



T.C.
SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN
RENK STABİLİTESİNE ETKİSİ

Dt. Pelin SÖNMEZ
UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

SİVAS
2021



SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN
RENK STABİLİTESİNE ETKİSİ

Dt. Pelin SÖNMEZ
UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Prof. Dr. Diğdem EREN
DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

SİVAS
2021

“Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğünün Renk Stabilesine Etkisi” adlı UZMANLIK Tezi, jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında **Uzmanlık** tezi olarak kabul edilmiştir.

	AD SOYAD	İMZA
Başkan	Prof. Dr. Feridun HÜRMÜZLÜ	
Üye	Prof. Dr. Özden ÖZEL BEKTAŞ	
Üye	Prof. Dr. Diğdem EREN	

ONAY

Bu tez çalışması, 08.06.2021 tarihinde Fakülte Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
DEKANI

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübesini benimle paylaşarak bana yol gösteren, yardımlarını, hoşgörüsünü ve desteğini esirgemeyen, öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Diğdem EREN'e;

Uzmanlık eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU, Prof. Dr. Özden ÖZEL BEKTAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Alper KAPTAN'a;

Tez çalışmamın istatistiksel değerlendirmesinde yardımlarını esirgemeyen Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Ziyne ÇINAR'a ve Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜLTÜRK'e,

SEM analizlerinde yardımcı olan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Ali ÖZER'e, AFM analizlerinde yardımcı olan Araş. Gör. Merve KÜÇÜKOFLAZ'a; çalışmamı destekleyen Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na (CÜBAP);

Uzmanlık süresi boyunca birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, yaşadığım şehri güzelleştiren canım arkadaşlarım Dt. Esra AKTÜRK, Dt. Elif İpek KILIÇ, Dt. Büşra ÇINAR, Dt. Şifa AKDOĞAN, Dt. Gül YILMAZ, Dt. Gizem GÖKÇEN, Dt. Uğur DEMİRCİ, Dt. Adem BOYUN, Dt. Melek BEKTAŞ'a ve değerli çalışma arkadaşlarıma; arkadaşlığıyla ve akademik hayatım boyunca desteğiyle her zaman yanımda olan canım Ayşegül KARAARSLAN'a;

Hayatımın her döneminde desteklerini hissettiğim, her anımı paylaştığım, varlıklarıyla beni mutlu eden canım arkadaşlarım Havva Meryem KABAK, Ali Can UNSU, Serap AKPINAR, Fulya AYDIN, Gülten ÇELEBİ'ye;

Varlıklarıyla bana güç veren, attığım adımlarda beni destekleyen, emekleri ve sevgileriyle bugünlere gelmemi sağlayan canım ailem Ramiz SÖNMEZ, Fatma SÖNMEZ, Perihan Meryem SÖNMEZ'e ve her zaman iyi ki var dediğim canım Zeynep Öykü KOCA'ya en içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

KOMPOZİT REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN

RENK STABİLİTESİNE ETKİSİ

Pelin SÖNMEZ

Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Sivas, 2021

Bu çalışmanın amacı dört farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğünü üç farklı yöntemle incelemek ve pürüzlülüğün renk stabilitesine etkisini değerlendirmektir.

Çalışmamızda bir alkasit (Cention N, Ivoclar Vivadent, Schaan), bir nanohibrit kompozit rezin (Filtek Z550, 3M ESPE), bir dual cure bulk-fill kompozit rezin (Fill-Up, Coltene Whaledent), bir posterior bulk-fill kompozit rezin (Filtek One Bulk Fill, 3M ESPE) olmak üzere 4 farklı restoratif materyal kullanıldı. Teflon kalıplar içerisinde her bir restoratif materyalden 8 mm çapında 4 mm derinliğinde 40'ar adet örnek hazırlandı. Her bir restoratif materyale ait grubun yarısına polisaj işlemi uygulandı, yarısı şeffaf bant ile bitirildi. Bu iki grupta (polisaj ve şeffaf bant) kahvede (Nescafe Gold Classic, Nestle) ve distile suda bekletilmek üzere iki alt gruba ayrıldı. Yüzey pürüzlülüğü (Ra) konvansiyonel profilometre cihazı (Mitutoyo Surftest/ SJ-301, Tokyo) ile ölçüldü. Atomik Kuvvet Mikroskobu ve Taramalı Elektron Mikroskobuyla tüm gruplardan birer adet örnek yüzeyi incelendi. Sıvılarda bekletilen örneklerin renk değişim değerleri 1,7,14,21 ve 28. günlerde taşınabilir bir spektrofotometre olan Vita Easyshade Advance (Vita Zahnfabrik) ile ölçüldü.

Çalışmamızda kullandığımız tüm restoratif materyallerde kahve, distile suya göre önemli oranda daha fazla renk değişimine neden oldu ($p<0,05$). Kompozit rezinler arasında tüm kontrol günleri için kahvede ve distile suda renk değişimi açısından farklılık önemlidir. 28. gün sonunda ΔE değerleri incelendiğinde Cention N en yüksek Fill-Up ise en düşük değeri verdi. Kahvede 1. ve 7. gün kabul edilebilir ΔE sınırını aşan tek kompozit Cention N'dir. Distile suda ise tüm kontrol günleri için restoratif materyaller kabul edilebilir ΔE sınırını aşmadı. Tüm kompozit gruplarında şeffaf bantla bitirilen örnekler polisajla bitirilen örneklere göre daha fazla renklendi.

Restoratif grupların yüzeylerine polisaj işlemi uygulanması veya şeffaf bant ile bitirilmesi yüzey pürüzlülüğü yönünden Z550 hariç anlamlı bir farklılık oluşturmadı ($p>0,05$). Polisajlanan grupların Ra değerleri karşılaştırıldığında farklılık önemli bulundu. En yüksek Ra değerini Cention N, en düşük Ra değerini Filtek One Bulk Fill gösterdi. Şeffaf bantla bitirilen örneklerde ise en yüksek Ra değerini Fill-Up, en düşük Ra değerini Z550 gösterdi. Pearson korelasyon analizine göre kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renklenmeleri arasında doğrusal ilişki bulunmadı. Buna ek olarak profilometre sonuçlarımıza göre kahvenin kompozit materyallerinin pürüzlülüğüne anlamlı bir etkisi olmadı ($p>0,05$).

Elde ettiğimiz veriler değerlendirildiğinde seçtiğimiz kompozit materyallerinin yapısının, kullanılan yöntem ve ekipmanların sonuçları etkilediğini düşünüyoruz. Çalışmamız sınırları içerisinde renk stabilitesini yüzey pürüzlülüğünden çok kompozit rezinin yapısının etkilediğini söyleyebiliriz. Yüzey pürüzlülüğünün renklenmeye etkisini değerlendirmek için farklı yüzey pürüzlülük değerlerine sahip benzer yapıda kompozit rezinleri kullanmanın bu konuda daha aydınlatıcı olabileceğini düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Renk Değişimi, Yüzey Pürüzlülüğü, Mekanik Profilometre, Atomik Kuvvet Mikroskobu, Taramalı Elektron Mikroskobu

ABSTRACT

THE EFFECT OF SURFACE ROUGHNESS OF COMPOSITE RESINS ON COLOR STABILITY

Pelin SÖNMEZ

Department of Restorative Dentistry

Sivas, 2021

The aim of this study is to examine the surface roughness of four different restorative materials using three different methods and to evaluate the effect of roughness on the color stability.

In our study, four different restorative materials –alcasit (Cention N, Ivoclar Vivadent, Schaan), nanohybrid (Filtek Z550, 3M ESPE), dual cure bulk-fill (Fill-Up, Coltene Whaledent), and posterior bulk-fill (Filtek One Bulk-Fill, 3M ESPE)- were used. 40 specimens from each restorative material were prepared with a diameter of 8 mm and a depth of 4 mm in teflon molds. Half of each restorative material group were polished, while the other halves were finished with a Mylar strip. Both groups (polished and Mylar strip) were also separated into two subgroups to store in coffee (Nescafe Gold Classic, Nestle) and distilled water. Surface roughness (Ra) was measured with a conventional profilometer (Mitutoyo Surftest/ SJ-301, Tokyo). Surface of a single specimen from each group was examined with Atomic Force Microscope (AFM) and Scanning Electron Microscope (SEM). The values for discoloration of specimens stored in liquids were measured using a portable spectrophotometer, Vita Easyshade Advance (Vita Zahnfabrik), on days 1, 7, 14, 21, and 28.

On all restorative materials used in our study, coffee caused a significantly higher degree of discoloration than distilled water ($p<0,05$). The difference of discoloration between composite resins in coffee and distilled water is significant on all control days. At the end of day 28, Cention N provided the highest and Fill-Up provided the lowest value for ΔE . The only composite to exceed the clinically acceptable ΔE limit in coffee on days 1 and 7 was Cention N. In distilled water, however, none of the restorative materials exceeded the ΔE limit on any of the control

days. In all of the composite groups, the specimens finished with Mylar strip showed more color change than the polished specimens.

The application of polishing or finishing with Mylar strip on the surfaces of restorative groups did not produce a statistically significant difference for surface roughness except Z550 ($p>0,05$). The difference between the Ra values of polished groups was significant. Cention N provided the highest, and Filtek One Bulk-Fill provided the lowest Ra values. As for the specimens finished with Mylar strip, Fill-Up showed the highest, and Z550 showed the lowest Ra values. According to Pearson correlation coefficient, there was no linear correlation between the surface roughness and color change of composite resins. Additionally, according to our profilometer results, coffee had no statistically significant effect on the roughness of composite materials ($p>0,05$).

In light of obtained results, we believe that the structure of composite materials, the methods, and the equipment used in the study affected the results. Within the limits of our research, we can suggest that the structure of the composite resin rather than surface roughness affects color stability. Finally, we think that it might be more useful to use similar composite resins with different surface roughness values in order to evaluate the effect of surface roughness on color change.

Keywords: Color Change, Surface Roughness, Mechanical Profilometer, Atomic Force Microscope (AFM), Scanning Electron Microscope (SEM).

İçindekiler

TEŞEKKÜRLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kompozit Resinler.....	3
2.1.1. Kompozit Resinlerin Yapısı	3
2.1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	5
2.2. Bitirme ve Cila İşlemleri	14
2.2.1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşenleri	16
2.2.2. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Dental Materyaller ve Sınıflandırılmaları.....	17
2.3. Yüzey Pürüzlülüğü	19
2.3.1.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri	20
2.4. Renk.....	22
2.4.1. Renk Ölçüm Sistemleri.....	23
2.4.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri	25
2.4.3. Renklenme Çeşitleri.....	27
3.GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Örneklerin Hazırlanması	30
3.2. Çalışmada Kullanılan Materyaller.....	30

3.3. Örneklerin Hazırlanması	33
3.6. Örneklerin Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Analizi	38
3.7. Örneklerin Atomik Kuvvet Mikroskobu ile Analizi	39
3.8. İstatiksel Analiz	39
4.BULGULAR	40
4.1. Renk Ölçüm Sonuçları	40
4.1.1. Kompozit Rezinlerin Renk Değişim Değerlerinin Karşılaştırılması	40
4.1.2. Filtek One Bulk Fill Renk Değişimi Bulguları	45
4.1.3. Z550 Renk Değişimi Bulguları	48
4.1.4. Fill-Up Renk Değişim Bulguları	50
4.1.5. Cention N Renk Değişimi Bulguları	53
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Sonuçları	55
4.3. Örneklerin SEM Bulguları	58
4.4. Örneklerin AFM Bulguları	75
5.TARTIŞMA	85
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	103
7.KAYNAKLAR	105
8.ÖZGEÇMİŞ	123

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
A°	: Agström
AFM	: Atomik kuvvet mikroskobu
Au	: Altın
a*	: CIE renk sistemi, kırmızı-yeşil koordinatı
b*	: CIE renk sistemi, sarı-mavi koordinatı
Bis-EMA	: Etoksillenmiş bisfenol-A-glikol dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol-A-glisidil metakrilat
CIE	: Comission Internationale de l'Eclairage
DHEPT	: dihidroksietil p toluidin
DMPT	: N dimetil p toluidin
dk	: Dakika
ΔE	: Renk değişim değeri
EGDMA	: Etilen glikol dimetakrilat
GPDM:	: Gliserol fosfat dimetakrilat
gr	: GRAM
Hz	: Hertz
L*	: CIE sistemi renk değeri koordinatı
ml	: Mililitre
MMA	: Metil metakrilat
mm	: Milimetre
mW/cm²	: Miliwatt/santimetrekare
nm	: Nanometre
Ra	: Yüzeyin ortalama pürüzlülüğü
Rpm	: Yüzeydeki en derin noktaların ortalaması
Rz	: Yüzeydeki en yüksek sivri uçların ortalaması
Pd	: Palladyum
PEGDMA:	: Poly(ethylene glycol) dimethacrylate

PRG:	: Pre-reacted glass ionomer
pH	: "Power of Hydrogen" Hidrojenin gücü
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SPRG:	: Surface pre-reacted glass ionomer
SEM	: Taramalı elektron mikroskobu
sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
STM	: Taramalı uç mikroskobu
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
TMPTMA:	: Trimetilolpropan triakrilat
UDMA	: Diüretan dimetakrilat
UV	: Ultraviyole
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kompozitleri Organik Matriks İçerisindeki Monomerler.....	4
Şekil 2.2. Munsell Renk Sistemi.....	23
Şekil 2.3. CIE renk sistemi	25
Şekil 3.1. Filtek One Bulk Fill.....	31
Şekil 3.2. Cention N.....	31
Şekil 3.3. Filtek Z550.....	31
Şekil 3.4. Fill Up.....	31
Şekil 3.5. Teflon kalıplarda hazırlanan örnekler.....	33
Şekil 3.6. Elipar DeepCure-S.....	33
Şekil 3.7. Astropol	35
Şekil 3.8. Etüvde bekletilen örnekler.....	36
Şekil 3.9. Vita Easyshade Advance	37
Şekil 3.10. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı.....	37
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan SEM cihazı.....	38
Şekil 3.12. Altın kaplama cihazı ve örneklerin SEM’de incelenmek için altın kaplanması	38
Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan AFM cihazı	39
Şekil 4.1. Kompozitlerin 28 gün sonunda ΔE değerleri.....	40
Şekil 4.2. Polisajlı ve Şeffaf bantlı örnekler R_a değerleri.....	56
Şekil 4.3. Filtek One Bulk Fill polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	59
Şekil 4.4. Filtek One Bulk Fill polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	60
Şekil 4.5. Filtek One Bulk Fill polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	61
Şekil 4.6. Filtek One Bulk Fill polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	62
Şekil 4.7. Z550 polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	63

Şekil 4.8. Z550 polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	64
Şekil 4.9. Z550 polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	65
Şekil 4.10. Z550 polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	66
Şekil 4.11. Fill-Up polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	67
Şekil 4.12. Fill-Up polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	68
Şekil 4.13. Fill-Up polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	69
Şekil 4.14. Fill-Up polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	70
Şekil 4.15. Cention N polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü.....	71
Şekil 4.16. Cention N polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	72
Şekil 4.17. Cention N polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	73
Şekil 4.18. Cention N polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü	74
Şekil 4.19. Filtek One Bulk Fill polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM	76
Şekil 4.20. Filtek One Bulk Fill polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	76
Şekil 4.21. Filtek One Bulk Fill polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	77
Şekil 4.22. Filtek One Bulk Fill polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	77
Şekil 4.23. Z550 polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	78
Şekil 4.24. Z550 polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	78
Şekil 4.25. Z550 polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü ..	79

Şekil 4.26. Z550 polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	79
Şekil 4.27. Fill-Up polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü ...	80
Şekil 4.28. Fill-Up polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü .	80
Şekil 4.29. Fill-Up polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	81
Şekil 4.30. Fill-Up polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	81
Şekil 4.31. Cention N polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	82
Şekil 4.32. Cention N polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	82
Şekil 4.33. Cention N polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	83
Şekil 4.34. Cention N polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü	83

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller	32
Tablo 3.2. Grupların dağılımı.....	34
Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan polisaj materyali	35
Tablo 4.1. Kahvede bekletilen polisajlı Filtek One Bulk Fill, Z550, Fill-Up ve Cention N kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırması.....	42
Tablo 4.2. Kahvede bekletilen şeffaf bantla bitirilen kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma.....	43
Tablo 4.3. Distile suda bekletilen polisajlı kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma.....	44
Tablo 4.4. Distile suda bekletilen şeffaf bantla bitirilen kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma	45
Tablo 4.5. Filtek One Bulk Fill kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri	46
Tablo 4.6. Filtek One Bulk Fill kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	47
Tablo 4.7. Filtek One Bulk Fill kompozit kahvede bekletilen, polisajlanan örnekler günler arası karşılaştırma	47
Tablo 4.8. Filtek One Bulk Fill kompozit kahvede bekletilen, şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	47
Tablo 4.9. Filtek One Bulk Fill kompozit distile suda bekletilen,polisajlanan örnekler günler arası karşılaştırma	47
Tablo 4.10. Filtek One Bulk Fill kompozit distile suda bekletilen, şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	48
Tablo 4.11. Z550 kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	49
Tablo 4.12. Z550 kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	49
Tablo 4.13. Z550 kahvede bekletilen; polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma .	49
Tablo 4.14. Z550 kahvede bekletilen; şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	50

Tablo 4.15. Z550 distile suda bekletilen; polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma	50
Tablo 4.16. Z550 distile suda bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	50
Tablo 4.17. Fill-Up kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	51
Tablo 4.18. Fill-Up kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	51
Tablo 4.19. Fill-Up kahvede bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma	52
Tablo 4.20. Fill-Up kahvede bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	52
Tablo 4.21. Fill-Up distile suda bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma	52
Tablo 4.22. Fill-Up distile suda bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma	52
Tablo 4.23. Cention kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri.....	54
Tablo 4.24. Cention N kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri	54
Tablo 4.25. Cention N kahvede bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma	54
Tablo 4.26. Cention N kahvede bekletilen şeffaf bantla bitirilen örnekler günler arası karşılaştırma	55
Tablo 4.27. Cention N distile suda bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma	55
Tablo 4.28. Cention N distile suda bekletilen şeffaf bantla bitirilen örnekler günler arası karşılaştırma.....	55
Tablo 4.29. Polisajlı ve şeffaf bantlı örneklerin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri ..	56
Tablo 4.30. Restoratif materyallerin polisajlanan ve şeffaf bantla bitirilen örneklerinin yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerleri.....	57
Tablo 4.31. Her bir restoratif materyalin kahvede bekletilen ve distile suda bekletilen alt gruplarının R_a değerlerinin karşılaştırılması.....	57

Tablo 4.32. Polisajlı kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişim değerleri arasındaki korelasyon.....	58
Tablo 4.33. Şeffaf bantla bitirilen kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişim değerleri arasındaki korelasyon.....	58
Tablo 4.34. AFM 10×10 µm’lik tarama alanından elde edilen Ra (nm) değerleri....	75



1.GİRİŞ

Günümüzde kompozit materyallerin estetik olarak iyileştirilmesinin yanı sıra mekanik olarak dayanıklı, parlatılma özelliği yüksek, biyouyumlu, kolay ve kısa sürede uygulanabilen çeşitli kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür (1, 2). Estetik ve dayanıklılık beklentisini karşılamak üzere üretilen nanokompozitler (3), kolay uygulanabilen ve polimerizasyon büzülmesinin azaltıldığı aynı zamanda da olması gereken mekanik özelliklerinin korunduğu iddiası ile piyasaya sürülen bulk-fill kompozitler (4), ortamın pH değerini nötrleştirebilen ve flor salınımı yapabilen iyon salan kompozitler, daha etkin bir polimerizasyon için üretilen dual-cure kompozitler bunlara örnektir. Ancak bu materyallere kazandırılan farklı özellikler kompozit rezinlerin yüzey yapısında değişikliklere ve yaşlandırıcı etkenlere karşı farklı cevaplar vermesine neden olabilirler. Yaşlandırıcı etkenlerin kompozit rezinlerdeki en belirgin yansımalarından olan renklenme içsel ve dışsal sebeplere bağlı olabilir (5-10).

İçsel faktörler rezin matriksin yapısı, matriks-partikül ara yüzeyi, doldurucu partikül büyüklüğü ve hacmi gibi kompozit yapısına ait özelliklerdir. Dışsal faktörler ise ağız hijyeni, tüketilen yiyecek ve içecekler, sigara kullanımı ve mesleki faktörlerdir (11, 12).

Kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin incelendiği çeşitli çalışmalarda farklı içeceklerin (kahve, çay, şarap, kola, meyve suyu vb) ve ağız çalkalama solüsyonlarının farklı derecelerde renklendirme etkisi olduğu bildirilmiştir (13-16).

Restoratif materyaller için yüzeylerinin pürüzsüz ve renklerinin doğal dişlerle uyumlu olması buna ek olarak da bu uyumun kalıcılığı büyük önem taşımaktadır (17). Yüzey pürüzlülüğü ve renklenme yapılan restorasyonları değerlendirirken göz önüne alınan en önemli iki parametredir (18). Pürüzsüz bir restorasyon yüzeyi plak birikimini azaltır, renklenmeyi geciktirir ve materyalin ömrünü uzatır. Pürüzlü bir yüzey restorasyonlarda; sekonder çürüklere, diş etinde inflamasyona yol açmaktadır (17). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde profilometreler, AFM ve SEM gibi cihazlar kullanılmaktadır (19).

Restorasyonların renklenmesinde yüzey pürüzlülüğü mü yoksa materyalin yapısının mı daha etkili olduğu ile ilgili fazla araştırma olmasına rağmen sonuçlar çelişkilidir (20, 21). Özellikle son yıllarda piyasaya sürülen alkasit materyali ve dual

cure bulk-fill kompozit rezin ile ilgili bu konuda çok sınırlı literatür vardır. Bu çalışmanın amacı dört farklı restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğünü üç farklı yöntemle incelemek ve pürüzlülüğün renk stabilitesine etkisini değerlendirmektir.

Bu amaçla kurduğumuz sıfır hipotezlerimiz;

1. H_0 : Kompozit materyaller arasında renklenme yönünden fark yoktur.
2. H_0 : Kompozit materyaller arasında pürüzlülük yönünden fark yoktur.
3. H_0 : Pürüzlülük ve renklenme arasında doğrusal bir ilişki yoktur.



2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Rezinler

Diş hekimliğinde estetiğe olan ilginin artmasıyla, doğal diş görünümünü taklit edebilen kompozit rezin restorasyonlar diş hekimleri tarafından sıklıkla tercih edilen materyallerdir (22).

Restorasyon yapımında kullanılan ilk materyal silikat simanlardır. Bu simanların yapılarında bulunan florür antikaryojenik etkiye sahiptir. Fakat mekanik özelliklerinin yetersiz olması, çiğneme kuvvetleri karşısında kırılma olmaları, ağız ortamındaki sıvılarda kolayca çözünerek kısa süre içerisinde renk değiştirmeleri ve yüzey pürüzlülükleri gibi dezavantajlarının olması nedeniyle yerini başka materyallere bırakmışlardır (23).

2.1.1. Kompozit Rezinlerin Yapısı

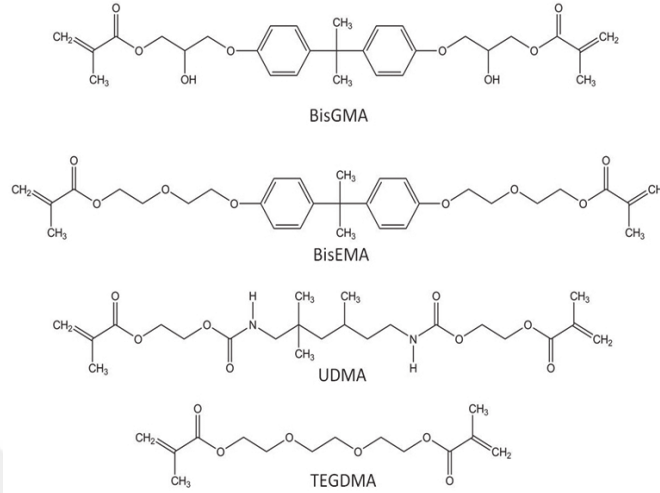
Diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan kompozit rezinler üç ayrı fazdan oluşuyor (23).

- Organik matriks faz
- İnorganik faz
- Ara faz

Organik Matriks Fazı

Monomer, komonomer, polimerizasyon başlatıcıları, inhibitörler ve ultraviyole (UV) stabilizatörlerin bulunduğu fazdır. Kompozit rezinler esas olarak inorganik doldurucu partikülleri saran rezin matriksten meydana gelir (24). Polimerize olmamış kompozit rezinlerin akışkanlık özelliğinden monomerler sorumludur. Bu monomerler Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, MMA ve EGDMA olarak sayılabilir (Şekil 2.1). UDMA'nın (üretan dimetakrilat) adezyonu ve renk değişimine direnci daha yüksektir. Bis-GMA'ya (Bisfenol-A-glisidil-metakrilat) ait yapının yerini UDMA'da izosiyanat grubu almıştır. Molekül ağırlıkları yüksek olan bu iki monomer oldukça visközdür. Bundan dolayı alifatik yapıdaki düşük viskoziteli bir başka çift fonksiyonel komonomer olan MMA (metil metakrilat) veya TEGDMA (tri-etilen glikol dimetakrilat, EGDMA (etilen glikol dimetakrilat) ile dilüe edilirler. Organik matriks faz içerisinde polimerizasyon başlatıcılar ve hızlandırıcılar, ultraviyole stabilizatörleri,

rezinlerin dişlerle uyumlu renkte olmasını sağlayan pigmentler de bulunmaktadır (23).



Şekil 2.1. Kompozitleri Organik Matriks İçerisindeki Monomerler

İnorganik Faz

Kompozit rezinlerin inorganik yapısı matriks içine dağılmış kuartz, koloidal silika, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, yitrium cam baryum, zirkonyum, çinko gibi doldurucu partiküllerden oluşur. Bu inorganik partiküller kompozit rezinin translüsensi özelliğinin gelişmesini, termal genleşme katsayısının düşmesini, rezin materyalin aşınmaya karşı direncinin artmasını ve polimerizasyon büzülmesinin azalmasını sağlar (23). Silika partikülleri rezini mekanik olarak güçlendirir, ışığı geçirir. Bu sayede kompozit rezin, mineye benzer yarı şeffaf bir görüntüye sahip olur (23).

Kompozit rezinlerde kullanılan saf silika; kristal ya da cam silikat gibi non kristalin formda bulunur. Kristal formlar daha dayanıklı ve serttir ancak kompozitlerin bitim ve polisaj işlemlerini güçleştirir. Bu yüzden üretilen kompozit rezinlerin çoğunda nonkristalin form tercih edilmektedir. Silika partikülleri, karışımların mekanik özellikleri güçlendirir ve ışığı geçirirerek yayar (25). İnorganik doldurucu partiküllerinin büyüklükleri, şekli ve miktarı organik rezin matriksin yapısal özelliklerini belirlemektedir. Partikül oranı arttıkça, rezin matriksin oranı düşer, polimerizasyon büzülmesi, su absorpsiyonu azalır ve dayanıklılık artar. Böylece dental

kompozitin fiziksel özellikleri olumlu yönde etkilenir (26). İnorganik doldurucu partiküllerin boyutları, çeşitleri ve hacmi bitirme ve cila işlemlerini etkiler (27).

Ara Faz

Kompozit rezinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yüksek olması için doldurucu partiküllerin rezin matrikse sağlam bir şekilde bağlanmaları gereklidir. Kompozit rezinlerde organik matriks fazı ve inorganik fazın bağlanmasını “ara faz” sağlar. En yaygın kullanılan bağlayıcı ajan “Silan” olarak adlandırılan organik silikon bileşikleridir (28). Kompozitin üretimi sırasında, her iki ucunda reaktif grup içeren silan molekülleri doldurucuların dış kısmına kaplandıktan sonra oligomer ile karıştırılır. Polimerizasyon esnasında silanın çift bağları rezin matriks ile etkileşir. Böylece kompozit rezinin üzerine gelen kuvvetler doldurucu ve rezin matriks üzerine dağılarak stres hafifletilmiş olur. Aynı zamanda kompozite hidrofobik bir özellik kazandırır, rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır (23).

2.1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinler polimerizasyon yöntemlerine, viskozitelerine, inorganik doldurucu partikül büyüklüklerine ve yüzdesine göre sınıflandırılabilirler (29). Günümüzde kompozit rezinler genellikle doldurucu büyüklüklerine göre sınıflandırılırlar çünkü doldurucu partiküllerin boyutu kompozit rezinlerin estetik ve cilalanabilme özelliklerini, polimerizasyon derinliklerini, polimerizasyon büzülmelerini ve fiziksel özelliklerini etkiler. Kompozitin doldurucu büyüklüğünün ve yüzdesinin bilinmesi aynı materyalin dayanıklılığı ve cilalanabilirliği hakkında bilgi vermektedir (24).

2.1.2.1. Kompozit Resinlerin İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması

Megafil kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 50-100 µm olan kompozit rezinler megafil kompozitler olarak sınıflandırılır (30).

Makrofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partiküller genellikle 1-10µm büyüklüğündedir, aralarında 10-100 µm büyüklüğünde partiküller de bulunmaktadır. Makrofil ve midifil

kompozitler, geleneksel kompozitler olarak da isimlendirilmektedir. Çiğneme kuvvetlerine karşı direnci düşük olan bu tür kompozitlerin posterior dişlerde kullanımı sakıncalıdır (30).

Minifil Kompozitler

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,1-1 μm arasındadır ve partikül miktarı makrofil kompozitlere göre daha fazladır. İnorganik doldurucu partikülleri küçük ve çok sayıda olması makrofil kompozitlere göre daha düzgün bir yüzey elde edilmesini sağlar. Aşınmaya karşı direnç artırılmış ve bunun yanında kompozite radyoopasite sağlanmıştır (30).

Mikrofil Kompozitler

Mikrofil kompozitler iyi parlatılabilme sayesinde ön bölgelerde üstün estetik özellikler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,04-0,4 μm 'dir. Mikrofil kompozitlerin ilk geliştirilen halleri sınırlı miktarda doldurucu içermekteydi. Çünkü doldurucu partiküllerin yüzey alanının hacme oranı yüksek olduğu için bu durum viskozitenin artmasına yol açmaktaydı (31).

Viskozite sorununu çözmek için önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit kitlesi 1-20 μm büyüklüğünde partiküller elde edilerek doldurucu olarak matrikse eklenmiştir. Böylece organik doldurucular olarak da adlandırılan bu partiküllerin miktarı arttırılmış, partiküllerin polimer matrikse kimyasal yolla bağlanmasıyla polimer matrikste çok daha iyi özellikler gösteren alanlar oluşturulmuştur. Doldurucu partiküllerde modifikasyon yapıldığından bu tür kompozit rezinlere "Heterojen Kompozitler" adı verilmiştir (30).

Nanofil Kompozitler

İnorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü nano boyuttadır (0,01- 0,001 nm) ve büyüklüğü görünür ışık dalga boyundan daha küçüktür. Bu nedenle görünür ışıkla absorpsiyon veya saçılım gibi etkileşimlere girmezler. Mikrofil kompozitlerle kıyaslandığında nanodolduruculu kompozit rezinler yüzey düzgünlüğü ve yapılan cila işlemlerinin kalıcılığı konusunda belirgin gelişme kaydetmişlerdir (32). Nanopartiküller ayrıca öbekler halinde birleşip geniş kütleler halinde bulunup kompozit yapısına katılabilmektedir. Bu öbeklere nanokümecikler denir (30). Nanokümecik yapısı, gevşek bağlar ile bir araya gelmiş nanomer öbekleridir.

Restorasyona gelen basınçlara nanokümecek yapıları kütsel bir direnç gösterir. Ancak aşındırıcı kuvvetler karşısında nanomer boyutunda kopmalar görülebilir. Uygun bir estetik ve yeterli mekanik özellikler elde edilebilmesi için, nanomer ve nanokümecek yapılar birlikte kullanılarak ağırlıkça %72-87 oranında doldurucu içeren nanokompozit yapısı ortaya çıkarılmıştır (33)

Hibrit Kompozitler

Hibrit kompozit rezinler farklı büyüklükte doldurucular içerirler. Hibrit kompozitler mikroskobik (ortalama partikül büyüklüğü 1-5µm), submikroskopik (ortalama partikül büyüklüğü 0.4-0.8 µm) ve nanodoldurucu partiküllerin (ortalama partikül büyüklüğü 40-50 nm) karışımından oluşur. Mikropartiküllerin yüzdesi daha fazla ise mikrohibrit, nanopartiküllerin yüzdesi daha fazla ise nanohibrit olarak isimlendirilirler. Doldurucu partiküller büyük partiküller arasına rastgele serpiştirildiği için yüzey düzgündür (30, 33, 34). Bu nedenle estetik açıdan önemli olan ön bölgelerde kullanımı önerilmektedir (30).

2.1.2.2. Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması

1. Kimyasal yolla polimerize olan kompozit rezinler
2. Görünür ışıqla polimerize olan kompozit rezinler
3. Hem kimyasal hem de görünür ışıqla polimerize olan kompozit rezinler (Dual-cure kompozitler) olmak üzere üçe ayrılırlar.

Kimyasal Yolla Polimerize Olan Kompozit Rezinler (Otopolimerizan kompozit rezinler)

Kimyasal olarak aktive olan kompozitler iki pat halindedir ve bu ikisinin karıştırılmasıyla polimerizasyon başlar. Patlardan her biri hacimsel olarak yarı yarıya organik monomer ve doldurucu içerir. Patlardan birinde polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit, diğesinde polimerizasyonu hızlandıran organik amin bulunur. İlk üretilen sistemlerde organik amin olarak DMPT (N-dimetil-p-toluidin) kullanılırken yakın dönemde renk stabilizasyonu açısından daha kabul edilebilir olan DHEPT (dihidroksietil-p-toluidin) kullanıma sunulmuştur. Her iki pattan eşit miktarda alınarak karıştırılır, iki pat karıştığı zaman amin, benzoil peroksit ile reaksiyona girer ve polimerizasyon başlamış olur. Bu tip rezinlerde kavitenin en derin bölgesinden vücut

ısına bağı olarak başlayan ilk sertleşme ile kavitenin merkezine doğru bir büzölme gözlenir. İki patın karıştırılması esnasında arada kalan hava kabarcıklarının pöröz yüzeylere neden olması, uygulama süresinin hekimin kontrolünde olmaması ve aminin zamanla renklenmesi nedeniyle özellikle ön bölge restorasyonlarında başarısızlıkla sonuçlanabilir (3, 30, 35).

Görünür Işıkla Polimerize Olan Kompozit Rezinler (Fotopolimerizan kompozitler)

Otopolimerizan kompozitlere alternatif olarak geliştirilmişlerdir. Işık ile polimerize olan kompozitler ilk olarak Michael Buonocore tarafından 1970 yılında rapor edilmiş, 1971 yılında ise Caulk tarafından dünyaya tanıtılmıştır (3). Polimerizasyon için görünür mavi ışığın 450-500 nm dalga boyunda veya en az 300 mW/cm² olması gereklidir. Polimerizasyon başlatıcı olarak en çok kamferokinon kullanılır. Işıkla etkisiyle kamferokinon aktif hale geçer ve serbest radikaller oluşturur. Kompozitin polimerizasyonunun hekim kontrolünde olması, uygulama kolaylığı ve çalışma süresinin daha uzun olması önemli avantajlarındandır. Bunlara ek olarak tek pat şeklinde oluşu karıştırma işlemi gerektirmeyerek oluşabilecek. Bu tip kompozit rezinler de polimerizasyon büzölmesi ışık kaynağına doğru olmaktadır (30).

Hem Kimyasal Hem de Görünür Işıkla Polimerize Olan Kompozit Rezinler (Dual-Cure Kompozitler)

Bu tür rezinlerin kimyasal polimerizasyon hızı yavaştır ancak polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinden endişe edilen durumlarda kullanılması önerilmektedir. Karıştırıldıktan sonra uygulandıkları bölgelerde polimerizasyon ışık ile başlatılır (36). Akışkan özelliklerinden dolayı daha çok yapıştırma materyali olarak kullanılır.

Dual cure kompozitler hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olabilmektedirler. Dual cure kompozitler self cure kompozitler gibi bir katalizör ve baz (aktivatör) olmak üzere iki pattan oluşmaktadırlar, baz patı görünür ışık aktivasyonu için CQ/amin fotobaşlatıcı sistemi içerirken ek olarak kimyasal polimerizasyon için ise bir amin yardımcı başlatıcısı içermektedirler (33). Kimyasal polimerizasyon reaksiyonu, iki pat karıştırılır karıştırılmaz başlamaktadır; bu arada, kimyasal polimerizasyon periyodunda herhangi bir zamanda materyal ışıkla sertleştirilebilmektedir. Dual cure

kompozitlerin ışık ile polimerizasyonu başlatan bileşeni, kompozitin üst katmanlarının hızlı ve başlangıçta sertleşmesini sağlamakta, restorasyonları stabilize etmektedir; daha düşük hızda gerçekleşen kimyasal sertleşme reaksiyonu ile de yetersiz ışığa maruz kalan kompozitin derin katmanlarının polimerizasyonu sağlanmaktadır (37). Işığın ulaşmadığı bölgelerde polimerizasyon kimyasal olarak devam eder ve 8-24 saat içinde tamamlanır. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinden endişe edilen her ortamda kullanılması önerilen bu tip rezinler özellikle derin kaviteelerde, 2 mm'den daha kalın rezin uygulamalarında ve girişin zor olduğu interproksimal alanlarda başarılıdır (30, 38).

2.1.2.3. Kompozit Rezinlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması

Kondanse Edilebilen Kompozitler

Kompozit rezinlerde kondanse olma terimi yüksek viskozite ve düşük yüzey yapışkanlığı için kullanılmaktadır. Bu materyallerin kondensasyonunda amalgam kadar olmasa da düz yüzey elde edilmesi için bir miktar basınç uygulanması gereklidir. 1. ve 2. Sınıf kaviteelerde kullanımı önerilir. Kompozit rezin içerisindeki oranı hacimce %66-70 olan ve ışıkla polimerize edilen dimetakrilat esaslı doldurucular içerirler. Hibrit kompozitlere oranla daha büyük boyutta doldurucu partiküller içermelerinden dolayı bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra pürüzlü yüzey oluşma riski fazladır. Kondanse olabilen kompozit rezinlerin el aletlerine yapışmadan kaviteye kolaylıkla uygulanabilmesi ve daha iyi kontakt oluşumu gibi avantajlarının yanında daha iyi polimerizasyon derinliği, radyoopasite, düşük polimerizasyon büzülmesi ve düşük aşınma hızı (3.5 $\mu\text{m}/\text{yıl}$) gibi önemli özellikleri de mevcuttur (39).

Akışkan Kompozitler

Kompozit rezin karışımı içindeki doldurucu oranının azaltılması ya da sürfaktanlar gibi birtakım modifiye edici ajanların eklenmesiyle elde edilen düşük viskoziteli ve düşük elastisite modülüne sahip kompozit rezinlerdir. Doldurucu partikül miktarı az olduğu için aşınmaya karşı dirençleri zayıftır ve yüksek polimerizasyon büzülmesi göstermektedirler. Başlangıçta Sınıf 5 lezyonları restore etmek için geliştirilmesine rağmen günümüzde pit ve fissürlerin örtülmesinde, mikro kaviteelerde ve mine defektlerinin kapatılmasında, amalgam, kompozit veya kron tamirinde, dentin duyarlılığı tedavisinde ve ulaşımın zor olduğu kaviteelerde başarı ile

kullanılabilmektedir (40). Ayrıca derin sınıf 2 kavite preparasyonlarında liner olarak da tercih edilebilir. Bunların yanında kondanse olabilen kompozit rezinlerin altında, kavite tabanına uygulanarak stres kırıcı olarak da kullanılabileceği bildirilmiştir (33).

2.1.2.4. Farklı Özellikteki Kompozit Rezinler

Bulk-Fill Kompozitler

Kompozitlerin polimerizasyonu için yeterli kalınlık, ışığın penetrasyon derinliği göz önünde bulundurularak en fazla 2 mm olarak belirlenmiştir. Bu durum derin kavitelerde işlem süresinin uzamasına ve kompozit tabakalarının eklenmesi sırasında hava kabarcığı oluşması ve kontaminasyon riskinin artmasına sebep olmaktadır. Bu sorunu gidermek amacıyla “Bulk-Fill” olarak adlandırılan kompozit rezinler geliştirilmiştir (41). Araştırmalar bu kompozit rezinlerin, geleneksel veya akışkan kompozitlere göre daha düşük polimerizasyon büzülmesine sahip olduğunu bildirmektedir (42, 43). Bu materyallerin 4-5 mm kalınlığa kadar tek tabaka halinde uygulanabilmesiyle klinik uygulamalar esnasında hasta ve diş hekiminin zaman kazanması ve uygulamanın basitleştirilmesi sağlanmıştır (41, 44, 45). Ayrıca, bu materyallerin kullanımının, klinik kullanımda geleneksel kompozitlerle yaşanabilen restorasyonda boşluklar ve hava kabarcıklarının oluşması, tabakalar arası kontaminasyon riskini azaltması, böylelikle kabul edilebilir fiziksel ve mekanik özellikler ile iyi cilalanabilirliğinin sağlanması bakımından önemli olduğu bildirilmiştir (44, 46, 47).

Bulk-fill kompozitlerde; doldurucuların büyüklüğü artırılıp oranı azaltılarak rezinin translusentliği artırılmıştır. Böylece inorganik doldurucu yapısındaki; yiterbiyum triflorid, baryum alüminyum silikat cam, zirkonyum silika partikülleri sayesinde translusentlikleri artarak ışığın materyalin içerisinde saçılması azalmakta ve daha derinlere etki edebilmektedir. Organik matriks yapısı ise Bis-GMA (bisphenol A glycidyl methacrylate), UDMA (urethan dimethacrylate), TEGDMA (triethylene glycol dimethacrylate) ve EBPDMA (etoksile bisfenol-A-dimetakrilat) gibi monomerlerden oluşmaktadır (48, 49). Bunlara ek olarak polimerizasyon modülatörü içeren yüksek moleküler ağırlıklı modifiye UDMA oligomeri mevcuttur. Bu terim oligomer omurgasına gömülü foto aktif grupları belirtir. Işığa maruz kaldığında molekül içi foto bölünme meydana gelir ve oligomerden birkaç radikal oluşur.

Radikaller polimerizasyon reaksiyonuna ve çapraz bağlanmaya katkıda bulunurlar. Aynı anda moleköl polimerizasyon stresine de adapte olur.

Araştırmalara göre bulk-fill kompozitlerin polimerizasyon büzölmesi, kaviteye adaptasyonunda zorluklar ve monomer dönüşüm derecesinde olumsuz bir etki yaratmadan polimerizasyon derinliklerinin arttırıldığını göstermektedir (50, 51).

Bu kompozit rezinlerin, geleneksel veya akışkan kompozitlere göre iyi kenar uyumu gösterdikleri, posterior bölgede çiğneme kuvvetlerine karşı yeterli direnç, yeterli radyoopasite, ayrıca iyi polisajlanabilirlikle beraber estetik özellikler sergiledikleri bildirilmiştir. Ortam ışığı altında çabuk polimerize olmaması, kompozitin kaviteye yerleştirmesi ve restorasyonun şekillendirilmesi için yeterli zamanı sağlar. Kamforkinona ek olarak 10 saniye içinde 4 mm'ye kadar hızlı bir şekilde yeterli polimerizasyon derinliği sağlayan benzoil germanyum (Ivocerin) ve difenilfosfin oksit (TPO) gibi foto-başlatıcılar içerirler (52). Bu alternatif başlatıcıların kamforkinondan daha reaktif olduğu dolayısıyla daha fazla serbest radikal ürettikleri ve kompozit rezinin konversiyon derecesini arttırdıkları bildirilmiştir (53).

Bulk-fill kompozitlerin mekanik özellikleri konvansiyonel kompozitlerde olduğu gibi içerdikleri inorganik doldurucu miktarına bağılı olarak farklılık gösterir. Bu nedenle bu tür kompozit rezinler düşük viskoziteli (akışkan) bulk-fill kompozit rezinler ve yüksek viskoziteli bulk-fill kompozitler olarak ikiye ayrılırlar. Kavite restorasyonu sırasında, akışkan bulk-filler aşınma direnci düşük olduğu için son tabaka kondanse edilebilen bir kompozit ile ek tabakaya ihtiyaç duyarken, yüksek viskoziteli bulk-fillerde restorasyon direk olarak o kompozitle tamamlanabilmektedir (54). Akışkan bulk-fillerin kavite restorasyonunda kullanılması süre avantajı sağlasa da restorasyonun zayıf mekanik özelliklerinden dolayı zamanla daha fazla bozulmaya uğrayabilmektedir (54).

Buna ek olarak materyalin akışkanlığının hekim tarafından sonik enerji ile aktive edilerek ayarlanabildiği bulk-fill kompozit rezinler vardır. Yüksek visköziteye sahip olan bu kompozit, kaviteye uygulanması esnasında özel olarak üretilmiş el aleti tarafından oluşturulan sonik enerji yardımıyla aktive edilerek materyalin visközitesi düşürölmektedir. Böylece materyal kavite içersine daha hızlı yayılmakta ve kavite duvarlarına daha iyi adapte olmaktadır. Sonik enerji kesildiğinde visközite tekrar artarak konturlama ve modelaj için ideal kıvam sağlanır (55).

Son yıllarda restorasyonun hem kimyasal hem de görünür ışıkla polimerize olabildiğini amaçlayan dual cure bulk-fill kompozitler piyasaya sürülmüştür. Dual cure bulk-fill kompozitler, self cure kompozitler gibi bir katalizör ve baz (aktivatör) olmak üzere iki pattan oluşmaktadır, baz patı görünür ışık aktivasyonu için kamforokinon/amin fotobaşlatıcı sistemi içerirken ek olarak kimyasal (self) polimerizasyon için ise bir amin yardımcı başlatıcısı içermektedir (56, 57).

Self Adeziv Kompozitler

Kompozit rezin uygulamasında en çok teknik hassasiyet gerektiren adeziv uygulamasını ortadan kaldırmak amacıyla self-adeziv kompozitler geliştirilmiştir. Bu kompozitlerin diş dokusuna kendi kendine bağlanabilmesi amacıyla içeriğine mineyi ve dentini asitleyebilen asidik monomerler (Kerr Vertise Flow, GDPM) eklenmiştir (58). Diş dokularına, asidik monomerin (GDPM) fosfat grubuyla kalsiyum iyonları arasında kimyasal bağlantı oluşturarak veya kollojen fibriller ile kompozit içerisindeki polimerize monomerler arasında mikromekanik bağlantı gerçekleştirerek bağlanabilirler. Böylece restoratif işlem basamakları azaltılmış ve basite indirgenmiş, hastanın koltukta geçirdiği süre azaltılmıştır. Ayrıca uygulama hatalarını da en aza indirerek operasyondan sonra gerçekleşen hassasiyet de minimize edilmiş olur (59).

Alkasitler

Alkasit, çapraz bağlı polimer yapısı sayesinde yüksek bükülme direnci gösteren, diş rengindeki yeni kompozit materyal alt sınıfını ifade eder. Alkasit örneği olarak, Ivoclar firması tarafından piyasaya sürülen Cention N, toz ve likitten oluşan kendiliğinden sertleşen veya ışıkla sertleşme seçeneği de olan UDMA bazlı bir restoratif materyaldir. İçeriğinde bulunan alkaline cam partikülleri asit atakları esnasında içeriğindeki flor, kalsiyum ve hidroksil iyonlarını serbest bırakarak ortamın pH değerini nötrleştirici etki göstermektedir. Önemli düzeyde açığa çıkardığı florürlerle demineralizasyon inhibisyonu sağlamak ve remineralizasyon için temel oluşturmaktadır. Adeziv sistemler uygulanarak veya adezivsiz kullanılabilir. İnorganik yapısını kalsiyum florosilikat cam, baryum cam, kalsiyum baryum alüminyum florosilikat cam, itterbiyum triflorür oluşturmaktadır.

Self polimerizasyon süresi 5 dk'dır. İlave ışıkla 400-500 nm dalga boyu aralığında polimerize olabileceği gibi, içeriğindeki reaksiyon başlatıcı sistem

sayesinde kimyasal olarak da sertleşebilirler. Likit formülasyon dimetakrilatları ve başlatıcıları içerirken, toz çeşitli cam dolgu maddeleri, başlatıcıları ve pigmentleri içermektedir. Ağırlıkça %78,4 hacimce %57,6 inorganik doldurucu partiküller içermektedir ve bu partiküllerin büyüklüğü ortalama 0,1-7 μm 'dir. Organik matriks yapısında ise UDMA ve diğer dimektakrilat monomerleri bulundurmaktadır. Cention-N, isteğe bağlı ışıkla polimerizasyon için bir foto başlatıcı olan Ivocerin içermektedir (60-62).

Ormoserler

Geleneksel kompozitlerle ilgili bazı sınırlamaların ve problemlerin üstesinden gelmek amacıyla, organik olarak modifiye edilmiş seramiklerin kısaltması olan 'ormoser' adında bir restoratif materyal üretilmiştir. Ormoser materyaller, inorganik silanlanmış doldurucu partiküllerine ek olarak inorganik-organik kopolimerler içerir (63). Bu üç kısım arasındaki oran materyalin mekanik, termal ve optik özelliklerini etkilemektedir. Organik polimerler, materyalin çapraz bağlanma yeteneğini, sertliğini ve optik özelliklerini etkilerken, inorganik kısımdaki cam ve seramik bileşenler, termal genişleme ve kimyasal kararlılıktan sorumludur (64). Ormoserlerin düşük polimerizasyon büzülmesi göstermesi, yüksek aşınma direncine sahip olması, biyouyumlu bir materyal olması, marjinal kenar uyumunun iyi olması ve çürüklere karşı koruyucu olması gibi birçok avantajı bulunmaktadır (65).

Giomerler

Giomerler, ön reaksiyonlu cam iyonomer teknolojisini (SPRG) kullanan yeni hibrit kompozit materyallerdir. Kompozit rezinlerin kolay cilalanabilirlik, mükemmel estetik ve dayanıklılığı ile birlikte cam iyonomer simanların florür salınımı ve florür reşarj özelliklerine sahiptirler. Giomerlerin bileşimi önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (PreReacted Glass ionomer-PRG) teknolojisine dayanmaktadır. PRG doldurucu içeren restoratif materyallerde, hızlı florür salınımı ve reşarj özelliği önceden reaksiyona girmiş hidrojel içindeki flor ve katyon iyonlarının ligand değişimi yoluyla meydana gelmektedir (66). Yüzey pürüzlülüğü kabul edilebilir düzeydedir (67). Giomerin rezin içeriği sayesinde geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomerlere göre daha üstün estetik özellik göstermektedir (67, 68).

Siloranlar

Weinmann ve arkadaşları polimerizasyon büzülmesi ve stresini en aza indirmek için oksiran ve siloksan moleküllerinin reaksiyona girmesiyle oluşan siloran isimli yeni monomer geliştirmişlerdir. Siloksan molekülü, restorasyona hidrofobik özellik sağlamak için kullanılmaya başlanmıştır, çünkü yüksek su emilimi, kompozitin uzun süreli intraoral fiziksel gücünü sınırlandırmaktadır. Siloran esaslı kompozitler, halka açılımlı oksiran monomeri sayesinde düşük polimerizasyon büzülmesi gösterirken, siloksan türlerinin varlığı nedeni ile de artmış hidrofobik özellik sergilerler (69). Ayrıca su emiliminin azalması; dış faktörlere bağlı renklenme, marjinal kenar sızıntısı, sekonder çürük oluşumu, post-operatif duyarlılık gibi olumsuz klinik durumları sınırlamaktadır (70).

2.2. Bitirme ve Cila İşlemleri

Bitirme işlemi ideal bir anatomik form oluşturabilmek için restorasyonun kabaca şekillendirilmesi olarak tanımlanırken cila işlemi ise bitirme aletleri ile oluşan çiziklerin ve pürüzlülüklerin giderilmesi olarak tanımlanır (71). Bitirme ve polisaj işleminde restorasyonlara hem form verilir hem de gelişimsel yiv, girinti çıkıntı ve diğer yapısal ayrıntılardan oluşan yüzey dokusu aynen aktarılmaya çalışılır (30). Yapılan restorasyonlarda uygun okluzyonun sağlanması erken temasların giderilmesi ve taşkınlıkların düzeltilebilmesi için de bitirme ve cila işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (72). Genelde şeffaf bant altında kalan yüzeyler oldukça parlak ve pürüzsüz görünmesine rağmen (73) şeffaf bant altında oluşan rezinden zengin tabakanın ağız ortamında kolayca aşınabildiği ve ortaya cilalanmamış ve düzensiz bir yüzeyin çıktığı görülmüştür (74). En dıştaki rezinin bitirme ve cila işlemleri ile kaldırılmasıyla daha sert, aşınma direnci yüksek ve estetik açıdan kalıcı bir yüzey elde edilecektir (75, 76). Restorasyonların uzun ömürlü ve estetik olması için yapılması gerekli işlemlerdir (77). Optimal bir yüzey polisajının sağlanması renklenmeyi, plak akümülyasyonunu, gingival inflamasyonu, aşınmayı azaltabilir ve restorasyonun estetiğini ve ömrünü artırabilir. Aynı zamanda düzgün bir yüzey kırılma direncinin artmasına da katkı da bulunur (78, 79).

Diş hekimliğinde bitirme ve polisaj işlemlerinde abraziv diskler ve şeritler; taşlar, karbit ve elmas frezler; abraziv lastikler; ve abraziv partikülleri serbest halde

içinde bulunduran cila patları ve tozları gibi çok çeşitli bitirme ve cila materyalleri kullanılmaktadır (79, 80).

Diş hekimliğinde bitirme ve polisaj işlemleri;

- İstenilen anatomiye elde etmek için restorasyonun kaba bitirmesi ve uyumlanması
- Kaba bitirme sırasında oluşan çizikleri ve yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için yapılan ince bitirme ve düzeltme
- Oldukça pürüzsüz ve ışığı yansıtan mine benzeri bir yüzey elde etmek için yapılan son cila aşamalarından oluşur (30, 71)

Restorasyonların etkin bir şekilde bitirilip cilalanma işlemleri geniş defektlerin daha küçükleriyle yer değiştirmesine dayanmaktadır. Kaba bitirme işleminde restorasyonun yüzeyi büyük grenli aşındırıcılara tabi tutularak restorasyona istenilen formun verilmesi amaçlanır. Bu aşamada elmas, karbid ve çelik frezler, abraziv kaplı diskler kullanılabilir. Bu aşamada restorasyonun kenar fazlalığı kabaca alınırken diş yüzeyi rehber olarak seçilmeli ve uygun anatomik form oluşturulmalıdır. Diş yüzeyinin rehberliğine uyulmaz ise konturlar bozulur, yiyecek birikimi oluşur ve fizyolojik temizlenme olumsuz etkilenir (30, 80). İnce bitirme ve düzeltme işleminde kaba bitirme sırasında oluşan düzensizlikler ve çizikler giderilmeye çalışılır. Bu aşamada ince veya çok ince elmas frezler, 18-30 arası çok sayıda bıçağa sahip karbid frezler veya 8 ve 20 µm arası partikül büyüklüğüne sahip aşındırıcılar kullanılabilir. Cila işleminde ise bitirme işlemleri sırasında restorasyon yüzeyinde oluşan küçük çizikler ve yüzey pürüzlülüklerini azaltarak düzgün, ışığı yansıtan, mine dokusuna yakın bir yüzey elde edilmeye çalışılır. Bu aşamada sivri uçlu lastik aşındırıcılar, ince partiküllü diskler ve şeritler, çok ince partiküllü polisaj pastaları kullanılır. Diş hekimliğinde uygulanan bitirme ve cila işlemlerinin etkinliği birtakım faktörlere bağlıdır;

- Restoratif materyalin tipi
- Restoratif materyal ve aşındırıcının fiziksel özellikleri
- Restoratif materyal ve aşındırıcı arasındaki sertlik farkı
- Aşındırıcı partikül boyutu, miktarı ve şekli

- Aşındırıcı partiküllerin gömüldüğü materyalin esnekliği, abrazyonun sertliği ve kullanılan materyalin geometrisi
- Aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı ve bu sırada uygulanan basınç
- Aşındırıcı uygulanması sırasında kullanılan kayganlaştırıcılar (su, suda çözünen polimer, gliserol gibi) (71, 80-82)

2.2.1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşenleri

Aluminyum oksit

Aluminyum oksit partikülleri diş hekimliğinde genellikle kağıtlara, polimer disklerle ve striplere bağlanır. Bunun yanında tekerlek biçimli ve sivri uçlu lastiklere emdirilir. Sinterize edilmiş alüminyum oksit genellikle diş minesini uyumlamak; metal alaşımlar, kompozit rezinler ve seramik materyallerin yüzeyini düzeltmek için kullanılan beyaz taşların üretiminde kullanılır. Aluminyum oksitin ince partikülleri cila pastalarına karıştırılarak akrilikler ve kompozitler gibi pek çok restorasyonda pürüzsüz ve cilalı yüzeyler üretmek için kullanılırlar (71).

Karbit Bileşikler

Karbit bileşikler; silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbit bileşiklerini içermektedir. Silikon karbit oldukça sert ve kırılmandır. Metal alaşımlar, seramikler ve akrilik rezinleri kesebilecek etkinliktedir. Silikon karbit kaplı diskler ve lastikler şeklinde kullanılır. Tungsten karbit bileşikler ise çok bıçaklı bitirme frezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımlarında kullanılır (71).

Elmas Partikülleri

Bilinen en aşındırıcı madde olan elmas şeffaf, renksiz ve karbondan oluşan bir mineraldir. Çeşitli boyutlarda ve dayanıklılıkta elmas tozu veya partikülleri sert bir yüzey üzerine kaplanabilirler (örn: elmas frezler). Ayrıca lastiklerin ve polisaj patlarının içerisine de ince elmas partikülleri katılabilmektedir (71).

Silikon Dioksit

Silikon dioksit genellikle sivri uçlu ya da çanak şeklinde olan bağlı aşındırıcı lastik veya elastomerik bitirme ve cila enstrümanlarında kullanılır (71).

Zirkonyum Oksit

Zirkonyum oksit silikon dioksit gibi elastik veya lastik benzeri bitirme ve cila malzemelerinde kullanılmaktadır (71).

Zirkonyum Silikat

Zirkon veya zirkonyum silikat kirli beyaz renkli bir mineraldir. Çeşitli partikül boyutlarında bulunan bu mineral genellikle aşındırıcı kaplı disklerin, şeritlerin ve en çok da dental profilaksi pastalarının yapımında kullanılır (71).

2.2.2. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Dental Materyaller ve Sınıflandırılmaları

Elmas bitirme frezleri porselen ve kompozit gibi restoratif materyallerin konturlanması, uyumlanması ve yüzeylerinin pürüzsüzleştirilmesi için kullanılırlar. Çalışan yüzeylerine yerleştirilmiş endüstriyel elmas parçacıkları içerirler. Elmas bitirme frezleri; metal bir shaft, toz ya da partikül şeklinde elmas aşındırıcı ve bu aşındırıcıyı metal shafta bağlayan metal bağlantı materyali olmak üzere üç parçadan oluşur (71). Değişik şekillerde, boyutlarda ve gren büyüklüklerinde üretilmektedirler. Genellikle daha kaba grenle başlanır ve daha ince grenle devam edilir (83). Elmas bitirme frezleri her zaman su soğutması altında ve 50.000 rpm'den daha düşük rotasyonel hızda kullanılmalıdır. Elmas bitirme frezleri bir hayli etkilidir ancak geride bıraktıkları yüzey oldukça pürüzlüdür (84). Bu sebeple bu frezlerin kullanımından sonra çok bıçaklı bitirme frezleri, diskleri, cila lastikleri ve zayıf aşındırıcı cila patları gibi diğer bitirme ve cila enstrümanları kullanılmalıdır (71).

Karbit Bitirme Frezleri

Karbit bitirme frezleri bitirme ve konturlama için çeşitli şekillerde üretilmişlerdir. Düz ya da kıvrımlı olabilen 8 ile 40 arası değişebilen sayıda yivli bıçaklara sahiptirler. Karbit bitirme frezleri elmas bitirme frezleriyle kıyaslandıklarında daha zayıf aşındırıcı oldukları için gingival marjindeki yumuşak dokuya daha az zarar verirler (71). Karbit bitirme frezleri elmas bitirme frezlerinden daha kolay kırılırlar ve kısa ömürlüdürler (30).

Taşlar

Taşlar, birbirine yapıştırılmış veya organik rezin ile bağlanmış aşındırıcı partiküllerden oluşmaktadır (83). Dental taşlar içerdikleri aşındırıcı tipine göre farklı renklerde bulunur. Aşındırıcı olarak silikon karbit içeren dental taşlar yeşil, alüminyum oksit içerenler ise beyaz renktedir. Restorasyonları uyumlamak ve bitirmek için kullanılan dental taşların aşındırıcı ve kesme etkinlikleri elmas frezlerden daha azdır (71).

Aşındırıcı ile Kaplı Bitirme ve Cila Diskleri

Aşındırıcı ile kaplı disk ve şeritler aşındırıcı partiküllerin uygun bir yapıştırıcı madde ile esnek bir materyale (hafif ağırlıklı kağıt, metal veya polyester gibi) bağlanması ile üretilirler. Üzerlerinde ince bir tabaka aşındırıcı bulunduğu için etkinlikleri kısa sürelidir bu yüzden tek kullanımlıktırlar (34). Genellikle alüminyum oksit aşındırıcılarla kaplanmışlardır ancak silikon karbit, zımpara, kuartz ve lal taşı ile kaplananlar da vardır. Belli bir sıra ile kaba grenli disklerden başlayıp çok ince grenli disklerle bitirilerek kullanılırlar (71). Partikül büyüklükleri kaba grenli diskler için 100-55 μm , ultra ve süper ince diskler için 7-8 μm arasında değişir (85). Aşındırıcı kaplı diskler ve şeritler düz veya konveks yüzeyler için uygundur. İnsizal kenarları ve embraşurları içine alan anterior restorasyonlarda iyi sonuç veren bu diskler posterior restorasyonların interproksimal ve bazı bukkal-lingual yüzeylerinde de bir miktar kullanılabilirler. Posterior restorasyonların okluzal ve anterior restorasyonların lingual yüzeylerinde kullanımları ise kısıtlıdır (71). Bitirme ve cila şeritleri özellikle proksimal yüzeylerde etkilidir. Farklı kalınlık ve genişlikte üretilmişlerdir. Uç kısımlarında aşındırıcı gren bulunmaz ve bu sayede şeritler yerleştirilirken temas alanları korunmuş olur (30).

Sivri Uç, Disk ve Çanak Şeklinde Lastikler

Çeşitli şekillerde bulunabilen cila lastikleri ince veya ultra ince aşındırıcı partiküllerin daha yumuşak elastomerik bir matriks içine dağıtılmasıyla oluşturulmuşlardır ve kompozitlerin bitirme, düzeltme veya cilasında kullanılırlar. Bu elastomerik matriks doğal veya sentetik lastik, silikon veya diğer sentetik elastik polimerlerden oluşabilir. Cila lastiklerinde kullanılan aşındırıcılar ise genellikle silikon karbit, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksitten oluşur

(71, 86). Cila lastikleri yumuşak oldukları için çok çabuk aşınırlar ve elmas bitirme frezlerinden sonra kullanılmaları önerilir (30). Söz konusu lastiklerin disk, tekerlek, çanak ve sivri uç gibi çeşitli şekillerde olması aşındırıcı kaplı disklerin ulaşamadığı anterior, lingual ve posterior okluzal bölgelerde kullanılmalarına olanak verir (71).

Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar ve Keçeler

Polimer kıllara çeşitli aşındırıcıların emdirilmesiyle elde edilen bu fırçalar sivri uçlu ya da çanak şeklinde bulunmaktadır. Kompozit ve seramik restorasyonlarda diğer bitirme ve cila aletleri ile anatomik konturları ve girintileri kaybetmeden ulaşamayan oluk, fissür ve embraşurlara bu fırçalar yardımıyla ulaşabilmektedir (71).

Zayıf Aşındırıcı Cila Patları

En sık kullanılan zayıf aşındırıcı cila patları alüminyum oksit (alümina) ve elmas partikülleri içerir (33). Alüminyum oksit cila patlarının partikül boyutu 1µm veya daha az iken elmas cila patlarının ortalama partikül boyutu 1µm veya daha azdır ve her iki pat tipi de gliserin esaslıdır. Söz konusu cila patları kullanılırken genellikle lastik çanaklar kullanılmasına rağmen özellikle aşındırıcı olarak alüminyum oksit içeren cila patı kullanıldığında yumuşak sünger ya da keçe kullanılmasının patın etkinliğini artırdığı gösterilmiştir (71).

2.3. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin kendi karakteristiğinden veya materyalin elde edilme sürecinden kaynaklı materyalin yüzey dokusunda oluşabilen düzensizlikler olarak tanımlanmıştır (87). Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey düzensizlikleri plak birikimine, gingival inflamasyona ve diş rengindeki restoratif materyallerin estetiğinde ve kullanım ömründe azalmaya sebep olabilmektedir (88). Pürüzsüz yüzeyler sürtünme katsayısını ve aşınma hızını azaltarak restorasyonların klinik ömrünü uzatmaktadır (78). Aynı zamanda restoratif materyallerin kırılma direncini artırmaktadır (79). Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün az olması mikroorganizmaların tutunmalarını zorlaştırmaktadır (88). Mikroorganizmaların tutunmasında rol oynayan ortalama kritik pürüzlülük değerinin 0,2 µm olduğu birçok çalışmada bildirilmektedir (89, 90). Yapılan bir çalışmada da yüzey pürüzlülüğünde

meydana gelen 0,3 μm değerinde bir değişimin hastanın diliyle fark edilebildiği belirtilmiştir (90).

2.3.1.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar arasında yüzey profili analizi (Profilometre), tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) yöntemleri, Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ve Taramalı Uç Mikroskobu (STM) bulunmaktadır (90).

2.3.1.1. Profilometre Analizi

Profilometreler kendi içinde mekanik ve optik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler boyutları belirli olan elmas bir uç yardımıyla örnek yüzeyine temas ederek yüzeyin taranması prensibiyle çalışırlar ve iki boyutlu ölçüm yaparlar. Bu cihazın kaydedici ucu belirli bir hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı olarak ucun yaptığı dikey hareketler, elektriksel akım farklılıkları yaratarak yüzey profili olarak kaydedilmekte ve yüzey topografisi ile ilgili değerler rakamsal veya grafiksel olarak elde edilebilmektedir (91, 92). Yüzeylerin profilometre ile incelenmesinde R_a , R_z , R_{pm} gibi birçok parametre kullanılır. R_z , art arda gelen beş parçada, ortalama tepe–vadi yüksekliğini belirtir. R_{pm} , art arda gelen beş örnek parçasındaki ana derinlik seviyesi olarak tanımlanır ve profil şekli hakkında bilgi verir (93). Mekanik profilometrelerle ölçülen değerlerden R_t total yüzey pürüzlülüğünü verirken R_a değeri ölçüm uzunluğu boyunca görülen tüm pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamasıdır ve bu değer yüzey karakterini belirlemede en belirleyici değerdir (92). R_a değeri yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en sık kullanılan değerdir (75, 81, 94).

Optik Profilometreler

Optik profilometreler örnek yüzeyine temas etmeden optik ışınla üç boyutlu tarama yapan cihazlardır. Cihaz kendi içindeki referans ile yüzeydeki noktaların arasındaki mesafeyi ölçerek çalışmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 μm ’ lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (92). Pürüzlülük değerinin minimal olduğu durumlarda mekanik profilometreler yerine optik profilometrelerin

kullanılması daha uygun olmaktadır (84). Optik profilometrelerin 3 boyutlu yüzey topografisi sunarak yüzeyin doğal karakteristiğini ve materyalin kendi yapısından kaynaklanan mikropürüzlülükleri saptayabildiğini mekanik profilometrelerin ise daha çok polisaj işlemlerinin sebep olduğu yüzey pürüzlülüğü değerlerini saptadıkları belirtilmiştir (92).

2.3.1.2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM’de görüntü alma işlemi yüksek hızda hızlandırılan elektronların incelenecek örnek üzerine gönderilmesi esasına dayanır. Örnek üzerine gönderilen bu elektronlar örnek tarafından saçılır. Elektron akışının sürekli olması için incelenecek cismin iletken hale gelmesi gerekir. Bu sebeple incelenecek örneklerin 20-1000 nm kalınlıkta Altın (Au) ve Palladyum (Pd) ile kaplanması gerekir (95). SEM sıklıkla bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların görüntülenmesinde kullanılmaktadır ancak yüzey topografisinin belirlenmesinde ve üç boyutlu yüzey yapısının görüntülenmesinde bir takım limitasyonları vardır (19).

2.3.1.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM’de sistem temel olarak silikon veya silisyum nitrit kaplı keskin bir iğne ucunun, piezo elektrik kontrol elemanları aracılığıyla, incelenen yüzey üzerinde üç boyutta (x,y,z eksenleri) hareket ettirilmesine dayanır (93). AFM ucu yüzeyi tararken, AFM uç ve yüzey arasındaki etkileşimleri kaydeder. Elde edilen görüntüler tarayıcı uç ile örnek arasındaki Van der Waals ve elektrostatik kuvvetler gibi kuvvetlerin çokluğunun toplamıdır. Analizde, atomik boyutlarda incelenmiş bir iğne ucu ile yüzeyin üç boyutlu çözünürlüklü görüntüsü sağlanır (96).

AFM analizinde üç farklı teknik kullanılmaktadır; iğnenin yüzeye temas ettirilerek uygulandığı temas yöntemi (çekici mod), iğnenin yüzeye temas etmediği temassız yöntem (itici mod) ve iğnenin yüzeye vurularak uygulandığı vurma yöntemi (tıklatma modu) (96). AFM analizi yüzey görüntülenmesi ile yüzey pürüzlülüğü gibi kantitatif ve yüzey görüntüleri gibi kalitatif bilgiler saptanabilmektedir.

AFM’nin konvansiyonel tekniklere göre 3 boyutlu ölçüm yapması, vakum veya örnekler için özel bir işlem (kaplama vb) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Ancak tarama hızının düşük olması, tarama sahanın küçük olması ve tekrarlanan

ölçümlerde aynı sahayı bulma zorluğu ise dezavantajlarıdır (97). Bunlara ek olarak ölçümlerin uzun zaman alması ve pahalı bir yöntem olması da diğer bir dezavantajdır.

2.3.1.4. Taramalı Uç Mikroskobu (STM)

SPM, örneklerin yüzey özelliklerini atomik seviyede incelemek için kullanılan bir tekniktir. Bir taramalı uç mikroskobu, keskin olan bir prob ile, yüzey üzerinde birkaç angstrom veya nanometre mesafede tarama gerçekleştirmektedir. Keskin prob ve yüzey arasındaki etkileşim, atomik ölçeklerde yüzeyin üç boyutlu topografik görüntüsünü sağlamaktadır. Taramalı uç Mikroskobu kullanımında AFM'yle birlikte diğer bir yöntem Tarama Tünelleme Mikroskobu (STM)'dir. STM yüzeylerin özelliklerini nanoölçekte değerlendirmek için kullanılmaktadır. Prob, yüzey topografisini takip etmek için yukarı ve aşağı hareket eder ve bu hareket, yüzeyin üç boyutlu bir görüntüsünü elde etmek için kullanılır (98).

2.4. Renk

Işık, dalga boyu insan gözü tarafından algılanabilen sınırlar içinde olan bir radyant enerji formudur. Renk de bir obje tarafından emilen ya da ondan geriye yansıyan ışık dalgalarının görülebilir etkisidir. Renk kavramı retinaya çarpan ışık dalgalarının sayısı ve karakteri ile meydana gelen bir duydur. Üzerlerine düşen ışığı yansıttıkları zaman cisimleri görür ve renklerini söyleriz. Eğer ışık yoksa renk de yoktur (99, 100). Siyah bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını absorbe ederken beyaz bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını yansıtır (99). Göze ulaşan görünür ışık spektrumu retinada bulunan üç çeşit renk reseptörünü uyarır ve bu uyarılar optik sinir aracılığıyla beyne iletilir (101). İnsan gözü 400 (mor)-700 (koyu kırmızı) nm dalga boyları arasındaki ışığa duyarlıdır. Rengi etkileyen üç önemli faktör ışık kaynağı, nesne ve gözlemcidir. Bu faktörler değişkendir ve herhangi birisi değiştiğinde renk algısı da değişmektedir (99). Günümüzde pek çok renk ayırma ve belirleme sistemi mevcuttur. Rengi tanımlamak için kullanılan sistemlerden en çok Munsell ve CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemleri kullanılmaktadır (102).

2.4.1. Renk Ölçüm Sistemleri

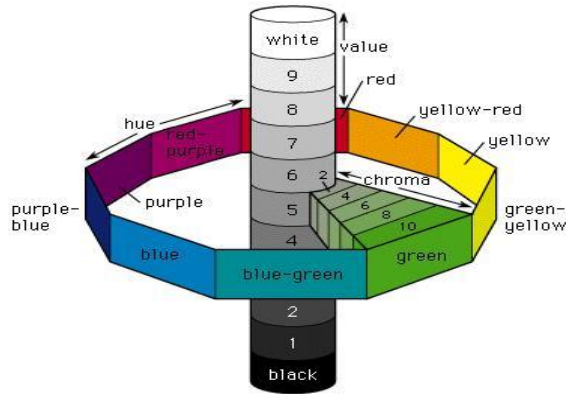
2.4.1.1. Munsell Renk Sistemi

En çok kullanılan renk tanımlama sistemidir (30). Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindiriksel koordinatlar üzerinde gösterilmektedir. Bu sistemdeki üç değişken hue, value ve kromadır (99).

Hue (Ton): Hue Munsell renk sistemindeki ilk boyuttur ve anlaşılması en kolay olanıdır (103). Bir cismin ana rengidir. Retina üzerinde etkili olan ve spesifik bir dalga boyundaki ışık tarafından yaratılan renktir (mavi, yeşil, kırmızı) (104). Munsell renk sisteminde hue 5 ana renge (mor, mavi, yeşil, sarı, kırmızı) ve 5 ara renge (mor-mavi, mavi-yeşil, yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor) ayrılmıştır (105).

Kroma (Yoğunluk): Kroma rengin saflığı ya da derinliğidir ve genellikle yoğunluk olarak tabir edilir (106). Kroma bir renkteki Hue miktarıdır (103). Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk arttığı zaman parlaklık azalır (107). Kroma rengin griden ne kadar farklı olduğunun ölçümü olarak da düşünülebilir (106). Diş Kroma değerleri 0 ile 18 arasında numaralandırılan skala üzerinde değişim gösterir ve 0 gri ya da akromatik, 18 ise yüksek oranda doymuş rengi ifade eder (28).

Value (Parlaklık): Parlaklık, bir cisimden geri dönen ışığın miktarıdır. Munsell parlaklığı siyah beyaz bir skala olarak tarif etmiştir. Bu skalada değerler saf siyah (0) ile saf beyaz (10) arasında değişir (105). Daha fazla miktarda griye sahip renkler daha az parlaktır ve daha koyu görünürler (107). Diş rengini belirlerken value en önemli renk parametresi olarak ifade edilmektedir (108) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Munsel Renk Sistemi

2.4.1.2. CIE Renk Sistemi

CIE-Commission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination) tarafından 1976 yılında tanımlanan CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi rengin algılanması insan gözündeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) bağlıdır teorisine dayanmaktadır (Şekil 2.3). CIE Lab renk uzayı eşit birimlere bölünmüş her renk farklılığı arasında eşit mesafeler bulunan düzenli bir uzayı temsil eder (105). Bu renk sisteminde L^* , a^* ve b^* eksenleri vardır ve bu üç eksenin kesişim yeri o rengin değerini verir ve bu sistem tek bir değerle renk değişimini tanımlayabilir (109).

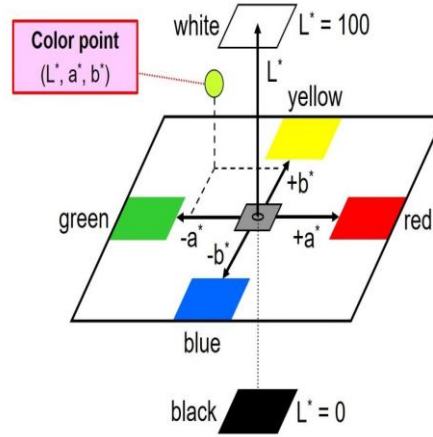
L^* : L eksenini rengin açıklık ve koyuluk koordinatlarını belirler. Bir cismin rengi açıldıkça L değeri artar, koyulaştıkça azalır. Saf beyazın L değeri 100, saf siyahın 0'dır. Munsell renk sistemindeki value değerine benzerdir (106).

a^* : a eksenini rengin; kırmızı (+) ile yeşil (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değeri arttıkça renk kırmızıya, azaldıkça yeşile yaklaşır.

b^* : b eksenini rengin; sarı (+) ile mavi (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değeri arttıkça renk sarıya azaldıkça, maviye yaklaşır (102, 105). a^* ve b^* değerleri Munsell renk sistemindeki hue ve kromayla birebir örtüşmez (106). Beyaz ve gri gibi nötr renklerde a^* ve b^* değerleri sıfıra yaklaşır ve renk yoğunlaştıkça bu değerler artar (105). CIE Lab sisteminde ΔE değeri iki cisim arasında ölçülen renk farkını sayısal olarak belirten bir değerdir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir (28, 110, 111):

$$\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2}$$

Bu formüldeki L_0^* , a_0^* ve b_0^* yapılan ilk renk ölçüm değerlerini gösterirken L_1^* , a_1^* ve b_1^* ise ikinci renk ölçüm değerlerini göstermektedir. ΔE değerinin 0 olduğu durumlarda iki renk arasında fark olmadığı kabul edilmektedir. Renkle ilgili yapılmış çalışmalarda renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir olması için farklı eşik değerler ortaya atılmıştır (112-114).



Şekil 2.3. CIE renk sistemi

2.4.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri

Renk uyumu estetik restoratif materyallerin en önemli karakteristiklerinden biridir (115, 116). Estetik restoratif materyallerin gelişimiyle birlikte restore edilecek dişlerle doğal dişlerin arasında renk uyumu olması önem kazanmıştır (117). Doğal dişlerle kabul edilemez bir renk farklılığının oluşması restorasyonların yenilenmesinde ana sebeplerden biridir (118). Diş hekimliğinde renk ölçümü görsel yöntemle ya da spektrofotometre, kalorimetre ve dijital kamera gibi cihazların ya da bu cihazların kombinasyonlarının kullanıldığı enstrümantal yöntemlerle yapılmaktadır (119, 120). Renk ölçümünde renk ölçüm cihazlarının kullanımı sayılabilir, hızlı ve objektif sonuçlar verdiği için görsel yönteme kıyasla daha avantajlı kabul edilmektedir (14, 121, 122).

2.4.2.1. Görsel Renk Ölçümü

Görsel renk ölçümü bir nesnenin rengini renk standartları ile karşılaştırarak yapılır ve diş hekimliğinde bu işlem için renk skalaları kullanılır. Bu yöntem günümüzde halen en sık kullanılan yöntemdir (99, 116, 123). Ancak görsel renk ölçümü subjektif bir yöntemdir ve (124) bu yöntemde hataya sebep olabilecek bir takım faktörler vardır. Bu faktörler;

- Ortam koşulları; ortamın aydınlatma şekli, ölçüm yapılacağı sırada ağız ortamının kuru ya da ıslak olması
- Renk skalalarındaki mevcut renklerin yetersiz olması ve kıyaslama yapılacak skalaların güvenilirliği

- Renk ölçümünü yapacak kişiye bağlı etmenler; Kişinin görme bozuklukları, psikososyal durumu, yaş, renk ayırt etme kusurları, dış hekimleri arasında ve aynı bireyde günün farklı saatlerinde yapılan ölçümlerde tutarsızlıklar olması olarak ifade edilebilir (99, 125).

2.4.2.2. Spektrofotometre

Spektrofotometreler rengin geçirgenliğini, yansımalarını ve soğurulmasını ölçen ve önceden belirlenmiş renk kodlarıyla ölçüm yapan cihazlardır (99, 125). Bir spektrofotometre optik radyasyon kaynağı, ışığı dağıtıcı bir ünite, ölçüm için optik bir sistem, bir dedektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilecek bir uyarıya dönüştürebilen bir üniteden oluşmaktadır (126). Spektrofotometrenin içinde bulunan bir prizma bir tungsten-flaman ampulden gelen beyaz ışığı 10 -20 nm dalgaboyu genişliğindeki bir spektruma dönüştürür. Rengi ölçülecek cisimden yansıyan ışığın miktarı görünür spektrumdaki her dalgaboyu için ölçülür. Yüzey rengini ölçmek için kullanışlı cihazlardır (119). Uygun kalibre edilen spektrofotometrelerle yapılan ölçümler doğru sonuç vermektedir (126). Spektrofotometrelerin görsel renk ölçüm yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiğini gösteren pek çok çalışma mevcuttur (123, 127, 128). Spektrofotometreler kalorimetrelere kıyasla daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptirler ve farklı ışık kaynaklarının farklı renk algılarına yol açması fenomeni olan metamerizmden etkilenmezler (119).

2.4.2.3. Kolorimetre

Kolorimetreler tristimulus değerlerini ölçer ve ışığı görünür ışığın kırmızı, yeşil ve mavi alanları içinde filtreler (126). İçerisinde insan gözündeki kon tipi hücrelere benzer olarak üç farklı sensör bulunmaktadır. Dedektör içinde yer alan bu sensörler, CIE sistemine yakın sonuç vermek için yerleştirilmiştir (129). Kolorimetreler rengi ölçülecek cisme ulaşacak ışık miktarını kontrol etmek için fotodiode filtreler kullanırlar. Ardından cisimden yansıyan ışığı bir dedektör yardımıyla ölçerler (119). Ancak filtrelerinin ömrü kısadır ve ölçümlerinin tekrarlanabilirlik özelliği zamanla kaybolmaktadır (105, 126). Kolorimetreler spektrofotometrelere kıyasla daha ucuzdur ve kullanımları daha kolaydır (119). Kolorimetrelerin düz yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmış olmaları dişlerin yüzeyinin çoğunlukla düz olmaması sebebiyle bir dezavantajdır. Dar açıklığa sahip olan kolorimetrelerde rengi ölçülen cisimden ışığın

tam olarak dönememesi sebebiyle edge-loss denilen sorun yaşanmaktadır (102). Transludent materyallerin renklerinin belirlenmesinde ışığın kırılarak dağılmasından dolayı problem yaşanmaktadır (111).

2.4.2.4.Dijital Kameralar

Kullanımları giderek artan dijital kameraların en büyük avantajı tek bir noktanın değil tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir. Klinikte çekilen fotoğraf görüntüsünün, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesine dayanan bir yöntemdir. Kameranın bağlı olduğu bilgisayar elde edilen değerleri CIE Lab cinsinden ifade etmektedir (125, 129).

2.4.3. Renklenme Çeşitleri

Kompozit materyallerde gözlenen renk değişikliği çeşitli nedenlere bağlı olarak izlenebilir. Renklenmenin derecesini etkileyen yetersiz polimerizasyon, su emilimi, kimyasal tepkime, beslenme alışkanlıkları ağız hijyeni ve restorasyonun yüzey düzgünlüğü gibi iç ve dış kaynaklı birçok faktör vardır. Kompozit materyal yapısından kaynaklanan renk değişiklikleri “iç renklenmeler”, restorasyonun uygulanması sırasında gerçekleşebilen hekim hatalarından kaynaklanan renk değişiklikleri “dış renklenmeler” olarak sınıflandırılır (130).

2.4.3.1. İç Kaynaklı Renklenmeler

İç renklenmeler materyal yapısına ve içeriğine bağlı olarak gerçekleşen renklenmelerdir. Günümüzde kompozitlerde var olan organik polimer matriksi bir aromatik veya üretan dimetakrilat oligomeridir. Dış hekimliğinde en yaygın kullanılan 4 oligomer; birçoğunun organik matriksinde esas monomer olan BisGMA (bisfenol A diglisil-eter-metakrilat), Bis-EMA (etoksillenmiş bisfenol A dimetakrilat) ve dilüe eden monomer olarak da UDMA (üretan dimetakrilat) ve TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat)’dır. Materyalin rezin matriks içeriği, polimerizasyonu ve doldurucu içeriği gibi ışıqla sertleşen restoratif dental materyallerin rengini etkileyen birçok faktör vardır (130, 131).

Kimyasal olarak polimerize olan kompozitlerde sıklıkla gözlenen renklenmeler, tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğraması sonucu gerçekleşir. Bu tür renklenmeler UV ışığı, nem ve oksidasyon ile hızlanır. Kompozit materyallerde en yaygın kullanılan ışığa duyarlı başlatıcı tipi olan

kamforokinon beyazlatılamayan kromofor grubu içeren katı, sarı renk bir bileşendir ve rezin içerisinde fazla oranlarda kullanılmasının, istenmeyen renklenmelere yol açtığı bildirilmiştir. Işıkla polimerize olan kompozitlerin yeterli polimerize edilmediği durumlarda, kamforokinonun tamamen dönüşmemesi ile kompozit rezin içerisinde sarı renklenmeler kalır (132, 133). Bununla birlikte, materyalin foto-aktivasyonu sonucu, zamanla aminlerin oksidasyonu ile birlikte sarı renk izlerin kahverengiye dönüştüğü ve renklenmeye neden oldukları da bildirilmiştir. Uzun süre sıcak ortamda bekletilen rezinlerde benzoil peroksitin etkisi ile renk değişiklikleri gözlenebilir.

Materyallerin monomer içerikleri değerlendirildiğinde renklenmeye makropartiküllü ve Bis-GMA miktarı fazla olan kompozitlerde daha çok, mikropartiküllü olan kompozitlerde ise daha az rastlandığı gözlenmiştir (133). Hidrofilik ve su emilimi gösteren kompozit materyallerin de renklenme olasılıklarının daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bis-GMA'nın rijit ağ oluşumuna yol açması nedeni ile ana monomer içeriği Bis-GMA olan kompozitler, TEGDMA içeren kompozitlere göre daha az; UDMA ve Bis-EMA (etoksillenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat) içeren kompozitlere göre ise daha fazla su emilimi gösterirler (134). UDMA'nın su emiliminin ve çözünübilirliğinin düşük olması, BisGMA'ya göre daha az renklenmeye yol açmasına neden olur. Bis-GMA ve TEGDMA hidrofilik yapılarından dolayı, yüksek su emilimi değerlerine sahiptirler. Bis-EMA ise yapısındaki hidrofobik gruptan dolayı düşük su emilimi gösterir (5, 6).

Polimerizasyon süresi ve tercih edilen ışık cihazı da materyalde gözlenebilecek renklenmeler üzerinde etkilidir. Monomer polimer dönüşümünün ve boyutsal stabilitenin artması ile çözünübilirliğin azalması renk değişikliğinde düşüşe neden olur. Kompozit materyallerin renklenmelerinde, doldurucuların da önemli etkileri vardır. Düşük doldurucu içerikli kompozit materyallerin renk stabilitelerinin, daha az olduğu bilinmektedir. Resin kompozitin aşınması, doldurucuların resin matriksten ayrılmasına neden olabilir, bu nedenle artan yüzey pürüzlülüğü restorasyonu dış renklenme oluşumuna karşı daha uygun hale gelir (135, 136).

2.4.3.2. Dış Kaynaklı Renklenmeler

Dış renklenmeler özellikle kırmızı şarap, kahve, kola ve çay gibi çeşitli renklendirici solüsyonlar ile temas ve bunların emiliminden kaynaklanır. Bununla birlikte dış renklenmelerde hekime bağlı uygulama hataları da söz konusudur (137).

Kompozit materyallerin, kullanılan aletlerle ya da kavitenin tam izole edilememesi sonucu dişetinden sızan nem ve kan ile kontamine olması, renk değışikliklerine neden olur.

Hatalı bitirme ve polisaj işlemleri, kötü ağız hijyeni, boyayıcı maddeler de dış renklenmede rol oynayan etkenler arasındadır. Kompozitin yapısı ve doldurucu partikül özelliklerinin, yüzey düzgünlüğü ve dış renklenmeye yatkınlık üzerinde de direkt etkisi vardır (130). Çalışmalar en düzgün kompozit rezin yüzeyinin şeffaf bant ile oluşturulduğunu ancak düzgün kontur ve oklüzal uyumlama için düzeltmeler yapıldığından şeffaf bant ile bitirilen yüzeyler mecburen pürüzlü hale gelmektedir. Pürüzlülüğün giderilmesi için son aşamada cila işlemleri uygulanmaktadır. Yetersiz bitirme ve cila işlemlerinden kaynaklanan yüzey düzensizliği, renklenme, plak birikimi, dişeti hasarı ve tekrarlayan çürük gibi klinik sorunları ortaya çıkarabilir (130).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul'lu tarafından 07.08.2019 tarihli 2019-08/12 no'lu etik kurul onayı alınmış olup Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Çalışmamızın örnek hazırlama kısmı ve deney aşamaları Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji ve Uygulama Merkezi (CÜTAM) SEM laboratuvarında ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği AFM Araştırma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamıza ait grupların örnek sayısı Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'na danışılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve renk değişikliği ile ilgili 0,05 anlamlılık düzeyinde her bir grup için 10'ar toplamda 160 adet örnek alınmasına karar verildi.

3.2. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu in-vitro çalışmada; bir alkasit (Cention N, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn), bir nanohibrit kompozit rezin (Filtek Z550, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD), bir dual cure bulk-fill kompozit rezin (Fill-Up, Coltene Whaledent, CH) , bir posterior bulk-fill kompozit rezin (Filtek One Bulk Fill, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) olmak üzere 4 farklı restoratif materyal kullanılmıştır (Şekil 3.1-2-3-4). Çalışmada kullanılan materyaller türü, cinsi ve içeriği Tablo 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Filtek One Bulk Fill



Şekil 3.2. Cention N



Şekil 3.3. Filtek Z550



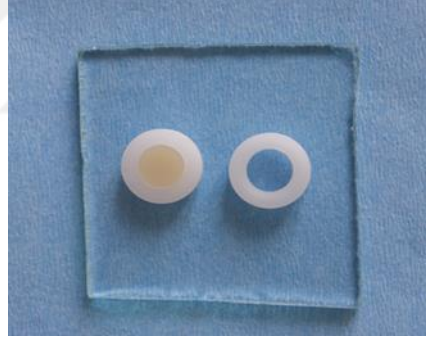
Şekil 3.4. Fill Up

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller

Materyal	Türü	İçerik	Üretici Firma	Partikül Oran w-v
Cention N	Alkasit	Likit: Dimetakrilatlar (UDMA, Aromatik alifatik UDMA), başlatıcılar, stabilizatörler Toz: Kalsiyum baryum alüminyum florosilikat camı, kalsiyum florosilikat camı, iso-fillers, iterbiyum triflorür, başlatıcılar ve boya maddeleri (partikül boyutu 0,1-7 µm)	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştay	%78,4-57,6
Filtek Z550	Nanohibrit Kompozit Resin	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, PEGDMA, TEGDMA, Zirkonya/Silika (0,1-10 µm), Modifiye silika partikülleri (20 nm)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	%81.8-67.8
Fill-Up	Akışkan Bulk-fill	TMPTMA, UDMA, Bis- GMA, TEGDMA, Dental cam, metakrilat, amorf silika, çinko oksit (partikül boyutu 2 µm)	COLTENE, Whaledent	%65-49
Filtek One Bulk Fill	Bulk-fill	AUDMA, UDMA, AFM, diüretan-DMA, (1,12-dodecane-DMA), İterbiyum Florit, EDMAB aglomeratsız/agregatsız silika(20 nm) aglomeratsız/agregatsız zirkonya (4-11 nm) agregatsız zirkonya/silika öbek dolgu (20 nm silika ve 4-11 nm zirkonya partikülleri) aglomeratlı 100 nm partiküller	3MM ESPE, St Paul, MN, USA	%76.5-58.5

3.3. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılan alkasit (Cention N), nanohibrit kompozit rezin (Filtek Z550), dual cure bulk-fill kompozit rezin (Fill-Up), posterior bulk-fill kompozit rezin (One Filtek Bulk Fill) restoratif materyaller için 8 mm çapında 4 mm derinliğinde teflon kalıp kullanılmıştır (Şekil 3.5). Her bir kompozit rezinden 40 adet olacak şekilde toplamda 160 adet örnek hazırlanmıştır. Kompozit rezinler cam lamel üzerine şeffaf bant konularak teflon kalıplar içerisine ağız spatülü ve fulvar yardımıyla yerleştirilmiştir. Bulk-Fill kompozitler tek seferde 4 mm kalınlığında yerleştirilirken, geleneksel kompozit 2 mm kalınlığında tabakalar halinde ışıkla sertleştirilerek yerleştirilmiştir. Bütün örnekler dalga boyu 430 nm–480 nm, yoğunluğu 1470 mW/cm² olan ışık cihazı (Elipar DeepCure-S, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Şekil 3.6) kullanılarak üretici firmanın talimatları doğrultusunda polimerize edilmiştir. Polimerizasyon sırasında, ışık kaynağının ucu cam lamel üzerine temas ettirilerek ışık uygulama mesafesi minimuma getirilmiştir.



Şekil 3.5. Teflon kalıplarda hazırlanan örnekler



Şekil 3.6. Elipar DeepCure-S

Restorasyon Grupları

Teflon kalıplarda hazırlanan örneklerin üst yüzeyleri işlem uygulanmayacak yüzeyle karıştırılmaması için sabit kalemle işaretlenmiştir.

- Her bir restoratif materyal grubundaki 40 örnek 4 alt gruba ayrılmıştır.
- Şeffaf bant ile bitirilip distile suda bekletilen örnekler
- Şeffaf bant ile bitirilip kahvede bekletilen örnekler
- Polisaj ve cila işlemi uygulanıp distile suda bekletilen örnekler
- Polisaj ve cila işlemi uygulanıp kahvede bekletilen örnekler

Polisaj ve cila işlemi yapılacak örnekler öncesinde 10 sn 1000 grit silikon karbit zımpara ile zımparalandıktan sonra 24 saat distile suda bekletildi. Ardından polisaj işlemine geçilmiştir. Şeffaf bant ile bitirilen örnekler hiçbir işlem yapılmadan distile suya konulmuştur (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Grupların dağılımı

Filtek One Bulk Fill	Polisajlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
	Şeffaf bantlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
Z550	Polisajlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
	Şeffaf bantlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
Fill-UP	Polisajlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
	Şeffaf bantlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
Cention N	Polisajlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10
	Şeffaf bantlı	1.Kahve	N=10
		2.Distile Su	N=10

Örneklerin Yüzey Bitirme ve Polisaj İşlemleri

Hazırlanan örnekler polisaj işlemleri sırayla gri, yeşil, pembe Astropol (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) renk lastikler kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.7). Her bir lastik mikromotor yardımıyla 10.000 rpm devirde ortalama basınçta, ısı, oluk oluşumunu engellemek için hafif döner hareket ettirilerek ve su kullanılarak 30 saniye süre ile örneklerin bir yüzeyine uygulandı. Tüm örnekler 1 dakika boyunca

distile su altında yıkanıp 24 saat 37°C etüvde bekletildi. Kullanılan materyal, tipi ve içeriği Tablo 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Astropol

Tablo 3.3. Çalışmada kullanılan polisaj materyali

Materyal	Materyal Tipi	Üretici Firma
Astropol	Astropol F ve P sentetik kauçuk, silikon karbid partikülleri (gri (F) 45 µm, yeşil (P) 1 µm, pembe (HP) 0,3 µm Astropol HP sentetik kauçuk, elmas partikülleri, aliminyum oksit, titanyum oksit, demir oksit	Ivoclar-Vivadent, Schaan, Lieschtenstein

Örneklerin Renklendirilmesi

Solüsyonun hazırlanması: Kahve solüsyonu; 3,6 gr kahvenin (Nescafe Gold Classic, Nestle, Türkiye), 300 ml kaynamış distile su içerisinde 10 dk karıştırılarak hazırlanmıştır (138). Örneklerin distile su içerisinde 24 saat bekletilmesinin ardından ilk renk ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra etüvde (FN 400, Nüve, Türkiye), içinde 2 ml kahve solüsyonu olan numune saklama kalıplarında bekletildi (Şekil 3.8). Hazırlanan örnekler 37°C de etüv cihazında, her gün 3 saat olmak üzere 28 gün

bekletilmiştir. Bu süre içerisinde kahve solüsyonu her gün taze hazırlanarak, yenilenmiştir. 3 saatlik bekletilmenin ardından örnekler 10 sn akan musluk suyu altında yıkanıp kurulama kağıdı ile kurulandıktan sonra ilk renk ölçümleri yapılmış ve her renk ölçümünden önce aynı işlem tekrarlanmıştır. Ölçümden sonra örnekler bir sonraki kontrol zamanına kadar etüvde 37°C’de distile suda kalıplar içinde bekletilmiştir. Kontrol günleri 1, 7, 14, 21 ve 28. gündür.



Şekil 3.8. Etüvde bekletilen örnekler

Renk ölçümünde taşınabilir bir spektrofotometre olan Vita Easyshade Advance (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) kullanılmıştır (Şekil 3.9). Ölçüm ucunun çapı 5 mm’dir. Renk ölçümünün güvenilirliği için cihazın ölçüm ucunun, yüzeye 90° açıyla tutularak ölçümün yapılması gerektiği üretici firma tarafından vurgulanmıştır.

Ölçümler her seferinde cihazın ölçüm ucu tam ortaya gelecek şekilde örneklerin merkezinden yapılmıştır. Ölçümler her örnek için üç kez tekrarlanarak, ortalamaları L_0^* , a_0^* ve b_0^* değerleri olarak kaydedilmiştir ve her üç ölçümden sonra cihaz kalibre edilmiştir.

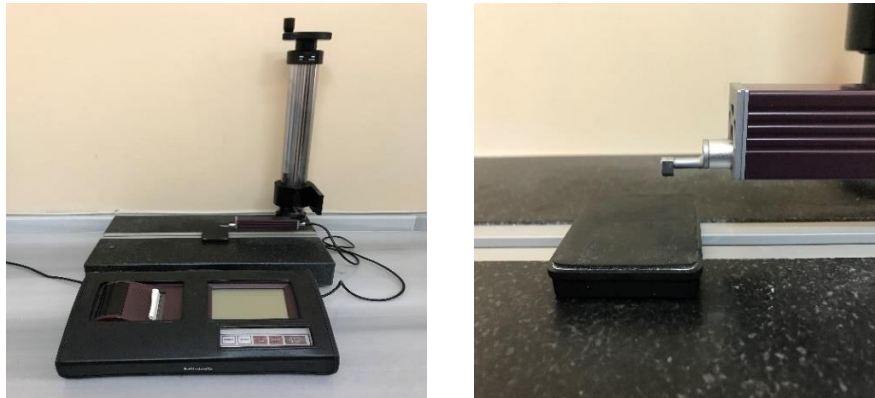
İki ölçüm arasındaki ΔE değerlerini hesaplamak için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır: $\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_0^* - a_1^*)^2 + (b_0^* - b_1^*)^2]^{1/2}$



Şekil 3.9. Vita Easyshade Advance

3.5. Örneklerin Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemleri Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için profilometre cihazı (Mitutoyo Surftest/ SJ-301, Tokyo, Japonya) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.10). Her bir örnek, okuyucu uç ile arasında 90 derece değme açısı olacak şekilde profilometre cihazının tablasına yerleştirildi. Yüzey profilometresindeki yüzey tarama uzunluğu 4 mm ve yüzey kesme uzunluğu değeri ise 0,25 mm olarak ayarlandı. Ölçümler yapılmaya başlamadan önce ve her bir gruptaki ölçümlerden sonra profilometre cihazı tekrar kalibre edildi. Her örneğin üç farklı bölgesinden ölçüm yapıp, elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) değeri hesaplandı.



Şekil 3.10. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı

3.6. Örneklerin Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu ile Analizi

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (CÜTAM) SEM Laboratuvarı'nda bulunan SEM cihazı (Tescan MIRA3, Çek Cumhuriyeti) kullanılarak restoratif materyallerin yüzeyleri incelendi (Şekil 3.11). SEM analizi yapılmadan önce her bir restoratif materyalin 4 alt grubundan 1'er örnek havasız bir ortamda kaplama cihazı (Quorum Q150R ES, İngiltere) kullanılarak 90 A° kalınlığında altın-palladyum ile kaplandı ve daha sonra çeşitli büyütme altında incelendi (Şekil 3.12).



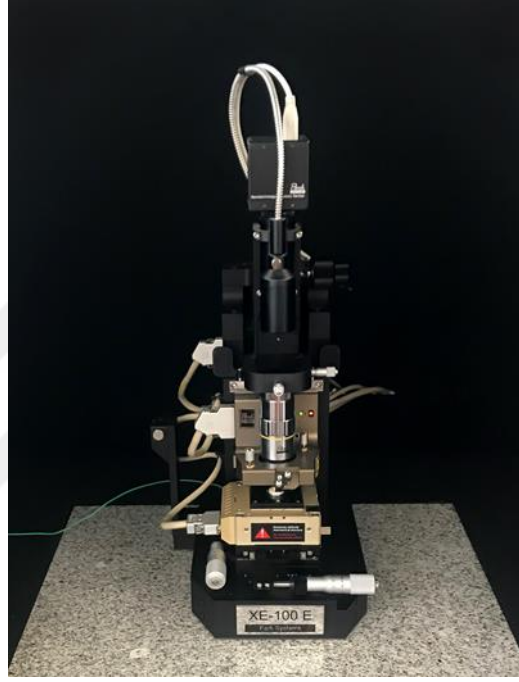
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan SEM cihazı



Şekil 3.12. Altın kaplama cihazı ve örneklerin SEM'de incelenmek için altın kaplanması

3.7. Örneklerin Atomik Kuvvet Mikroskopu ile Analizi

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği Araştırma laboratuvarında bulunan AFM cihazı (Park System, XE-100 E, Kore) yüzey analizinde kompozitlerin şeffaf bantlı ve polisajlı yüzey morfolojisinin incelenmesi için her bir restoratif materyalin 4 alt grubundan 1'er adet örnek Atomik Kuvvet Mikroskopunda incelenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Çalışmada kullanılan AFM cihazı

3.8. İstatiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS 22.0 programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirildiğinde Kolmogorov-Smirnov, değişik zamanlarda elde edilen ölçümler karşılaştırılırken tekrarlı ölçümlerde varyans analizi Bonferroni testi, parametrik varsayımları yerine getirmede bağımsız iki gruptan elde edilen ölçümleri karşılaştırıldığında Mann Whitney U testi, bağımsız ikiden fazla gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken Kruskal Wallis testi, renk değişimi ve pürüzlülük değerleri arasındaki ilişkiyi test etmek için Pearson korelasyon analizi uygulanmış olup ve yanılma düzeyi 0,05 alınmıştır.

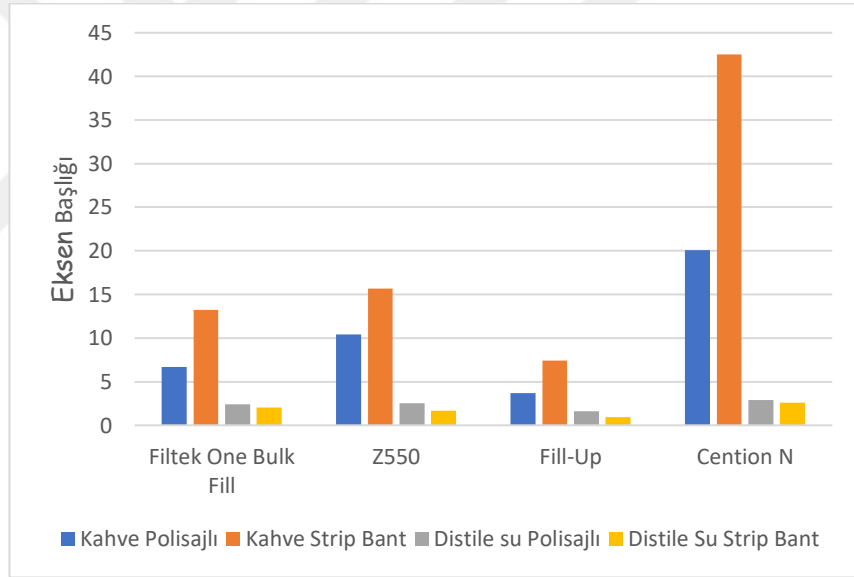
4.BULGULAR

4.1. Renk Ölçüm Sonuçları

Çalışmamızda kullandığımız tüm kompozit gruplarında renklenme açısından, kahvede bekletilen örneklerle distile suda bekletilen örnekler arasındaki farklılık tüm günlerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Restoratif materyallerin 28 gün sonunda ΔE değerleri incelendiğinde Cention N'nin en yüksek, Fill-Up'ın ise en düşük renk değişim değerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.1).

Bulgularımızda 1. gün ölçülen renk değişim değeri ΔE_1 ; 7. gün ölçülen renk değişim değeri ΔE_2 ; 14. gün ölçülen renk değişim değeri ΔE_3 ; 21. gün ölçülen renk değişim değeri ΔE_4 ; 28. gün ölçülen renk değişim değeri ΔE_5 olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.1. Kompozitlerin 28 gün sonunda ΔE değerleri

4.1.1. Kompozit Rezınlerin Renk Değişim Değerlerinin Karşılaştırılması

Polısajlanıp kahvede bekletilen Filtek One Bulk Fill, Z550, Fill-Up ve Cention N restoratif materyaller arasında günlere ait renk ölçüm değerleri ikiyeşerli karşılaştırıldığında kompozitler arasındaki farklılık 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 1. ve 7. günlerde kompozit gruplarına ait renk ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında Filtek One Bulk Fill ile

Cention N arasında; Z550 ile Cention N arasında; Fill-Up ile Cention N arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$) diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). 14, 21 ve 28. günlerde gruplara ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında tüm gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.1).

Şeffaf bantla bitirilip kahvede bekletilen kompozit örneklerin günlere ait renk ölçüm değerleri ikişerli karşılaştırıldığında kompozitler arasında farklılık 7, 14, 21 ve 28. günlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 7, 14, 21, 28. günlerde Fill-Up ile Filtek One Bulk Fill arasında; Fill-Up ile Z550 arasında; Fill-Up ile Cention N arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$) diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.2).

Polisajlanıp distile suda bekletilen kompozit örneklerin günlere ait renk ölçüm değerleri ikişerli karşılaştırıldığında kompozitler arasında farklılık 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 1. günde Fill-Up ile Cention N arasında; Filtek One Bulk Fill ile Cention N arasında; Z550 ile Cention N arasındaki anlamlı bulunurken ($p<0,05$) diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). 7. günde Fill-Up ile Z550; Fill-Up ile Filtek One Bulk Fill arasında; Fill-Up ile Cention N arasında; Z550 ile Cention N arasında; Filtek One Bulk Fill ile Cention N arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). 14 ve 21. günlerde tüm gruplar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. 28. günde Fill-Up ile Z550; Fill-Up ile Filtek One Bulk Fill arasında; Fill-Up ile Cention N arasında; Z550 ile Cention N arasında; Filtek One Bulk Fill ile Cention N arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Şeffaf bantla bitirilip distile suda bekletilen kompozit örneklerin günlere ait renk ölçüm değerleri ikişerli karşılaştırıldığında kompozitler arasında farklılık 7, 14, 21 ve 28. günlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). 7, 14 ve 21. günlerde Fill-Up ile Z550 arasında; Fill-Up ile Cention N arasında; Fill-Up ile Filtek One Bulk Fill arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$) diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). 28. günde Fill-Up ile Z550 arasında; Fill-Up ile Cention N arasında; Fill-Up ile Filtek One Bulk Fill arasında;

Z550 ile Cention N arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

Kahve solüsyonunda bekletilen polisajlı ve polisajsız kompozit grupları ile distile suda bekletilen polisajlı kompozit gruplarının ΔE değeri en fazla olandan en aza doğru sıralandığında: Cention N; Z550; Filtek One Bulk Fill; Fill-Up şeklindedir. Distile suda bekletilen polisajsız kompozit gruplarının örneklerinin ΔE değeri en fazla olandan en aza doğru sıralandığında ise: Cention N; Filtek One Bulk Fill; Z550; Fill-Up şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 4.1. Kahvede bekletilen polisajlı Filtek One Bulk Fill, Z550, Fill-Up ve Cention N kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırması

	N	Ort.	Median	Min.	Mak.	Sonuç
$\Delta E1$ Filtek One Bulk Fill	10	$0,91 \pm 0,29^a$	0,90	4,56	0,97	KW=13,60
Z550	10	$1,20 \pm 0,84^a$	0,97	0,97	3,44	P=0,004*
Fiil-Up	10	$1,06 \pm 0,38^a$	1,03	0,57	1,65	
Cention N	10	$3,73 \pm 1,44^b$	3,88	1,58	6,82	
$\Delta E2$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,07 \pm ,52^a$	1,97	1,20	2,82	KW=20,80
Z550	10	$2,11 \pm 0,78^a$	2,14	0,98	3,67	P=0,000*
Fiil-Up	10	$1,47 \pm 0,41^a$	1,62	0,82	2,02	
Cention N	10	$7,77 \pm 3,23^b$	7,80	3,80	14,71	
$\Delta E3$ Filtek One Bulk Fill	10	$5,53 \pm 0,82^a$	5,77	3,86	6,49	KW=32,80
Z550	10	$7,50 \pm 0,69^b$	7,50	5,92	8,51	P=0,000*
Fiil-Up	10	$2,12 \pm 1,03^c$	1,92	0,73	4,71	
Cention N	10	$14,55 \pm 4,08^d$	14,22	8,75	20,55	
$\Delta E4$ Filtek One Bulk Fill	10	$5,44 \pm 1,28^a$	5,09	3,71	7,85	KW=32,80
Z550	10	$8,63 \pm 0,92^b$	8,54	7,33	10,35	P=,000*
Fiil-Up	10	$2,54 \pm 0,72^c$	2,55	1,45	4,24	
Cention N	10	$15,17 \pm 5,62^d$	15,41	2,98	23,05	
$\Delta E5$ Filtek One Bulk Fill	10	$6,71 \pm 1,05^a$	6,74	5,05	8,38	KW=40,00
Z550	10	$10,44 \pm 0,87^b$	10,40	9,55	12,50	P=0,000*
Fiil-Up	10	$3,66 \pm 1,57^c$	3,34	1,87	6,83	
Cention N	10	$20,08 \pm 4,56^d$	20,59	12,46	25,99	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.2. Kahvede bekletilen şeffaf bantla bitirilen kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma

	N	Ort.	Median	Min.	Mak.	Sonuç
$\Delta E1$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,23 \pm 0,96^a$	2,37	0,67	4,07	KW=2,40
Z550	10	$2,34 \pm 1,22^a$	2,28	0,84	4,98	P=0,494
Fiil-Up	10	$1,56 \pm 0,70^a$	1,47	0,76	2,55	
Cention N	10	$10,25 \pm 5,66^a$	8,70	1,27	19,58	
$\Delta E2$ Filtek One Bulk Fill	10	$5,21 \pm 2,04^a$	5,03	2,86	9,82	KW=8,80
Z550	10	$5,49 \pm 2,43^a$	4,79	2,09	9,17	P=0,032*
Fiil-Up	10	$2,58 \pm 0,69^b$	2,51	1,64	3,94	
Cention N	10	$24,09 \pm 9,21^a$	20,47	14,07	42,91	
$\Delta E3$ Filtek One Bulk Fill	10	$8,87 \pm 2,98^a$	8,86	3,65	15,32	KW=12,80
Z550	10	$12,42 \pm 2,19^a$	12,05	9,28	17,04	P=0,005*
Fiil-Up	10	$4,47 \pm 0,754^b$	4,32	3,45	5,76	
Cention N	10	$32,70 \pm 7,38^a$	31,55	21,84	43,64	
$\Delta E4$ Filtek One Bulk Fill	10	$10,94 \pm 3,40^a$	9,49	7,98	18,45	KW=16,80
Z550	10	$13,91 \pm 2,19^a$	13,57	10,75	17,49	P=0,001*
Fiil-Up	10	$6,06 \pm 1,15^b$	5,95	4,53	8,18	
Cention N	10	$36,68 \pm 10,07^a$	35,21	24,01	57,54	
$\Delta E5$ Filtek One Bulk Fill	10	$13,25 \pm 4,40^a$	11,94	7,75	21,02	KW=13,60
Z550	10	$15,69 \pm 1,90^a$	15,19	12,98	19,30	P=0,004*
Fiil-Up	10	$7,40 \pm 1,51^b$	7,21	5,59	10,28	
Cention N	10	$42,50 \pm 11,35^a$	42,10	25,51	63,06	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.3. Distile suda bekletilen polisajlı kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma

	N	Ort.	Median	Min.	Mak.	Sonuç
$\Delta E1$ Filtek One Bulk Fill	10	$1,14 \pm 0,82^a$	0,99	0,31	3,07	KW=10,40
Z550	10	$0,57 \pm 0,40^a$	0,48	0,10	1,43	P=0,015*
Fiil-Up	10	$1,14 \pm 0,80^a$	0,80	0,53	4,48	
Cention N	10	$0,74 \pm 0,32^b$	0,70	0,53	1,22	
$\Delta E2$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,07 \pm 0,87^a$	1,98	0,91	4,20	KW=20,80
Z550	10	$1,97 \pm 0,68^a$	1,84	1,02	3,16	P=0,000*
Fiil-Up	10	$1,12 \pm 1,20^b$	0,73	0,37	4,51	
Cention N	10	$1,98 \pm 0,26^c$	2,07	1,62	2,37	
$\Delta E3$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,15 \pm 0,98^a$	1,99	0,78	4,47	KW=32,80
Z550	10	$2,04 \pm 0,68^b$	1,93	1,03	3,30	P=0,000*
Fiil-Up	10	$1,28 \pm 1,16^c$	1,03	0,53	4,50	
Cention N	10	$2,48 \pm 0,62^d$	2,22	1,85	3,98	
$\Delta E4$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,31 \pm 1,02^a$	2,10	1,03	4,79	KW=27,20
Z550	10	$2,29 \pm 0,63^b$	2,17	1,40	3,36	P=0,000*
Fiil-Up	10	$1,51 \pm 1,18^c$	1,21	0,54	4,73	
Cention N	10	$2,80 \pm 0,62^d$	2,58	2,20	4,22	
$\Delta E5$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,41 \pm 0,99^a$	2,27	1,11	4,80	KW=23,20
Z550	10	$2,51 \pm 0,70^a$	2,50	1,40	3,42	P=0,000*
Fiil-Up	10	$1,61 \pm 1,47^b$	1,28	0,20	5,59	
Cention N	10	$2,88 \pm 0,62^c$	2,65	2,24	4,25	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.4. Distile suda bekletilen şeffaf bantla bitirilen kompozit gruplarının günler arası ΔE değerleri karşılaştırma

	N	Ort.	Median	Min.	Mak.	Sonuç
$\Delta E1$ Filtek One Bulk Fill	10	$0,63 \pm 0,26^a$	0,63	0,14	1,11	KW=1,60
Z550	10	$0,72 \pm 0,48^a$	0,60	0,28	1,74	P=0,659
Fiil-Up	10	$0,49 \pm 0,19^b$	0,46	0,24	0,86	
Cention N	10	$0,58 \pm 0,56^a$	0,41	0,00	2,01	
$\Delta E2$ Filtek One Bulk Fill	10	$1,60 \pm 0,27^a$	1,65	1,22	1,99	KW=13,60
Z550	10	$1,43 \pm 0,36^a$	1,52	0,73	1,95	P=0,004*
Fiil-Up	10	$0,58 \pm 0,15^b$	0,64	0,37	0,87	
Cention N	10	$1,64 \pm 0,46^a$	1,61	0,99	2,25	
$\Delta E3$ Filtek One Bulk Fill	10	$1,76 \pm 0,39^a$	1,85	1,13	2,51	KW=13,60
Z550	10	$1,59 \pm 0,31^a$	1,68	0,78	1,96	P=0,004*
Fiil-Up	10	$0,74 \pm 0,24^b$	0,65	0,41	1,18	
Cention N	10	$1,92 \pm 0,54^a$	2,09	1,28	2,77	
$\Delta E4$ Filtek One Bulk Fill	10	$1,88 \pm 0,47^a$	1,89	1,13	2,78	KW=13,60
Z550	10	$1,68 \pm 0,31^a$	1,79	0,86	1,96	P=0,004*
Fiil-Up	10	$0,82 \pm 0,25^b$	0,82	0,43	1,18	
Cention N	10	$2,25 \pm 0,76^a$	2,20	1,34	3,67	
$\Delta E5$ Filtek One Bulk Fill	10	$2,02 \pm 0,43^{ac}$	1,94	1,40	2,80	18,40
Z550	10	$1,70 \pm 0,31^c$	1,81	0,87	1,97	P=0,000*
Fiil-Up	10	$0,92 \pm 0,25^b$	0,93	0,50	1,30	
Cention N	10	$2,57 \pm 0,65^a$	2,39	1,43	3,67	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.1.2. Filtek One Bulk Fill Renk Değişimi Bulguları

Filtek One Bulk Fill'in kahvede bekletilen kompozit örneklerinin ΔE değerleri incelendiğinde tüm günler için polisajlanan ve polisajlanmayan gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.5).

Polisajlanıp kahvede bekletilen örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.7). Ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ve diğer tüm günler arası; 7. gün ile diğer tüm günler arası; 14. gün ile 28. gün arası fark anlamlı bulunurken diğer

tüm günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Şeffaf bant ile bitirilip kahvede bekletilen örneklerin renklenmeleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.8). Günlere ait ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında; 7. gün ile diğer tüm günler arasında farklılık anlamlı bulunurken diğer günler arasında farklılık anlamsız bulunmuştur.

Filtek One Bulk Fill kompozit örneklerinin distile suda bekletilen polisajlanan ve polisajlanmayan gruplara ait ΔE değerleri arasındaki farklılık tüm günler için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

Distile suda bekletilen polisajlı örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer günler arasında; 7. gün ile 28. gün arasında fark anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasında farklılık anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Distile suda bekletilen polisajsız örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.10). Günlere ait ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer günler arasında; 7. gün ile 28. gün arasında; 14. gün ile 28. gün arasındaki farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 4.5. Filtek One Bulk Fill kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$0,91 \pm 0,29^a$	0,53	1,34	0,002*
	Şeffaf Bantlı	10	$2,23 \pm 0,96^b$	0,67	4,07	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$2,07 \pm 0,52^a$	1,20	2,82	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$5,21 \pm 2,04^b$	2,86	9,82	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$5,53 \pm 0,82^a$	3,86	6,49	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$8,87 \pm 2,98^b$	3,65	15,32	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$5,44 \pm 1,28^a$	3,71	7,85	0,002*
	Şeffaf Bantlı	10	$10,94 \pm 3,40^b$	7,98	18,45	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$6,71 \pm 1,05^a$	5,05	8,38	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$13,25 \pm 4,40^b$	7,75	21,02	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.6. Filtek One Bulk Fill kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$1,14 \pm 0,82$	0,31	3,07	0,105
	Şeffaf Bantlı	10	$0,63 \pm 0,26$	0,14	1,11	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$2,07 \pm 0,87$	0,91	4,20	0,052
	Şeffaf Bantlı	10	$1,60 \pm 0,27$	1,22	1,99	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$2,15 \pm 0,98$	0,78	4,47	0,315
	Şeffaf Bantlı	10	$1,76 \pm 0,39$	1,13	2,51	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$2,31 \pm 1,02$	1,03	4,79	0,353
	Şeffaf Bantlı	10	$1,88 \pm 0,47$	1,13	2,78	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$2,41 \pm 0,99$	1,11	4,80	0,315
	Şeffaf Bantlı	10	$2,02 \pm 0,43$	1,40	2,80	

Tablo 4.7. Filtek One Bulk Fill kompozit kahvede bekletilen, polisajlanan örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
$\Delta E1$	$0,91 \pm 0,29^a$	0,90	F=138,36 P=0,001*
$\Delta E2$	$2,07 \pm 0,52^b$	1,97	
$\Delta E3$	$5,53 \pm 0,82^c$	5,77	
$\Delta E4$	$5,44 \pm 1,28^{ce}$	5,09	
$\Delta E5$	$6,71 \pm 1,05^{de}$	6,74	

*Farklı harfler günlere ait ΔE değerleri arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (Tablo 4.7-8-9-10).

Tablo 4.8. Filtek One Bulk Fill kompozit kahvede bekletilen, şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
$\Delta E1$	$2,23 \pm 0,96^a$	2,37	F=41,14 P=0,001*
$\Delta E2$	$5,21 \pm 2,04^b$	5,03	
$\Delta E3$	$8,87 \pm 2,98^c$	8,86	
$\Delta E4$	$10,94 \pm 3,40^c$	9,49	
$\Delta E5$	$13,25 \pm 4,40^c$	11,94	

Tablo 4.9. Filtek One Bulk Fill kompozit distile suda bekletilen, polisajlanan örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
$\Delta E1$	$1,14 \pm 0,82^a$	0,99	F=70,18 P=0,001*
$\Delta E2$	$2,07 \pm 0,87^{bc}$	1,98	
$\Delta E3$	$2,15 \pm 0,98^{bd}$	1,99	
$\Delta E4$	$2,31 \pm 1,02^{bd}$	2,10	
$\Delta E5$	$2,41 \pm 0,99^d$	2,27	

Tablo 4.10. Filtek One Bulk Fill kompozit distile suda bekletilen, şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,63 ± 0,26 ^a	0,63	F=66,16
ΔE2	1,60 ± 0,27 ^b	1,65	P=0,001*
ΔE3	1,76 ± 0,39 ^b	1,85	
ΔE4	1,88 ± 0,47 ^{bc}	1,89	
ΔE5	2,02 ± 0,43 ^{dc}	1,94	

4.1.3. Z550 Renk Değişimi Bulguları

Z550'in kahvede bekletilen kompozit örneklerinin ΔE değerleri incelendiğinde tüm günler için polisajlanan ve polisajlanmayan gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.11).

Polisajlanıp kahvede bekletilen örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.13). Ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında farklılık, 7. gün ile diğer tüm günler arasında farklılık, 14. gün ile 28. gün arasında farklılık, 21. gün ile 28. gün arasında farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer ölçümler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Kahvede bekletilen polisajsız örneklerin günlere ait renk ölçümleri ikişerli karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuş (Tablo 4.14) ve 1. gün ile diğer tüm günler arasında; 7. gün ile diğer tüm günler arasında; 14. gün ile diğer tüm günler; 21. gün ile 28. gün arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm kıyaslamalar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Z550 kompozit örneklerinin distile suda bekletilen polisajlanan ve polisajlanmayan gruplara ait ΔE değerleri arasındaki farklılık tüm günler için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.12).

Distile suda bekletilen polisajlı örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.15). Günlere ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Distile suda bekletilen polisajsız örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.16). Ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile 14, 21, 28. günler arasındaki farklılık anlamlı bulunurken

($p < 0,05$), diğer tüm günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p > 0,05$).

Tablo 4.11. Z550 kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Median	Min.	Mak.	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$1,20 \pm 0,84^a$	0,97	0,50	3,44	0,029*
	Şeffaf Bantlı	10	$2,34 \pm 1,22^b$	2,28	0,84	4,98	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$2,11 \pm 0,78^a$	2,14	0,98	3,67	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$5,49 \pm 2,43^b$	4,79	2,09	9,17	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$7,50 \pm 0,69^a$	7,50	5,92	8,51	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$12,42 \pm 2,19^b$	12,05	9,28	17,04	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$8,63 \pm 0,92^a$	8,54	7,33	10,35	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$13,91 \pm 2,19^b$	13,57	10,75	17,49	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$10,44 \pm 3,41^a$	10,40	9,55	12,50	0,002*
	Şeffaf Bantlı	10	$15,69 \pm 1,90^b$	15,19	12,98	19,30	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.12. Z550 kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$0,57 \pm 0,40$	0,48	0,10	1,43	0,579
	Şeffaf Bantlı	10	$0,72 \pm 0,48$	0,60	0,28	1,74	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$1,97 \pm 0,68$	1,84	1,02	3,16	0,055
	Şeffaf Bantlı	10	$1,43 \pm 0,36$	1,52	0,73	1,95	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$2,04 \pm 0,68$	1,93	1,03	3,30	0,089
	Şeffaf Bantlı	10	$1,59 \pm 0,31$	1,68	0,78	1,96	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$2,29 \pm 0,63$	2,17	1,40	3,36	0,054
	Şeffaf Bantlı	10	$1,68 \pm 0,31$	1,79	0,86	1,96	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$2,51 \pm 0,70$	2,50	1,40	3,42	0,054
	Şeffaf Bantlı	10	$1,70 \pm 0,31$	1,81	0,87	1,97	

Tablo 4.13. Z550 kahvede bekletilen; polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
$\Delta E1$	$1,20 \pm 0,84^a$	0,97	F=389,16 P=0,001*
$\Delta E2$	$2,11 \pm 0,78^b$	1,65	
$\Delta E3$	$7,50 \pm 0,69^c$	7,50	
$\Delta E4$	$8,63 \pm 0,92^c$	1,89	
$\Delta E5$	$10,44 \pm 0,87^d$	1,94	

*Farklı harfler günlere ait ΔE değerleri arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (Tablo 4.13-14-15-16-17).

Tablo 4.14. Z550 kahvede bekletilen; şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	2,34 ± 1,22 ^a	2,28	F=190,56
ΔE2	5,49 ± 2,43 ^b	2,14	P=0,001*
ΔE3	12,42 ± 2,19 ^c	2,05	
ΔE4	13,91 ± 2,19 ^d	8,54	
ΔE5	15,69 ± 1,90 ^e	10,40	

Tablo 4.15. Z550 distile suda bekletilen; polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,57 ± 0,40 ^a	0,48	F=47,70
ΔE2	1,97 ± 0,68 ^b	4,79	P=0,001*
ΔE3	2,04 ± 0,68 ^b	12,05	
ΔE4	2,29 ± 0,63 ^b	13,57	
ΔE5	2,51 ± 0,70 ^b	15,19	

Tablo 4.16. Z550 distile suda bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,72 ± 0,48 ^a	0,60	F=15,58
ΔE2	1,43 ± 0,36 ^a	1,84	P=0,001*
ΔE3	1,59 ± 0,31 ^b	1,93	
ΔE4	1,68 ± 0,31 ^b	2,17	
ΔE5	1,70 ± 0,31 ^b	2,50	

4.1.4. Fill-Up Renk Değişim Bulguları

Fill-Up'ın kahvede bekletilen kompozit örneklerinin ΔE değerleri incelendiğinde tüm günler için polisajlanan ve polisajlanmayan gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.17).

Polisajlanıp kahvede bekletilen örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.19). Günlere ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. günle 7, 21 ve 28. günler arasındaki farklılık; 7. gün ile 21 ve 28.gün arasında; 14. gün ile 28. gün arasında farklılık anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p<0,05$). Kahvede bekletilen polisajsız örneklerin günlere ait renk ölçümleri ikişerli karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.20). Günlere ait ölçümleri ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer

günler; 7. gün ile diğer günler; 14. gün ile diğer günler; 21. gün ile 28. gün arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Fill-Up kompozit örneklerinin distile suda bekletilen polisajlanan ve polisajlanmayan gruplara ait ΔE değerleri arasındaki farklılık tüm günler için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p > 0,05$) (Tablo 4.18).

Distile suda bekletilen polisajlı örneklerin günlere ait ΔE değerleri karşılaştırıldığında farklılık önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde polisajsız örneklerinde ΔE değerleri günler arasında farklılık göstermemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 4.21-22).

Tablo 4.17. Fill-UP kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$1,06 \pm 0,38^a$	1,03	0,57	1,65	0,045*
	Şeffaf Bantlı	10	$1,56 \pm 0,70^b$	1,47	0,76	2,55	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$1,47 \pm 0,41^a$	1,62	0,82	2,02	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$2,58 \pm 0,69^b$	2,51	1,64	3,94	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$2,12 \pm 1,03^a$	1,92	0,73	4,71	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$4,47 \pm 0,75^b$	4,32	3,45	5,76	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$2,54 \pm 0,72^a$	2,55	1,45	4,24	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$6,06 \pm 1,15^b$	5,95	4,53	8,18	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$3,66 \pm 1,57^a$	3,34	1,87	6,83	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$7,40 \pm 1,51^b$	7,21	5,59	10,28	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.18. Fill-UP kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$1,14 \pm 1,19$	0,80	,53	4,48	0,056
	Şeffaf Bantlı	10	$0,59 \pm 0,19$	0,46	,24	,86	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$1,12 \pm 1,20$	0,73	,37	4,51	0,075
	Şeffaf Bantlı	10	$0,58 \pm 0,15$	0,64	,37	,87	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$1,28 \pm 1,16$	1,03	,53	4,50	0,105
	Şeffaf Bantlı	10	$0,74 \pm 0,24$	0,65	,41	1,18	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$1,51 \pm 1,18$	1,21	,54	4,73	0,052
	Şeffaf Bantlı	10	$0,82 \pm 0,25$	0,82	,43	1,18	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$1,61 \pm 1,47$	1,28	,27	5,59	0,065
	Şeffaf Bantlı	10	$0,92 \pm 0,25$	0,93	,50	1,30	

Tablo 4.19. Fill-Up kahvede bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	1,06 ± 0,38 ^a	1,03	F=20,68
ΔE2	1,47 ± 0,41 ^b	1,62	P=0,001*
ΔE3	2,12 ± 1,03 ^{abc}	1,92	
ΔE4	2,54 ± 0,72 ^c	2,55	
ΔE5	3,66 ± 1,57 ^d	3,34	

*Farklı harfler günlere ait ΔE değerleri arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (Tablo 4.19-20-21-22-22).

Tablo 4.20. Fill-Up kahvede bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	1,56 ± 0,70 ^a	1,47	F=80,30
ΔE2	2,58 ± 0,69 ^b	2,51	P=0,001*
ΔE3	4,47 ± 0,75 ^c	4,32	
ΔE4	6,06 ± 1,15 ^d	5,95	
ΔE5	7,40 ± 1,51 ^e	7,21	

Tablo 4.21. Fill-Up distile suda bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	1,14 ± 1,19	0,80	F=3,12
ΔE2	1,12 ± 1,20	0,73	P=0,131
ΔE3	1,28 ± 1,16	1,03	
ΔE4	1,51 ± 1,18	1,21	
ΔE5	1,61 ± 1,47	1,28	

Tablo 4.22. Fill-Up distile suda bekletilen şeffaf bantlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,49 ± 0,19	0,46	F=5,94
ΔE2	0,58 ± 0,15	0,64	P=0,117
ΔE3	0,74 ± 0,24	0,65	
ΔE4	0,82 ± 0,25	0,82	
ΔE5	0,92 ± 0,25	0,93	

4.1.5. Cention N Renk Değişimi Bulguları

Cention N'in kahvede bekletilen kompozit örneklerinin ΔE değerleri incelendiğinde tüm günler için polisajlanan ve polisajlanmayan gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.23).

Polisajlanıp kahvede bekletilen örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.25). Kahvede bekletilen polisajlı gruplar arasındaki günlere ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında; 7. gün ile 14 ve 28. günler arasında; 14. gün ile 28. arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Kahvede bekletilen polisajsız örneklerin günlere ait renk ölçümleri ikişerli karşılaştırıldığında farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.26). Günlere ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında; 7. gün ile diğer tüm günler arasında; 14. gün ile 28. gün arasında; 21. gün ile 28. gün arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer tüm günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$).

Cention N kompozit örneklerinin distile suda bekletilen polisajlanan ve polisajlanmayan gruplara ait ΔE değerleri arasındaki farklılık tüm günler için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.24).

Distile suda bekletilen polisajlı örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.27). Günlere ait ölçümler ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer tüm günler arasında; 7. gün ile 21 ve 28. gün arasında; 14. gün ile 21 ve 28. gün arasında; 21. gün ile 28. günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Şeffaf bantla bitirilip distile suda bekletilen örneklerin renk değişim değerleri günlere göre değerlendirildiğinde ölçümler arası farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.28). Günlere ait ölçümleri ikişerli karşılaştırıldığında 1. gün ile diğer günler arasında; 7. gün ile diğer günler arasında; 14. gün ile 28. gün arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer günler arasında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 4.23. Cention kompozit örneklerin kahvede bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$3,73 \pm 1,44^a$	3,88	1,58	6,82	0,003*
	Şeffaf Bantlı	10	$10,25 \pm 5,66^b$	8,70	1,27	19,58	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$7,77 \pm 3,23^a$	7,80	3,80	14,71	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$24,09 \pm 9,21^b$	20,47	14,07	42,91	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$14,55 \pm 4,08^a$	14,22	8,75	20,55	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$32,70 \pm 7,38^b$	31,55	21,84	43,64	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$15,17 \pm 5,62^a$	15,41	2,98	23,05	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$36,68 \pm 10,07^b$	35,21	24,01	57,54	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$20,08 \pm 4,56^a$	20,59	12,46	25,99	0,001*
	Şeffaf Bantlı	10	$42,50 \pm 11,35^b$	42,10	25,51	63,06	

*Farklı harfler aynı güne ait gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.24. Cention N kompozit örneklerin distile suda bekletilen; polisajlı ve polisajsız gruplar arasındaki ΔE değerleri

		N	Ortalama	Ortanca	Minimum	Maksimum	Sonuç
$\Delta E1$	Polisajlı	10	$0,74 \pm 0,32$	0,70	0,37	1,22	0,089
	Şeffaf Bantlı	10	$0,58 \pm 0,56$	0,41	0,00	2,01	
$\Delta E2$	Polisajlı	10	$1,98 \pm 0,26$	2,07	1,62	2,37	0,089
	Şeffaf Bantlı	10	$1,64 \pm 0,46$	1,61	0,99	2,25	
$\Delta E3$	Polisajlı	10	$2,48 \pm 0,62$	2,22	1,85	3,98	0,105
	Şeffaf Bantlı	10	$1,92 \pm 0,54$	2,09	1,28	2,77	
$\Delta E4$	Polisajlı	10	$2,80 \pm 0,62$	2,58	2,20	4,22	0,789
	Şeffaf Bantlı	10	$2,25 \pm 0,76$	2,20	1,34	3,67	
$\Delta E5$	Polisajlı	10	$2,88 \pm 0,62$	2,65	2,24	4,25	0,31
	Şeffaf Bantlı	10	$2,57 \pm 0,65$	2,39	1,43	3,67	

Tablo 4.25. Cention N kahvede bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
$\Delta E1$	$3,73 \pm 1,44^a$	3,88	F=47,98
$\Delta E2$	$7,77 \pm 3,23^b$	7,80	P=0,001*
$\Delta E3$	$14,55 \pm 4,08^c$	14,22	
$\Delta E4$	$15,17 \pm 5,62^{bc}$	15,41	
$\Delta E5$	$20,08 \pm 4,56^d$	20,59	

*Farklı harfler günlere ait ΔE değerleri arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir (Tablo 4.25-26-27-28).

Tablo 4.26. Cention N kahvede bekletilen şeffaf bantla bitirilen örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	10,25 ± 5,66 ^a	8,70	F=111,89
ΔE2	24,09 ± 9,21 ^b	20,47	P=0,001*
ΔE3	32,70 ± 7,38 ^c	31,55	
ΔE4	36,68 ± 10,07 ^c	35,21	
ΔE5	42,50 ± 11,35 ^d	42,10	

Tablo 4.27. Cention N distile suda bekletilen polisajlı örnekler günler arası karşılaştırma

	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,74 ± 0,32 ^a	0,70	F=52,88
ΔE2	1,98 ± 0,26 ^b	2,07	P=0,001*
ΔE3	2,48 ± 0,62 ^b	2,22	
ΔE4	2,80 ± 0,62 ^c	2,58	
ΔE5	2,88 ± 0,62 ^d	2,65	

Tablo 4.28. Cention N distile suda bekletilen şeffaf bantla bitirilen örnekler günler arası karşılaştırma

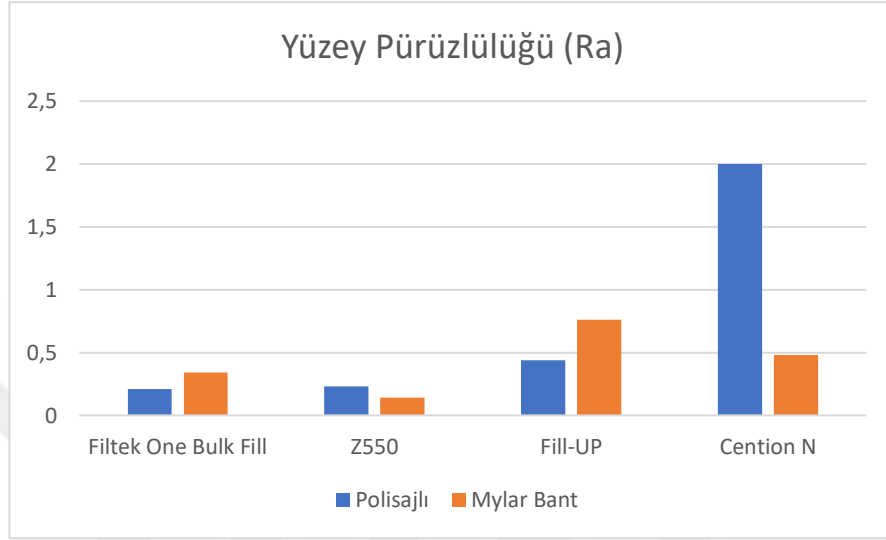
	Ortalama	Ortanca	Sonuç
ΔE1	0,58 ± 0,56 ^a	0,41	F=39,60
ΔE2	1,64 ± 0,46 ^b	1,61	P=0,001*
ΔE3	1,92 ± 0,54 ^c	2,09	
ΔE4	2,25 ± 0,76 ^{cd}	2,20	
ΔE5	2,57 ± 0,65 ^d	2,39	

4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Sonuçları

Polisajlanan gruplara ait pürüzlülük ölçüm değerleri karşılaştırıldığında kompozitler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Polisajlı gruplara ait ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında Filtek One Bulk Fill ile Cention N; Filtek One Bulk Fill ile Fill-UP arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0,05$), diğer gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$).

Şeffaf bantlı gruplara ait pürüzlülük ölçüm değerleri karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Ölçümler ikiyeşerli karşılaştırıldığında Z550 ile Fill-Up arasında; Z550 ile Cention N arasında arasındaki

farklılık önemli bulunurken ($p<0,05$), diğer gruplar arasındaki farklılık anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.29). Polisajlı ve şeffaf bantla bitirilen örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Polisajlı ve Şeffaf bantlı örnekler Ra değerleri

Tablo 4.29. Polisajlı ve şeffaf bantlı örneklerin yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri

		N	Ort.	Median	Min.	Mak.	Sonuç
Polisajlı	Filtek One Bulk-Fill	10	0,21±0,11 ^a	0,18	0,12	0,52	P=0,001*
	Z550	10	0,23±0,10 ^{ab}	0,21	0,12	0,51	
	Fill-Up	10	0,44±0,23 ^b	0,19	0,13	0,84	
	Cention N	10	2,00±1,13 ^b	0,38	0,16	3,86	
Şeffaf bant	Filtek One Bulk-fill	10	0,34±0,24 ^{cd}	0,24	0,14	0,93	P=0,000*
	Z550	10	0,14±0,02 ^c	0,14	0,11	0,20	
	Fill-Up	10	0,76±0,73 ^d	0,38	0,15	2,08	
	Cention N	10	0,48±0,18 ^d	0,45	0,26	0,93	

*Farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir. Polisajlı kompozit grupları arasındaki farklılık a, b harfleriyle; şeffaf bantlı kompozit grupları arasındaki farklılık c, d harfleriyle gösterilmiştir.

Her bir restoratif materyalin polisajlanan ve şeffaf bantla bitirilen örneklerinin pürüzlülük ölçüm değerleri karşılaştırıldığında Z550 hariç farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$). Z550 grubunda polisajlanan ve şeffaf bantla bitirilen örneklerin pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Bu grupta polisajlı bitirilen örneklerin pürüzlülük ölçüm değerleri daha yüksek bulunmuştur (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Restoratif materyallerin polisajlanan ve şeffaf bantla bitirilen örneklerinin yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri

		N	Ortalama	Med.	Min.	Mak.	Sonuç
Filtek One Bulk Fill	Polisajlı	10	$0,21 \pm 0,11^a$	0,18	0,12	0,52	P=0,139
	Şeffaf Bant	10	$0,34 \pm 0,24^a$	0,24	0,14	0,93	
Z550	Polisajlı	10	$0,23 \pm 0,10^a$	0,21	0,12	0,51	P=0,006*
	Şeffaf Bant	10	$0,14 \pm 0,02^b$	0,14	0,11	0,20	
Fill-Up	Polisajlı	10	$0,29 \pm 0,23^a$	0,19	0,13	0,84	P=0,096
	Şeffaf Bant	10	$0,76 \pm 0,73^a$	0,38	0,15	2,08	
Cention N	Polisajlı	10	$0,85 \pm 1,13^a$	0,38	0,16	3,86	P=0,762
	Şeffaf Bant	10	$0,48 \pm 0,18^a$	0,45	0,26	0,93	

*Farklı harfler her bir kompozit grubunun polisajlı ve şeffaf bantlı alt grupları arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

Çalışmamızda kullanılan Filtek One Bulk Fill, Z550, Fill-UP ve Cention N restoratif materyallerinin kahvede bekletilen ve distile suda bekletilen örneklerin pürüzlülük ölçüm değerleri karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. Her bir restoratif materyalin kahvede bekletilen ve distile suda bekletilen alt gruplarının Ra değerlerinin karşılaştırılması

		N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Sonuç
Filtek One Bulk Fill	Kahve	20	$0,18 \pm 0,05$	0,12	0,35	0,174
	Distile su	20	$0,28 \pm 0,20$	0,12	0,93	
Z550	Kahve	20	$0,37 \pm 0,50$	0,10	2,29	0,211
	Distile su	20	$0,19 \pm 0,08$	0,11	0,51	
Fill-Up	Kahve	20	$0,42 \pm 0,39$	0,13	2,00	0,620
	Distile su	20	$0,52 \pm 0,58$	0,13	2,08	
Cention N	Kahve	20	$1,42 \pm 3,12$	0,23	14,61	0,072
	Distile su	20	$0,66 \pm 0,81$	0,16	3,86	

Pearson Korelasyon testine göre polisajlı ve polisajsız grupların pürüzlülük değerleri ile renk değişim değerleri arasında korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.32-33).

Tablo 4.32. Polisajlı kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişim değerleri arasındaki korelasyon

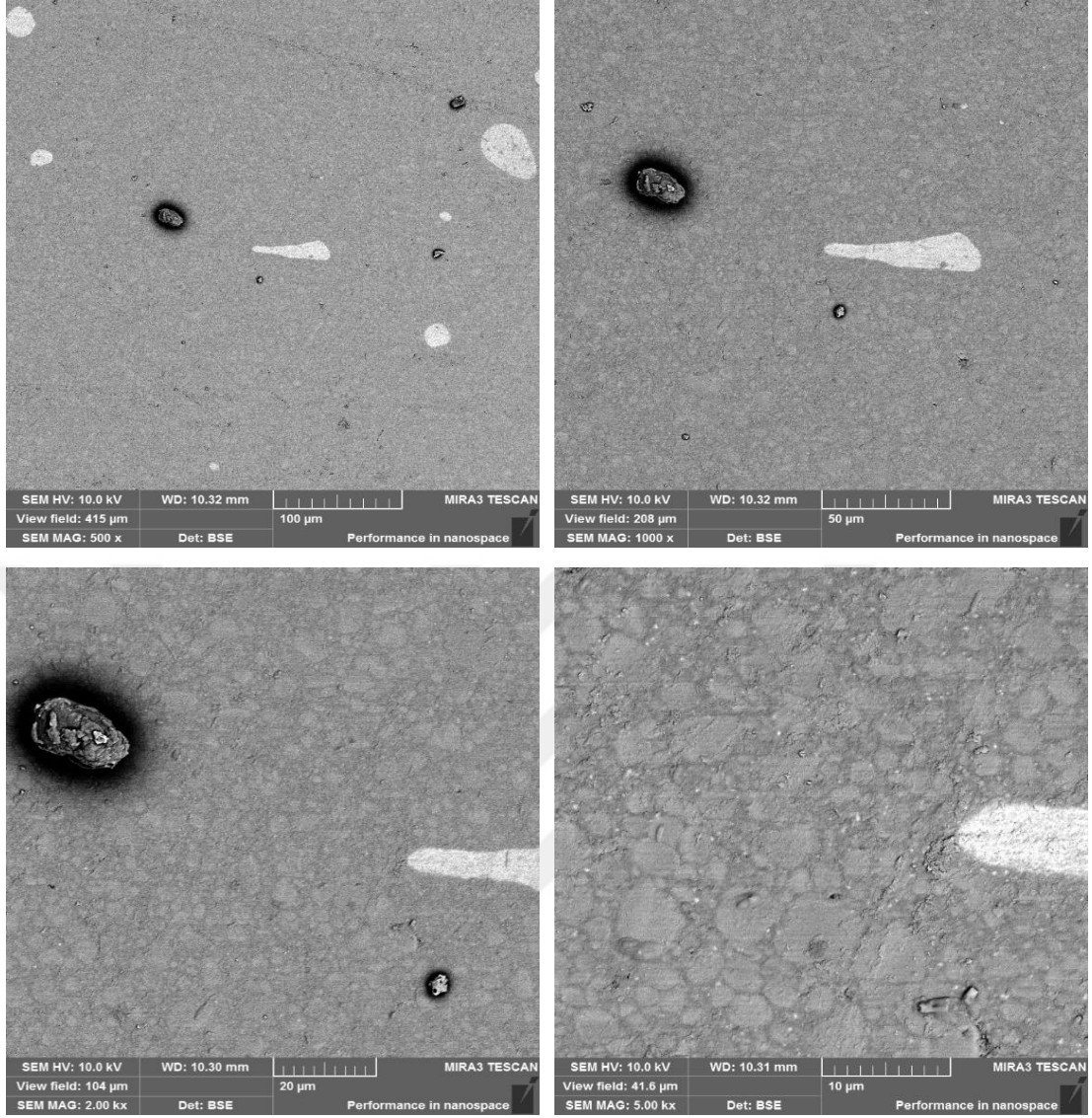
Kompozit	Korelasyon	N	Ort.	Sonuç
Filtek One Bulk Fill	ΔE	10	$6,71 \pm 1,05$	P=0,623
	Polisajlı ΔRa	10	$0,17 \pm 0,02$	
Z550	ΔE	10	$10,44 \pm 0,87$	P=0,643
	Polisajlı ΔRa	10	$0,20 \pm 0,08$	
Fill-Up	ΔE	10	$3,66 \pm 1,57$	P=0,120
	Polisajlı ΔRa	10	$0,42 \pm 0,56$	
Cention N	ΔE	10	$0,08 \pm 4,56$	P=0,225
	Polisajlı ΔRa	10	$2,17 \pm 4,39$	

Tablo 4.33. Şeffaf bantla bitirilen kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişim değerleri arasındaki korelasyon

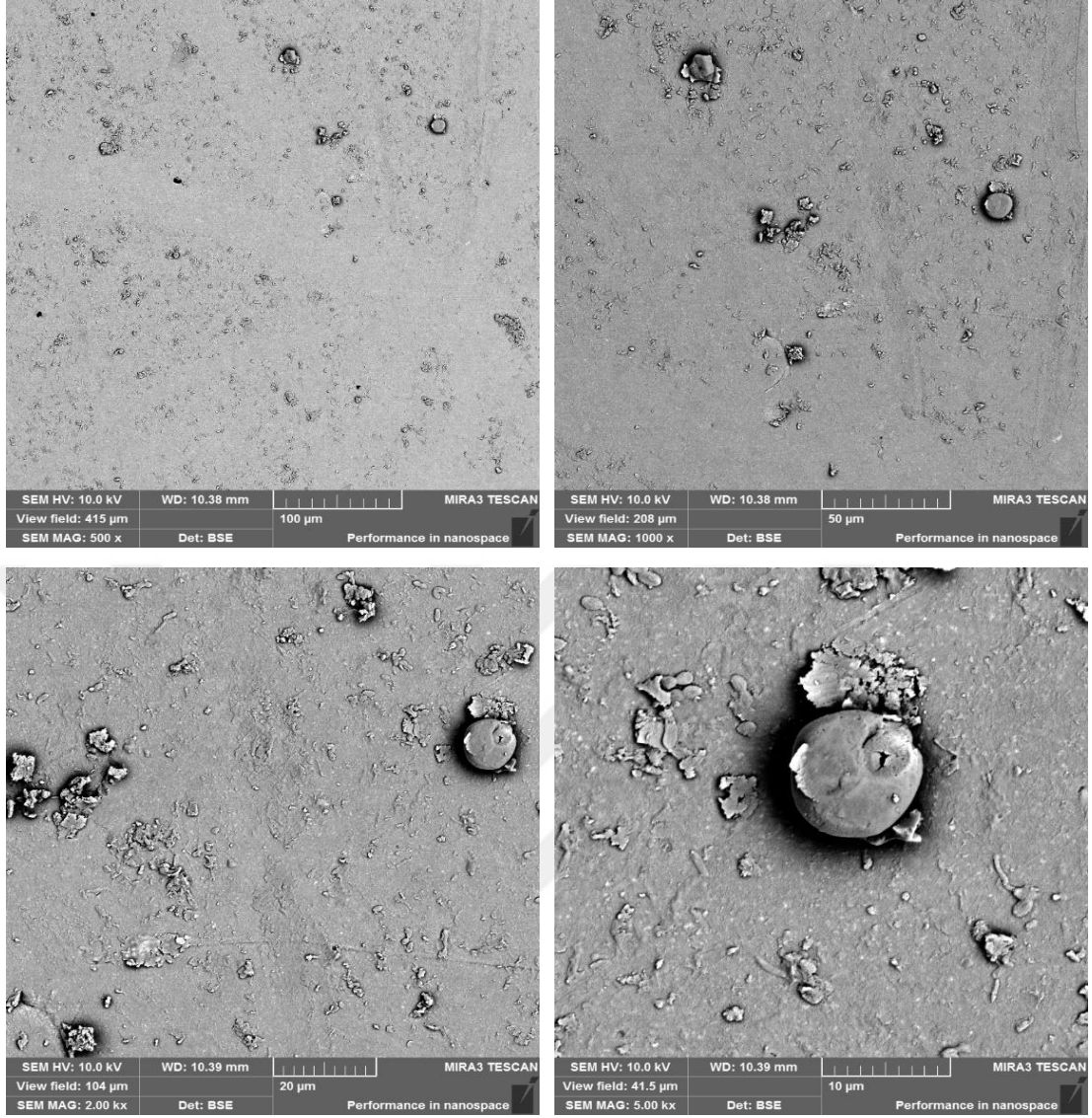
Kompozit	Korelasyon	N	Ort.	Sonuç
Filtek One Bulk Fill	ΔE	10	$13,25 \pm 4,40$	P=,820
	Şeffaf Bantlı ΔRa	10	$0,19 \pm 0,06$	
Z550	ΔE	10	$15,69 \pm 1,90$	P=,496
	Şeffaf Bantlı ΔRa	10	$0,55 \pm 0,67$	
Fill-Up	ΔE	10	$7,40 \pm 1,51$	P=,532
	Şeffaf Bantlı ΔRa	10	$0,42 \pm 0,12$	
Cention N	ΔE	10	$42,50 \pm 11,35$	P=,991
	Şeffaf Bantlı ΔRa	10	$0,68 \pm 0,37$	

4.3. Örneklerin SEM Bulguları

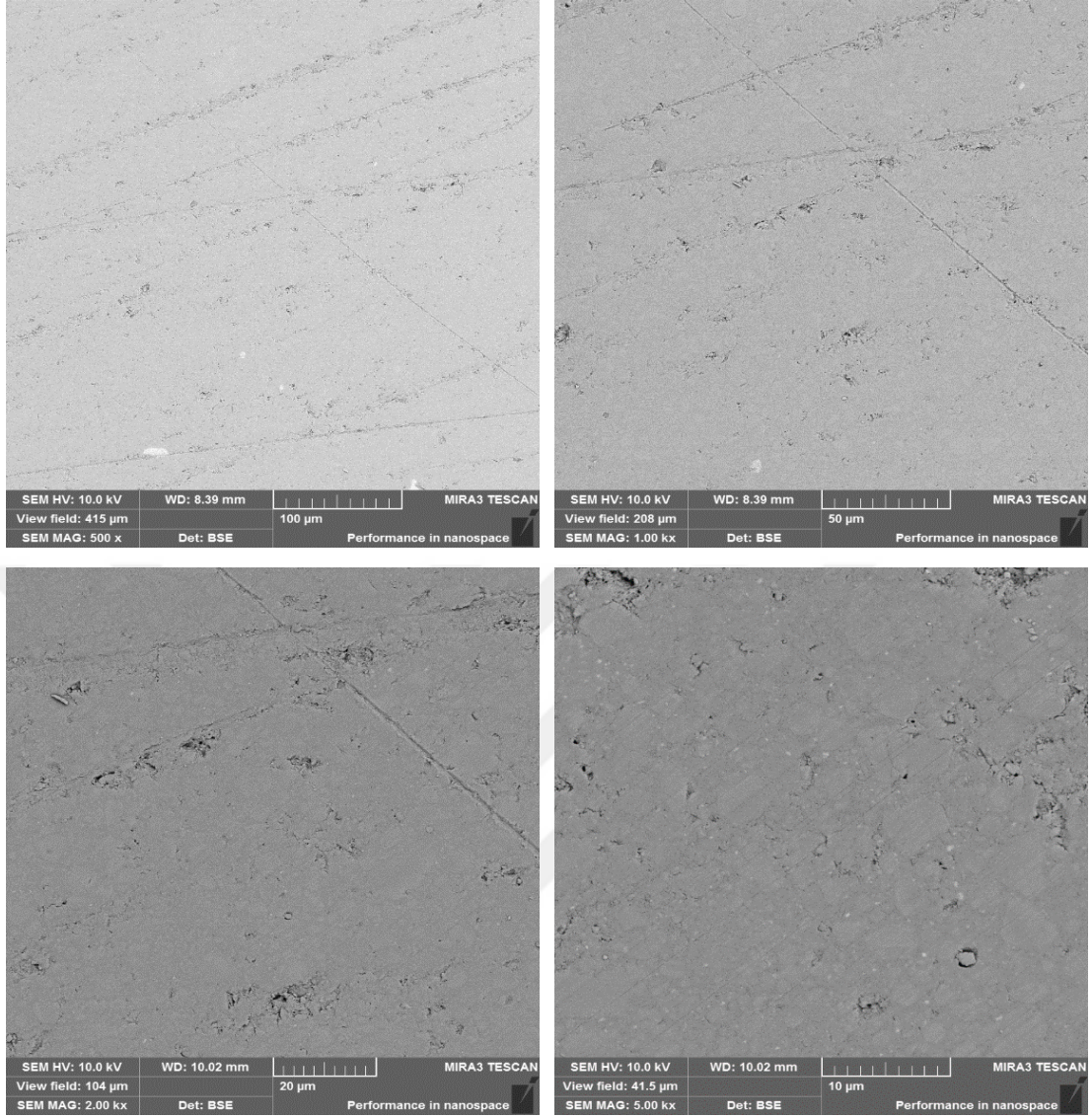
Çalışmamızda hazırlanan örnekler, Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (CÜTAM)’nde bulunan Sem cihazı (Tescan MIRA3) kullanılarak 500×, 1000×, 2000× ve 5000× büyütmede görüntüler alındı. SEM görüntüleri profilometrik yüzey pürüzlülüğü bulgularını desteklemektedir. Cention N’in tüm gruplarında derin yarık ve boşlukların olduğu düzensiz bir yüzey görüntüsü izlenmektedir. Fill-Up’ın yüzeyinde geniş, derin boşlukların ve çiziklerin varlığı görülmektedir. Filtek One Bulk Fill ve Z550’de daha homojen bir yüzey görüntüsü görülsede polisajlı örneklerde dar çiziklerin varlığı görülmektedir.



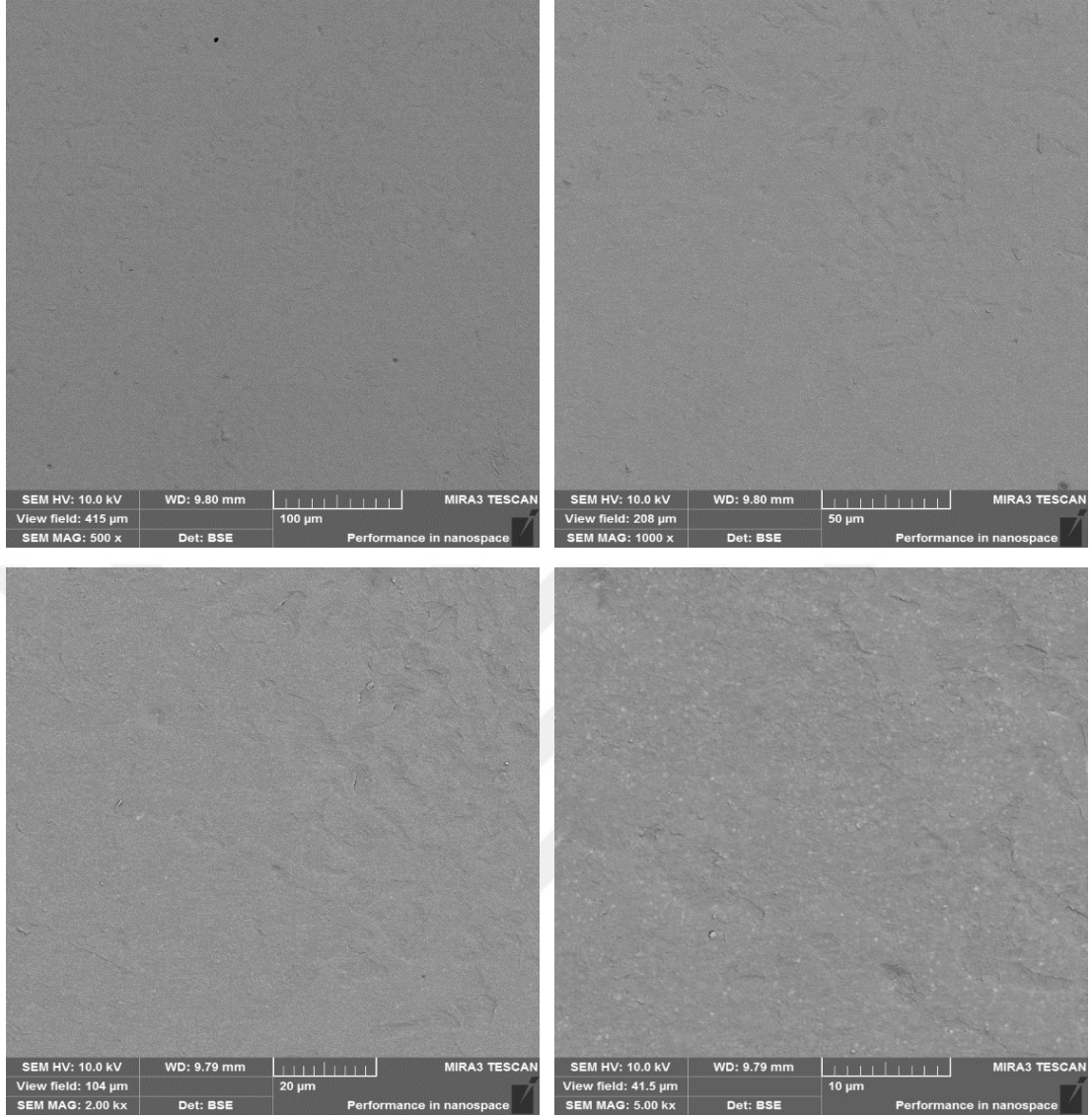
Şekil 4.3. Filtek One Bulk Fill polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



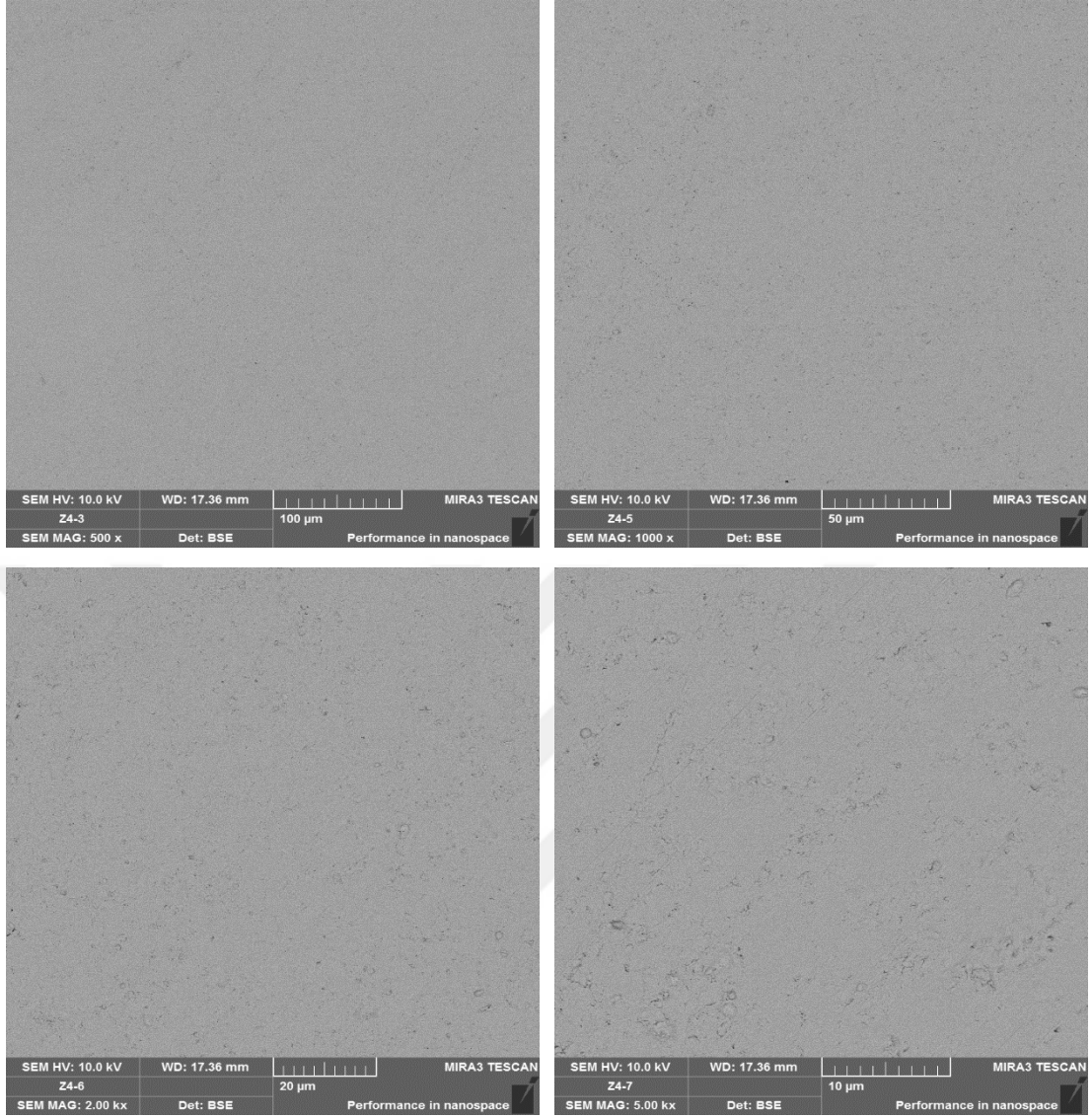
Şekil 4.4. Filtek One Bulk Fill polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



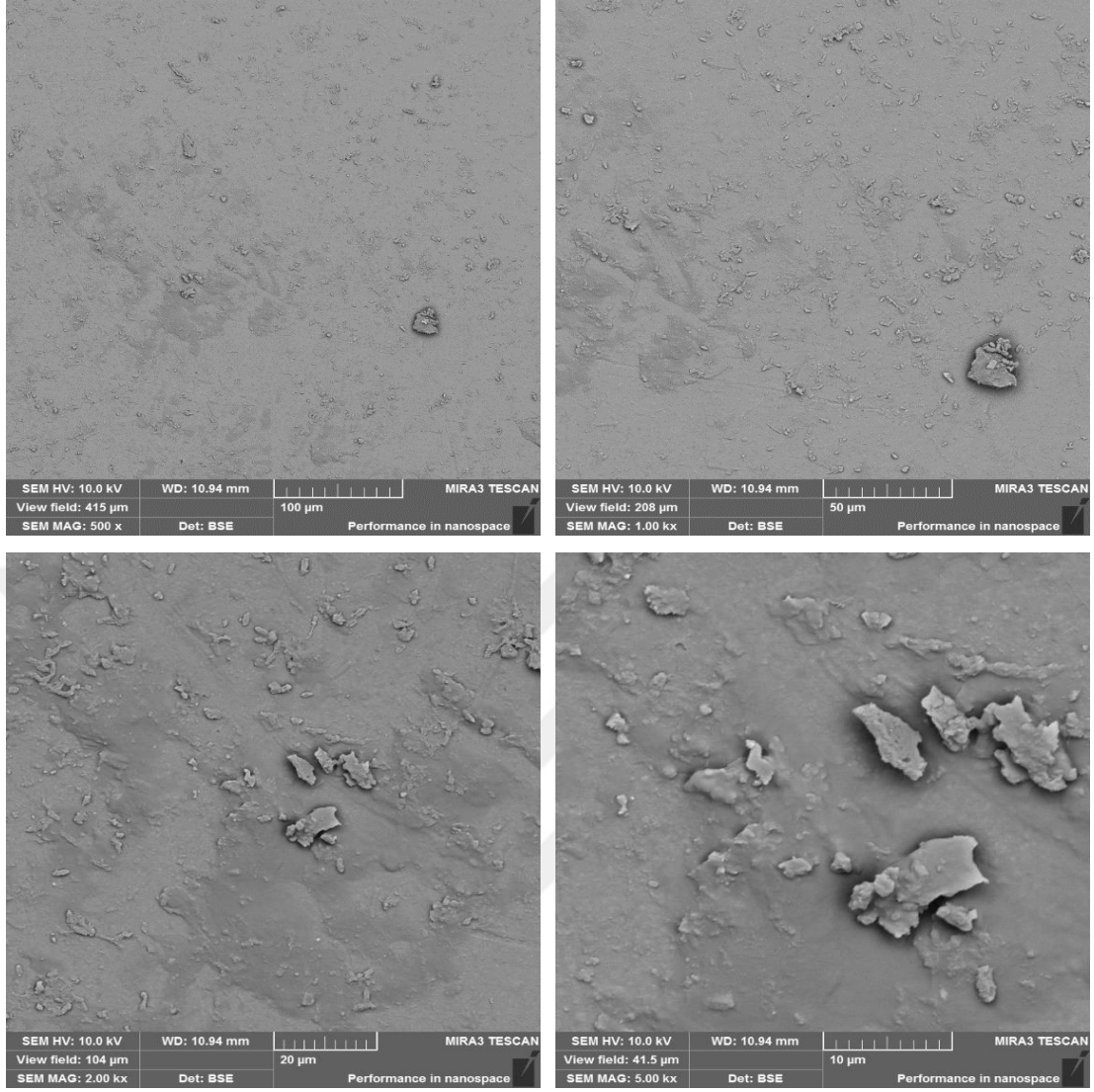
Şekil 4.5. Filtek One Bulk Fill polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



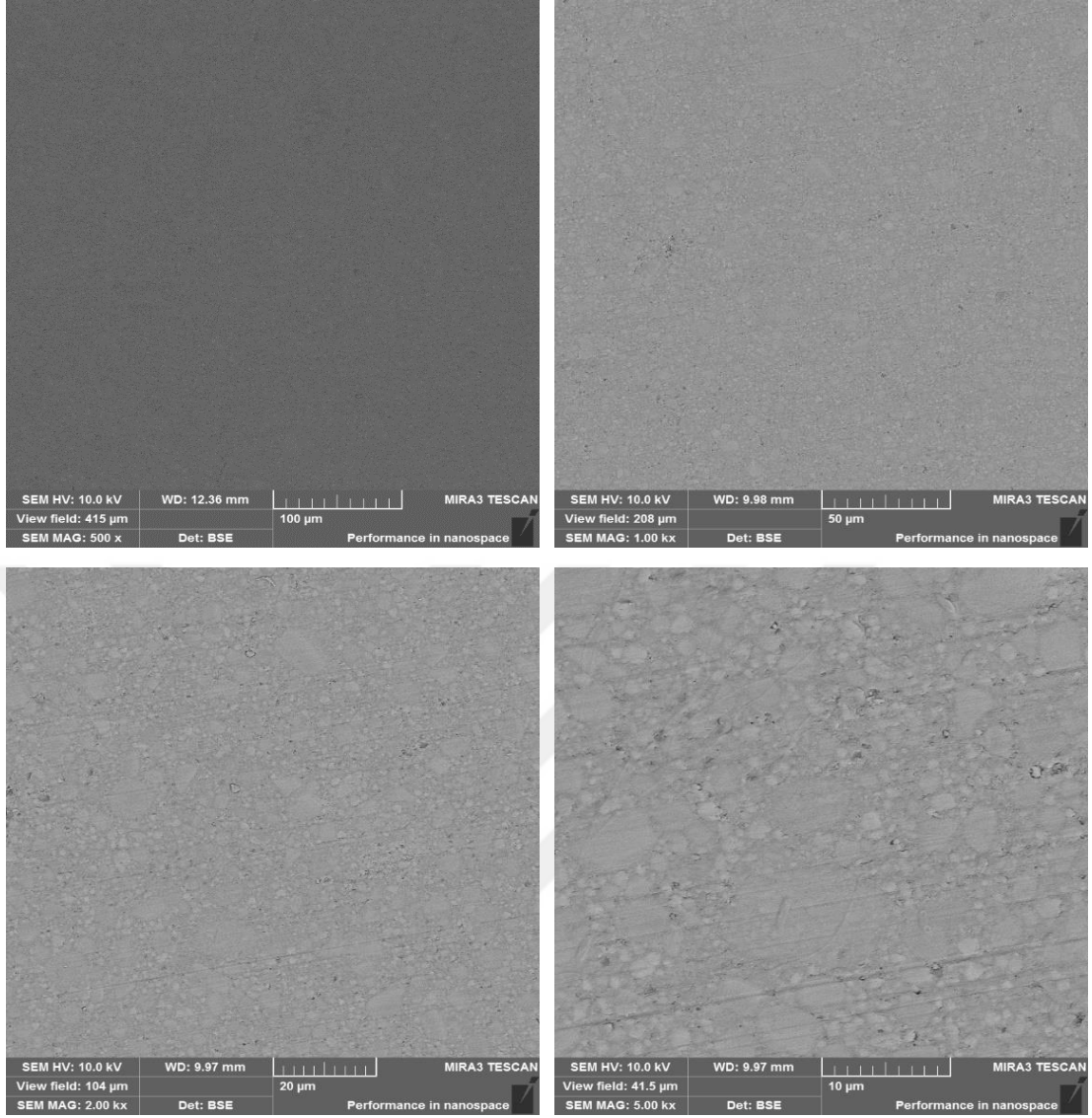
Şekil 4.6. Filtek One Bulk Fill polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



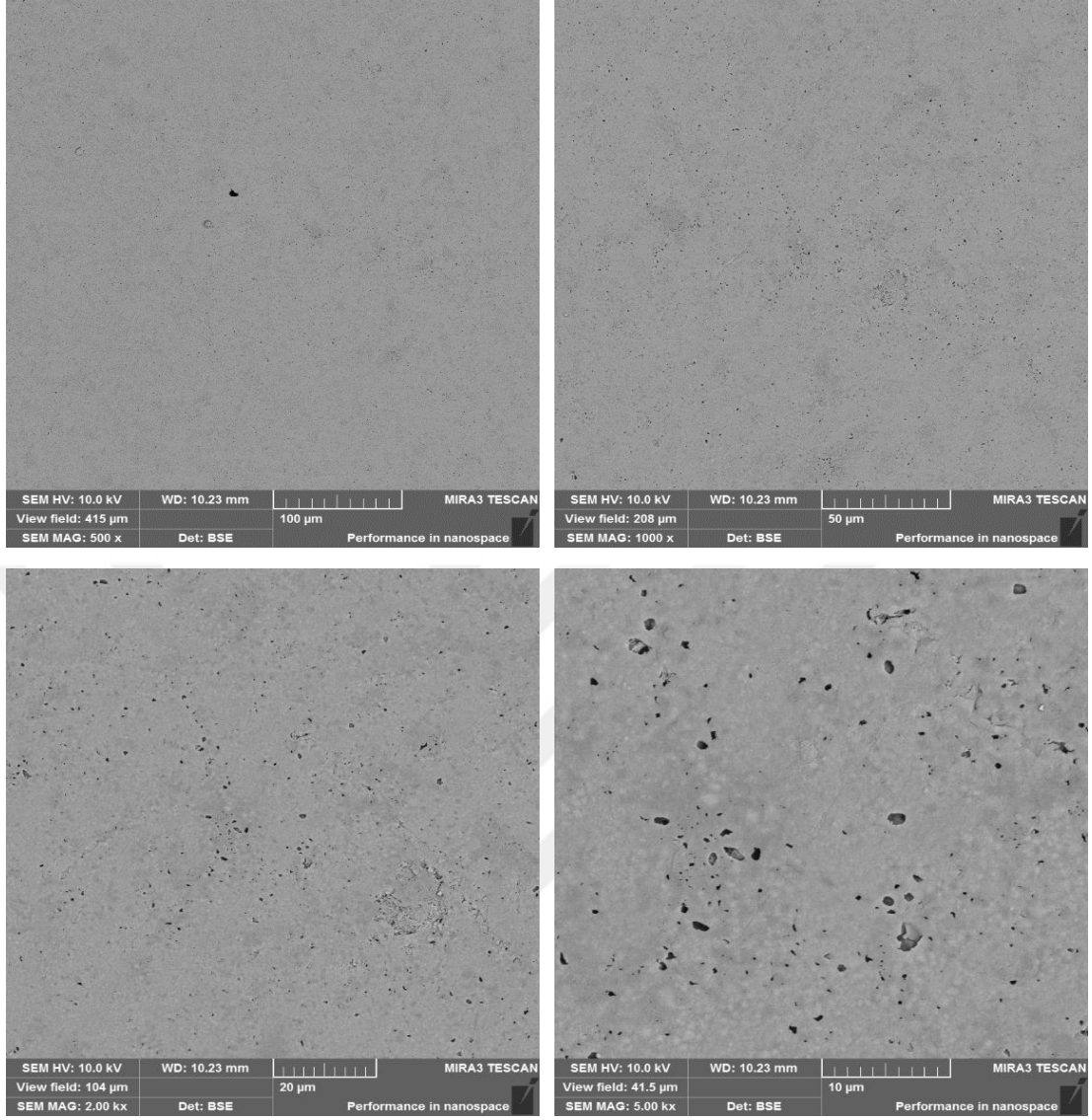
Şekil 4.7. Z550 polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



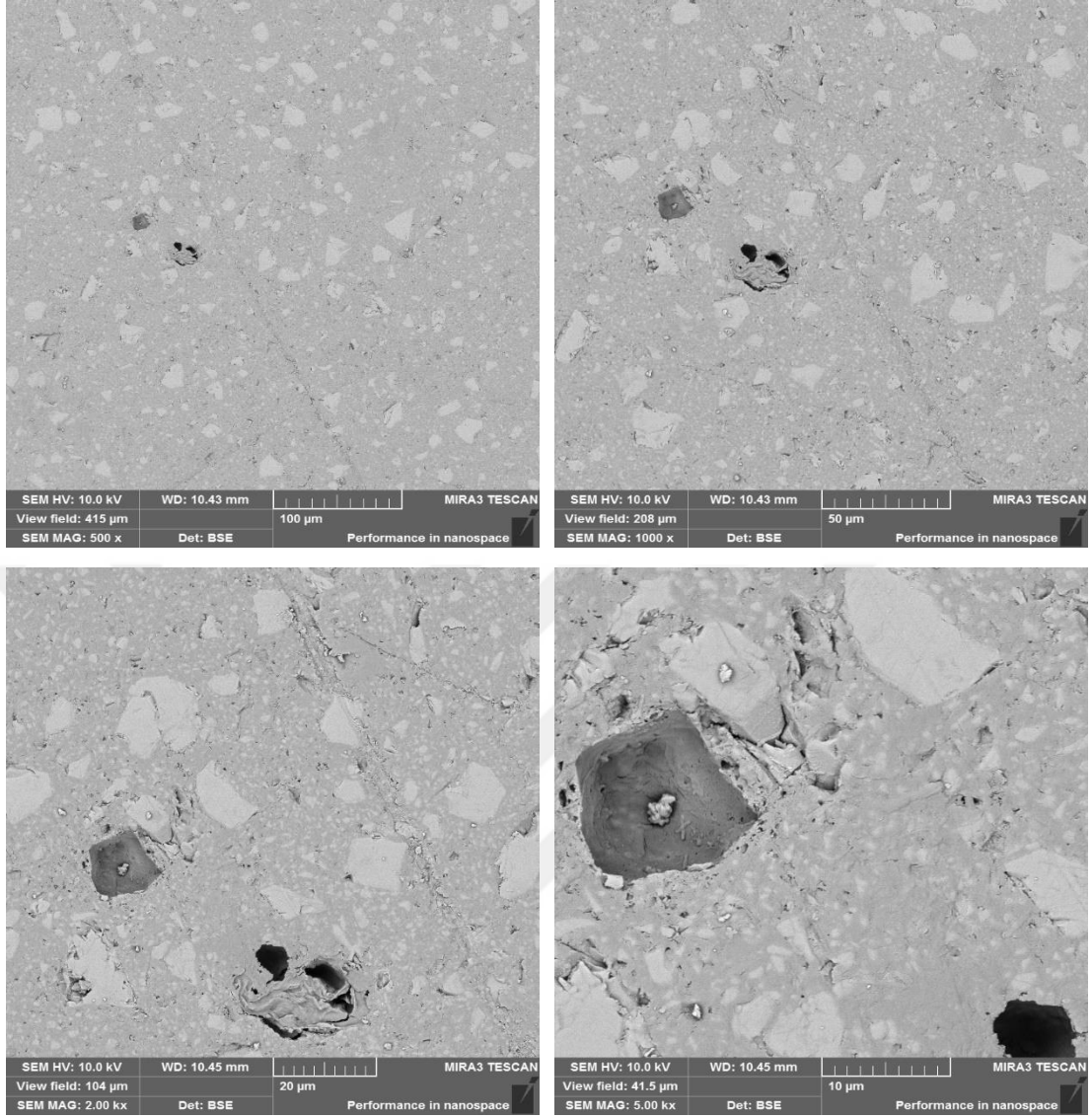
Şekil 4.8. Z550 polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



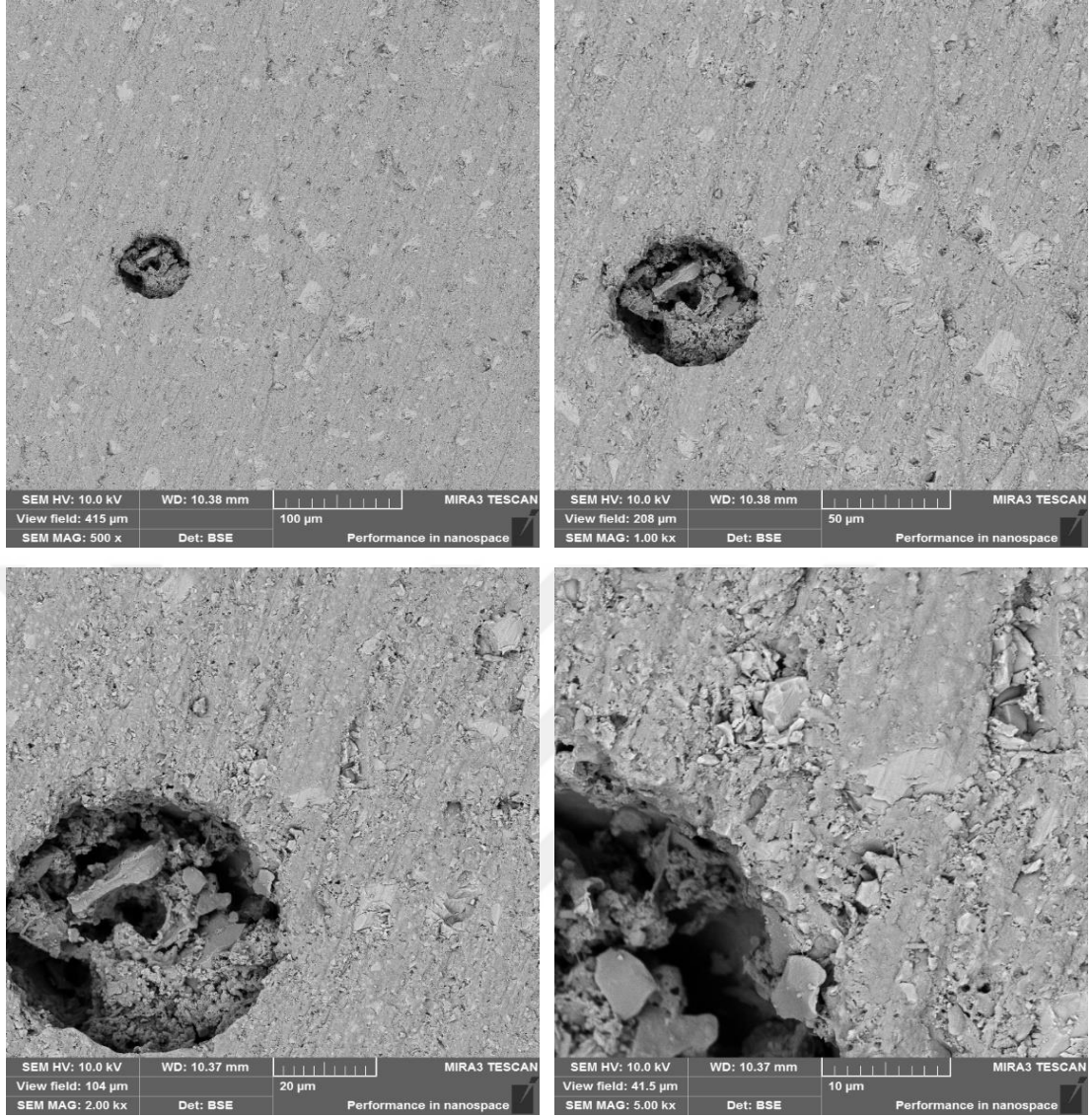
Şekil 4.9. Z550 polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



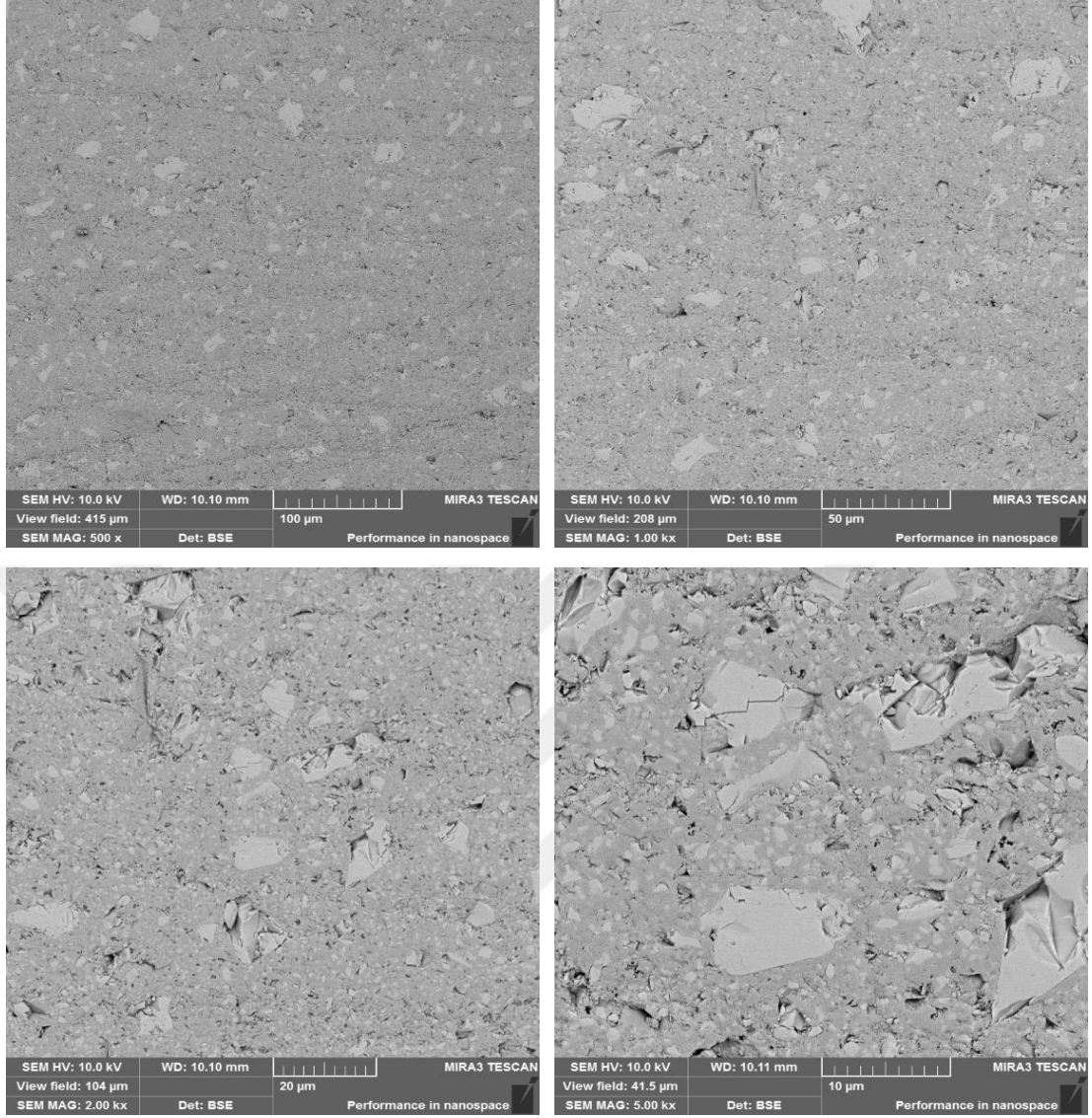
Şekil 4.10. Z550 polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



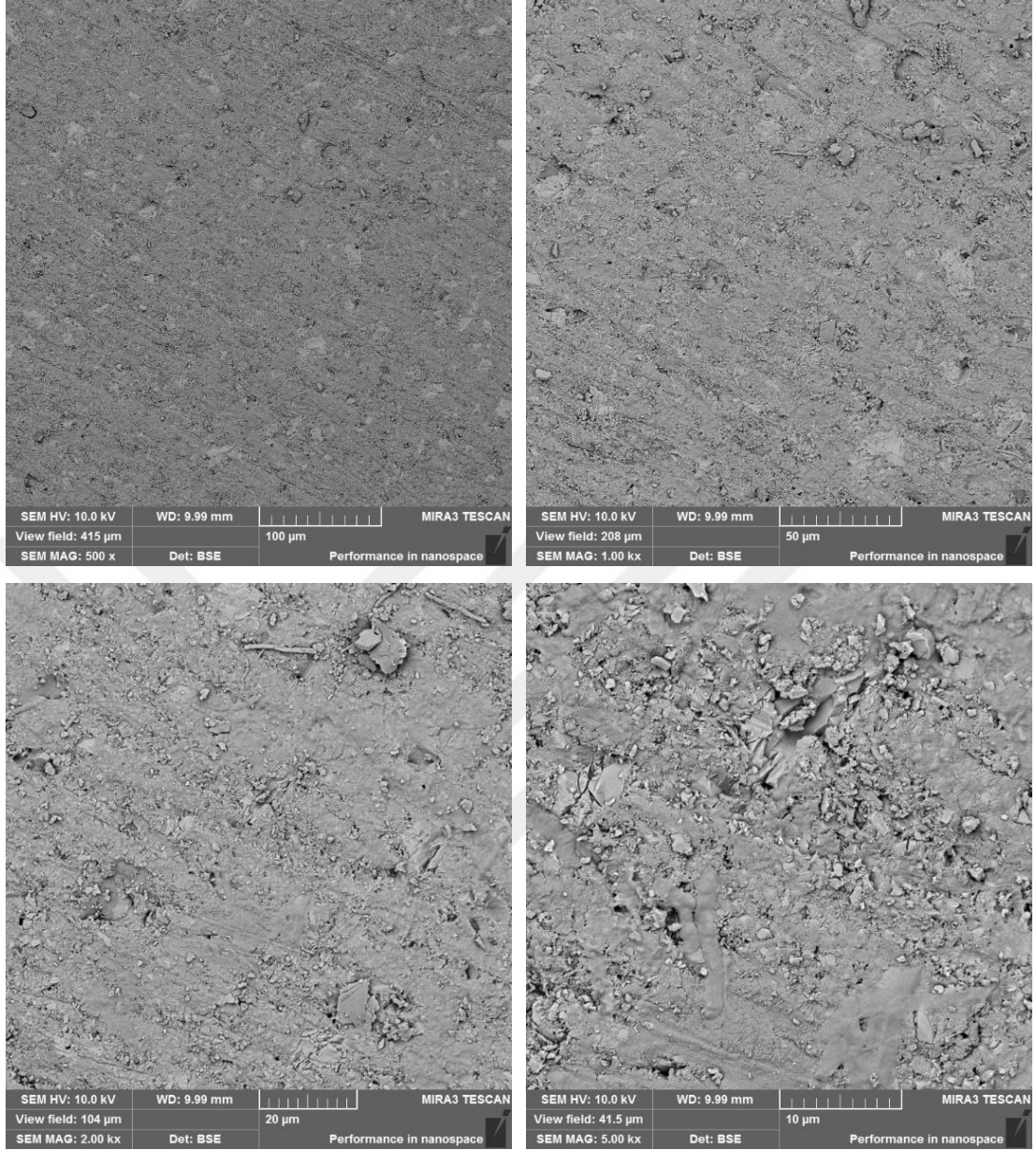
Şekil 4.11. Fill-Up polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



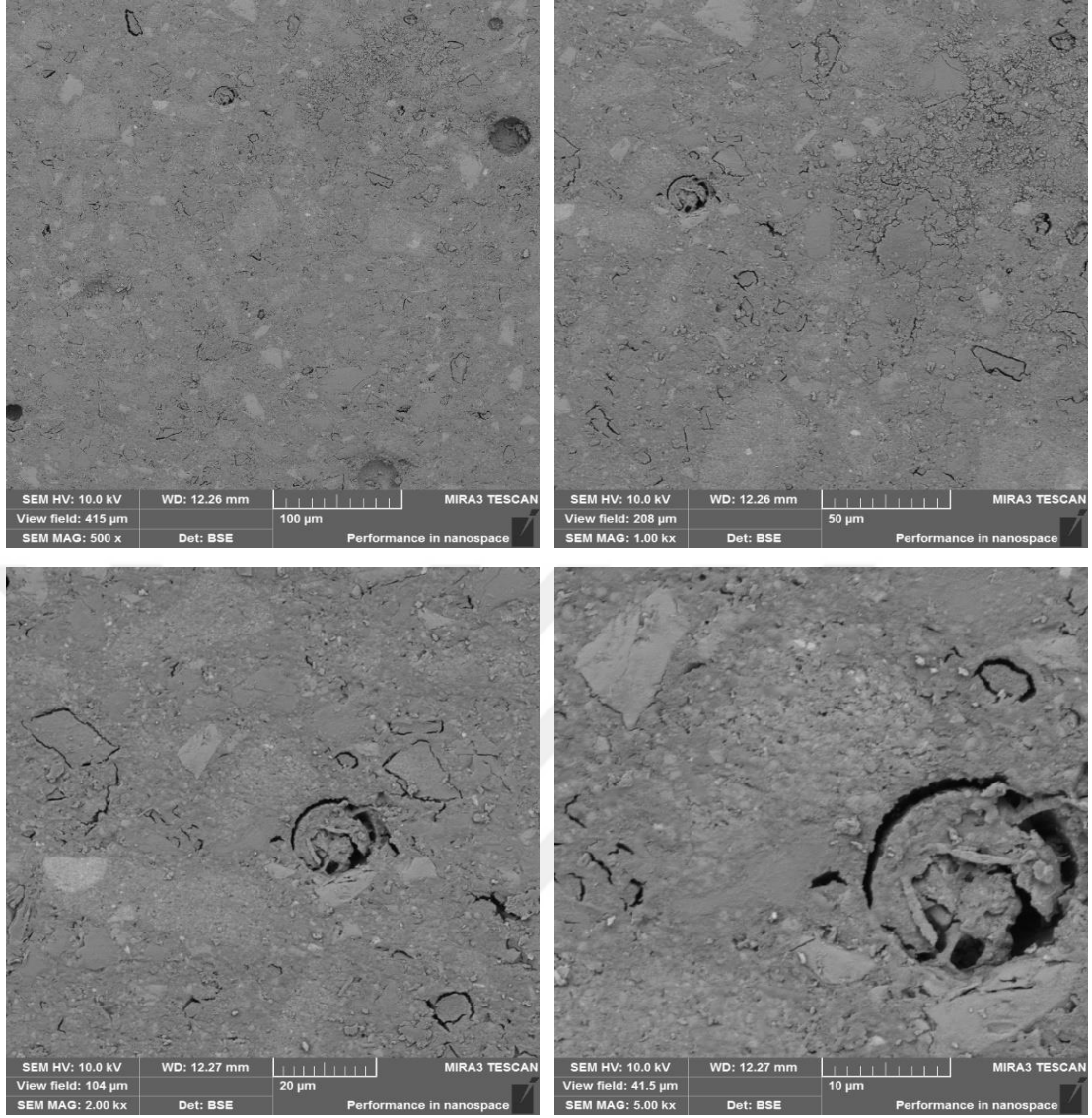
Şekil 4.12. Fill-Up polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



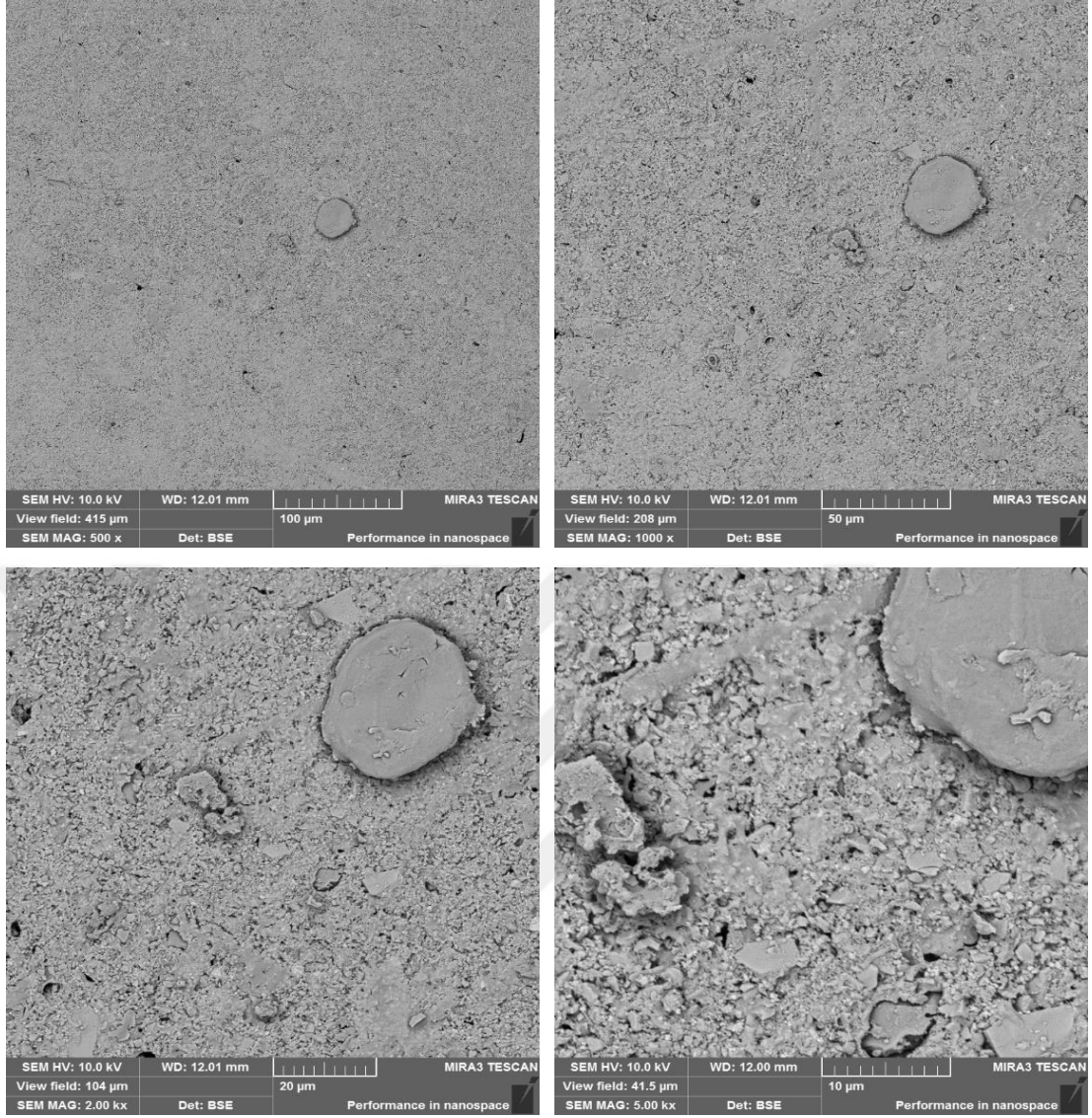
Şekil 4.13. Fill-Up polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



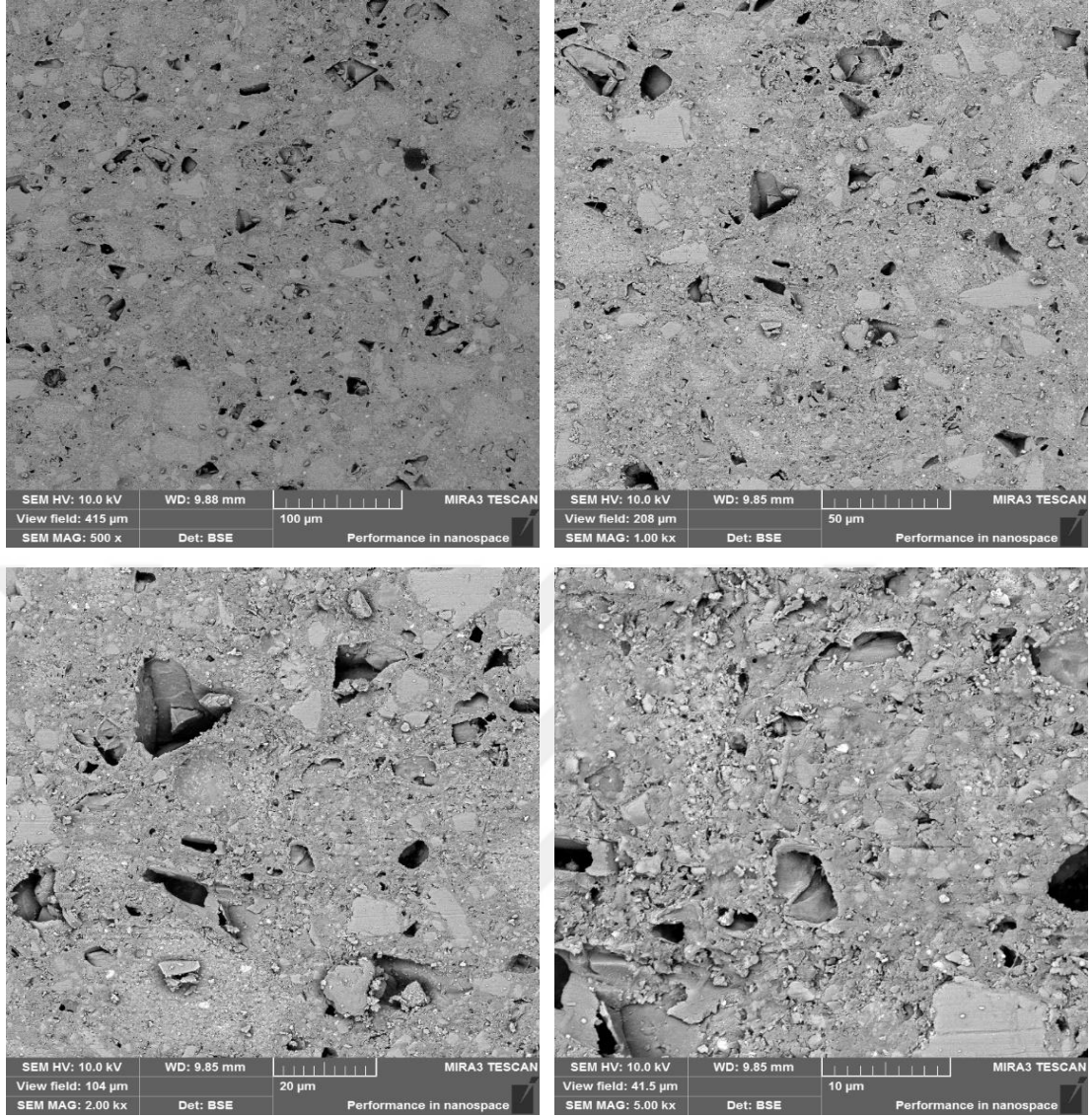
Şekil 4.14. Fill-Up polisağız distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



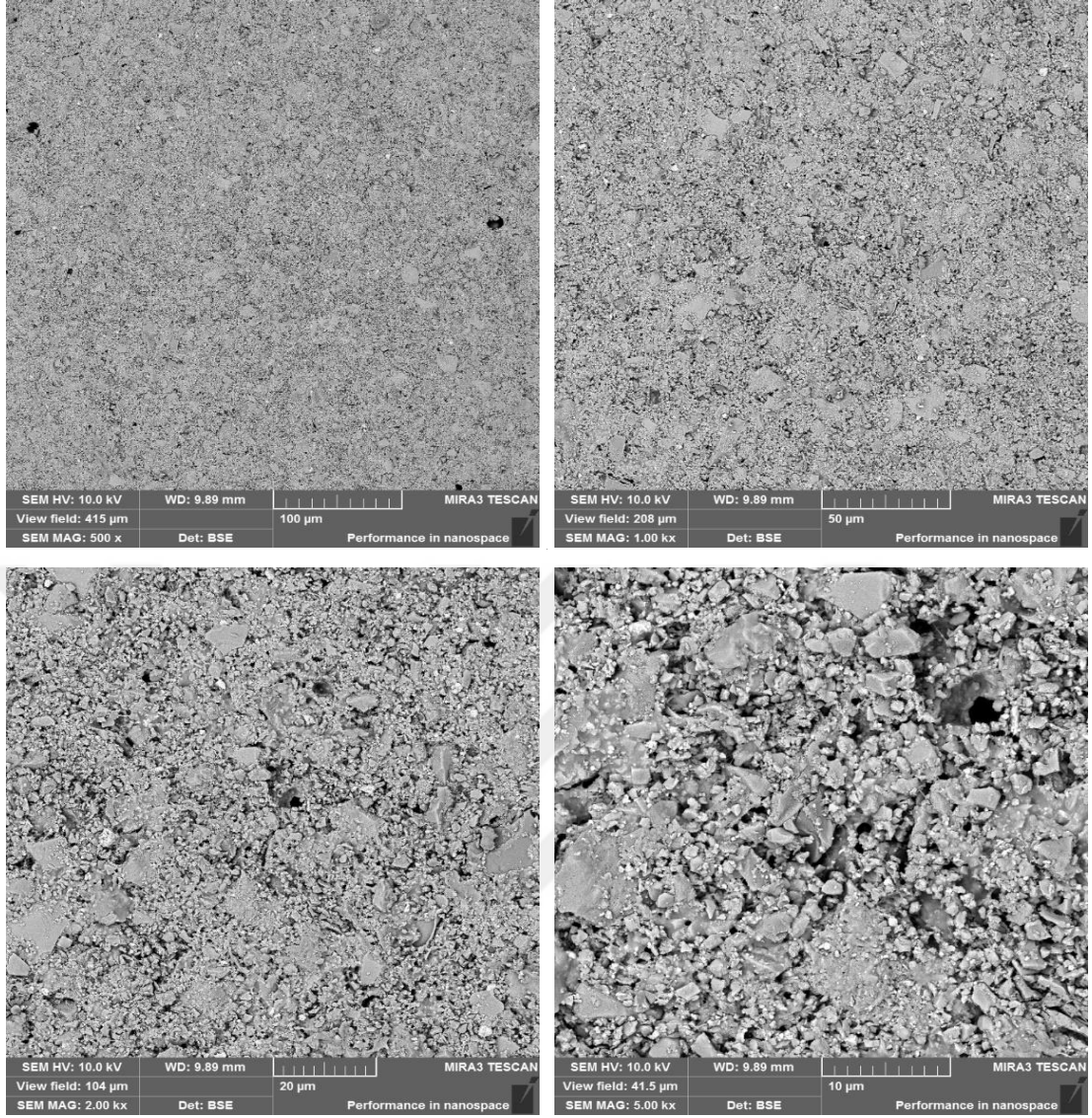
Şekil 4.15. Cention N polisajlı kahvede bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



Şekil 4.16. Cention N polisajsız kahvede bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü



Şekil 4.17. Cention N polisajlı distile suda bekletilmiş örnek 500×, 1000×, 2000×, 5000× SEM görüntüsü



Şekil 4.18. Cention N polisajsız distile suda bekletilmiş örnek 500 $\times$, 1000 $\times$, 2000 $\times$, 5000 $\times$ SEM görüntüsü

4.4. Örneklerin AFM Bulguları

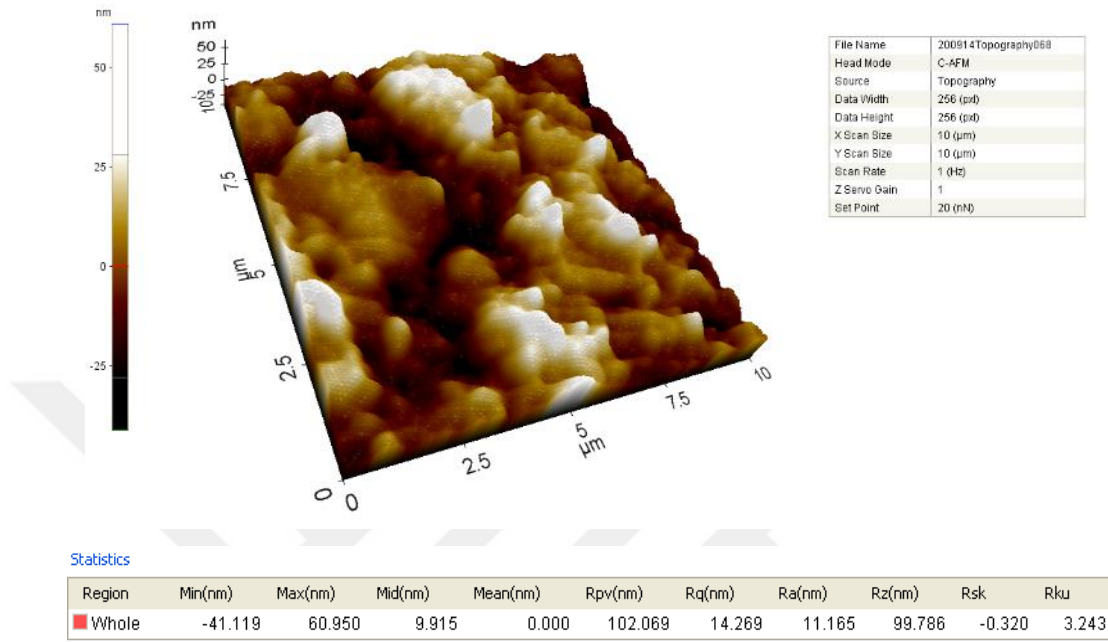
Çalışmamızda hazırlanan örneklerin, Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği Anabilim Dalında bulunan Atomik Kuvvet Mikroskobu (XE-100 E Park Systems) ile yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldı. 1 Hz tarama hızında $10 \times 10 \mu\text{m}$ 'lik alanlar kontakt modda taranarak, 256×256 piksel çözünürlükte üç boyutlu görüntüler ve yüzey pürüzlülüğü değerleri elde edildi. Elde edilen üç boyutlu yüzey görüntüleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 4.4.1'de verilmiştir.

Çalışmamızda her gruptan alınan rastgele bir örnek için AFM analizi yapılmıştır. AFM görüntüleri incelendiğinde materyallerin polisajlı gruplarında uniform yüzeyler görülürken, diğer gruplarda daha düzensiz yüzey topografisi izlenmektedir. Cention N polisajsız gruplarında yüzeyde derin çukurlar ve düzensizlikler; polisajlı gruplarında ise orta seviye yüzey düzensizlikleri görülmektedir. Fill-Up polisajsız gruplarında derin çukurlar ve belirgin çıkıntılar görülmektedir. Filtek One Bulk Fill, Z550 grupları tepe ve vadileri olan düşük seviyede düzensiz bir yüzey göstermiştir. AFM analizi ile elde edilen görüntüler profilometre bulgularını desteklemektedir.

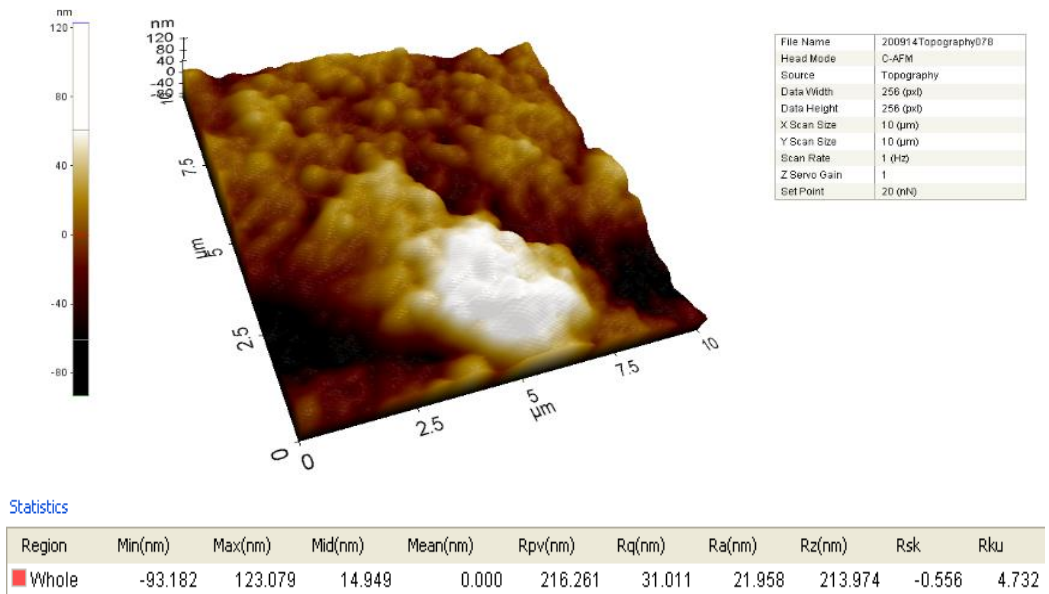
Tablo 4.34. AFM $10 \times 10 \mu\text{m}$ 'lik tarama alanından elde edilen Ra (nm) değerleri

Materyal	Bekletilen Sıvı	Polisajlı	Şeffaf Bantlı
Filtek One Bulk Fill	Kahve	19,228	18,348
Z550	Distile su	11,010	19,057
	Kahve	32,580	27,530
	Distile su	20,130	6,120
	Kahve	57,272	100,730
Fill-Up	Distile su	66,167	130,472
	Kahve	68,715	138,015
	Distile Su	36,142	106,800
Cention N			

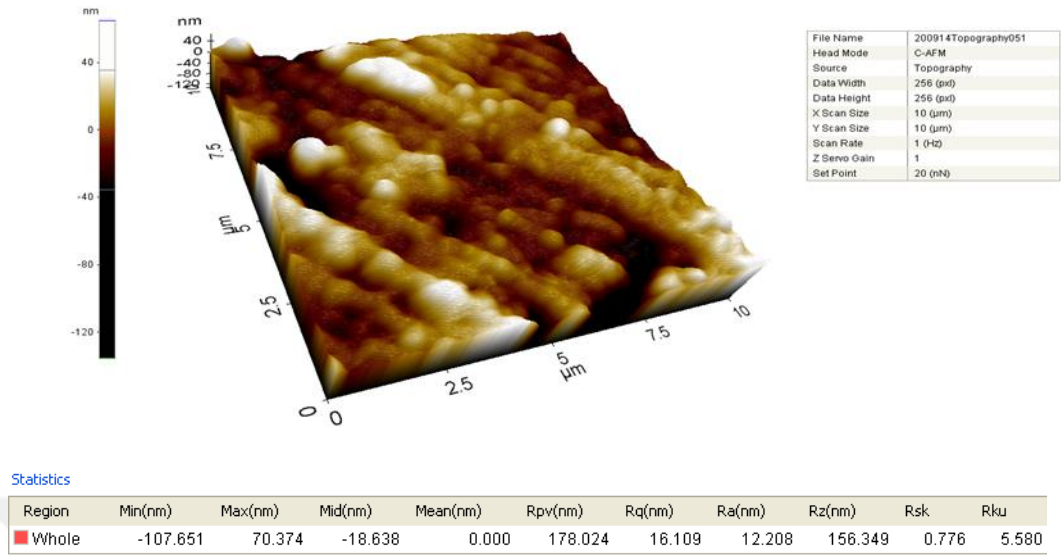
Filtek One Bulk Fill'in AFM görüntüleri incelendiğinde, en düşük değerin polisajlı distile suda bekleyen (11.01 nm), en yüksek değerin polisajlı kahvede bekleyen grubunda (19.228 nm) olduğu görülmektedir (Şekil 4.23-24-25-26).



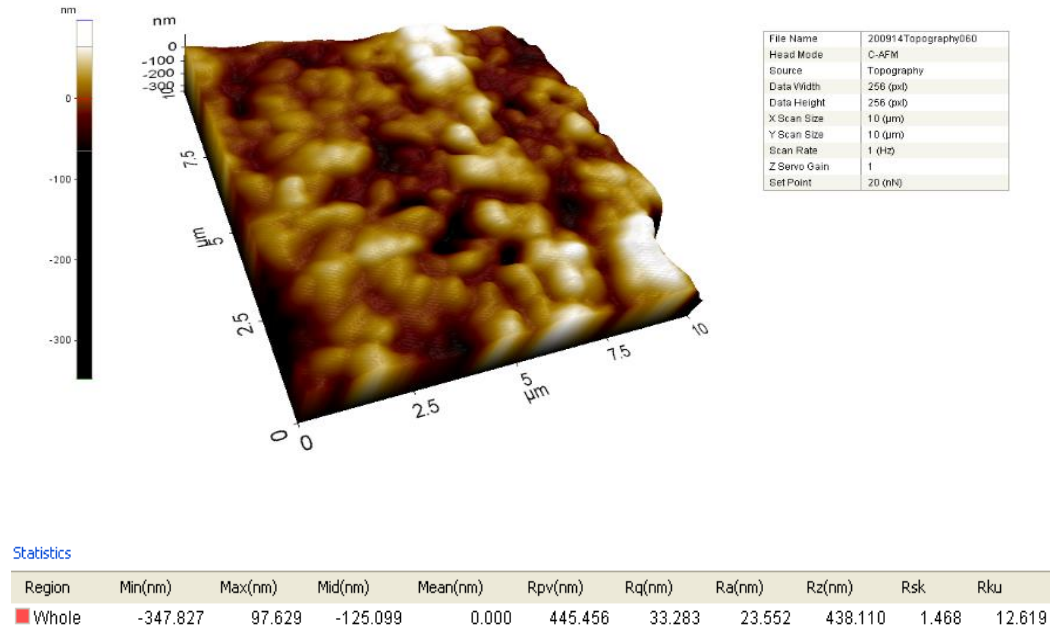
Şekil 4.19. Filtek One Bulk Fill polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM



Şekil 4.20. Filtek One Bulk Fill polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

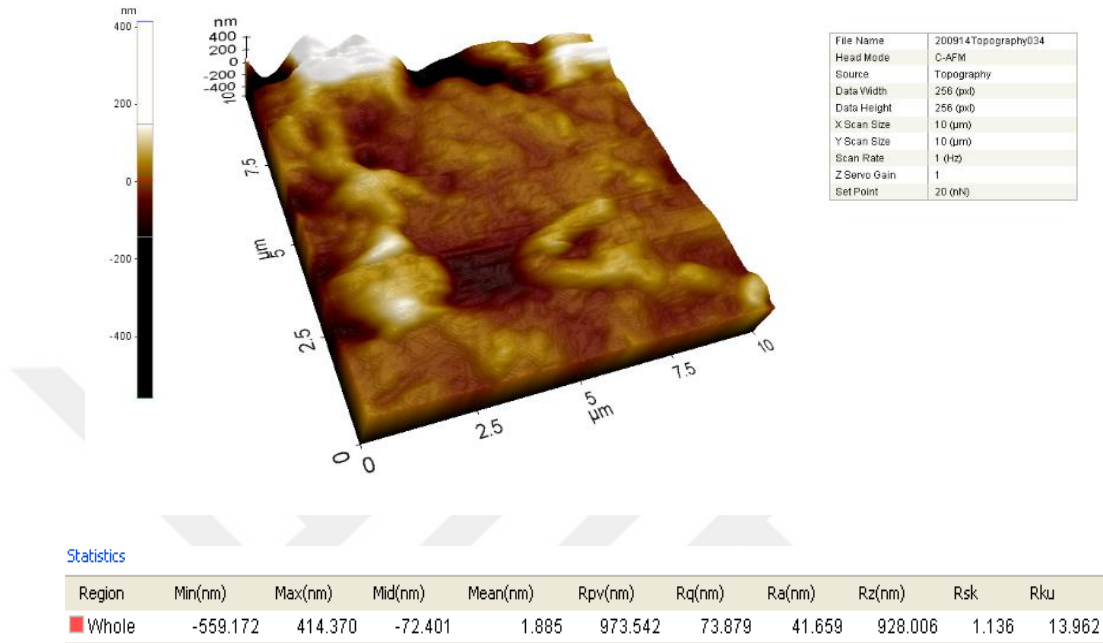


Şekil 4.21. Filtek One Bulk Fill polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

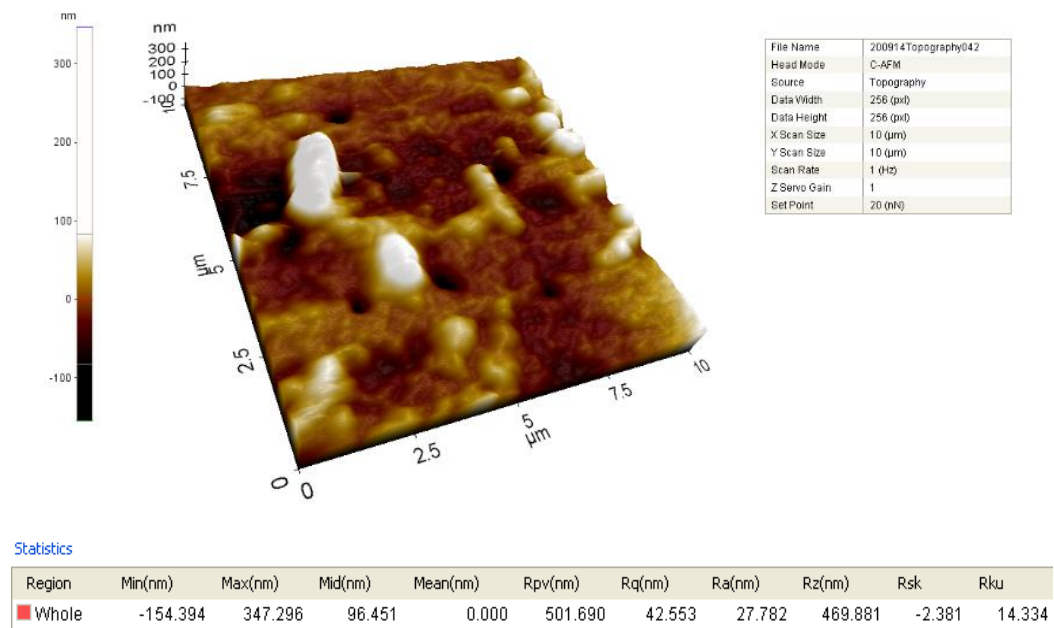


Şekil 4.22. Filtek One Bulk Fill polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

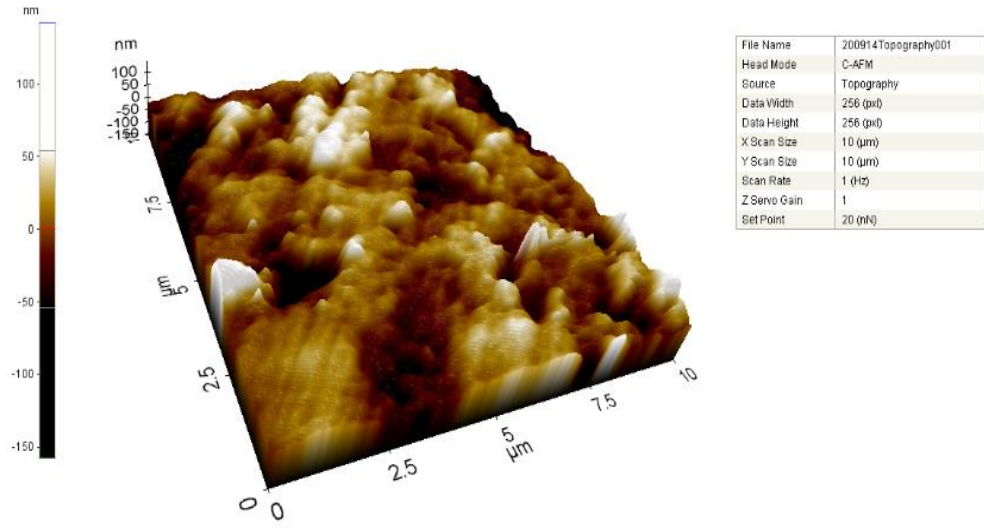
Z550'in AFM görüntüleri incelendiğinde, en düşük değerin polisajsız distile su (6.12 nm) olduğu, en yüksek grubun ise polisajlı kahvede bekleyen (32.58 nm) grubunda olduğu görülmektedir (Şekil 4.27-28-29-30).



Şekil 4.23. Z550 polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



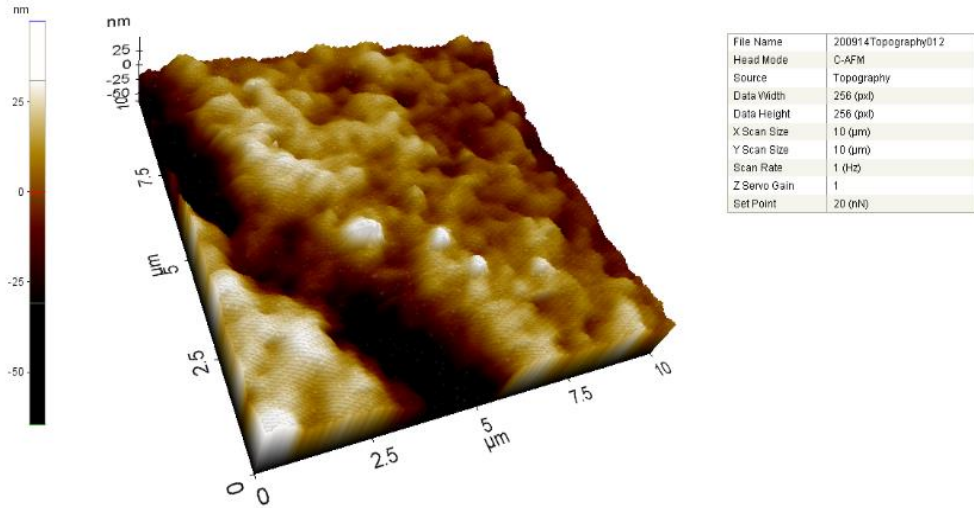
Şekil 4.24. Z550 polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-157.497	142.467	-7.515	0.000	299.964	27.661	20.517	272.168	0.665	5.468

Şekil 4.25. Z550 polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

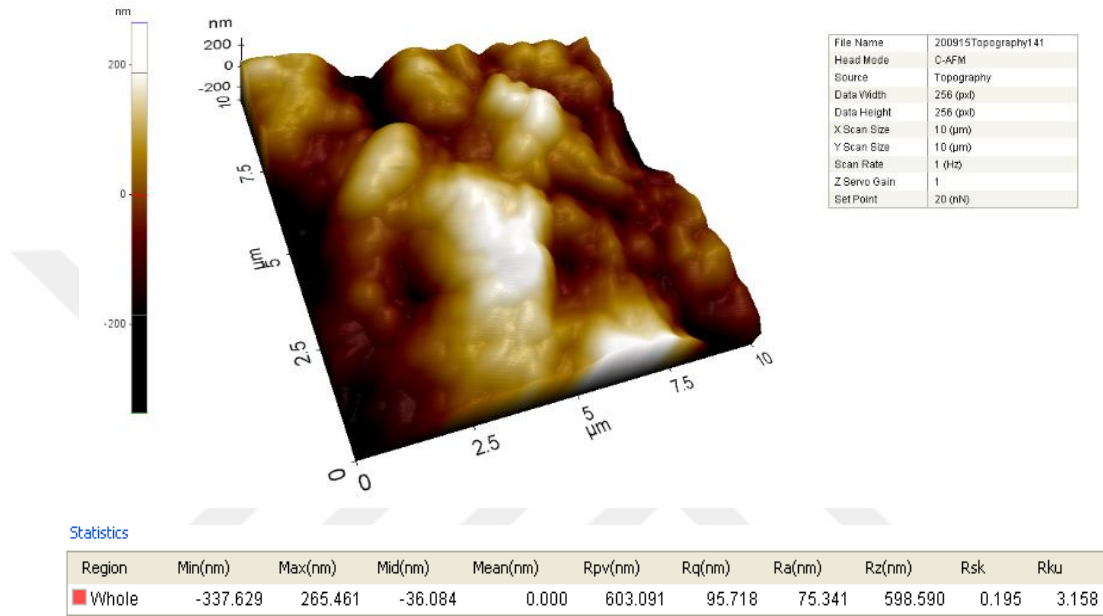


Statistics

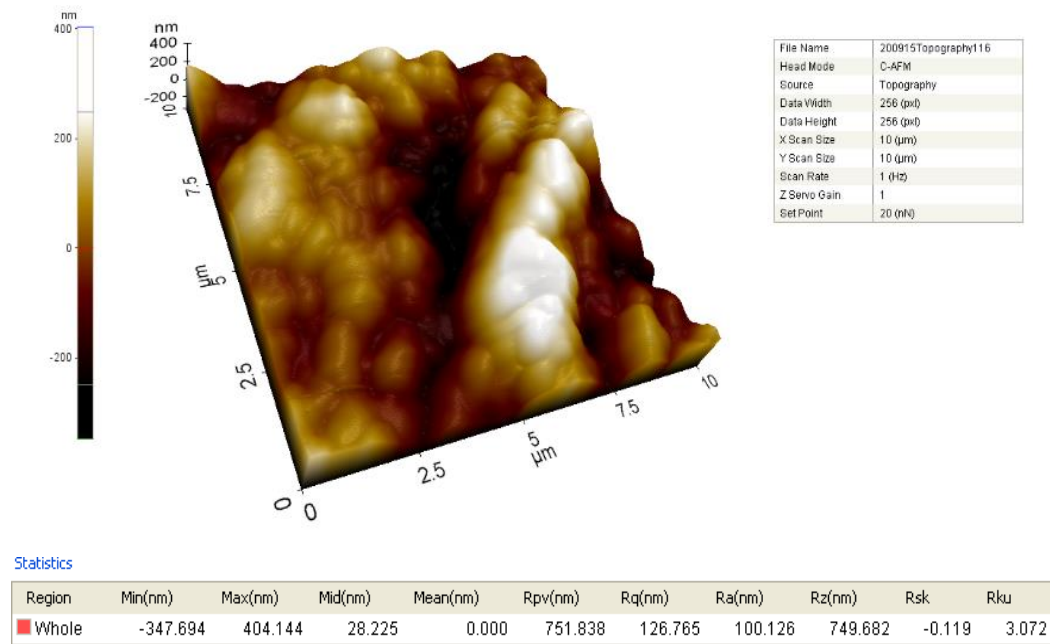
Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-64.563	47.453	-8.555	0.000	112.016	15.804	11.802	110.523	0.981	4.385

Şekil 4.26. Z550 polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

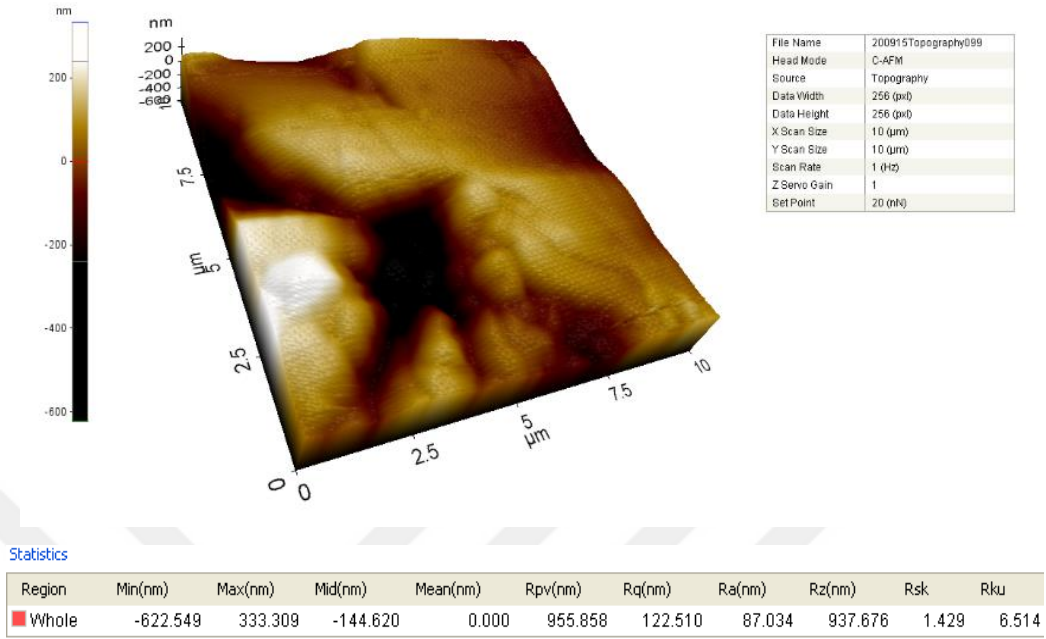
Fill-Up'ın AFM analizi ile elde edilen Ra değerlerine bakıldığında, en düşük değer polisağlı kahvede bekleyen (57.272 nm), en yüksek değerin ise polisağsız distile suda bekleyen grubunda (130.472 nm) olduğu görülmektedir. Fill-Up'ın polisağlı grupları tepe ve vadileri orta seviyede düzensiz bir yüzey göstermiştir (Şekil 4.31-32-33-34).



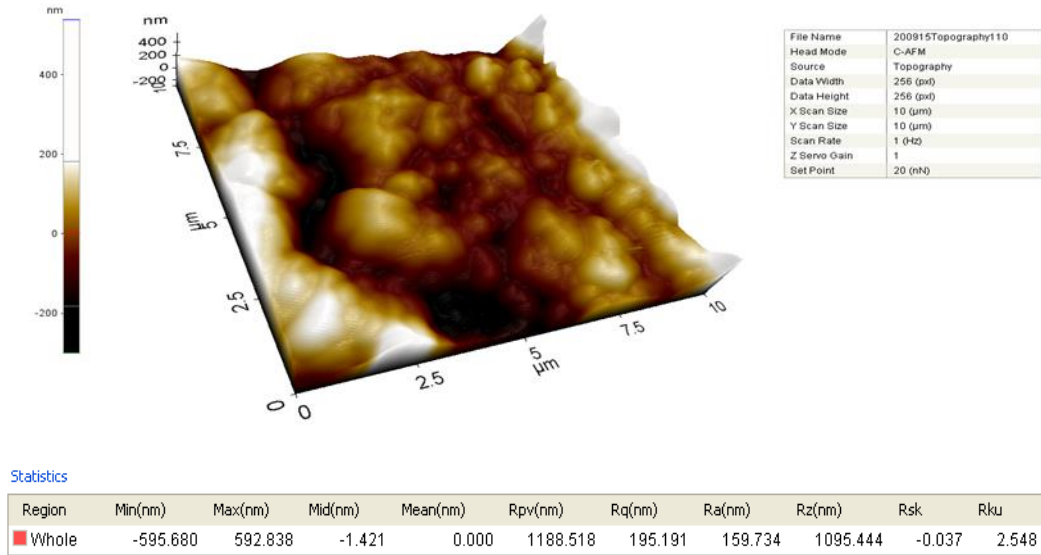
Şekil 4.27. Fill-Up polisağlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.28. Fill-Up polisağsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

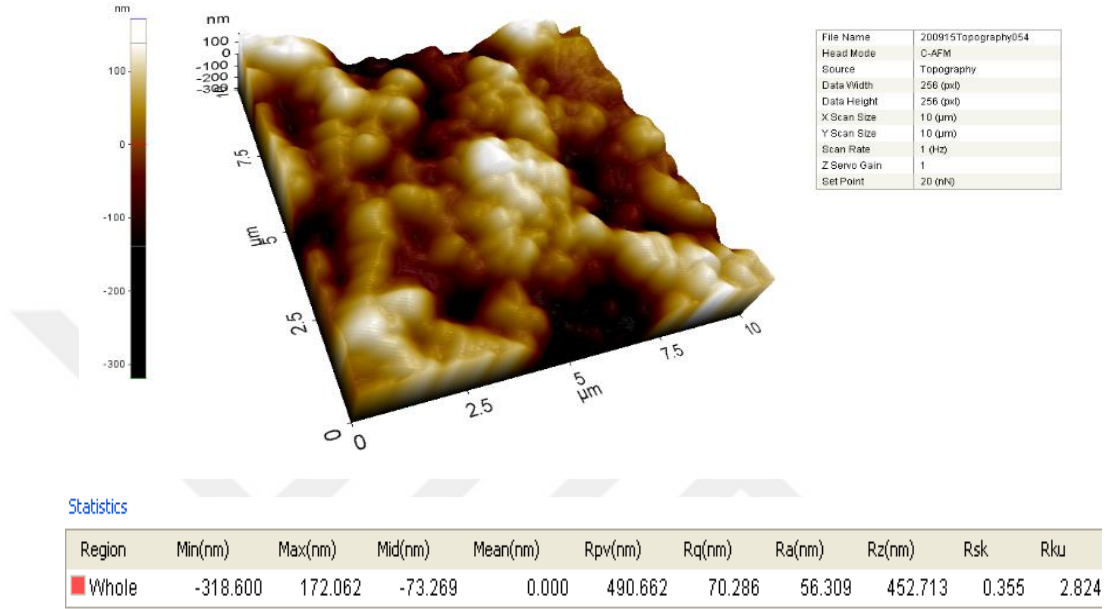


Şekil 4.29. Fill-Up polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

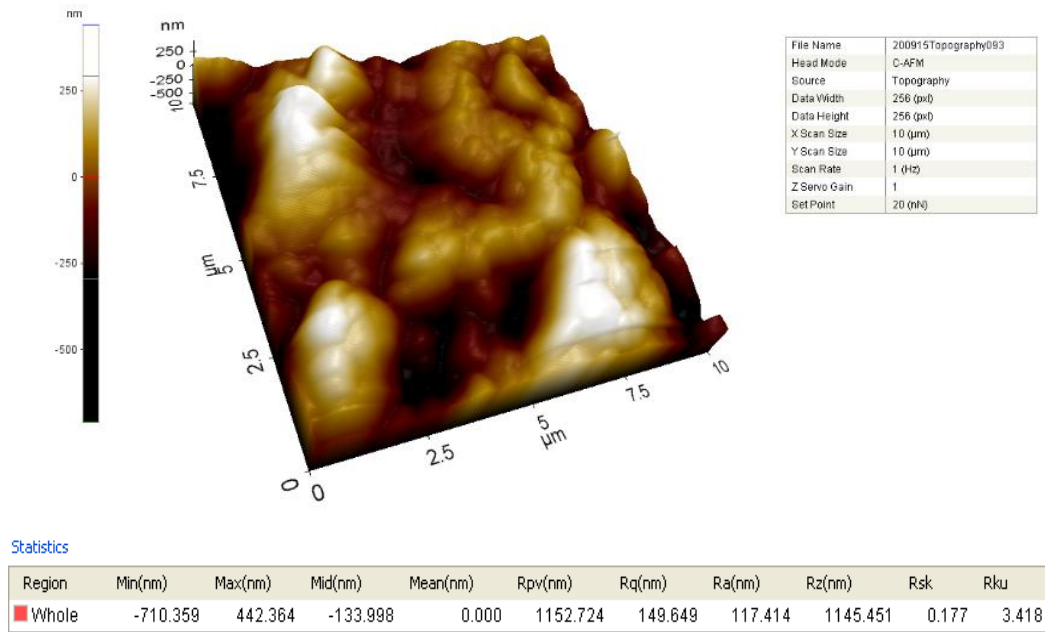


Şekil 4.30. Fill-Up polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

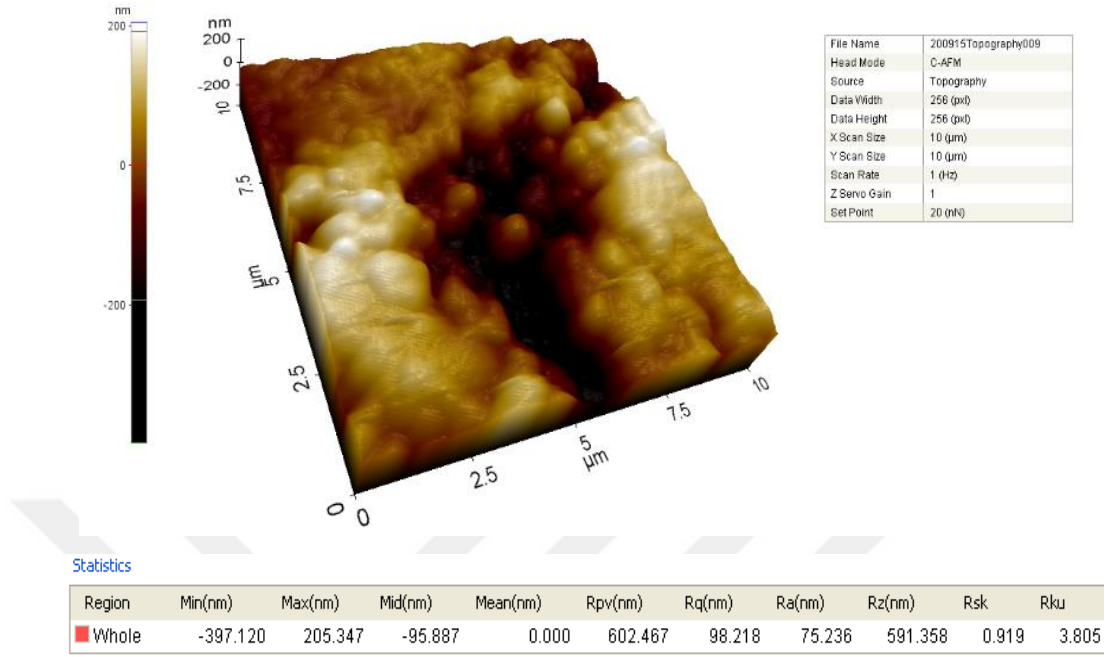
Cention N'in AFM görüntüleri incelendiğinde en düşük değerin polisajlı distile suda bekleyen (36.142 nm), en yüksek değer ise polisajsız distile suda bekleyen (138,015 nm) olduğu görülmektedir. Cention N polisajsız grubunda belirgin çıkıntılı bir yüzey topografisi görülmektedir (Şekil 4.35-36-37-38).



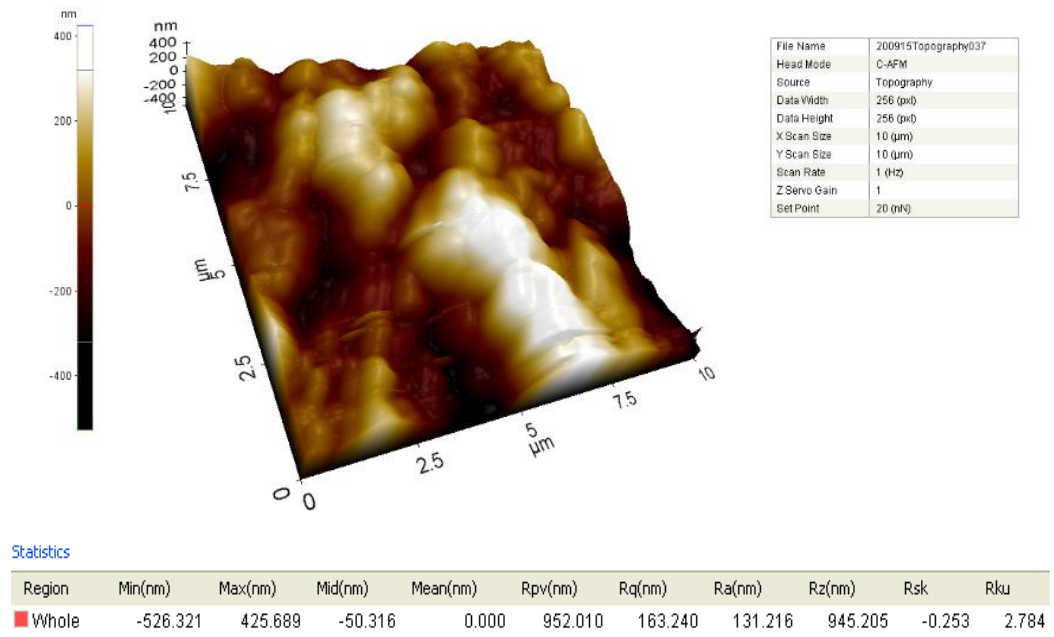
Şekil 4.31. Cention N polisajlı kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.32. Cention N polisajsız kahvede bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.33. Cention N polisajlı distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.34. Cention N polisajsız distile suda bekletilen örnek 3 boyutlu AFM görüntüsü

Tüm AFM bulguları değerlendirildiğinde, Z550 dışındaki tüm materyallerin polisajsız grupların Ra değerlerinin polisajlı gruplardan daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek pürüzlülük değerinin sırayla Cention N'in polisajsız ve Fill-Up'ın polisajsız gruplarında; en düşük değerin ise sırayla Filtek One Bulk Fill'in polisajlı ve Z550'nin polisajsız gruplarında olduğu görülmektedir. SEM görüntüleri de AFM bulgularını desteklemektedir.



5.TARTIŞMA

Restoratif uygulamaların uzun dönem başarısını arttırmak ve hastaların beklentilerini karşılayabilmek amacıyla kompozit rezinlerin içerisindeki doldurucu ve rezin matriks teknolojisi değiştirilerek daha üstün nitelikli materyaller geliştirilmeye çalışılmaktadır (139).

Günümüzde kompozit rezinlerin yapılarındaki teknik gelişmelerle hastaların estetik beklentisi karşılanmış olsa da restoratif materyalin tabakalı yerleştirme zorunluluğu, tabakalar arasında yerleştirmede, bağlanmada başarısızlık, boşluk oluşma riski, restorasyon süresinin uzaması gibi dezavantajları bulunmaktadır (44). Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler, yeni monomer ilavesi, translüsensliğin artırılması, foto başlatıcı sistemlerdeki modifikasyonlarla bu dezavantajlar giderilmeye çalışılmıştır (44, 45). Bu gelişmeler sayesinde üreticiler kompozit rezinlerin yerleşimini basitleştirmek ve hızlandırmak için, polimerizasyon büzülmesine yol açmadan, kavite adaptasyonu veya dönüşüm derecesi üzerinde olumsuz bir etki oluşturmada, mevcut incremental teknik yerine tek adımda 4-5 mm kalınlığındaki tabakalarla restorasyona izin veren bulk-fill kompozit materyalleri piyasaya sunmuştur (140). Bulk-fill kompozitler geleneksel kompozit rezinler ile kıyaslandığında daha az ışıklenme süresine, daha yüksek polimerizasyon derinliğine ve translüsensiye sahiptir. Bu kompozitlerin bir kısmı yüksek doldurucu içeriği ve viskoz bir yapıya sahip iken bir kısmı ise akışkan kıvamda bulunmaktadır. Farklı firmalar tarafından üretilen bu malzemelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin farklılıklar göstermesi beklenmektedir (141, 142).

Son dönemlerde geliştirilmiş yeni bir bulk-fill kompozit olan Filtek One Bulk Fill 5 mm'ye kadar tek tabaka halinde posterior bölgede uygulanabilen kompozit rezinlerdir. Geleneksel bulk-fill kompozitlerden farklı olarak polimerize olurken opasitesi artar ve universal kompozitlere benzer düzeye yükselir. Bu da materyale yüksek estetik özellik kazandırmıştır. Rezin matriks geliştirilmiş iki farklı monomer (AUDMA, AFM) kullanılarak üretilmiştir. İnorganik doldurucu partikül oranı materyalin ağırlıkça %76,5'ini, hacim olarak %58,5'ini oluşturmaktadır. Üretici firma tarafından bu sayede polimerizasyon büzülmesindeki azalmayla birlikte düşük elastisite modülü ile strete de azalma elde edildiği, yüksek estetik ve fonksiyonel özellikler kazandırıldığı iddia edilmektedir (143).

İdeal bir polimerizasyon için bir kompozit rezinin monomerlerinin maksimum düzeyde polimere dönüşmesi gerekmektedir. Kompozit rezinlerin polimerizasyonu için kullanılan ışık enerjisi kompozitin derin katmanlarına doğru giderek azalmaktadır ve bu durum ışığın yeterince ulaşmadığı restorasyonun alt tabakalarında düşük monomer dönüşüm derecesi ile sonuçlanmaktadır (143). Foto başlatıcı içeriğinin değişmesi, rezin yapısına ek bir foto başlatıcı eklenmesi ve yüksek translüsensi sayesinde rezinlerin polimerizasyon derinliği artırılabilir. Kalın tabakalar halinde yerleştirilebilen bulk-fill kompozitlerin polimerizasyonunu geliştirmek amacı ile hem ışıkla hem de kimyasal yolla polimerize olan dual cure bulk-fill kompozitler geliştirilmiştir. Dual polimerizasyon, ışıkla polimerizasyonun getirdiği sınırlamaları ve tabakalı yerleştirme ihtiyacını ortadan kaldırabilmektedir (144). Tüm bunlarla birlikte, dual-cure rezin restorasyonlarda, fotoaktivasyondan sonra devam eden kimyasal polimerizasyon sayesinde dönüşüm derecesinde ve polimerizasyon derinliğinde artış sağlamaktadır (37). Bu amaçla piyasaya sürülen Fill-Up, orta düzey viskoziteli, dual cure bulk-fill kompozit olup hızlı, estetik ve diş renginde restorasyon gerektiren uygulamalar için geliştirilmiştir. Posterior bölgede herhangi bir derinlikte tek tabaka halinde uygulanabilmektedir. Self polimerizasyon süresi 3 dk, ışıkla polimerizasyon süresi 10 sn'dir. Ağırlıkça %65, hacimce %49 inorganik doldurucu partiküller içermektedir ve bu partiküllerin büyüklüğü ortalama 2 μ m'dir. Organik matriks yapısını ise TMPTMA, UDMA, Bis-GMA ve TEGDMA oluşturmaktadır.

Kompozit rezinlerin stabil yapıda materyaller olmasına rağmen aşırı teknik hassasiyet gerektiren adeziv uygulamaları, mikro sızıntıya yol açan polimerizasyon büzülmesi/eksik polimerizasyon ve dinamik ağız ortamının sebep olduğu bozulma nedeniyle gözlenen sitotoksik etki bu materyallerin sorunları arasındadır. Bu problemleri iyileştirmek için araştırmacılar, sitotoksik olmayan, diş sert dokuları ile kimyasal adezyon sağlayabilen, ayrıca remineralizasyonu sitümüle eden kompozit materyaller geliştirmek için çalışmışlardır (145, 146). Bu amaçlarla üretilmiş olan Cention N, kompozit rezinlerin alt grubu olan alkasit özellik gösteren dual cure bulk-fill kompozit materyalidir. Bu kompozitte asit nötralize edici iyonlar salan alkalin doldurucu kullanılmıştır (147, 148). Cenion N direkt restorasyonlarda diş renginde bir dolgu materyalidir. Kimyasal olarak sertleşebildiği gibi ilave ışıkla da sertleşebilmektedir. Self polimerizasyon süresi 5 dk'dır. Işıkla polimerizasyon isteğe

bağlıdır; 400–500 nm dalga boyu aralığında mavi ışıkla polimerize edilebilmektedir. Toz ve likit olarak iki kısımdan oluşur (149). Ağırlıkça %78,4, hacimce %57,6 inorganik doldurucu partiküller içermektedir ve bu partiküllerin büyüklüğü ortalama 0,1-7 μm 'dir. Cention N'nin bileşiminde bulunan dört farklı doldurucu türünden üçü florürle zenginleştirilmiştir. İterbiyum triflorür, kalsiyum baryum alüminyum florosilikat cam ve kalsiyum florosilikat (alkalin) cam gibi florür içeren dolgu maddelerinin varlığı, yüksek miktarda florür salınmasında etkili olmasını sağlar (150). Alkalın cam doldurucular sertleşmiş materyalin ağırlıkça %24,6'sını oluşturur ve bu nedenle geleneksel cam iyonomerlere kıyasla önemli düzeyde florür iyonları açığa çıkartır (151). Kendi kendine sertleşen başlatıcı ile birlikte tek başına çapraz bağlanan metakrilat monomerlerinin kullanılması nedeniyle, Cention N'nin, restorasyonun tüm derinliği boyunca yüksek bir polimer ağ yoğunluğu ve polimerizasyon derecesi sergilediği iddia edilmektedir. Ayrıca, büzülme gerilimi giderici görevi gören özel patentli dolgu maddesi (İsofiller) ve düşük elastik modülü nedeniyle, polimerizasyon büzülmesini ve mikro sızıntıyı azalttığı bildirilmiştir (152).

Çalışmamızda bu materyalleri karşılaştırmak amacı ile kontrol grubu olarak yapılan birçok çalışmada yüksek yüzey özellikleri gösteren nanohibrit kompozit rezin Z550 seçilmiştir (153-155).

Kompozit rezin restorasyonlarda zamanla meydana gelen renklenme restorasyonun değiştirilmesinin başlıca nedenlerindendir (118). Ağız ortamında, kompozit rezinler, farklı boyama maddeleriyle sürekli olarak tekrarlanan bir temasa tabi tutulur. Kompozit rezin malzemelerinin renk değiştirme sürecini, rezin matriksin yapısı, eksik polimerizasyon, su emilimi, yiyecek ve içecekler, ağız hijyeni ve yüzey pürüzlülüğü gibi çok sayıda faktör etkileyebilir (156).

Restotarif materyallerle renklemenin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli renklendirici içeceklerle yapılmış çalışmalarda sıklıkla hazır kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi içeceklerin kullanıldığı görülmektedir (14, 16, 137).

Ergücü ve ark. (137), farklı kompozit rezin kullanarak yaptıkları çalışmalarında, örnekleri suda ve kahve solüsyonunda bir hafta bekletmişler ve deneyin sonunda yapılan ölçümlerde suda bekletilen gruplarda anlamlı bir renk değişikliği görülmezken, kahve solüsyonunda bekletilenlerde klinik olarak fark

edilebilir renk değışikliği gözlemlenmiştir. Kahvede hem absorpsiyon hem de adsorpsiyonla renk değışikliği olduğu bildirilmiştir (157).

Um ve Ruyter (158) kahvedeki renklendiricilerin yüzeye yapıştıktan sonra sabit kaldığını, çaydakilerin ise uzaklaştığını bu yüzden kahvenin daha fazla renk değışikliğine neden olduğunu belirtmişlerdir. Kahve günlük yaşamda çok sık tüketilen ve renklenmeye en çok sebep olan içeceklerden biridir (75, 159). Bundan dolayı çalışmamızda kompozitlerin renk stabilitesini değerlendirmek için kahve kullanılmıştır (Nescafe Gold Classic, Nestle, Türkiye).

Kahvenin kompozit rezini renklendirme kapasitesinin, kompozit rezinin su emme derecesi ve rezin matriksin hidrofilik özelliğinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Suyu emebilen kompozit rezinler, su ile birlikte pigmentleri de emebilir ve dolayısıyla rezin matriksde renklenmeye neden olacak sıvı absorpsiyonuna neden olurlar (5, 160). Su emilimi esas olarak rezin matrikste doğrudan emilim olarak meydana gelmektedir. Doldurucu parçacıkları, suyu absorbe etmezler ama yüzeylerinde adsorbe edebilirler. Bu da kompozit rezin matriks ile dolgu parçacıkları arasında daha zayıf bir bağa yol açan daha fazla su emilimine neden olur (161). Resin matriksin su emmesi, resin bileşiminin genişlemesi ve plastikleşmesine, silanın hidrolizine ve mikro çatlak oluşumuna yol açabilir. Renklendirici maddelerin doldurucu ve matriks arasına penetrasyonu sonucu renk değışimine neden olabilir (162). Buna ek olarak kahve içerisinde suda çözünen boyalar, tannik asit, kafein, fenolik asit ve kafeik asit gibi klorojenik asitler vardır. Düşük polarite kahve pigmentlerinin kompozit reçinede daha yüksek adsorpsiyon ve boya penetrasyonuna sahip olmasına neden olur. Bu nedenle kahve lekelenmesi, fırçalama ve cilalamayla kolayca çıkarılamaz (163).

Günlük kahve tüketici ortalama 3,2 kupa kahve tüketmektedir ve bir kupa kahvenin tüketimi ortalama 15 dakika sürmektedir (137). Güler ve ark. (164) örneklerin kahve solüsyonunda 48 saat bekletilmesinin ardından, iki aylık kahve tüketimine denk geldiğini belirtmişlerdir. Backes ve ark. (163) Filtek One Bulk Fill (bulk-fill) ve Z350 (konvansiyonel) kompozit rezinler ile yaptığı çalışmada günde 10 dk. olmak üzere 8 gün kahvede beklettiğı örneklerin renk stabilitesini değerlendirmişlerdir. Çelik ve ark. (146) çalışmalarında iki farklı kompozit materyalinin kahve, kırmızı şarap, kola ve distile suda günde 3 saat olmak üzere 1

aylık renklendirme periyodu sonrası renk değişimlerini ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Bizim çalışmamız da normal şartlara daha uygun olması açısından örnekler her gün 3 saat olmak üzere kahve solüsyonunda, diğer saatlerde ise distile suda 28 gün bekletilmiştir. Bu şekilde günlük 3 kupa kahve tüketildiği düşünülürse yaklaşık 3,5 aylık bir zamana denk gelmektedir.

Restoratif materyallerin renk değişiminin değerlendirmesi görsel veya renk ölçüm cihazlarıyla gerçekleştirilebilmektedir. Görsel yöntemle yapılan renk değerlendirmesi ortamın aydınlatması, kıyafet, makyaj, metamerizm gibi faktörlerden etkilenmektedir. Renk ölçümünün tekrarlanabilir olması ve görsel renk ölçümündeki yanıltıcı faktörleri azaltmak amacıyla renk ölçüm cihazlarının kullanımı artmıştır (165). Bu nedenle dental restoratif materyallerin renk değişimlerinin bulunmasında spektrofotometreler, kolorimetreler ve dijital görüntü analizleri geniş kullanım alanı bulmuştur.

Renk değerlendirmesi yaparken hata oranı az sayısal sonuçlar elde edilebilmesi için spektrofotometre veya kolorimetre kullanılmaktadır (166). Önceki bazı çalışmalar, spektrofotometrenin kolorimetrelerden daha detaylı bilgi verdiğini rapor etmiştir (167). Müdüroğlu ve ark. renk belirlenmesinde kullanılan yöntem ve cihazları araştırdıkları çalışmalarında kolorimetrelerle spektrofotometrelere göre daha az güvenilir ölçümler yapıldığını belirtmişlerdir (168). Knezović Zlatarić ve ark. yaptıkları çalışmada spektrofotometrelerin diş hekimliğinde renk değerlendirmek için en doğru, kullanışlı cihazlar arasında olduğunu bildirmişler ve Vita Easy Shade Advance spektrofotometre cihazı ile yapılan ölçümlerin güvenilirliğini kabul etmişlerdir (165). Bizim çalışmamızda da Vita Easysshade Advance (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) kullanılmıştır.

Renk ölçümleri sırasında arka planın siyah olmasının, gelen ışınları absorbe edeceği ve bu yüzden renk ölçümünü etkileyeceği bildirilmiştir. Bu nedenle beyaz arka planın kullanılması önerilmektedir. Renk ölçüm işlemleri literatürde farklı sayılarda ölçülerek bu değerlerin ortalamasının alınmasıyla yapılmıştır. Soygun ve ark. çalışmalarında renk ölçümünü beyaz zemin üzerinde yapmışlar ve ölçüm değerlerinin ortalamasını almışlardır (169, 170). Çalışmamızda renk ölçüm işlemleri standart beyaz zemin üzerinde, günün aynı saatlerinde, örneklerin aynı yerinden üç farklı ölçüm değerinin ortalaması alınarak yapılmıştır.

İki nesne arasındaki algılanabilir renk farkının büyüklüğünü temsil eden sayısal veriler ΔE olarak adlandırılır. Renk değişimlerindeki fark insan gözüyle, ΔE değerleri 1'in altındayken algılanmamaktadır (112, 171). Klinik olarak kabul edilebilir ΔE değeri farklı araştırmacılar tarafından farklı değerler kabul edilmiştir. Ragain ve Johnston yaptıkları bir çalışmada klinik olarak kabul edilemeyecek ΔE değeri sınırını 2,72 olarak rapor etmişlerdir. O'Brien ve arkadaşlarına göre ΔE değerleri 3,7'den fazla ise gözle görülebilir bir renk farklılığı vardır (172). Birçok çalışma ΔE değerlerini 1 ile 3,3 arasında klinik olarak gözle algılanabilir renk değişimleri olarak kabul ederken, 3,3'ün üzerindeki ΔE değerleri klinik olarak kabul edilmez renk değişimleri olarak rapor edilmiştir (161, 172, 173). Çalışmamızda kabul edilebilir renk değişim değerinin üst sınırını 3.3 olarak aldık.

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre “Kompozit materyaller arasında renklenme yönünden fark yoktur” olarak belirlenen birinci sıfır hipotezimiz reddedilmiştir.

Schmitt ve ark. (174) yaptıkları çalışmada farklı polisaj sistemlerinin kompozit rezinlerde renk değişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada nanofill (Filtek Supreme XT), mikrohibrit (Amelogen) kompozit ve PoGo, Sof-Lex disk polisaj sistemlerini, renklendirme ajanı olarak ise kahve solüsyonunu kullanmışlardır. Tüm kompozit gruplarında renk değişiminin polisaj işlemi uygulanan gruplarda daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da ΔE değerleri incelendiğinde kahve solüsyonunda bekletilen polisajsız grupların tamamındaki renk değişim değeri polisajlanan gruplardan fazla bulunmuştur. Kompozitlerin polimerizasyonundan sonra hava ile temas eden yüzeylerinde oluşan oksijen inhibisyon tabakası materyalin yüzey sertlik değerlerini etkilemektedir. Materyalin oksijen teması ile polimerizasyon reaksiyonu inhibe olmaktadır. Oksijen inhibisyon tabakası nedeniyle daha az polimerize olan kompozit rezinin üst tabakası, materyalin tamamından çok daha zayıftır ve daha düşük sertlik değerlerine sahiptir. Şeffaf bant altında dahi bir miktar oksijen inhibisyon tabakası oluşmaktadır (175). Bant altında kalan ve rezin matriks açısından zengin olan bu yüzeyler abrazyona ve renklenmeye karşı düşük direnç gösterirler. Hava kabarcığı içermeye ihtimalleri de yüksektir. Polisajla uzaklaştırılması gereken bu tabakanın varlığı çalışmamızda da olduğu gibi stabil olmayan yumuşak yüzey yapısıyla kompozitin daha fazla renklenmesine neden olmaktadır (176).

Tüm çalışma gruplarında en düşük renk değişimi distile suda bekletilen gruplarda bulunmuştur ($\Delta E < 2,88$), klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir. Kahvede bekletilen kompozit gruplarında ise renk değişimi klinik olarak kabul edilen sınırın üzerinde bulunmuştur ($\Delta E > 3,3$). Kahvede bekletilen kompozitlerin sırayla ΔE değerleri Cention N'in polisajlanan ve şeffaf bantla bitirilen gruplarında 1. günde; Z550'in polisajlanan 14. günde, şeffaf bantla bitirilen gruplarında 7. günde; Filtek One Bulk Fill'de polisajlanan 7. günde, şeffaf bantla bitirilen gruplarında 14. günde; Fill-Up'ın polisajlanan 21. günde, şeffaf bantla bitirilen gruplarında 14. günde klinik olarak kabul edilebilir ΔE değerinin üzerine çıkmıştır. Litaratüre göre distile suda bekletme ile oluşan renk değişikliği klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır (2, 137). Bizim çalışmamızda da distile suda bekletilen gruplar litaratüre uyumlu olarak klinik olarak kabul edilebilir ΔE değerleri içerisinde kalmış en yüksek renk değişimi 28. günde belirlenmiştir. Polisajlı gruplarda ΔE değeri en fazla Cention N'de bulunmuş bunu sırayla Z550, Filtek One Bulk Fill ve Fill-Up izlemiştir. Polisajsız gruplarda yine en yüksek ΔE değerini Cention N, en düşük ΔE değerini Fill-Up göstermiştir. Cention N ve Fill-Up arasındaki renk değişim değeri tüm gruplarda anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.1-2-3-4).

Renklenmenin su emiliyle ilişkili olduğu ve suyun renklendirici pigmentler ile rezin matriks arasında bir aracı görevi gördüğü bildirilmiştir (5). Ertaş ve ark. (137) yaptıkları çalışmada, 5 farklı kompozit rezinin kolada, suda, çayda, kahvede ve kırmızı şarapta oluşan renk değişimini değerlendirmişlerdir. Distile su içerisinde bekletilen kompozitlerde bizim çalışmamızla paralel olarak daha az renk değişimi olduğunu tespit etmişlerdir.

Falkensammer ve ark. (176) kırmızı şarap, siyah çay, klorheksidin, sodyum florid, çay ağacı yağı ve distile suda 4 hafta beklettiği kompozit rezinlerin renk değişimlerini incelemişler ve en düşük renk değişim değerini klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde distile suda bekletilen grupta tespit etmişlerdir. Kompozit rezinin suda zamanla renk değiştirmesi, materyalin hidrofilikliği; monomerlerinin su emmesinden kaynaklanan şişmesi; hidrolitik bozunmaya uğraması ve rezin matriks ile doldurucu arasındaki bağların kopması neticesinde mikro çatlakların oluşmasıyla sonuçlanan süreçtir (177, 178). Renklenmenin su emilimi fazla olan rezinlerde hidrofobik rezinlerden daha fazla olduğu bildirilmiştir (179).

Kahvede bekletilen polisajlanmış ve şeffaf bantla bitirilmiş grupların renk değişimine göre sıralaması tüm günler için yüksek renklenme gösterenden düşüğe doğru Cention N, Z550, Filtek Bulk Fill, Fill-Up şeklindedir. Çalışmalarda suda bekletilen kompozitlerde en fazla su emiliminin ve renklenmenin, ilk bir hafta içerisinde meydana geldiği gösterilmiştir (158, 180). Ama bizim çalışmamızda tüm günler için ΔE değerleri arasındaki fark önemlidir.

Araştırmamızda Cention N hem kahvede hem de distile suda en yüksek renk değişimi değerini göstermiştir. Cention N'nin final matriksinin %12–40 'lık kısmının monomer sızdırabilir yapıda olabileceğini ve buna ek olarak malzemeden florür salınımının, renk değişiminin nedeni olabileceği bildirilmiştir (181).

Günülol ve ark. (178) yaptıkları çalışmada Beautifil II, Filtek Z550 ve Tetric N-Ceram'ın renklenmelerini karşılaştırmışlardır. Beautifil II'in suda çözünebilen bir bileşen olan florür içermesinden dolayı su emilimi ve renk değişimi (ΔE) değerlerinin, diğer materyallerden anlamlı miktarda yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bir restoratif materyalden flor salınmasına su difüzyon kapasitesinin aracılık ettiğini bunun da malzemenin kimyasal yapısının ve matriks bağlarının bozulmasına, artık monomer salınmasına neden olabildiğini bildirmişlerdir.

Majeti ve ark. (181) yaptıkları çalışmada Cention N ile Solare Sculpt (nanohibrit) kompozitin kahve, yeşil çay, diyet kola ve yapay tükürük (kontrol grubu) arasında renk değişim değerlerini karşılaştırmış ve en fazla renk değişim değerini ($\Delta E > 5$) bizim sonuçlarımıza paralel olarak Cention N'in kahvede bekletilen grubunda bulmuşlardır. Kahve, çay gibi içeceklerin içerdiği tannik asit diş renklenmesine neden olan en önemli bileşenlerdendir (182-184). Tannik asit fenolik hidroksi yapıya sahiptir ve içerdiği polifenolik uç gruplar hidrojen bağ yapmaya oldukça müsaittir (185). Cention N'in içeriğinde bulunan florosilikatlı bileşiklerin, tannik asit ile hidrojen bağ yapması en yüksek ΔE değerinin nedeni olarak düşünülebilir.

Park ve ark. (186) florür içeren kompozitlerin polimerizasyonunu değerlendirirken florür salınımına bağlı doldurucu partikül çözülmesinin kompozit yüzeyinde boşluklar ve ardından yüzey mikro sertliğinde azalma yaratabileceğini ileri sürmüşlerdir. Kendi araştırmasında da en yüksek flor salınım kapasitesine sahip kompozitin (Beautifil II) en yüksek çözünürlük değeri verdiğini bildirmiştir. Daha düşük flor salınım kapasitesine sahip Tetric N-Cream'ın çözünürlüğü daha düşüktür.

Florid içermeyen Z550 ise en düşük çözünürlüğe sahiptir. Bu çalışmada çözünürlük ve renklenme arasında doğrusal bir korelasyon bulunmuştur.

Amalavathy ve ark. (187) iyon salabilen restoratif materyallerin (Equia Forte Fil ve Cention N) çeşitli solüsyonlarda renk değişimlerini değerlendirmişler ve kahvede en yüksek renk değişimini Cention N'in gösterdiğini bildirmişlerdir. Cention N kahvede 1. günde $\Delta E > 3$ olup diğer günlerde renk değişim değeri artarak devam etmiş 21. günle 28. gün arasında fark bulamamışlardır. Bu durumun içeceklerin asiditesinden veya örneklerin yüzeyindeki iyon değişim aktivitesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da kahvede en fazla renk değişimi 1. günde Cention N' e ait olup ($\Delta E > 3,3$) renk değişim değeri tüm günlerde artarak devam etmiştir. Başka bir araştırmada asidik koşullar altında yüksek reaktif kalsiyum florosilikat cam dolgu maddelerinde asit saldırısından dolayı önemli ölçüde bozulma gözlenmiştir (188). Kahve içerisindeki organik asitlerde doldurucu cam partiküllerde bozulmaya neden olmuş olabilir (189). Soderholm iyon salınımını matriks-doldurucu ara yüzeyi boyunca mikro çatlak oluşumuna bağlanmıştır ve en yüksek çatlak yoğunluğunu en yüksek sızıntı ile ilişkilendirmiştir (190).

Lu ve ark. (191) bir nano kompozit (Filtek Supreme) ve 3 mikrohibrit kompozit (Filtek A110, Filtek Z250, Filtek P60) ile yaptığı çalışmada kahvede beklettiği kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüyle renk değişimleri arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Sıvılarda bekletme ve yıpranmayla kompozit rezindeki inorganik doldurucuların rezin matriksten ayrılabilceğini ve oluşan boşlukların yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını dolayısıyla renklenmeye yol açtığını ifade etmişlerdir.

Guler ve ark. (14) restorasyonların yüzey pürüzlülüğünün renk değişim miktarını etkileyebileceğini çünkü yüzey ne kadar pürüzlü olursa, renklendirici materyal ile temas eden yüzey alanın o kadar arttığını ve florür salan materyallerin renk stabilitesinin idealin altında olduğu bildirmişlerdir (192). Çalışmamızda Cention N'nin yüksek renklenme göstermesi yüksek pürüzlülük değerine sahip olmasından da kaynaklanabilir. Kahvenin içerisindeki organik asit bileşenleri materyalde iyon salınımının artmasına, matrikste yumuşama ve çözünmeye, doldurucu partiküllerin yerinden oynamasına neden olmuş olabilir (193). Zaman ilerledikçe rezin ile doldurucu ara yüzeyinde çatlaklar meydana gelmesinin materyali zayıflattığını, pürüzlülük ve renklenmeyi daha da arttırdığını düşünüyoruz (179, 194, 195).

Materyale ait profilometre ve AFM bulgularını incelediğimizde kahvede bekletme sonrası istatistiksel olarak fark olmasa da pürüzlülüğün arttığı görülmüştür (Tablo 4.31-34).

Çalışmamızda Z550 ve Filtek One Bulk Fill, Cention N'den sonra en fazla renk değişikliği gösteren materyaller olmuştur. Kahvede bekletilen polisajlı örnekler incelendiğinde 14. gün materyaller arasında önemli farklılık oluşmuş ve diğer kontrol günlerde de devam etmiştir (Tablo 4.1). 28. gün ortalama ΔE değerleri Z550'nin 10,40; Filtek One Bulk Fill'in 6,71'dir. Şeffaf bant ile bitirilen örneklerde istatistiksel olarak fark olmasada tüm kontrol günleri için Z550'in ΔE değerleri Filtek One Bulk Fill'den daha yüksektir. Rezin matrikste bulunan Bis-GMA ve TEGDMA monomerleri hidrofilik, UDMA ise hidrofobiktir. Bu nedenle renk değişimine daha dirençlidir. Bis-GMA 'ın su emme kapasitesi UDMA, ve Bis-EMA'dan fazladır (196). Z550'nin monomer yapısının bu sonuçlarda etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Alshabib ve ark. (197) farklı yapıdaki 7 kompozit rezinin (everX Posterior, NovoPro Universal, NovoPro Flow Four, Filtek Bulk Fill, Filtek One Bulk Fill, Filtek Supreme, Filtek Supreme Flow) uzun dönemde su absorpsiyon ve çözünürlüklerini inceledikleri çalışmalarında Filtek One Bulk Fill'in düşük su absorpsiyonu gösterdiğini bildirmişlerdir. Buna yapısındaki UDMA'nın neden olduğunu belirtmişlerdir.

Mansouri ve ark. (198) Filtek One Bulk Fill ile yapısı çok benzeyen Filtek Bulk Fill Posterior ve Filtek Z 250XT ile yapmış oldukları çalışmada kompozitlerin su emilimi ve suda çözünürlükleri arasında ilişkiyi değerlendirmiş ve kompozitler arasında fark bulamamışlardır. Bulk-fill kompozitin ΔE değerinin geleneksel kompozite göre daha düşük olduğunu bildirmişler ve bunu bulk-fill kompozitin çözünürlüğünün daha düşük olmasına bağlamışlardır. Bulk-fill kompozitdeki doldurucu-matriks bağlantısının daha iyi olmasının düşük çözünürlüğün nedeni olabileceğini ifade etmişlerdir.

Backes ve ark. (163) bulk-fill (Filtek One Bulk Fill) ve nanohibrit (Z350) kompozitleri kullanarak yaptıkları çalışmada kahve ve distile suda beklettiği kompozitlerin renk stabilitelerini farklı renk sistemlerinde incelemişlerdir. En fazla renk değişiminin kahvede görüldüğünü ve konvansiyonel kompozitte bulk-fill kompozitten daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedenini her iki kompozitin

yapısında UDMA'nın var olmasına rağmen konvansiyonel kompozitin yapısında BisGMA ve TEGDMA'nın varlığından kaynaklı olduğunu düşünmüşlerdir.

Miletic ve ark. (199) geleneksel mikrohibrit kompozit (Filtek Z250, Gradia), nanohibrit (Z550) ve bulk-fill kompozitlerle (Filtek Bulk Fill Posterior, Tetric EvoCeram Bulk Fill) yaptığı çalışmada kompozitlerin renk değişim değerlerini incelemiş ve kompozitlerin renk değişim değerleri arasında fark bulamamışlardır.

Koc-Vural ve ark. (200) bulk-fill ve kondanse edilebilir kompozitlerle yaptığı çalışmada, kahvede beklettiği tüm kompozit grupları arasında kondanse edilebilir kompozitin bulk-fill kompozitlerden fazla renk değişikliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Doldurucu boyutu, tipi, miktarının yanı sıra rezin matriks yapısındaki kimyasal farklılıklar, konsantrasyon, aktivatör tipi, başlatıcılar ve inhibitörler, reaksiyona girmemiş monomerlerin oksidasyonu gibi tüm rezin bileşimi özelliklerinin kompozit rezinlerin renk değiştirme potansiyelini etkilediği bildirilmiştir (201). Çalışmamızda en düşük ΔE değerlerini yarı akışkan dual cure bulk-fill kompozit olan Fill-Up göstermiştir.

Freitas ve ark. (202) polisajlama sonrası kahvede beklettiği bulk-fill (Filtek Bulk Posterior, Fill-Up) ve mikrohibrit (Filtek Z250) kompozitler ile yaptığı çalışmada en fazla renklenmeyi bizim çalışmamızın aksine Fill-Up grubunda bulmuşlardır. Kompozit rezinlerin renklenme direncinin, dolgu partiküllerinin boyutlarına, yüksek monomer içeriğine ve yüzey pürüzlülüğüne bağlı olduğunu bildirilmişlerdir. Polisaj protokollerinin birinde (Sof-lex pre-polishing spiral ve Sof-lex Diamond Polishing Spiral) Fill-Up, Filtek Z250 ve Filtek Bulk Fill Posterior arasında renklenme yönünden fark bulamamışlardır (138).

Mehrigan'ın dual ve ışıkla sertleşen bulk-fill kompozitleri (Fill-Up, Filtek Bulk Fill Posterior (FBP), Z550) klinik olarak değerlendirdiği tez çalışmasında 9 aylık takip periyodu sonunda Fill-Up'ın tüm grupları Alfa skoru alırken; Z550 grubunda 1 restorasyon Bravo; FBP grubunda 1 restorasyon Bravo, 2 restorasyon Charlie skoru almıştır (203).

Literatüre göre, dual-cure rezin kompozitler, ışıkla sertleşen kompozit rezinlere kıyasla renk değişimlerine daha yatkındır (176). Üretici firmalar materyalin yarı saydamlılığını arttırarak polimerizasyon derinliğini arttırmışlardır. Aynı zamanda başlatıcı sistemlerdeki modifikasyonlarla, doldurucu miktarı azaltarak ve boyutu

arttırılarak da polimerizasyon derinliği arttırılabilir. Ancak derin kavitelerde ışığın alt katmanlara yeterli miktarda ulaşmamasından kaynaklı tatmin edici polimerizasyon derinliği sağlanamayabilir. Bu sebeple üretilen dual-cure kompozitlerin ışık ile başlayan polimerizasyon reaksiyonunun kimyasal olarak devam etmesiyle daha iyi bir polimerizasyon sağlandığı bildirilmiştir (204, 205). Dönüşüm derecesi kompozitlerin renk stabilitesini doğrudan etkiler (202).

Wang ve ark. (205) çalışmalarında dual cure bulk-fill kompozitler (BulkEZ, HyperFIL, Injectafil) ve ışıkla polimerize olan kompozit rezinlerin (Filtek Bulk Fill Flowable, Filtek One Bulk Fill, Filtek Z250) farklı derinliklerde dönüşüm derecelerini araştırmıştır ve tüm derinliklerde dual-cure kompozitlerin daha yüksek dönüşüm derecesi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Monterubbianesi ve ark. (206) bulk-fill kompozitlerin monomer dönüşüm derecelerini inceledikleri çalışmalarında Fill-Up'ı 4 mm tabaka kalınlığında uygulayarak Elipar S10 ile polimerize etmiş ve materyalin 24 saat sonra alt yüzeyinden yaptıkları ölçümlerde monomer dönüşüm derecesini %94.71 oranında belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da Fill-Up'ın en düşük renk değişimi değeri göstermesinin yüksek monomer dönüşüm derecesi ile ilgili olduğu düşünülebilir.

Yüzey pürüzlülüğü restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörlerdendir (88, 116). Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü bileşimindeki monomerlerin tipi, doldurucuların şekli, boyutu, matrikse adezyon kalitesi ve polimerizasyonun derinliği etkilemektedir. Yüzey pürüzlülüğünün azaltılması, doldurucu partikül büyüklüğünün azaltılıp doldurucu miktarının arttırılması ile sağlanmaktadır (19, 207, 208). Hasta açısından rahatsızlık yaratan yüzey pürüzlülüğü değeri 0,3 μm 'lik artış ile dil ucuyla fark edilebilmektedir (209). Ortalama yüzey pürüzlülüğü kritik değer 0,2 μm 'dir ve bu değeri geçmesi plak oluşumu ve bakteri adezyonu oluşma ihtimalini arttırmaktadır (210, 211). Jones ve ark. hastaların yüzey pürüzlülüğünü tespit etmek için dillerinin ucunu kullandıkları durumlarda, bir restorasyonun hasta tarafından algılanmaması için maksimum yüzey pürüzlülüğünün 0,5 μm olması gerektiğini bildirmişlerdir (212). Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli yapısal özellik doldurucu içeriğidir.

Yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde ölçülebilen mekanik (iki boyutlu) ve optik (üç boyutlu) profilometre yöntemleri gibi nicel yöntemlerin yanı sıra AFM ve

SEM gibi nitel yöntemler de kullanılmaktadır. Pek çok araştırmacı kompozit rezinlerin yüzey yapılarını incelemeye birden fazla tekniğin kullanılmasını önermektedir (213-216).

Mekanik profilometreler yüzey pürüzlülüğü ölçümünde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (215). Bu yöntemin avantajı örneklerin değerlendirilmeden önce herhangi bir hazırlık aşamasının olmaması, örneklerin yeniden kullanılabilir olması ve ölçümlerin tekrarlanabilir olmasıdır (92). Ra değeri yüzey pürüzlülüğünü tanımlamak için kullanılan bir değer olmasına rağmen yüzey yapısı hakkında tam olarak bilgi vermez (215). Birçok çalışmada mekanik profilometre, SEM ve AFM ile birlikte kullanılmıştır (216-218). AFM analizi, kontak profilometrelere göre materyal yüzeyinden ayrıntılı, yüksek çözünürlüklü üç boyutlu nanometrik görüntüler elde edilebilmesi gibi bir dizi avantaja sahiptir (219). Bununla birlikte, bu yöntemin analizinin zaman alması, yüksek maliyeti ve tekrarlanan ölçümlerde aynı yeri bulmada zorluklarının olması gibi dezavantajları vardır (179). Çalışmamızda iki boyutlu (mekanik) profilometre ile birlikte her gruptan birer örneğe SEM ve AFM analizi yapıldı.

Joniot ve ark. (92), farklı kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için hem mekanik hem de optik profilometreyi karşılaştırmış ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini mekanik profilometrede daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonucu, mekanik sensörün optik ışın tarafından kaydedilen tüm küçük çatlakları algılamamasıyla ilişkilendirmişler ve optik profilometrenin kompozit yüzey dokusunu mekanik profilometreye kıyasla daha fazla hassasiyetle değerlendirebileceği sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda da AFM analizi ile elde edilen Ra değerleri mekanik profilometreye göre daha düşüktür.

Yapılan birçok araştırmaya göre en pürüzsüz yüzeyin polimerizasyon sonrası şeffaf bant altında çıkan yüzey olduğu bildirilmiştir (215, 220, 221). Ancak, elde edilen yüzey organik matriks açısından zengindir. Yapılan çalışmalarda, yüzeyde oluşan rezinden zengin tabakanın zayıf fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklere sahip olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle kompozit yüzeyinde oluşan rezinden zengin tabakadaki klinik aşınmayı önlemek için cilalama yapılması gerekmektedir (222).

Cilalama ile elde edilen parlak yüzeyler, abrazivlerin (aşındırıcıların) gömülü olduğu materyalin esnekliğine, partiküllerin sertliğine ve onların geometrilerine

bağlıdır (223). Kompozit bitirme ve polisaj sistemlerinin etkinliği dolduruculara göre nispeten daha sert ve abraziv partiküllere sahip olmasıyla değişmektedir (218). Bu özellikleri taşımayan bitim ve cilalama sistemi kompozitin sadece yumuşak rezin matriksini kaldıracak ve doldurucu partiküllerin yüzeyden kopmasına sebep olacaktır (78).

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre ‘‘Kompozit materyaller arasında pürüzlülük yönünden fark yoktur’’ olarak belirlenen ikinci sıfır hipotezimiz reddedilmiştir.

Rigo ve ark. (224) yaptığı çalışmada 5 farklı kompozit rezinin (SureFil SDR Flow , Tetric EvoFlow Bulk fill , FiltekBulk Fill Flowable, Tetric EvoCeram Bulk Fill, Filtek Bulk Fill Posterior) 2 farklı cila sistemi ile (Sof-Lex, Astropol) yüzey pürüzlülüğünü karşılatırmışlardır. Tüm polisaj sistemlerinde Ra değeri kontrol grubu olarak belirlenen şeffaf bantlı gruplardan yüksek bulunmuş ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinde Tetric EvoCeram Bulk Fill dışında şeffaf bantlı gruplar ve polisaj sistemleri arasında fark bulamamışlardır. Setty ve ark. çalışmalarında polisajın kompozitlerde yüzey pürüzlülüğüne etkisini karşılatırmışlar ve şeffaf bant (kontrol) ile bitirilen örnekler en düşük Ra değerini gösterse de polisaj uygulanmış örneklerle aradaki farklılığın önemli olmadığını bildirmişlerdir (225).

Bizim çalışmamızda da profilometre ile yaptığımız pürüzlülük ölçümleri karşılatırıldığında polisajlı ve şeffaf bantla bitirilen gruplar arasındaki farklılık Z550 hariç istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur (Tablo 4.30). Z550’in polisajlı grupları polisajsız gruplarından daha yüksek pürüzlülük değeri göstermiştir. Bu sonucun Z550’in doldurucu partikül boyutunun küçük olmasına rağmen hibrit yapısından dolayı polisaj işlemi sırasında büyük doldurucu partiküllerin yüzeyden ayrılmasından kaynaklı olduğu düşünülebilir (218, 220, 226). Polisaj uygulanan gruplarda kompozitlerin pürüzlülük sıralaması Cention N> Fill Up> Z550> Filtek One Bulk Fill şeklindedir. Şeffaf bant ile bitirilen gruplarda pürüzlülük ise Cention N> Fill-Up> Filtek One Bulk Fill> Z550 şeklindedir. Profilometre sonuçları AFM bulguları ile paraleldir.

Seniha ve ark. (217) 5 farklı restoratif materyalin (Filtek Z550, Beautifil , Vertise Flow, Dyract XP, GCFujiIILC) sıvılarda bekletme (kola, portakal suyu, kefir, gastrik sait, yapay tükürük) sonrası yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişimlerini

inceledikleri araştırmalarında en düşük renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü değerini Z550'nin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Candan ve ark. (227) 6 farklı restoratif materyalle (Filtek Z550, Filtek Ultimate, Dyract XP, Fuji IX Fast, Fuji II LC, Fusio Liquid Dentin) yapmış oldukları çalışmada materyallerin yüzey pürüzlülüğünü SEM ve AFM ile değerlendirmişler. En pürüzsüz yüzeyin Filtek Ultimate'den sonra Z550'de olduğunu ve iki kompozit arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığını bildirmişlerdir. Nano dolduruculu kompozitlerin mekanik özellikleri, genellikle hibrit kompozitlerin özellikleriyle karşılaştırılabilir (228).

Oliveira1 ve ark. (229) yaptığı çalışmada Filtek Supreme XTE, Filtek One Bulk Fill, Ketac Molar Easy Mix ve Equia Forte+Coat restoratif materyallerinin yüzey sertliğini ve pürüzlülüğünü araştırmıştır. Filtek One Bulk Fill'in en düşük yüzey pürüzlülüğü sergilediğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada da 6 farklı kompozitin yüzey pürüzlülüğü incelenmiş ve en düşük yüzey pürüzlülüğünün kontrol (Filtek Suprema Enamel) grubuyla birlikte Filtek One Bulk Fill'in gösterdiğini rapor etmişlerdir (230). Bizim çalışmamızda polisajlanan gruplar arasında en düşük Ra değeri Filtek One Bulk Fill'e aitken, şeffaf bantla bitirilen örneklerde Z550'e aittir. İstatistiksel olarak farklılık önemli değildir (Tablo 4.29). Filtek One Bulk Fill ile Z550'in inorganik yapısı benzerdir. Ancak Z550 nanohibrit bir materyaldir ve partikül büyüklüğü 0,1-10 µm (Ortalama 0,02) arasındadır (231). Filtek One Bulk Fill'in yapısında X ışınlarındaki kontrastı arttırmak için 100 nm iterbiyum triflorür aglomerat vardır (224). Filtek One Bulk Fill'de nanomer yapılara ek olarak bulunan nanocluster yapılar gevşek bağlı nano boyutta inorganik dolduruculardan oluşmuştur ve polisaj esnasında yüzeyden kopmadan aşındırılabilir (206, 208, 232). Z550 de ise daha büyük partiküller polisaj esnasında yüzeyden koparak Ra değerini arttırmış olabilirler. Bu da yüzey pürüzlülüğleri arasındaki küçük önemsiz farklılığın nedeni olabilir. Her iki kompozit rezinin de SEM ve AFM görüntülerinde materyaller homojen, düzgün bir yüzey sergilemekle birlikte polisajın izlerine ve çiziklerine rastlanmıştır (Şekil 4.5-9-19-21-25).

Fill-Up'ın hem polisajlı hem de şeffaf bant ile bitirilen kompozit yüzeylerinde bu iki kompozite göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü sergilemesi Fill-Up'ın doldurucu boyutunun daha büyük olmasından kaynaklanabilir. Kompozitlerin 4

mm'lik tabakalar halinde uygulanabilmesi amacıyla yarı saydamlığı arttırılarak büyük partiküllü doldurucuların kullanılması, yüksek Ra değerinin nedeni olabilir (233). Partiküllerin boyutunun küçülmesi ve hacminin artması daha az partikül aralığı ile sonuçlanır, bu da polisaj işlemi sırasında rezin matriksi korur ve yüzeyden doldurucunun kopmasını zorlaştırır (234, 235). Fill-Up'ın doldurucu hacminin (%49) Z550 ve Filtek One Bulk Fill'den (%67.8 ve %58.5) daha az olması ve doldurucu partikül büyüklüğünün daha fazla ve şekillerinin düzensiz olması yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesinin nedeni olabilir (80). Polisajlanmış yüzeylerin SEM görüntüleri (Şekil 4.11) incelendiğinde polisaj lastiklerinin izleri, polisaj sırasında yüzeyden kopan cam partiküllerin yarattığı boşluklar görülürken; AFM görüntülerinde de derin yarıklar ve yüzey düzensizlikleri izlenmektedir (Şekil 4.28-30). Fill-Up ışıkla sertleşen kompozitler kadar kolay uygulanamamaktadır. Bunun sonucunda tam olarak düzgün bir yüzey elde edilemeden sertleşmektedir. Araştırmamızda polisajlı gruplarda en yüksek pürüzlülük değerini Cention N gösterirken şeffaf bantla bitirilen gruplarda Fill-Up'ın en yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesinin manipülasyon zorluğundan kaynaklandığını düşünüyoruz. Polimerizasyon sonrası yapılan polisaj işlemi Fill-Up'ın yüzey pürüzlülüğünü azaltsa Filtek One Bulk Fill ve Z550'in pürüzlülük değerine ulaşamamıştır.

Kılıc ve ark. yaptıkları çalışmada farklı polisaj sistemlerini değerlendirmek için 4 farklı bulk-fill kompozit (Filtek Bulk Fill, X-tra fil, Beautifil-Bulk Restorative ve Fill Up) ve 2 farklı nanofill kompozit (Ceram.x SphereTEC, Filtek Z550) kullanarak materyallerin yüzey pürüzlülüğünü mekanik profilometre, AFM ve SEM'de analiz etmişlerdir. Sonuç olarak bizim çalışmamıza benzer şekilde Z550'in Fill-Up'dan çok daha pürüzsüz, düzgün yüzey bulguları verdiğini bildirmişlerdir (236).

Paolone ve ark. (237) 4 farklı bulk-fill kompozitle yaptığı çalışmada (SonicFill2, Filtek Bulk Fill Posterior, Tetric EvoCeram Bulk-fill , ve Fill-Up) farklı polisaj sistemlerinde kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü incelemiş ve her polisaj grubunda Fill-Up'ın en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğunu bulmuşlardır. Fill-Up'ın yüksek Ra değerlerinin büyük partikül boyutu (2 µm) ve düşük doldurucu içeriği (ağırlıkça 65%, hacimce 49%) ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir.

Naz ve ark.'nın (238) çiğneme simülasyonunun Filtek Z250 (nanohibrit), Fuji IX (Posterior cam-iyonomer siman), Z250 XT (mikrohibrit kompozit rezin) ve Cention

N (dual cure bulk-fill) materyallerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırdıkları çalışmada simülasyondan önceki yüzey pürüzlülüğünün en fazla Cention N kompozitte görüldüğünü belirtmişlerdir. Mevcut araştırmamızda düşük yüzey özellikleri sergileyen ve nispeten pürüzlü yüzeye sahip Cention N'in büyük ve düzensiz şekilli dolduruculara (0,1 ve 7 μm arası) sahip olmasının ve uygulama zorluğunun bu sonuçlarda etkili olduğunu düşünmekteyiz. Bu kompozitin şeffaf bantla bitirilen örnekleri SEM'de incelendiğinde düzensiz bir yüzey görüntüsü izlenmektedir (Şekil 4.15-16-17-18). Polisaj uygulanan örneklerinde ise kopan partiküller nedeni ile çukurcuklar hakimdir.

Setty ve ark. (225) Cention N ve Filtek Z350'in yüzeylerinin pürüzlülüğünü incelemişlerdir. En pürüzlü yüzeyin Cention N'in polisajlı gruplarında daha sonra ise Cention N'in şeffaf bant (kontrol) ile bitirilen grubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre “Pürüzlülük ve renklenme arasında doğrusal bir ilişki yoktur” olarak belirlenen üçüncü sıfır hipotezimiz kabul edilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü kompozit rezinlerin renk değişimlerine etki eden bir faktördür. Sarac ve ark. kompozit materyaller üzerinde Ra ve ΔE değerlerinin doğru orantılı olduğunu belirtmişlerdir (180, 239). Freitas ve ark. (202) yaptıkları çalışmada kompozit rezinlerin (Filtek Bulk Fill Posterior, Fill-Up ve Filtek Z250) farklı polisaj yöntemleri ile birlikte yüzey pürüzlülüğünü incelemiş ve kahvede renklendirmişlerdir. En yüksek yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini Fill-Up sergilemiştir. Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu bildirmişlerdir.

Fakat her çalışmada yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında ilişki kurulamayabilir (20). Lu ve ark.'ları yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında her zaman pozitif korelasyon olmadığını ve 0.1 μm 'nin (100 nm) altındaki değerlere sahip yüzey pürüzlülüğünün renk stabilitesine etkisi olmadığını belirtmişlerdir (21). Öztürk ve ark. (240) yaptıkları çalışmada renk stabilitesi ve 3 boyutlu yüzey topografisi analizi arasında korelasyon bulamamışlardır. Bu farklılığın kullanılan metodoloji ve ekipmandan kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da yüzey pürüzlülüğü ve renk değişikliği arasında korelasyon istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Çalışmamızdaki kompozitlerin rezin matriks bileşimi, doldurucu partikül boyutu, tipi farklıdır. Yüzey pürüzlülüğünün renklenmeye etkisini

değerlendirmek için farklı pürüzlülük değerlerine sahip benzer yapıda kompozit rezinleri kullanmanın bu konuda daha aydınlatıcı olabileceğini düşünüyoruz.



6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızın sınırları içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Kahvede ve distile suda en yüksek renk değişim değerini gösteren Cention N alkasit materyalidir.
2. 1. gün ΔE değerlerinde kabul edilebilir klinik sınırı aşan tek kompozit Cention N'dir.
3. 21. günde kabul edilebilir klinik sınırı aşmayan tek materyal dual cure bulk-fill kompozit Fill-Up'tır. 28. günde kahvede tüm kompozit rezinler kabul edilebilir ΔE sınırını aşmıştır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.
4. Distile suda bekletilen kompozit rezinler ise klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldı.
5. Fill-Up kahvede ve distile suda en düşük renk değişim değeri gösterdi.
6. Kahvede bekletilen tüm kompozit gruplarında polisajlı yüzeyler; polisajsız yüzeylerden daha düşük renk değişimi değeri gösterdi.
7. Cention N en yüksek yüzey pürüzlülük değerleri gösterirken en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri Filtek One Bulk Fill ve Z550 nanohibrit kompozite aittir.
8. Cention N ve Fill-Up'ın SEM görüntülerinde düzensiz, çukurcuklu bir yüzey yapısı izlenirken Filtek One Bulk Fill ve Z550'ın uniform, düzenli bir yüzey sergilediği görülmüştür.
9. Z550 kompozit grubu hariç polisajlı ve polisajsız yüzeylerin pürüzlülük değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı.
10. Genel olarak SEM ve AFM bulguları profilometre sonuçlarını desteklemiştir.
11. Kompozitlerin kahvede 28 gün bekletilmesi pürüzlülük yönünden anlamlı bir fark oluşturmadi.
12. Materyallerin renk değişim değerleriyle pürüzlülük değerleri arasında korelasyon ilişkisi kurulamamıştır. Z550 ve Filtek One Bulk Fill'e göre daha pürüzlü yüzeye sahip Fill-Up en düşük renk değişim değerini gösterdi.

Farklı test yöntemleri, ekipmanlar, seçilen kompozit rezinlerin yapısı, yaşlandırma için seçilen ortamlar gibi pek çok faktör yapılan çalışmanın sonuçlarını etkileyebilir. Araştırmamız sınırları içerisinde renk stabilitesini yüzey pürüzlülüğünden çok kompozit rezinin yapısının etkilediğini söyleyebiliriz. Yüzey pürüzlülüğünün

renklenmeye etkisini değerlendirmek için restoratif materyallerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin daha geniş kapsamlı ele alınacağı in-vivo ve in-vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.



7.KAYNAKLAR

1. Puckett A.D., Fitchie J.G., Kirk P.C., ve Gamblin J., Direct composite restorative materials. *Dental Clinics of North America*. **51**(3): p. 659-675, 2007.
2. Gaintantzopoulou M., Kakaboura A., ve Vougiouklakis G., Colour stability of tooth-coloured restorative materials. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. **13**(2): p. 51-56, 2005.
3. Craig R.G., Powers J., ve Wataha J., Direct esthetic restorative materials. *Restorative Dental Materials*. **9**: p. 248-82, 1997.
4. Flury S., Hayoz S., Peutzfeldt A., Hüsler J., ve Lussi A., Depth of cure of resin composites: is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials. *Dental Materials*. **28**(5): p. 521-528, 2012.
5. Bagheri R., Burrow M., ve Tyas M., Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*. **33**(5): p. 389-398, 2005.
6. Fontes S.T., Fernández M.R., Moura C.M.d., ve Meireles S.S., Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *Journal of Applied Oral Science*. **17**(5): p. 388-391, 2009.
7. Esmaeili B., Afkhami S., ve Abolghasemzadeh F., The effect of time between curing and tea immersion on composite resin discoloration. *General Dentistry*. **66**(2): p. 64-68, 2018.
8. Prieto L.T., de Araújo C.T.P., Pierote J.J.A., de Oliveira D.C.R.S., Coppini E.K., ve Paulillo L.A.M.S., Evaluation of degree of conversion and the effect of thermal aging on the color stability of resin cements and flowable composite. *Journal of Conservative Dentistry*. **21**(1): p. 47, 2018.
9. Gokay O., Müjdecı A., ve Kivrak T., Effect of various teas on color stability of resin composites. *American Journal of Dentistry*. **30**(6): p. 323-328, 2017.
10. Kumar M.S., Ajay R., Sahib S.M., Chittrarasu M., Navarasu M., Ragavendran N., ve ark., Color stability assessment of two different composite resins with variable immersion time using various beverages: An In vitro study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*. **9**(Suppl 1): p. S161, 2017.
11. Mundim F.M., Garcia L.d.F.R., Cruvinel D.R., Lima F.A., Bachmann L., ve Pires-de F.d.C.P., Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of Dentistry*. **39**: p. e25-e29, 2011.
12. Erdemir U., Yıldız E., ve Eren M.M., Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *Journal of Dentistry*. **40**: p. e55-e63, 2012.
13. Ertas E., Gueler A.U., Yucel A.C., Koepruelue H., ve Gueler E., Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*. **25**(2): p. 371-376, 2006.

14. Guler A.U., Yilmaz F., Kulunk T., Guler E., ve Kurt S., Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **94**(2): p. 118-124, 2005.
15. Patel S.B., Gordan V.V., Barrett A.A., ve Shen C., 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): p. 587-594, 2004.
16. Türkün L.Ş. ve Türkün M., Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **16**(5): p. 290-301, 2004.
17. Verran J., Rowe D.L., Cole D., ve Boyd R.D., The use of the atomic force microscope to visualise and measure wear of food contact surfaces. *International Biodeterioration & Biodegradation*. **46**(2): p. 99-105, 2000.
18. Ho D.K., Ghinea R., Herrera L.J., Angelov N., ve Paravina R.D., Color range and color distribution of healthy human gingiva: a prospective clinical study. *Scientific Reports*. **5**: p. 18498, 2015.
19. Kakaboura A., Fragouli M., Rahiotis C., ve Silikas N., 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**(1): p. 155-163, 2007.
20. Langsten R.E., Dunn W.J., Hartup G.R., ve Murchison D.F., Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **14**(2): p. 92-96, 2002.
21. Villalta P., Lu H., Okte Z., Garcia-Godoy F., ve Powers J.M., Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **95**(2): p. 137-142, 2006.
22. Altun C., Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi*. **47**(1): p. 77-82, 2005.
23. Roberson T., Heymann H.O., ve Swift Jr E.J., *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier Health Sciences, 2006.
24. Burgess J., Walker R., ve Davidson J., Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric Dentistry*. **24**(5): p. 465-479, 2002.
25. Çakmakçıoğlu Ö., Işıklı polimerizasyon cihazlarının estetik dolgu materyalleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İstanbul, 2007.
26. Atalı P.Y., Beyazlatma ajanları ve beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik üzerine etkilerinin in-vitro incelenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
27. Boaro L.C.C., Gonçalves F., Guimarães T.C., Ferracane J.L., Versluis A., ve Braga R.R., Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dental Materials*. **26**(12): p. 1144-1150, 2010.

28. Powers J.M., Sakaguchi R.L., ve Craig R.G., Craig's restorative dental materials/edited by Ronald L. Sakaguchi, John M. Powers. Philadelphia, PA: Elsevier/Mosby, 2012.
29. Sabbagh J., Ryelandt L., Bacherius L., Biebuyck J.J., Vreven J., Lambrechts P., ve ark., Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation*. **31**(11): p. 1090-1101, 2004.
30. Dayangaç B., Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, 2000.
31. Phillips R., Anusavice KJ Phillips' Science of Dental Materials. St. Louis, Mo: Saunders, 2003.
32. Kumari R.V., Nagaraj H., Siddaraju K., ve Poluri R.K., Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. *Journal of International Oral Health*. **7**(7): p. 63, 2015.
33. Anusavice K.J., Shen C., ve Rawls H.R., Phillips' science of dental materials. Elsevier Health Sciences, 2012.
34. Da Costa J.B., Goncalves F., ve Ferracane J.L., Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. *Operative Dentistry*. **36**(2): p. 205-212, 2011.
35. Phillips R.W., Skinner's science of dental materials. W. B. Saunders Company. 1973.
36. Sturdevant C., Roberson T., Heyman H., ve Sturdevant J., The art science of operative dentistry 3rd ed. St Louis, Toronto, Priceton: The CV Mosby Company. p. 504-12, 1995.
37. Wang R., Liu H., ve Wang Y., Different depth-related polymerization kinetics of dual-cure, bulk-fill composites. *Dental Materials*. **35**(8): p. 1095-1103, 2019.
38. Hofmann N., Papsthart G., Hugo B., ve Klaiber B., Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *Journal of Oral Rehabilitation*. **28**(11): p. 1022-1028, 2001.
39. Ilie N. ve Hickel R., Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clinical Oral Investigations*. **13**(4): p. 427, 2009.
40. Bayne S.C., Thompson J.Y., Swift Jr E.J., Stamatiades P., ve Wilkerson M., A characterization of first-generation flowable composites. *The Journal of the American Dental Association*. **129**(5): p. 567-577, 1998.
41. Czasch P. ve Ilie N., In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical Oral Investigations*. **17**(1): p. 227-235, 2013.
42. Garcia D., Yaman P., Dennison J., ve Neiva G., Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins. *Operative Dentistry*. **39**(4): p. 441-448, 2014.

43. El-Damanhoury H. ve Platt J., Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Operative Dentistry*. **39**(4): p. 374-382, 2014.
44. Alrahlah A., Silikas N., ve Watts D., Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dental Materials*. **30**(2): p. 149-154, 2014.
45. Garoushi S., Säilynoja E., Vallittu P.K., ve Lassila L., Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials*. **29**(8): p. 835-841, 2013.
46. Tarle Z., Attin T., Marovic D., Andermatt L., Ristic M., ve Tauböck T.T., Influence of irradiation time on subsurface degree of conversion and microhardness of high-viscosity bulk-fill resin composites. *Clinical Oral Investigations*. **19**(4): p. 831-840, 2015.
47. Abed Y., Sabry H., ve Alrobeigy N., Degree of conversion and surface hardness of bulk-fill composite versus incremental-fill composite. *Tanta Dental Journal*. **12**(2): p. 71-80, 2015.
48. Park S.H., Krejci I., ve Lutz F., Microhardness of resin composites polymerized by plasma arc or conventional visible light curing. *Operative Dentistry*. **27**(1): p. 30-37, 2002.
49. Van Ende A., De Munck J., Van Landuyt K.L., Poitevin A., Peumans M., ve Van Meerbeek B., Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dental Materials*. **29**(3): p. 269-277, 2013.
50. Czasch P. ve Ilie N., In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clinical Oral Investigations*. **17**(1): p. 227-235, 2013.
51. Garoushi S., Vallittu P., Shinya A., ve Lassila L., Influence of increment thickness on light transmission, degree of conversion and micro hardness of bulk fill composites. *Odontology*. **104**(3): p. 291-297, 2016.
52. Bucuta S. ve Ilie N., Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical Oral Investigations*. **18**(8): p. 1991-2000, 2014.
53. Rocha M., De Oliveira D., Sinhoreti M., Roulet J., ve Correr A., The combination of CQ-amine and TPO increases the polymerization shrinkage stress and does not improve the depth of cure of bulk-fill composites. *Operative Dentistry*. **44**(5): p. 499-509, 2019.
54. Ilie N., Bucuta S., ve Draenert M., Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Operative Dentistry*. **38**(6): p. 618-625, 2013.
55. Haugen H.J., Marovic D., Khai Le Thieu M., Reseland J.E., ve Johnsen G.F., Bulk Fill Composites Have Similar Performance to Conventional Dental Composites. *International Journal of Molecular Sciences*. **21**(14): p. 5136, 2020.
56. Feng L. ve Suh B., A mechanism on why slower polymerization of a dental composite produces lower contraction stress. *Journal of Biomedical Materials*

Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials. **78**(1): p. 63-69, 2006.

57. Feng L. ve Suh B., The effect of curing modes on polymerization contraction stress of a dual cured composite. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials.* **76**(1): p. 196-202, 2006.
58. Poss S., Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dentistry Today.* **29**(4): p. 104, 2010.
59. Vichi A., Margvelashvili M., Goracci C., Papacchini F., ve Ferrari M., Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clinical Oral Investigations.* **17**(6): p. 1497-1506, 2013.
60. Todd J., Scientific Documentation: Cention N. Ivoclar-Vivadent Press: Schaan, Liechtenstein. p. 1-58, 2016.
61. Mishra A., Singh G., ve Singh S., Comparative evaluation of mechanical properties of Cention N with conventionally used restorative materials—an in vitro study. *International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* **8**(4): p. 120-124, 2018.
62. Jayaraj D., Simon E.P., Kumar M.R., ve SV R., Cention N: A Review. *Dental Bites.* p. 14, 2018.
63. Bishara S.E., Ajlouni R., Soliman M.M., Oonsombats C., Laffoon J.F., ve Warren J., Evaluation of a new nano-filled restorative material for bonding orthodontic brackets. *World Journal of Orthodontics.* **8**(1), 2007.
64. Lussi A., Composite materials: Composition, properties and clinical applications. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* **120**(11): p. 972-979, 2010.
65. Mahmoud S.H., El-Embaby A.E., AbdAllah A.M., ve Hamama H.H., Two-year clinical evaluation of ormocer, nanohybrid and nanofill composite restorative systems in posterior teeth. *Journal of Adhesive Dentistry.* **10**(4), 2008.
66. Ikemura K., Tay F., Kouro Y., Endo T., Yoshiyama M., Miyai K., ve ark., Optimizing filler content in an adhesive system containing pre-reacted glass-ionomer fillers. *Dental Materials.* **19**(2): p. 137-146, 2003.
67. Kimyai S., Savadi Oskoe S., Ajami A.A., Sadr A., ve Asdagh S., Effect of Three Prophylaxis Methods on Surface Roughness of Giomer. *Medicina Oral Patología oral Cirugía Bucal.* 2011.
68. Bekmezoğlu Z.E., Güngör Ö.E., ve Karayılmaz H., Comparison of Glass Carbomer, Giomer, Glass Ionomer and Resin Fissure Sealants on Permanent Molar Teeth. *Journal of Dentistry Indonesia.* **26**(1): p. 10-18, 2019.
69. Ilie N. ve Hickel R., Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dental Materials Journal.* **25**(3): p. 445-454, 2006.

70. Weinmann W., Thalacker C., ve Guggenberger R., Siloranes in dental composites. *Dental Materials*. **21**(1): p. 68-74, 2005.
71. Jefferies S.R., Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental Clinics of North America*. **51**(2): p. 379-397, 2007.
72. Pirkoca G., Kinna A.H., Ulusoy N., ve Bağış Y.H., Farklı sistemlerle bitirme ve cila uygulanan üç kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **37**(1): p. 37-44, 2009.
73. Rai R. ve Gupta R., In vitro evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. *Journal of Conservative Dentistry*. **16**(6): p. 564, 2013.
74. Ryba T.M., Dunn W.J., ve Murchison D.F., Surface roughness of various packable composites. *Operative Dentistry*. **27**(3): p. 243-247, 2002.
75. Türkün L. ve Türkün M., The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*. **29**(2): p. 203, 2004.
76. Lutz F., Setcos J.C., ve Phillips R.W., New finishing instruments for composite resins. *Journal of the American Dental Association* (1939). **107**(4): p. 575-580, 1983.
77. Roeder L.B. ve Powers J.M., Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *American Journal of Dentistry*. **17**(2): p. 109-112, 2004.
78. Tjan A.H. ve Chan C.A., The polishability of posterior composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **61**(2): p. 138-146, 1989.
79. De Jager N., Feilzer A., ve Davidson C., The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dental Materials*. **16**(6): p. 381-388, 2000.
80. Marghalani H.Y., Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **22**(2): p. 127-138, 2010.
81. Yap A. ve Mok B., Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry*. **27**(2): p. 161, 2002.
82. Chung K.-h., Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*. **10**(5): p. 325-330, 1994.
83. Ölmez A. ve Kisbet S., Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontologica Turcica*. **30**(2): p. 115-22, 2012.
84. Jung M., Bruegger H., ve Klimek J., Surface geometry of three packable and one hybrid composite after polishing. *Operative Dentistry*. **28**(6): p. 816-824, 2003.
85. Gedik R., Hürmüzlü F., Coşkun A., Bektaş Ö.Ö., ve Özdemir A.K., Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*. **136**(8): p. 1106-1112, 2005.

86. Watanabe T., Miyazaki M., Takamizawa T., Kurokawa H., Rikuta A., ve Ando S., Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *Journal of Oral Science*. **47**(1): p. 21-25, 2005.
87. Paravina R.D., *Esthetic color training in dentistry*. Vol. 1, Mosby, 2004.
88. Bagheri R., Burrow M., ve Tyas M., Surface characteristics of aesthetic restorative materials—an SEM study. *Journal of Oral Rehabilitation*. **34**(1): p. 68-76, 2007.
89. Bollenl C.M., Lambrechts P., ve Quirynen M., 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): p. 258-269, 1997.
90. Weitman R.T. ve Eames W.B., Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *The Journal of the American Dental Association*. **91**(1): p. 101-106, 1975.
91. Bani M. ve Öztaş N., Cam iyonmer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*. **30**(1): p. 13-7, 2013.
92. Joniot S., Salomon J.P., Dejou J., ve Grégoire G., Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*. **31**(1): p. 39-46, 2006.
93. Türel V., Restoratİf dental materyallerİn yüzey mekanik özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **25**: p. 77-82, 2015.
94. Neme A., Frazier K.B., Roeder L., ve Debner T., Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*. **27**(1): p. 50-58, 2002.
95. Ergün G. ve Yenisey M., 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*. **7**(2): p. 73-81, 2006.
96. Coşkun A., Nano-Dünyanın Elektronik Gözlüğü Elektron Mikroskobu. *Bilim ve Teknik Dergisi*. p. 120-122, 2010.
97. Gadegaard N., Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*. **81**(2-3): p. 87-97, 2006.
98. Salapaka S.M. ve Salapaka M.V., Scanning probe microscopy. *IEEE Control Systems Magazine*. **28**(2): p. 65-83, 2008.
99. Keyf F., Uzun G., ve Altunsoy S., Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **33**(4): p. 52-58, 2009.
100. Doğan E. ve Zaimoğlu A., Temel metal ve kor alt yapı üzerine farklı kalınlıklarda hazırlanan düşük ısı porseleninin renk stabilitesinin eskitme sonrası karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*

33(1): p. 107-118, 2006.

101. Johnston W.M., Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*. **37**: p. e2-e6, 2009.
102. Tung F.F., Goldstein G.R., Jang S., ve Hittelman E., The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **88(6)**: p. 585-590, 2002.
103. Sproull R.C., Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **86(5)**: p. 453-457, 2001.
104. Rosenstiel S., Land M., ve Fujimoto J., Contemporary fixed Prosthodontics. The CV Mosby Co: St. Louis, 2001.
105. Joiner A., Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*. **32**: p. 3-12, 2004.
106. Brewer J.D., Wee A., ve Seghi R., Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*. **48(2)**: p. v, 341-58, 2004.
107. Fondriest J., Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*. **23(5)**: p. 467-480, 2003.
108. Kuehni R.G., The early development of the Munsell system. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur*. **27(1)**: p. 20-27, 2002.
109. Kahramanoğlu E. ve Özkan Y.K., Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal*. **16(4)**: p. 339-347, 2013.
110. Wozniak W., Siew E., Lim J., McGill S., Sabri Z., ve Moser J., Color mixing in dental porcelain. *Dental Materials*. **9(4)**: p. 229-233, 1993.
111. Seghi R.R., Johnston W.M., ve O'brien W., Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **56(1)**: p. 35-40, 1986.
112. Johnston W. ve Kao E., Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*. **68(5)**: p. 819-822, 1989.
113. Schulze K.A., Marshall S.J., Gansky S.A., ve Marshall G.W., Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*. **19(7)**: p. 612-619, 2003.
114. Zhang F., Heydecke G., ve Razzoog M.E., Double-layer porcelain veneers: effect of layering on resulting veneer color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **84(4)**: p. 425-431, 2000.
115. Samra A.P.B., Pereira S.K., Delgado L.C., ve Borges C.P., Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*. **22(3)**: p. 205-210, 2008.

116. Paravina R.D., Ghinea R., Herrera L.J., Bona A.D., Igiel C., Linninger M., ve ark., Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **27**: p. S1-S9, 2015.
117. Sim C., Yap A., ve Teo J., Color perception among different dental personnel. *Operative Dentistry*. **26**(5): p. 435, 2001.
118. Kroeze H., Plasschaert A., Van't Hof M., ve Truin G., Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restorations in Dutch adults. *Journal of Dental Research*. **69**(6): p. 1270-1274, 1990.
119. Kim-Pusateri S., Brewer J.D., Dunford R.G., ve Wee A.G., In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **98**(5): p. 353-358, 2007.
120. Paravina R.D., Westland S., Kimura M., Powers J.M., ve Imai F.H., Color interaction of dental materials: blending effect of layered composites. *Dental Materials*. **22**(10): p. 903-908, 2006.
121. Bayindir F. ve Wee A.G., Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **30**(3): p. 40-46, 2006.
122. Ishikawa-Nagai S., Yoshida A., Sakai M., Kristiansen J., ve Da Silva J.D., Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry*. **37**: p. e57-e63, 2009.
123. Da Silva J.D., Park S.E., Weber H.-P., ve Ishikawa-Nagai S., Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **99**(5): p. 361-368, 2008.
124. Culpepper W.D., A comparative study of shade-matching procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **24**(2): p. 166-173, 1970.
125. Wee A.G., Monaghan P., ve Johnston W.M., Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **87**(6): p. 657-666, 2002.
126. Chu S.J., Trushkowsky R.D., ve Paravina R.D., Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*. **38**: p. e2-e16, 2010.
127. Paul S.J., Peter A., Rodoni L., ve Pietrobon N., Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Journal of Prosthetic Dentistry*. **92**(6): p. 577, 2004.
128. Judeh A. ve Al-Wahadni A., A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence International*. **40**(9): p. e69-79, 2009.
129. Turgut S. ve Bagis B., Color stability of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Dentistry*. 2011.
130. Nasim I., Neelakantan P., Sujeer R., ve Subbarao C., Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *Journal of Dentistry*. **38**: p. e137-e142, 2010.

131. da Rosa Kaizer M., Diesel P.G., Mallmann A., ve Jacques L.B., Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency. *Journal of Dentistry*. **40**: p. e64-e71, 2012.
132. Janda R., Roulet J.F., Kaminsky M., Steffin G., ve Latta M., Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *European Journal of Oral Sciences*. **112**(3): p. 280-285, 2004.
133. Ardu S., Gutemberg D., Krejci I., Feilzer A.J., Di Bella E., ve Dietschi D., Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *Journal of Dentistry*. **39**: p. e37-e44, 2011.
134. Sideridou I., Tserki V., ve Papanastasiou G., Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*. **24**(4): p. 655-665, 2003.
135. Correr A.B., Sinhoreti M.A.C., Correr Sobrinho L., Tango R.N., Schneider L.F.J., ve Consani S., Effect of the increase of energy density on Knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc. *Brazilian Dental Journal*. **16**(3): p. 218-224, 2005.
136. Brackett M.G., Brackett W.W., Browning W.D., ve Rueggeberg F.A., The effect of light curing source on the residual yellowing of resin composites. *Operative Dentistry*. **32**(5): p. 443-450, 2007.
137. Ertas E., Gueler A.U., Yucel A.C., Köprülü H., ve Güler E., Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*. **25**(2): p. 371-376, 2006.
138. Gönülol N. ve Yılmaz F., The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*. **40**: p. e64-e70, 2012.
139. Chen M.-H., Update on dental nanocomposites. *Journal of Dental Research*. **89**(6): p. 549-560, 2010.
140. Lima D.M., Linhares T.S., Lima S.N.L., Carvalho E.M., Loguercio A.D., Bauer J., ve ark., Effect of sonic application of self-adhesive resin cements on push-out bond strength of glass fiber posts to root dentin. *Materials*. **12**(12): p. 1930, 2019.
141. Nascimento A.S., Lima D.B., Fook M.V.L., Albuquerque M.S.d., Lima E.A.d., Sabino M.A., ve ark., Physicomechanical characterization and biological evaluation of bulk-fill composite resin. *Brazilian Oral Research*. **32**, 2018.
142. Salehi S., Gwinner F., Mitchell J.C., Pfeifer C., ve Ferracane J.L., Cytotoxicity of resin composites containing bioactive glass fillers. *Dental Materials*. **31**(2): p. 195-203, 2015.
143. Yoon T.H., Lee Y.K., Lim B.S., ve Kim C.W., Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *Journal of Oral Rehabilitation*. **29**(12): p. 1165-1173, 2002.

144. Vandewalker J.P., Casey J.A., Lincoln T.A., ve Vandewalle K.S., Properties of dual-cure, bulk-fill composite resin restorative materials. *General Dentistry*. **64**(2): p. 68-73, 2016.
145. Tiskaya M., Al-Eesa N., Wong F., ve Hill R., Characterization of the bioactivity of two commercial composites. *Dental Materials*. **35**(12): p. 1757-1768, 2019.
146. Zhou X., Huang X., Li M., Peng X., Wang S., Zhou X., ve ark., Development and status of resin composite as dental restorative materials. *Journal of Applied Polymer Science*. **136**(44): p. 48180, 2019.
147. Dodiya P.V., Parekh V., Gupta M.S., Patel N., Shah M., ve Tatu S., Clinical evaluation of Cention–N and nano hybrid composite resin as a restoration of non-carious cervical lesion. *Journal of Dental Specialities*. **7**(1): p. 3-5, 2019.
148. Francois P., Fouquet V., Attal J.-P., ve Dursun E., Commercially available fluoride-releasing restorative materials: a review and a proposal for classification. *Materials*. **13**(10): p. 2313, 2020.
149. Roulet J.F., Gummadi S., Hussein H.S., Abdulhameed N., ve Shen C., In vitro wear of dual-cured bulkfill composites and flowable bulkfill composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **32**(5): p. 512-520, 2020.
150. Rai S., Kumari R.A., ve Meena N., Comparative assessment of fluoride release and recharge through newer fluoride releasing posterior restorative materials: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. **22**(6): p. 544, 2019.
151. Sinhorini P.A., Costa I.A.P., Lopez-Capp T.T., Biazevic M.G.H., ve de Paiva L.A.S., Comparative analysis of four morphometric methods for sex estimation: A study conducted on human skulls. *Legal Medicine*. **39**: p. 29-34, 2019.
152. Samanta S., Das U.K., ve Mitra A., Comparison of microleakage in class V cavity restored with flowable composite resin, glass ionomer cement and cention N. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*. 2017.
153. Soliman H.A., Elkholy N.R., Hamama H.H., El-Sharkawy F.M., Mahmoud S.H., ve Comisi J.C., Effect of different polishing systems on the surface roughness and gloss of novel nanohybrid resin composites. *European Journal of Dentistry*. 2020.
154. Pala K., Tekce N., Tuncer S., Serim M.E., ve Demirci M., 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): p. 278-289, 2016.
155. Ozkanoglu S. ve Akin E.G., Evaluation of the effect of various beverages on the color stability and microhardness of restorative materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice* **23**(3): p. 322, 2020.
156. Ardu S., Duc O., Di Bella E., Krejci I., ve Daher R., Color stability of different composite resins after polishing. *Odontology*. **106**(3): p. 328-333, 2018.
157. Çelik N., Sağsöz Ö., ve Gündoğdu M., Farklı içeceklerin posterior kompozitlerin renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin

- değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. **27**(1): p. 27-33, 2017.
158. Um C.M. ve Ruyter I., Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International*. **22**(5), 1991.
 159. Güler A.U., Güler E., Yücel A.Ç., ve Ertaş E., Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*. **17**(2): p. 108-112, 2009.
 160. Satou N., Khan A., Matsumae I., Satou J., ve Shintani H., In vitro color change of composite-based resins. *Dental Materials*. **5**(6): p. 384-387, 1989.
 161. Alawjali S.S. ve Lui J., Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*. **41**: p. e53-e61, 2013.
 162. Mair L., Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *Journal of Dental Research*. **70**(3): p. 215-220, 1991.
 163. Backes C.N., França F.M.G., Turssi C.P., Amaral F.L.B.d., ve Basting R.T., Color stability of a bulk-fill composite resin light-cured at different distances. *Brazilian Oral Research*. **34**, 2020.
 164. Guler A.U., Kurt S., ve Kulunk T., Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **93**(5): p. 453-458, 2005.
 165. Knezović Zlatarić D., Illeš D., Alajbeg I.Ž., ve Žagar M., In vivo procjena pouzdanosti mjerenja ispitivača uređajem za određivanje boje zuba VITA Easyshade® Advance 4.0. *Acta stomatologica Croatica*. **50**(1): p. 34-39, 2016.
 166. Kolbeck C., Rosentritt M., Lang R., ve Handel G., Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dental Materials*. **22**(1): p. 63-68, 2006.
 167. Okubo S.R., Kanawati A., Richards M.W., ve Childressd S., Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **80**(6): p. 642-648, 1998.
 168. Müdüroğlu R., Kivrak T.Ç., ve Nalçacı A., Methods and Devices Used in Color Determination. *Cumhuriyet Dental Journal*. **21**(1): p. 61-69, 2018.
 169. Soygun K., Varol O., Ozer A., ve Bolayir G., Investigations on the effects of mouthrinses on the colour stability and surface roughness of different dental bioceramics. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. **9**(3): p. 200, 2017.
 170. Lee Y.K., Lim B.S., ve Kim C.W., Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. **63**(5): p. 657-663, 2002.
 171. Buyukyilmaz S. ve Ruyter I., Color stability of denture base polymers. *International Journal of Prosthodontics*. **7**(4), 1994.

172. Saraç Ş., Saraç D., ve Yüzbaşıoğlu E., Üç farklı renk skalasının renk farklılıkları yönünden kolorimetrik olarak incelenmesi. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. **23**(2): p. 85-90, 2006.
173. Yazici A.R., Celik C., Dayangaç B., ve Özgünaltay G., The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. Operative Dentistry. **32**(6): p. 616-622, 2007.
174. Schmitt V.L., Puppini-Rontani R.M., Naufel F.S., Nahsan F.P.S., Alexandre Coelho Sinhoreti M., ve Baseggio W., Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. International Scholarly Research Notices. **2011**, 2011.
175. Pereira S.G., Osorio R., Toledano M., Cabrerizo-Vílchez M.A., Nunes T.G., ve Kalachandra S., Novel light-cured resins and composites with improved physicochemical properties. Dental Materials. **23**(10): p. 1189-1198, 2007.
176. Falkensammer F., Arnetzl G.V., Wildburger A., ve Freudenthaler J., Color stability of different composite resin materials. The Journal of Prosthetic Dentistry. **109**(6): p. 378-383, 2013.
177. Zhou X., Wang S., Peng X., Hu Y., Ren B., Li M., ve ark., Effects of water and microbial-based aging on the performance of three dental restorative materials. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. **80**: p. 42-50, 2018.
178. Gonulol N., Ozer S., ve Sen Tunc E., Water sorption, solubility, and color stability of giomer restoratives. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. **27**(5): p. 300-306, 2015.
179. Reis A.F., Giannini M., Lovadino J.R., ve Ambrosano G.M., Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. Dental Materials. **19**(1): p. 12-18, 2003.
180. Diamantopoulou S., Papazoglou E., Margaritis V., Lynch C.D., ve Kakaboura A., Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing. Journal of Dentistry. **41**: p. e62-e69, 2013.
181. Majeti C., Ravi R., Kambhampati B., Borugadda R., Athkuri S., ve Kakani A.K., Evaluation of the color stability of two different posterior tooth colored restorative materials. F1000Research. **9**(1251): p. 1251, 2020.
182. Pratomo A., Triaminingsih S., ve Indrani D.J. Effect on tooth discoloration from the coffee drink at various smoke disposal during coffee bean roasting. in Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018.
183. Hersek N., Uzun G., ve Yildiz P., Color stability of denture base acrylic resins in three food colorants. The Journal of Prosthetic Dentistry. **81**(4): p. 375-379, 1999.
184. Lee Y.-K. ve Powers J.M., Combined effect of staining substances on the discoloration of esthetic Class V dental restorative materials. Journal of Materials Science: Materials in Medicine. **18**(1): p. 165-170, 2007.

185. Van Buren J.P. ve Robinson W.B., Formation of complexes between protein and tannic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **17**(4): p. 772-777, 1969.
186. Park C., Hyun S., Lee J., Seol H., Kim H., ve Kwon Y., Evaluation of polymerization in fluoride-containing composite resins. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. **18**(8): p. 1549-1556, 2007.
187. Amalavathy R.K., Sahoo H.S., Shivanna S., Lingaraj J., ve Aravinthan S., Staining effect of various beverages on and surface nano-hardness of a resin coated and a non-coated fluoride releasing tooth-coloured restorative material: An in-vitro study. *Heliyon*. **6**(6): p. e04345, 2020.
188. François P., Remadi A., Le Goff S., Abdel-Gawad S., Attal J.-P., ve Dursun E., Flexural properties and dentin adhesion in recently developed self-adhesive bulk-fill materials. *Journal of Oral Science*. **63**(2): p. 139-144, 2021.
189. Garoushi S., Vallittu P.K., ve Lassila L., Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dental Materials Journal*. p. 2017-161, 2018.
190. Söderholm K.-J., Zigan M., Ragan M., Fischlschweiger W., ve Bergman M., Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal of Dental Research*. **63**(10): p. 1248-1254, 1984.
191. Lu H., Roeder L.B., Lei L., ve Powers J.M., Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **17**(2): p. 102-108, 2005.
192. Davis B.A., Friedl K.H., ve Powers J.M., Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. *Journal of Prosthodontics*. **4**(2): p. 111-115, 1995.
193. Abu-bakr N., Han L., Okamoto A., ve Iwaku M., Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **84**(4): p. 444-452, 2000.
194. Gömeç Y., Dorter C., Ersev H., Efes B.G., ve Yildiz E., Effects of dietary acids on surface microhardness of various tooth-colored restoratives. *Dental Materials Journal*. **23**(3): p. 429-435, 2004.
195. Fidan M., Yeşilirmak N., ve Tuncdemir M.T., Kahve ile Renklendirmenin Kompozit Rezinlerde Renk Stabilitesi ve Transluseresi Parametresi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*. **3**(1): p. 26-32, 2021.
196. Sagsoz O., Demirci T., Demirci G., Sagsoz N.P., ve Yildiz M., The effects of different polishing techniques on the staining resistance of CAD/CAM resin-ceramics. *The Journal of Advanced Prosthodontics*. **8**(6): p. 417, 2016.
197. Alshabib A., Algamaiah H., Silikas N., ve Watts D.C., Material behavior of resin composites with and without fibers after extended water storage. *Dental Materials Journal*. p. 2020-028, 2021.
198. Mansouri S.A. ve Zidan A.Z., Effect of water sorption and solubility on color stability of bulk-fill resin composite. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. 2018.

199. Miletic V., Marjanovic J., Veljovic D.N., Stasic J.N., ve Petrovic V., Color stability of bulk-fill and universal composite restorations with dissimilar dentin replacement materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **31**(5): p. 520-528, 2019.
200. Koc-Vural U., Baltacioglu I., ve Altinci P., Color stability of bulk-fill and incremental-fill resin-based composites polished with aluminum-oxide impregnated disks. *Restorative Dentistry & Endodontics*. **42**(2): p. 118, 2017.
201. Barutçigil Ç. ve Yıldız M., Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *Journal of Dentistry*. **40**: p. e57-e63, 2012.
202. Freitas F., Pinheiro de Melo T., Delgado A.H., Monteiro P., Rua J., Proença L., ve ark., Varying the Polishing Protocol Influences the Color Stability and Surface Roughness of Bulk-Fill Resin-Based Composites. *Journal of Functional Biomaterials*. **12**(1): p. 1, 2021.
203. Mehrican Ş., Dual ve Işıklı Sertleşen İki Farklı Kompozitin Klinik Olarak Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi. p. 37, 2019.
204. Bolhuis P.B., de Gee A.J., Kleverlaan C.J., El Zohairy A.A., ve Feilzer A.J., Contraction stress and bond strength to dentin for compatible and incompatible combinations of bonding systems and chemical and light-cured core build-up resin composites. *Dental Materials*. **22**(3): p. 223-233, 2006.
205. Wang R. ve Wang Y., Depth-dependence of Degree of Conversion and Microhardness for Dual-cure and Light-cure Composites. *Operative Dentistry*. **45**(4): p. 396-406, 2020.
206. Monterubbianesi R., Orsini G., Tosi G., Conti C., Librando V., Procaccini M., ve ark., Spectroscopic and mechanical properties of a new generation of bulk fill composites. *Frontiers in Physiology*. **7**: p. 652, 2016.
207. Prakki A., Cilli R., Mondelli R.F.L., Kalachandra S., ve Pereira J.C., Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *Journal of Dentistry*. **33**(2): p. 91-98, 2005.
208. Marghalani H.Y., Effect of filler particles on surface roughness of experimental composite series. *Journal of Applied Oral Science*. **18**(1): p. 59-67, 2010.
209. Yap A. ve Mok B., Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. *Operative Dentistry*. **27**(6): p. 576-581, 2002.
210. West N., Maxwell A., Hughes J., Parker D., Newcombe R., ve Addy M., A method to measure clinical erosion: the effect of orange juice consumption on erosion of enamel. *Journal of Dentistry*. **26**(4): p. 329-335, 1998.
211. Erkli H. ve Ersöz E., Farklı fluor jellerin rezin materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **29**(2): p. 79-85, 2012.

212. Jones C., Billington R., ve Pearson G., The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*. **196**(1): p. 42-45, 2004.
213. Teixeira E.C., Thompson J.L., Piascik J.R., ve Thompson J.Y., In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **17**(3): p. 172-181, 2005.
214. Silikas N., Kavvadia K., Eliades G., ve Watts D., Surface characterization of modern resin composites: A multitechnique approach. *American Journal of Dentistry*. **18**(2): p. 95-100, 2005.
215. Janus J., Fauxpoint G., Arntz Y., Pelletier H., ve Etienne O., Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dental Materials*. **26**(5): p. 416-425, 2010.
216. Tekce N., Pala K., Tuncer S., ve Demirci M., The effect of surface sealant application and accelerated aging on posterior restorative surfaces: An SEM and AFM study. *Dental Materials Journal*. p. 2016-173, 2017.
217. Guler S. ve Unal M., The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: an SEM and AFM study. *Microscopy Research and Technique*. **81**(12): p. 1422-1433, 2018.
218. Aytac F., Karaarslan E.S., Agaccioglu M., Tastan E., Buldur M., ve Kuyucu E., Effects of novel finishing and polishing systems on surface roughness and morphology of nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **28**(4): p. 247-261, 2016.
219. Erdemir U., Yildiz E., Eren M.M., Ozsoy A., ve Topcu F.T., Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*. **8**(2): p. 160-169, 2013.
220. Yap A., Yap S., Teo C., ve Ng J., Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Operative Dentistry*. **29**(1): p. 100-104, 2004.
221. Bilgili A.G.D., Dündar Ö.Ü.A., Barutçugil Ç., ve Öcal U.D.İ.B., Farkli cila sistemlerinin kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülükleri üzerine etkisi. *Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. **16**(2): p. 147-153, 2020.
222. Stoddard J.W. ve Johnson G.H., An evaluation of polishing agents for composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **65**(4): p. 491-495, 1991.
223. Marigo L., Rizzi M., La Torre G., ve Rumi G., 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Operative Dentistry*. **26**(6): p. 562-568, 2001.
224. Rigo L.C., Bordin D., Fardin V.P., Coelho P.G., Bromage T.G., Reis A., ve ark., Influence of Polishing System on the Surface Roughness of Flowable and Regular-Viscosity Bulk Fill Composites. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. **38**(4), 2018.
225. Setty A., Nagesh J., Marigowda J.C., kumar Shivanna A., Paluvaray S.K., ve Ashwathappa G.S., Comparative evaluation of surface roughness of novel

- resin composite Cention N with Filtek Z350 XT: In vitro study. *International Journal of Oral Care and Research*. **7**(1): p. 15, 2019.
226. Pereira C., Eskelson E., Cavalli V., Liporoni P.C.S., Jorge A.O.C., ve Rego M.d., *Streptococcus mutans* biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Operative Dentistry*. **36**(3): p. 311-317, 2011.
 227. Candan M. ve Ünal M., The effect of various asthma medications on surface roughness of pediatric dental restorative materials: An atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. *Microscopy Research and Technique*. **84**(2): p. 271-283, 2021.
 228. Alzraikat H., Burrow M., Maghaireh G., ve Taha N., Nanofilled resin composite properties and clinical performance: a review. *Operative Dentistry*. **43**(4): p. E173-E190, 2018.
 229. Oliveira L., Dos Santos P., Ramos F., Moda M., Briso A., ve Fagundes T., Wear, roughness and microhardness analyses of single increment restorative materials submitted to different challenges in vitro. *European Archives of Paediatric Dentistry*. p. 1-9, 2020.
 230. O'Neill C., Kreplak L., Rueggeberg F.A., Labrie D., Shimokawa C.A.K., ve Price R.B., Effect of tooth brushing on gloss retention and surface roughness of five bulk-fill resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. **30**(1): p. 59-69, 2018.
 231. Granat M., Cieloszyk J., Kowalska U., Buczkowska-Radlińska J., ve Łagocka R., Surface Geometry of Four Conventional Nanohybrid Resin-Based Composites and Four Regular Viscosity Bulk Fill Resin-Based Composites after Two-Step Polishing Procedure. *BioMed Research International*. **2020**, 2020.
 232. Mitra S.B., Wu D., ve Holmes B.N., An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*. **134**(10): p. 1382-1390, 2003.
 233. Bucuta S. ve Ilie N., Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clinical Oral Investigations*. **18**(8): p. 1991-2000, 2014.
 234. Ergücü Z. ve Türkün L., Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*. **32**(2): p. 185-192, 2007.
 235. Say E.C., Yurdagüven H., Yaman B.C., ve Özer F., Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dental Materials Journal*. **33**(3): p. 332-342, 2014.
 236. Kılıç V. ve Gök A., Effect of different polishing systems on the surface roughness of various bulk-fill and nano-filled resin-based composites: An atomic force microscopy and scanning electron microscopy study. *Microscopy Research and Technique*. 2021.

237. Paolone G., Moratti E., Goracci C., Gherlone E., ve Vichi A., Effect of Finishing Systems on Surface Roughness and Gloss of Full-Body Bulk-Fill Resin Composites. *Materials*. **13**(24): p. 5657, 2020.
238. Naz F., Khan A.S., Kader M.A., Al Gelban L.O.S., Mousa N.M.A., Asiri R.S.H., ve ark., Comparative evaluation of mechanical and physical properties of a new bulk-fill alkasite with conventional restorative materials. *The Saudi Dental Journal*. 2020.
239. Sarac D., Sarac Y.S., Kulunk S., Ural C., ve Kulunk T., The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. **96**(1): p. 33-40, 2006.
240. Öztürk E. ve Güder G., Correlation between three-dimensional surface topography and color stability of different nanofilled composites. *Scanning*. **37**(6): p. 438-445, 2015.



8.ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Pelin Sönmez
Doğum Yeri ve Tarihi :
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dil : İngilizce
İletişim Adresi :

E-posta Adresi :

Batıkent Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,

Eğitim ve Akademik Durumu

2010-2015

Lise :
Lisans-Yüksek Lisans :

Ünvan : Araştırma Görevlisi

İş Tecrübesi

Sağlık Bakanlığı : Nevşehir Ağız Diş Sağlığı Merkezi, 2017