

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI CİLA SİSTEMLERİNİN KOMPOZİT MATERYAL
YÜZEYİ ÜZERİNE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRMALI
OLARAK İN VİTRO İNCELENMESİ**

GÖZDE ULUSOY

**DANIŞMAN
PROF. DR. YAVUZ GÖMEÇ**

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2016

DOKTORA TEZİ ONAYI


İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Restoratif Diş Tedavisi Programında Doktora öğrencisi Gözde ARMUTÇU tarafından Prof.Dr.Yavuz GÖMEÇ'in danışmanlığında hazırlanan "Farklı Cila Sistemlerinin Kompozit Materyal Yüzeyi Üzerine Etkisinin Karşılaştırılmalı Olarak İn Vitro İncelenmesi" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 05/12/2016 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı
Prof.Dr.Sami BÜYÜKGÖKÇESU
İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı



Jüri-Danışman
Prof.Dr.Yavuz GÖMEÇ
İ. Ü.Dişhekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Danışman



Jüri
Prof.Dr.Mustafa DEMİRCİ
İ. Ü. Dişhekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı



Jüri
Doç.Dr.Batu Can YAMAN
Eskişehir Osmangazi Üniver.Dişhek.Fak.
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

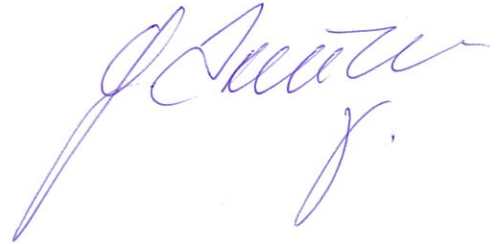
Jüri
Prof.Dr.Bülent TOPBAŞI
Marmara Üniver.Dişhekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı



BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Gözde Armutçu



İTHAF

Canım Aileme ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım sırasında engin bilgisi ve hoşgörüsü ile her konuda bana daima destek olan, deneyimleriyle yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Yavuz Gömeç'e,

Tez izleme komitesinde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Faik Bülent Topbaşı ve Prof. Dr. Mustafa Demirci' ye,

Doktora eğitimime katkılarından dolayı başta Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Sami Büyükgökçesu ve Prof. Dr. Taner Yücel olmak üzere tüm Anabilim Dalımız öğretim üyelerine,

Doktora eğitimimin keyifli ve güzel geçmesini sağlayan başta Dr. Dt. Deniz Eski, Uzm. Dt. Zuhal Yıldırım ve Dt. Günçe Saygı olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Tüm eğitim hayatım boyunca ilgisini ve desteğini hep hissettiğim Atıl Ulusoy'a,

Hayatım boyunca aldığım kararlarda yanımda olan canım annem Perihan Armutçu ve ikiz kardeşim Lütfi Armutçu' ya, maddi ve manevi her zaman arkamda olan ve bu mesleği seçmemde en büyük etken olan canım babam Dt. Ahmet Armutçu' ya,

teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ.....	Vİİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ	Xİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİİİ
ÖZET	XİV
ABSTRACT.....	XV
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kompozit Reçineler	3
2.1.1. Kompozit Reçinelerin Yapısı.....	3
2.1.1.1. Organik Polimer Matriks:	4
2.1.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller	4
2.1.2. Kompozit Reçinelerin Sınıflandırılması	5
2.1.2.1. Mikrofil Kompozitler:.....	8
2.1.2.2. Akışkan kompozitler	9
2.1.2.3. Hibrit Kompozitler	10
2.1.2.4. Kondanse Edilebilen Kompozitler:.....	11
2.1.2.5. Kompomerler	11
2.1.2.6. Nanoteknoloji ve Nanokompozitler	11
2.2. Kompozitlerde Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri	12
2.2.1. Bir Restorasyonu Bitirmede Dikkate Alınması Gereken Kriterler	15
2.2.2. Bitirme Aletinin (frezin) Şekli	15
2.2.2.1. Bitirme Aletinin (frezin) Yüzey Niteliği.....	16
2.2.2.2. Restorasyonun Yüzey Niteliği	17
2.2.2.3. İşlem Sırası.....	17
2.2.3. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller	18
2.2.3.1. Bitirme ve cila aletlerinin sınıflandırılması.....	18
2.2.3.2. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri	19

2.3. Kompozitlerde Yüzey Pürüzlülüğü.....	25
2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	27
2.3.1.1. Profilometreler	27
2.3.1.2. Mekanik Profilometreler	27
2.3.1.3. Optik Profilometreler	30
2.4. Kompozitlerde Yüzey Sertliği	30
2.4.1. Yüzey Sertliği Ölçüm Yöntemleri	30
2.4.1.1. Vickers Sertlik Ölçüm Testi.....	31
2.4.1.2. Rockwell Sertlik Ölçüm Testi.....	31
2.4.1.3. Brinell Sertlik Ölçüm Yöntemi	32
2.4.1.4. Knoop Sertlik Ölçüm Testi	32
2.5. Kompozitlerde Yüzey Parlaklığı.....	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	34
3.1. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması.....	41
3.1.1. Kontrol grubu	41
3.1.2. Grup 1	41
3.1.3. Grup 2	41
3.1.4. Grup 3	41
3.1.5. Grup 4	42
3.1.6. Grup 5	42
3.1.7. Grup 6	42
3.1.8. Grup 7	42
3.1.9. Grup 8	42
3.1.10. Grup 9	42
3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	46
3.3. Yüzey Sertliği Ölçümü	46
3.4. Yüzey Parlaklığı Ölçümü.....	46
4. BULGULAR.....	48
5. TARTIŞMA.....	79
6. SONUÇLAR.....	97
7. KAYNAKLAR	100
8. ÖZGEÇMİŞ	119

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Kompozit reçinelerin partikül büyüklüğüne ve partikül yüzdelere göre sınıflaması.....	6
Tablo 2-2: Çeşitli kompozit reçine tiplerinin doldurucu partikül boyut ve hacimleri	8
Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit reçine türü, doldurucu boyutu ve tipi, doldurucu oranı, organik matriks bileşimi ve üretici firma	34
Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan materyallerin kullanım şekli ve üretici firmaları.....	35
Tablo 3-3: Çalışmada uygulanan bitirme ve cila işlemleri ve çalışma grupları	41
Tablo 3-4: Çalışmada kullanılan cihazlar ve üretici firmaları	43
Tablo 4-1: Grupların pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi.....	48
Tablo 4-2: Grupların pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri	49
Tablo 4-3: Grupların pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	50
Tablo 4-4: Grupların sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	51
Tablo 4-5: Grupların parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	52
Tablo 4-6: Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	53
Tablo 4-7: Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri	53
Tablo 4-8: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	54
Tablo 4-9: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	55
Tablo 4-10: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	56
Tablo 4-11: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	57
Tablo 4-12: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri	57
Tablo 4-13: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	58
Tablo 4-14: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	59

Tablo 4-15: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	60
Tablo 4-16: Kontrol, G1 ve G2 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	61
Tablo 4-17: Kontrol, G1, G2 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri.....	61
Tablo 4-18: Kontrol, G1, G2 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	62
Tablo 4-19: Kontrol, G1, G2 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	63
Tablo 4-20: Kontrol, G1, G2 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	64
Tablo 4-21: Kontrol, G3 ve G4 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	65
Tablo 4-22: Kontrol, G3, G4 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri.....	65
Tablo 4-23: Kontrol, G3, G4 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	66
Tablo 4-24: Kontrol, G3, G4 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	67
Tablo 4-25: Kontrol, G3, G4 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	68
Tablo 4-26: Kontrol, G5 ve G6 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	68
Tablo 4-27: Kontrol, G5, G6 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri.....	69
Tablo 4-28: Kontrol, G5, G6 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	69
Tablo 4-29: Kontrol, G5, G6 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	70
Tablo 4-30: Kontrol, G5, G6 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	71

Tablo 4-31: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi	71
Tablo 4-32: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri	72
Tablo 4-33: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi	72
Tablo 4-34: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	73
Tablo 4-35: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi.....	74



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Dental restoratif materyallerin bitirme ve cila işlem basamakları (Jefferies, 2007)	15
Şekil 2-2: Çeşitli Cila Frezleri	16
Şekil 2-3: Super Snap bitirme diskleri	19
Şekil 2-4: Politip F & P Politip P bitirme ve cila seti	20
Şekil 2-5: Tri Fluor-O- Clean	21
Şekil 2-6: Composite Finishing Kit	21
Şekil 2-7 Tungsten Karbit Frez ve Silikon Karbit İçeren Fırça	22
Şekil 2-8: Çeşitli şekillerdeki cila lastikleri	23
Şekil 2-9: Aşındırıcı emdirilmiş fırça ve keçe örnekleri	25
Şekil 2-10: Rz yüzey parametresinin belirlenmesi	27
Şekil 2-11: Rpm yüzey parametresinin belirlenmesi	28
Şekil 2-12: Ra yüzey parametresinin belirlenmesi	29
Şekil 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit reçine materyali	34
Şekil 3-2: Çalışmada kullanılan cila materyali (One Gloss, Shofu Dental Corporation) (Alüminyum oksit kaplı lastik)	36
Şekil 3-3: Çalışmada kullanılan cila materyali (Super-Snap SuperBuff, Shofu Dental Corporation) (Keçe)	36
Şekil 3-4: Çalışmada kullanılan cila materyali (CompoSite, Shofu Dental Corporation) (Alüminyum oksitli pat)	36
Şekil 3-5: Çalışmada kullanılan cila materyali (Sof-lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Alüminyum oksit kaplı lastik)	37
Şekil 3-6: Çalışmada kullanılan cila materyali (Sof-lex Spiral Wheels 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Alüminyum oksit kaplı tekerlekler)	37
Şekil 3-7: Çalışmada kullanılan cila materyali (Astropol Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Alüminyum oksit ve elmas partikül içeren lastik)	38
Şekil 3-8: Çalışmada kullanılan cila materyali (Astrobrush Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Silikon karbit emdirilmiş fırça)	38
Şekil 3-9: Çalışmada kullanılan 10mm×2mm ve 15×2mm kalıplar	39
Şekil 3-10: Çalışmada kullanılan kompozit örnekleri	40

Şekil 3-11: Yüzey bitim işlemi sırasında kullanılan 12 bıçaklı tungsten karbid frez.....	40
Şekil 3-12: Çalışmada kullanılan Işık aleti (Optilux 501 Kerr, Washington DC, ABD)	44
Şekil 3-13: Çalışmada kullanılan Radyometre (Hilux Led Max Curing Light Meter Optimax, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye)	44
Şekil 3-14: Çalışmada kullanılan yüzey sertlik ölçümü cihazı (Micro Vickers Vision Systems 400 Impressions Innovatech, Maastricht, Hollanda)	44
Şekil 3-15: Çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (Surtronic 25 Taylor Hobson, Leicester, İngiltere)	45
Şekil 3-16: Çalışmada kullanılan yüzey parlaklık ölçüm cihazı (407 Statistical Glossmeter Elcometer, Manchester, İngiltere)	45
Şekil 3-17 Çalışmada Kullanılan Stereomikroskop cihazı (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya)	46
Şekil 4-1: G1, G2 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri.....	75
Şekil 4-2: G3, G4 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri.....	76
Şekil 4-3: G5, G6 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri.....	77
Şekil 4-4: G7, G8, G9 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri.....	78

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

Bis-GMA	Bisfenol-A-glisidilmetakrilat
Bis-EMA	Bisfenol A-etilen glikoldimetakrilat
OH^-	hidroksil
ODMA	üretan dimetakrilat
TEGDMA	tri-etilen glikol dimetakrilat
μm	mikrometre
nm	nanometre
Al_2O_3	Alüminyum oksit
SiO_2	Silisyum dioksit
BaO	Baryum oksit
SEM	Tarayıcı elektron mikroskobu
AFM	Atomik kuvvet mikroskobu
mm^2	milimetrekare
kg	kilogram
sn	saniye
rpm	dakikadaki devir sayısı
$^\circ\text{C}$	santigrad derece

ÖZET

Armutçu G. (2016). Farklı Cila Sistemlerinin Kompozit Materyal Yüzeyi Üzerine Etkisinin Karşılaştırmalı Olarak İn Vitro İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Restoratif Diş Tedavisi ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Çalışmanın amacı; farklı bitirme ve cila tekniklerinin nanofil kompozit yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve yüzey parlaklığı üzerine etkilerinin incelenmesidir. Kompozit reçine restorasyonların pürüzsüz yüzeye sahip olmaları restorasyonların klinik ömür ve başarısında önemli rol oynamaktadır.

Çalışmamızda kullanılan kompozit materyalinin (Filtek Ultimate, 3M Espe), Vita skalasında A2 renge denk gelen Body A2'den 200 adet örnek hazırlanmıştır. Bu amaçla 15 mm ve 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde silindirik yuva hazırlanmış teflon kalıplar kullanılmıştır. Örnekler üretici firmanın önerisi doğrultusunda polimerize edildikten sonra gerçekleştirilecek olan bitirme ve cila işlemleri için aralarında rastgele seçim yapılarak 10'ar örnek içeren 10 alt gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu dışında kalan 9 gruba şu bitim ve cila işlemleri uygulanmıştır. Grup 1'de Lastik (One Gloss), Grup 2'de Lastik (One Gloss) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff), Grup 3'de Disk (Sof-Lex XT), Grup 4'te Disk (Sof-Lex XT) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff), Grup 5'te Spiral (Sof-Lex Spiral), Grup 6'da Spiral (Sof-Lex Spiral) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff), Grup 7'de Lastik (AstroPol), Grup 8'de Lastik (AstroPol) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff), Grup 9'da Fırça (AstroBrush) + Lastik (AstroPol) kullanılmıştır. Elde edilen örneklerin glossmetre, profilometre ve mikrosertlik cihazlarıyla sırasıyla parlaklık, pürüzlülük ve sertlik değerleri ölçülmüştür. Sonuçların istatistiksel analizinde IBM SPSS Statistics 22 programı kullanılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır. Anlamlılık ise $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda; yüzey bitim ve cila işlemi sonrası ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri, kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış göstermektedir. Grup 4 ve Grup 3'ün pürüzlülük değerleri ise diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Yüzey sertlik değerleri açısından kontrol grubu en düşük, Grup 4 ve Grup 6 en yüksek sertlik değerlerini vermiştir. Kontrol grubunda en yüksek Grup 9'da ise en düşük yüzey parlaklık değeri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit, Cila, Yüzey pürüzlülüğü, Yüzey sertliği, Parlaklık.

ABSTRACT

Armutcu, G. (2016). In vitro Comparison of Different Polishing Systems on Composite Surfaces. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Restorative Dentistry, Istanbul.

Purpose of work is to observe effects of different finishing and polishing techniques on nanofilled composite surface roughness, hardness and gloss. Composite restorations having a smooth surface plays a key role on success of restorations.

200 samples of A2 colour composite material were prepared. A teflon mold with a cylindrical mount with a radius of 15mm and 10mm and a depth of 2mm has been used. Samples are divided into 10 subgroups all of which contain 10 randomly selected samples for finishing and polishing processes. Following finishing and polishing processes are applied to 9 groups excluding the control group. Rubber (One Gloss), Rubber (One Gloss) + Felt/Paste, Disk (Sof-Lex), Disk+ Felt/Paste, Spiral (Sof-Lex Spiral), Spiral (Sof-Lex Spiral) + Felt/Paste, Rubber (AstroPol), Rubber (AstroPol) + Felt/Paste, Brush (AstroBrush) + Rubber (AstroPol) are used. Gloss, roughness and hardness values of the obtained samples are measured with glossmeter, profilometer and microhardness devices. One Way ANOVA test is used for comparison over groups. Significance level is evaluated as $p < 0.05$.

In consequence of the work, surface roughness (Ra) values measured after processes of surface finishing and polishing has a statistically significant increase in amount, compared with the control group. Roughness values of Sof-Lex and Sof-Lex+ Felt/Paste are considered to be significantly low compared to other groups. In respect of surface hardness values control group has the lowest, Sof-Lex+ Felt/Paste and Sof-Lex Spiral+ Felt/Paste have the highest values. In respect of surface brightness values, highest values are obtained from the control group and lowest values are obtained from Astrobrush + Astropol.

Key Words: Composite, Polishing, Surface microhardness, Surface roughness, Gloss

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kompozit reçineler; geliştirilmiş fiziksel ve üstün estetik özellikleri, kolay uygulanabilirlik gibi avantajlarından dolayı hekimler tarafından tercih edilmektedir (Bashetty ve Joshi 2010). Günümüze kadar kompozit reçineler sürekli bir gelişim içinde olmuştur. Bu gelişmelerle birlikte; kompozit reçinelerin zamanla daha çok aşınma direncine, daha iyi renk stabilitesine ve klinik olarak kabul edilebilir düzeyde yüzey pürüzlülüğüne sahip olmaları sağlanmıştır (Sirin Karaarslan ve ark 2013). Kompozit reçinelerin gelişen mekanik ve fiziksel özellikleri sayesinde hem ön hem arka bölgedeki kullanım endikasyonları da artmıştır (Senawongse ve Pongprueksa, 2007).

Nanoteknolojinin kompozit reçineler üzerinde uygulanması ile yeni doldurucu partiküller geliştirilmiş, mikrofil ve hibrit kompozitlerin avantajları birleştirilip estetik ve mekanik özellikleri artırılmıştır (Jung ve ark. 2007). Ancak tüm bu gelişmelere rağmen, kompozit reçine restorasyonların estetik özellikleri ve klinik başarısı büyük oranda uygulanan bitim ve cila işlemlerinin etkinliğine ve kalitesine bağlıdır (Reis ve ark. 2003; Baseren, 2004; Türkün ve Türkün 2004).

Restorasyonlara uygulanan bitim işlemi ve sonrasında elde edilen yüzey kalitesi, restorasyonun başarısını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bitim ve cila işlemi iyi uygulanmamış pürüzlü yüzeylerde plak retansiyonu, yüzey renklenmesi, estetik olmayan görüntü ve sekonder çürük gibi problemler ortaya çıkar. Ayrıca, yüzey pürüzlülüğü restorasyonun aşınma ve sertlik direnci gibi bazı mekanik özelliklerini de olumsuz yönde etkiler (Scheibe, 2009). Bunun yanında, pürüzlü yüzeye sahip bir restorasyon hastaya rahatsızlık hissi verir ve ağız hijyenini sağlamasını zorlaştırır (Jones ve ark. 2004; Agnelli ve ark. 2013).

Pürüzsüz, düzgün bir yüzey elde edildiğinde; plak birikimi ve yüzey renklenmesi azalır, dişeti sağlığı korunur. Böylece restorasyonun ağızda kalma süresi uzar ve estetik özelliklerinin devamlılığı sağlanmış olur (Weitman 1975, Hachiya 1984). Bu nedenle bitim ve cila işlemi uygulanmış, pürüzsüz yüzeylere sahip kompozit restorasyonlar daha estetik ve uzun ömürlüdür (Strassler ve Bauman, 1993).

Kompozit reçineler şeffaf bant altında polimerize edildiğinde pürüzsüz düzgün yüzeyler elde edilir. Ancak oksijen inhibisyon tabakası ve fazla materyalin

uzaklaştırılması için yüzey konturlama, bitim ve cila işlemlerine ihtiyaç duyulur (Tate ve Powers, 1995; Wilder ve ark. 2000).

Kompozit reçine restorasyonların klinik ömrünün ve estetik özelliklerinin artması uygulanan bitim ve cila işlemlerinin kalitesine bağlıdır (Reis ve ark., 2003; Türkün ve Türkün, 2004; Baseren, 2004).

Kompozit restorasyonların bitim ve cila işlemleri için çeşitli materyaller geliştirilmiştir. Bunlar ince ve çok ince elmas bitim frezleri, tungsten karbit bitim frezleri, taşlar, silikon diskler ve fırçalar, silikon karbit kaplı veya aliminyum oksit kaplı aşındırıcı diskler, stripler ve cila patlarıdır (Lutz ve ark., 1983; Yap ve ark., 2000; Baseren, 2004; Borges ve ark., 2004).

Yeni geliştirilen bitim ve cila malzeme ve tekniklerinin, uzun yıllardır kullanılmakta olanlarla karşılaştırma yapıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Klinikte uygulanacak doğru yüzey bitim ve cila işleminin ağız sağlığının devamlılığında önemli rol oynadığını düşündüğümüz çalışmamızda bir nanofil kompozit yüzeyinde çeşitli bitim ve cila işlemleri uygulanmıştır. Bu malzeme ve teknikleri birlikte kullanıp karşılaştırma yaparak elde edilen sonuçlarla diş hekimliği klinik pratiğine ışık tutmayı amaçlamaktayız.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kompozit Reçineler

Restoratif diş hekimliğinde estetik önemli bir kavramdır. Bu amaçla geçmişten günümüze çeşitli restoratif materyaller kullanılmıştır. 1871 yılında Fletcher tarafından tanıtılan silikat simanlar, diş rengindeki ilk restoratif materyaldir. Fosforik asit ve alüminyum-silikat camın bileşimiyle elde edilmiştir. Flor salınımı yapması önemli bir avantajı olmasına rağmen ağız sıvılarında çözünmesi sebebiyle renklemesi ve mekanik özelliklerini kaybetmesi gibi dezavantajlarının varlığından dolayı yeni restoratif materyal arayışlarına sebep olmuştur. Bunun üzerine 1930'larda akrilik reçineler geliştirilmiş ve estetik restoratif materyal olarak kullanılmaya başlanmıştır (Spreafico 1997; Bayne ve ark. 2006). Akrilik reçineler silikat simanlara göre daha az çözünürlük gösterirler, renkleri daha stabil ve kullanımları daha kolaydır. Bunlara ilaveten, daha iyi parlatılabilmeleri ve estetik özelliklerinin iyi olması avantajlarıdır. Ancak polimerizasyon sırasında büzülmesi, termal boyutsal değişimleri ve aşınma oranlarının yüksek olması gibi dezavantajları vardır (Roberson ve ark. 2002). Buonocore, 1955 yılında mineyi pürüzlendirme tekniğini geliştirmiş ve ardından 1963 yılında Bowen, ilk defa mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan kompozit reçineleri tanıtmıştır. Tüm bu gelişmeler estetik adeziv diş hekimliğinin ilk basamağı olmuştur (Buonocore, 1955; Bowen, 1963).

Günümüz restoratif diş hekimliğinde amaç, en az madde kaybı ile en iyi fonksiyon ve estetiğin sağlanmasıdır. Bu nedenle kompozit reçineler fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesiyle diş hekimliğinde en çok kullanılan restoratif materyal haline gelmiştir (Bayne ve ark. 2006).

2.1.1. Kompozit Reçinelerin Yapısı

Dişhekimliğinde yaygın olarak kullanılan kompozit reçineler üç fazdan oluşur; (Peutzfeldt, 1997; Schmalz, 1998; Wilson ve ark. 2005)

- Organik polimer matriks (organik faz)
- İnorganik doldurucu partiküller (inorganik faz)
- Bağlayıcı ajan (ara faz)

2.1.1.1. Organik Polimer Matriks:

Organik polimer matriks Bisfenol-A-glisidilmetakrilat (Bis-GMA)'dır. Bis-GMA, sertliği, basma dayanıklılığını artırması ve su emilimini en aza indirmesi sayesinde kompozit restoratif malzeme üreten firmalar tarafından tercih edilmektedir. Davy ve ark. yaptıkları çalışmada Bis-GMA monomerinin içerdiği OH- grupların viskoziteyi arttırdığını belirtmişlerdir (Davy ve ark. 1998). Kompozit materyalde istenilen mekanik özelliklere ulaşılması için doldurucu partikül miktarının artırılması, Bis-GMA monomerin yüksek viskozitesi nedeniyle mümkün olmamaktadır. Daha iyi mekanik özellikler sağlanması açısından reçine matrikse bisfenol A-etilen glikoldimetakrilat (Bis-EMA) eklenmiştir. Bu monomer, moleküler yapı açısından Bis-GMA'ya benzemektedir ancak farklı olarak hidroksil grubu bulunmamaktadır. Bu farklılık Bis-EMA'nın viskozitesinin daha az olmasını sağlar ve monomere hidrofobik özellik katar. Yapısında Bis-EMA bulunan kompozit reçinelerde hacimsel büzülme azalmakta ve manüplasyon kolaylaşmaktadır (Phillips, 1982;Albers, 2002).

Günümüzde polimer matriks olarak iyi adezyon sağlayan ve renk değişimine dirençli olan üretan dimetakrilat (UDMA) da kullanılmaktadır. Reçinenin UDMA ile seyreltilmesi, yapıya esneklik, renk değişimlerine karşı direnç gibi avantajlar sağlarken, kırılgenliğini arttırması ise önemli bir dezavantaj oluşturur (Peutzfeldt, 1997; Bayne ve ark. 2006). Bis-GMA ve UDMA oligomerlerinin viskoziteleri yüksektir, bu sebeple trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) eklenerek viskoziteleri azaltılmış, polimer yapıdaki dayanıklılık, elastikiyet ve ısıl genleşme katsayısı gibi mekanik özellikler geliştirilmiştir (Peutzfeldt, 1997).

2.1.1.2. İnorganik Doldurucu Partiküller

Kompozit reçinelerin inorganik yapısı, matriks içinde dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, lityum alüminyum silikat, borosilikat cam, çinko ve itriyum cam, stronsiyum, baryum, baryum alüminyum silikat gibi doldurucu partiküllerden meydana gelir (Phillips 1982; Craig 1989).

Stronsiyum, baryum, çinko ve itriyum, reçineye radyoopaque kazandırır. Silika partikülleri karışımın mekanik niteliklerini güçlendirirken aynı zamanda ışığı geçirir ve yayar. Bu sayede kompozit reçineye mineye benzer yarı şeffaf bir görünüm kazandırır. Kristalin formunun sert olması, kompozit reçinenin bitirme ve cila işlemini güçleştirir. Bu nedenle günümüzde, kompozit reçineler silikanın nonkristalin formu kullanılarak üretilmektedir (Willems ve ark. 1993; Craig ve ark. 2000). Silika partiküllerinin yapısının küçük olması, reçine matrisi ile kolay birleşebilmesini sağlayarak kompozit reçinenin iyi cilalanabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede restorasyonlarda mükemmel estetik sonuçlar elde edilebilmektedir (Craig ve ark. 2000).

İnorganik doldurucu miktarı arttıkça mekanik ve fiziksel özellikler artar ancak akışkanlık azalır ve materyalin cilalanabilirliği azalır (Türkün ve Türkün, 2004).

Kompozit reçinelerde, organik polimer matrisi faz ile inorganik faz arasında iyi bir bağlantıya ihtiyaç vardır. Bu bağlantı, ara faz ile sağlanır. Kompozit reçinelerde inorganik bileşenler ile organik matrisi birbirine bağlayan yapı, silisyum hidrojenli bileşiklerdir ve “silan” olarak adlandırılır. Kimyasal olarak dayanıklı ve inert olan silanlar, sıvı halden esnek katı hale kadar farklı hallerde bulunabilirler (Craig ve ark. 2000). Silan bağlama ajanları reçinenin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirir, reçine-partikül ara yüzü boyunca su geçişini engelleyerek hidrolitik dengeyi sağlar ve reçinenin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır (Dayangaç, 2000). Bağlayıcı ajan olarak 3-metakriloksi-propil-tri-metoksisilan veya viniltrioksisilan gibi organosilanlar kullanılmaktadır. Hidroliz halindeki silanda, silanol grupları bulunmakta, bu gruplar doldurucu yüzeyindeki silanollerle, siloksan bağı ile bağlanabilmektedir (Si-O-Si). Organosilan bileşiğindeki metakrilat grupları, polimerize olduğu zaman reçine ile kovalent bağ yapar ve bağlanma işlemi tamamlanmış olur. (Craig, 1989; Davy ve ark. 1998)

2.1.2. Kompozit Reçinelerin Sınıflandırılması

Kompozit reçine materyaller, doldurucu partiküllerin boyutuna, bu partiküllerin ağırlık veya hacim olarak yüzdesine, polimerizasyon yöntemlerine ve viskozitelerine göre sınıflandırılmaktadır (Tablo 2-1). İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü ve miktarını esas alan Lutz ve Philips’in sınıflandırması günümüzde geçerliliğini korumaktadır (Willems ve ark. 1992; Bayne ve ark. 1994; Dayangaç, 2000). Kompozit

reçinelerin inorganik doldurucu partikül boyutlarına göre sınıflandırılma sebebi, partikül boyutunun, reçinelerin cilasını, estetiğini, polimerizasyon derinliği ve fiziksel özelliklerini etkilemesidir (Roberson, 2002). Bir kompozit reçinedeki doldurucuların boyutlarının ve yüzdesinin bilinmesi, materyalin mekanik özellikleri ve cilalanabilirliği ile ilgili ipucu vermektedir (Burgess, 2002).

Tablo 2-1: Kompozit reçinelerin partikül büyüklüğüne ve partikül yüzdesine göre sınıflaması

Kompozit reçine türü	Partikül büyüklüğü	Partikül yüzdesi
1)Megafil	50-100 μ m	% 70-80
2)Makrofil	10-100 μ m	% 70-80
3)Midifil	1-10 μ m	% 70-80
4)Minifil	0.1-1 μ m	% 75-85
5)Mikrofil	0.01-0.1 μ m	% 35-60
6)Hibrit	0.04-1 μ m	% 75-80
7)Nanofil	0.005-0.01 μ m	% 85-90

Makrofil kompozitler 1960'larda geliştirilmiştir. Bu kompozitlerin doldurucu partikül büyüklüğü 10-100 μ m arasındadır. Aynı zamanda büyük partiküllü kompozitler veya geleneksel kompozitler olarak da adlandırılır (Burgess, 2002). Bu kompozitlerin inorganik doldurucuları, kuartz partiküllerinden oluşur. Partikülleri büyük ve sert olduğu için organik matris inorganik partiküllerden daha çok aşınır. Bunun sonucu olarak yüzey pürüzlülüğü ve renkleşme meydana gelir (Bayne ve ark., 2002).

Mikrofil kompozitler 1970'lerde üretilmiştir. Doldurucu partikül büyüklüğü 0.1 μ m'den küçüktür. Mikrofil kompozitler bitim ve cila işlemlerinden sonra oldukça pürüzsüz bir yüzeye sahip olurlar. Bu sebeple, "*polishable*" , "*cilalanabilir*" veya "*fine finishing*" kompozitler olarak da adlandırılırlar. Ancak bu kompozitlerin mekanik özellikleri ve kırılma dayanımları oldukça zayıftır. Mikrofil kompozitlerden sonra, doldurucu partikül büyüklüğü 1-10 μ m arasında olan midifil (ince veya küçük

partiküllü) kompozitler geliştirilmiştir. Midifil kompozitler, mikrofil kompozitlerden daha yüksek dayanıklılığa sahipken, makrofil kompozitlere göre ise daha iyi cilalanırlar. Minifil kompozitler ise 0.1-10 µm arasında büyüklüğe sahip doldurucu partiküller içermektedir. Bu kompozitler midifil kompozitlere kıyasla daha iyi cilalanabilirlik ve daha yüksek dayanıklılık gösterirler.

1980'lerde midifil (1-10 µm) veya minifil (0.1-10 µm) doldurucu partikülleri ile %7-15 oranında mikrofil (<0.1 µm) doldurucu partikülleri içeren hibrit kompozitler geliştirilmiştir. Hibrit kompozitlerde doldurucu partikül oranının yükseltilmesi ile aşınma direnci ve dayanıklılığın artırılması hedeflenmiştir (Burgess, 2002).

Kompozit restorasyonlarda meydana gelen gelişmeler ile birlikte doldurucu partikül dağılımları ve boyutları değişmiş, sonuç olarak estetik ve mekanik özellikleri geliştirilmiş kompozitler üretilmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda yeni bir sınıflandırma yapılmıştır (Puckett ve ark. 2007).

- 1-Mikrofil kompozitler,
- 2-Hibrit kompozitler,
- 3-Kondanse edilebilen kompozitler,
- 4-Kompomerler.

Bu sınıflandırmaya ek olarak şu alt sınıflama yapılmıştır:

- Akışkan kompozitler,
- Nano dolduruculu kompozitler (nano-hibrit, nanofil)
- Mikrohibrit kompozitler (Powers ve Sakaguchi, 2006)

Çeşitli kompozit reçine tiplerinin doldurucu partikül boyut ve hacimleri aşağıda gösterilmiştir (Tablo 2-2).

Tablo 2-2: Çeşitli kompozit reçine tiplerinin doldurucu partikül boyut ve hacimleri

Kompozit Tipi	Doldurucu Partikül Boyutu(μm)	Doldurucu Partikül Hacmi (%)
Mikrofil Kompozit	0.04	32-50
Hibrit Kompozit	0.04,0.2-3	59-80
Kondanse Edilebilen Kompozit	0.04,0.2-20	59-80
Kompomer	0.7-0.8	43-61
Akışkan Kompozit	0.04,0.2-3	42-62
Nanokompozit	0.002-0.0075	78.5

Polimerizasyon yöntemlerine göre:

- a) Kimyasal yolla polimerize olan kompozitler
- b) Işık ile polimerize olan kompozitler
- c) Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozitler

Viskozitelerine göre kompozitler:

- a) Kondanse edilebilen kompozitler
- b) Akışkan kompozitler

2.1.2.1. Mikrofil Kompozitler:

Mikrofil kompozit reçineler iyi cilalanabilirlik sağlayarak estetik özelliklerin artırılması amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu kompozit reçinelerin doldurucu partikül

büyüküğü 0.04-0.4 µm arasındadır. Mikrofil kompozit reçinelerin ilk üretilenlerinin içerdüğü doldurucu partiküllerinin yüzey alanının hacim oranından yüksek olması viskositenin artmasına neden olmaktadır. Bu kompozit reçineler ağırlıkça %35-67, hacimce %20-59 cam doldurucu partiküller içermektedirler (Anusavice 2003). Mikrofil kompozit reçinelerde ortaya çıkan bu yoğunluk probleminin çözümü için iki farklı yöntem izlenmiştir. Birinci yöntem; önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit reçine kitlesini polimerize olmamış kısma eklemektir. Önceden polimerize edilmiş kompozit kitlesi 1-20 µm arasında büyüklüğe sahip partiküller elde edilene kadar öğütülür ve doldurucu partikül olarak matrikse eklenir. Böylece doldurucu partiküllerin miktarı artırılıp, polimer matrikse kimyasal yolla bağlanması sağlanır. Böylece polimer matriks içerisinde daha iyi özelliklere sahip alanlar elde edilir. Doldurucu partikülleri modifiye edildiü için bu tür kompozit reçinelere “Organik Dolduruculu Kompozitler” veya “Heterojen Kompozitler” adı verilmiştir. İkinci yöntem ise; küçük boyutlu doldurucu partikülleri geniş ancak poröz doldurucu partiküllerin içine partiküllerin birbirine tutunmasını sağlayan ısı işlemiyle sinterize etmek ve onları monomer ile ıslatıp hepsini mikrofil kompozitler içine katmaktır. Bu şekilde bölgesel sinterize doldurucu partiküller, kompozit materyalini yüksek derecede doldurucu partiküllü ancak cilalanabilir özellikte tutar (Bayne, 2002).

Mikrofil kompozit reçineler; küçük sınıf I, sınıf V ve stres almayan sınıf III restorasyonlarda uygulanmaları endikedir. Ayrıca hastanın brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları yoksa direkt kompozit restorasyonlarda da uygulanmaları endikedir. Düşük kırılma dirençleri sebebiyle geniş sınıf I ve sınıf II restorasyonlarda uygulanmaları ise kontrendikedir (Tyas, 1990).

2.1.2.2. Akışkan kompozitler

Mikrofil kompozit reçinelerin alt grubu olarak sınıflandırılırlar. Bileşimleri geleneksel kompozitlere benzer ancak doldurucu partikül miktarı azaltılmıştır. Doldurucu partikül miktarı hacimsel olarak %42-62 arasındadır. Doldurucu miktarının azaltılması fiziksel özelliklerini zayıflatmıştır. Akışkan kompozitlerin sadece koruyucu okluzal restorasyonlarda veya düşük stres alan bölgelerde uygulanmalarının endike olduğu bildirilmiştir. Bu endikasyonların dışında Sınıf II restorasyonların başlangıç tabakası olarak da uygulanabileceü, polimer bir kaide tabakası (liner) görevi yapıp

keskin köşeler ve yüzey düzensizliklerini örtmede kullanılabileceği bildirilmiştir (Tyas, 1990).

2.1.2.3. Hibrit Kompozitler

Günümüzde kullanılan kompozit reçinelerin büyük kısmı “hibrit kompozitler” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu geniş sınıflama geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitleri içerir. “Hibrit” terimi küçük partiküller ($1\mu\text{m}-4\mu\text{m}$) ile submikron boyuttaki ($0.04\mu\text{m}$) inorganik doldurucu partiküllerin karışımını ifade eder. Küçük ve büyük boyutlardaki doldurucu partiküllerin karışımı fiziksel özellikleri geliştirirken cilalanabilirliği de yüksek seviyelere çıkarmaktadır (Ferracane ve ark. 1998). Bu sayede geleneksel hibrit kompozitlerin Sınıf III ve Sınıf IV kavimelerde uygulanmalarının dışında geniş Sınıf I ve Sınıf II gibi fazla stres alan posterior bölgelerde uygulanmaları da uygun hale getirilmiştir (Burgess ve ark. 2002).

Doldurucu partikül teknolojisindeki gelişmelerle birlikte submikron boyutundaki ($0.4\mu\text{m}$) partiküller ve daha küçük partiküllerin ($0.1\mu\text{m}\rightarrow 1\mu\text{m}$) bileşimi ile yeni bir kompozit oluşturulmuştur. Bu kompozitler “*mikrohibrit*” kompozitler olarak adlandırılmıştır. Mikrohibrit kompozitlere daha küçük doldurucu partiküllerin eklenmesi bu kompozitleri geleneksel hibrit kompozitlerden ayırır, cilalanabilirliğini ve maniplasyonunu daha üstün kılar (Albers, 2002). Mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri mikrofil kompozitlerden daha iyi olmasına rağmen cilalanabilirlikleri daha iyi değildir (Burgess ve ark. 2002). Mikrohibrit kompozitlerin en son geliştirilenleri ise nanodoldurucu teknolojisi ile üretilen “*nanohibrit*” kompozit reçinelerdir. Nanohibrit kompozit reçineler geleneksel tipteki doldurucu partikülleri ile nanometre boyutunda doldurucu partiküllerin ($0.005-0.01\mu\text{m}$) kombinasyonunu içermektedir. Nanohibrit kompozitler, hibrit kompozitlerin aşınma dirençleri ve fiziksel güçleri ile mikrofil kompozitlerin cilalanabilme ve uygulama özelliklerini birlikte taşıyan hem anterior hem posterior restorasyonlarda uygulanabilen üniversal kompozit reçineler olarak adlandırılırlar (Swift, 2005).

2.1.2.4. Kondanse Edilebilen Kompozitler:

Kondanse edilebilen kompozitler tepilebilir kompozitler olarak da adlandırılırlar. Restorasyon kavitesine amalgam gibi uygulanan kompozitler elde etmek amacıyla geliştirilmiştir. Amalgama alternatif olarak geliştirilen bu kompozitlerin Sınıf I ve II restorasyonlarda uygulanması amaçlanmıştır (Roberson, 2011). Geleneksel kompozit reçinelerin önemli problemlerinden biri Sınıf II restorasyon uygulamalarındaki kondensasyon zorluğudur. Kondanse edilebilen kompozitlerin geliştirilmesi ile komşu dişle daha iyi ara yüz kontağı ve kavite duvarlarına daha iyi adaptasyon sağlanacağı bildirilmiştir (Nash ve ark. 2001). Bu kompozitlerin doldurucu miktarı daha yüksek ve doldurucu dağılımı geleneksel kompozitlerden farklı olduğu için viskozitesi daha yüksek, yapışkanlığı daha azdır (Anusavice, 2003). Ancak fiziksel özellikleri geleneksel hibrit kompozitlerden üstün değildir ve büyük partikülleri sebebiyle daha çabuk aşınma gösterme gibi dezavantaja sahiptirler (Setcos ve ark. 1999).

2.1.2.5. Kompomerler

Kompomerler doldurucu partikülleri cam iyonomer ve kompozitten türemiş poliasit modifiye reçinelerdir. Kompomerler yavaş flor salınımı yapan kompozit reçineler olarak da adlandırılırlar (Kugel, 2000). Geleneksel cam iyonomerler ve reçine modifiye cam iyonomerlerden daha düşük flor salınımı yaptıkları bildirilmiştir (Burgess ve ark.; 1996 Burgess ve ark.2002). Sınıf V kavitelerde yeterli minenin olduğu derin olmayan ve okluzal yüklerin yoğunlaşmadığı estetik restorasyonlarda uygulanabilecekleri bildirilmiştir (Puckett ve ark. 2007).

2.1.2.6. Nanoteknoloji ve Nanokompozitler

Nanoteknoloji, moleküler nanoteknoloji ve molekül mühendisliği olarak adlandırılmaktadır. Farklı fiziksel ve kimyasal yöntemlerle 0,1 ile 100 nanometre (nm) arasında fonksiyonel materyallerin üretimini sağlamaktadır (Chen, 2010; Van Noort ve Barbour, 2013). Yunanca kökenli "nano" kelimesi milyarda biri, nanometre ise metrenin milyarda birini ifade eden ölçü birimidir (1 nanometre = 10^{-9} metre) (Ure ve Harris, 2002). Mühendis ve bilim adamlarının maddeyi bu kadar küçük boyutta manüple edebilmeleri bir çok alandaki materyallerde ve sistemlerde (mikroelektronik,

telekomünikasyon, bilgisayar, tekstil, biomedikal, diş hekimliği vb) yeni gelişmelere olanak sağlamıştır (Terry, 2004). Nanopartiküller sayesinde cila işleminden sonra pürüzsüz bir yüzey elde edilir ve materyal üstün estetik özelliklere sahip olur. Nanopartikül içeren kompozit reçinelerin, cilalanabilirlikleri iyidir, aşınmaya karşı dirençleri ve kırılma dayanımları da yüksektir. Bu sebeple, nanopartikül içeren reçinelerin uygulama alanları, estetik üstünlükleri açısından yakın özelliklere sahip mikrofil kompozitlere göre daha fazladır (Mitra ve ark. 2003; Yap ve ark. 2004).

2.2. Kompozitlerde Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri

Estetik bir restorasyonun başarısı kullanılan materyalin, renk stabilitesi, renk uyumu, parlaklık, sızdırmazlık ve yüzey pürüzsüzlüğü özelliklerine bağlıdır. İyi bir estetik restorasyon için, kullanılan materyalin özelliklerinin dışında bitirme ve cila işlemleri de çok önemlidir. Doğru seçilen ve doğru uygulanan bitirme ve cila işlemleri kompozit restorasyonların estetiğini geliştiren ve ömrünü uzatan en önemli aşamadır. Ayrıca restorasyon ara yüz kenar bütünlüğünün oluşturulması ve periodontal dokuların sağlığı açısından da önemlidir. Doğru ve yeteri kadar bitirme ve cila işlemi uygulanmamış restorasyon yüzeylerinde plak retansiyonu artar, uzun dönemde ise sekonder çürük oluşumu, yüzey renklenmeleri ve periodontal problemler gelişir (Schmidlin ve ark. 2004; Üçtaşlı ve ark. 2008; Scheibe ve ark. 2009). Bunun yanı sıra pürüzlü restorasyon yüzeylerinde aşınma oranı ve sürtünme katsayısında artış görüldüğü, bu nedenle cilalı bir yüzey elde edilmesi, restorasyonun başarısı ve klinik ömrü için en önemli faktörlerden biridir (Saraç, 2006; Scheibe ve ark. 2009).

Kompozit reçinelerin polimerizasyonu sırasında ortaya çıkan serbest radikallerin havadaki oksijen ile temas etmesiyle restorasyon yüzeyinde yapışkan, düzensiz, mekanik kuvvetlere karşı dirençsiz ve toksik bir tabaka meydana gelir. Bu tabakaya oksijen inhibisyon tabakası adı verilir. Polimerizasyonu bitirilmiş kompozit restorasyonların yüzeyleri ne kadar pürüzsüz olursa olsun, yüzeyde meydana gelen oksijen inhibisyon tabakası, kompozit restorasyonların yüzey özelliklerini etkilediği için kaldırılması zorunludur ve bunun için de bitirme ve cila işlemleri mutlaka uygulanmalıdır (Schmidlin ve ark. 2004; van Noort, 2007). Antoniadi ve ark. araştırmalarında kompozit reçinelere bitirme işleminin mutlaka uygulanması

gerektiğini, yüzeyden kaldırılacak 250 µm'lik tabaka ile aşınmaya daha dirençli ve daha sert bir yüzey ortaya çıkacağını rapor etmişlerdir (Antoniadi ve ark. 1991).

Bitirme ve cila işlemlerinin uygulanması için bilimsel ve klinik nedenler şunlardır:

1. Anatomik forma uygun kontur oluşturulabilmek için fazlalıkları kaldırmak, restorasyon kenarlarını düzeltmek ve parlatmak,
2. Pürüzlü yüzeylerdeki olası kırılma riskini azaltmak,
3. Yüzey kusurlarını düzelterip yüzey alanını küçültmek ve sonuç olarak yüzeyde bozulma ve korozyon riskini en aza indirmek,
4. Pürüzsüz bir yüzey elde edip plak retansiyonunu azaltmak,
5. Çiğnemeyi ve ağız içi fonksiyonları kolaylaştırmak,
6. Pürüzsüz bir yüzey elde ederek diş fırçası ve diş ipi, interdental fırça ve kürdan kullanımı ile interproksimal alanlara, kenar bölgelere ve tüm yüzeylere erişimi kolaylaştırıp etkin temizlik sağlamak,
7. Antagonist ve komşu dişlerde aşınmayı azaltmak için pürüzsüz restorasyon kontaktları oluşturmak,
8. Işığ yansıtan ve daha estetik restorasyonlar elde etmek,
9. Polimerizasyon işlemi sonrası kompozit restorasyon yüzeyinde oluşan düzensiz ve toksik oksijen inhibisyon tabakasını uzaklaştırmak (Dietschi ve Spreafico, 1999; Schmidlin ve ark. 2004; Jefferies, 2007; Scheibe ve ark. 2009; Pereira ve ark. 2011; Stewart, 2013)

Bitirme ve cila işlemleri pek çok alanda kullanılan ve adı geçen terimlerdir. Bu sebeple tanımlarını ayrı ayrı bilmek ve diş hekimliğindeki anlamlarını öğrenmek önemlidir (Jefferies, 2007).

Bitirme: Anatomik konturların verilmesi, restorasyonun bitim sınırındaki düzensizliklerin uzaklaştırılması ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılması işlemidir. Bitirme işleminde restoratif materyal çok fazla kaldırılmamalı ve komşu doğal diş yapısına zarar verilmemelidir.

Cila: Bitirme işlemi sırasında restoratif materyal yüzeyinde oluşan küçük çiziklerin giderilmesi ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılması, ışığı yansıtan, pürüzsüz ve mine benzeri parlak bir yüzey sağlanması işlemidir. Bitirme işlemleri tek başına yeterli olmayacağı için bitirme işlemlerinden sonra mutlaka cila işlemi de yapılmalıdır (Jefferies, 2007; Stewart, 2013).

Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cila işlemleri birbirini izleyen bazı basamakları içermektedir (Türkün ve Türkün, 2004) (Şekil 2:1).

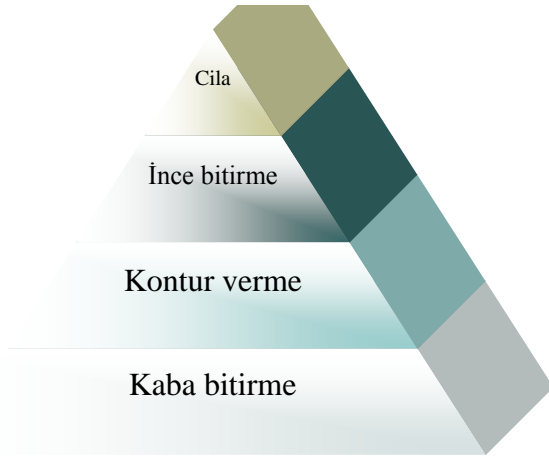
1. Kaba Bitirme veya Fazlalığın Uzaklaştırılması: Kaba bitirme, restorasyonun büyük grenli aşındırıcı içeren materyallerle bitirme ve cilalama işlemi için hazır hale getirilmesidir. Bu aşamada, restoratif materyali etkin olarak uzaklaştırabilmek için 100 µm ya da daha büyük partiküllü aşındırıcı içeren materyaller gerekir. Bu aşamada, aşındırıcı bitirme diskleri, elmas bitirme frezleri ve tungsten karbit bitirme frezleri kullanılır (Jefferies, 1998; O'Brien, 2002).

2. Kontur verme: Bu işlemde amaç, estetik ve fonksiyonel özellikleri kazandırılan restorasyonun en son şeklinin verilmesidir (Türkün ve Türkün, 2004).

3. İnce Bitirme: Bu aşama restorasyon kenarlarının uyumlandırılmasını ve yüzey pürüzlülüğünün giderilmesini kapsamaktadır (Türkün ve Türkün, 2004). Bu işlemde kaba düzeltme ve konturlama işlemi sonucu oluşan çizikler düzeltilir. İnce bitirme için kullanılan aşındırıcı partiküller 100 µm'den küçük, 15 – 20 µm'den büyük olmalıdır. Bu sebeple diskler, ince elmas frezler, aşındırıcı aletler veya çok bıçaklı bitirme frezleri kullanılır (Jefferies, 1998).

4. Cila: Son aşama olarak pürüzsüz, parlak ve mine benzeri bir yüzey oluşturularak cila işlemi tamamlanır. Parlak bir yüzey elde etmek için çok ince aşındırıcılar kullanılır. Bu işlemde, ince ve ekstra ince aşındırıcı diskler veya 0.3–20 µm boyutunda aşındırıcı partiküller içeren parlatma patları bir alet yardımıyla uygulanır (Jung ve ark. 2003). En son elde edilen yüzey pürüzsüzlüğü ve kalitesi uygulanan kompozitin yapısına ve kullanılan bitim ve cila tekniklerine bağlıdır (Ferreira ve ark. 2015).

Şekil 2-1: Dental restoratif materyallerin bitirme ve cila işlem basamakları (Jefferies, 2007)



Bu “piramit” şekli deneysel gözlemlere dayanarak her bir basamakta harcanan emek ve zamanı göstermektedir. Piramide bakıldığında en üst basamakta olan yüzey cilasına daha az emek ve zaman harcıdığı görülmektedir. Restorasyonun parlaklığının ve estetiğinin önemi vurgulanarak en son uygulanan cila işlemlerine en az diğer basamaklar kadar özen gösterilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (O’Brien, 1997).

2.2.1. Bir Restorasyonu Bitirmede Dikkate Alınması Gereken Kriterler

2.2.2. Bitirme Aletinin (frezin) Şekli

Anterior restorasyonların bitirme işlemi için kullanılacak frezin şekli, bitirilecek yüzeyin şekline göre değişir. Labial yüzeyler için, uzun, uca doğru incelen, ucu düz frezler seçilir. Bu şekilde labial yüzeyin doğal şekli kolayca elde edilmiş olur. Servikal kısımda ise daha ince fakat yine uca doğru incelen frezler tercih edilmelidir. Böylelikle, dişin gingival kısmına istenilen şekil verilir. Lingual yüzeyin bitirme işleminde, amerikan futbol topu şeklindeki frezler uygun formu sağlar. Posterior kompozitlerin cilası, elmas doldurucu içeren frezler ile rahatlıkla gerçekleştirilir. Bu frezler, sarı ve beyaz bantlı olmak üzere 2 çeşittir. Sırasıyla önce sarı bantlı frezler (25µm) daha sonra beyaz bantlı frezler (15µm) uygulanmalıdır. Parlatici ve cila patları konik veya ters konik lastiklerle beraber kullanılabilir (Anusavice, 2003; Jefferies, 2007).

Şekil 2-2: Çeşitli Cila Frezleri



2.2.2.1. Bitirme Aletinin (frezin) Yüzey Niteliği

Karbit veya elmas tercihi hekimlerin kişisel seçimlerine bağlıdır. İki materyalin de bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Hekimlerin bir kısmı karbitin kompozit partiküllerini koparttığını ileri sürerken, bir kısmı ise elmasın mine ve sement üzerinde çok daha zararlı olduğunu söylemektedir. Ayrıca, bazı mikrofil kompozitlerin bitirme işlemi sırasında karbit frezlerle yüksek devirde çalışılmaması gerektiği çünkü yüzeyi çatlattığı ve bozduğu bildirilmiştir Elmas frezlerin ise düşük devirde çalışıldığında mikrofil ve küçük doldurucu partiküllü hibrit kompozitlerin yüzeyine zarar vermediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, hibrit kompozitlerin karbit frezlerle yüksek devirde çalışıldığı bitirme işlemi sonrasında pürüzsüz bir yüzey elde edilir (Jefferies, 1998; O'Brien, 2002).

Dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli faktör daha vardır. Kompozit reçinenin tipiyle alet seçiminin birbiriyle bağlı olduğunu unutmamak gerekir. Strip sistemi ve dörtlü abraziv diskler (kaba, orta, ince, süper ince) uygulandığında bitirme ve cila işleminin kalitesi, başlangıç olarak karbit veya elmas frez kullanılarak kontur verilmesini tartışılabilir yapmaktadır (Anusavice, 2003). Bitirme işleminin başlangıç

basamağında kompozitten mikroskobik düzeyde partiküller kopabilir ancak takip eden basamaklarda kompozit yüzeyinin pürüzsüz olması önemlidir, böylece cila aşamasında çizik ve hasarları gidermenin ötesinde daha mükemmel ve pürüzsüz bir bitiş sağlanabilir. Yüzey konturunun verilmesinde, yüzey niteliği ve yüzey kalitesinde seçilecek aletlerin hepsinin ayrı ayrı önemi vardır. Bu sebeple doğru seçilecek bitirici abraziv diskleri ve cila aletleri pürüzsüz ve uzun ömürlü restorasyonlar elde edilmesini sağlar (Bayne ve ark., 2002; O'Brien, 2002).

2.2.2.2. Restorasyonun Yüzey Niteliği

Restorasyonların labial yüzeyinin yüzey niteliğinin, nasıl olması gerektiği üzerinde düşünülmesi gereken bir faktördür. Amaç, restorasyonun yüzey niteliğinin komşu veya karşıt dişlerin yüzey niteliğiyle uyumlu olmasıdır. Ancak, eğer birden çok ön diş, kompozit ile kaplanacaksa, hekim farklı bir yüzey özelliği verebilme şansına sahip olur. Gençlerde daha doğal bir görünüm elde edebilmek için, hafif oluklar işlenebilir. Yüzeysel oluklar labial yüzeyde ışık yansımalarını kırmaya yardımcı olur fakat doğallığı etkileyecek şekilde çok fazla derinleştirilmemelidir. 16 veya 30 bıçaklı karbit bitirme frezleri kullanılarak yüzey topografisi rahatlıkla oluşturulabilir (Jefferies, 2007).

Cila işleminde aletlerin uygulama süresi de çok önemlidir, eğer kaba grenli diskler uzun süre uygulanırsa, son diske sıra gelinceye kadar yüzey tamamen düzleşmiş ve doğallıktan uzaklaşmış olur. Cila işlemine süper ince cila diski ile başlanılabilir. Bu şekilde labial yüzeyin bazı kısımları parlatılarak oldukça doğal bir görünüm elde edilir. Abraziv disklerin yerine abraziv tersine konik lastikler de kullanılabilir (Anusavice, 2003).

2.2.2.3. İşlem Sırası

Tüm restorasyonların bitirme işleminde, ilk yapılması gereken, bitirmeyi planlamaktır. Bitirme işleminde, yüzeyden bir miktar kompozit uzaklaştırılacağını önceden hesaplamak gerekir ve bu hesaba dayanarak biraz daha fazla kompozit yerleştirilmelidir. Bu şekilde istenen konturu elde etmek için yüzeyden aşındırma yapılmasına imkan sağlanır. Kompozit restorasyon özel bir etki oluşturmak amacıyla birkaç farklı renk tabakasından oluşturulmuş ise, uygulanacak kompozit kalınlığı

bitirme işlemindeki yüzey aşınması göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır. Aksi takdirde istenilen renk uyumu bozulmuş olur (Craig ve ark., 2004; Jefferies, 2007).

2.2.3. Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller

2.2.3.1. Bitirme ve cila aletlerinin sınıflandırılması

1-Bağlı Aşındırıcılar: Aşındırıcı parçacıkların ana kaidenin tüm yüzeyine düzgün ve homojen bir şekilde dağılmasıyla üretilir. Kaide yapı, lastik ve silikon gibi elastomerik materyaller ile elde edilebileceği gibi esnek olmayan materyaller ile de oluşturulabilir. Mermi şekilli veya sivri uçlu beyaz taş, sert bağlı aşındırıcılara örnek olarak gösterilebilir (Jefferies, 2007).

2-Kaplı Aşındırıcılar: Aşındırıcı partiküllerin esnek bir destekte (hafif ağırlıklı kağıt, bant, polyester vb) yapıştırılarak sağlamlaştırılmasıyla üretilirler. Aşındırıcı partiküller ana kaidenin tek yüzeyinde yayılabildiği gibi simetrik olarak iki yüzünde bulunabilir. En sık kullanılan şekli dairesel kaplanmış bitirme diskleri ve striplerdir. Sof–Lex (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) bitirme ve cila diskleri, Super Snap (Shofu Dental Corporation, Kyoto, Japonya) bitirme diskleri ve Flexidisc (Cosmedent, Chicago, IL, ABD) cila sistemi kaplı disklere örnek olarak verilebilir. Günümüzde kaplı aşındırıcı disklerde kullanılan aşındırıcı türü sıklıkla alüminyum oksit partikülleridir ancak silikon karbit de kullanılmaktadır (Jefferies, 1998; O'Brien, 2002).

Şekil 2-3: Super Snap bitirme diskleri



3-Zayıf Bağlı Aşındırıcılar: Diş hekimliğinde kullanılan parlatma patları zayıf bağlı aşındırıcılardır ve lastik, keçe vb yardımcı aracılığıyla son parlatma işlemlerinde kullanılırlar. Zayıf bağlı aşındırıcı patlar, suda çözünen gliserin gibi bir materyal içinde dağılmış ince grenli alüminyum oksit veya elmas partiküllerden oluşurlar. 0.3-1 µm parçacık boyutundaki alüminyum oksit patlar genellikle kompozit reçine yüzeylerin son bitirmesinde kullanılırlar. Elmas cila patları ise esas olarak prova esnasında yapısı bozulan porselen materyalin son cilası için kullanılmaktadır (Jefferies, 2007).

2.2.3.2. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri

Alüminyum Oksit

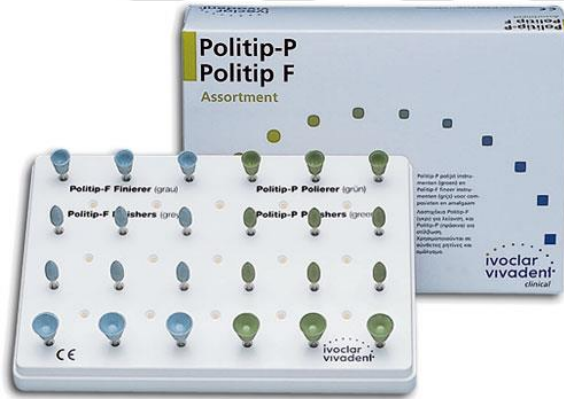
Kimyasal formülü Al_2O_3 olan alüminyum oksit, alüminyum ve oksijenin kimyasal bir bileşenidir. Materyalin sertliği yüksektir ve bu durum aşındırıcı olarak kullanılmasını uygun kılar. Alüminyum oksit kağıtlara, polimer disklere ve striplere bağlanmış veya tekerlek biçimli ve sivri uçlu lastiklere emdirilmiş partiküller şeklinde üretilir (Jefferies, 2007). Aynı zamanda alüminyum oksit çeşitli şekillerde sinterize edilerek beyaz taşlarda aşındırıcı olarak da kullanılmaktadır. Alüminyum oksit porselen, seramik ve kompozit reçinelerin parlatılması için gereken sertliğe sahiptir. Alüminyum

oksit, kullanılan partikül büyüklüğüne göre bitim ve cila işlemleri için kullanılabilir (Roberson ve ark. 2002; Koh ve ark 2008). Bununla birlikte alüminyum oksidin ince partikülleri cila patı içerisine karıştırılarak akrilik ve kompozit gibi restorasyonların cilasında kullanılabilir. Alüminyum oksitli cila patına örnek olarak CompoSite (Shofu) verilebilir.

Silikon Dioksit

Silikon dioksit cila ajanı olarak bağlı abrazyiv lastik veya elastomerik bitirme ve cila aletlerinde kullanılır. Esas olarak elastomerik çanak ve sivri uçlu lastikler şeklindedir. Bu aşındırıcıya örnek olarak Politip F & P Politip P bitirme ve cila seti (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) gösterilebilir (Anusavice, 2003).

Şekil 2-4: Politip F & P Politip P bitirme ve cila seti



Zirkonyum Oksit

Silikon dioksit gibi zirkonyum dioksit de döner alet aracılığıyla uygulanan elastik veya lastik bitirme ve cila materyallerinde kullanılırlar. Bu aşındırıcıya örnek olarak Silicon Points C tipi (Shofu) gösterilebilir (Anusavice, 2003).

Zirkonyum Silikat

Stripler, diskler ve profilaksi patlarında kullanılan Zirkonyum Silikat küçük partikül boyutlu sert bir aşındırıcıdır (Anusavice, 2003; Jefferies, 2007). Tri Fluor-O-Clean (Kerr Hawe, Bioggio, İsviçre) bu patlara örnektir.

Şekil 2-5: Tri Fluor-O- Clean



Taşlar

Aşındırıcı partiküllerin birlikte sinterize edilmesi veya organik bir reçine bağlanmasıyla koheziv bir kütle oluşturularak üretilirler.

Taşların rengi kullanılan aşındırıcının özelliğini gösterir. Yeşil taşlar silikon karbit içerirken, beyaz taşlar alüminyum oksit içermektedir. Elmas taşlar, silikon karbit ve alüminyum oksit taşlara göre daha fazla kesme etkinliğine sahiptir ve restorasyonların konturlanması ve bitirilmesinde kullanılır.

Özellikle interproksimal ve subgingival alanlarda çalışmak için geliştirilmiş Composite Finishing Kit (Shofu Dental GmbH, Germany) bu taşlara örnek olarak verilebilir. Dura-Green (yeşil) silikon karbit taşlar uyumlamada, Dura-White (Beyaz) alüminyum oksit taşlar ise bitim için kullanılır (Anusavice, 2003).

Şekil 2-6: Composite Finishing Kit



Karbit Bileşikleri ve Karbit Frezler

Karbit bileşikleri şeklindeki aşındırıcılar; tungsten karbit, silikon karbit ve bor karbit bileşiklerini kapsamaktadır. Çok bıçaklı bitirme frezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımları tungsten karbit parçacıklarından oluşmaktadır. Silikon ve bor partikülleri ise bir bağlayıcı eşliğinde disk, çanak, tekerlek ve sivri uç şeklindeki lastiklere eklenir, düşük hızda döner aletlerle kullanılırlar. Silikon karbit, elmadan sonra ikinci sert aşındırıcıdır. Genelde kağıt ya da plastik disklerin yüzeyine kaplanır. Diskler siyahtır ve ince, ekstra ince, iki kat ekstra ince grenli olanları vardır. Bunlar özellikle mikrofil kompozitlerde etkilidirler (Jung, 1996; Anusavice, 2003).

Şekil 2-7 Tungsten Karbit Frez ve Silikon Karbit İçeren Fırça



Tekerlek, Çanak ve Sivri Uçlu Lastikler

Lastik cila enstrümanları kompozitlerin bitirme, düzeltme veya cilasında kullanılırlar. Bu enstrümanlar ince ve ultra ince sertlikteki abraziv partiküllerin daha yumuşak ve elastik bir matrikse dağılmasıyla oluşmuşlardır. Bu esnek lastik bitirme ve parlatma enstrümanları kaplı abraziv disklerin ulaşamadığı anterior lingual ve posterior okluzal yüzeylerde başarı sağlar. Değişik boyutlarda olabilen bu lastikler şekillerine göre disk, tekerlek, çanak ve sivri uçlu şeklinde adlandırılırlar (Jefferies, 2007).

Lastiklerin elastomerik matriks yapısı doğal veya sentetik lastik, silikon veya diğer sentetik elastik polimerlerden oluşabilmektedir. Aşındırıcılar ise silikon karbit, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksitten oluşmaktadır. Bunlara örnek olarak Astropol (Ivoclar Vivadent), Comprepolar and Composhine (Diatech Dental, Charleston, SC, ABD), Enhance (Dentsply Caulk, Milford, DE, ABD), Flexicups (Cosmedent) gösterilebilir.

Şekil 2-8: Çeşitli şekillerdeki cila lastikleri



Elmas Aşındırıcılar

Elmas, bir karbon bileşiğidir ve bilinen en sert maddedir. Sertliğinden dolayı oldukça etkili bir aşındırıcı olması sebebiyle kompozit ve porselen gibi restoratif materyallerin şekillendirme ve pürüzsüz yüzey elde edilmesi amacıyla kullanılırlar (Jefferies, 2007). Elmas frezler, tungsten karbit frezlere oranla daha uzun ömürlüdür ancak daha pahalıdır. Bu frezler ile hibrit ve mikrofil kompozitlerde oldukça düzgün yüzeyler oluşturulur. Frezler, farklı şekillerde, boyutlarda ve gren büyüklüklerinde üretilmektedir. Genelde büyük boyutlu kaba grenli frez ile işleme başlanır ve daha ince grenli frez ile devam edilir. Elmas frezler her zaman su soğutması altında ve düşük hızda kullanılmalıdır. Mine ve sement dokusuna zarar verme ihtimali vardır. Elmas bitirme frezleri materyali uzaklaştırmada yüksek oranda genellikle elmas bitirme frezlerin ardından aşındırıcı kaplanmış disk, cila lastiği ve cila patları gibi diğer bitirme ve cila malzemeleri kullanılmaktadır (Dayangaç, 2000).

Bitirme - Cila Diskleri ve Stripleri

Disklerin arka yüzeyleri ince plastik veya polimerik yapıdan, aşındırıcı yüzeyleri alüminyum oksit partiküllerden meydana gelmektedir. Cila disklerinin susuz

kullanılmasının pürüzsüzlük, sertlik ve renk stabilitesi bakımından sulu kullanımlarına eşit olduğu görülmüştür (Dodge ve ark. 1991). Ancak susuz cilalama işlemi sırasında aşındırıcı partiküller disk üzerinde birikmekte ve bunun sonucunda diskin etkinliği azalmaktadır (Roberson ve ark. 2002).

Zayıf Aşındırıcı İçeren Cila Pastaları

Zayıf abrazyiv cila pastaları alüminyum oksit veya elmas parçacıklardan oluşurlar (Jefferies, 1998). Alüminyum oksit cila patları genellikle gliserin bazlı olup, partikül büyüklüğü ortalama 1µm veya daha küçüktür. Elmas cila patları gliserin ve su bazlıdır ancak partikül büyüklüğü daha fazladır (1-10 µm) (Jefferies, 2007). Cila patı susuz ortamda uygulandığında daha etkin aşındırma yapar ancak cila sırasında su ile birlikte kullanılması sonucu yüzeyde nanometrik seviyede daha ince aşındırma gerçekleştirir (O'Brien, 2002).

Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar ve Keçeler

Aşındırıcı emdirilmiş cila fırçaları 1990 yılında üretilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Sivri uçlu, çanak şekilli gibi değişik şekillerde üretilmiş olan bu fırçaların sahip olduğu polimer yapıdaki kıllara çeşitli aşındırıcı partiküller emdirilmiştir. Diğer bitirme ve cila enstrümanları ile ulaşılamayan, seramik ve kompozit reçine restorasyonların girintilerine, fissür ve arayüz bölgelerine bu fırçalar ile ulaşılabilir (Jefferies, 2007). Örnek olarak, Astrobrush (Ivoclar Vivadent) verilebilir.

Şekil 2-9: Aşındırıcı emdirilmiş fırça ve keçe örnekleri



Bitirme ve cila enstrümanların etkinliği ve bu enstrümanlar ile uygulanan işlemler sonucunda restorasyonun sahip olduğu yüzey pürüzlülüğü çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir :

- a. Bitirme ve cila işlemi uygulanan materyalin yapısı ve mekanik özellikleri (Ör: kompozit reçine, kompomer, cam iyonomer, amalgam, porselen vb),
- b. Aşındırıcı ile restorasyon materyali arasındaki sertlik farkı,
- c. Kullanılan enstrümandaki aşındırıcı partiküllerin sertliği, boyutu ve şekli,
- d. Aşındırıcıyı taşıyan yardımcı aygıtın fiziksel özellikleri (Ör: sertliği, esnekliği, kalınlığı, bükülebilirliği, yumuşaklığı, porozitesi),
- e. Aşındırıcı enstrüman uygulanma hızı ve restorasyon materyaline olan basıncı,
- f. Aşındırıcı enstrümanın kayganlaştırıcılar ile birlikte kullanımı (Ör: su, suda çözünen polimerler, gliserin vb.) (Chung, 1994; Borges ve ark. 2004).

2.3. Kompozitlerde Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü, materyalin özelliklerine veya üretilme yöntemine bağlı olarak meydana gelen yüzey dokusundaki düzensizliklerdir (Paravina ve Powers, 2004). Pürüzlülük değeri mikron ya da grit olarak belirtilir. Yüzey değeri, 1 µm'den az veya 600 grenden fazla ise mine dokusu kadar pürüzsüz olarak kabul edilir. Kesici aletler genellikle grenlerine, cila aletleri ise mikronlarına göre sınıflandırılır. Genel olarak 300

grenden azına “*coarse*”, 300-600 gren arası “*intermediate*” ve 600-1200 gren arasında bitim için yeterli pürüzsüzlük değeridir (Albers, 2002; Attar, 2007).

Yüzey pürüzlülüğünü belirleyen en önemli faktör kompozit materyalin içeriğindeki en büyük boyutlu partiküllerdir. Ciladan sonra reçinenin kalkması ile geride kalan partiküllerin büyüklüğü ve partikül miktarı pürüzlülüğü etkiler. Reçine matriksin aşınması sonucu reçine-partikül bütünlüğü bozularak partiküllerin yüzeyde kalmasına sebep olur ve pürüzlülük meydana gelir (Moraes ve ark. 2008).

Kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğünde, doldurucu tipi ve oranının etkili olduğu bilinmektedir (Saraç ve ark. 2006). Hibrit ve mikrohibrit kompozitlerin içeriğindeki partiküller nanokompozitlerdeki partiküllere göre daha büyüktür. Nanokompozitler, nanoteknoloji sayesinde daha yüksek oranda doldurucu partikül içermektedir ve yüzeyde daha fazla ve daha küçük partikül bulunmaktadır, bunun sonucunda yüzey pürüzlülüğü değerleri düşmektedir (Jung ve ark. 2007). Mitra ve ark. (2003), nanopartiküllerin güçlü kimyasal bileşimi ve partikül büyüklüğü sayesinde, yüzeyde meydana gelen kopmaların hibrit kompozitlerde olduğu gibi büyük parçacık kopması şeklinde değil, kendi içerisinde küçük parçalara ayrışma şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Mine kompozitlerin yüksek silisyum dioksit (SiO_2) doldurucu içermesi materyalin abrazyona karşı direncini arttırmaktadır. Dentin kompozitlerde bulunan baryum (BaO) partikülleri radyoopasiteyi sağlar ve bu partiküllerin boyutunun büyük olması sonucu cilalanabilirliği kötüdür. Bu sebeple dentin kompozitlerin yüzeyinde mine kompozitinin kullanılması tavsiye edilmiştir (Tanoue ve ark. 2000).

Parlak ve düzgün bir yüzey, restoratif materyaller ile estetik görünüm elde edilebilmesi açısından çok önemlidir. Aynı zamanda estetik görünümü ağız içinde de uzun süre devam ettirmeleri gerekir. Estetik görünüm sağlamak ile birlikte düzgün bir yüzey, renkleşmiş tabaka oluşmasını ve plak retansiyonunu da engeller. Bununla birlikte, düzgün yüzey sayesinde sürtünme katsayısı düşer ve aşınma oranı azalır (Kakaboura ve ark. 2007; Atabek ve ark. 2010; Yılmaz ve Özkan, 2010). Böylece restorasyonun klinik başarısı artar.

Yüzey özellikleri ayrıca materyallerin kırılma dirençlerini de etkiler. Düzgün yüzeyli kompozit reçinelerde reçine matriks ve inorganik doldurucular homojen aşınmayı engelleyecek sertliktedir (Kakaboura ve ark. 2007). Pürüzlü yüzey materyalin

bükülme dayanımını azaltır (Bessing ve Wiktorsson, 1983). Ağız ortamında, mekanik direnci iyi olmayan restoratif materyaller çözülmeye uğrar, bu durum materyalin yüzey pürüzlülüğünü arttırır (Yanıkoglu ve ark. 2009).

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğü değerlendirilmesinde, tarayıcı elektron mikroskobu (SEM), yüzey profili analizi (Profilometre), Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) gibi metotlar kullanılmaktadır (Kakaboura ve ark. 2007).

2.3.1.1. Profilometreler

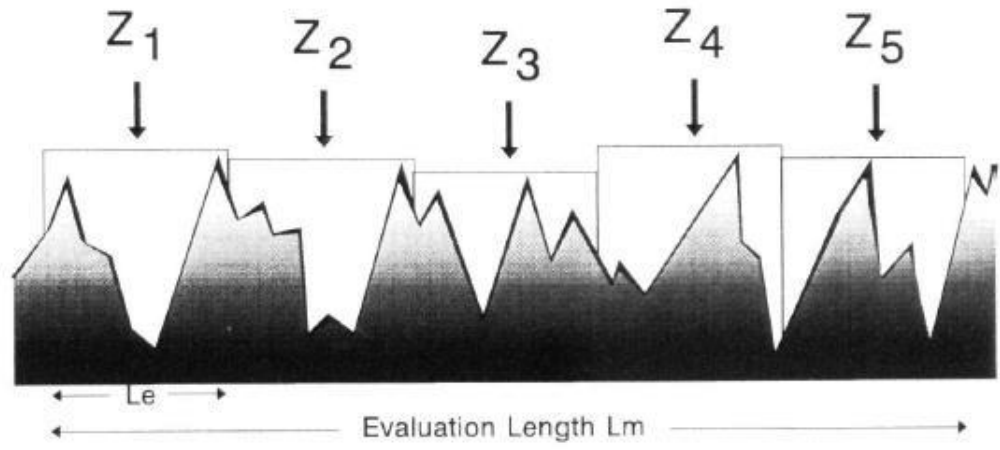
Profilometrelerin, mekanik ve optik olmak üzere iki tipi mevcuttur. İki metod ile de benzer pürüzlülük parametreleri kullanılır ve sayısal ölçümler yapılır (Joniot ve ark. 2006).

2.3.1.2. Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler, bir elmas ucun yüzeye temas ettirilmesi ve yüzeyin taranması ile iki boyutlu ölçüm yaparlar. Belirli Sensor, X eksenini boyunca hareket ederek dikey eksenindeki yükseklik farklarını, makinenin dönüştürüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu tip profilometrelerde çalışılan bölgedeki yüzeyin paralelliğinin ölçüm açısından önemli olduğu bildirilmiştir (Joniot ve ark. 2006). Mekanik profilometreler, hem dijital ve analog sistemler ile değerleri kaydetmektedir (Jefferies, 1998).

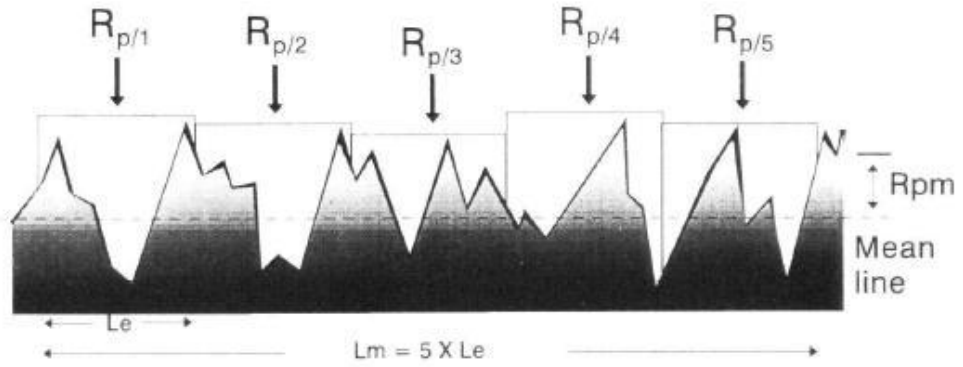
Yüzeylerin profilometre ile değerlendirilmesinde birçok parametre mevcuttur. En çok kullanılan parametreler Ra, Rz, Rpm değerleri ve Rz:Rpm oranıdır (Whitehead ve ark. 1995). Ra parametresi bir yüzeyin ortalama pürüzlülüğüdür ve profilde tüm pürüzlülük mesafesinin merkez çizgiye göre uzaklığı ölçülerek, aritmetik ortalamasının alınmasıyla belirlenir (Şekil 2-2, 2-3, 2-4).

Şekil 2-10: Rz yüzey parametresinin belirlenmesi



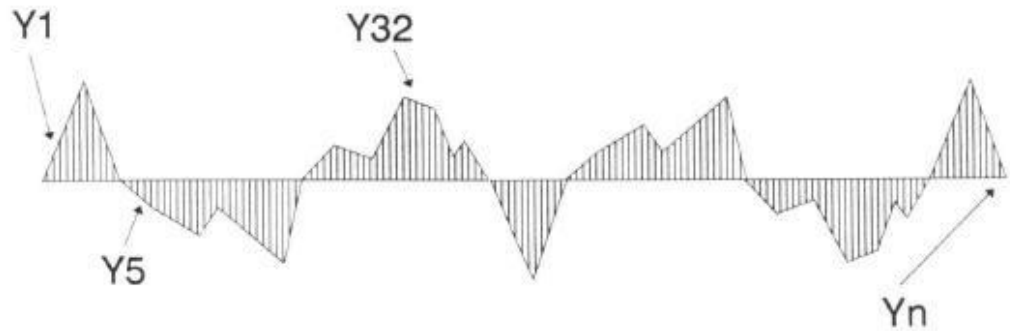
$$R_z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$

Şekil 2-11: Rpm yüzey parametresinin belirlenmesi



$$R_{pm} = \frac{R_{p/1} + R_{p/2} + R_{p/3} + R_{p/4} + R_{p/5}}{5}$$

Şekil 2-12: Ra yüzey parametresinin belirlenmesi



$$R_a = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + \dots + Y_n}{n}$$

Kural dışı profil tepeleri bir dereceye kadar dikkate alınır. Ra ve Rz parametreleri ile karşıtlık gösterdiği için, R_{pm} , nispeten profil şekli hakkında bilgi verir. Küçük R_{pm} değeri geniş tepesi olan dar vadili yüzeyleri, büyük R_{pm} değerleri ise sivri ve keskin kenar profili belirtir. R_{pm}/R_z oranı önemli bir değerdir, çünkü profil şekli

hakkında önemli bilgi verir. Rpm/Rz oranı 0,5'den yüksek ise keskin kenarlı profili gösterir (Whitehead ve ark. 1995; Martinez-Gomis ve ark. 2003). Restoratif materyallerin ağız içinde kullanılabilirliği için ortalama yüzey pürüzlülüğü 0,2 μm 'nin altında olmalıdır (Bollen ve ark. 1997; Güler ve ark. 2010).

2.3.1.3. Optik Profilometreler

Optik profilometrelerde yüzey ile mekanik temas yoktur. Optik ışınla tarama yapılır ve üç boyutlu ölçüm sağlar. Cihazın optik parçaları 100 μm^2 ik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlamaktadır (Joniot ve ark. 2006). Optik profilometrelerde yüzey topoğrafisi 3 boyutludur ve yüzeyin doğal karakterini gösterirler (Kakaboura ve ark. 2007).

2.4. Kompozitlerde Yüzey Sertliği

Sertlik, bir materyalin lokal deformasyona karşı koyabilme yeteneğidir (Anusavice, 2003) ve materyalin sürekli yükleme ve penetrasyon direnci olarak da tanımlanabilir (O'Brien, 2002). Bitim ve cila işlemi kompozit reçinelerde estetik sebeplerle önemli olduğu gibi materyalin çizilebilir olması, uzun süreçte yorulma stresi oluşumuna ve erken dönem başarısızlık meydana gelmesinde etkilidir (Condon ve Ferracane, 1997). Sertlik, bir restoratif materyalin mekanik özelliklerini belirler. Çizilme ve aşınmaya karşı direnci artırarak materyalin kuvvetler karşısında deformasyonunu engeller (Sonugelen ve ark. 2000).

2.4.1. Yüzey Sertliği Ölçüm Yöntemleri

Günümüzde sıklıkla kullanılan yüzey sertliği ölçüm yöntemleri, Brinell, Rockwell, Vickers, Knoop, Shore ve Barcol sertlik testleridir. Bu testlerde, deforme olmayan küresel veya konik bir uç deney materyaline batırılarak, materyalin gösterdiği direnç ölçülür. Seçilen sert uç, belirli süre boyunca, belirli yük altında materyale batırıldığında materyal üzerinde iz bırakır. Bu izin boyutları ölçülür ve materyalin sertlik değeri elde edilir. Materyalin sertliği bu izin büyüklüğü ile ters orantılıdır. Sertlik ölçümü yapılırken, materyalden birkaç ölçüm yapılarak ortalama değer alınır. Materyal

ne kadar sert olursa bu değer de o kadar yüksek çıkacaktır (Seymen ve Gülhan, 1996; van Noort, 2007).

2.4.1.1. Vickers Sertlik lm Testi

Ölüm yapılacak materyal üzerine, tepe açısı 136 derece olan, kare tabanlı piramit şekilli bir elmas uç ile kuvvet uygulanır ve iz oluşturulur. Yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen kare şeklindeki iz köşegenleri llr (Wassell ve ark. 1996; Pober, 1998). Ölüm ekrandaki iki cetvel ile köşegenlerin uzunlukların ortalaması alınarak yapılır. Vickers sertlik değeri kg ile ifade edilen deney yükünün, mm² olarak ifade edilen iz alanına bölümü olup, $HV:1.854 \times \text{kuvvet}/(\text{taban köşegeni})^2$ formülü ile hesaplanır. İz alanı ne kadar küçük ise, sertlik değeri o kadar büyük olur (O'Brien, 2002).

Vickers sertlik testinin pek çok avantajı vardır. Genellikle doğru değerler lbilmesi, kullanılan elmas ucun uzun zaman kullanılması ve tüm materyaller için kullanılmasıdır. Hem altın döküm alaşımları için hemde kırılğan materyallerin sertliğinin belirlemesi için kullanılmaktadır (Anusavice, 2003). Reçine kompozitler gibi polimerik materyallerin ölümlerinde yükleme sonrası oluşan elastik dönüşüm fenomeni ölüm sonrası değerleri etkileyebilir (De Souza, 1982).

2.4.1.2. Rockwell Sertlik lm Testi

Dairesel ya da konik şeklindeki uç ile materyalin penetrasyon direnci llr. İz çapının llmesinden çok, penetrasyon derinliği llr. Uygulanan yüke, batıcı ucun çapına ve elde edilen derinliğe göre sertlik değeri elde edilir. llen küçük iz alanları yüksek sertlik değerini ve sert materyali ifade eder. Farklı materyallerin test edilebilmesi için farklı boyutlarda pek çok batıcı uç vardır. Farklı yüklerin ve farklı uçların kombinasyonlarının her biri, spesifik bir Rockwell skalası oluşturur. A'dan G'ye farklı olmakla birlikte, A, B, C en yaygın kullanılan skalalardır. Farklı sertlik aralığına sahip materyaller için farklı skalalar kullanılır. Rockwell sertlik cihazı, kırılğan materyaller için uygun değildir, elastik materyaller için ise modifiye edilmesi gerekmektedir. Diş hekimliğinde yüzeysel Rockwell yöntemleri ile plastik malzemelerin sertlikleri test edilebilir (Sakaguchi ve Powers, 2012).

2.4.1.3. Brinell Sertlik Ölçüm Yöntemi

En eski sertlik ölçme test yöntemidir (Johansson ve ark. 1975). 10 mm. çapında çelik veya karbit top uçla 3000 kg.' a kadar yük uygulanır. Yumuşak materyallerde, aşırı çentik oluşumundan kaçınmak için, 500- 1500 kg. arası yük uygulanabilir. Tüm yükleme, demir ve çelikte 10-15 sn. uygulanırken, diğer metallerde en az 30 sn uygulanır. Uç çıkarıldıktan sonra oluşan çentiğin çapı mikroskopla ölçülür (Wang ve ark. 2003; Ogawa ve Hasegawa, 2005). Sertlik derecesi, uygulanan kuvvetin, yüzeyin çentik alanına bölünmesiyle belirlenir. Brinell sertlik derecesi, testin koşullarını gösterir. Örneğin, 75 HB10/ 500/ 30 75; 10 mm. Çapında çelik uç kullanılarak 500 kg.' ı 30 sn.' ye uygulayarak elde edilmiştir (Ogawa ve Hasegawa, 2005).

2.4.1.4. Knoop Sertlik Ölçüm Testi

Materyallerin mikrosertliğini belirleyen testlerden biridir. Bu test metodunda, iki karşı yüzü arasında 172° olan ve diğer iki yüzü ile 130° açı yapan, 4 yüzlü uzatılmış piramit şeklinde batıcı bir elmas uç kullanılarak, belirli miktar yük uygulanır (Sakaguchi ve Powers, 2012). Oluşan izin dış hatları, eşkenar dörtgen veya köşegenlerin oranı ise 7:1 olan elmas şeklidir (Poher, 1998). Yükün kaldırılması sonrasında kompozit reçineler için elastik bir düzelme meydana gelir.

2.5. Kompozitlerde Yüzey Parlaklığı

Yüzey parlaklığı, yüzeye gelen ışık yoğunluğunun, yüzeyden yansıyan ışık yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır. Işığın yansımaları yüzeyin pürüzlülük özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikleri fazla olduğunda yüzeyden yansıyan ışık engellenir, dolayısıyla yüzey parlaklığı azalır (Sakaguchi ve Powers, 2012). Mikro ve makro seviyedeki yüzey pürüzlülükleri gelen ışığı farklı açılarda yansıtarak dağıtır, bu da cismin yüzeyinin mat görünmesine neden olur. Bu sebeple kompozit reçine restorasyonlarda yüzey pürüzlülüğü azaldığında yüzey parlaklığı artar (Hosoya ve ark. 2011). Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler arasında doldurucu büyüklüğü ve organik matris çeşidi yer almaktadır. Yüzey parlaklığının artışı ile komşu

diş dokusu ile sınırları belli olmayan restorasyonlara olanak sağlamaktadır (Kakaboura 2007; Antonson ve ark. 2011). Diğer bir yandan zaman içerisindeki yüzey parlaklığındaki düşüş ve yüzey pürüzlülüğündeki artış gerek plak birikiminin ve bakteri tutulumunun artışı gerek yüzey renklenmesinde artışa neden olmaktadır (Kaizer ve ark. 2014).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Tamamı in vitro koşullarda gerçekleştirilen bu çalışmada, farklı cila tekniklerinin nanofil özellikle bir kompozit materyali üzerinde uygulanması sonrasında, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve yüzey parlaklığı ölçümlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tüm ölçümler İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan kompozit materyali ve cila malzemeleri tablolarda ve şekillerde gösterilmiştir.

Tablo 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit reçine türü, doldurucu boyutu ve tipi, doldurucu oranı, organik matriks bileşimi ve üretici firma

Kompozit reçine	Türü	Doldurucu boyutu ve tipi	Doldurucu oranı	Organik matriks bileşimi	Üretici Firma	Batch no
Filtek Ultimate A2	Nanofil	20nm silika,4-11nm zirkonya 0.6µm-10µm	%78.5	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA,Bis-EMA	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	

Şekil 3-1: Çalışmada kullanılan kompozit reçine materyali



Tablo 3-2: Çalışmada kullanılan materyallerin kullanım şekli ve üretici firmaları

Ürün Adı	Materyal Tipi	Kullanım Şekli	Üretici Firma
One Gloss	Alüminyum oksit kaplı lastik	5000 rpm hızda susuz olarak 1dk boyunca uygulanır	Shofu Dental Corporation, Kyoto, Japonya
SuperSnap SuperBuff	Keçe	Su ile nemlendirildikten sonra alüminyum oksit içeren pat ile 8000 rpm hızda 1 dk boyunca uygulanır.	Shofu Dental Corporation, Kyoto, Japonya
CompoSite	Alüminyum oksitli pat	Su ile nemlendirilmiş keçe ile 8000 rpm hızda 1dk boyunca uygulanır.	Shofu Dental Corporation, Kyoto, Japonya
Sof-lex	Alüminyum oksit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	Kalın ve orta diskler 10000, ince ve süper ince diskler 30000 rpm hızda 15sn boyunca susuz uygulanır.	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD
Sof-lex Spiral Wheels	Alüminyum oksit kaplı tekerlekler	10000 – 20000 rpm hızda hafif basınçla, susuz uygulanır.	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD
Astropol	Alüminyum oksit ve elmas partikülü içeren lastik	7500 – 10000 rpm hızda, susuz uygulanır.	Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Astrobrush	Silikon karbit emdirilmiş fırça	5000 rpm hızda susuz uygulanır. Aralıklı çalışarak ısı birikimine engel olunmalıdır	Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein

Şekil 3-2: Çalışmada kullanılan cila materyali (One Gloss, Shofu Dental Corporation) (Alüminyum oksit kaplı lastik)



Şekil 3-3: Çalışmada kullanılan cila materyali (Super-Snap SuperBuff, Shofu Dental Corporation) (Keçe)



Şekil 3-4: Çalışmada kullanılan cila materyali (CompoSite, Shofu Dental Corporation) (Alüminyum oksitli pat)



**Şekil 3-5: Çalışmada kullanılan cila materyali (Sof-lex, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)
(Alüminyum oksit kaplı lastik)**



Şekil 3-6: Çalışmada kullanılan cila materyali (Sof-lex Spiral Wheels 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Alüminyum oksit kaplı tekerlekler)



Şekil 3-7: Çalışmada kullanılan cila materyali (Astropol Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Alüminyum oksit ve elmas partikül içeren lastik)

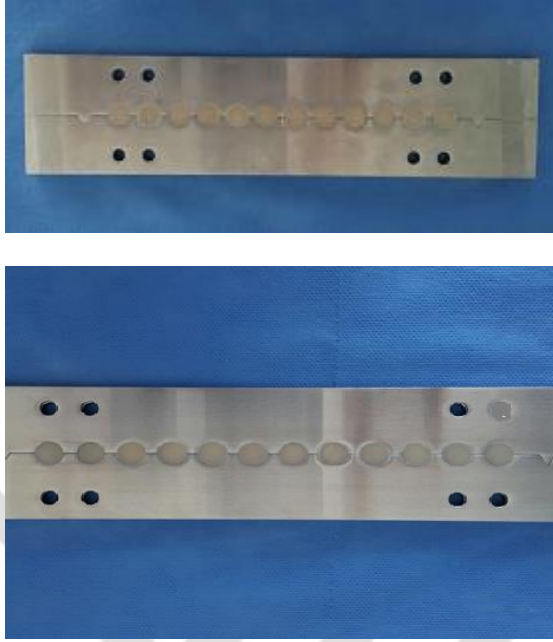


Şekil 3-8: Çalışmada kullanılan cila materyali (Astrobrush Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (Silikon karbit emdirilmiş fırça)



Çalışmamızda kullanılan kompozit materyalinin (Filtek Ultimate, 3M Espe), Vita skalasında A2 renge denk gelen Body A2'den 100 adet 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde örnekler yüzey pürüzlülüğü ve sertlik ölçümleri için, 100 adet 15 mm çapında ve 2 mm derinliğinde örnekler ise parlaklık ölçümü için silindirik yuvaları olan teflon kalıplar kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3-9).

Şekil 3-9: Çalışmada kullanılan 10mm×2mm ve 15×2mm kalıplar



Kompozit reçine materyalleri ağız spatülü kullanılarak kalıp içerisindeki yuvaya taşındıktan sonra üzerine şeffaf bant (Hawe transparent strip Hawe Neos Dental, Bioggio, İsviçre) ve siman camı yerleştirilmiştir. Bu sırada hafif baskı uygulanarak fazlalık materyalin taşması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra kuartz tungsten halojen bir ışık kaynağı (OptiLux, Kerr, Washington DC, ABD) ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda 40 saniye polimerize edilmiştir. Işık cihazının gücü her örneğin polimerizasyonundan önce radyometre (Hilux Led Max Curing Light Meter Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile kontrol edilmiştir.

Polimerizasyonun tam olarak sağlanabilmesi için şeffaf bant ve siman camı uzaklaştırıldıktan sonra ek olarak 20 saniye daha ışık uygulanmıştır. Hazırlanan örnekler 37°C'de distile suda 24 saat bekletilmişlerdir. Gerçekleştirilecek olan bitirme ve cila işlemleri için kompozit örnekleri rastgele seçim yapılarak 10'ar örnek içeren 10 alt gruba ayrılmıştır (Şekil 3-10).

Şekil 3-10: Çalışmada kullanılan kompozit örnekleri



Bütün örneklerde şeffaf bantla bitirilen yüzeyler kontrol grubunu (Grup Kontrol) oluşturmaktadır ve bu gruptaki örneklere herhangi bir bitirme ve cila işlemi uygulanmamıştır. Kontrol grubu dışındaki örneklere klinikteki kompozit yüzey bitim işlemlerini taklit etmek ve şeffaf bant altında oluşturulan yüzeyi ortadan kaldırmak amacıyla, 12 bıçaklı kırmızı kuşak tungsten karbit frez (Meisinger, Hager & Meisinger GmbH, Almanya) ile 10 saniye boyunca su soğutması altında bitim işlemi uygulanmıştır (Şekil 3-11).

Şekil 3-11: Yüzey bitim işlemi sırasında kullanılan 12 bıçaklı tungsten karbid frez



Çalışma grupları ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri tabloda gösterilmiştir ve bütün işlemler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir (Tablo 3-3).

Tablo 3-3: Çalışmada uygulanan bitirme ve cila işlemleri ve çalışma grupları

ÇALIŞMA GRUPLARI	UYGULANAN BİTİRME VE CİLA İŞLEMİ
Kontrol	Şeffaf Bant
1	Lastik (One Gloss)
2	Lastik (One Gloss) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff)
3	Disk (Sof-Lex)
4	Disk (Sof-Lex) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff)
5	Spiral (Sof-Lex Spiral)
6	Spiral (Sof-Lex Spiral) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff)
7	Lastik (AstroPol)
8	Lastik (AstroPol) + Pat/Keçe (Composite/SuperBuff)
9	Fırça (AstroBrush) + Lastik (AstroPol)

3.1. Çalışma Örneklerinin Hazırlanması

3.1.1. Kontrol grubu

Şeffaf bant altında polimerize edilerek pürüzsüz bir yüzey oluşturulmuştur.

3.1.2. Grup 1

One Gloss alüminyum oksit kaplı lastik uygulayıcı tarafından 5000 rpm hızda 1 dk boyunca susuz olarak uygulanmıştır. Yüzey yağ içermeyen su spreyi ile yıkanmıştır.

3.1.3. Grup 2

One Gloss alüminyum oksit kaplı lastik uygulayıcı tarafından 5000 rpm hızda 1 dk boyunca susuz olarak uygulanmıştır ve yüzey yağ içermeyen su spreyi ile yıkanmıştır. Sonrasında su ile nemlendirilen SuperBuff keçe, alüminyum oksitli Composite pat ile 8000 rpm hızda 1 dk boyunca cila işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.4. Grup 3

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın ve orta Alüminyum oksit kaplı Sof-Lex diskler 10000 rpm, ince ve süper ince Sof-Lex diskler 30000 rpm hızda 15' er sn boyunca susuz uygulanmıştır. Her disk sonrasında yüzey yağ içermeyen su spreyi ile yıkanmıştır.

3.1.5. Grup 4

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın ve orta Alüminyum oksit kaplı Sof-Lex diskler 10000 rpm, ince ve süper ince Sof-Lex diskler 30000 rpm hızda 15' er sn boyunca susuz uygulanmıştır. Her disk sonrasında yüzey yağ içermeyen su spreyi ile yıkanmıştır. Sonrasında su ile nemlendirilen SuperBuff keçe, alüminyum oksitli CompoSite pat ile 8000rpm hızda 1 dk boyunca cila işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.6. Grup 5

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın ve ince alüminyum oksitli Sof-Lex Spiral Wheels, 10000 ve 20000 rpm hızda hafif basınçla susuz olarak uygulanmıştır.

3.1.7. Grup 6

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın ve ince alüminyum oksitli Sof-Lex Spiral Wheels, 10000 ve 20000 rpm hızda hafif basınçla susuz olarak uygulanmıştır. Sonrasında su ile nemlendirilen SuperSnap keçe, alüminyum oksitli Composite pat ile 8000rpm hızda 1 dk boyunca cila işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.8. Grup 7

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın (gri), orta (yeşil) ve ince (pembe) elmas partikülleri ve alüminyum oksit içeren Astropol, 7500 - 10000 rpm hızda hafif basınçla susuz olarak uygulanmıştır.

3.1.9. Grup 8

Örnek yüzeyine sırasıyla kalın (gri), orta (yeşil) ve ince (pembe) elmas partikülleri ve alüminyum oksit içeren Astropol, 7500 - 10000 rpm hızda hafif basınçla susuz olarak uygulanmıştır. Sonrasında su ile nemlendirilen SuperBuff keçe, alüminyum oksitli CompoSite pat ile 8000rpm hızda 1 dk boyunca cila işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.10. Grup 9

Örnek yüzeyine silikon karbit emdirilmiş AstroBrush fırça, 5000 rpm hızda susuz olarak, aralıklarla uygulanmıştır. Örnek yüzeyine sırasıyla kalın (gri), orta (yeşil) ve ince (pembe) elmas partikülleri ve alüminyum oksit içeren Astropol, 7500 - 10000 rpm hızda hafif basınçla susuz olarak uygulanmıştır.

Çalışmanın kantitatif değerlerinin alınmasında kullanılan cihazlar tablolarda ve şekillerde gösterilmiştir (Tablo 3-4) (Şekil 3-12, 3-13, 3-14, 3-15, 3-16).

Tablo 3-4: Çalışmada kullanılan cihazlar ve üretici firmaları

	Cihaz Marka ve Modeli	Üretici Firma
Işık aleti	Optilux 501	Kerr, Washington DC, USA
Radyometre	Hilux Led Max Curing Light Meter	Optimax, Benlioğlu Dental Inc, Ankara, Türkiye
Cıla cihazı	Buehler MetaServ 250 Grinder-Polisher	Buehler, Düsseldorf, Germany
Yüzey sertlik ölçümü	Micro Vickers Vision Systems 400 Impressions	Innovatech, Maastricht, Hollanda
Yüzey pürüzlülük ölçümü	Surtronic 25	Taylor Hobson, Leicester, İngiltere
Yüzey parlaklık ölçümü	407 Statistical Glossmeter	Elcometer, Manchester, İngiltere
Stereomikroskop	Olympus SZ61	Olympus Corporation, Tokyo, Japonya

Şekil 3-12: Çalışmada kullanılan Işık aleti (Optilux 501 Kerr, Washington DC, ABD)



Şekil 3-13: Çalışmada kullanılan Radyometre (Hilux Led Max Curing Light Meter Optimax, Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye)



Şekil 3-14: Çalışmada kullanılan yüzey sertlik ölçümü cihazı (Micro Vickers Vision Systems 400 Impressions Innovatech, Maastricht, Hollanda)



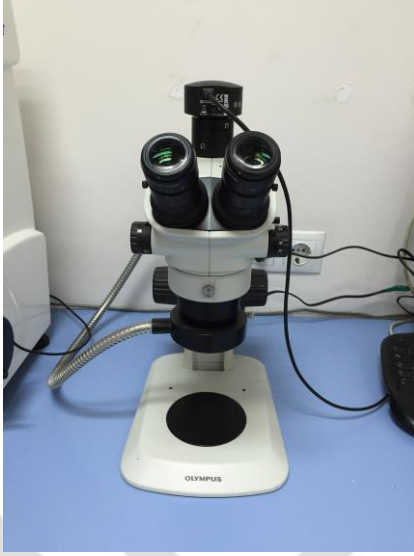
Şekil 3-15: Çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (Surtronic 25 Taylor Hobson, Leicester, İngiltere)



Şekil 3-16: Çalışmada kullanılan yüzey parlaklık ölçüm cihazı (407 Statistical Glossmeter Elcometer, Manchester, İngiltere)



Şekil 3-17 Çalışmada Kullanılan Stereomikroskop cihazı (Olympus SZ61, Tokyo, Japonya)



3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Hazırlanan örnekler distile su ile yıkanıp kurutulduktan sonra, Profilometre cihazı kullanılarak yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemlerine başlanmıştır. Cihazın ucu örnek üzerinde sabit ve belirli bir hızda ilerleyerek yüzeydeki pürüzlülükleri μm cinsinden kaydeder. Her örnek yüzeyinin 3 farklı bölgesinde ölçüm yapılmış ve ölçümlerin ortalaması örnek için değer olarak kaydedilmiştir. Ölçüm öncesi ve sonrası profilometre cihazı kalibrasyon plakası kullanılarak kalibre edilmiştir.

3.3. Yüzey Sertliği Ölçümü

Hazırlanan örneklerin üst yüzeyinde 200 gramlık yük, 15 saniye uygulanarak oluşan çentik cihazda ölçülerek, değerleri Vickers sertlik biriminden kaydedilmiştir. Her yüzeyden değişik alanlardan 3 ölçüm yapılmıştır. Her bir örnek için 3 sertlik ölçümünün ortalaması alınmıştır.

3.4. Yüzey Parlaklığı Ölçümü

Hazırlanan örnekler distile su ile yıkanmış ve kurutma kâğıdı ile kurutulmuştur. Örneklerin işaret konulmamış yüzeylerinden ilk yüzey parlaklığı ölçümleri Glossmetre

cihazı (407 Statistical Glossmeter Elcometer, Manchester, İngiltere) kullanılarak ölçülmüştür. 60° açılı ışık yansıması kullanılarak örneklerin yüzey cilası ölçülmüştür. Her numuneden 3 ayrı ölçüm alınıp bu ölçümlerin ortalamaları kaydedilmiştir. Her gruba başlamadan önce cihazın kalibrasyonu yansıtıcı plaka ve opak sünger kullanılarak yapılmıştır.



4. BULGULAR

Tablo 4-1: Grupların pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G1	0,44±0,09	62,68±4,50	53,62±6,67
G2	0,40±0,04	72,84±5,77	66,29±6,88
G3	0,23±0,06	74,02±5,38	70,21±4,81
G4	0,20±0,07	80,07±4,46	78,25±5,39
G5	0,34±0,05	69,67±4,76	62,35±7,37
G6	0,33±0,06	76,30±3,78	77,00±3,48
G7	0,40±0,06	65,61±3,59	58,26±7,95
G8	0,36±0,04	70,03±2,85	75,01±6,31
G9	0,38±0,09	67,49±4,75	50,09±7,27
P	0,001**	0,001**	0,001**

One Way ANOVA Test

***p<0.01*

Tablo 4-2: Grupların pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

Gruplar	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık	Gruplar	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	P	p	P		p	P	p
Kontrol/G			0,001**	G3/G4			
1	0,001**	0,991			1,000	0,092	0,141
Kontrol/G		0,001**	0,001**	G3/G5			
2	0,001**				0,013*	0,486	0,163
Kontrol/G		0,001**		G3/G6			
3	0,026*		0,026*		0,082	0,980	0,342
Kontrol/G		0,001**		G3/G7			
4	0,471		1,000		0,001**	0,002**	0,002**
Kontrol/G	0,001**	0,001**		G3/G8			
5			0,001**		0,003**	0,609	0,798
Kontrol/G	0,001**	0,001**		G3/G9			
6			0,986		0,025*	0,049*	0,001**
Kontrol/G	0,001**			G4/G5		0,001**	0,001**
7		0,298	0,001**		0,001**		
Kontrol/G	0,001**			G4/G6			
8		0,001**	0,745		0,007**	0,685	1,000
Kontrol/G	0,001**		0,001**	G4/G7		0,001**	0,001**
9		0,031*					
G1/G2	1,000	0,001**	0,001**	G4/G8	0,001**	0,001**	0,979
G1/G3	0,001**	0,001**	0,001**	G4/G9	0,004**	0,001**	0,001**
G1/G4	0,001**	0,001**	0,001**	G5/G6	1,000	0,043*	0,001**
G1/G5	0,266	0,025*	0,078	G5/G7	0,616	0,584	0,910
G1/G6	0,152	0,001**	0,001**	G5/G8	1,000	1,000	0,001**
G1/G7	1,000	0,905	0,827	G5/G9	1,000	0,985	0,002**
G1/G8	0,554	0,015*	0,001**	G6/G7	0,404	0,001**	0,001**
G1/G9	1,000	0,341	0,962	G6/G8	1,000	0,069	0,999
G2/G3	0,001**	1,000	0,930	G6/G9	0,999	0,001**	0,001**
G2/G4	0,001**	0,018*	0,002**	G7/G8	0,962	0,462	0,001**
G2/G5	0,313	0,856	0,927	G7/G9	1,000	0,995	0,126
G2/G6	0,246	0,779	0,011*	G8/G9	1,000	0,958	0,001**
G2/G7	1,000	0,018*	0,141				
G2/G8	0,759	0,925	0,079				

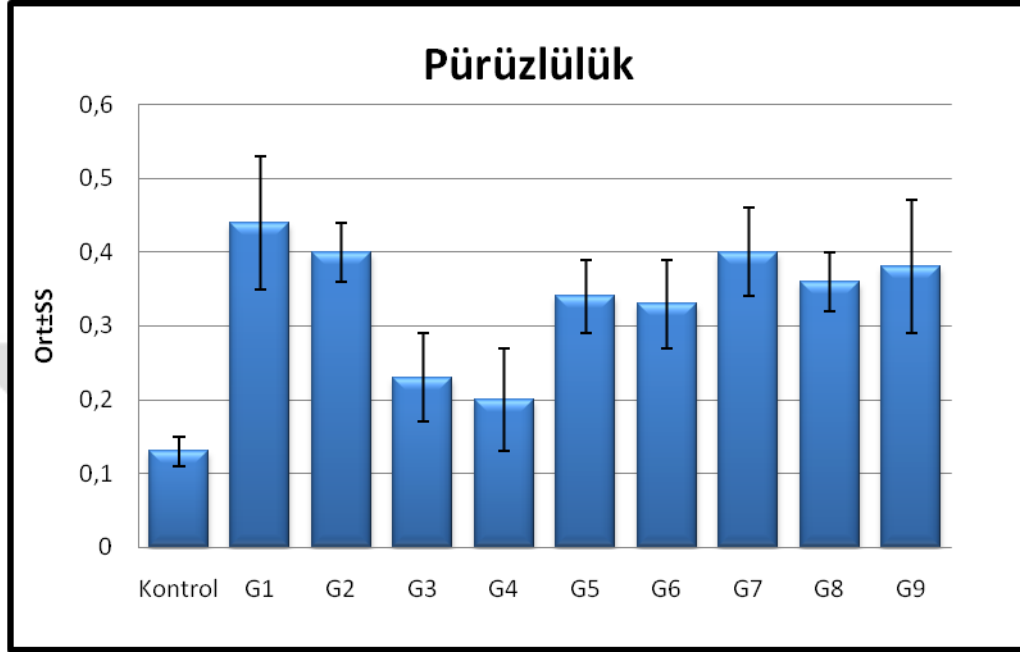
G2/G9 1,000 0,204 0,001**

Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı.

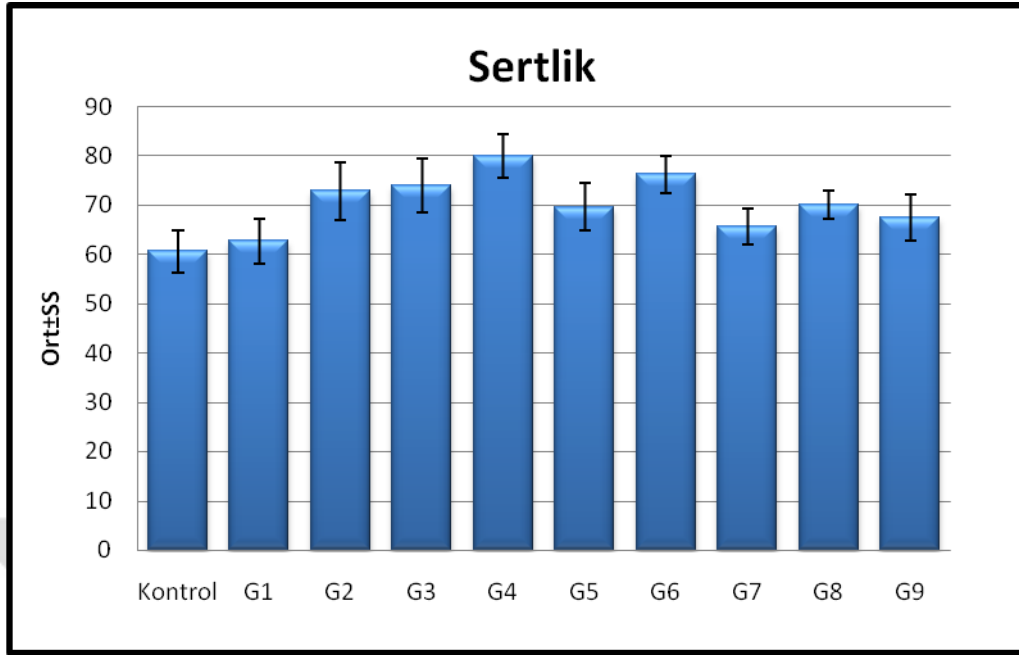
* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

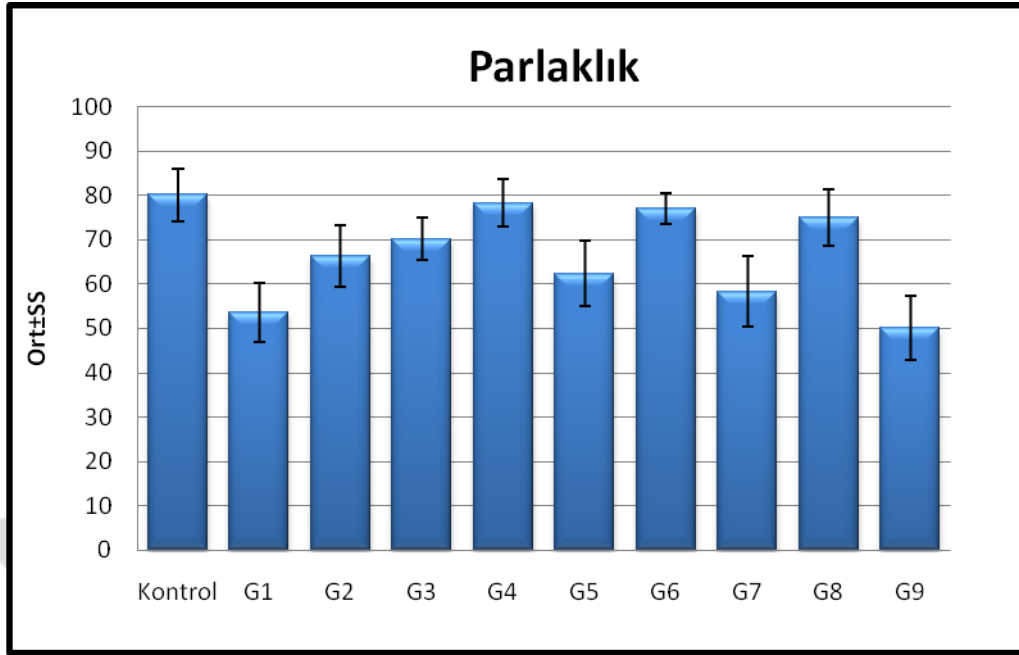
Tablo 4-3: Grupların pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Gruplar arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-1). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G1, G2, G3, G5, G6, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G4 grubunun pürüzlülük ortalaması G1, G2, G5, G6, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). G3 grubunun pürüzlülük ortalaması G1, G2, G5, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Diğer gruplar arasında pürüzlülük ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-2).

Tablo 4-4: Grupların sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi

Gruplar arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-1). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun sertlik ortalaması G2, G3, G4, G5, G6, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G4 grubunun sertlik ortalaması G1, G2, G5, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G6 grubunun sertlik ortalaması G1, G5, G7 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G1 grubunun sertlik ortalaması G2, G3, G5 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G7 grubunun sertlik ortalaması G2 ve G3 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G3 grubunun sertlik ortalaması, G9 grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$). Diğer gruplar arasında sertlik ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-2).

Tablo 4-5: Grupların parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi

Gruplar arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-1). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun parlaklık ortalaması G1, G2, G3, G5, G7 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G9 grubunun parlaklık ortalaması G2, G3, G4, G5, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). G4 grubunun parlaklık ortalaması G1, G2, G5 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$). G1 grubunun parlaklık ortalaması G2, G3, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). G6 grubunun parlaklık ortalaması G2, G5 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$). G7 grubunun parlaklık ortalaması G3 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). G8 grubunun parlaklık ortalaması, G5 grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında parlaklık ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-2).

Tablo 4-6: Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G1	0,44±0,09	62,68±4,50	53,62±6,67
G3	0,23±0,06	74,02±5,38	70,21±4,81
G5	0,34±0,05	69,67±4,76	62,35±7,37
G7	0,40±0,06	65,61±3,59	58,26±7,95
P	0,001**	0,001**	0,001**

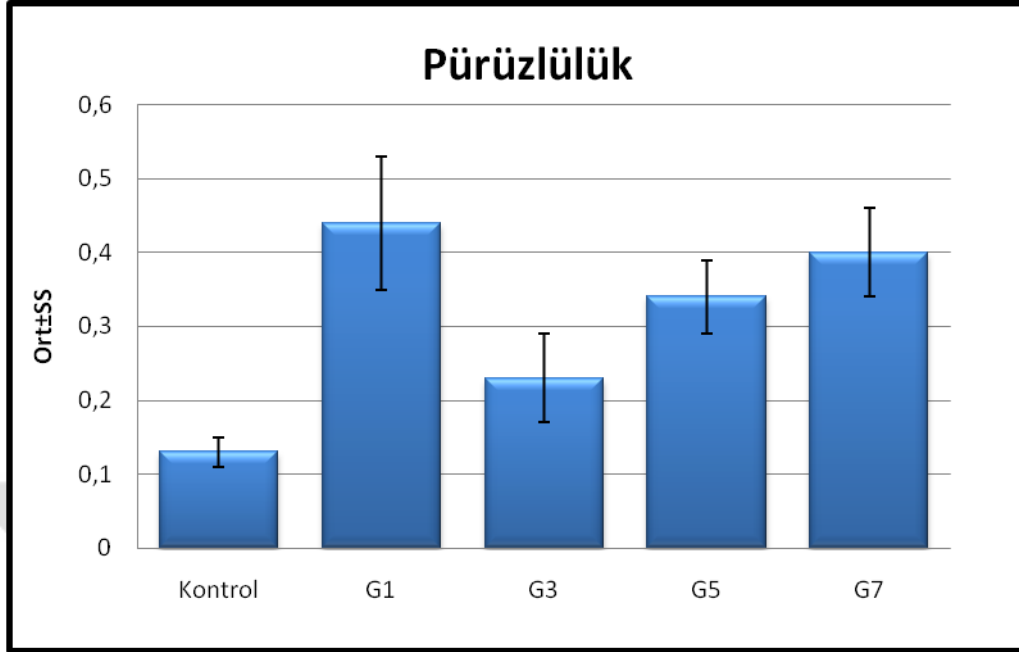
One Way ANOVA Test ** $p < 0.01$

Tablo 4-7: Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

Gruplar	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	P	P	P
Kontrol/G1	0,001**	0,854	0,001**
Kontrol/G3	0,006**	0,001**	0,015*
Kontrol/G5	0,001**	0,001**	0,001**
Kontrol/G7	0,001**	0,124	0,001**
G1/G3	0,001**	0,001**	0,001**
G1/G5	0,066	0,011*	0,039*
G1/G7	0,945	0,606	0,529
G3/G5	0,003**	0,222	0,079
G3/G7	0,001**	0,001**	0,002**
G5/G7	0,192	0,283	0,645

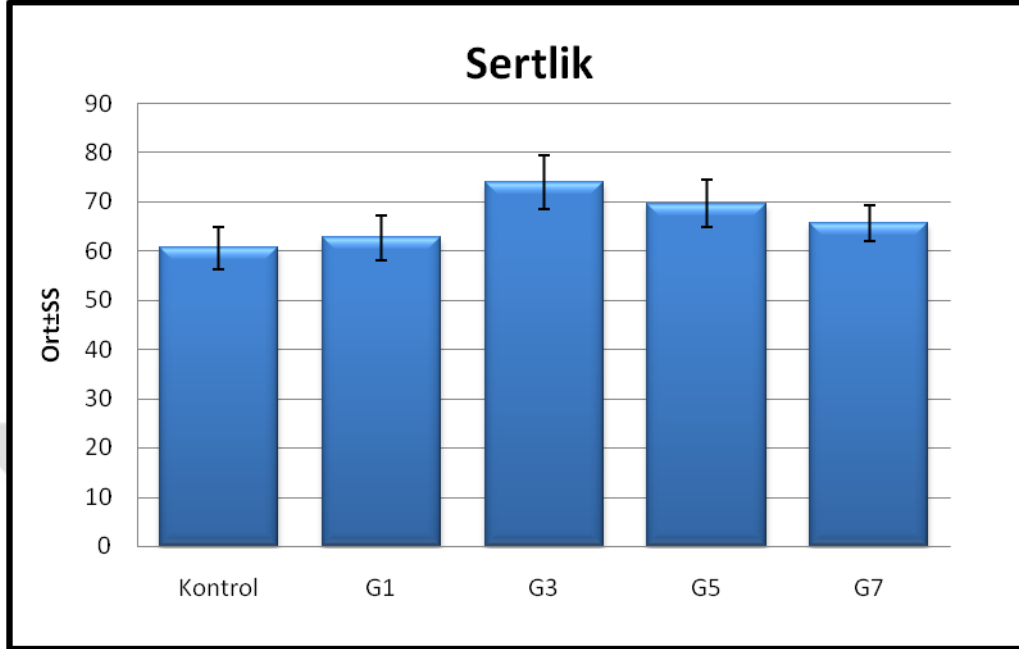
Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Tablo 4-8: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



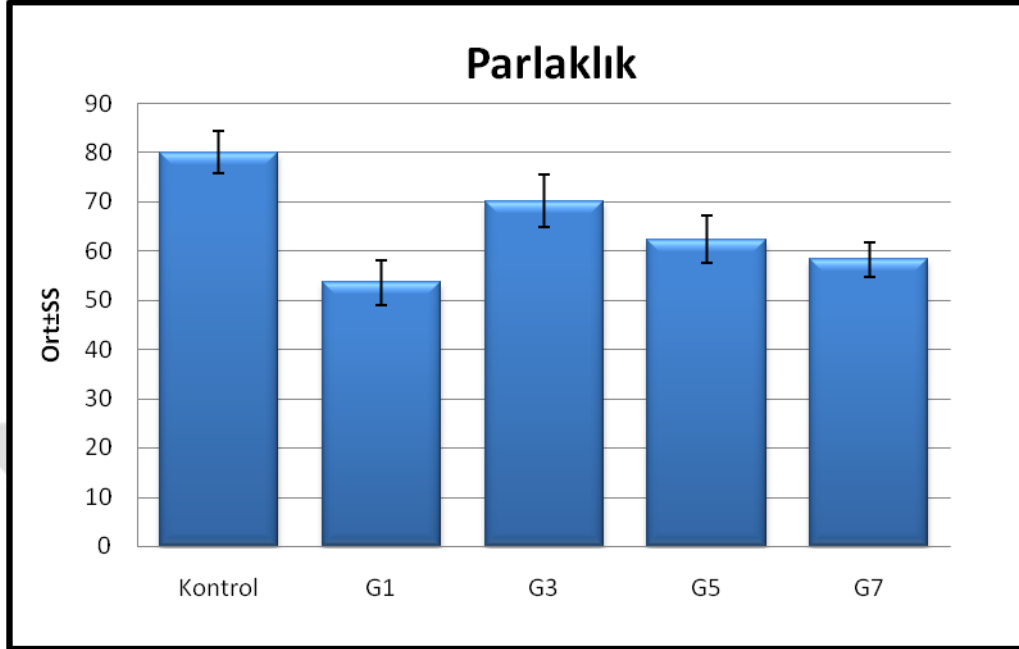
Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-6). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G1, G3, G5 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). G3 grubunun pürüzlülük ortalaması G1, G5 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında pürüzlülük ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-7).

Tablo 4-9: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-6). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G3 grubunun sertlik ortalaması Kontrol, G1 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). G5 grubunun sertlik ortalaması Kontrol ve G1 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Diğer gruplar arasında sertlik ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-7).

Tablo 4-10: Kontrol, G1, G3, G5, G7 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G1, G3, G5 ve G7 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-6). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun parlaklık ortalaması G1, G3, G5 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G3 grubunun parlaklık ortalaması G1 ve G7 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$). G5 grubunun parlaklık ortalaması G1 grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$). Diğer gruplar arasında parlaklık ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-7).

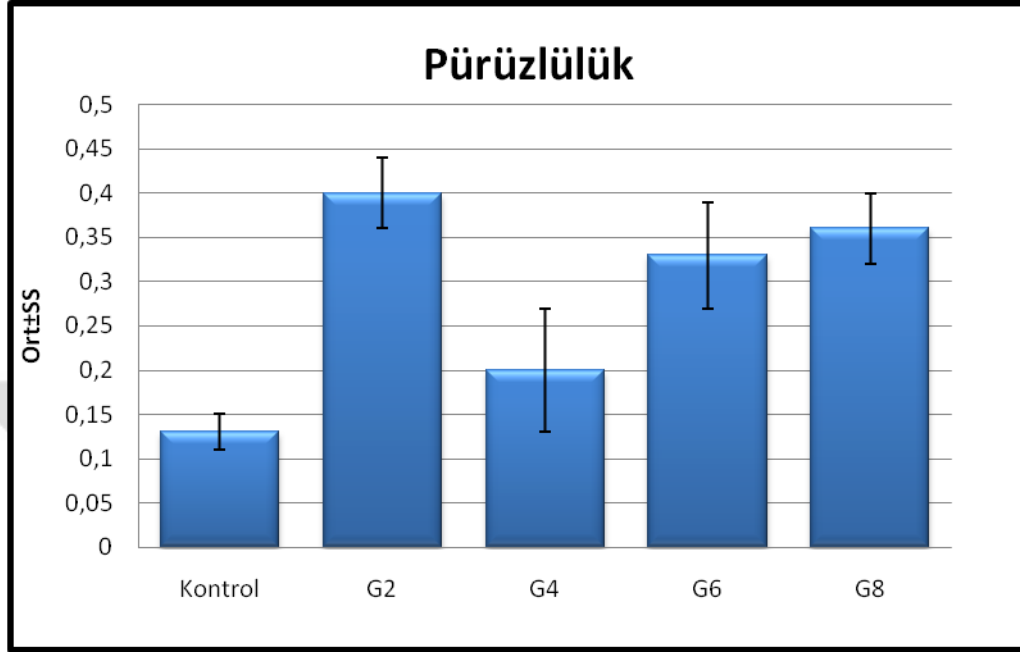
Tablo 4-11: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G2	0,40±0,04	72,84±5,77	66,29±6,88
G4	0,20±0,07	80,07±4,46	78,25±5,39
G6	0,33±0,06	76,30±3,78	77,00±3,48
G8	0,36±0,04	70,03±2,85	75,01±6,31
p	0,001**	0,001**	0,001**
<i>One Way ANOVA Test</i>	<i>**p<0.01</i>		

Tablo 4-12: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

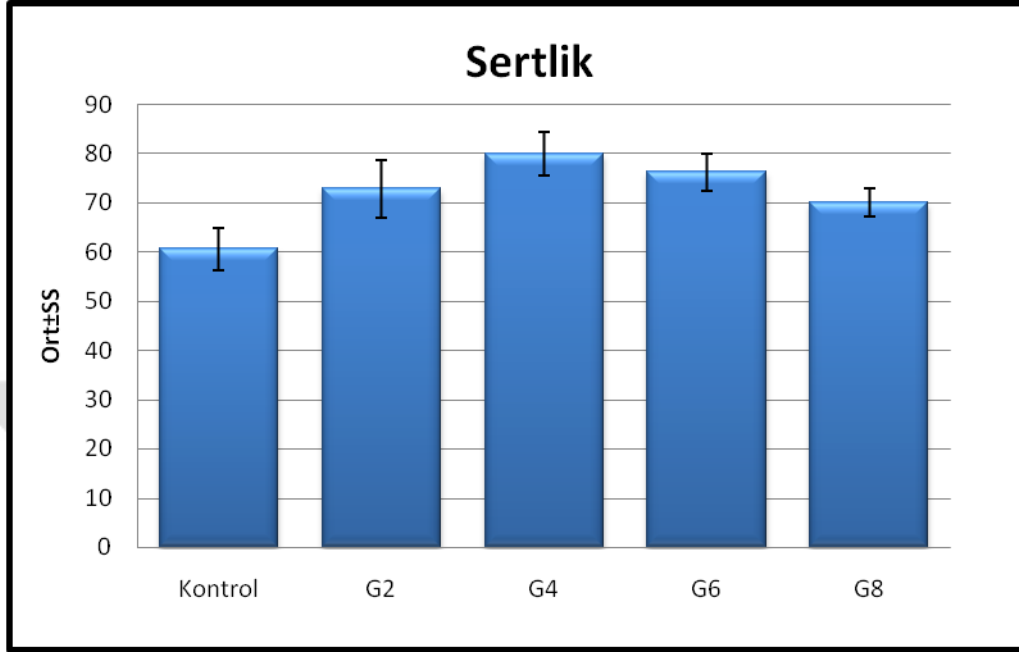
Gruplar	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	p	p	p
Kontrol/G2	0,001**	0,001**	0,001**
Kontrol/G4	0,132	0,001**	0,954
Kontrol/G6	0,001**	0,001**	0,755
Kontrol/G8	0,001**	0,001**	0,295
G2/G4	0,001**	0,005**	0,001**
G2/G6	0,061	0,395	0,001**
G2/G8	0,271	0,602	0,012*
G4/G6	0,002**	0,311	0,988
G4/G8	0,001**	0,001**	0,712
G6/G8	0,854	0,019*	0,935
<i>Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı.</i>		<i>*p<0.05</i>	<i>**p<0.01</i>

Tablo 4-13: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



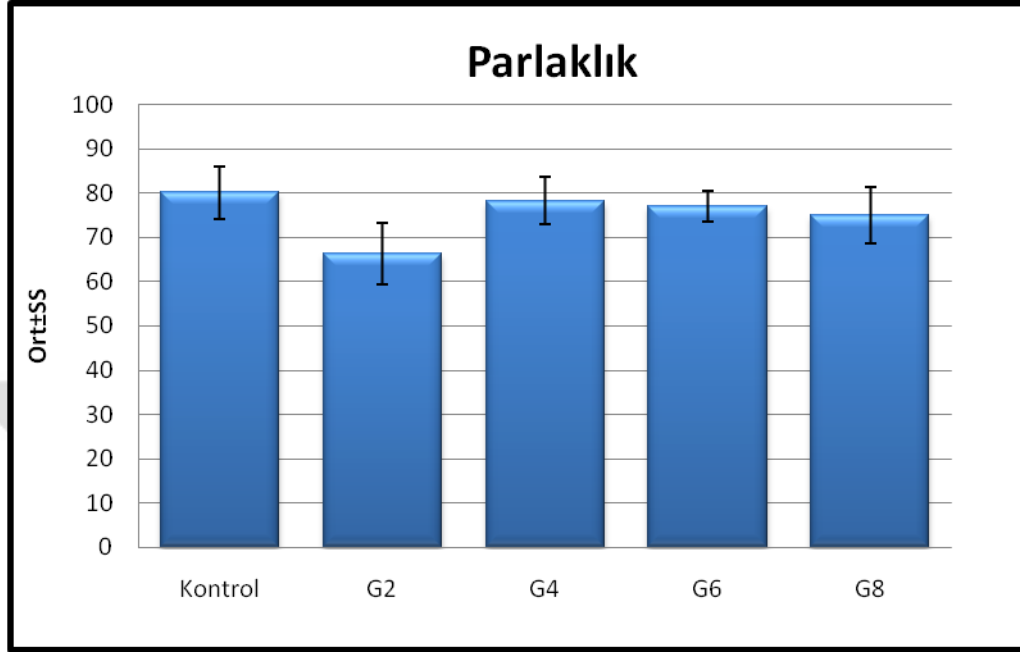
Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-11). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G2, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). G4 grubunun pürüzlülük ortalaması G2, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşüktür ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında pürüzlülük ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-12).

Tablo 4-14: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-11). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun sertlik ortalaması G2, G4, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). G4 grubunun sertlik ortalaması G2 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$). G6 grubunun sertlik ortalaması G8 grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$). Diğer gruplar arasında sertlik ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-12).

Tablo 4-15: Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G2, G4, G6 ve G8 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-11). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G2 grubunun parlaklık ortalaması Kontrol, G4, G6 ve G8 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Diğer gruplar arasında parlaklık ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-12).

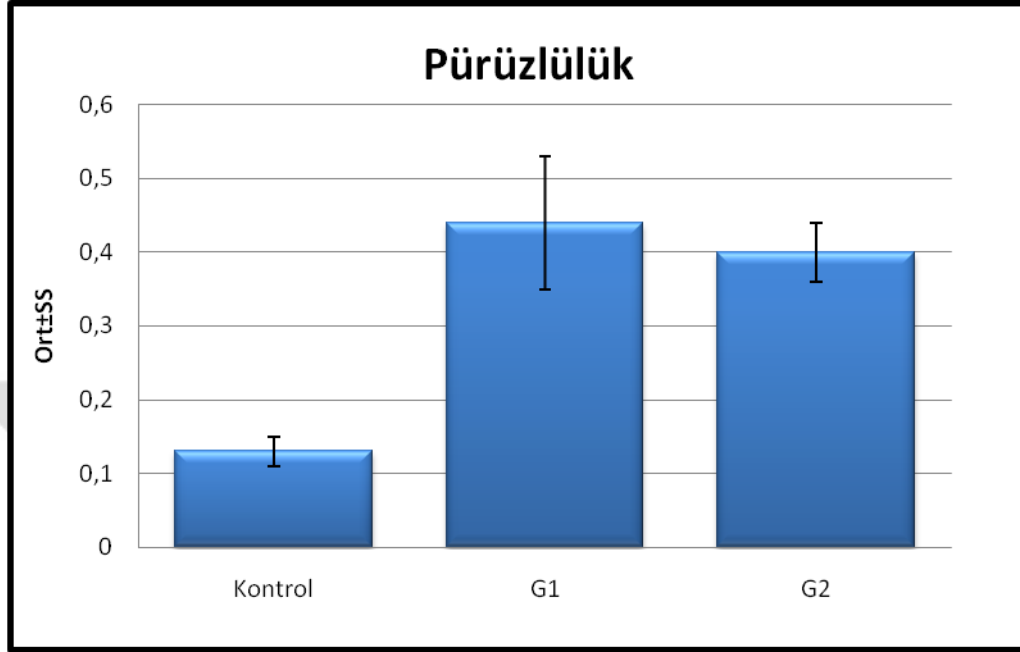
Tablo 4-16: Kontrol, G1 ve G2 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G1	0,44±0,09	62,68±4,50	53,62±6,67
G2	0,40±0,04	72,84±5,77	66,29±6,88
p	0,001**	0,001**	0,001**
<i>One Way ANOVA Test</i>	<i>**p<0.01</i>		

Tablo 4-17: Kontrol, G1, G2 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

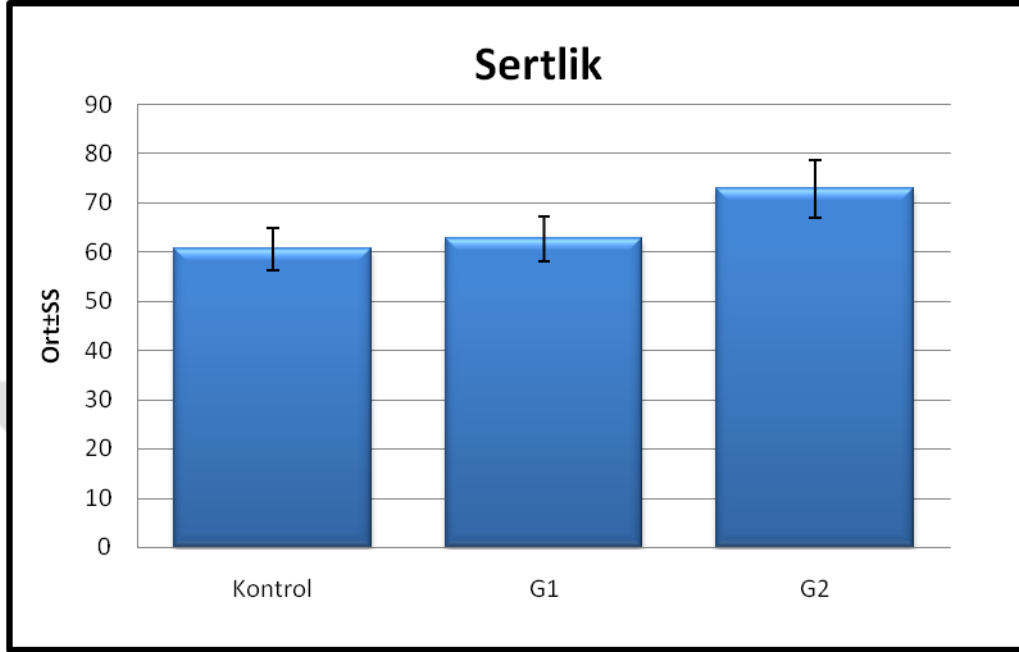
	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	P	p	p
Kontrol/G1	0,001**	0,628	0,001**
Kontrol/G2	0,001**	0,001**	0,001**
G1/G2	0,430	0,001**	0,001**
<i>Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı.</i>	<i>**p<0.01</i>		

Tablo 4-18: Kontrol, G1, G2 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



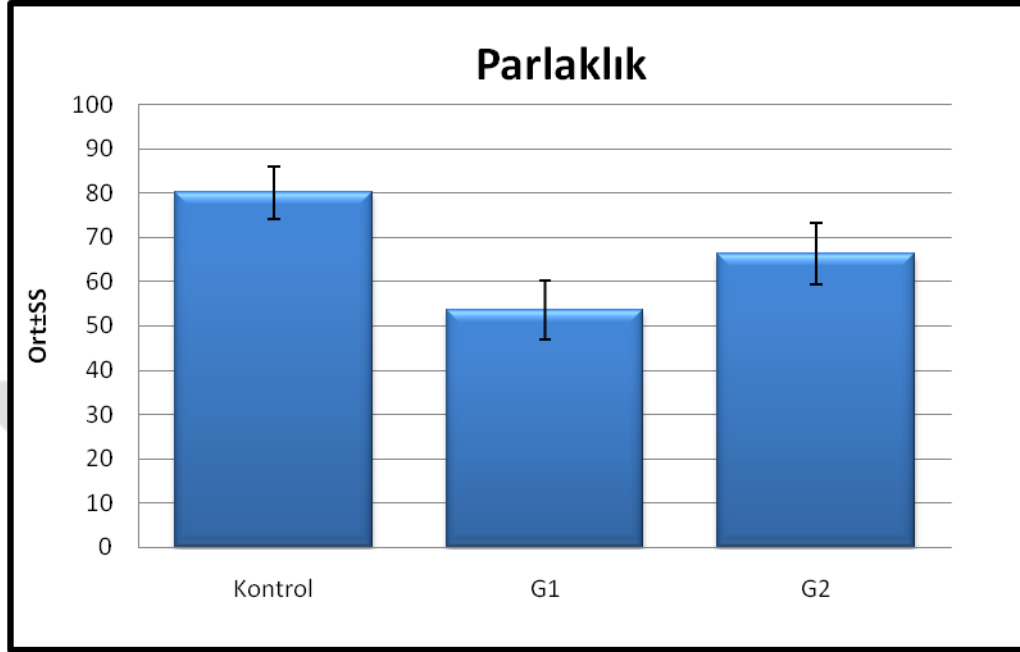
Kontrol, G1 ve G2 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-16). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G1 ve G2 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). G1 ve G2 gruplarının pürüzlülük ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-17).

Tablo 4-19: Kontrol, G1, G2 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G1 ve G2 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-16). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G2 grubunun sertlik ortalaması Kontrol ve G1 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). Kontrol ve G1 gruplarının sertlik ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-17).

Tablo 4-20: Kontrol, G1, G2 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G1 ve G2 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-16). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun parlaklık ortalaması, G1 ve G2 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). G2 grubunun parlaklık ortalaması, G1 grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.10$) (Tablo 4-17).

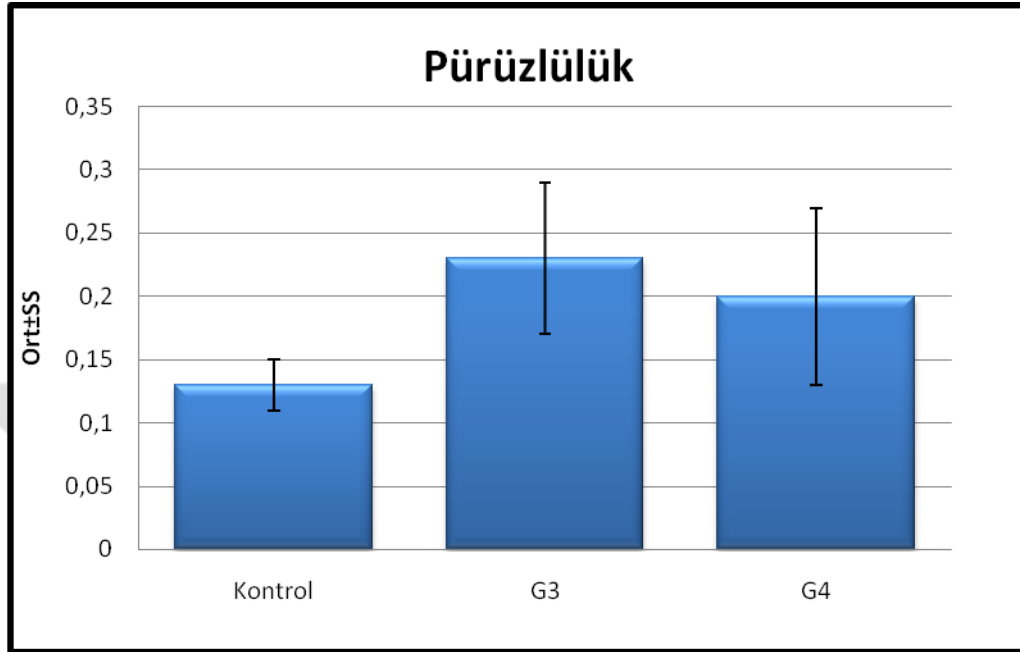
Tablo 4-21: Kontrol, G3 ve G4 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G3	0,23±0,06	74,02±5,38	70,21±4,81
G4	0,20±0,07	80,07±4,46	78,25±5,39
p	0,001**	0,001**	0,001**
<i>One Way ANOVA Test</i>	**p<0.01		

Tablo 4-22: Kontrol, G3, G4 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

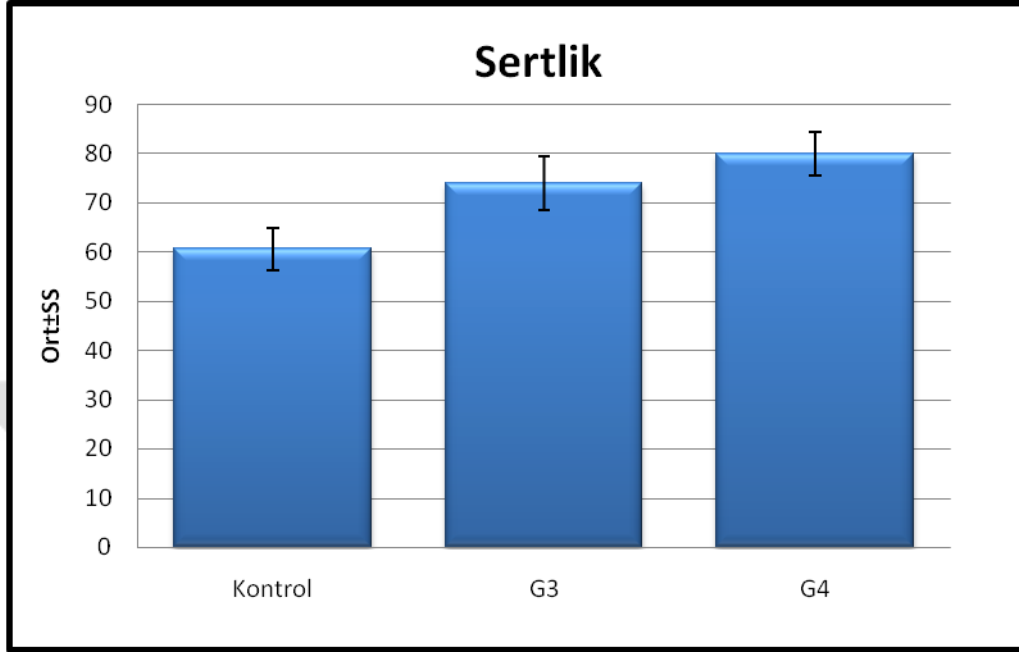
	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	p	p	p
Kontrol/G3	0,001**	0,001**	0,001**
Kontrol/G4	0,035*	0,001**	0,737
G3/G4	0,343	0,022*	0,007**
<i>Tukey HSD Test</i>	*p<0.05	**p<0.01	

Tablo 4-23: Kontrol, G3, G4 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



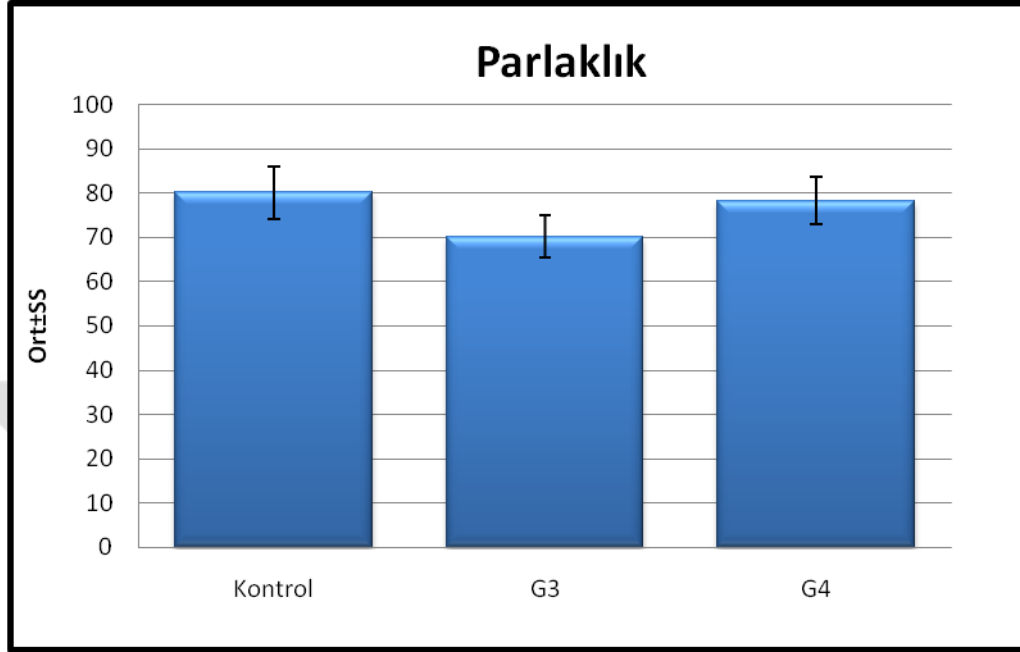
Kontrol, G3 ve G4 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-21). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G1 ve G2 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G3 ve G4 gruplarının pürüzlülük ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$) (Tablo 4-22).

Tablo 4-24: Kontrol, G3, G4 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G3 ve G4 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-21). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G4 grubunun sertlik ortalaması Kontrol ve G3 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). G3 grubunun sertlik ortalaması, Kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.05$) (Tablo 4-22).

Tablo 4-25: Kontrol, G3, G4 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G3 ve G4 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.01$) (Tablo 4-16). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G3 grubunun parlaklık ortalaması, Kontrol ve G4 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p<0.01$). Kontrol ve G4 gruplarının parlaklık ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) (Tablo 4-22).

Tablo 4-26: Kontrol, G5 ve G6 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G5	0,34±0,05	69,67±4,76	62,35±7,37
G6	0,33±0,06	76,30±3,78	77,00±3,48
p	0,001**	0,001**	0,001**

One Way ANOVA Test

** $p<0.01$

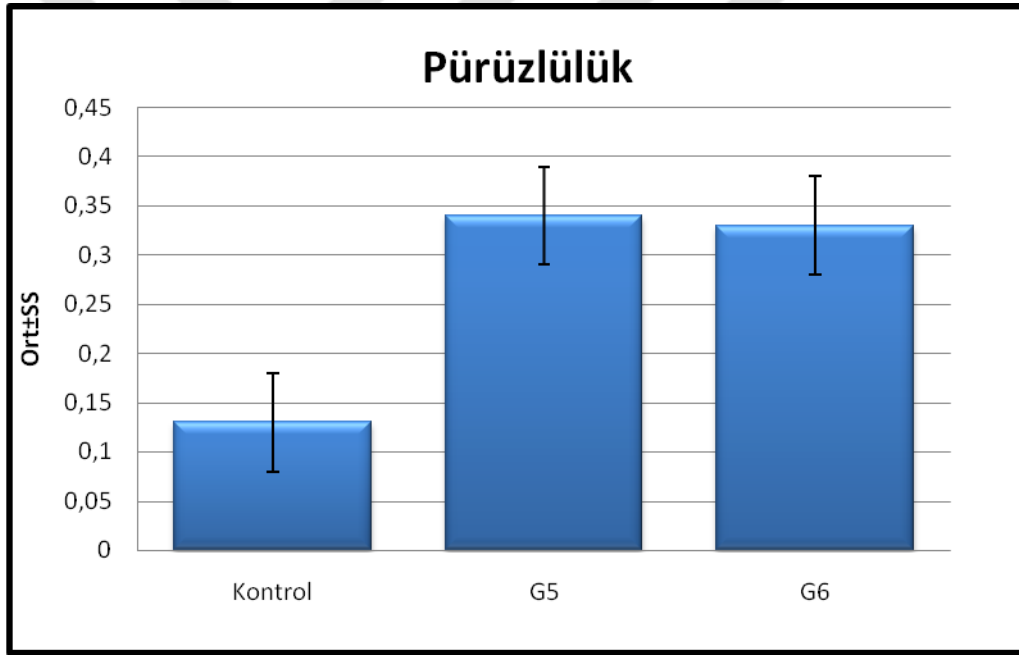
Tablo 4-27: Kontrol, G5, G6 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri

	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	P	p	p
Kontrol/G5	0,001**	0,001**	0,001**
Kontrol/G6	0,001**	0,001**	0,479
G5/G6	0,914	0,005**	0,001**

Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı.

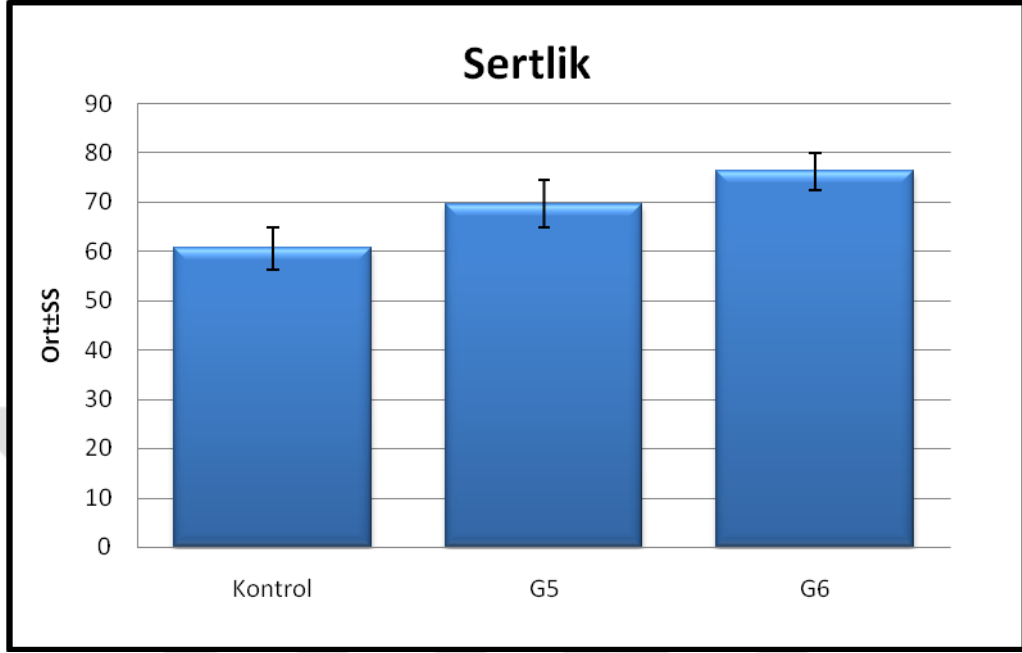
***p<0.01*

Tablo 4-28: Kontrol, G5, G6 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



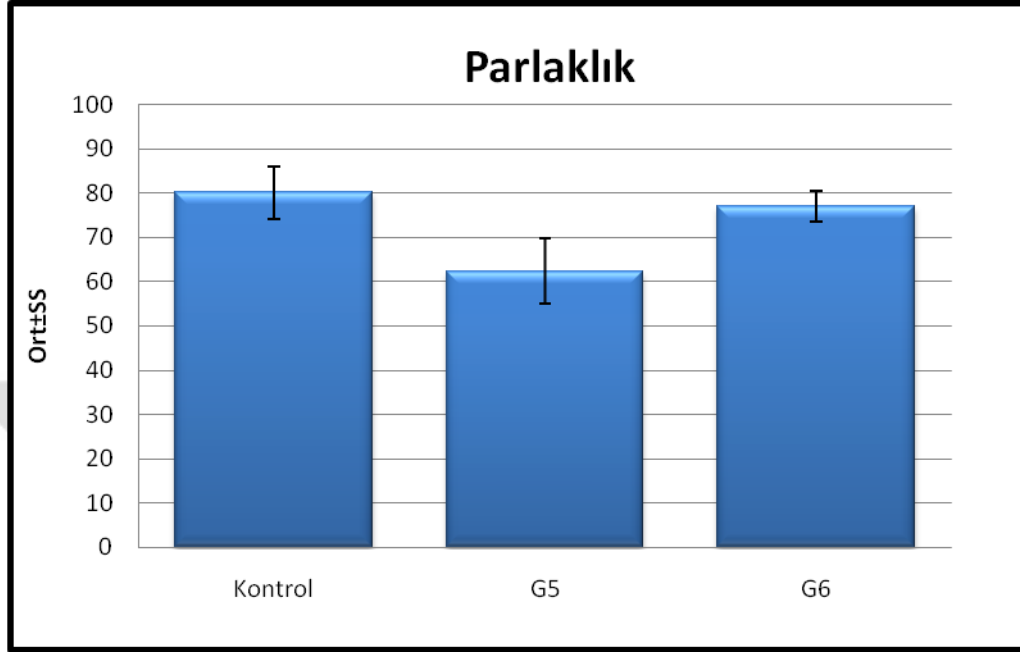
Kontrol, G5 ve G6 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.01$) (Tablo 4-26). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması G5 ve G6 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p<0.01$). G5 ve G6 gruplarının pürüzlülük ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) (Tablo 4-27).

Tablo 4-29: Kontrol, G5, G6 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G5 ve G6 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-26). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G6 grubunun sertlik ortalaması Kontrol ve G5 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). G5 grubunun sertlik ortalaması, Kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksektir ($p < 0.01$) (Tablo 4-27).

Tablo 4-30: Kontrol, G5, G6 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G5 ve G6 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.01$) (Tablo 4-26). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; G5 grubunun parlaklık ortalaması, Kontrol ve G6 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p<0.01$). Kontrol ve G6 gruplarının parlaklık ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$) (Tablo 4-27).

Tablo 4-31: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık açısından değerlendirilmesi

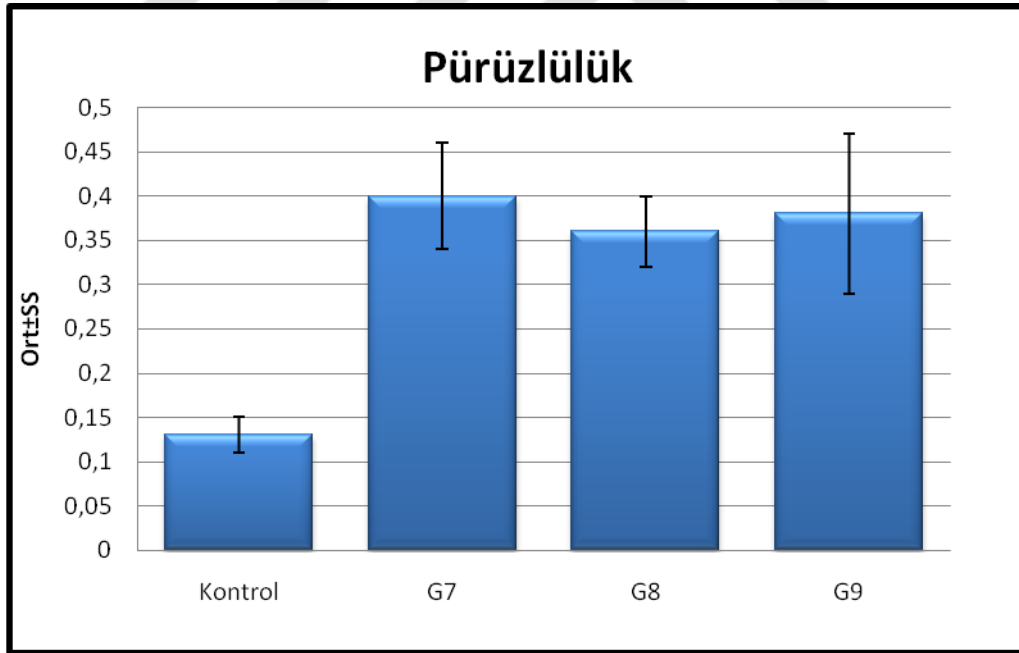
	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
Kontrol	0,13±0,02	60,65±4,31	80,06±5,96
G7	0,40±0,06	65,61±3,59	58,26±7,95
G8	0,36±0,04	70,03±2,85	75,01±6,31
G9	0,38±0,09	67,49±4,75	50,09±7,27
p	0,001**	0,001**	0,001**

One Way ANOVA Test

** $p < 0.01$ **Tablo 4-32: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerinin post hoc değerlendirmeleri**

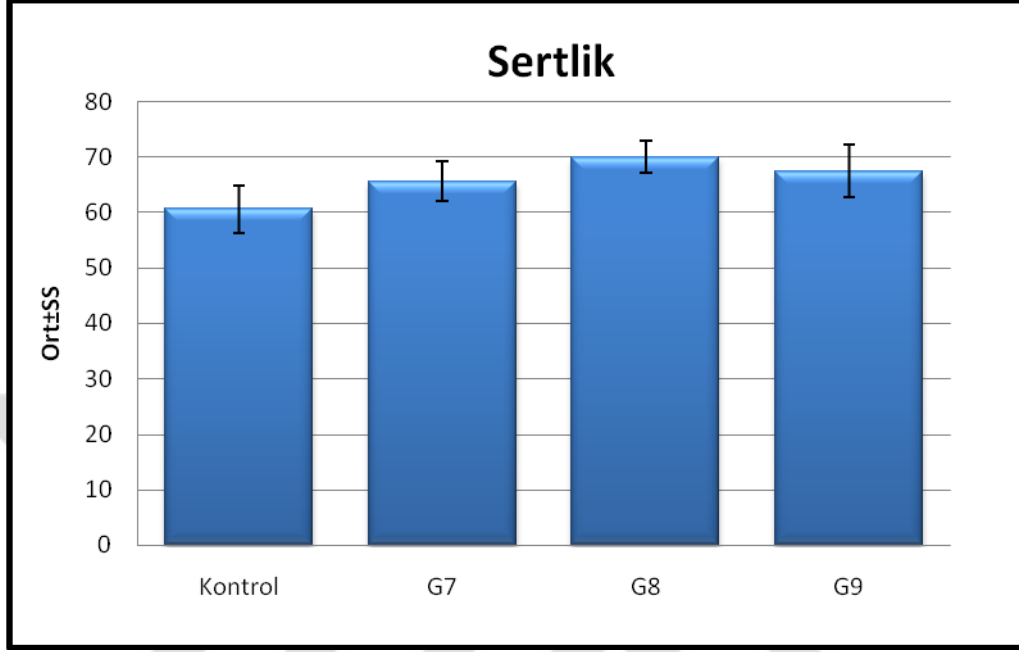
	Pürüzlülük	Sertlik	Parlaklık
	p	p	p
Kontrol/G7	0,001**	0,038*	0,001**
Kontrol/G8	0,001**	0,001**	0,374
Kontrol/G9	0,001**	0,002**	0,001**
G7/G8	0,352	0,075	0,001**
G7/G9	0,997	0,711	0,056
G8/G9	0,977	0,482	0,001**

*Tukey HSD test ve Tamhane T2 test kullanıldı. * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$*

Tablo 4-33: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının pürüzlülük ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi

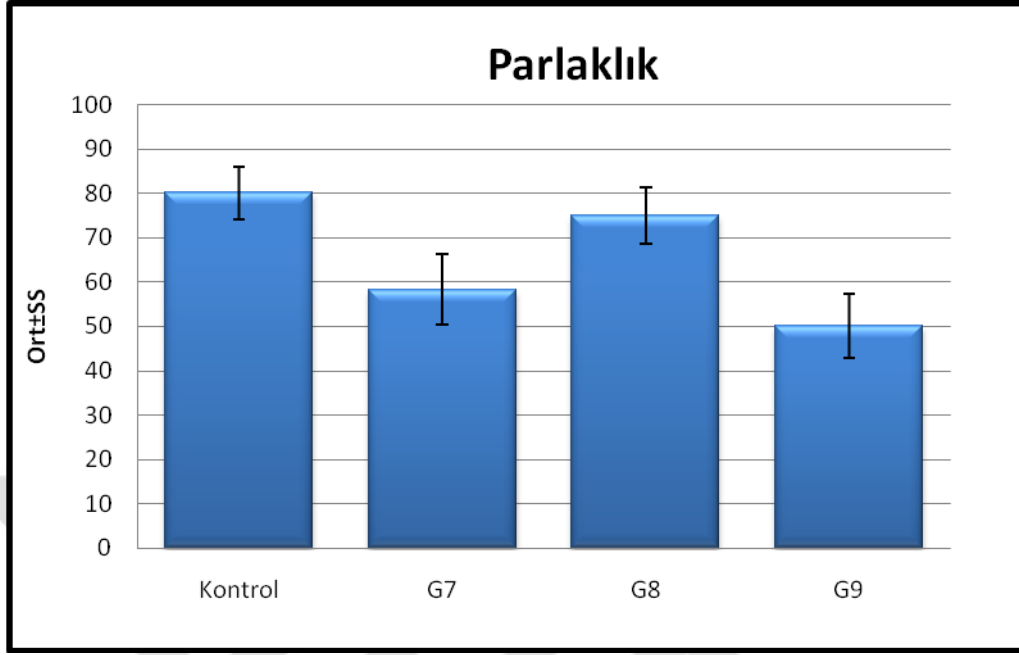
Kontrol, G7, G8 ve G9 grupları arasında pürüzlülük ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-31). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun pürüzlülük ortalaması, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında pürüzlülük ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.01$) (Tablo 4-32).

Tablo 4-34: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının sertlik ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi



Kontrol, G7, G8 ve G9 grupları arasında sertlik ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-31). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol grubunun sertlik ortalaması, G7, G8 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$; $p < 0.01$). Diğer gruplar arasında sertlik ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunamamaktadır ($p > 0.01$) (Tablo 4-32).

Tablo 4-35: Kontrol, G7, G8 ve G9 gruplarının parlaklık ortalamalarının grafik halinde gösterilmesi

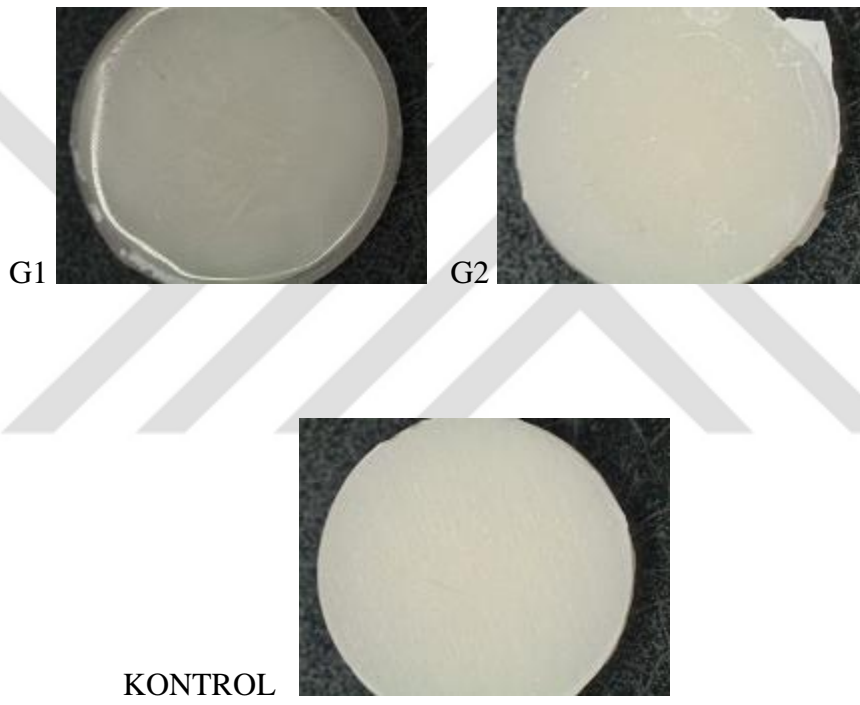


Kontrol, G7, G8 ve G9 grupları arasında parlaklık ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0.01$) (Tablo 4-31). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Kontrol ve G8 gruplarının parlaklık ortalamaları, G7 ve G9 gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). Diğer gruplar arasında parlaklık ortalamaları açısından anlamlı bir farklılık bulunamamaktadır ($p > 0.01$) (Tablo 4-32).

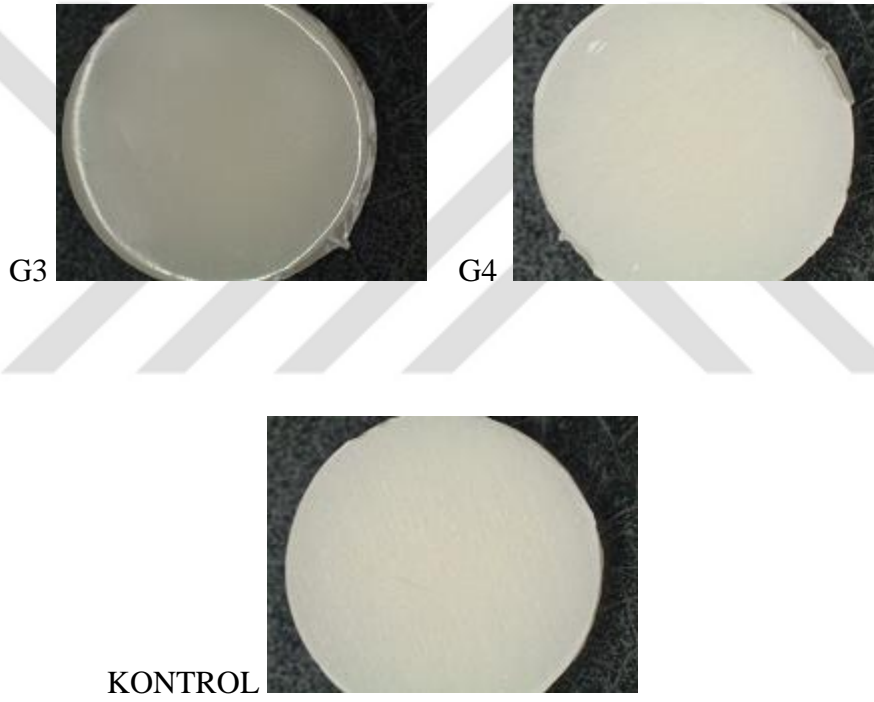
İstatistiksel İncelemeler

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygunluk gösterdiği saptanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma, Frekans) yanı sıra niceliksel verilerin değerlendirilmesinde parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında One Way ANOVA testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Tukey HSD ve Tamhane T2 testleri kullanıldı. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

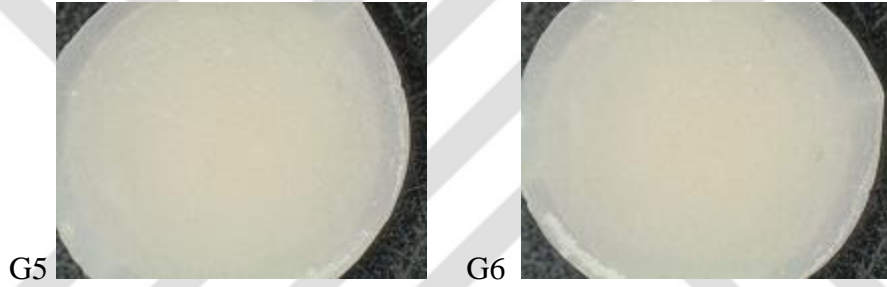
Şekil 4-1: G1, G2 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri



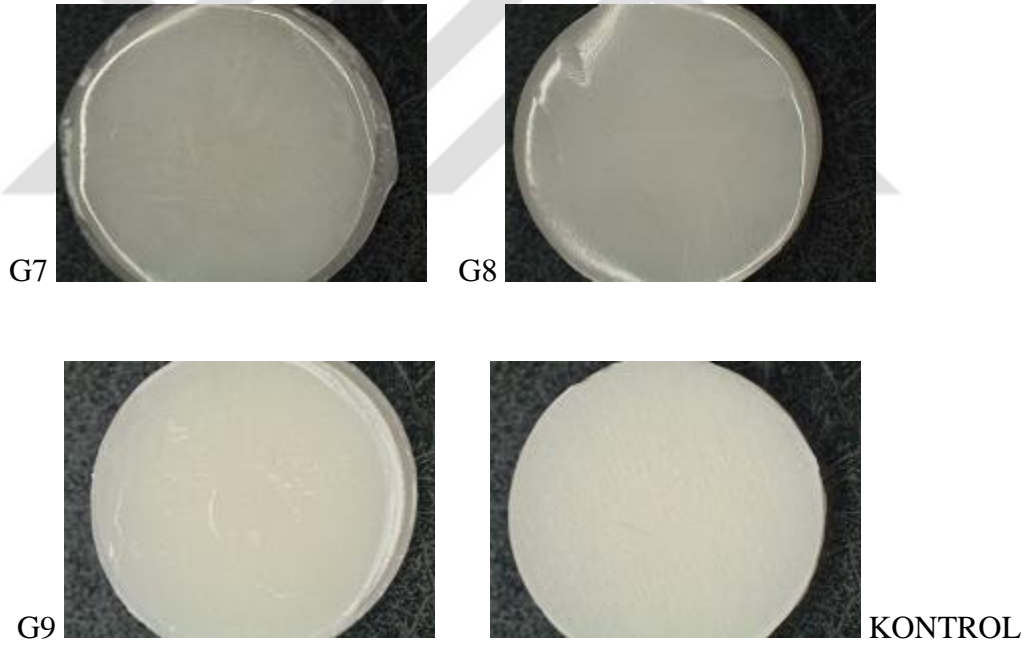
Şekil 4-2: G3, G4 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri



Şekil 4-3: G5, G6 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri



Şekil 4-4: G7, G8, G9 ve Kontrol grup örneklerinin deney sonrası stereomikroskop görüntüleri



5. TARTIŞMA

Buonocore tarafından asitle pürüzlendirme (acid-etch) tekniğinin 1955 yılında tanıtılmasından sonra adeziv teknolojinin ilerlemesi ile birlikte kompozit reçineler geliştirilmiştir. Mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan kompozit reçineler 1962 yılında klinik kullanıma sunulmuştur (Furuse ve ark. 2008).

Kompozit reçineler, geliştirilmiş estetik ve fiziksel özellikleri nedeniyle günümüzde ön ve arka grup dişlerde en çok kullanılan restoratif materyallerdir (Lee ve ark., 2008). Diş hekimliğinde kullanılan kompozit reçineler farklı boyut, şekil ve bileşimlerde doldurucu partiküller içermektedir (Sabbagh ve ark., 2004). Kompozit reçinelerin mekanik özellikleri doldurucu içerik oranlarına bağlıdır. Doldurucu içerik oranının artması ile kompozit reçinenin elastisitesi, sertliği, aşınma direnci ve kırılma direnci artmaktadır (Bayne, 2005). Yüksek miktarda doldurucu partikül oranı içeren kompozitler klinik olarak en iyi kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklere sahipken, küçük partiküller içeren kompozitler ise bitirme ve cila işlemlerinde üstün başarıya sahiptirler (Chen, 2010).

Diş hekimliğinde ilk kullanılan kompozit reçineler kimyasal olarak polimerize edilen kompozitlerdir. Bu kompozitlerin inorganik doldurucu partikül boyutlarının büyük ve yoğunluğunun düşük olması sebebiyle cilalanmasının güç olduğu ve elde edilen restorasyonların zamanla renkleştiği bildirilmiştir (Roberson, 2011). Mikrofil kompozitler düşük inorganik doldurucu oranına sahipken, hibrit kompozitler ise yüksek doldurucu oranına sahiptirler. Bu sebeple mekanik özelliklerin ve kırılma direncinin önemli olduğu arka bölgelerde hibrit kompozitler, estetik özelliklerin önemli olduğu ön bölgelerde ise mikrofil kompozitler tercih edilmektedir (Bayne ve ark. 1994; Roberson ve ark. 2002).

Günümüzde kullanılan kompozit reçinelerin büyük bir kısmı “hibrit kompozitler” dir. Hibrit kompozitler geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır. Mikrohibrit kompozitler 0.1–1 µm’lik partiküller ve 0.04 µm’lik submikron partiküllerden oluşmaktadır. İçerdiği submikron partiküller sayesinde mikrohibrit kompozitler geleneksel hibrit kompozitlerden daha iyi cilalanabilme özelliğine sahiptir ancak yine de mikrofil kompozitler kadar iyi cilalanamazlar (Albers, 2002; Burgess ve ark., 2002).

Nanodoldurucu teknolojisinin ilerlemesiyle hibrit kompozitlerin mekanik özellikleri ile mikrofil kompozitlerin estetik özellikleri birleştirilmiş nanokompozitler geliştirilmiştir (Ergücü ve Türkün, 2005; Swift 2005). Nanodoldurucuların küçük boşlukları doldurabilmesi ile doldurucu oranı arttırılmış, reçine içeriği ise azaltılmıştır. Bu sayede kompozitlerin aşınma direnci arttırılıp ve mekanik özellikleri iyileştirilirken, polimerizasyon büzülmesi ve mikrosızıntı azaltılmıştır. Bu özellikleri ile ön ve arka bölge restorasyonlarda kullanılmaları sağlanmıştır (Ergücü ve Türkün, 2005). Nanofil kompozitler reçine matrikse nanometrik boyuttaki partiküllerin eklenmesi ile elde edilmiştir. Nanohibrit kompozitler ise nanometrik boyuttaki partiküller ve konvansiyonel teknoloji ile üretilen partiküllerin kombinasyonu ile elde edilmiştir (Swift, 2005). Çalışmamızda, kompozit reçinelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinden dolayı, inorganik doldurucuların homojen dağılım gösterdiği, cilalanabilirliği yüksek nanofil kompozit reçine materyali Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) kullanmayı tercih ettik.

Kompozit reçineler heterojen materyallerdir ve reçine matriks, doldurucu partiküller ve silan bağlama ajanı olmak üzere 3 komponentten meydana gelirler (Lutz ve ark. 1983). Reçine matriks ve doldurucu partiküller farklı seviyede sertlik oranına sahip oldukları için bitim ve cila sonrası uzaklaştırılma seviyeleri de birbirlerinden farklı olur. Kompozit reçineler arasındaki yapısal farklılık cila işlemlerinden sonra farklı seviyelerde yüzey pürüzlülüğüne neden olur. Büyük boyutlu dolduruculara sahip kompozit reçineler, küçük boyutlu doldurucu içeren kompozitlere göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü gösterirler (Yap ve ark. 1997; Tjan ve Chan, 1989).

Senawongse ve Pongprueksa (2007) üç adet mikrohibrit, dört adet nanofil ve üç adet nanohibrit kompozit materyali, farklı bitim ve cila işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından karşılaştırdıkları çalışmalarında, en küçük doldurucu partiküllere sahip nanofil kompozitlerin en düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildirmişlerdir. Nanohibrit kompozitlerin nanofil kompozitlere göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesinin, nanohibrit kompozitlerin cila işlemleri sırasında prepolimerize partiküllerin kopması ve matriks ara yüzünün bozulması sebebi ile olduğunu belirtmişlerdir.

Talu ve ark. (2015) çalışmalarında bir nanofil (Filtek Ultimate Body, 3M ESPE) ve bir nanohibrit (Filtek Z550, 3M ESPE) kompozitin değişik bitirme ve cila yöntemleri

sonrası yüzey pürüzlülüğü ölçümlerini yapmış ve istatistiksel değerlendirme sonucunda nanofil kompozitin daha düşük yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildirmişlerdir.

Choi ve ark. (2005) nanofil (Filtek Supreme Translucent, Filtek Supreme) ve mikrohibrit kompozitlere (Synergy Compact, Tescera, Z100) farklı bitim ve cila işlemleri uygulamış ve yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmişler. Talu ve ark.(2015) çalışmalarından farklı olarak, kullanılan kompozitlerin doldurucu partikül büyüklükleri ve hacim oranları benzer olmamasına rağmen yüzey pürüzlülük Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Nagem ve ark. (2003) ise yüzey pürüzlülüğünün doldurucu partikül boyut ve içeriğine bağlı olsa da aynı zamanda doldurucu partiküllerin tipinin, polimer matriksin sertleşme derecesinin ve silan bağlayıcıların da yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini belirtmişlerdir.

Yüzey kalitesi restorasyonun klinik başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Hachiya ve ark. 1984; Koh ve ark. 2008). Bitim ve cila işlemlerinin etkinliği kompozit yüzey kalitesi için önemlidir. Restorasyona uygulanan bitim işlemleri restorasyonun anatomik formunu klinik olarak kabul edilebilir bir forma getirirse de, kompozit reçinenin yüzeyinde pürüzlenmeye neden olmaktadır. Dişeti problemleri, yüzey renklemesi, plak birikimi ve sekonder çürük oluşumunu en aza indirmek için restorasyona bitim işlemi yapıldıktan sonra cila işlemi uygulanmalıdır (Larato, 1972, Gedik ve ark. 2005). Adeziv restorasyonlarda en iyi yüzey kalitesini elde edebilmek için en doğru bitirme ve cila tekniğine karar vermek gerekir (Gwinnet ve ark. 1995; Lopes ve ark. 2004). Literatür incelendiğinde yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için kabul edilmiş bir eşik değer bulunmamaktadır. Ancak bazı araştırmacılar pürüzlülük Ra değeri 0.7–1.4 μm arasında olduğunda plak birikimini etkileyecek bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Weitmann ve Eames, 1975; Shintani ve ark. 1985). Bununla birlikte pürüzlülük Ra değeri 1 μm 'den az olduğunda yüzeyin gözle görülür derecede pürüzsüz olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Chung, 1994; Turssi ve ark. 2005; Ergücü ve Türkün, 2007).

Willems ve ark. (1991) restorasyonun yüzey pürüzlülük değerinin oklüzal kontakt alanlarındaki mine yüzey pürüzlülük değerine ($R_a=0.64 \mu\text{m}$) yakın olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bollen ve ark. (1997) in vivo çalışmalarında yüzey pürüzlülük Ra değeri 0.2 µm üstünde olduğunda bakteri ve plak birikiminde belirgin bir artış meydana geldiğini ancak 0.3 µm ve altındaki pürüzlülük Ra değerlerinin hasta tarafından hissedilemeyeceğini bildirilmişlerdir. Aynı şekilde bir çok çalışmada, 0.2 µm üstündeki pürüzlülük Ra değerinin periodontal enflamasyon, plak birikiminde artış ve çürük riskinin artmasına neden olabileceği belirtilmiştir (Kakaboura ve ark. 2007; Heintze ve ark. 2010). Jones ve ark. (2004) ise 0.5 µm'nin üstündeki pürüzlülük Ra değerlerinin hasta tarafından dil ucuyla hissedileceği belirtmişlerdir. Literatür incelendiğinde ise cilalanmış yüzey pürüzlülüğü Ra değerleri 0.02 µm - 0.56 µm arasında değiştiği kaydedilmiştir (Chung, 1994; Lee ve ark. 2002; Başeren, 2004; Turssi ve ark. 2005; Kakaboura ve ark. 2007).

Literatür incelendiğinde bir çok in vitro çalışmada şeffaf bant altında polimerize edilen kompozit reçinelerin en pürüzsüz yüzeye sahip olduğu bildirilmiştir (Reis ve ark. 2002; Watanabe ve ark. 2006; Türkün ve Ergücü, 2007; Ferreira ve ark. 2015). Bununla birlikte klinikte şeffaf bant altında polimerize edilen kompozit restorasyonların oklüzyon nedeniyle uyumlanması, şekillendirilmesi veya düzeltilmesi gerekmekte ve sonuç olarak bitim ve cila işlemlerine gereksinim duyarlar. Aynı zamanda, şeffaf bant altında bitirilen kompozit restorasyon yüzeyinde, reçine matriks fazladır ve kolaylıkla aşınabilir. Kompozit restorasyonun yüzeyinde inorganik doldurucu partiküller ortaya çıkabilir veya hava kabarcıkları sebebiyle boşluklar oluşabilir (Setcos ve ark. 1999; Krejci ve ark. 1999) bu sebeple şeffaf bant altında polimerize edilen kompozit restorasyon yüzeylerinde mutlaka cila işlemi uygulanmalıdır (Park ve ark., 2000; Al-Fawaz ve Awilya, 2003). Bununla birlikte tüm kompozit reçinelerin, uygulandıkları seansta tam olarak polimerize olmadıkları ve en az 24 saat su emilimi gösterdikleri, bu yüzden bitim ve cila işlemlerinin aynı gün değil 24 saat sonunda yapılması gerektiği bildirilmiştir (Asmussen ve Jorgensen, 1972). Bu bilgiler göz önünde bulundurularak çalışmamızda, hazırlanan örnekler 24 saat boyunca 37°C'de distile suda bekletilmiştir.

Kompozit reçine restorasyonların oklüzal uyumlanması ve anatomik formun şekillendirilmesi için ilk olarak elmas veya tungsten karbit frezlerin kullanılması gerektiği bildirilmiştir (Başeren, 2004; Attar, 2007). Elmas frezlerin materyali uzaklaştırma etkinlikleri fazladır ve sonrasında oldukça pürüzlü yüzey bırakırlar (Jung, 1997). Karbit frezler ise 8–40 arasında değişen bıçaklara sahiptir ve elmas frezler ile

kıyaslandığında aşındırıcı özellikleri daha azdır (O'Brien, 2002). Birçok araştırmacı tungsten karbit bitim frezleri uygulanan kompozit yüzeylerin elmas bitim frezleri uygulanan kompozit yüzeylere göre daha pürüzsüz olduğunu bildirmiştir (Berastegui ve ark. 1992; Jung, 1997; Bouvier ve ark. 1997; Roeder ve ark. 2000; Jung ve ark. 2003; Özgünaltay ve ark. 2003; Reis ve ark. 2003).

Farklı bitim ve cila işlemlerinin nanofil kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin araştırıldığı in vitro çalışmalarda, çok bıçaklı tungsten karbit frez sonrası cila uygulamasının elmas frez sonrası cila uygulamasına göre daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiği bildirilmiştir (Turssi ve ark. 2005; Raskin ve ark. 2005). Elmas frezler restorasyonun fazlalıklarının alınmasında daha etkili olmasına rağmen, restorasyon yüzeyinde tungsten karbit frezlerden çok daha fazla düzensizlik ve derin çizgiler oluşturur (Erdemir ve ark. 2012; Gönüloğlu ve Yılmaz, 2012). Yüksek aşındırma özelliği sebebiyle kompozit reçine restorasyonların oklüzal uyumlama ve şekillendirmesinde elmas frezlerin tercih edilmesinin daha uygun olduğu, daha düşük aşındırma özelliğine sahip tungsten karbit frezlerin ise düzeltme ve son bitim işlemlerinde tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Jung, 1997). Bu nedenle çalışmamızda, cila işlemlerinden önce kompozit yüzeylerindeki bitim işlemlerini taklit etmek amacıyla elmas frez yerine, 12 bıçaklı kırmızı kuşak tungsten karbit frez kullanılmış ve cila öncesinde kompozit yüzeylerinde standardizasyon sağlanmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü çalışmalarında elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri bitim ve cila işlemi sırasında organik matriksten uzaklaştırılan alanlara ve koparılan doldurucu veya cam partiküllerin oluşturduğu boşluklara bağlıdır (Barbosa ve ark. 2005). Profilometreler, yüzey pürüzlülüğü ölçümünde en sık kullanılan cihazlardır. Bu cihazlar ile yalnız 2 boyutlu ölçüm yapılmasına rağmen elde edilen verilerle ortalama pürüzlülük değerleri hesaplanabilmektedir. Bu sebeple bu test yöntemi kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülük değerlendirilmesinde tercih edilmektedir (Joniot ve ark. 2006).

Profilometre cihazıyla malzemenin Rp pik pürüzlülük (yüzey profilinde yer alan en yüksek pik) ve Rv en derin pik değerleri hesaplanabilir. Fakat bu değerler materyal yüzeyinin homojen şekilde ölçülmesini sağlayamaz. Ra (roughness average), yüzey pürüzlülük değerinin aritmetik ortalaması olup birimi μm 'dir (Heintze ve ark. 2006; Joniot ve ark. 2006). Mekanik profilometrelerin materyal yüzeyine bitim ve cila gibi

sonradan uygulanan işlemleri incelemede daha etkin oldukları, optik profilometrelerin ise materyalin yapısal pürüzlülüğünün incelenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Joniot ve ark. 2006). Kakaboura ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada elektron mikroskobu, atomik kuvvet mikroskobu ve profilometreyi karşılaştırmışlar, elektron mikroskobunun yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Atomik kuvvet mikroskobu ile yüzeyde 100nm^2 lik bir alanın incelendiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde inceleme yüzeyinin küçüklüğüne bağlı olarak daha düşük değerler elde edilmiştir bu sebeple atomik kuvvet mikroskobundan elde edilen S_a değeri ile profilometreden elde edilen R_a değerinin karşılaştırılamayacağını göstermişlerdir. Ohara ve ark. (2009) ise atomik kuvvet mikroskobunun bazı yüzey parametrelerinin ölçümünde yetersiz kalabileceğini bildirmiştir. Mekanik ve optik cihazların ölçümlerinde ise, aynı yüzey için optik cihazların daha yüksek pürüzlülük değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Kakaboura ve ark. 2007).

Optik cihazların tamamıyla ışığı yansıtan materyallerde ya da metal yüzeylerin kullanıldığı durumlarda daha doğru sonuçlar verdiğini bildiren araştırmalar bulunmaktadır (Kakaboura ve ark. 2007; Ohara ve ark. 2009). R_a değerleri iki sensör ile de uyumlu sonuçlar göstermesi gerekir (Heintze ve ark. 2006). Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü değerleri “ R_a ” şeklinde kaydedilmiştir. Her bir örnek yüzeyinde üç farklı noktadan ölçümler gerçekleştirilmiş ve ölçülen bu üç değer aritmetik ortalaması alınıp her örnek için yüzey pürüzlülüğü değerleri bulunmuştur.

Kompozit reçinelerin fiziksel ve aşınma direnci gibi mekanik özelliklerinin araştırılması ve polimerizasyon derinliğinin incelenmesi için kullanılan yöntemlerden biri de yüzey sertliği testleridir (Lombardini ve ark. 2012). Çeşitli materyallerin sertlik derecesi ölçümünde Vicker's, Brinell, Rockwell ve Knoop gibi test yöntemleri kullanılmaktadır ancak kırılğan materyaller için Rockwell ve Brinell sertlik ölçümleri uygun değildir. Diş hekimliğinde kullanılan kompozit reçine materyallerin yüzey sertliği ölçümlerinde Vicker's ve Knoop sertlik ölçüm testleri tercih edilmektedir (Shahdad ve ark. 2007). Çalışmamızda da Vicker's sertlik ölçüm cihazı kullanılmıştır. Her örnekten üç ölçüm alındıktan sonra bu ölçümlerin ortalaması alınmış ve materyalin mikrosertlik değeri olarak kaydedilmiştir.

Kompozit reçinenin yüzey sertliği restorasyonun klinik ömrünü etkileyen önemli bir faktördür ve polimerizasyon için uygulanan ışık süresi ve mesafesi, ışık kaynağının gücü ve kompozit reçinenin yapısı gibi faktörlere bağlıdır. Materyalin yüzey sertliği, restorasyonun mekanik gücünü ve intraoral yumuşaticılara karşı direncini etkiler. Kompozit reçinelerin yüzey sertlik değerini yükseltebilmek için bitim ve cila işlemlerinin uygulanması şarttır. Bitim ve cila işlemleri ile restorasyona doğal diş anatomisine uygun form verilip, yüzeyde bakteri plağı ve besin artıklarının birikmesi en aza indirgenecek ve bunun sonucunda yüzey sertlik değeri yüksek, aşınmaya karşı dirençli pürüzsüz ve dayanıklı yüzeyler elde edilecektir (Gökay ve ark. 1998; Türkün ve Türkün, 2004).

Ön bölge dişlerde uygulanan kompozit restorasyonun estetik başarısı büyük oranda kullanılan bitim ve cila tekniğine bağlıdır. Restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ne kadar az olursa yansıyan ışık o kadar çok olacak ve yüzey parlaklığı artacaktır. Yüzey pürüzlülüğünün artması ise yansıyan ışık demetinin dağılmasına neden olarak yüzey parlaklığını azaltacaktır. Bu nedenle tüm bitim ve cila işlemlerinde amaç, pürüzsüz parlak bir yüzey elde edilmesidir (Bollen ve ark. 1997).

Yüzey parlaklığı yüzey pürüzsüzlüğünün bir göstergesidir. Ancak parlaklık yüzey pürüzsüzlüğünün yanı sıra inorganik doldurucular ve organik matriks ile de ilişkilidir (Lee ve ark. 2005, Keyf ve Etikan 2004). Çalışmamızda yüzey parlaklık ölçümlerinde parlaklık birimi olarak gloss unit "GU" olarak kaydedilmiştir. Tüm ölçümler 60° açıda, her örneğe üç defa olacak şekilde ölçüm yapılmış ve sonuçların ortalaması yüzey parlaklık ölçüm değeri olarak kaydedilmiştir.

Yüzeyinde reçineden zengin tabakanın bulunması nedeniyle şeffaf bant altında bitirilen kompozit yüzeylerin en pürüzsüz kompozit yüzeyi olduğu bir çok araştırmada bildirilmiştir (O'Brien ve ark., 1984; Stanford ve ark., 1985; Chung, 1994; Yap ve ark., 1997; Yap ve ark., 2004b; Başeren, 2004; Üçtaslı ve ark., 2007). Aynı şekilde çalışmamızda da tüm kompozit gruplarında en pürüzsüz ve parlak yüzeyler şeffaf bant altında bitirilen ve hiçbir bitim veya cila işleminin uygulanmadığı kontrol gruplarında bulunmuştur. Ancak bant altında kalan bu pürüzsüz yüzeyin, reçineden zengin olduğu için bitim ve cila işlemleriyle uzaklaştırılması gerektiği böylece estetik açıdan daha stabil, daha sert, aşınmaya karşı daha dirençli bir yüzey oluşumunun sağlandığı bildirilmiştir (Stoddard ve Johnson, 1991). Ayrıca şeffaf bandın altından taşan fazla

materyalin uzaklaştırılıp restorasyona anatomik form verilmesinin klinik olarak önemli olduğu rapor edilmiştir (Yap ve ark., 2004a).

Bir kompozit reçinenin yüzey pürüzlülüğünün, uygulanan cila işlemine ve bu materyalin sertliğine, yapısına, esnekliğine ve parikül boyutuna bağlı olarak değişebileceği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Reinhardt ve ark., 1982; Van Noort ve Darvis,1984; Barghi ve Lind, 2000; Reis ve ark., 2003; Türkün ve Türkün, 2004; Başeren,2004; Choi ve ark., 2005). Lu ve ark. (2003) aşındırıcı cila enstrümanlarının sertlikleri arasındaki farklılıkların kompozit materyallerin sertlikleri arasındaki farklılıktan çok daha fazla olduğunu, bu yüzden yüzey pürüzlülüğünün ölçümünde cila enstrümanlarının sertlik ve yapılarının kompozitlerin sertlik ve yapılarından daha etkili ve önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular ışığında çalışmamızda bir adet kompozit reçine materyal ile farklı cila sistemleri kullanmayı tercih ettik.

Chung (1994) ve Bouvier ve ark. (1997) alüminyum oksit cila diskleri kompozit doldurucu partiküllerini koparmadığı için daha pürüzsüz yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Cila sistemlerinin bir çoğunda bulunan alüminyum oksit partiküllerin sertlik derecesinin, kompozit reçinelerde bulunan doldurucu partiküllerin sertlik derecesinden yüksek olduğu bildirilmiş (Reis ve ark., 2002). Alüminyum oksit içeren cila sistemlerinin, doldurucu partikülleri ve reçine matriksi eşit miktarda aşındıracağı için daha pürüzsüz yüzeyler oluşturacağı belirtilmiştir (Koh ve ark., 2008). Benzer olarak, Van Dijken ve Ruyter (1987) çalışmalarında diğer yöntemlere kıyasla en pürüzsüz yüzey değerlerini alüminyum oksit disk uygulamalarında elde etmişler, bu durumun sebebinin doldurucu partiküller ve matriksin benzer oranda aşındırılması olduğunu belirtmişlerdir. Fruits ve ark. (1996) ise disklerin düzlemsel hareketinden dolayı düzgün yüzey sağladığını kaydetmişlerdir. Bu sebeple çalışmamızda cila etkinliklerini karşılaştırmak amacıyla alüminyum oksit içeren cila lastiklerini ve cila disklerini dahil ettik.

Üçtaşlı ve ark. (2008) çeşitli cila sistemlerin yüzey pürüzlülüğünü farklı tipte kompozit materyaller üzerinde kullandıkları çalışmalarında, alüminyum oksit kaplı disklerin (Sof-Lex System, 3M ESPE) daha pürüzsüz yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Benzer olarak birçok araştırmada en düşük yüzey pürüzlülüğünü alüminyum oksit kaplı disklerin sağladığı bildirilmiştir (Berastegui ve ark., 1992; Lu ve

ark., 2003; Venturini ve ark., 2006). Bu sonuçlara benzer olarak çalışmamızda Sof-Lex ve Sof-Lex composite gruplarında, kontrol grubu hariç tüm deney gruplarından anlamlı derecede düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri kaydedilmiştir.

Venturini ve ark. (2006) silikon karbit emdirilmiş cila fırçasının (Jiffy Polishing Brush (Ultradent, South Jordan, UT, USA)) yüzey pürüzlülüğüne etkisini inceledikleri çalışmada son cila aşamasında oldukça pürüzsüz bir yüzey elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ancak, cila fırçalarının diğer cila yöntemlerinden daha az etkili olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Jung ve ark.,2005; Ölmez ve Kisbet, 2013). Buna neden olarak, yüksek elastikiyete sahip poliamitlerin içine gömülen aşındırıcıların, elastikiyete bağlı olarak etkinliklerinin azalması gösterilebilir. Türkün ve Türkün'e göre sadece silikon karbit emdirilmiş fırça (Astrobrush, Ivoclar Vivadent) kullanımı bitim ve cila için yeterli değildir. Silikon karbit, elmadan sonra en sert aşındırıcıdır. Bu sebeple daha pürüzsüz yüzeyler elde edebilmek için ilave bitim ve cila basamakları ile birlikte kullanılmalıdır (Türkün ve Türkün, 2004). Bu sebeple çalışmamızda Astrobrush' ı tek başına değil Astropol ile birlikte kullanmayı tercih ettik.

Barbosa ve ark. (2005) yaptıkları bir araştırmada iki adet mikrofil, bir adet hibrit ve iki adet kondanse olabilen kompozit materyal yüzeyine çeşitli bitim ve cila işlemlerinde 12 ve 30 bıçaklı tungsten karbit bitim frezleri, ince ve ekstra ince elmas bitirme frezleri, Sof-Lex diskleri, Super-Snap diskleri, cila lastikleri ve patları uygulamışlar, tüm gruplarda en düşük Ra değerlerini alüminyum oksit kaplı diskler ile bitirilen kompozit yüzeylerinde elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmayla paralel olarak çalışmamızda da cila diskleri, cila lastiklerinden daha düşük R_a değeri göstermiştir. Elde ettiğimiz bu sonucun, düz olarak hazırladığımız örneklerin yüzeyine Sof-Lex disk sistemindeki esnek disklerin daha fazla temas etmesine bağlı olabileceğini düşünmekteyiz. Diğer sistemlerdeki konik ve disk şeklindeki lastiklerin, esnek Sof-Lex diskleri gibi yüzeye tam temas sağlayamadıklarından çalışmanın sonuçlarını etkileyebileceği kanısındayız. Scheibe ve ark. (2009) mikrohibrit kompozitler üzerinde farklı cila sistemlerinin yüzey pürüzlülüğü etkinliklerini inceledikleri araştırmalarında en pürüzsüz yüzeyleri keçe disk ve mikro-elmas partikül içeren cila patının birlikte kullanımıyla elde etmişler, en pürüzlü yüzeyleri ise çalışmamızın ve bir çok araştırmanın tersine, alüminyum oksit kaplı diskleri (Sof-Lex System, 3M ESPE) kullandıkları yüzeylerde elde etmişlerdir.

Gedik ve ark. (2005), Sof-Lex diskleri (3M ESPE, St. Paul, Minn.), Enhance (Dentsply-Caulk, Milford, Del.) aşındırıcıları ve ardından Prisma Gloss cila patı (Dentsply-Caulk), Astropol aşındırıcıları (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve Astrobrush fırçaları (Ivoclar Vivadent) ile yapılan cila işlemleri sonucunda dört farklı mikrohibrit kompozitte (Esthet-X, Venus, InTen-S, Point4) yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmamızla benzer şekilde Sof-Lex diskleri ile bitirilen yüzeylerin en düşük R_a değerleri verdiğini, astrobrush'ın ise en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri verdiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak, alüminyum oksit içeren Enhance setinin, cila lastikleri ve ardından cila patlarının uygulandığı yüzeyler ($0.51 \pm 0.18 R_a$) ile Sof-Lex disklerinin uygulandığı yüzeylerin ($0.32 \pm 0.12 R_a$) en düzgün yüzeyler olduğunu bildirmişlerdir ve çalışmamızın bulguları Gedik ve ark. (2005) çalışması ile paraleldir. Çalışmamızda tungsten karbit frezin uygulanmasının ardından Astropol ile bitirilen yüzeylerin R_a değerleri (Astropol grubu $0,40 \pm 0,06$, Astropol + SuperSnap keçe $0,36 \pm 0,04$, Astropol + AstroBrush $0,38 \pm 0,09$) ve OneGloss uygulanan yüzeylerin R_a değerleri (OneGloss $0,44 \pm 0,09$, OneGloss + SuperSnap keçe $0,40 \pm 0,04$) Sof-Lex uygulanan yüzeylerden daha yüksek bulunmuştur.

Başeren (2004), elmas veya karbit frezler ile bitirilen yüzeylerde silikon esaslı cila materyallerin, yüzey düzgünlüğünü sağlayabilme açısından yetersiz olabildiklerini bildirmiştir. Lu ve ark. (2003) mikrohibrit kompozitler ve çeşitli cila sistemlerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini inceledikleri araştırmalarında Sof-Lex (3M ESPE, St. Paul, Minn.), Diagloss (Axis Dental, Irving, TX) ve Astropol (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) cila sistemlerini kullanmışlar ve en pürüzsüz yüzeylerin çalışmamızla benzer şekilde Sof-Lex diskleri ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Astropol ve Diagloss sistemlerinde son aşamada kullanılan enstrümanların (Astropol HP ve Diagloss White) elmas emdirilmiş lastikler olması, Sof-Lex disklerinin de alüminyum oksit içerikli olması sebebiyle Sof-Lex diskleri ile daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiğini, elmas partiküllerin alüminyum oksitten daha sert olduğu için kompozit yüzeyinde alüminyumdan daha derin çizikler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da alüminyum oksit içeren cila sistemleri aynı sonuçları vermiştir.

Abzal ve ark. (2016) çalışmalarında 3 farklı cila sisteminin Astrobrush (Ivoclar vivadent, AG, Liechtenstein), Astropol (Ivoclar vivadent, AG, Liechtenstein), Sof-Lex spiral (3M, ESPE, St. Paul, MN, USA) 3 farklı kompozitin (Filtek Z350XT (3M ESPE,

St. Paul, MN, USA), T -Econom plus (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), G-aenial universal flo (GC Ptd, Germany) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkinliği incelemişler, Sof-Lex spiral cila sisteminin en düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerini verdiğini bildirmişlerdir. Bu sonucun Sof-Lex spiral içinde bulunan alüminyum oksidin reçine matriks ve doldurucuları homojen aşındırmasına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. En düşük doldurucu büyüklüğüne sahip G-aenial universal flo (GC Corporation Tokyo, Japan) en iyi performansı göstermiştir. Bizim çalışmamızda da Sof-Lex spiral grubu Sof-Lex disklerden yüksek fakat astropol ve astrobrush gruplarından daha düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir. Aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da disk veya spiral sonrası pat ve keçe kullanılan durumlarda daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri saptanmıştır. Bu açıdan çalışmamızın klinik kullanıma ışık tuttuğunu düşünmekteyiz.

Pala ve arkadaşları (2016) çalışmalarında 2 nanohibrit kompozit (Clearfil Majesty Posterior (Kuraray Medical, Tokyo, Japan) ve G-aenial Posterior (GC, Dental Products, Alsip, IL, USA) ve 1 mikrohibrit kompozit (Filtek Z550, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) yüzeyi üzerine 3 farklı cila sistemi (Enhance (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), OneGloss (Shofu Dental Corporation, San Marcos, CA USA), Sof-Lex Spiral (3M ESPE) uygulamışlardır. Çalışmalarında yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği ve yüzey parlaklığı değerlerini incelemişlerdir. En düşük yüzey sertliğini G-aenial Posterior kompozit göstermiştir. UDMA yapılı reçinelerin Bis-GMA yapılı reçinelerden daha düşük yüzey sertlik değeri gösterdiğini veya doldurucu partikül hacim oranındaki farklılıktan kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada yüzey sertlik değeri düşük bulunan kompozit reçinelerin yüzey çizilmelerinin daha çok olması sebebiyle daha yüksek yüzey pürüzlülük değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Tüm kompozit reçinelerde en düşük yüzey pürüzlülüğü Sof-Lex spiralın kullanıldığı gruplarda ölçülmüştür. Çalışmamızla benzer şekilde çok basamaklı Sof-Lex cila sistemi, tek basamaklı OneGloss cila sisteminden daha düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir. Yüzey parlaklığında ise yine çalışmamızla benzer şekilde çok basamaklı cila sistemlerinin tek basamaklı sistemlere göre daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Patel ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada 3 farklı cila sisteminin (OneGloss (Shofu INC, Japan) , Pogo (Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA), Sof-Lex spiral (3M ESPE, St. Paul, USA), 2 farklı nanohibrit kompozit (Tetric N-Ceram™ (Ivoclar Vivadent, Mumbai, India), Filtek Z350™ (3M ESPE, St. Paul, USA) yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelemişler, Pogo cila sistemi ile elde edilen yüzeylerin, OneGloss ve Sof-Lex spiral cila sistemlerinden yüzey pürüzlülüğünün daha az olduğunu bildirmişlerdir. Cila sisteminin etkili olması için abrazyon parçacıkların cilalanan kompozitin doldurucu partiküllerinden daha sert olması gerektiği, Pogo cila sisteminin de diğer sistemlere kıyasla daha sert elmas partiküller içerdiği için en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir. Aksi takdirde aşındırıcıların sadece yumuşak reçine matrisi uzaklaştıracağını ve doldurucu partiküllerin yüzeyde çıkıntılar oluşturacağını rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada Tetric N-Ceram'ın yüzeyi Filtek Z350' ye göre daha pürüzsüz bulunmuş, bunun sebebinin doldurucuların daha az sertlikte olmasından kaynaklanacağı düşünülmüştür. Sof-Lex spiral ve OneGloss karşılaştırıldığında ise çalışmamızla benzer şekilde çok basamaklı sistem olan Sof-Lex spiral tek basamaklı sistem olan OneGloss' a kıyasla daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Ferreira ve ark. (2015) çalışmalarında 1 nanofil kompozit (Filtek Z350XT; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ve 1 mikrohibrit kompozit (Filtek Z250; 3M ESPE) ile çeşitli cila sistemleri kullanmışlar, kompozit materyalleri yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında alüminyum oksitli 2 farklı cila diskleri (Sof-Lex Pop-On, 3M ESPE, Praxis TDV, TDV Dental Ltda., Pomerode, Brazil) tek başına kullanılarak bir grup, alüminyum oksitli cila disklerinden sonra keçe disk ve cila patının (keçe disk – TDV Dental Ltda, Diamond Gloss™ cila patı – KG Sorensen, Sao Paulo) uygulandığı bir grup oluşturulmuştur. Diğer bir grupta ise alüminyum oksitli cila disklerinden sonra silikon karbit fırça (Astrobrush™– Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, USA) kullanılmıştır. Sonuç olarak nanofil kompozitin doldurucu partikül boyutunun oldukça küçük ve birbirine benzer olması sebebiyle mikrohibrit kompozite göre daha düşük değerler verdiği bildirilmiştir. Silikon karbid fırçanın, elmas içeren cila patına kıyasla daha abrazyon bileşenler içerdiği için mikrohibrit kompozit yüzeyinde cila patından daha etkili olduğunu, her iki kompozit için cila sistemlerinin kombine kullanımının daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da tüm cila materyalleri pat, keçe veya fırça gibi kombine kullanımlarda daha iyi sonuç vermiştir. Kontrol grubundan sonra en düşük Ra değeri çalışmamızla benzer şekilde

nanofil kompozit yüzeyinde Sof-Lex disk ve cila patının kombine kullanıldığı grupta elde edilmiştir. Anlamli bir fark bulunmasa da cila patı kullanılan gruplarda daha düşük yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Bu çalışmada elmas nanopartikülleri içeren pat kullanılmış, çalışmamızda ise alüminyum oksit kaplı disklerden sonra alüminyum oksitli pat kullanılmıştır. İki çalışmada elde edilen Ra değerlerindeki farklılığın pat içeriğindeki farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Carvalho ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada mikrofil (Durafill® VS, Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) ve nanohibrit (Evolu-X, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brezilya) kompozit yüzeyi üzerine çalışmamızla benzer şekilde çeşitli cila sistemlerinin tek ve kombine kullanımlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini incelemiştirlerdir. İki farklı alüminyum oksitli cila disklerini (Sof-Lex™ Pop-On (3M ESPE), Práxis TDV (TDV Dental Ltda.) tek başına, elmas partiküllü cila patıyla (Diamond Gloss™, KG Sorensen) ve silikon karbit cila fırçasıyla (Astrobrush™, Ivoclar Vivadent, New York, ABD) birlikte uygulamışlardır. Anlamli bir fark olmasa da nanohibrit kompozit daha düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiş, en düşük yüzey pürüzlülüğü ise çalışmamızla benzer şekilde Soflex cila sistemi ve Diamond Gloss cila patının birlikte kullanıldığı grupta ölçülmüştür. Her iki cila sisteminin cila patıyla kullanımı cila fırçasıyla kullanımından anlamli derecede düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiştir. Çalışmamızla benzer şekilde alüminyum oksitli cila disklerinden sonra ek bir cila sistemi uygulanmasının yüzey pürüzlülüğünü olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Erdemir ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada 1 nanofil (Filtek Supreme XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)), 2 nanohibrit (Ceram-X (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany), Grandio (Voco, Cuxhaven, Germany) kompozit yüzeyine tek ve çok basamaklı 2 farklı cila sistemi (PoGo Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA), Sof-Lex Pop-On Discs (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) uygulamışlardır. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği değerlerini incelemiştirlerdir. Filtek Supreme XT şeffaf bant altında en az yüzey pürüzlülük değerini vermiştir. Bu çalışma da dahil birçok çalışmada, şeffaf bant ile bitirilen yüzeyler en pürüzsüz yüzeyi oluşturmuştur (Ergücü ve Türkün, 2007; Korkmaz ve ark. 2008). Fakat şeffaf bant ile bitirilen yüzeyler reçine organik bağlayıcıdan zengindir. En dıştaki reçinenin bitirme ve cila işlemleri ile kaldırılması daha sert, aşınma direnci yüksek ve estetik açıdan kalıcı bir yüzey oluşturacaktır. Bitirme ve cila sistemleri uygulandıktan sonra tek ve çok basamaklı cila sistemleri

arasında anlamlı bir fark bulunmaksızın Filtek Supreme XT ve Ceram-X en düşük yüzey pürüzlülüğü değerlerini vermiştir. En düşük yüzey sertliği her kompozit için şeffaf bant altında ölçülmüştür. Diğer kompozitlere kıyasla Grandio'da anlamlı derecede yüksek yüzey sertliği ölçülmüştür. İnorganik doldurucu miktarı arttıkça sertlik de artacağı için Grandio (%71.4vol)' nun daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Tek ve çok basamaklı cila sistemleri arasında yüzey sertliği açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bant altında bitirilen grupta en düşük yüzey sertliği değerleri elde edilmiştir. Bant altında bitimde düşük yüzey sertliği elde edilmesi Chinelatti ve ark. (2006) akıcı, minifil ve mikrofil doldurucu içeren kompozit kullandıkları çalışmanın bulguları ile benzerdir. Aynı şekilde Korkmaz ve ark. (2008) yaptıkları tek aşamalı ve çok aşamalı cila sistemlerinin nanohibrit kompozitlerin yüzey sertliği üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında şeffaf bant altında bitirilen örneklerle kıyasla daha yüksek yüzey sertliği elde edilmiştir, bu da çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Hem çok aşamalı sistemlerde hem de cila sistemlerinin kombine kullanıldığı çalışmamızda şeffaf bant altında elde edilen yüzeylerden daha sert yüzeyler elde edilmiştir.

Antonson ve ark. (2011) çalışmalarında 1 mikrohibrit kompozit (Esthet-X Dentsply Caulk, Milford, DE, USA), 1 nanofil kompozit (Filtek Supreme Plus 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) ve 4 farklı cila sistemi (Astropol (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ; Enhance/PoGo (Dentsply, Caulk, Milford, DE, USA); Sof-Lex (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); EXL-695 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)) kullanmışlar, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmamızla benzer şekilde şeffaf bant altında en iyi yüzey pürüzlülüğü değerlerini kaydedilmiştir. Nanofil kompozit mikrofil kompozite göre daha küçük boyutta doldurucu içermesine rağmen yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sof-Lex diskler en düşük yüzey pürüzlülüğü göstermiş fakat diğer sistemlerle karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bir çok çalışmada alüminyum oksit disklerin en düşük yüzey pürüzlülüğünü elde ettiği bildirilmiştir (Türkün ve Türkün, 2004; Barbosa ve ark. 2005) Alüminyum oksit partikülleri, reçine kompozitlerin doldurucu partiküllerinden daha yüksek sertliktedir. Fakat disklerin geometrisi anatomik ayrıntılara ulaşmada bazı sınırlamalar ve dezavantajlar getirmektedir. Yapılan çalışmalarda yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Kameyama ve

ark. 2008; Heintze ve ark. 2010). Yüzey pürüzlülüğü arttıkça ışık yansımaları azalacak ve yüzey parlaklığı da düşecektir (Watanabe ve ark. 2006).

Yüzey pürüzlülüğünde cila sistemleri arasında anlamlı bir fark gözlenmezken yüzey parlaklığında anlamlı fark bulunmuştur. Bir çok çalışmada Sof-Lex diskler ile en iyi yüzey parlaklığı değeri elde edilmiştir (Lu ve ark. 2003; Gedik ve ark. 2005). Bu çalışmada ise mikrohibrit kompozit ve Sof-Lex kullanımı ile en düşük yüzey parlaklığı değeri kaydedilmiştir. Sonuçlardaki farklılığın cila sistemini uygulayan operatöre bağlı olabileceği düşünülmektedir. Jung ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada bitim ve cila sistemlerinin etkinliğinin sadece kullanılan materyale ve abraziv tipine bağlı olmadığı uygulanan basıncın, harcanan sürenin ve kullanılan abraziv aletin geometrisinin de etkili olduğu bildirilmiştir. Bu bulgulara paralel şekilde çalışmamızdaki gruplarda da pürüzlülük ve parlaklık doğru orantılı gözlenmemiş ve aynı şekilde sıralanmamıştır.

Venturini ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada mikrohibrit kompozit (Filtek Z250/3M ESPE) ve mikrofil kompozit (Filtek A110/3M ESPE) üzerine çeşitli cila sistemleri uygulamışlar, yüzey pürüzlülüğü ve yüzey sertliği değerlerini incelemişlerdir. İlk grup şeffaf bant altında ikinci grup alüminyum oksit disklerle (Sof-Lex Pop On XT(3M ESPE) üçüncü grup lastik cila uçlarıyla Flexicups (Cosmedent, Chicago, IL, USA) dördüncü grup sırayla lastik cila uçları, cila fırçaları (Jiffy Polishing Brush (Ultradent, South Jordan, UT, USA) ve keçe cila diskleri Flexibuffs, Cosmedent ile cilaları tamamlanmıştır. Alüminyum oksit diskler hariç diğer sistemlerde cila patı (Enamelize, Cosmedent) kullanmışlardır. Sonuç olarak en pürüzlü yüzey lastik uçların tek başına kullanıldığı grupta kaydedilmiş, alüminyum oksit diskler ile lastik cila uç, cila fırçası ve keçe cila diskin kombine kullanımı arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Mikrofil kompozitin ise mikrohibrit kompozite göre daha düşük sertlik gösterdiği belirtilmiştir. Bunun sebebi ise mikrofil kompozitlerin daha düşük doldurucu içeriğine sahip olduğu için mekanik özellikleri daha zayıf olmasıdır (Pereira ve ark. 2003). Bir çok çalışmada cila patının yüzey pürüzlülüğüne etkisinin olmadığı bildirilmiş (Marigo ve ark. 2001; Turssi ve ark. 2000), yüzey parlaklığını ise arttırdığı gösterilmiştir (Strassler ve Bauman, 1993). Çalışmamızın bulgularına göre ise cila patı ve keçenin kullanıldığı gruplar ile kullanılmadığı gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır (OneGloss 0,44±0,09 – OneGloss + SuperSnap keçe 0,40±0,04, Sof-Lex disk 0,23±0,06, Sof-Lex disk +

SuperSnap keçe $0,20\pm 0,07$, Sof-Lex spiral $0,34\pm 0,05$, Sof-Lex spiral + SuperSnap keçe $0,33\pm 0,06$, Astropol $0,40\pm 0,06$, Astropol + SuperSnap keçe $0,36\pm 0,04$). Aynı şekilde yüzey parlaklığı değerleri arasında da anlamlı farklılık bulunmuştur.

Kemaloğlu ve arkadaşları (2016) çalışmalarında nanohibrit kompozit (Tetric N-Ceram Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein) ve 8 farklı cila sistemi (Enamel Plus Shiny, Venus Supra, One-gloss, Sof-Lex Wheels, Super-Snap, Enhance/PoGo, Clearfil Twist Dia, lastik kaplar) kullanmışlardır. Yüzey pürüzlülük değerlerini incelemişlerdir. Alüminyum oksit kaplı 4 basamaklı SuperSnap cila sistemi en düşük yüzey pürüzlülük değerini vermiş ancak çalışmamızla uyumlu olarak yüzey pürüzlülük değeri ve çok basamaklı cila sistemlerinin basamak sayısı arasında bir bağlantı bulamamışlardır.

Korkmaz ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada 5 nanokompozit (Filtek Supreme XT, 3M ESPE, St Paul, MN, USA; Ceram X, Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany; Aelite Aesthetic Enamel, BISCO, Inc, Schaumburg, IL, composite USA; Tetric EvoCeram, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein; Grandio, Voco, Cuxhaven, Germany) ve 1 mikrohürit kompozit (Filtek Z250, 3M ESPE, St Paul, MN, USA,) yüzeyine 2 tek basamaklı (PoGo, Dentsply/Caulk, Milford, DE, USA; OptraPol, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) ve 1 çok basamaklı (Sof-Lex Pop-On, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) cila sistemi uygulamışlar, tek ve çok basamaklı cila sistemlerini elde edilen yüzey pürüzlülük ve yüzey sertlik değerlerine göre incelemişlerdir. Şeffaf bant altında en düşük yüzey pürüzlülüğünün elde edildiğini, en yüksek yüzey pürüzlülüğü Sof-Lex ve Tetric EvoCeram grubunda bulunduğunu bildirmişlerdir. Farklı marka kompozit ve cila ürünlerin birbirleri ile uyumlu olmadığını belirtmişlerdir. Berger ve ark. (2011) reçine monomerlerin ve doldurucu miktarının, restorasyonun cilalanabilme özelliğini etkilediğini ve firmanın önerdiği cila materyalleriyle en iyi sonuçların elde edileceğini bildirmişlerdir. Tek ve çok basamaklı cila sistemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kullanılan kompozitlere göre en yüksek doldurucu miktarına sahip Grandio nanohibrit kompozit anlamlı derecede yüksek yüzey sertliği göstermiştir. Şeffaf bant altında en düşük yüzey sertliği değerleri bulunmuştur. Çalışmamızdan farklı olarak, tek ve çok basamaklı cila sistemleriyle bitirilen diğer tüm kompozitlerin yüzey sertliklerinde anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Gordan ve ark. (2003) yaptıkları çalışmanın sonuçlarına göre tek aşamalı cila sistemi uygulanan gruplar en yüksek yüzey sertliği değerlerine sahipken onları çok aşamalı cila uygulanan gruplar izlemektedir. Kontrol grubu ise en düşük yüzey sertlik değerine sahiptir.

Yap ve ark. (2004b) tek aşamalı cila sistemlerinin çok aşamalı cila sistemlerine benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca harcanan zamanı ve maliyeti düşürmek için kompozit materyallerin cilasında tek aşamalı sistemlerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ereifej ve ark. (2012) tek aşamalı sistemlerin daha düşük pürüzlülük ve daha yüksek parlaklık gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise tek aşamalı One Gloss grubu çok aşamalı Sof-Lex grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek yüzey pürüzlülüğü ve düşük yüzey parlaklığı göstermiştir.

St-Georges ve ark. (2005) çalışmalarında tek aşamalı ve çok aşamalı cila sistemlerinin yakın sonuçlar verdiğini rapor etmişler, Ereifej ve ark. (2012) ise, tek aşamalı cila sistemi olan PoGo cila sisteminin çok aşamalı cila sistemlerinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmaların aksine çok aşamalı cila sistemlerini tek aşamalı cila sistemlerine göre çok daha başarılı sonuçlar verdiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. (Koh ve ark., 2008; Anton ve ark., 2011; Gönüloğlu ve Yılmaz, 2012)

Germain ve Samuelson'un (2014) çalışmalarında iki farklı kompozit yüzeyi üzerinde çeşitli cila sistemlerini uygulamışlar, sonuçları yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı açısından değerlendirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı arasında ters orantı olduğu, yani yüzey pürüzlülük değeri Ra düştükçe yüzey parlaklık değeri GU (gloss unit) artacağını bildirmişlerdir. Bir çok çalışma ile benzer olarak çalışmamızda kontrol grubu en düşük yüzey pürüzlülüğü ve en yüksek yüzey parlaklığı değerini vermiştir (Ergücü ve Türkün, 2005; Heintze ve ark. 2010; Ereifej ve ark. 2012).

Klinikte uygulanacak doğru yüzey bitim ve cila işleminin ağız sağlığının devamlılığında önemli rol oynadığını düşündüğümüz çalışmamızda, yeni geliştirilen bitim ve cila malzeme ve tekniklerinin, uzun yıllardır kullanılmakta olanlarla karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, çok aşamalı olan cila sistemlerinin, tek aşamalı olan sisteme göre yüzey pürüzlülüğü, sertlik ve parlaklık açısından daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Yeni kullanıma sunulan malzemeler Sof-Lex XT bitim ve cila

sistemi kadar etkin yüzey pürüzlülüğü, sertlik ve parlaklık değerleri gösterememiştir. Pat ve keçe kullanılan gruplarda, yüzey pürüzlülüğü, sertlik ve parlaklık değerleri daha iyi bulunsa da, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Farklı bitim ve cila işlemlerinin kompozit yüzeyi üzerine pürüzlülük, sertlik ve parlaklık değerlerini incelediğimiz çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların diş hekimliği klinik pratiğine ve bu konu ile ilgili yapılacak diğer çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyiz.



6. SONUÇLAR

- 1) Çalışmamızın bulguları pürüzlülük açısından değerlendirildiğinde, şeffaf bant kullanılarak yapılan deney örneklerinin pürüzlülük ortalamaları, diğer tüm deney gruplarından düşük bulunmuştur. Aynı zamanda, kontrol grubu, alüminyum oksit içerikli pat olan Composite pat ile birlikte kullanılan Sof-Lex grubu dışında diğer tüm deney gruplarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Nanofil kompozitler ile yapılan estetik restorasyonların sadece şeffaf bant kullanılarak bitirilmemesi gerekmekte ve bitim ve cila işlemlerinin pürüzlülük açısından anlamlı farklılık yaratmayan materyaller kullanılarak yapılması önem taşımaktadır.
- 2) Sof-Lex ve Composite pat ile birlikte kullanılan Sof-Lex cila disklerinin, deney materyali üzerindeki pürüzlülük ortalamaları, gerek tek başına gerekse Composite ile birlikte kullanılan One Gloss, Soflex Spiral ve Astropol bitim ve cila malzemelerinden anlamlı şekilde düşük bulunmuştur. En iyi pürüzlülük ortalamalarını gösteren Sof-Lex grubunu sırasıyla Sof-Lex Spiral, Astropol ve One Gloss materyalleri izlemiştir.
- 3) Alüminyum oksit içerikli Composite patı, nanofil kompozit reçinelerin pürüzlülük ortalamalarının geliştirilmesinde anlamlı bir katkı sağlayamasa da en iyi pürüzlülük ortalamaları patın kullanıldığı gruplarda bulunmuştur.
- 4) Silikon karbit partiküllü bir fırça olan Astrobrush ile birlikte kullanılan Astropol cila patı ile sadece Astropol ile cila yapılan deney materyalleri arasında pürüzlülük açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Astrobrush fırçası, nanofil kompozit reçinelerin pürüzlülük ortalamalarının geliştirilmesinde anlamlı bir katkı sağlayamamıştır.
- 5) Çalışmamızın bulguları sertlik açısından değerlendirildiğinde, şeffaf bant kullanılarak yapılan deney örneklerinin sertlik ortalaması, sadece One Gloss ve

sadece Astropol kullanılarak bitim ve cila işlemleri yapılan deney örnekleri dışında, diğer tüm gruplardan anlamlı şekilde düşük bulunmuştur.

- 6) Sadece Sof-Lex ile bitim ve cila işlemleri yapılan grubun sertlik ortalaması, Sadece One Gloss ve Astropol uygulanan gruplar ile kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Sadece Sof-Lex Spiral ile bitim ve cila işlemleri yapılan grubun sertlik ortalaması, Sadece One Gloss uygulanan grup ile kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Nanofil kompozit reçine restorasyonların bitim ve cila işlemleri için Sof-Lex ve Sof-Lex Spiral materyalleri yüzey sertlik değerleri açısından elde edilen anlamlı sonuçlar doğrultusunda klinik kullanıma daha uygun görülmüştür.
- 7) Astropol uygulanan grup haricinde, Composite patı kullanılan gruplar, kullanılmayan gruplara göre anlamlı şekilde daha yüksek sertlik ortalamaları göstermiştir. Nanofil kompozit reçine restorasyonların bitim ve cila işlemlerinde Composite patı kullanılarak yüzey sertlik ortalamaları anlamlı derecede arttırılmıştır.
- 8) Çalışmamızın bulguları parlaklık açısından değerlendirildiğinde, şeffaf bant kullanılarak yapılan deney örneklerinin parlaklık ortalaması diğer tüm gruplardan yüksek bulunmuştur.
- 9) Astrobrush ile birlikte kullanılan Astropol grubunda, diğer gruplardan daha düşük parlaklık ortalamaları saptanmıştır. Buna göre, Astrobrush parlaklık açısından yeterli etkinliği gösterememiştir.
- 10) Sof-Lex ve Sof-Lex Spiral grupları, Astropol ve One Gloss gruplarından anlamlı olarak daha yüksek parlaklık değerleri göstermiştir. Composite ile birlikte kullanılan bitim ve cila materyalleri, Composite kullanılmayan gruplardan anlamlı olarak daha yüksek parlaklık ortalamalarına sahiptir. Composite kullanılan gruplarda ek olarak, şeffaf bant kullanılarak yapılan deney örneklerinin parlaklık ortalamalarına yakın değerler elde edilmiştir. Nanofil

kompozit reçine restorasyonların bitim ve cila işlemlerinde Composite patı kullanılarak parlaklık ortalamaları anlamlı derecede arttırılmıştır.

- 11) Nanofil kompozit reçine restorasyonların bitim ve cila işlemlerinde, çok aşamalı Sof-Lex ve Sof-Lex Spiral materyalleri yüzey sertliği, pürüzlülük ve parlaklık açısından çok aşamalı Astropol ve tek aşamalı One Gloss sistemlerden daha başarılı bulunmuştur. Klinik kullanım için bu sistemlerin kullanılması önerilmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abzal, M. S., Rathakrishnan, M., Prakash, V., Vivekanandhan, P., Subbiya, A., & Sukumaran, V. G. (2016). Evaluation of surface roughness of three different composite resins with three different polishing systems. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 19(2), 171.
- Agnelli, J. A. M., Nicoluzzi, A., & Mazzo, C. R. (2013). Analysis of the surface behavior of polished and unpolished composite resins subjected to artificial accelerated aging. *RGO. Revista Gaúcha de Odontologia (Online)*, 61(1), 07-11.
- Al-Fawaz, A. A., & Awilya, Y. (2003). The effect of three finishing systems on three esthetic restorative materials. *Saudi Dent J*, 15(2), 104-7.
- Albers, H. F. (2002). *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*. PMPH-USA. syf: 92.
- Antoniadi M. H., Papadogianis Y., Kubia K. E., Kubias S., 1991. Surface hardness of light-cured and self-cured composite resins. *J Prosthet Dent*; 65:215-220.
- Antonson, S. A., Yazici, A. R., Kilinc, E., Antonson, D. E., & Hardigan, P. C. (2011). Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry*, 39, e9-e17.
- Anusavice, K. J. (2003). *Phillips R. Phillips' science of dental materials*. 11th ed. St. Louis: Elsevier. syf:44
- Asmussen, E., & Jørgensen, K. D. (1972). A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls. *Acta Odontologica Scandinavica*, 30(1), 3-21.
- Atabek, D., Sillelioglu, H., & Ölmez, A. (2010). The efficiency of a new polishing material: nanotechnology liquid polish. *Operative dentistry*, 35(3), 362-369.

- Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*, 8(1), 27-35.
- Balan, A., Sandu, A. V., Stoleriu, S., Pintiliciuc, V. S., & Toma, V. (2015). Effect of Different Finishing and Polishing Systems on the Surface Roughness of Composite Resins. *MATERIALE PLASTICE*, 52(1), 55-57.
- Barbosa, S. H., Zanata, R. L., Navarro, M. F. D. L., & Nunes, O. B. (2005). Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*, 16(1), 39-44.
- Bashetty, K., & Joshi, S. (2010). The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(1), 34.
- Başeren, M. (2004). Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *Journal of biomaterials applications*, 19(2), 121-134.
- Bayne, S. C., Heymann, H. O., & Swift, E. J. (1994). Update on dental composite restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 125(6), 687-701.
- Bayne, S. C. (2005). Dental biomaterials: Where are we and where are we going? *Journal of Dental Education*, 69 (5), 571-585.
- Bayne, S. C., Thompson, J. Y., Roberson, T. M., Heymann, H. O. ve Ritter, A. V. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Chapter, 7, 307-344.
- Berastegui, E., Canalda, C., Brau, E., Michel, C. (1992). Surface roughness of finished composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 68 (5), 742-749.

- Berger, S. B., PALIALOL, A. R. M., Cavalli, V., & Giannini, M. (2011). Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(1), 34-43.
- BESSING, C., & WIKTORSSON, Å. (1983). Comparison of two different methods of polishing porcelain. *European Journal of Oral Sciences*, 91(6), 482-487.
- Bollen, C. M., Lambrechts, P., & Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
- BORGES, A. B., Marsilio, A. L., Pagani, C., & Rodrigues, J. R. (2004). Surface roughness of packable composite resins polished with various systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16(1), 42-47.
- Bouvier, D., Duprez, J. P., Lissac, M. (1997). Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24 (12), 888-894.
- Bowen, R. L. (1963). Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 66(1), 57-64.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel. *J dent Res*, 34, 948-953.
- Burgess, J. O., Walker, R., & Davidson, J. M. (2002). Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric dentistry*, 24(5), 465-479.
- Carvalho Justo, A. C. B., de Assunção, I. V., Borges, B. C. D., & da Costa, G. D. F. A. (2016). Impact of additional polishing on the roughness and surface morphology of dental composite resins. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 57(2), 74-81.

- Chen, M. H. (2010). Update on dental nanocomposites. *Journal of Dental Research*, 89(6), 549-560.
- Chinelatti, M. A., Chimello, D. T., Ramos, R. P., & Palma-Dibb, R. G. (2006). Evaluation of the surface hardness of composite resins before and after polishing at different times. *Journal of Applied Oral Science*, 14(3), 188-192.
- Choi, M. S., Lee, Y. K., Lim, B. S., Rhee, S. H., & Yang, H. C. (2005). Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 16(4), 347-353.
- Chung, K. H. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*, 10(5), 325-330.
- Condon, J. R., & Ferracane, J. L. (1997). Factors effecting dental composite wear in vitro. *Journal of biomedical materials research*, 38(4), 303-313.
- Craig RG. (1989). *Direct Esthetic Restorative Materials Restorative Dental Materials*. Vol.10, syf 255-271, Mosby, St. Louis.
- Craig, R. G., Powers, J. M. ve Wataha, J. C. (2000). Direct esthetic restorative materials. *Dental Materials Properties and Manipulation*, 57-79.
- Davy, K. W. M., Kalachandra, S., Pandain, M. S. ve Braden, M. (1998). Relationship between composite matrix molecular structure and properties. *Biomaterials*, 19(22), 2007-2014.
- Dayangaç, B. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar*. Güneş Kitabevi. Syf:60
- De Souza, S. A. (1982). *Ensaio mecânicos de materiais metálicos: Fundamentos teóricos e práticos*. E. Blucher.

- Dietschi D, Spreafico R. Adhesive Metal-Free Restorations. Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth. 2nd ed. Chicago: Quintessence Publishing; 1999.
- Dodge, W. W., Dale, R. A., Cooley, R. L., & Duke, E. S. (1991). Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. *Dental Materials*, 7(1), 18-20.
- Erdemir, U., Sancakli, H. S., & Yildiz, E. (2012). The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent*, 6(2), 198-205.
- Ereifej, N. S., Oweis, Y. G., & Eliades, G. (2012). The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Operative dentistry*, 38(1), E9-E20.
- Ergücü, Z., Türkün, L. S. (2005). Nanokompozitlerin mikrosızıntısında adezivlerin önemi. *Ege Üniversitesi Dis Hekimligi Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 59-64.
- Ergücü, Z., & Türkün, L. S. (2007). Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, 32(2), 185-192.
- Ferracane, J. L., Berge, H. X., & Condon, J. R. (1998). In vitro aging of dental composites in water—effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *Journal of biomedical materials research*, 42(3), 465-472.
- Ferreira, P. M., Souto, S. H. A., Borges, B. C. D., de Assunção, I. V., & da Costa, G. D. F. A. (2015). Impact of a novel polishing method on the surface roughness and micromorphology of nanofilled and microhybrid composite resins. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(1), 18-24.

- Fruits, T. J., Miranda, F. J., Coury, T. L. (1996). Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing different polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence International*, 27 (4), 279-285.
- Furuse, A. Y., Gordon, K., Rodrigues, F. P., Silikas, N., Watts, D. C. (2008). Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. *Journal of Dentistry*, 36, 945-952.
- Gedik, R., Hürmüzlü, F., Coşkun, A., Bektaş, Ö. Ö., & Özdemir, A. K. (2005). Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, 136(8), 1106-1112.
- Germain, H. S., & Samuelson, B. A. (2014). Surface characteristics of resin composite materials after finishing and polishing.
- Gordan, V. V., Patel, S. B., Barrett, A. A., & Shen, C. (2003). Effect of surface finishing and storage media on bi-axial flexure strength and microhardness of resin-based composite. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*, 28(5), 560-567.
- Gökay O., Özyurt P., Seçkin B., 1998. Farklı Bitirme ve Cila Yöntemleri Uygulanmış Bir Kompozit Resinin Çeşitli Likitler Karşısında Gösterdiği Yüzey Sertlik Değerlerinin Karşılaştırılması. *T. Klin. Diş. Hek. Bil.* 4:55-60.
- Gönüloğlu, N., & Yılmaz, F. (2012). The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of dentistry*, 40, e64-e70.
- Güler, A. U., Duran, I., Ço, A., & Özkan, P. (2010). Effects of air polishing powders on the surface roughness of composite resins. *Journal of Dental Sciences*, 5(3), 136-143.

- Gwinnett, A. J., Baratieri, L. N., Monterio, S. J. R., (1995). *Esthetics: Direct adhesive restoration on fractured anterior teeth*, First Ed., Quintessence Books San Paulo.
- Hachiya, Y., Iwaku, M., Hosoda, H., Fusayama, T. (1984). Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 52 (6),811-814.
- Heintze, S. D., Forjanic, M., & Rousson, V. (2006). Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*, 22(2), 146-165.
- Heintze, S. D., Forjanic, M., Ohmiti, K., & Rousson, V. (2010). Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *dental materials*, 26(4), 306-319.
- Hosoya, Y., Shiraishi, T., Odatsu, T., Nagafuji, J., Kotaku, M., Miyazaki, M., & Powers, J. M. (2011). Effects of polishing on surface roughness, gloss, and color of resin composites. *Journal of oral science*, 53(3), 283-291.
- Jefferies, S. R. (1998). The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 42(4), 613-627.
- Jefferies, S. R. (2007). Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 379-397.
- Johansson, E. G., Erhardson, S., & Wictorin, L. (1975). Influence of stone mixing agents, impression materials and lubricants on surface hardness and dimension of a dental stone die material. *Acta Odontologica*, 33(1), 17-25.
- Jones, C. S., Billington, R. W., & Pearson, G. J. (2004). The in vivo perception of roughness of restorations. *British dental journal*, 196(1), 42-45.

- Joniot, S., Salomon, J. P., Dejou, J., & Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*, 31(1), 39-46.
- Jung, M. (1996). Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative dentistry*, 22(3), 98-104.
- Jung, M., Voit, S., & Klimek, J. (2003). Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Operative dentistry*, 28(1), 53-59.
- Jung, M., Hornung, K., & Klimek, J. (2005). Polishing occlusal surfaces of direct Class II composite restorations in vivo. *Operative dentistry*, 30(2), 139.
- Jung, M., Sehr, K., & Klimek, J. (2007). Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Operative Dentistry*, 32(1), 45-52.
- Kaizer, M. R., de Oliveira-Ogliari, A., Cenci, M. S., Opdam, N. J., & Moraes, R. R. (2014). Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dental Materials*, 30(4), e41-e78.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., & Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(1), 155-163.
- Kameyama, A., Nakazawa, T., Haruyama, A., Haruyama, C., Hosaka, M., & Hirai, Y. (2008). Influence of finishing/polishing procedures on the surface texture of two resin composites. *The open dentistry journal*, 2, 56.
- Kemaloglu, H., Karacolak, G., & Turkun, L. S. (2016). Can Reduced- Step Polishers Be as Effective as Multiple- Step Polishers in Enhancing Surface Smoothness?. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.

- Keyf, F., Etikan, I. (2004). Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dental materials*, 20(3), 244-251.
- Koh, R., Neiva, G., Dennison, J., & Yaman, P. (2008). Finishing systems on the final surface roughness of composites. *J Contemp Dent Pract*, 9(2), 138-145.
- Korkmaz, Y., Ozel, E., Attar, N., & Aksoy, G. (2008). The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Operative dentistry*, 33(1), 44-50.
- Krejci, I., Lutz, F., & Boretti, R. (1999). Resin composite polishing--Filling the gaps. *Quintessence international*, 30(7).
- Larato DC. Influence of a composite restoration on gingiva. *J Prosthet Dent* 1972; 28:402-404.
- Lee, Y. K., Lim, B. S., & Kim, C. W. (2002). Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *Journal of biomedical materials research*, 63(5), 657-663.
- Lee, Y. K., Lu, H., Oguri, M., & Powers, J. M. (2005). Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(4), 370-376.
- Lee, I., Chang, J., Ferrance, J. (2008). Slumping resistance and viscoelasticity prior to setting of dental composites. *Dental Materials*, 24 (12), 1586-1593.
- Lombardini, M., Chiesa, M., Scribante, A., Colombo, M., & Poggio, C. (2012). Influence of polymerization time and depth of cure of resin composites determined by Vickers hardness. *Dental research journal*, 9(6), 735.
- Lopes, G. C., Vieira, L. C., Araujo, E. (2004). Direct composite resin restorations: A review of some clinical procedures to achieve predictable results in posterior teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16 (1), 19-32.

- Lu, H., Roeder, L. B., Powers, J. M. (2003). Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15 (5), 297-303.
- Lutz, F., & Phillips, R. W. (1983). A classification and evaluation of composite resin systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 50(4), 480-488.
- Marigo, L., Rizzi, M., La Torre, G., & Rumi, G. (2001). 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. *Operative dentistry*, 26(6), 562-568.
- Martínez-Gomis, J., Bizar, J., Anglada, J. M., Samsó, J., & Peraire, M. (2003). Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. *International Journal of Prosthodontics*, 16(1).
- Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382-1390.
- Moraes, R. R., Marimon, J. L. M., Schneider, L. F. J., Sobrinho, L. C., Camacho, G. B., & Bueno, M. (2006). Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigations*, 10(1), 23-28.
- Nagem Filho, H., D'azevedo, M. T. F. S., Nagem, H. D., & Marsola, F. P. (2003). Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Brazilian Dental Journal*, 14(1), 37-41.
- O'Brien, W. J., Johnston, W. M., Fanian, F., Lambert, S. (1984). The surface roughness and gloss of composites. *Journal of Dental Research*, 63 (5), 685-688.

- O'Brien, W. J. (1997). Abrasion, polishing, and bleaching. Dental materials and their selection. 2nd ed. Chicago: Quintessence, 118.
- O'Brien, W. J. (2002). Dental Materials and Their Selection; Quintessence Pub.Co.: Chicago, IL, USA, 23.
- Ogawa, T., & Hasegawa, A. (2005). Effect of curing environment on mechanical properties and polymerizing behaviour of methyl- methacrylate autopolymerizing resin. Journal of oral rehabilitation, 32(3), 221-226.
- Ohara, N., Koizumi, H., Matsumoto, Y., Nakayama, D., Ogino, T., & Matsumura, H. (2009). Surface roughness and gloss of indirect composites etched with acidulated phosphate fluoride solution. Acta Odontologica, 67(5), 313-320.
- Ölmez, A., & Kisbet, S. (2013). Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. Acta Odontologica Turcica, 30(2), 115.
- Özgünlaltay, G., Yazıcı, A. R., Görücü, J. (2003). Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. Journal of Oral Rehabilitation, 30 (2), 218-224.
- Pala, K., Tekçe, N., Tuncer, S., Serim, M. E., & Demirci, M. (2016). Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach. Dental materials journal, 35(2), 278-289.
- Paravina, R. D. ve Powers, J. M. (2004). Esthetic Color Training in Dentistry, 1. Baskı, Elsevier-Mosby, China.
- Park, S. H., Krejci, I., & Lutz, F. (2000). Hardness of celluloid strip-finished or polished composite surfaces with time. The Journal of prosthetic dentistry, 83(6), 660-663.

- Patel, B., Chhabra, N., & Jain, D. (2016). Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 19(1), 37.
- Pereira, C. L., Demarco, F. F., Cenci, M. S., Osinaga, P. W. R., & Piovesan, E. M. (2003). Flexural strength of composites: influences of polyethylene fiber reinforcement and type of composite. *Clinical oral investigations*, 7(2), 116-119.
- Pereira, C. A., Eskelson, E., Cavalli, V., Liporoni, P. C. S., Jorge, A. O. C., & Rego, M. D. (2011). Streptococcus mutans biofilm adhesion on composite resin surfaces after different finishing and polishing techniques. *Operative dentistry*, 36(3), 311-317.
- Peutzfeldt, A. (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *European journal of oral sciences*, 105(2), 97-116.
- Phillips, R. W. (1982). *Skinner's Science of Dental Materials* (ed 8) WB Saunders Co. Philadelphia, 179, 215.
- Pober, R. (1998). Reporting microhardness data in Scientific publications. *Journal of dental research*, 77(10), 1766.
- Powers, J. M., & Sakaguchi, R. L. (2006). *Craig's restorative dental materials*, 13/e. Elsevier India.
- Puckett, A. D., Fitchie, J. G., Kirk, P. C., & Gamblin, J. (2007). Direct composite restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 659-675.
- Raskin A, Salomon JP, Déjou J. (2005). Influence of finishing/polishing procedures on surface roughness of a microhybrid composite resin. *Eur CellMater*, (9)1:43-44.
- Reinhardt, J. W., Jordan, R. D., Denehy, G. E., Rittman, B. R. (1982). Porosity in composite resin restorations. *Operative Dentistry*, 7 (3), 82-85.

- Reis, A. F., Giannini, M., Lovadino, J. R., & dos Santos, D. C. (2002). The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *American journal of dentistry*, **15(3)**, 193-197.
- Reis, A. F., Giannini, M., Lovadino, J. R., Ambrosano, G. M. (2003). Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials*, **19 (1)**, 12-18.
- Roberson TM. (2011). Sturdevant's Art and Science Of Operative Dentistry. Gürkan S, editor. Ankara: Günes Tıp Kitabevi.
- Roberson TM, Heyman HO, Swift Jr EJ. (2002). Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, Mosby, Missouri.
- Roeder, L. B., Tate, W. H., Powers, J. M. (2000). Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of packable composites. *Operative Dentistry*, **25 (6)**, 534-543.
- Sabbagh, J., Ryelandt, L., Bacherius, L., Biebuyck, J. J., Vreven, J., Lambrechts, P., Leloup, G. (2004). Characterization of the inorganic fraction of resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, **31 (11)**, 1090-1101.
- Sadeghi, M., Deljoo, Z., & Bagheri, R. (2016). The Influence of Surface Polish and Beverages on the Roughness of Nanohybrid and Microhybrid Resin Composite. *Journal of Dental Biomaterials*, **3(1)**, 177-185.
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig's restorative dental materials*. Elsevier Health Sciences.
- Saraç, D. (2006). Farklı inorganik doldurucu içerikli kompozit rezinlerin renk sabitliği üzerinde polisaj yöntemlerinin ve yüzey verniği uygulamasının etkisi. *Acta Odontologica Turcica*, **23(3)**, 169.
- Sarac, D., Sarac, Y. S., Kulunk, S., Ural, C., & Kulunk, T. (2006). The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, **96(1)**, 33-40.
- Scheibe, K. G. B. A., Almeida, K. G. B., Medeiros, I. S., Costa, J. F., & Alves, C. M. C. (2009). Effect of different polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Applied Oral Science*, **17(1)**, 21-26.
- Schmalz, G. (1998). The biocompatibility of non-amalgam dental filling materials. *European journal of oral sciences*, **106(2p2)**, 696-706.

Schmidlin, P. R., & Gohring, T. N. (2004). Finishing tooth-colored restorations in vitro: an index of surface alteration and finish-line destruction. *Operative Dentistry-University Of Washington-*, **29(1)**, 80-86.

Senawongse, P., Pongprueksa P. (2007). Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **19 (5)**, 265-275.

Setcos, J. C., Tarim, B., & Suzuki, S. (1999). Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quintessence international*,**30(3)**.

Seymen, F., & Gülhan, A. (1996). Arka Grup Dişlerde Kullanılan Çeşitli Dolgu Materyallerinin Yüzey Sertliklerinin İncelenmesi-The Investigation Of Surface Hardness Of Various Posterior Filling Materials. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, **30(3)**, 145-152.

Shahdad, S. A., McCabe, J. F., Bull, S., Rusby, S., & Wassell, R. W. (2007). Hardness measured with traditional Vickers and Martens hardness methods. *Dental Materials*, **23(9)**, 1079-1085.

Shintani, H., Satou, J., Satou, N., Hayashihara, H., & Inoue, T. (1985). Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dental Materials*, **1(6)**, 225-227.

Sirin Karaarslan, E., Bulbul, M., Yildiz, E., Secilmis, A., Sari, F., & Usumez, A. (2013). Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dental materials journal*, **32(1)**, 58-67.

Sonugelen, M., Artunç, C., & Güngör, M. A. (2000). Farklı yöntemlerle polimerize edilen estetik restoratif materyallerde aşınma ve sertliğin incelenmesi. *E Ü Diş Hek Fak Derg*, **21**, 1-10.

Spreafico, R. (1997). Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. *Quintessence Publishing Company*.

- St-Georges, A. J., Bolla, M., Fortin, D., Muller-Bolla, M., Thompson, J. Y., & Stamatiades, P. J. (2005). Surface finish produced on three resin composites by new polishing systems. *Operative Dentistry-University Of Washington*, 30(5), 593.
- Stanford, W. B., Fan, P. L., Wozniak, W. T., Stanford, J. W. (1985). Effect of finishing on colour and gloss of composites with different fillers. *Journal of the American Dental Association*, 110 (2), 211-213.
- Stewart, M. (2013). *Clinical aspects of dental materials: theory, practice, and cases.* Wolters Kluwer, Lippincott Williams et Wilkins.
- Stoddard, J. W., Johnson, G. H. (1991). An evaluation of polishing agents for composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 65 (4), 491-495.
- Strassler, H. E., & Bauman, G. (1993). Current concepts in polishing composite resins. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 5(3 Suppl 1), 12-17.
- Swift, E. J. (2005). Nanocomposites. *Journal of esthetic and restorative dentistry*, 17(1), 3-4.
- Țălu, Ș., Stach, S., Lainović, T., Vilotić, M., Blažić, L., Alb, S. F., & Kakaš, D. (2015). Surface roughness and morphology of dental nanocomposites polished by four different procedures evaluated by a multifractal approach. *Applied Surface Science*, 330, 20-29.
- Tanoue, N., Matsumura, H., & Atsuta, M. (2000). Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *Journal of dentistry*, 28(5), 355-359.
- Tate, W. H., & Powers, J. M. (1995). Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Operative dentistry*, 21(2), 53-58.

- Terry, D. A. (2004). Nanotechnology with Composite Resin. 3. Baskı, syf:43.
- Tjan, A. H., Chan, C. A. (1989). The polishability of posterior composites. The Journal of Prosthetic Dentistry, 61 (2), 138-146.
- Turssi, C. P., Saad, J. R., Duarte Jr, S. L., & Rodrigues Jr, A. L. (2000). Composite surfaces after finishing and polishing techniques. American journal of dentistry, 13(3), 136-138.
- Turssi, C. P., Ferracane, J. L., & Serra, M. C. (2005). Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. Dental Materials, 21(7), 641-648.
- Türkün, L. Ş., & Türkün, M. (2004). 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), 290-301.
- Türkün LŞ, Ergücü Z. Surface Roughness of Novel Resin Composites Polished with One-step Systems. Oper Dent 2007; 32(2):185-192.
- Ure, D., & Harris, J. (2002). Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. Dental update, 30(1), 10-15.
- Üçtaşlı, M. B., Arısu, H. D., Ömürlü, H., Eligüzeloğlu, E., Özcan, S., Ergun, G. (2007). The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. The Journal of Contemporary Dental Practice, 8 (2), 89-96.
- Üçtaşlı, M. B., Eligüzeloğlu, E., Arısu, H. D., Özcan, S., Ömürlü, H., & Çınar, S. (2008). İki Farklı Bitirme ve Parlatma Sisteminin Farklı Viskozitedeki Akışkan ve Mikrodolduruculu Kompozit Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences, 14(2), 75-79.

- Van Dijken, J. W., Ruyter, I. E. (1987). Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontologica Scandinavica*, 45 (5), 337-346.
- Van Noort, R., Darvis, L. G. (1984). The surface finish of composite resin restorative materials. *British Dental Journal*, 157 (10), 360-364.
- Van Noort, R. (2007). *Introduction to Dental Materials* , Mosby Elsevier, St. Syf:99-111.
- Van Noort, R., & Barbour, M. E. (2013). *Introduction to Dental Materials4: Introduction to Dental Materials*. Elsevier Health Sciences.
- Venturini, D., Cenci, M. S., Demarco, F. F., Camacho, G. B., Powers, J. M. (2006). Effect of polishing technique and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Operative Dentistry*, 31 (1), 11-17.
- Wang, L., D'Alpino, P. H. P., Lopes, L. G., & Pereira, J. C. (2003). Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *Journal of Applied Oral Science*, 11(3), 162-167.
- Wassell, R. W., McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (1992). Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites. *Dental Materials*, 8(4), 218-223.
- Watanabe T, Miyazaki M, Moore BK. Influence of polishing instruments on the surface texture of resin composites. *Quintessence Int* 2006; 37:61-67.
- Weitmann, R. T., Eames, W. B. (1975). Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Journal of the American Dental Association*, 91 (1), 101-106.

- Whitehead, S. A., Shearer, A. C., Watts, D. C., & Wilson, N. H. F. (1995). Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *Journal of Oral Rehabilitation*, 22(6), 421-427.
- Wilder, A. D., Swift, E. J., May, K. N., Thompson, J. Y., & McDougal, R. A. (2000). Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Journal of Dentistry*, 28(5), 367-373.
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., Vuylsteke-Wauters, M., & Vanherle, G. (1991). The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *Journal of dental research*, 70(9), 1299-1305.
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., Celis, J. P., & Vanherle, G. (1992). A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dental Materials*, 8(5), 310-319.
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M. ve Vanherle, G. (1993). Composite resins in the 21st century. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985), 24(9), 641-658.
- Wilson, K. S., Zhang, K. ve Antonucci, J. M. (2005). Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, 26(25), 5095-5103.
- Yanikoglu, N., Duymus, Z. Y., & Yilmaz, B. (2009). Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dental materials journal*, 28(3), 344-351.
- Yap, A. U. J., Lye, K. W., Sau, C. W. (1997). Surface characteristics of tooth-coloured restoratives polished utilizing different polishing systems. *Operative Dentistry*, 22 (6), 260-265.

Yap, A. U. J., Yap, S. H., Teo, C. K., ve Ng, J. J. (2004a). Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 29(1), 100-104

Yap, A. U. J., Yap, S. H., Teo, C. K., Ng, J. J. (2004b). Finishing/Polishing of composite and compomer restoratives; effectiveness of one-step systems. *Operative Dentistry*, 29 (3), 275-279.

Yilmaz, K., ve Özkan, P. (2010). Profilometer evaluation of the effect of various polishing methods on the surface roughness in dental ceramics of different structures subjected to repeated firings. *Quintessence International*, 41(7).