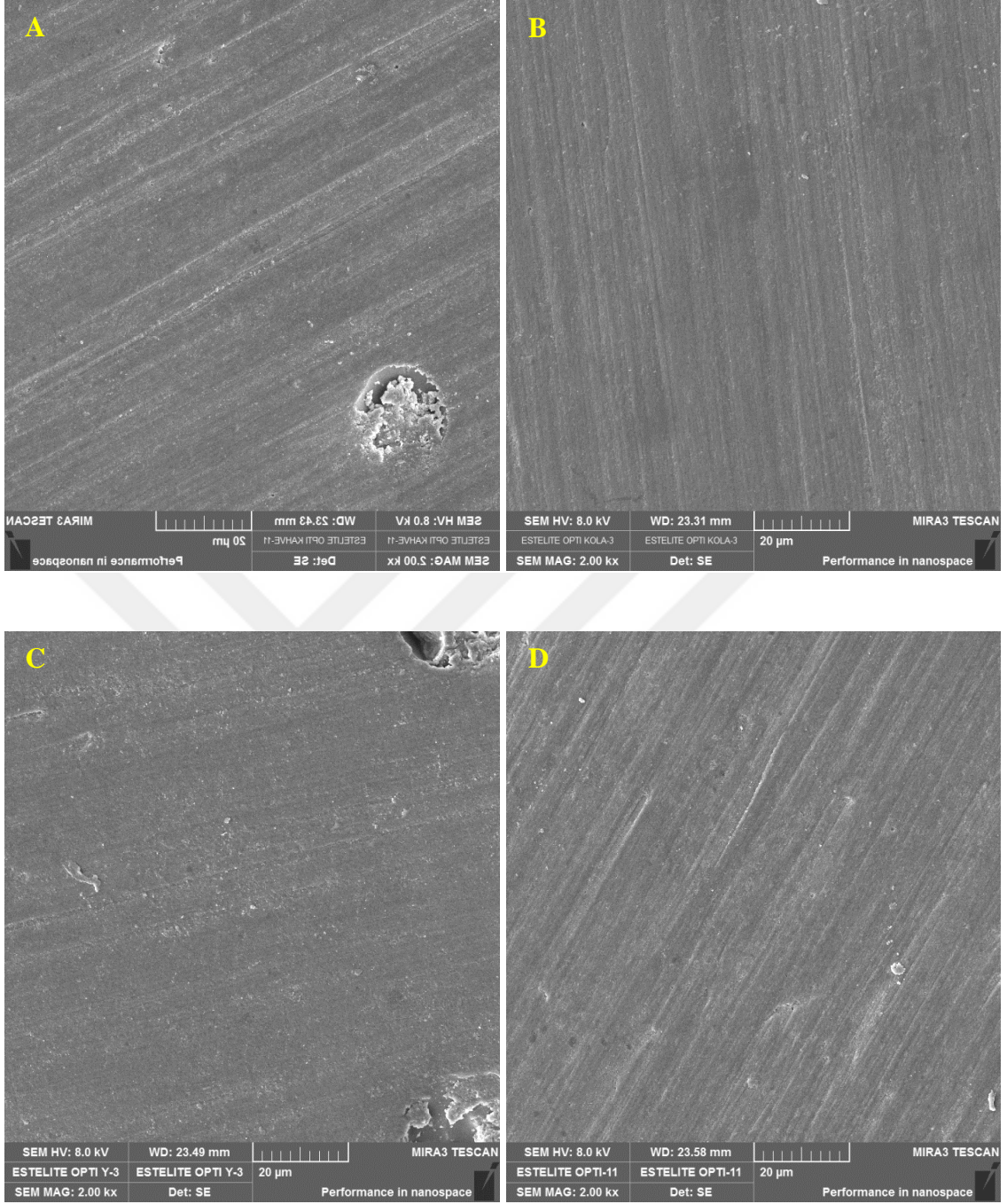
Şekil 43. Essentia- Opti1step polisaj sisteminin sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



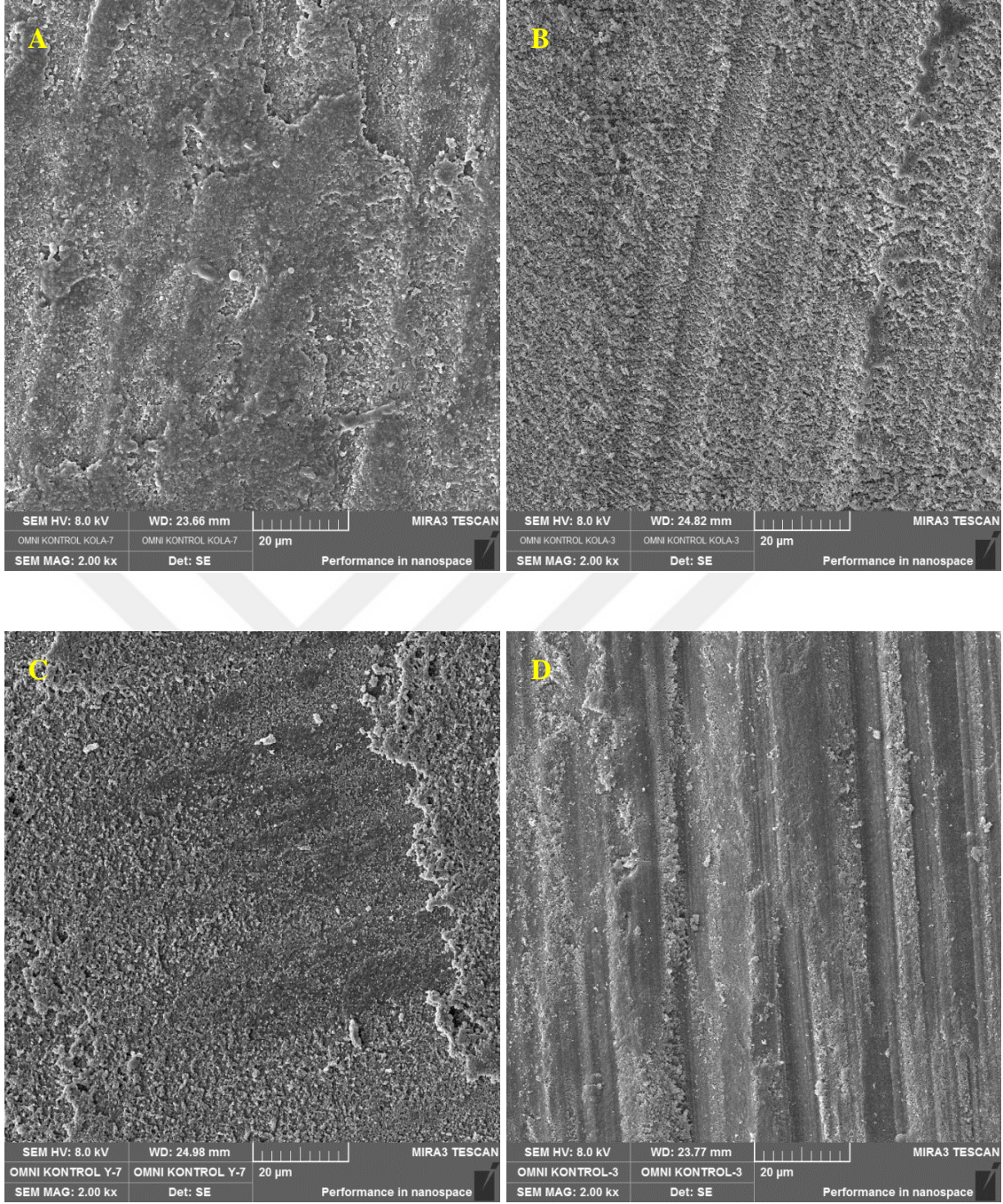
Şekil 44. Estelite- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



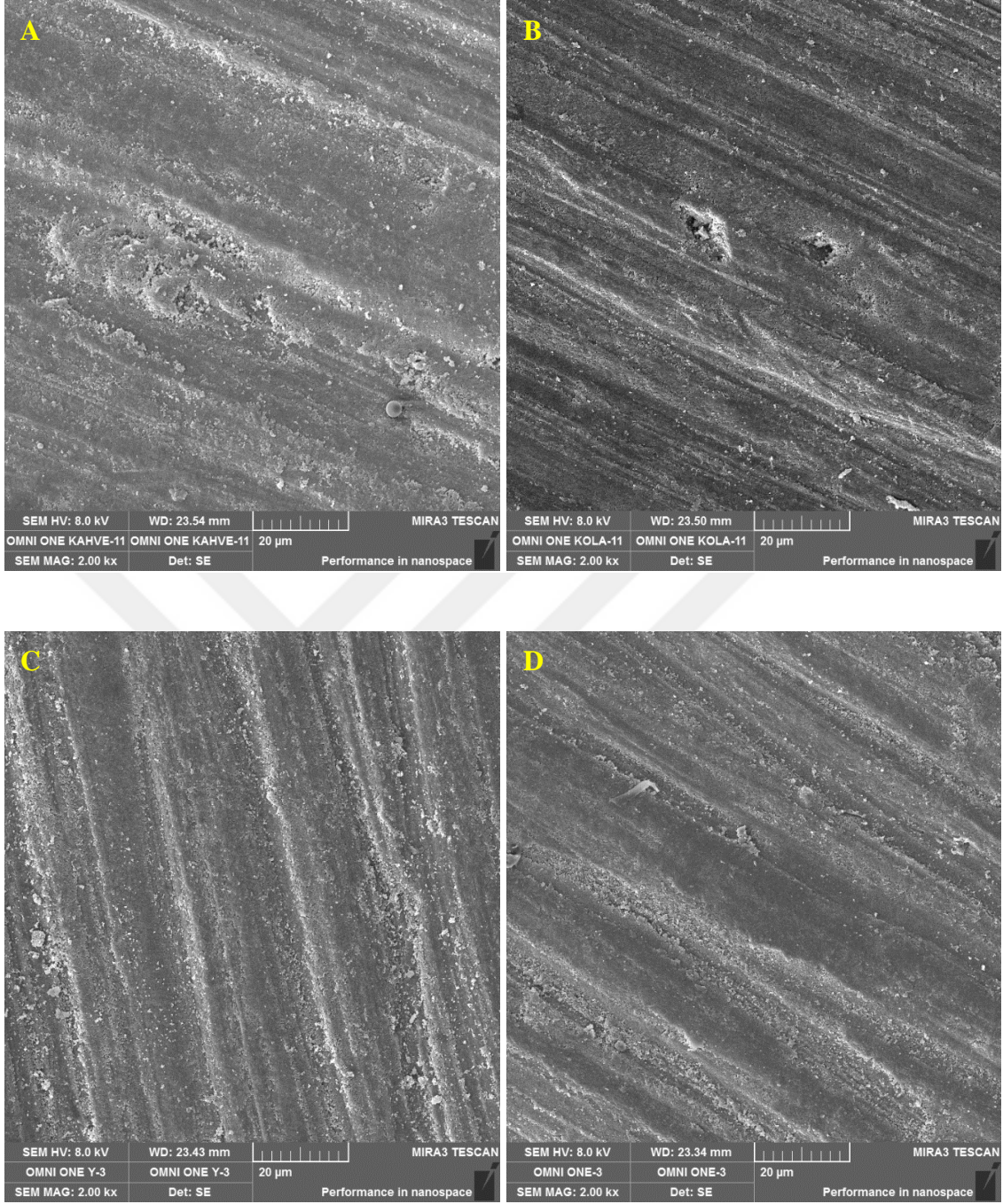
Şekil 45. Estelite- One gloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



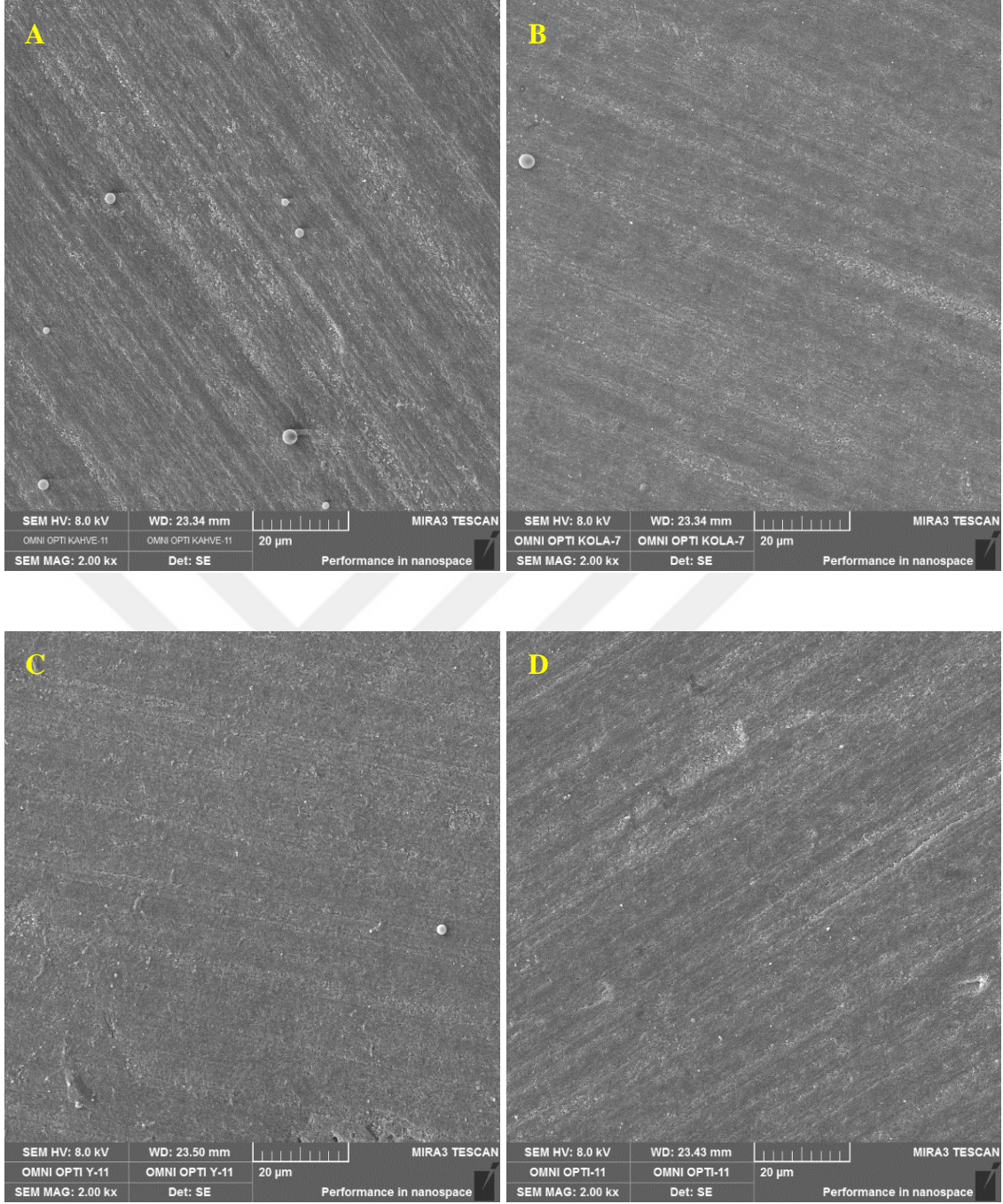
Şekil 46. Estelite- Optilstep grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



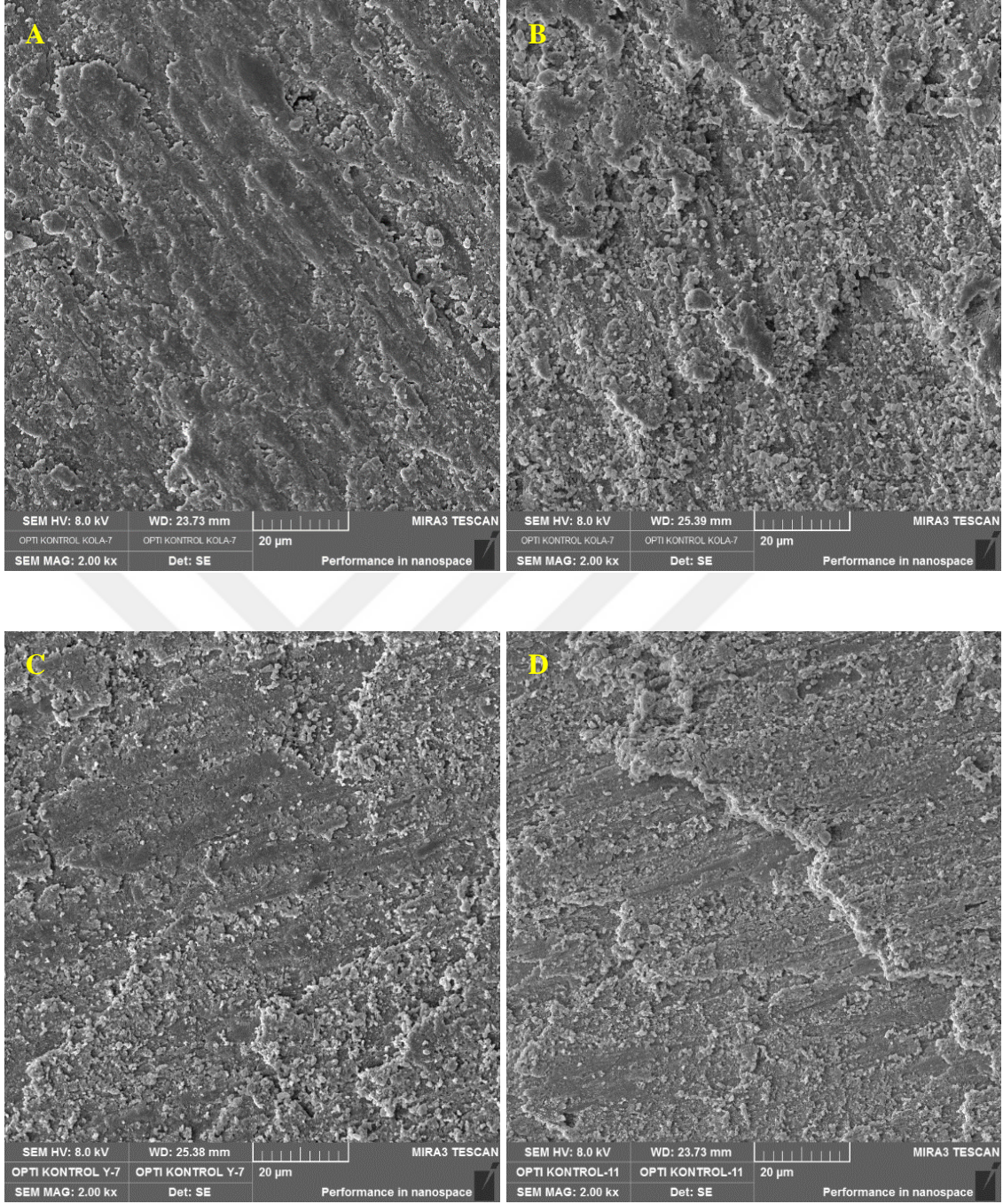
Şekil 47. Omnichroma- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



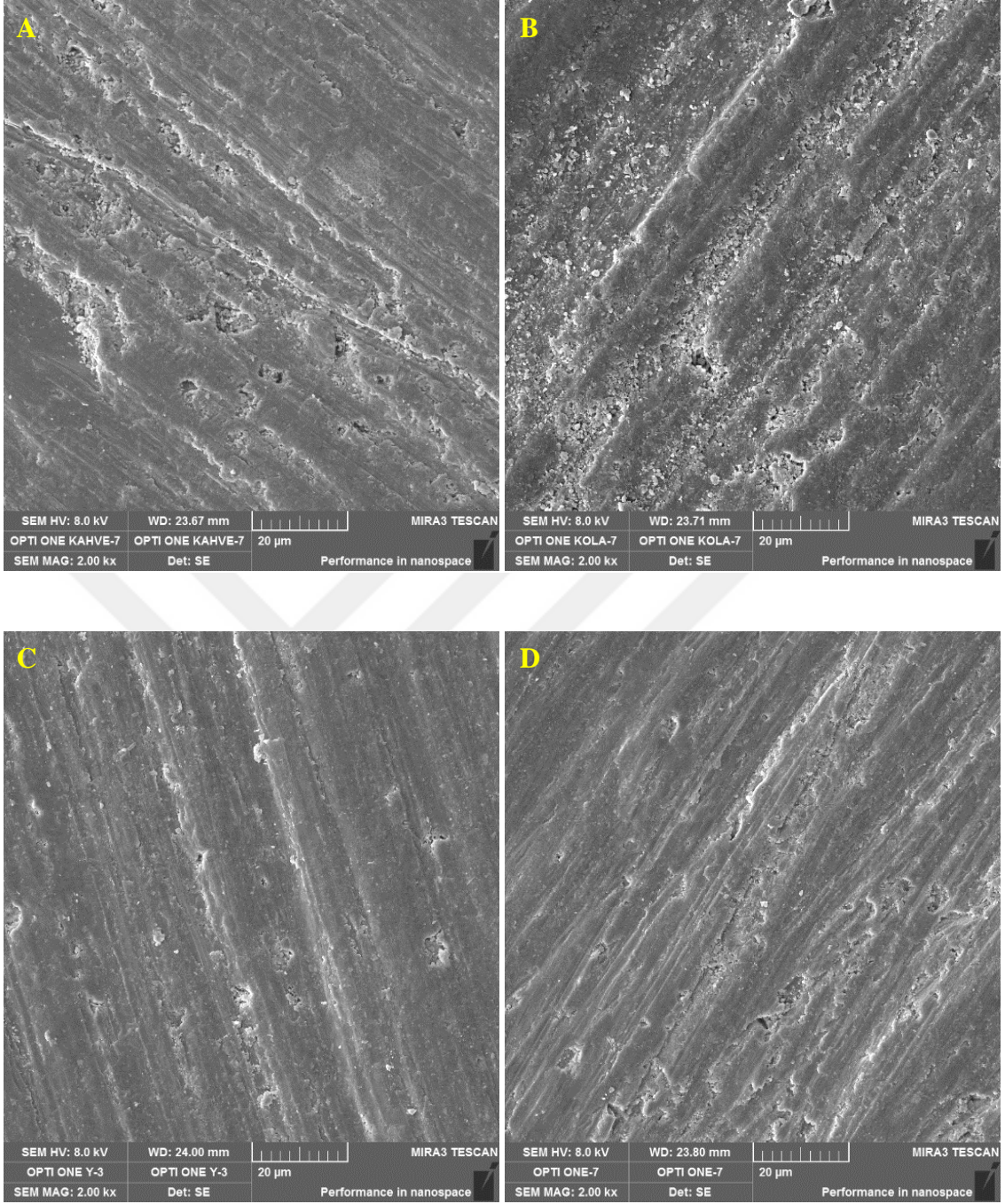
Şekil 48. Omnichroma- One gloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



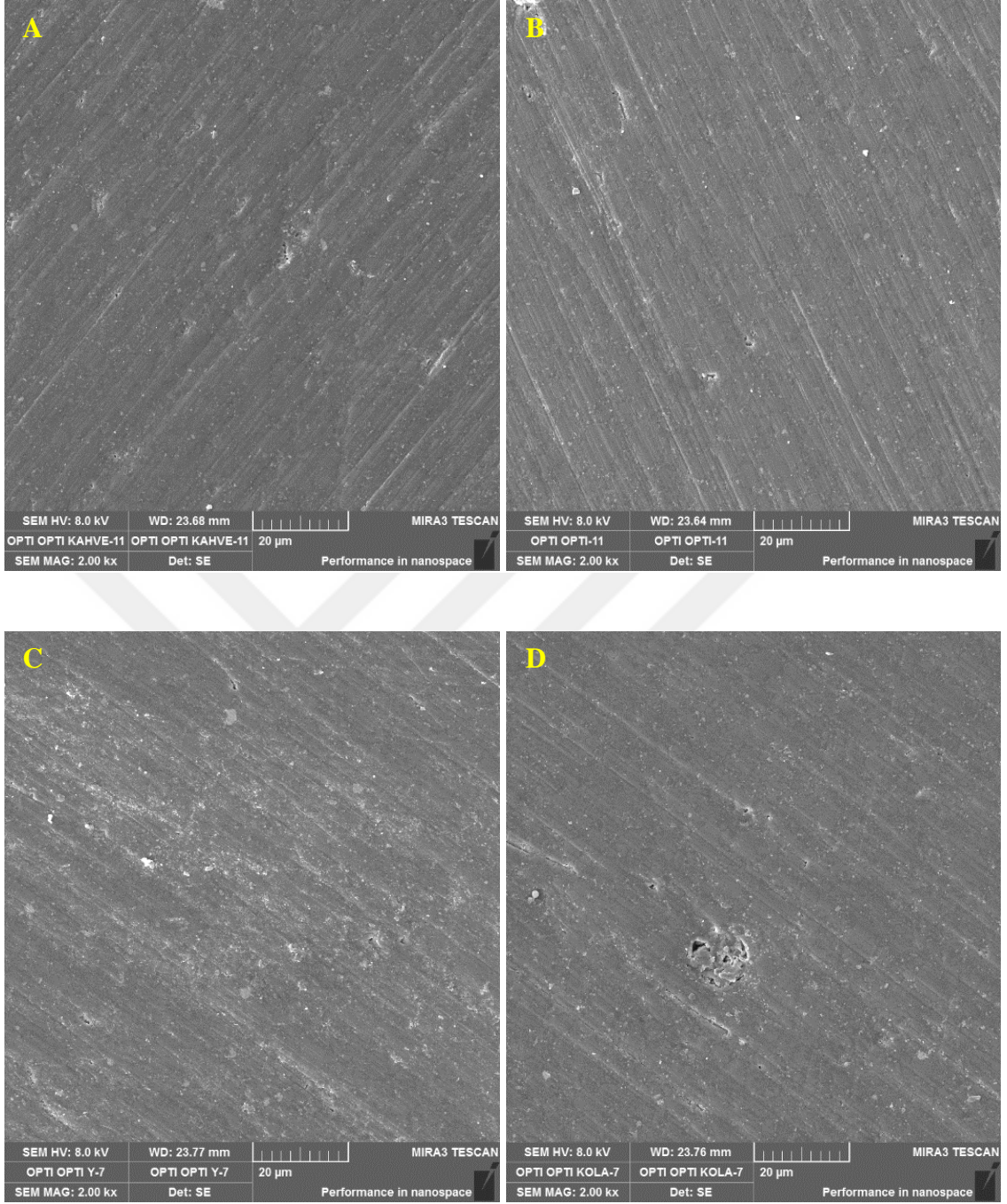
Şekil 49. Omnichroma- Opti1step grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonlarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



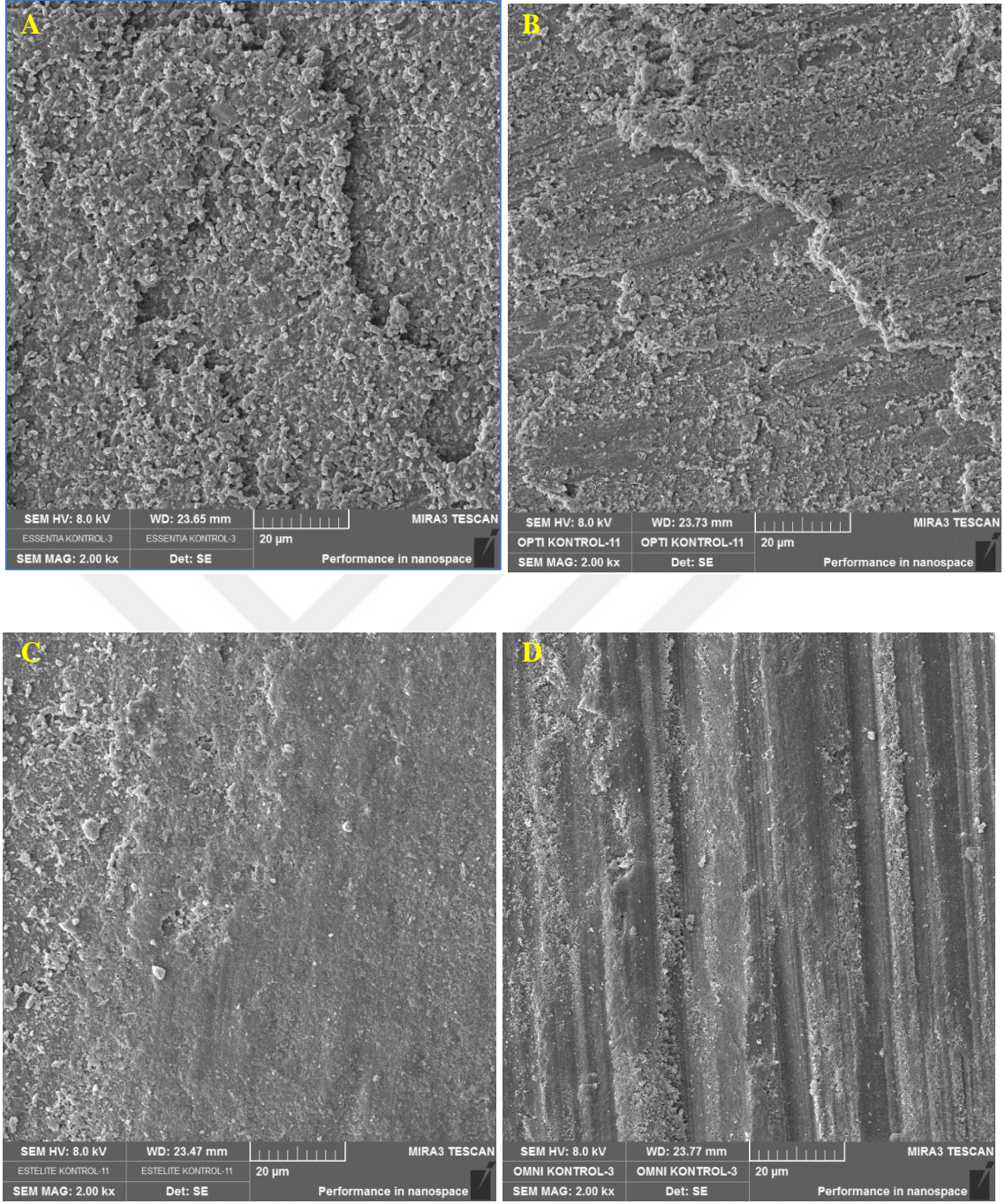
Şekil 50. Optishade- Kontrol grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonlarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



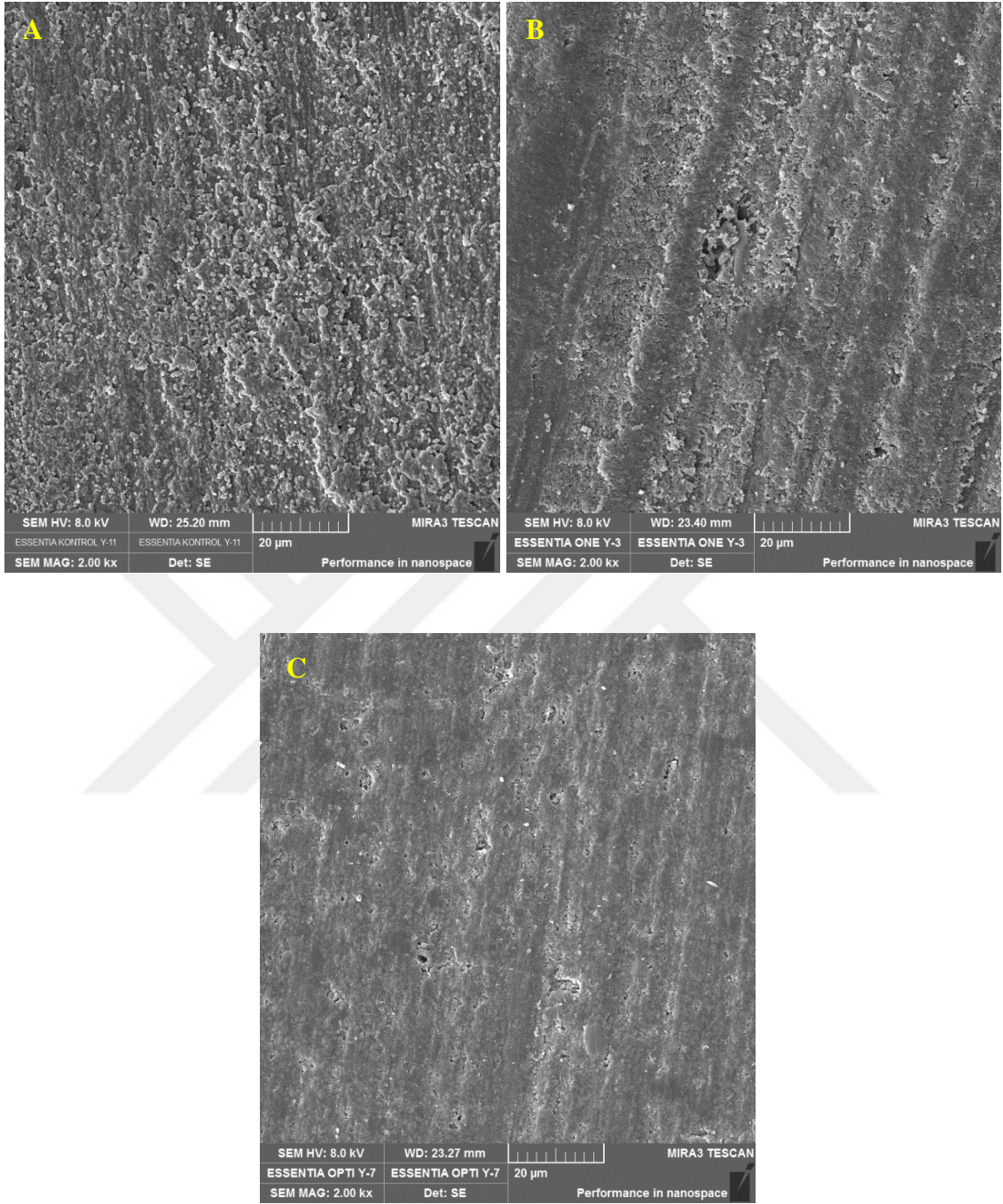
Şekil 51. Optishade- Onegloss grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonlarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



Şekil 52. Optishade- Optilstep grubunun sırasıyla kahve(a), kola(b), yapay tükürük(c) ve solusyonlarda bekletilmeksizin(d) oluşan SEM görüntüleri



Şekil 53. Sırasıyla Essentia(a), Optishade(b), Estelite Sigma(c) ve Omnichroma(d) Kompozitlerinin Kontrol Grubu Olup Solusyonda Bekletilmeksizin Oluşan SEM Görüntüleri



Şekil 54. Essentia Kompozit Grubunun Yapay Tükürükte Bekletilmesi Sonrasında Sırasıyla Kontrol(a), One Gloss(b) ve Opti1 Step(c) Polisaj Uygulanmış Örneklerin SEM Görüntüleri

5. TARTIŞMA

Günümüzde restoratif diş tedavisinde birçok farklı restoratif materyal kullanılmaktadır. Bu materyallerin fonksiyon, fonasyon gibi temel özelliklerin yanında hastaların estetik beklentisini de karşılaması gerekmektedir. Estetik beklentiyi sağlamak ve hem restorasyon yapılan dişle hem de komşu dişlerle uygun renk ve morfolojiyi taklit etmek için birçok faktörün bir arada bulunması gerekmektedir (Dietschi ve Fahl 2016) (Anusavice, Shen ve ark. 2012). Bu amaçla restoratif materyal olarak rezin bazlı kompozitler piyasaya sürülmüştür. Bu kompozitlerin en önemli dezavantajı ise hem restorasyonun yapıldığı diş dokusu hem de komşu dişlerle uygun renk uyumu sağlayamaması olmuştur (Anusavice, Shen ve ark. 2012). İyi bir estetik görünüm sağlamak için gerekli faktörlerden en önemlisi de uygun kompozit seçimidir. Doğal dişlerin polikromatik yapıda olması ve bu yapıyı en iyi şekilde taklit edebilmek amacıyla birçok farklı renk ve özellikteki kompozitin bir arada kullanılması gerekmektedir. Tabakalama tekniğinin kullanılmaya başlanması ile uygun kompozit seçimi daha da karmaşık ve zaman alan bir durum olmaya başlamıştır (Korkut ve Türkmen 2021) (Ardu, Rossier ve ark. 2019). Uygun renk tonunu seçme sürecini basitleştirmek, orijinal dişle renk uyumu elde etmek ve bunu sürdürmek amacıyla bukalemun etkisi gösteren kompozitlerden yararlanılmaktadır (Bakti, Santosa ve ark. 2018).

Bukalemun etkisi (renk ayarlama özelliği, harmanlama etkisi), kullanılan kompozit rezinin alttaki diş dokusu veya komşu diş dokuların rengiyle eşleşmesini sağlayan ve uygun bir estetik görünüm almasını sağlayan bir özelliktir (Korkut ve Türkmen 2021, Ismail ve Paravina 2022). Bu etki sayesinde karmaşık olan renk seçimi ve tabakalama tekniği daha basit bir hale getirilip hasta başında geçirilen süre azalmaktadır (Iyer, Babani ve ark. 2021).

Bukalemun etkisinin (blending effect) başarısını etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. Paravina ve ark. nın yaptıkları bir çalışmada bukalemun etkisinin malzemeye ve renk tonuna bağlı olduğunu ve büyük restorasyonlara göre daha küçük restorasyonlarda arttığını bildirmişlerdir (RD 2006). Bakti ve ark.' nın yaptıkları bir çalışmada ise harmanlama etkisinin dentin tabakasının rengine bağlı olarak farklılık gösterdiği bulunmuş ve monokromatik katmanlama tekniği kararının aynı zamanda dişe bağlı olması gerektiği sonucuna varılmıştır (Bakti, Santosa ve ark. 2018).

Bu tez çalışmasında bukalemun etkisi gösteren, üretici firma tarafından tek bir renk seçeneği ile bütün renk uyumlarının yakalanabileceği iddia edilen 3 adet universal kompozit (Essentia Üiversal Shade (GC Corp.), Omnichroma (Tokuyama), Optishade (Kerr))ve kontrol grubu olarak supra- nano dolduruculu kompozitlerden A2 renginde Estelite Sigma Quick (Tokuyama) kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak Estelite Sigma Quick, kliniklerde estetik amaçlı yaygın olarak tercih edildiği ve hakkında yayınlan birçok çalışma bulunduğu için seçilmiştir (TEMİZCİ ve TUNÇDEMİR 2021, Akgül, Gündoğdu ve ark. 2022, Yıldız, BATMAZ ve ark. 2023). Yaptığımız bu tez çalışmasının amacı, bukalemun etkisi gösteren kompozitlerde farklı polisaj ve yaşlandırma işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini karşılaştırmak ve değerlendirmektir.

Restorasyonların estetik başarısını etkileyen bir diğer unsur ise yüzey pürüzlülüğüdür. Bollen ve ark. nın yaptıkları bir çalışma, ölçülen pürüzlülük değerlerinin 0,2 µm den fazla olmasının plak tutulumu için yeterli retansiyon alanı oluşturduğunu göstermiştir (Bollenl, Lambrechts ve ark. 1997). Kompozitin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında kullanılan restoratif materyal ve polisaj sistemi, klinisyenin polisaj sistemini uygulama şekli ve kullanıcıya bağlı olan faktörler sayılabilir (Watanabe, Miyazaki ve ark. 2005). Tez çalışmamızdaki bir diğer

amaç ise yaşlandırma işlemlerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesini nasıl etkilediğini değerlendirmektir.

Rezin kompozitlerin değerlendirilecek parametrelere ve kullanılacak ölçüm cihazına bağlı olarak ölçümlerin yapılabilmesi için değişen boyutlarda diskler hazırlanmaktadır (Awad, Stawarczyk ve ark. 2015) (Ruivo, Pacheco ve ark. 2019). Tez çalışmamızda kullanılacak ölçüm cihazlarına uygun olarak 8x2 mm ölçülerinde kompozit diskler hazırlanmıştır. Düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla üst yüzeylerine şeffaf bantlar yerleştirilmiş ve siman camıyla baskı uygulanmıştır. Kompozit bu baskının etkisiyle bir miktar taşırıldıktan sonra polimerize edilmiştir (Price, Felix ve ark. 2003) (Saygılı, Şahmalı ve ark. 2003) (Yap, Yap ve ark. 2004). Kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün en az görüldüğü bitim şekli, şeffaf bant ile ya da herhangi bir matris bandıyla polisaj işleminin uygulanmadığı bitimdir (Özgünaltay, Yazici ve ark. 2003). Ancak matris bandıyla bitirilen bu tabaka oksijen inhibisyon tabakasıdır. Oksijen inhibisyon tabakası, rezin açısından zengin ve zayıf mekaniksel özellikler gösteren bir tabakadır ve uzaklaştırılması gerekmektedir (Ryba, Dunn ve ark. 2002) (Ergücü, Türkün ve ark. 2008). Ayrıca uygun morfoloji ve konturun polisaj işlemleri yapmadan elde edilemeyeceği bilinmektedir. Bu nedenle bitim ve polisaj işlemleri kompozit rezinler için zorunludur (Erdemir, Yıldız ve ark. 2013) (Pereira, Osorio ve ark. 2007).

Farklı polisaj sistemleriyle yapılan bitim ve polisaj işlemlerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü ve renklenmelerini farklı düzeylerde etkilediğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Barakah ve Taher 2014). Bu sebeplerle tez çalışmamızda her disk örneğinde oksijen inhibisyon tabakasını ortadan kaldırmak amacıyla sarı kuşaklı elmas bitim frezleriyle bitim işlemi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu olarak kullandığımız örneklerde de böylece oksijen inhibisyon tabakası ortadan kaldırılmıştır. Diğer

örneklerimizde ise tek aşamalı polisaj sistemlerinden olan One gloss ve Opti1step kullanılmıştır. Oluşturduğumuz bu 3 farklı polisaj grubunun yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi açısından kompozit diskler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Farklı şekil ve büyüklükte alüminyum oksit grenleri içeren One gloss polisaj sisteminin restoratif materyal üzerindeki özelliklerini etkileyen birçok çalışma bulunmaktadır (Carneiro, Ramos ve ark. 2016) (Pala, Tekce ve ark. 2016). Farklı şekil ve büyüklükte elmas ve ve silikon karbid partikülleri içeren ve yine içeriğinde silikon dioksit bulunduran Opti1step polisaj sisteminin restoratif materyal üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Farzaneh, Mohammadi-Bassir ve ark. 2021).

Bukalemun etkisi gösteren kompozitlerin değerlendirildiği çalışmalarda çekilmiş insan dişleri, teflon kalıplarla hazırlanan diskler veya akrilik dişler üzerinde ölçümler yapılmıştır (Islam, Huda ve ark. 2023) (Paravina, Westland ve ark. 2006) (Pereira Sanchez, Powers ve ark. 2019). Çalışmamızda disk örnekleri seçmemizin sebebi, örneklerin boyut ve form açısından standardizasyonun daha rahat sağlanacağı ve ölçümlerin daha rahat yapılabileceğini düşündüğümüz içindir.

Genellikle yapılan çalışmalarda hazırlanan örnekler soğuk akrilik veya soğuk alçı içerisine yerleştirilmektedir. Çalışmamızda hazırladığımız disk şeklindeki örneklerin daha kontrollü bir şekilde yerleştirilmesi, yavaş sertleşmesinden dolayı zaman kazandırması, yüzeylerinin açıkta bırakılması aynı zamanda polimerizasyon sırasında oluşan ısının örnekleri çok fazla etkilememesi için soğuk akrilik tercih ettik.

Kompozitlerde yüzey pürüzlülüğün değerlendirildiği kalitatif ve kantitatif yöntemler bulunmaktadır. Kantitatif yöntemler arasında mekanik ve optik profilometreler sayılabilirken, kalitatif yöntemler arasında ise tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) veya atomik elektron mikroskobu (AFM) sayılabilir (Kakaboura, Fragouli ve ark. 2007)

(Cazzaniga, Ottobelli ve ark. 2017). Tez çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde sık olarak kullanılan ve basit bir metot olan mekanik profilometreyle ölçümler yapılmıştır. Mekanik profilometrelerin örnekler üzerinde herhangi bir hazırlığa gerek olmadan ölçüm yapabilmesi ve tekrarlayan ölçümlere olanak sağlayabilmesi tercih edilme nedenleri arasında sayılabilmektedir (Joniot, Salomon ve ark. 2006) (Jung 1997). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirildiği çalışmalarda genellikle kaydedilen değer Ra değeridir (Turkun ve Turkun 2004) (Neme, Frazier ve ark. 2002). Çalışmamızdaki yüzey pürüzlülüğü ölçüm sonuçları uluslararası pürüzlülük parametresi olan ve μm cinsinden değer veren 'Ra' parametresiyle kaydedilmiştir (Gadelmawla, Koura ve ark. 2002) (Erdemir, Sancakli ve ark. 2012). Örnekler 3 farklı yüzeyden ölçülmüştür ve çıkan değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Kullanılan restoratif materyalin özellikleri, bitim ve polisaj teknikleri, polisaj yöntemlerinin uygulama hızı ve basıncı da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (Ölmez ve Kisbet 2012). Bu sebeplerden dolayı örneklerin polisaj uygulaması tek bir operatör tarafından belirli aralıklarla ve sabit bir basınç altında uygulanmıştır.

Diş hekimliğinde renk ölçümü görsel yöntemlerle veya cihazlarla yapılabilmektedir. Görsel renk ölçümü avantajlarına rağmen objektif sonuçlar veremeyeceği için çalışmalarda çok sık kullanılmamaktadır (Napadlek, Bogucki ve ark.). Renk ölçüm cihazlarından en sık kullanılanı ise spektrofotometredir. Yapılan çalışmalarda diğer ölçüm cihazlarıyla karşılaştırılmaları sonucunda yüksek tekrarlanabilirlikleri, daha güvenilir sonuçlar vermesi gibi avantajları görülmüştür (Dozić, Kleverlaan ve ark. 2007) (Khurana, Tredwin ve ark. 2007). 4 farklı renk ölçüm cihazının değerlendirildiği bir çalışmada VITA Easysshade cihazının güvenilirliği %96,4 olarak bulunmuştur (Kim-Pusateri, Brewer ve ark. 2009). Yüksek güvenilirlik oranı,

ölçümlerin tekrarlanabilir olması, değerlerin kaydedilip kıyaslanabilmesi gibi avantajlarından dolayı biz de çalışmamızda VITA Easysshade cihazını kullandık.

Renk ölçümleri hassasiyet gerektirir ve ölçümleri etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Materyallerin yüzey özellikleri, ölçümün yapıldığı arka plan, ışık yansımaları, cihazın ucu vb. bu faktörler arasında sayılabilir (Park, Lee ve ark. 2006). Yaptığımız tez çalışmasında da akrilik içerisine gömülü olan disk şeklindeki kompozitlerin uygulanan işlemler öncesi ve sonrası renk değişikliği (ΔE), $L^*a^*b^*$ değerlerine göre bakıldığı için akrilik içerisinden çıkarılmamıştır. Renk parametrelerini belirlemede kullanılan farklı renk sistemleri arasında en yaygın kullanılan CIELAB renk sistemidir (Ersoy 2011). Bu nedenle biz de tez çalışmamızda bu sistemi tercih ettik.

Günlük hayatta çoğu insanın sıkça tükettiği çay, kahve, kola gibi içecekler ağız içerisinde hem dental dokularda hem de restoratif materyallerde renklendirici ve pürüzlendirici özelliklere sahiptir. Bu nedenle tez çalışmamızda renklendirici ve pürüzlendirici etkileri olan ve sık olarak tüketilen kola ve kahveyi kullandık (Patel, Gordan ve ark. 2004, Turkun ve Turkun 2004, Güler, Duran ve ark. 2010). Literatürde incelendiğinde Fraunhofer ve Rogers 2004 yılında yaptıkları bir çalışmada kahve, kola ve çayın dental dokulardaki etkilerini değerlendirmek için örneklerini 14 gün boyunca solüsyonlarda bekletmişlerdir. 14 günlük test süresinin normal hayatta yaklaşık olarak 13 yıllık içecek tüketme süresini simüle edeceği düşünülmüştür (von Fraunhofer ve Rogers 2004). Yapılan bir çalışmada restoratif materyallerin bekletme sürelerinin toplam olarak 24 saat tutulduğu ve bunun 1 yıl boyunca günde 4 dakika içeceğe maruz kalma süresine denk geldiği belirtilmiştir. Bekletilme süresini 3 gün 8 'er saat uygulayarak bu periyodun tamamlandığı açıklanmıştır (El-Badrawy, McComb ve ark. 1993). Başka bir çalışmaya göre, toplam 24 saatlik solüsyonda bekletme süresinin, restoratif materyallerin 2 sene

boyunca günlük 2 dakika solüsyona maruz kalma sürecine denk olduğu belirtilmiştir (Yap, Tan ve ark. 2003). Biz de tez çalışmamızda bu bekletme sürelerinden yola çıkarak örneklerimizi 2 gün boyunca kola, kahve ve kontrol grubu olarak yapay tükürükte beklettik. Bu 2 günlük bekletme süresi ağız içerisinde 2 yıllık bir yaşlandırmaya karşılık gelmektedir.

Kompozitler (Mikrohibrid yapıdaki Essentia Üniversal Shade (GC Corp.), suprananofil yapıdaki Omnichroma (Tokuyama), nanohibrid yapıdaki Optishade (Kerr) ve supra- nano dolduruculu Estelite Sigma Quick (Tokuyama)) arasında başlangıç yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel olarak değerlendirildiğinde anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$) (Tablo. 13). Omnichroma' nın başlangıç pürüzlülük değeri diğer kompozitlere oranla anlamlı derecede daha düşüktür. En yüksek pürüzlülük değeri Optishade grubunda, sonra ise sırasıyla Essentia ve Estelite Sigma' da görülmektedir. Yaşlandırma işlemleri sonrasında anlamlı fark Essentia ve Omnichroma kompozit gruplarında görülmüştür. Yapılan işlemler sonrası en düşük pürüzlülük değeri yine Omnichroma' da görülürken, en yüksek pürüzlülük değeri ise anlamlı bir fark olmasa da Essentia' da gözlenmiştir (Tablo 13).

1997' de Bollen ve ark. nın yaptığı bir çalışmada 0,2 μm ve daha üzerindeki pürüzlülük değerlerinin plak birikiminden dolayı periodontal problemlere yol açabileceği belirtilmiştir. Ancak yine aynı çalışmada 0,3 μm ve altındaki Ra değerlerinin hastalar tarafından hissedilemeyeceğinden bahsedilmiştir. Tez çalışmamızda kullandığımız kompozitlerin hepsinde yaşlandırma işlemleri öncesi ve sonrasında kabul edilebilir değerlerin üstünde oldukları görülmüştür. Pürüzlülük değerleri; Optishade ($0,89 \pm 0,27$ -- $0,93 \pm 0,24$), Essentia ($0,83 \pm 0,23$ -- $0,92 \pm 0,28$), Estelite Sigma ($0,7 \pm 0,24$ -- $0,69 \pm 0,26$) ve Omnichroma ($0,55 \pm 0,27$ -- $0,65 \pm 0,22$) şeklindedir. Bu kompozitler ağız içerisinde plak

birikimi ve periodontal problemlere yol açabilir (Bollenl, Lambrechts ve ark. 1997). Chung, 1 µm'den daha düşük yüzey pürüzlülük değerinin, optik olarak düzgün bir restorasyon yüzeyini gösterdiğini bildirmiştir. Weitman ve Eames ile Shintani ve ark. nın yaptıkları araştırmalarında, Ra değerleri 0,7-1,4 µm aralığında olan yüzeylerde plak akümülyasyonu açısından fark olmadığı bildirilmiştir (Weitman ve Eames 1975) (Shintani, Satou ve ark. 1985). Çalışmada kullandığımız kompozitlerin pürüzlülük değeri 0,7-1,4 µm aralığında olduğu için plak akümülyasyonu konusunda da aralarında bir farklılık olmadığı söylenebilir (Tablo 13).

Mikrofil, mikrohibrit ve nano kompozitler günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu kompozitlerden özellikle mikrofil ve nanofil kompozitler anterior restorasyonlarda düşük yüzey pürüzlülüğü nedeniyle kullanılmaktadır. Kompozitler içerisinde yer alan doldurucuların büyüklüğünün yanında dağılımı ve konsantrasyonu da kompozitin mekanik ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Jung, Voit ve ark. 2003) (LeSage 2007). Senawongse ve Pongprueksa yaptıkları bir çalışmada, hibrit kompozitlerin, yüksek doldurucu içerikli nanofil rezin kompozitlere oranla daha yüksek yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini belirtmişlerdir (Senawongse ve Pongprueksa 2007). Bu araştırmalardan yola çıkılarak bu tez çalışmasında da bu bilgiler doğrultusunda sonuçlar elde edilmiştir. Mikrohibrid yapıdaki Essentia kompozit grubu ($0,83\pm0,23$ -- $0,92\pm0,28$) ile nanohibrid yapıdaki Optishade kompozit grubunun ($0,89\pm0,27$ -- $0,93\pm0,24$) kullandığımız diğer kompozitlere göre daha yüksek pürüzlülük değerine sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 13).

Yapılan çalışmalarda nanofil yapıdaki kompozitlerin, nanohibrit yapıdaki kompozitlere göre daha düşük pürüzlülük değerine sahip oldukları belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da bu duruma benzer sonuçlar çıkmasının sebebi nanohibrit yapıdaki

kompozitlerin içerisinde bulunan prepolimerize partiküllerin polisaj işlemleri sonrasında kopmasıyla birlikte matrix ara yüzünün bozulmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Senawongse ve Pongprueksa 2007). Yine yapılan bir çalışmada polisaj sonrası pürüzlülük değerlerine bakıldığında nanofil kompozitlerin, nanohibrid ve mikrohibrid kompozitlere göre çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Çalışmamızda da nanofil yapıdaki kompozitler olan Omnicroma ve Estelite Sigma kompozitleri ile sırasıyla mikrohibrid ve nanohibrid olan Essentia ve Optishade arasında anlamlı fark bulunmuştur (Moraes, Goncalves ve ark. 2009) (Endo, Finger ve ark. 2010) (Tablo 13). Mikrohibrid ve nanohibrid yapıdaki kompozitlerde ise birbirlerine yakın doldurucu boyutları nedeniyle aralarındaki farkı anlamak zorlaşmaktadır. Bu durum yine elde ettiğimiz sonuçlarla uygundur (Gönülol ve Yılmaz 2012) (Mitra, Wu ve ark. 2003).

Yaptığımız tez çalışmasında yaşlandırma işlemleri öncesi ve sonrası en düşük pürüzlülük değerlerinin Omnicroma' da olduğu görülmüştür (Tablo 13). Omnicroma kompoziti küresel tipte sferikal silika doldurucu içeren bir kompozittir. Küresel şekilli doldurucu içeren kompozitler, düzensiz şekilli olanlara göre daha az yüzey pürüzlülüğü gösterirler. Aynı zamanda Omnicroma içerisinde bulunan zirkonyum, kompozite yüksek aşınma direnci sağladığı için daha az yüzey pürüzlülüğüne neden olacağı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ruivo, Pacheco ve ark. 2019). Bu veriler Omnicroma kompozit grubundaki sonuçları destekler niteliktedir.

Tez çalışmamızda bukalemun etkisine sahip olmayan ve kontrol grubu olan Estelite sigma kompozit grubunun, bukalemun etkisine sahip olan Optishade ve Essentia kompozitlerine göre daha az yüzey pürüzlülüğü gösterdiği bulunmuştur (Tablo 13). Örneklerden aldığımız SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, istatistiksel verilerle aynı doğrultuda olduğu görülmektedir. SEM görüntülerinin pürüzlülük değerleri sırasıyla

Essentia > Optishade > Estelite Sigma Quick > Omnichroma şeklindedir (Şekil 53). Pürüzlülüğünün bu kalemun etkiden daha çok kompozitlerin doldurucu oranları ve şekilleriyle ilgili olduğu düşünülebilir (Karadaş ve Demirbuğa 2017). Bu çalışmanın bulguları açısından bakıldığında 1. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü değerlendirilen restoratif materyaller arasında farklı polisaj sistemleri ve farklı yaşlandırma solüsyonları sonrasında yüzey pürüzlülüğü açısından anlamlı fark bulunmuştur.

Yüzey pürüzlülüğünü kompozitin doldurucu oranları ve şekillerinin yanı sıra kullanılan polisaj sistemi de etkilemektedir. Polisaj sisteminin yapısı ve şekli, uygulama süresi, işlem sırasında uygulanan kuvvet miktarı, döner aletin hızı gibi faktörler yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Çok aşamalı olarak uygulanan ve alüminyum oksit içeren disklerin, diğer polisaj sistemlerine oranla daha düzgün yüzey oluşturdukları yapılan bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Tate ve Powers 1996). Bitirme ve polisaj materyallerinde bulunan alüminyum oksit partikülleri, rezin materyalinden daha yüksek sertlik değerine sahiptirler. Sertlik değerinin yüksek olması sayesinde, materyalde homojen bir aşınma meydana getirdikleri ve daha pürüzsüz yüzeyler oluşturdukları düşünülmektedir (Baseren 2004). Tez çalışmamızda kullandığımız alüminyum oksit içerikli One gloss polisaj sisteminin silikon dioksit içeren Opti1Step ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olmasa da ($p > 0,05$) daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğu görülmüştür (Tablo 13). Elde edilen bu sonuç da yapılan çalışmalarla orantılıdır. Yüzey pürüzlülüğü değişimi, yaşlandırma öncesi ve sonrası gruplara bakıldığında ise en fazla Omnichroma– Opti1step grubunun ($0,7 \pm 0,12$) kolada bekletildiği örneklerde gözlenmiştir. Bu durum Opti1step polisaj sisteminin silikon dioksit içerikli olması ve kolanın pH değerinin düşük olup içeriğinde fosforik asit bulunmasından kaynaklı olabilir (Senawongse ve Pongprueksa 2007) (Tate ve Powers 1996) (Hengtrakool, Kukiattrakoon ve ark. 2011). Yaşlandırma

işlemleri sonrası en düşük pürüzlülük değeri ise Omnichroma – Kontrol grubunun ($0,01 \pm 0,23$) kahvede bekletildiği örneklerde gözlenmiştir. Kontrol grubunda kullandığımız sarı kuşaklı bitim frezlerinde bulunan elmas partikülleri oldukça sert yapıdadırlar. Bir polisaj sisteminin pürüzsüz bir yüzey oluşturması için aşındırıcı parçacıklarının sertliği, kompozit rezinin içeriğindeki doldurucudan daha sert olması gerekmektedir (Reis, Giannini ve ark. 2003). Tez çalışmamızda sarı kuşaklı elmas bitim frezini kontrollü bir hız ve basınçta kullanmamız ve Omnichroma' nın suprananofil yapıda doldurucu içermesi pürüzlülük değerinin düşük olmasını açıklamaktadır. Bunun aksine, parlatma diskleri esnek kauçuk benzeri bir malzemedir, aşındırıcı bir maddeyle emdirilmiş polimerize bir rezinden oluşur (Douglas ve Craig 1982). Rezin matrisini aşındırırlar ve yalnızca belirgin yüzeyleri konturlarlar, böylece daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne neden olurlar. Sarı kuşaklı elmas bitim frezlerinde bu durum olmadığı için daha düşük yüzey pürüzlülüğünü açıklamaktadır. SEM görüntüleri değerlendirildiğinde ise en düşük pürüzlülük değerinin Opti1step' te olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak ise SEM' de alınan görüntülerin x2000 büyütmede olmaları ve genel durumu yansıtamama ihtimalinden kaynaklanabilir (Şekil 54). Çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde 2. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü restoratif materyaller üzerinde uygulanan farklı polisaj yöntemleri yüzey pürüzlülüğünü etkilemiş olsa da anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Tez çalışmamızda kola, kahve ve yapay tükürükte beklettiğimiz örneklerin pürüzlülük değerlerindeki değişime baktığımızda en az pürüzlülük değişiminin yapay tükürükte ($R_a = 0,00$) olduğu görülmüştür. Kola ($R_a = 0,07$) ve kahvenin ($R_a = 0,08$) pürüzlülük değişimi değeri daha yüksektir ve yapay tükürükle arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p > 0,05$). Restoratif materyallerin özellikle asidik içecekler içerisine

birakılması sonucu bozunmaya uğradığı çalışmalarda gösterilmiştir (Hengtrakool, Kukiattrakoon ve ark. 2011) (Wa 1984). Ayrıca farklı içeceklerle maruz kalan restoratif materyallerde yüzey pürüzlülüğü ve sertliğinin de etkilendiği belirtilmiştir (Ferracane ve Marker 1992). Özellikle asidik gıdaların eroziv etkisi olduğu bilinmektedir ve sitrik, malik ve fosforik asitin değişen oranlarda erozyona yol açtığı bazı çalışmalarda gösterilmiştir. İçeceklerin sadece pH değerlerine bakılarak eroziv özelliği hakkında bilgi sahibi olmak doğru değildir içerisinde bulunan titre edilebilir asit, asitin türü ve tamponlama kapasitesi de içeceklerin aşındırıcı özelliğini etkilemektedir (Ferracane ve Marker 1992) (Lussi, Jaeggi ve ark. 2004). Ayrıca kolanın bileşimindeki inorganik ve güçlü bir asit olan fosforik asit bulunmaktadır. Bu sebeple, düşük bir pH ve güçlü bir inorganik asidin varlığı, restoratif materyallerin yüzeyinde daha agresif bir saldırıya neden olmuş ve dolayısıyla yüzey pürüzlülüğünde bir artışa neden olmuş olabilir (ÇELİK, SAĞSÖZ ve ark. 2017).

Kahve, çay ve kola gibi bileşimlerinde asit içeren içeceklerin tüketimi kompozitlerin yüzey özelliklerini büyük ölçüde tehlikeye sokmaktadır. Çelik ve ark.'nın kahve, kola, distile su ve kırmızı şarap kullanarak kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında kırmızı şarabın diğerlerine oranla daha fazla pürüzlülüğe sebep olduğu bildirilmiştir (ÇELİK, SAĞSÖZ ve ark. 2017). Kolanın pH'sı diğerlerine oranla daha düşük olmasına rağmen kırmızı şarapta bekletilen örneklerin yüzeylerinde görülen pürüzlülük daha yüksektir. Kolalı içecekler ve kahve düşük pH'a sahip olmasının yanı sıra eroziv potansiyeli arttırıcı karbonhidratlarla tatlandırılabilir, bu da yüzey pürüzlülüğünün artmasına yol açar (Li, Zou ve ark. 2012) (von Fraunhofer ve Rogers 2004). Kitchens and Owens'in birkaç içeceğin eroziv etkisini inceledikleri çalışmalarında, kahvenin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı bildirilmiştir

(Kitchens ve Owens 2007). Bizim yaptığımız tez çalışmasında da anlamlı bir fark olmasa da kolanın pH değeri, kahveye göre daha düşük olmasına rağmen pürüzlülük değişim değeri daha az çıkmıştır. Sonuç olarak yapılan çalışmalar içeceklerin rezinler üzerinde oluşturduğu eroziv etkinin sadece pH' ya bağlı olmadığını, rezinlerin mineral yapılarının ve tamponlama kapasitelerinin aynı zamanda gıdaların hangi tür asit içerdiklerinin de pürüzlülüğü farklı etkilediğini ortaya koymuştur (Lussi ve Jaeggi 2008) (Isabel, Dominguetta ve ark. 2016). Lu ve ark. yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında her zaman doğru orantı olmadığını, yüzey pürüzlülük değeri 0.1 μm değerinin altında olduğu zaman yüzey pürüzlülüğünün renklenmeyi etkilemediğini bildirmişlerdir (Lu, Roeder ve ark. 2005). Yüzey pürüzlülüğü değişimi, yaşlandırma öncesi ve sonrası gruplara bakıldığında ise en fazla Omnichroma– Opti1step grubunun (0,7 \pm 0,12) kolada bekletildiği örneklerde gözlenmiştir ve kahve ile yapay tükürükte bekletilme sonucu bulunan değerlerle anlamlı farkı vardır ($p < 0,05$). Bu durum Opti1step polisaj sisteminin silikon dioksit içerikli olması ve kolanın pH değerinin düşük olup içeriğinde fosforik asit bulunmasından kaynaklı olabilir. Fosforik asit, sitrik ve maleik asite göre eroziv etkisi daha yüksek olan bir asittir (Senawongse ve Pongprueksa 2007) (Tate ve Powers 1996) (Hengtrakool, Kukiattrakoon ve ark. 2011). Yaşlandırma işlemleri sonrası en düşük pürüzlülük değeri ise Omnichroma – Kontrol grubunun (0,01 \pm 0,23) kahvede bekletildiği örneklerde gözlenmiştir ve kola ve yapay tükürükte bekletilmeyle arasında anlamlı fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). En düşük ve en yüksek değerlerde kompozit grubu aynıdır. Kahvenin eroziv özelliği kolaya göre daha az olduğu için çıkan sonuç uyumludur. Yapay tükürük ise bir başka hasar türüne neden olmaktadır. Bu durumun sebebi olarak, hidrolitik bozulmanın matriks yapısında hasara neden olduğu gösterilmiştir. Kompozit malzemenin içerdiği TEGDMA veya TEGMA gibi bileşimlerin kimyasal yapısından dolayı yapay

ağız sıvısının makriks yapısına daha kolay erişebilmesi bu bileşimleri içeren kompozitlerin bozulmaya daha hassas olduğu belirtilmiştir (Yılmaz ve Sadeler 2017). Yapay tükürükte yüksek Ra değerini deney sonrası ölçüm noktasının başlangıçta da pürüzlü olan bir noktaya gelmiş olabilesine bağlayabiliriz. Alınan SEM görüntüleri değerlendirildiğinde ise kahve ve kolanın yapay tükürüğe göre daha pürüzlü bir yüzey oluşturduğu görülmektedir (Şekil 42). Bu da elde edilen verilerle orantılıdır. Bukalemun etkisi gösteren rezinlerin yeni bir ürün olması sebebiyle, hem mekanik hem de estetik performansı üzerinde henüz yeterli çalışma olmaması, bu materyalin başarısının yorumlanmasını sınırlandırma ve bu konuda daha fazla in vivo ve in vitro çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yaptığımız tez çalışmasının bulgularına göre 3. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü farklı restoratif materyallerin çeşitli yaşlandırma solüsyonlarında bekletilmesi sonrası yüzey pürüzlülüğü değişimi görülmektedir.

Çalışmamızda 3 adet bukalemun etkisi gösteren kompozit ve 1 adet kontrol grubu kullanılmıştır. Kompozit örnekler arasında, farklı polisaj sistemleri ve yaşlandırma sonrasında renk değişimi açısından anlamlı farklılık bulundu ($p < 0,05$). Optishade($\Delta E=3,24 \pm 0,11$) ve Essentia($\Delta E=3,31 \pm 0,11$) kompozitlerinde renk değişikliği anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Estelite Sigma($\Delta E=2,49 \pm 0,11$) ve Omnicroma' da($\Delta E=2,68 \pm 0,11$) ise renk değişikliği diğer kompozitlere oranla anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). En yüksek ΔE değeri Optishade-kontrol ($\Delta E=5,12 \pm 2,43$) grubunun kahvede bekletildiği örneklerde gözlenmiştir. En düşük ΔE değeri ise Estelite sigma-kontrol ($\Delta E=0,97 \pm 0,78$) grubunun kolada bekletildiği örneklerde gözlenmiştir.

Diş hekimliğinde renk değişimini ifade etmek için ΔE kullanılmaktadır (Seghi, Hewlett ve ark. 1989). Klinik olarak kabul edilir ΔE değeri çalışmalara göre farklılık

göstermekle birlikte pek çok çalışmada bu kritik değer 3,3 olarak belirlenmiştir (Gönülo ve Yılmaz 2012, ÇELİK, SAĞSÖZ ve ark. 2017) (Okubo, Kanawati ve ark. 1998). Bizim de tez çalışmamızda 3,3' ün üzerindeki ΔE değerinin klinik olarak kabul edilebilirliğinin üstünde olduğu varsayılarak değerlendirme yapılmıştır. Kompozit rezinlerin renklenmeye karşı olan dayanıklılıkları çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Kullanılan materyalin yapısı, içerisindeki inorganik doldurucunun niteliği ve oranı, monomer dönüşüm derecesi, su absorpsiyonu miktarı, polisaj işlemleri gibi faktörler bunlardan bazılarıdır. Restorasyonun klinik başarısı, kullanılan kompozitin çeşidine göre değişmektedir (Kaizer, de Oliveira-Ogliari ve ark. 2014) (Lee, Lu ve ark. 2005). Yapılan bir çalışmada kompozitlerdeki renk değişiminin, kompozitin rezin kısmı ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Reis, Giannini ve ark. 2003).

Lu ve ark. nın yaptıkları bir çalışmada düşük doldurucu içeriğine sahip olan kompozitlerdeki renk değişiminin daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yaptıkları çalışmada kullandıkları kompozitler; Estelite Sigma Quick (Suprananofil), Herculite XRV Ultra (nanohibrit) %79, Charisma Diamond (nanohibrit) %78, Esthetx (nano partiküllü) %77 şeklindedir. Estelite Sigma Quick (Suprananofil) daha yüksek doldurucu partikül içerdiği için (ağırlıkça %82) renk değişiminin daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da Optishade (ağırlıkça %81) ve Essentia (ağırlıkça %81), Estelite sigma' ya göre daha düşük doldurucu oranına sahip olduğu için daha fazla renk değişikliği göstermiştir ve bu sonuç yapılan çalışmalarla uyumludur (Lu, Roeder ve ark. 2005). Ferracane ve ark. nın yaptıkları çalışmaya göre kompozit rezinlerdeki doldurucu miktarının fazla olması sonucu polimer yapının absorbe edeceği su miktarını azaltarak renk değişiminin de daha az olacağı belirtilmektedir (Ferracane 2006). Ancak çalışmamızda Omnichroma' nın (%79) daha düşük doldurucu oranına rağmen düşük

oranda renk değişikliği göstermesi diğer kompozit gruplarından farklı olarak suprananosferikal özellikteki doldurucuya sahip olmasından kaynaklanacağını düşünmekteyiz.

Yapılan bazı çalışmalara göre kompozit rezinlerin içerisinde bulunan BisGMA (Bisfenol-A glisidildimetakrilat), UDMA (Üretan dimetakrilat) ve TEGDMA gibi monomerlerin de kompozitteki renk değişikliği ile ilgili oldukları belirtilmiştir (ÇELİK, SAĞSÖZ ve ark. 2017). UDMA içeren kompozitlerin hem BisGMA hem de TEGDMA içeren kompozitlere göre daha az su emilimi sonucu daha az renk değişikliği gösterdikleri bildirilmiştir (Bagheri, Burrow ve ark. 2005) (Barutçigil, HARORLI ve ark. 2012). Çalışmamızda Omnichroma ve Essentia kompozitleri UDMA içermesine rağmen renk değişimi açısından sonuçlar uygun değildir. Bu durumun nedeni olarak kompozitlerdeki renk değişiminin monomer tipiyle birlikte, materyallerin içeriklerine, doldurucu boyutlarındaki farklılığa, içerdiği TEGDMA ve UDMA yüzdesi gibi faktörlere de bağlı olmasından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Ertaş ve ark. nın yaptıkları bir çalışmada, nanohibrit kompozitlerin mikrohürit kompozitlerden daha az renk değişimi gösterdiği bulunmuşken Usha ve ark. nın yaptıkları bir çalışmada ikisi arasında anlamlı fark gözlenmemiştir (Usha, Rao ve ark. 2018) (Ertas, Gueler ve ark. 2006). Bizim çalışmamızda da Optishade (mikrohürit) ve Essentia (nanohürit) arasında renk değişimi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ortaya çıkan bulgular doğrultusunda 1. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü değerlendirilen restoratif materyaller arasında farklı polisaj ve yaşlandırma işlemleri sonrası renk değişimi açısından farklılık bulunmuştur.

Bazı çalışmalarda kompozit rezinin renklenmesinin pürüzlülükle orantılı olduğu söylenirken (Rutkunas, Sabaliauskas ve ark. 2010), bazılarında kompozitteki renk değişiminin çok çeşitli faktörlere bağlı olduğu belirtilmektedir (Reis, Giannini ve ark.

2003) (Bagheri, Burrow ve ark. 2005). Tez çalışmamızda en az pürüzlülük gösteren restoratif materyal grubu Omnicroma iken, en az renk değişimi gösteren restoratif materyal grubu Estelite Sigma grubudur. Bu sonuç, materyallerin özelliklerinin de renk değişimine olan etkisinin fazla olduğu sonucuyla uyumludur. Kompozit rezinin optik özelliklerinin yüzey pürüzlülüğü ile bağlantılı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Pürüzlülüğe bağlı olarak kompozitin üzerine gelen ışığın yansıma açıları değişebilmektedir (Sarac, Sarac ve ark. 2006). Yapılan polisaj işlemleri sonrasında en fazla renk değişimi Opti1step' te gözlenirken en az renk değişimi One gloss' ta görülmektedir ve anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($p < 0,05$). Bu durum silikon dioksit yapıdaki Opti1step polisaj sisteminin alüminyum oksit içerikli One gloss sistemine göre daha pürüzlü yüzey oluşturduğundan kaynaklı olabilir. Elde edilen bulgular doğrultusunda 4. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü farklı polisaj yöntemleri uygulanan restoratif materyaller arasında renk değişimi açısından farklılık bulunmaktadır.

Literatürdeki çoğu çalışmada, kompozit rezinlerin kırmızı şarap, kola, çay ve kahve gibi solüsyonlarda bekletilmesinden sonraki renk değişimi ölçülmüştür (Bagheri, Burrow ve ark. 2005) (Ertas, Gueler ve ark. 2006) (Nasim, Neelakantan ve ark. 2010). Biz de günlük hayatta daha sık kullanılan kolanın ve kahvenin kompozit rezinler üzerindeki renk değişimi miktarını araştırdık. Tez çalışmamızda yapay tükürükte bekletilen kompozitlerin renk değişimine bakıldığında kritik olarak kabul edilen değerin altında olduğu görülmüştür ($\Delta E < 3,3$). Bu durum geçmişteki çalışmalarla orantılıdır (Tan, Yap ve ark. 2015). Kompozitlerin su absorpsiyonu özelliği sebebiyle diğer içeceklerde de bekletilmesi sonucu pigmentleriyle birlikte absorbe edilirler ve renklenmeye neden olurlar (Bagheri, Burrow ve ark. 2005). Kola ve kahvedeki renk değişikliği yapay tükürükten anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Aynı şekilde kahvede

bekletilen kompozitlerin renk değişikliği kolada bekletilen kompozitlere göre anlamlı derecede yüksektir ($p < 0,05$). Kolanın pH 'sı kahveden düşüktür ve bu durum yüzey pürüzlülüğünün artmasına yol açabilir, ancak kahvedeki renk değişikliği kolaya göre daha yüksektir. Bu durumun nedeni olarak koladaki sarı pigment eksikliği düşünülebilir (Bagheri, Burrow ve ark. 2005). Kahve, düşük polaritede sarı renk içeren maddelerden oluşur (Malekipour, Sharafi ve ark. 2012). Kahvenin absorpsiyon ve adsorpsiyonu fazla olduğu için renklenmeye daha fazla neden olmaktadır ve yüzeyden daha az uzaklaştırılmaktadır (Um ve Ruyter 1991). Tez çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre 5. Sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çünkü farklı yaşlandırma solüsyonlarında bekletilen restoratif materyallerde renk değişimi açısından anlamlı bir fark görülmektedir.

Fakat yaptığımız bu tez çalışmasının bazı limitasyonları bulunmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri mekanik profilometre kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu cihazın ölçüm yaptığı yüzey örnek üzerindeki sınırlı bir alanı kapsamaktadır. Bu durum yüzeyin tamamı hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmamızı engellemektedir. Daha ileri düzey ölçümler için SEM veya AFM gibi tekniklerden faydalanılabilir. Biz de çalışmamızda SEM görüntülerine yer verdik. Yaptığımız çalışma bir in vitro çalışmadır ve restorasyonların ağız ortamında maruz kaldığı mekanik, fiziksel, kimyasal olaylar tam anlamıyla taklit edilememektedir. Kullandığımız bu restoratif materyallerin in vivo koşullarda uzun süreli klinik takibiyle birlikte bu limitasyonların da ortadan kalkacağına inanmaktayız.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tamamen in vitro koşullarda gerçekleştirdiğimiz bu tez çalışmasından elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda;

1-) Çalışmamızda değerlendirilen tüm restoratif materyaller uygulanan polisaj yöntemleri ve farklı solüsyonlarda bekletilme sonrasında değişen oranlarda renk değişimi ve pürüzlülük değerleri gösterdi ve elde edilen çoğu değer anlamlıydı.

2-) Solüsyonlarda bekletme sonrasında en fazla pürüzlülük değişimi mikrohibrit yapıdaki Essentia kompozit grubunda gözlenirken, en az pürüzlülük değişimi ise suprananofil yapıdaki Omnicroma kompozit grubunda gözlemlendi.

3-) En fazla pürüzlülük değişimi Opti 1 step ve kontrol grubunda hazırlanan örneklerde gözlenirken, one gloss polisaj sisteminde en az pürüzlülük değişimleri gözlemlendi.

4-) En az pürüzlülük değişimi yapay tükürükte hazırlanan örneklerde gözlenirken, kola ve kahvede pürüzlülük değişim değerlerinin arttığı gözlemlendi.

5-) Solüsyonlarda bekletme sonrasında en fazla renk değişimi Optishade ve Essentia kompozit gruplarında gözlenirken, Estelite sigma Quick ve Omnicroma gruplarında daha az renk değişimi gözlemlendi.

6-) En fazla renk değişimi Opti 1 steple hazırlanan gruplarda gözlenirken, en az renk değişimi One gloss polisaj sisteminin uygulandığı gruplarda gözlemlendi.

7-) En fazla renk değişimi kahvede bekletilen örneklerde gözlenirken, en az renk değişimi yapay tükürükte bekletilen örneklerde gözlemlendi.

8-) Asidik içeceklerin ve polisaj yöntemlerinin in vivo şartlarda da kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü ve rengini etkileyebileceğini, bu yüzden restorasyon sırasında bu faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünmekteyiz.

KAYNAKÇA

. "CIE (1932). Uluslararası Komisyon de l'Eclairage işlemleri, 1931 . Cambridge:."

. "Encyclopædia Britannica, Inc."

. "<https://detuam.sbu.edu.tr/hizmet/uv-vis-spektrofotometre/>."

. "<https://docplayer.biz.tr/205784038-Bezmi Alem Vakıf Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.html>."

. "<https://kitam.omu.edu.tr/test-sayfasi-1/>."

. "https://tr.wikipedia.org/wiki/RGB_renk_modeli."

. "<https://www.dismat.com/gorsel-cozumler/vita-3dmaster-skala/>."

. "<https://www.linshangtech.com/tech/lab-color-model-color-meter-tech1432.html>."

. "<https://www.teknotip.com.tr/wp-content/uploads/2020/11/ince-film-kalinlik-profilm3d.jpg>."

. "<https://www.upc.edu/sct/en/equip/399/mechanical-profilometer.html>

."

Abbas, G., et al. (2003). "Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments." Journal of Dentistry **31**(6): 437-444.

Abdelhamed, B., et al. (2022). "Rational durability of optical properties of chameleon effect of Omnichroma and Essentia composite thermocycled in black dark drinks (in vitro study)." Bulletin of the National Research Centre **46**(1): 184.

Akgül, S., et al. (2022). "Farkli İçeceklerin Ünlversal Rezin Kompozitlerin Renk Stabilitesi ve Yüzey Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi." Selcuk Dental Journal **9**(2): 445-450.

Almqvist, H. and F. Lagerlöf (1993). "Influence of Constant Fluoride Levels in Solution on Root Hard Tissue De- and Remineralization Measured by 125I Absorptiometry." Caries research **27**(2): 100-105.

Altun, C. (2005). "Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler." Gülhane tıp dergisi **47**(1): 77-82.

Anusavice, K. J., et al. (2012). Phillips' science of dental materials, Elsevier Health Sciences.

Arai, Y., et al. (2021). "Evaluation of structural coloration of experimental flowable resin composites." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **33**(2): 284-293.

Ardu, S., et al. (2017). "Color stability of recent composite resins." Odontology **105**: 29-35.

Ardu, S., et al. (2019). "Resin composite thickness' influence on L* a* b* coordinates and translucency." Clinical oral investigations **23**: 1583-1586.

Ateş, F. Y. (2022). Kırmızı çamur-epoksi kompozitlerin üretimi ve karakterizasyonu.

Awad, D., et al. (2015). "Translucency of esthetic dental restorative CAD/CAM materials and composite resins with respect to thickness and surface roughness." The Journal of Prosthetic Dentistry **113**(6): 534-540.

AYDINLIOĞLU, G. and D. B. TARIM (2021). "Kompozit Materyallerinin Yapısındaki Değişikliklere Bağlı Gelişimi."

Bagheri, R., et al. (2005). "Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials." Journal of Dentistry **33**(5): 389-398.

Bakti, I., et al. (2018). Chameleon effect of nano-filled composite resin restorations in artificial acrylic teeth of various shades. Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing.

Ballard, E., et al. (2017). "Satisfaction of Dental Students, Faculty, and Patients with Tooth Shade-Matching Using a Spectrophotometer." Journal of dental education **81**(5): 545-553.

Barakah, H. M. and N. M. Taher (2014). "Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material." The Journal of Prosthetic Dentistry **112**(3): 625-631.

Barszczewska-Rybarek, I. M. (2019). "A guide through the dental dimethacrylate polymer network structural characterization and interpretation of physico-mechanical properties." Materials **12**(24): 4057.

Barutçigil, Ç., et al. (2012). "Bazı geleneksel içeceklerin mikrohibrit kompozit rezinde meydana getirdiği renk değişikliklerinin incelenmesi." Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi **2012**(2): 114-119.

Baseren, M. (2004). "Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures." Journal of Biomaterials Applications **19**(2): 121-134.

Bedran-de-Castro, A., et al. (2004). "Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system." OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON- **29**(2): 150-156.

Beun, S., et al. (2007). "Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites." Dental materials **23**(1): 51-59.

Beyth, N., et al. (2006). "Antibacterial activity of dental composites containing quaternary ammonium polyethylenimine nanoparticles against *Streptococcus mutans*." Biomaterials **27**(21): 3995-4002.

Bollenl, C. M., et al. (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.

Borse, S. and S. H. Chaware (2020). "Tooth shade analysis and selection in prosthodontics: A systematic review and meta-analysis." The Journal of the Indian Prosthodontic Society **20**(2): 131.

Bowen, R. L. (1956). "Use of epoxy resins in restorative materials." Journal of Dental Research **35**(3): 360-369.

Brewer, J. D., et al. (2004). "Advances in color matching." Dental Clinics **48**(2): 341-358.

Burgess, J. and D. Cakir (2010). "Comparative properties of low-shrinkage composite resins." Compendium **31**(2): 10.

Burgess, J., et al. (2002). "Posterior resin-based composite: review of the literature." Pediatric dentistry **24**(5): 465-479.

Carneiro, P., et al. (2016). "Influence of finishing and polishing techniques and abrasion on transmittance and roughness of composite resins." Operative dentistry **41**(6): 634-641.

Cazzaniga, G., et al. (2017). "In vitro biofilm formation on resin-based composites after different finishing and polishing procedures." Journal of Dentistry **67**: 43-52.

Cekic-Nagas, I. and G. Ergun (2011). "Effect of different light curing methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs." Journal of applied oral science **19**: 403-412.

Chesterman, J., et al. (2017). "Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review." British dental journal **222**(5): 337-344.

Chu, S. J. (2007). "Clinical steps to predictable color management in aesthetic restorative dentistry." Dental Clinics of North America **51**(2): 473-485.

Chu, S. J., et al. (2004). Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry, Quintessence Publishing Company Illinois.

Chu, S. J., et al. (2010). "Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects." Journal of Dentistry **38**: e2-e16.

Cocco, A. R., et al. (2015). "A systematic review about antibacterial monomers used in dental adhesive systems: Current status and further prospects." Dental materials **31**(11): 1345-1362.

Corcodel, N., et al. (2010). "The linear shade guide design of Vita 3D-master performs as well as the original design of the Vita 3D-master." Journal of oral rehabilitation **37**(11): 860-865.

Craig, R. G. (1980). Restorative dental materials, Mosby.

Curtis, A. R., et al. (2009). "The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: characterizing discrete filler particles and agglomerates using a micromanipulation technique." Dental materials **25**(2): 180-187.

Czigola, A., et al. (2021). "Comparing the effectiveness of shade measurement by intraoral scanner, digital spectrophotometer, and visual shade assessment." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **33**(8): 1166-1174.

ÇELİK, N., et al. (2017). "Farkli içeceklerin posterior kompozitlerin renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin değerlendirilmesi." Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi **27**(1): 27-33.

Dayangaç, B. (2000). Kompozit rezin restorasyonlar, Güneş Kitabevi.

De Jager, N., et al. (2000). "The influence of surface roughness on porcelain strength." Dental materials **16**(6): 381-388.

De Munck, J. d., et al. (2005). "A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results." Journal of Dental Research **84**(2): 118-132.

del Mar Pérez, M., et al. (2007). "Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences of resin composites." Dental Materials Journal **26**(1): 21-28.

Dietschi, D. and N. Fahl Jr (2016). "Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update." British dental journal **221**(12): 765-771.

Dietschi, D. and N. Fahl (2016). "Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update." British dental journal **221**(12): 765-771.

Douglas, R. D. and M. Przybylska (1999). "Predicting porcelain thickness required for dental shade matches." The Journal of Prosthetic Dentistry **82**(2): 143-149.

Douglas, W. and R. G. Craig (1982). "Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems." Journal of Dental Research **61**(1): 41-43.

Dozić, A., et al. (2007). "Performance of five commercially available tooth color-measuring devices." Journal of Prosthodontics **16**(2): 93-100.

DUVAL, C., et al. (2001). "Distinct melanogenic response of human melanocytes in mono-culture, in co-culture with keratinocytes and in reconstructed epidermis, to UV exposure." Pigment cell research **14**(5): 348-355.

Eick, J. D., et al. (2006). "Stability of silorane dental monomers in aqueous systems." Journal of Dentistry **34**(6): 405-410.

El-Badrawy, W., et al. (1993). "Effect of home-use fluoride gels on glass ionomer and composite restorations." Dental materials **9**(1): 63-67.

Endo, T., et al. (2010). "Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites." Dental Materials Journal **29**(2): 213-223.

Erdemir, U., et al. (2012). "The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites." European journal of dentistry **6**(02): 198-205.

Erdemir, U., et al. (2013). "Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period." Journal of applied oral science **21**: 124-131.

Ergücü, Z., et al. (2008). "Color stability of nanocomposites polished with one-step systems." Operative dentistry **33**(4): 413-420.

ERGÜN, G., et al. (2006). "Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit (FGK) Sabit Protezlerin Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) ile Değerlendirilmesi ve İçeriklerinin Element Analizlerinin (EDS) Yapılması." Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi; Cilt: 7 Sayı: 2.

Ersoy, N. (2011). "Kesim B." Hızlandırılmış yaşlandırma sonrası farklı porselen laminate veneerlerin renk değişimine kompozit rezin simanların etkisi. SÜ Diş Hek Fak Derg **20**: 165-172.

Ertas, E., et al. (2006). "Color stability of resin composites after immersion in different drinks." Dental Materials Journal **25**(2): 371-376.

Evrar, U. D. B. and Ö. Ü. E. P. Bakır "Farklı estetik kompozit rezinlerin renk stabilitesi ve su emilimlerinin incelenmesi The investigation of color stability and water absorption."

Farzaneh, F., et al. (2021). "Effect of chemical and mechanical degradation on surface roughness, topography, gloss, and polish retention of three composites polished with five polishing systems." Frontiers in Dentistry **18**.

Ferracane, J. and V. Marker (1992). "Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites." Journal of Dental Research **71**(1): 13-19.

Ferracane, J. L. (1995). "Current trends in dental composites." Critical Reviews in Oral Biology & Medicine **6**(4): 302-318.

Ferracane, J. L. (2006). "Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks." Dental materials **22**(3): 211-222.

Ferracane, J. L., et al. (2014). "Microstructural features of current resin composite materials." Current Oral Health Reports **1**: 205-212.

Flury, S., et al. (2012). "Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials?" Dental materials **28**(5): 521-528.

Fonseca, A. S. Q., et al. (2017). "Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites." Dental materials **33**(4): 394-401.

Gadegaard, N. (2006). "Atomic force microscopy in biology: technology and techniques." Biotechnic & Histochemistry **81**(2-3): 87-97.

Gadelmawla, E., et al. (2002). "Roughness parameters." Journal of materials processing Technology **123**(1): 133-145.

Gale, M. and B. Darvell (1999). "Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations." Journal of Dentistry **27**(2): 89-99.

Gao, B.-T., et al. (2012). "Comparison between a silorane-based composite and methacrylate-based composites: shrinkage characteristics, thermal properties, gel point and vitrification point." Dental Materials Journal **31**(1): 76-85.

Gokce, H. S., et al. (2010). "Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants." The Journal of Prosthetic Dentistry **103**(3): 139-147.

Gönüloğlu, N. and F. Yılmaz (2012). "The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites." Journal of Dentistry **40**: e64-e70.

Gurgan, S., et al. (2022). "Comparison of mechanical and optical properties of a newly marketed universal composite resin with contemporary universal composite resins: An in vitro study." Microscopy research and technique **85**(3): 1171-1179.

Güler, A. U., et al. (2010). "Effects of air polishing powders on the surface roughness of composite resins." Journal of Dental Sciences **5**(3): 136-143.

Heintze, S., et al. (2006). "Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro." Dental materials **22**(2): 146-165.

Heintze, S. D., et al. (2015). "Clinical effectiveness of direct anterior restorations—A meta-analysis." Dental materials **31**(5): 481-495.

Hengtrakool, C., et al. (2011). "Gradual surface degradation of restorative materials by acidic agents." Gen Dent **59**(2): e50-e62.

Heymann, H. O., et al. (2012). Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry-E-Book, Elsevier Health Sciences.

Hui, Y. H. (2006). Handbook of food science, technology, and engineering, CRC press.

Hung, T., et al. (2011). "Thermal–mechanical behavior of the bonding wire for a power module subjected to the power cycling test." Microelectronics Reliability **51**(9-11): 1819-1823.

Ibraheem, N. A., et al. (2012). "Understanding color models: a review." ARPN Journal of science and technology **2**(3): 265-275.

Ilie, N. (2022). "Universal chromatic resin-based composites: Aging behavior quantified by quasi-static and viscoelastic behavior analysis." Bioengineering **9**(7): 270.

Ilie, N., et al. (2013). "Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance." Operative dentistry **38**(6): 618-625.

Isabel, C. A. C., et al. (2016). "Surface roughness of a resin composite." RGO-Revista Gaúcha de Odontologia **64**: 50-55.

Islam, M. S., et al. (2023). "The blending effect of single-shade composite with different shades of conventional resin composites—an in vitro study." European journal of dentistry **17**(02): 342-348.

Ismail, E. H. and R. D. Paravina (2022). "Color adjustment potential of resin composites: optical illusion or physical reality, a comprehensive overview." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **34**(1): 42-54.

Itota, T., et al. (2004). "Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite." Dental materials **20**(9): 789-795.

Iyer, R. S., et al. (2021). "Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **33**(2): 394-400.

Jefferies, S. R. (1998). "The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry." Dental Clinics of North America **42**(4): 613-627.

Joniot, S., et al. (2006). "Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing." Operative dentistry **31**(1): 39-46.

Jung, M. (1997). "Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments." Operative dentistry **22**(3): 98-104.

Jung, M., et al. (2003). "Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing." Operative dentistry **28**(1): 53-59.

Kaizer, M. R., et al. (2014). "Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies." Dental materials **30**(4): e41-e78.

Kakaboura, A., et al. (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.

Kalantari, M. H., et al. (2017). "Evaluation of accuracy of shade selection using two spectrophotometer systems: Vita Easyshade and Degudent Shade Pilot." European journal of dentistry **11**(02): 196-200.

Karadaş, M. and S. Demirbuğa (2017). "Evaluation of color stability and surface roughness of bulk-fill resin composites and nanocomposites."

Keyf, F., et al. (2009). "Diş hekimliğinde renk seçimi." Hacettepe Diş hekimliği Fakültesi Dergisi **33**.

Khurana, R., et al. (2007). "A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices." British dental journal **203**(12): 675-680.

Kim-Pusateri, S., et al. (2009). "Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices." The Journal of Prosthetic Dentistry **101**(3): 193-199.

Kitchens, M. and B. Owens (2007). "Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel." Journal of Clinical Pediatric Dentistry **31**(3): 153-159.

KJ, A. (1996). "Challenges to the development of esthetic alternatives to dental amalgam in an academic research center." Dent Mater Trans **9**: 25-50.

Kobayashi, S., et al. (2021). "Color adjustment potential of single-shade resin composite to various-shade human teeth: Effect of structural color phenomenon." Dental Materials Journal **40**(4): 1033-1040.

Korkut, B. and C. Türkmen (2021). "Longevity of direct diastema closure and recontouring restorations with resin composites in maxillary anterior teeth: A 4-year clinical evaluation." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **33**(4): 590-604.

Kwon, T. Y., et al. (2012). "Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry." Journal of investigative and clinical dentistry **3**(1): 3-16.

Lainović, T., et al. (2013). "Determination of surface roughness and topography of dental resin-based nanocomposites using AFM analysis." Bosnian journal of basic medical sciences **13**(1): 34.

Lee, Y.-K., et al. (2005). "Measurement of opalescence of resin composites." Dental materials **21**(11): 1068-1074.

Leinfelder, K. F., et al. (1999). "Packable composites: overview and technical considerations." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **11**(5): 234-249.

Leprince, J., et al. (2010). "Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types." Journal of oral rehabilitation **37**(5): 364-376.

LeSage, B. P. (2007). "Aesthetic anterior composite restorations: a guide to direct placement." Dental Clinics of North America **51**(2): 359-378.

Li, H., et al. (2012). "Dietary factors associated with dental erosion: a meta-analysis."

Liebermann, A., et al. (2017). "The effect of different storage media on color stability of self-adhesive composite resin cements for up to one year." Materials **10**(3): 300.

Lu, H., et al. (2005). "Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **17**(2): 102-108.

Lucena, C., et al. (2021). "Optical behavior of one-shaded resin-based composites." Dental materials **37**(5): 840-848.

Lussi, A. and T. Jaeggi (2008). "Erosion—diagnosis and risk factors." Clinical oral investigations **12**: 5-13.

Lussi, A., et al. (2004). "The role of diet in the aetiology of dental erosion." Caries research **38**(Suppl. 1): 34-44.

Malekipour, M. R., et al. (2012). "Comparison of color stability of a composite resin in different color media." Dental research journal **9**(4): 441.

Manojlovic, D., et al. (2016). "Effects of a low-shrinkage methacrylate monomer and monoacylphosphine oxide photoinitiator on curing efficiency and mechanical properties of experimental resin-based composites." Materials Science and Engineering: C **58**: 487-494.

Mansouri, S. A. and A. Z. Zidan (2018). "Effect of water sorption and solubility on color stability of bulk-fill resin composite."

Marovic, D., et al. (2015). "Monomer conversion and shrinkage force kinetics of low-viscosity bulk-fill resin composites." Acta Odontologica Scandinavica **73**(6): 474-480.

McCabe, J. F. and A. W. Walls (2013). Applied dental materials, John Wiley & Sons.

McLaren, E. A., et al. (2017). "A Technique Using Calibrated Photography and Photoshop for Accurate Shade Analysis and Communication." Compendium **38**(2): 106-113.

Miletic, V. (2018). "Development of dental composites." Dental composite materials for direct restorations: 3-9.

Miller, L. (1987). "Organizing color in dentistry." Journal of the American Dental Association (1939): 26E-40E.

Mitra, S. B., et al. (2003). "An application of nanotechnology in advanced dental materials." The Journal of the American Dental Association **134**(10): 1382-1390.

Miyasaka, M., et al. (2008). "The effects of various finishing materials on the gloss and the color change of indirect prosthetic resin composites." Journal of medical and dental sciences **55**(1): 1-6.

Moraes, R., et al. (2009). "Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins?" Operative dentistry **34**(5): 551-557.

Morgan, M. (2004). "Finishing and polishing of direct posterior resin restorations." Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD **16**(3): 211-217; quiz 218.

Moszner, N., et al. (2008). "A partially aromatic urethane dimethacrylate as a new substitute for Bis-GMA in restorative composites." Dental materials **24**(5): 694-699.

Müdüroğlu, R., et al. (2018). "Methods and devices used in color determination." Cumhur Dent J **21**(1): 61-69.

Napadşek, P., et al. "Clinical aspects of comparative spectrophotometric analysis in the selection of the colour of acrylic teeth in removable dentures." Journal of Stomatology **71**(6): 497-501.

Nasim, I., et al. (2010). "Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins— an in vitro study." Journal of Dentistry **38**: e137-e142.

Neme, A., et al. (2002). "Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials." Operative dentistry **27**(1): 50-58.

O'Brien, W. J. (2002). Dental materials and their selection, Quintessence Chicago.

Okubo, S. R., et al. (1998). "Evaluation of visual and instrument shade matching." The Journal of Prosthetic Dentistry **80**(6): 642-648.

Osborne, J., et al. (1973). "One-year and two-year clinical evaluation of a composite resin vs. amalgam." The Journal of Prosthetic Dentistry **30**(5): 795-800.

Ölmez, A. and S. Kisbet (2012). "Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler." Acta Odontologica Turcica **30**(2): 115-122.

Öngül, D., et al. (2012). "Visual and instrumental evaluation of color match ability of 2 shade guides on a ceramic system." The Journal of Prosthetic Dentistry **108**(1): 9-14.

Özel Bektaş, Ö. (2006). "Farklı ışık kaynaklarının ve ışık uygulama tekniklerinin kompozit rezinlerdeki polimerizasyon büzülmesi ve dentine bağlanma dayanımlarına etkisinin incelenmesi."

Özgünaltay, G., et al. (2003). "Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives." Journal of oral rehabilitation **30**(2): 218-224.

Pala, K., et al. (2016). "Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach." Dental Materials Journal **35**(2): 278-289.

Paravina, R. D. and J. M. Powers (2004). "Esthetic color training in dentistry." (No Title).

Paravina, R. D., et al. (2001). "Dental color standards: shade tab arrangement." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **13**(4): 254-263.

Paravina, R. D., et al. (2006). "Evaluation of blending effect of composites related to restoration size." Dental materials **22**(4): 299-307.

Paravina, R. D., et al. (2006). "Color interaction of dental materials: blending effect of layered composites." Dental materials **22**(10): 903-908.

Park, J.-H., et al. (2006). "Influence of illuminants on the color distribution of shade guides." The Journal of Prosthetic Dentistry **96**(6): 402-411.

Patel, S. B., et al. (2004). "The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites." The Journal of the American Dental Association **135**(5): 587-594.

Paul, S., et al. (2002). "Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth." Journal of Dental Research **81**(8): 578-582.

Payne, J. H. (1999). "The marginal seal of Class II restorations: flowable composite resin compared to injectable glass ionomer." The Journal of clinical pediatric dentistry **23**(2): 123-130.

Pereira Sanchez, N., et al. (2019). "Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **31**(5): 465-470.

Pereira, S. G., et al. (2007). "Novel light-cured resins and composites with improved physicochemical properties." Dental materials **23**(10): 1189-1198.

Peşkersoy, C., et al. (2013). "Üç farklı akışkan kompozitin ve bir kendinden adezivli akışkan kompozitin sınıf V restorasyonlardaki mikrosızıntı değerlerinin in-vitro olarak incelenmesi."

Pilo, R., et al. (1999). "A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use." Journal of Dentistry **27**(3): 235-241.

Pirkoca, G. "Siloran bazlı bir kompozitin mikrosızıntı, yüzey sertliği ve düzgünlüğü üzerinde farklı ışık cihazlarının etkileri."

Plataniotis, K. and A. N. Venetsanopoulos (2000). Color image processing and applications, Springer Science & Business Media.

Poskus, L. T., et al. (2004). "Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations." Dental materials **20**(8): 726-732.

Powers, J. and R. Sakaguchi (2006). Craig's restorative dental materials. St. Louis, MO, Mosby Publishing.

Price, R. B., et al. (2003). "Evaluation of a second-generation LED curing light." Journal-Canadian Dental Association **69**(10): 666-666.

Rafael, C. F., et al. (2018). "Impact of laboratory treatment with coloring and fluorescent liquids on the optical properties of zirconia before and after accelerated aging." The Journal of Prosthetic Dentistry **120**(2): 276-281.

Rasras, R. J., et al. (2007). "Developing a new color model for image analysis and processing." Computer Science and Information Systems **4**(1): 43-55.

RD, P. (2006). "Evaluation of blending effect of composites related to restoration size." Dent Mater **21**: 1-9.

Reis, A. F., et al. (2003). "Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins." Dental materials **19**(1): 12-18.

Ristić, I. and R. Paravina (2009). "Instrumenti za određivanje boje." Acta stomatologica Naissi **25**: 925-932.

Roberson, T., et al. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. St. Louis, Mosby, Inc.

Roberson, T., et al. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. [SL]: Mosby, Elsevier.

Rocha, R. S., et al. (2017). "Effect of artificial aging protocols on surface gloss of resin composites." International Journal of Dentistry **2017**.

Roulet, J., et al. (2006). "Operatif dişhekimliğinde gelişmeler: güncel pratik uygulamalar." İstanbul, Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti: 27-34.

Rueggeberg, F. A. (2011). "State-of-the-art: dental photocuring—a review." Dental materials **27**(1): 39-52.

Rueggeberg, F. A., et al. (2017). "Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review." Brazilian oral research **31**.

Ruivo, M. A., et al. (2019). "Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites." Microscopy research and technique **82**(10): 1756-1767.

Rutkunas, V., et al. (2010). "Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials." Dental Materials Journal **29**(2): 167-176.

Ryba, T. M., et al. (2002). "Surface roughness of various packable composites." Operative dentistry **27**(3): 243-247.

Sakaguchi, R. (2012). *JM. Restorative materials composite and polymers*. ed, Philadelphia: Elsevier Health Sci.

Saku, S., et al. (2010). "Antibacterial activity of composite resin with glass-ionomer filler particles." Dental Materials Journal **29**(2): 193-198.

Salerno, M., et al. (2011). "Surface morphology and mechanical properties of new-generation flowable resin composites for dental restoration." Dental materials **27**(12): 1221-1228.

Sarac, D., et al. (2006). "The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins." The Journal of Prosthetic Dentistry **96**(1): 33-40.

Sarıkaya, I. and G. AU (2009). "Diş hekimliği uygulamalarında renk kavramı." Türkiye Klinikleri J Dental **118**: 118-129.

Saygılı, G., et al. (2003). "Changes in the mechanical properties of tooth-colored direct restorative materials in relation to time." Polymers for Advanced Technologies **14**(9): 616-622.

Schmalz, G., et al. (2009). "Dental Amalgam." Biocompatibility of Dental Materials: 59-98.

Seghi, R. R., et al. (1989). "Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain." Journal of Dental Research **68**(12): 1760-1764.

Senawongse, P. and P. Pongprueksa (2007). "Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **19**(5): 265-273.

Shahabi, S., et al. (2018). "Comparison of tooth color change after bleaching with conventional and different light-activated methods." Journal of lasers in medical sciences **9**(1): 27.

Shintani, H., et al. (1985). "Effects of various finishing methods on staining and accumulation of Streptococcus mutans HS-6 on composite resins." Dental materials **1**(6): 225-227.

Sikri, V. K. (2010). "Color: Implications in dentistry." Journal of conservative dentistry: JCD **13**(4): 249.

Sproull, R. C. (1973). "Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color." The Journal of Prosthetic Dentistry **29**(4): 416-424.

Suganya, S. P., et al. (2020). "Spectrophotometric evaluation of shade selection with digital and visual methods." Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences **12**(Suppl 1): S319.

Suh, Y.-R., et al. (2017). "Influences of filler content and size on the color adjustment potential of nonlayered resin composites." Dental Materials Journal **36**(1): 35-40.

Tabatabaian, F., et al. (2021). "Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **33**(8): 1084-1104.

Takatsui, F., et al. (2012). "CIE L* a* b*: comparison of digital images obtained photographically by manual and automatic modes." Brazilian oral research **26**: 578-583.

Tan, B., et al. (2015). "Effect of beverages on color and translucency of new tooth-colored restoratives." Operative dentistry **40**(2): E56-E65.

Tate, W. and J. Powers (1996). "Surface roughness of composites and hybrid ionomers." Operative dentistry **21**(2): 53-58.

TEMİZCİ, T. and M. T. TUNÇDEMİR (2021). "Effects of Bleaching Agents on Surface Roughness and Color Change of Discolored Resin Composites." Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences **27**(2).

Tjan, A. H. and C. A. Chan (1989). "The polishability of posterior composites." The Journal of Prosthetic Dentistry **61**(2): 138-146.

Trakyalı, G. (2013). "Diş rengi belirlenmesinde kullanılan yöntemler."

Tunçbilek, P. (2012). Kütlesel yerleştirilebilen kompozit rezinlerin polimerizasyon derecelerinin değerlendirilmesi, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Turgut, S. and B. Bağış (2012). "Diş hekimliğinde renk ve renk ölçüm yöntemleri." Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi **5**: 65-75.

Turkun, L. and M. Turkun (2004). "The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials." OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON- **29**(2): 203-211.

Um, C. M. and I. Ruyter (1991). "Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea." Quintessence international **22**(5).

Ure, D. and J. Harris (2003). "Nanotechnology in dentistry: reduction to practice." Dental update **30**(1): 10-15.

Usha, C., et al. (2018). "A Comparative Evaluation of the Staining Capacity of Microhybrid and Nanohybrid Resin-Based Composite to Indian Spices and Food Colorants: An: In Vitro: Study." Indian Journal of Dental Research **29**(2): 201-205.

Van der Burgt, T., et al. (1990). "A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color." The Journal of Prosthetic Dentistry **63**(2): 155-162.

Vivadent, I. (2013). "Scientific documentation tetric evo ceram Bulk Fill." Amherst: Ivoclar Vivadent.

von Fraunhofer, J. A. and M. M. Rogers (2004). "Dissolution of dental enamel in soft drinks." General dentistry **52**(4): 308-312.

Wa, C. (1984). "Influence of oral fluid on composite resin and glass-ionomer cement." The Journal of Prosthetic Dentistry **52**(2): 182-189.

Wakefield, C. W. and K. R. Kofford (2001). "Advances in restorative materials." Dental Clinics of North America **45**(1): 7-29.

Watanabe, T., et al. (2005). "Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites." Journal of oral science **47**(1): 21-25.

Wee, A. G., et al. (2006). "Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry." Dental materials **22**(6): 553-559.

Weitman, R. T. and W. B. Eames (1975). "Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures." The Journal of the American Dental Association **91**(1): 101-106.

Yap, A., et al. (2003). "Effect of mouthrinses on microhardness and wear of composite and compomer restoratives." Operative dentistry **28**(6): 740-746.

Yap, A., et al. (2002). "Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials." Operative dentistry **27**(3): 259-265.

Yap, A. U., et al. (2004). "Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems." OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON- **29**: 275-279.

Yazici, A., et al. (2017). "Thirty-six-month clinical comparison of bulk fill and nanofill composite restorations." Operative dentistry **42**(5): 478-485.

Yildiz, B., et al. (2023). "Akıllı Kromatik Teknolojili Dental Kompozitlerin Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma." Türkiye Klinikleri Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi **29**(2).

Yılmaz, E. Ç. and R. Sadeler (2017). "YAPAY AĞIZ SIVISINDA TERMAL ÇEVİRİMİN KOMPOZİT RESTORATİF MALZEMELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ." Technological Applied Sciences **12**(2): 38-42.

YOLDAŞ, O. (2022). Güncel Endodonti ve Restoratif Çalışmaları II, Akademisyen Kitabevi.

Zaimoğlu, A., et al. (1993). "Diş hekimliğinde maddeler bilgisi." AÜ Basımevi, Ankara 515.

