

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ  
ANA BİLİM DALI

**NANODOLDURUCULU KOMPOZİTLERDE FARKLI  
BİTİRME VE CİLA TEKNİKLERİNİN YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

Nihan GÖNÜLÖL

Samsun  
Eylül, 2009



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ  
ANA BİLİM DALI

**NANODOLDURUCULU KOMPOZİTLERDE FARKLI  
BİTİRME VE CİLA TEKNİKLERİNİN YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

Nihan GÖNÜLÖL

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ


Samsun  
Eylül, 2009

Bu araştırma 107S314 numarasıyla Hızlandırılmış Destek Projesi Kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Programında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Gürkan GÜR (Ankara Üniversitesi)



Üye: Prof. Dr. Bilinç BULUCU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Üye: Doç. Dr. Ahmet Umut GÜLER (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Üye: Doç. Dr. Ertan ERTAŞ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Üye: Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında desteğini ve yardımlarını benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve tez çalışmamda büyük emeği geçen değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ'a,

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana her zaman yol gösteren ve tezimi gerçekleştirmemde büyük emeği olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Umut Güler'e,

Tez çalışmam ve doktora eğitimim boyunca engin bilgi ve tecrübeleri ile bizi aydınlatan, her türlü kolaylığı gösterip destek veren Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Bilinç BULUCU'ya,

Çalışmamın istatistiksel sonuçlarını değerlendirmedeki yardımları için Sayın Prof. Dr. Yüksel BEK'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Soner ÇANKAYA'ya,

Tez çalışmama maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,

Tez çalışmam sırasında araştırma laboratuvarlarında bana çalışma imkanı tanıyan Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na ve Samsun Gıda Borsası çalışanlarına,

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam boyunca gösterdikleri anlayış ve yardımları için Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma,

Çalışmam süresince maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan başta Dr. Dt. Elif KALYONCUOĞLU, Dt. Gözde YÜKSEL ve Dt. Uğur AYDIN olmak üzere bölümümüzdeki tüm asistan arkadaşlarıma,

Beni bugünlere büyük özveri ve emekle getiren, her zaman yanımda olan ve beni destekleyen canım aileme,

İyi günümde, kötü günümde her zaman yanımda olan, sevgisi ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, sevgili eşim Dt. Emrah GÖNÜLOL'a

Teşekkür ederim.

**ÖZET**  
**NANODOLDURUCULU KOMPOZİTLERDE FARKLI BİTİRME VE CİLA**  
**TEKNİKLERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİ**

**Nihan GÖNÜLOL, Doktora Tezi**

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun, Eylül 2009**

Çalışmanın amacı; farklı bitirme ve cila tekniklerinin nanodoldurucu ve mikrohibrit kompozitlerde yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine olan etkilerini incelemektir.

Bu amaçla aynı renkte (A2) 2 adet nanohibrit [(Grandio, VOCO), (Aelite Aesthetic Enamel, Bisco)], 1 adet nanofil (Filtek Supreme XT Dentin) ve 1 adet mikrohibrit (Filtek Z250, 3M ESPE) ile insizal renkte 1 adet nanofil (CT) (Filtek Supreme XT Translucent, 3M ESPE) olmak üzere 5 farklı markada kompozit rezin kullanılmıştır. Her bir kompozit grubu için 56 adet örnek oluşturulmuştur. Örnekler 15 mm çapında ve 2 mm derinliğinde silindirik yuvalar hazırlanmış pirinç kalıplarda hazırlanmışlardır. Hazırlanan örnekler farklı cila tekniklerinin uygulandığı 8 alt gruba ayrılmıştır (n=7). Kontrol grubu (Grup K) dışında kalan 7 gruba şu işlemler uygulanmıştır; 16 bıçaklı tungsten karbit frezi (Grup T), ekstra ince elmas bitirme frezi (Grup E) ve tungsten karbit frez ile kombine edilen alüminyum oksit kaplı diskler (Sof-Lex\_ Grup TS), silikon karbit esaslı cila enstrümanları (Astropol\_ Grup TA), alüminyum oksit kaplı disk şekilli lastikler ve patlar (Enhance\_ Grup TE), mikroelmas partiküllerle kaplı cila enstrümanları (PoGo\_ Grup TP) ve içinde ekstra ince elmas bitirme frezi, arkansas taşı ve sarı cila lastiği bulunan set (Edenta\_ Grup EDT).

Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde profilometre cihazı kullanılmıştır. Örneklerin ilk ve 48 saat kahve solüsyonunda (Nescafe Classic) bekletildikten sonraki renk ölçümleri kolorimetre cihazı ile yapılmış, renk farklılıkları hesaplanmıştır.

Örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü profilini (Ra) belirlemek amacıyla elde edilen veriler ve iki renk ölçümünden elde edilen renk farklılıkları ( $\Delta E$ ) verileri parametrik çift yönlü varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalamaların çoklu karşılaştırılmasında Tukey HSD testi kullanılmıştır ( $\alpha=0.05$ ). Cila tekniklerinin

renk değişimine etkisini değerlendirmek için iki özellik arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir,

Genel olarak kompozit rezinler karşılaştırıldığında en düşük Ra değeri Filtek Supreme Translucent (0.68) grubunda bulunmuştur ve bu grup ile Filtek Z250 (0.69), Filtek Supreme Dentin (0.71) ve Aelite Aesthetic Enamel (0.75) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p=0.681$ ). En yüksek Ra değeri ise Grandio (0.99) grubuna aittir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Genel olarak cila teknikleri karşılaştırıldığında en düşük Ra değeri Grup K (0.20) ile TS'de (0.32) elde edilmiştir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p=0.461$ ). En yüksek Ra değeri ise Grup E' de (2.20) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Genel olarak kompozit grupları incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri Aelite Aesthetic Enamel (2.72) grubunda elde edilmiştir. Bu değer diğer kompozit gruplarından istatistiksel olarak anlamlı fark taşımaktadır ( $p<0.05$ ). En yüksek  $\Delta E$  değeri ise Grandio (5.23) grubuna aittir ve diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı fark taşımaktadır ( $p<0.05$ ).

Farklı cila teknikleri için en düşük  $\Delta E$  değeri TE (2.87) ve TA (3.14) gruplarında tespit edilmiştir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0.577$ ). Farklı cila teknikleri için en yüksek  $\Delta E$  değeri Grup K (5.89) ve Grup E' de (6.29) tespit edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0.117$ ).

Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasında ilişkinin istatistiksel olarak %14 olduğu geriye kalan %86 lık kısmın başka etkenlere bağlı olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak Grandio kompozit grubunda hem renk değişimi ( $\Delta E$ ) hem de yüzey pürüzlülüğü (Ra) açısından en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubu ise en az renk değişimi gösteren grup olmuştur. Ayrıca nanofil kompozitlerin nanohibrit kompozitlerden daha düzgün yüzeyler oluşturduğu tespit edilmiştir. Cila yapılan tüm kompozit gruplarında tungsten karbit frez ile bitirme sonrası Sof-Lex disklerinin uygulanması ile en düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Ayrıca renk stabilitesi için şeffaf bant altında kalan rezinden zengin tabakanın mutlaka uzaklaştırılması gerektiği anlaşılmıştır.

**ABSTRACT**  
**THE EFFECTS OF FINISHING AND POLISHING TECHNIQUES ON**  
**SURFACE ROUGHNESS AND COLOR STABILITY OF NANOCOMPOSITES**

**Nihan GÖNÜLOL, Ph. D. Thesis**

**Ondokuz Mayıs University Samsun, September 2009**

The aim of this study was to evaluate the effects of different finishing and polishing techniques on the surface roughness and color stability of nanofill and microhybrid composites.

For the purpose of this study five different brands of composites with the same shade (A2) that two were nanohybrid [(Grandio, VOCO), (Aelite Aesthetic Enamel, Bisco), a nanofill (Filtek Supreme XT Dentin, 3M ESPE), a microhybrid (Filtek Z250, 3M ESPE) and an incisal shade (CT) nanofill composites (Filtek Supreme XT Translucent, 3M ESPE) were used. 56 samples were prepared for each of the composite groups (n=280). The samples were prepared in a cylindrical brass mold which have 15 mm diameter and 2 mm depth. The samples were divided into 8 subgroups for different finishing and polishing techniques (n=7). Except the control group (Group K) the following procedures were accomplished to the remaining 7 groups; tungsten carbide burs (Group T), extra fine diamond finishing burs (Group E), and combination of tungsten carbide burs with aluminium oxide bonded discs (Sof-Lex\_ Group TS), silicon carbide bonded polishing discs (Astropol\_ Group TA), aluminium oxide bonded discs and pastes (Enhance\_ Group TE), microdiamond particle based polishing discs (PoGo\_ Group TP) and the kit that contains extra fine finishing diamond burs, arkansas stone and yellow rubber cups (Edenta\_ GroupEDT).

In the study, profilometer was used for assessing the surface roughnesses. The baseline and after 48 hours storage in the coffee solution (Nescafe Classic) the color measurements of the specimens were made with a colorimeter and  $\Delta E$  were calculated.

The data of average roughness profile (Ra) of specimens and color differences between two color measurements ( $\Delta E$ ) were determined with parametric two-way analysis of variance and Tukey HSD tests were used for the multiple comparison of averages ( $\alpha=0.05$ ). To determine the effects of polishing techniques on the color variation the relationship were evaluated with Pearson rank correlation test.



Generally when all the resin composite groups were compared, the lowest Ra value was obtained at Filtek Supreme Translucent group (0.68) and there was no statistically significant difference between this group and Filtek Z250 (0.69), Filtek Supreme Dentin (0.71) and Aelite Aesthetic Enamel (0.75) groups ( $p=0.681$ ). The highest Ra value was obtained at Grandio group (0.99) and this difference was statistically significant ( $p<0.05$ ).

When the polishing techniques were compared the lowest Ra values were obtained at Group K (0.20) and Group TS (0.32) and there were no statistically significant difference between these groups ( $p=0.461$ ). The highest Ra value was obtained at Group E (2.20) and this difference was statistically significant ( $p<0.05$ ).

When all the composite resin groups were compared, the lowest  $\Delta E$  value was obtained at Aelite Aesthetic Enamel composite group (2.72). This value was statistically significant from the other groups ( $p<0.05$ ). The highest  $\Delta E$  value was obtained at Grandio group (5.23) and this difference was statistically significant ( $p<0.05$ ).

When the polishing techniques were compared the lowest  $\Delta E$  values were obtained at TE (2.87) and TA (3.14) groups and there were no statistically significant difference between these groups ( $p=0.577$ ). The highest  $\Delta E$  values were obtained at Group K (5.89) and Group E (6.29) and there were no statistically significant difference between these groups ( $p=0.117$ ).

It was observed that statistically the relationship between surface roughness and color stability was just 14% and the remaining 86% portion was dependent to different factors.

Finally the highest color change and surface roughness scores were obtained in Grandio composite group. The lowest color change was observed in Aelite Aesthetic Enamel composite group. However it was observed that nanofill composites had smoother surfaces than nanohybrids. In all polished composite groups, the smoothest surfaces were obtained with application of Sof-Lex discs after finishing with tungsten carbide burs. Also it was observed that for the maintenance of color stability the resin matrix rich layer under mylar strip have to be removed.

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<	Küçüktür	mW/cm <sup>2</sup>	MiliWatt/santimetrekare
>	Büyüktür	nm	Nanometre
°	Derece	p	Önem Düzeyi
a*	CIE Renk Sistemi, Kırmızı-Yeşil koordinatı	Ra	Yüzey Pürüzlülüğü Ortalaması
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu	rpm	Devir/Dakika
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alüminyum Oksit	sn	Saniye
b*	CIE Renk Sistemi, Sarı-Mavi Koordinatı	SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
Bis-DMA	Bisfenol A Dimetakrilat	SS	Standart Sapma
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Metakrilat	TEGDMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
Bis-EMA	Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat	UDMA	Uretan Dimetakrilat
°C	Derece Santigrat	%	Yüzde
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Sistemi		
dk	Dakika		
EGDMA	Etilen Glikol Dimetakrilat		
ΔE	Renk Değişikliği		
g	Gram		
L*	CIE sistemi Renk Değeri Koordinatı		
MMA	Metil Metakrilat		
µm	Mikrometre		
mm	Milimetre		
mN	Milnewton		

## İÇİNDEKİLER

Teşekkür.....	iii
Özet.....	iv
İngilizce Özet.....	vi
Simgeler ve Kısaltmalar.....	viii
İçindekiler.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>3</b>
2.1. Kompozit Resinler.....	3
2.1.1. Tarihçe.....	3
2.1.2. Kompozit Resinlerin Yapısı.....	4
2.1.2.1. Organik Polimer Matris.....	4
2.1.2.2. İnorganik Doldurucu Partiküller.....	4
2.1.2.3. Bağlayıcı Ajan.....	5
2.1.2.4. Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem.....	5
2.1.3. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması.....	6
2.1.3.1. Mikrofil Kompozitler.....	8
2.1.3.2. Hibrit Kompozitler.....	8
2.1.3.3. Kondanse Olabilen Kompozitler.....	11
2.1.3.4. Kompomerler.....	11
2.2. Dental Restorasyonlarda Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri.....	12
2.2.1. Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller, Sınıflandırmaları ve Bileşimleri.....	15
2.2.1.1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri.....	16
2.2.1.2. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri.....	17
2.3. Yüzey Pürüzlülüğü.....	20
2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	21
2.3.1.1. Profilometreler .....	21
2.3.1.2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM).....	22
2.3.1.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM).....	22

2. 4. Renk .....	23
2. 4. 1. Renk Ölçüm Sistemleri.....	23
2. 4. 1. 1. Görsel Teknik (Munsell Renk Sistemi).....	23
2. 4. 1. 2. Enstrümantal Teknik.....	25
2. 4. 2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri.....	26
2. 4. 2. 1. Görsel renk tespit yöntemleri.....	27
2. 4. 2. 2. Spektrofotometre.....	27
2. 4. 2. 3. Kolorimetre.....	28
2. 4. 2. 4 Dijital Teknikler.....	28
<b>3. MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>29</b>
3.1. Kullanılan Materyaller.....	29
3. 1. 1. Grandio.....	31
3. 1. 2. Filtek Z250.....	31
3. 1. 3. Filtek Supreme XT Dentin.....	32
3. 1. 4. Filtek Supreme XT Translucent.....	33
3. 1. 5. Aelite Aesthetic Enamel.....	33
3. 1. 6. Elmas Bitirme Frezleri.....	34
3. 1. 7. Tungsten Karbit Bitirme Frezleri.....	34
3. 1. 8. Sof-Lex XT Bitirme ve Cilalama Diskleri.....	34
3. 1. 9. Astropol Cila Sistemi.....	35
3. 1. 10. Enhance Bitirme ve Cila Sistemi.....	35
3. 1. 11. PoGo Cila Enstrümanları.....	36
3. 1. 12. Edenta Kiti.....	36
3. 2. Örneklerin Hazırlanması.....	36
3. 3. Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemleri.....	40
3. 4. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçümü.....	44
3. 5. Renk Değişimlerinin Ölçümü.....	46
3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	48

<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>49</b>
4. 1. Grupların Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi.....	49
4. 1. 1. Grandio için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi.....	53
4. 1. 2. Filtek Z250 için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi.....	54
4. 1. 3. Filtek Supreme Dentin için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi.....	55
4. 1. 4. Filtek Supreme Translucent için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi.....	56
4. 1. 5. Aelite Aesthetic Enamel için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi.....	57
4. 2. Grupların Renk Değişimi Açısından Değerlendirilmesi.....	58
4. 2. 1. Grandio için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi.....	62
4. 2. 2. Filtek Z250 için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi.....	63
4. 2. 3. Filtek Supreme Dentin için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi.....	64
4. 2. 4. Filtek Supreme Translucent için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi.....	65
4. 2. 5. Aelite Aesthetic Enamel için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi.....	66
4. 3. Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimi Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi.....	67
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>68</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>84</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>85</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>96</b>

## 1. GİRİŞ

Yeni dentin adeziv sistemlerin geliştirilmesi, adezyon işlemlerinin basitleştirilmesi, hastaların estetik beklentilerinin artması ve civa zehirlenmesi konusundaki endişelerden dolayı amalgam kullanımının azalması neticesinde dişlerin restorasyonunda kompozit rezin kullanımı giderek yaygınlaşmıştır (Bayne ve ark., 1994; Ergücü ve Türkün, 2005).

Endüstride son dönemde çok önemli bir yer edinen nanoteknoloji diş hekimliğinde de yeni gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Nanoteknoloji; moleküler nanoteknoloji veya molekül mühendisliği olarak da isimlendirilmektedir ve çeşitli kimyasal ve fiziksel metodlarla 0.1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini kapsamaktadır. Nano-partiküllerin üretimi de diğer geleneksel partiküllerin üretim şeklinden farklılık göstermektedir. Geleneksel dolduruculu partiküller, büyük kütlelerin öğütülmesi sonucu küçük partiküllerin elde edilmesi biçiminde olurken, nano-partikül teknolojisinde elde edilen partikül, atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde olmaktadır (Mitra ve ark., 2003).

Üretici firmalar nanokompozitlerin hem ön hem de arka bölgelerdeki dişlerin restorasyonunda kullanımlarının uygun olduğunu bildirmişlerdir ancak bu kompozitlerin uzun dönemdeki klinik performansı ve renk stabilitesi hakkında yeterli bilgi ve kanıt bulunmamaktadır (Ertaş ve ark., 2006).

Kompozit rezin restorasyonların ömrünün ve estetik özelliklerinin artması büyük oranda uygulanan bitirme ve cila işlemlerinin kalitesine bağlıdır (Reis ve ark., 2003; Türkün ve Türkün, 2004a; Başeren, 2004).

Estetik materyallerin bitirme ve cila işlemleri için çeşitli metodlar ve materyaller geliştirilmiştir. Başlıca tungsten karbit bitirme frezleri, ince ve çok ince elmas bitirme frezleri, taşlar, aşındırıcı lastikler veya silikon diskler ve fırçalar, silikon karbit kaplı veya aliminyum oksit kaplı aşındırıcı diskler, stripler ve cila patları kullanılmaktadır (Lutz ve ark., 1983; Yap ve ark., 2000; Başeren, 2004; Borges ve ark., 2004).

Restorasyon yüzeyleri bakteriyel plağın tutunmasını azaltmak için pürüzsüz olmalıdır; böylece diş çürüklerinin gelişimi, dişeti iritasyonları, yüzey renklenmeleri, ikincil çürüklerin oluşumu ve hasta memnuniyetsizliği önlenir (Bayne ve ark., 1994; Jefferies, 1998; Türkün ve Türkün, 2004a; Choi ve ark., 2005).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde optik ve mekanik profilometreler, AFM ve SEM gibi cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır. (Kakaboura, 2007).

Ağız boşluğundaki boyayıcı ajanlar kompozit rezinlerin yüzeyel kısımlarına penetre olurlar ve sonuçta restorasyon yüzeyinde renklenmelere yol açarlar (Türkün ve Türkün, 2004b). Renklenmeyi etkileyen faktörler arasında rezinin su emilim özelliği, yüzey pürüzlülüğü, yüzey bütünlüğü ve cila tekniği yer almaktadır (Lu ve ark., 2003; Turssi ve ark., 2005).

Birçok çalışmada kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi içeceklerin ve ağız gargaralarının kompozit rezin restorasyonlarda farklı derecelerde renklenmelere neden olduğu bildirilmiştir (Borges ve ark., 2004; Türkün ve Türkün, 2004b; Guler ve ark., 2005a; Ertaş ve ark., 2006).

Aletsel ölçümlerin görsel renk karşılaştırmasının subjektif yorumlamalarını elimine etmelerinden dolayı dental materyallerin renk değişimlerini ölçmek için Reflektometre, Spektrofotometre ve Kolorimetre kullanılmaktadır (Seghi ve ark.,1990; Köprülü ve ark., 1992). Renk değişikliğinin ( $\Delta E$ ) kolorimetre ile değerlendirilmesi bazı sınırlamalara rağmen tekrarlanabilirlik, hassasiyet ve objektiflik gibi avantajlar sunmaktadır (Seghi ve ark., 1990).

Çalışmamızın amacı; nanodolduruculu kompozitler ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila tekniklerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Çalışmamızın hipotezi ise nanodolduruculu kompozitlerde ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila tekniklerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini etkilemesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2. 1. KOMPOZİT REZİNLER

#### 2. 1. 1. Tarihçe

Diş hekimliğinde direkt estetik restorasyonlar için geliştirilen ilk materyal silikat simandır. 1800'lü yılların sonlarına doğru tanıtılmış olup alüminyum-silikat cam ve fosforik asitten elde edilmiştir. En önemli avantajı yavaş flor salınımı yapmasıdır. Ancak ağız sıvılarında yüksek derecede çözünmesi renklenmesine ve mekanik özelliklerini kaybetmesine neden olduğundan yeni materyal arayışları ortaya çıkmıştır.

1945 yılında silikat simanların yerine akrilik rezinler piyasaya sunulmuştur. Bu materyaller silikat simanlara göre daha az çözünme göstermiştir ve renkleri daha sabit kalmıştır. Ayrıca kullanımları daha kolaydır, daha iyi parlatılabilirler ve başlangıç estetik özellikleri daha iyidir. Ancak polimerizasyon sırasında büzölmeleri, termal boyutsal değişimleri ve aşınma oranlarının yüksek olması dezavantajlarıdır (Roberson ve ark., 2002).

Kompozit rezinler, ilk olarak 1960'larda, akrilik rezinlerin olumsuzluklarını en aza indirmek amacıyla konservatif diş hekimliği alanına sunulmuştur. Yüksek aşınma dirençleri, düşük termal genleşme katsayıları ve düşük boyutsal değişim göstermeleri ile klinik performansları akrilik rezinlere oranla oldukça geliştirilmiştir (Powers ve Sakaguchi, 2006a).

Hastaların estetik restorasyonlara ilgisinin giderek artması ve civa içeren alaşımlardan kaçınmaları nedeniyle 1990'lardan itibaren rezin esaslı kompozitlere talep oldukça artmıştır (Sabbagh ve ark, 2004). Amalgam içerisinde bulunan çeşitli bileşenlerin toksisitesinden dolayı aşırı duyarlılık reaksiyonlarına, kişilik bozukluklarına, santral sinir sistemi hasarlarına ve Alzheimer hastalığına neden olduğu bildirilmiştir (Wakefield ve Kofford, 2001). Ayrıca amalgamın çevreye olumsuz etkileri, estetik olmayışı ve adeziv kompozit rezinlere göre diş dokusunun daha fazla uzaklaştırılması gerekliliği kullanımını oldukça azaltmış ve bu durum kompozit rezinlere büyük bir popölarite kazandırmıştır (Wakefield ve Kofford, 2001). Sonuç olarak amalgam ile kompozit rezinlerin mekanik özellikleri arasındaki farklılıkların azaltılmasıyla da kompozit rezinlerin posterior bölgelerde de kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (Burgess ve ark, 2002).



## **2. 1. 2. Kompozit Rezinlerin Yapısı**

Kompozit rezinler başlıca 4 farklı yapıdan oluşurlar; (Powers ve Sakaguchi, 2006a)

- 1-Organik Polimer Matriks
- 2-İnorganik Doldurucu Partiküller
- 3-Bağlayıcı Ajan
- 4-Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem

### **2. 1. 2. 1. Organik Polimer Matriks**

Kompozit rezinler, esas olarak inorganik doldurucu partikülleri çevreleyen rezin matriksten meydana gelirler (Burgess ve ark, 2002). İlk olarak 1962 yılında Bowen, dental kompozitlerde matriks olarak kullanılmak üzere glisidil metakrilat ve Bisfenol A epoksi içeren monomeri geliştirmiştir (Bowen, 1962). Bis-GMA veya “Bowen rezini” olarak bilinen bu monomer yapı oldukça visköz olduğundan dolayı sınırlı sayıda doldurucu partikül ile birleştirilebiliyordu. Daha sonra bu yapıya trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) katılarak viskositenin azaltılması amaçlanmıştır. Bu monomer kombinasyonu olumlu sonuçlar vermiştir ve dental kompozitlerde bugüne kadar en çok kullanılan matriks monomer kombinasyonunu oluşturmuşlardır. Daha sonraları çeşitli seyreltici monomerler eklenerek monomer matriks formülasyonları oluşturulmuştur (Puckett ve ark., 2007). Düşük molekül ağırlığına sahip bu monomerler; bisfenol A dimetakrilat (Bis-DMA), etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), metil metakrilat (MMA) veya yüksek molekül ağırlığına sahip üretan dimetakrilat’ı (UDMA) (Garcia ve ark., 2006).

### **2. 1. 2. 2. İnorganik Doldurucu Partiküller**

İnorganik doldurucular çeşitli şekil ve büyüklükte olup organik matriks içerisine dağılmış halde bulunurlar (Dayangaç, 2000). Doldurucu partiküllerin boyutları ve miktarları kompozitin tipini ve klinikte kullanım alanını belirlemektedir (Wakefield ve Kofford, 2001).

İnorganik doldurucular organik matriksin fiziksel ve mekanik özelliklerini güçlendirirler, termal genleşme katsayısını küçülterek polimerizasyon büzülmesini azaltırlar, radyoopasite sağlarlar, kullanımı kolaylaştırırlar ve estetik sonuçları geliştirirler (Roulet, 1987; Burgess ve ark., 2002).

Kompozit rezinlerde fazlar arasındaki bağlantının sağlanması oldukça önemlidir. Modern kompozitlerde silika partikülleri silan bağlama ajanlarının monomoleküler tabakası ile kaplanır. Bu moleküller çift fonksiyonludur; bir ucu silika partikülleri yüzeyi boyunca uzanan hidroksil gruplarına bağlanırken diğer ucu matriks fazındaki monomerlerin çift bağları ile kopolimerize olur. Silan bağlayıcı ajanlar en iyi silika partikülleri ile bağlantı sağlarlar. Bu nedenle bütün kompozitlerde silika içeren doldurucular esastır. İnorganik doldurucu bileşenleri istenilen özelliklerin elde edilebilmesi için diğer iyonlarla modifiye edilmektedir; lityum (Li) ve alüminyum (Al) iyonları camın küçük partiküllere ayrılmasında kolaylık sağlarlar, baryum (Ba), çinko (Zn), bor (B), zirkonyum (Zr), yitriyum (Y) iyonları ise radyoaktifite sağlarlar. Saf silika, kristalin formlarda (kristobalit, tridimit veya kuartz) ve nonkristalin formda (cam) oluşabilmektedir. Kristalin formları daha güçlü ve serttir ancak kullanımları sonucu kompozitin bitirme ve cila işlemleri zorlaştırır. Bu nedenle birçok kompozit günümüzde silikat cam kullanılarak üretilir. Baryum, çinko ve yitriyum-modifiye silikat camlar en popüler dolduruculardır (Bayne ve ark., 2002).

### **2. 1. 2. 3. Bağlayıcı Ajan**

Bir kompozitin başarılı bir şekilde oluşması için inorganik doldurucuları ile organik oligomerleri arasında iyi bir bağlantı olması gerekmektedir. Bu bağlantı üretim sırasında inorganik faz ile organik faz karıştırılmadan önce, doldurucu partiküllerin yüzeyine bağlayıcı ajanın uygulanması ile sağlanır. En yaygın kullanılan bağlayıcı ajan “Silan” olarak adlandırılan organik silikon bileşikleridir (Powers ve Sakaguchi, 2006a).

Silan bağlama ajanları rezinin fiziksel ve mekaniksel özelliklerini geliştirdiği gibi rezin-partikül ara yüzü boyunca su geçişini engelleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır (Dayangaç, 2000).

### **2. 1. 2. 4. Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem**

Kompozitler ışıkla veya kimyasal olarak aktive edilebilirler. Işıkla aktivasyon yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışık ile gerçekleştirilir. Bu ışık üretici tarafından %0.2-%1 arasında monomere eklenen komforokinon tarafından emilerek aktivasyon sağlanır. Bu reaksiyon, karbon çift bağları içeren organik amin varlığında hızlandırılır. Oligomer oda sıcaklığında muhafaza edildiği ve ışığa maruz kalmadığı sürece içerdiği amin ve komforokinon da stabildir.

Kimyasal aktivasyonda ise oda sıcaklığında organik aminin organik peroksit ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturması ve onların da karbon çift bağlarına saldırması sonucunda polimerizasyon gerçekleşir (Powers ve Sakaguchi, 2006a).

### 2. 1. 3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin ilk sınıflandırılması Lutz ve Phillips tarafından doldurucu boyutlarına göre yapılmıştır (Lutz ve Phillips, 1983). Daha sonra birçok araştırmacı tarafından kompozit rezinler doldurucuların bileşimlerine, boyutlarına ve yüzdelere göre sınıflandırılmıştır (Sabbagh ve ark., 2004). Kompozit rezinlerin doldurucu boyutların göre sınıflandırılmasının sebebi, doldurucu boyutlarının cilası/estetiği, polimerizasyon derinliğini ve fiziksel özellikleri etkilemesidir. Bir kompozitin doldurucu boyutlarının ve yüzdesinin bilinmesi o kompozitin mekanik özellikleri ve cilalanabilirliği hakkında ipucu vermektedir (Burgess ve ark., 2002).

Makrofil kompozitler ilk olarak 1960'larda geliştirilmiştir ve doldurucu partikülleri 10-100 µm arasındadır. Bunlar *geleneksel kompozitler* veya *büyük partiküllü kompozitler* olarak adlandırılırlar (Burgess ve ark., 2002). Bu kompozitlerde inorganik doldurucular kuartz partikülleridir. Partiküllerin büyük ve sert olması, organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına yol açtığından yüzey pürüzlülüğü ve renklenmeler meydana gelir (Dayangaç, 2000; Bayne ve ark., 2002).

1970'lerde inorganik partikül büyüklüğü 0.1 µm'den küçük olan mikrofil kompozitler üretilmiştir (Burgess ve ark., 2002). Mikrofil kompozitler bitirme ve cila işlemlerinden sonra oldukça düzgün bir yüzey sergiledikleri için "*fine finishing*" veya "*polishable*" kompozitler diye de adlandırılırlar. Ancak bu kompozitlerin kırılma dayanıklılıkları ve mekanik özellikleri oldukça zayıftır (Dayangaç, 2000).

Daha sonra inorganik partikül büyüklüğü 1-10 µm olan midifil (ince veya küçük partiküllü) kompozitler üretilmiştir (Dayangaç, 2000; Burgess ve ark., 2002). Bu kompozitler mikrofil kompozitlerden daha yüksek dayanıklılık gösterirken, makrofil kompozitlere göre daha iyi cilalanabililer (Burgess ve ark., 2002).

Minifil kompozitler 0.1-10 µm partikül büyüklüğüne sahip doldurucular içermektedir (Dayangaç, 2000; Burgess ve ark., 2002). Bu kompozitler midifil kompozitlere oranla daha yüksek dayanıklılık ve cilalanabilirlik sergilerler (Burgess ve ark., 2002).

1980'lerde midifil (1-10  $\mu\text{m}$ ) veya minifil (0.1-10  $\mu\text{m}$ ) partiküller ile 7%-15 oranında mikrofil (<0.1  $\mu\text{m}$ ) partiküller içeren hibrit kompozitler kullanılmaya başlanmıştır. Hibrit kompozitlerde yüksek doldurucu oranının sağlanması ile aşınma direnci ve dayanıklılık artırılmıştır (Burgess ve ark., 2002).

Kompozit restorasyonlardaki ilerlemelerle birlikte doldurucu partiküllerin boyutları ve dağılımları da değişmiş ve estetik özelliklerin yanı sıra mekanik özellikleri de geliştirilmiş olan kompozitler üretilmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda şu şekilde geniş bir sınıflandırma yapılmıştır (Puckett ve ark., 2007);

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

Bunlara ek olarak şu alt sınıflama yapılmıştır;

- Akışkan kompozitler,
- Nanokompozitler,
- Mikrohibrit kompozitler.

Bu kompozitlerin doldurucu partikül özellikleri Tablo 2. 1. 3'te gösterilmiştir (Powers ve Sakaguchi, 2006a).

**Tablo 2. 1. 3:** Direkt kompozit restorasyonların karakteristik özellikleri (Powers ve Sakaguchi' den, 2006a)

<b>Kompozit Tipi</b>	<b>Doldurucu Partikül Boyutu (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Doldurucu Partikül Hacmi (%)</b>
Mikrofil Kompozit	0.04	32-50
Hibrit Kompozit	0.04, 0.2-3	60-70
Kondanse Olabilen 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	0.002-0.075	78.5

### 2. 1. 3. 1. Mikrofil Kompozitler

Mikrofil kompozitler iyi cilalanabilme ve üstün estetik özellikler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu kompozitlerin partikül büyüklüğü 0.04-0.4 µm'dir. Mikrofil kompozitlerin ilk versiyonları sınırlı miktarda doldurucu içermekteydi, çünkü doldurucu partiküllerin yüzey alanının hacme oranı yüksek olduğundan bu durum viskositenin artmasına yol açmaktaydı. Bu kompozitler ağırlıkça %35-67, hacimce %20-59 cam doldurucular içermektedirler (Anusavice, 2003).

Bu sorunu çözmek amacıyla önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit kitlesi 1-20 µm büyüklüğünde partiküller elde edilecek biçimde öğütülmüş ve doldurucu olarak matrikse eklenmiştir. Böylece organik doldurucular diye de adlandırılan bu partiküllerin miktarı artırılmış, partiküllerin polimer matrikse kimyasal yolla bağlanması ile polimer matriks içerisinde çok daha iyi özellikler gösteren adacıklar oluşturulmuştur. Doldurucu partiküllerde modifikasyon yapıldığı için bu tür kompozit rezinlere "*Heterojen Kompozitler*" adı verilmiştir (Dayangaç, 2000).

Mikrofil kompozitlerin V. sınıf, stres almayan III. sınıf ve küçük I. sınıf restorasyonlarda kullanımları uygundur. Ayrıca eğer hastanın brüksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkları yoksa direkt kompozit verner restorasyonlarda da kullanılabilirler. Mikrofil kompozitlerin düşük kırılma dayanıklılıkları nedeniyle sınıf II ve geniş sınıf I restorasyonlarda kullanımları kontrendikedir (Tyas, 1990).

*Akışkan kompozitler*, mikrofil kompozitlerin alt grubu olarak sınıflandırılmıştır. Bileşimleri geleneksel kompozitler gibidir ancak doldurucu miktarı azaltılmış olup hacimsel olarak %30-55 civarındadır. Doldurucu içeriğinin az olmasından dolayı fiziksel özellikleri zayıfladığından, sadece düşük stres alan bölgelerde veya koruyucu okluzal restorasyonlarda kullanımlarının uygun olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Sınıf II restorasyonlarda başlangıç tabakası olarak kullanılabileceği ve bu sayede liner görevi olarak keskin köşeler ile yüzey düzensizliklerini gidermede kullanılabileceği bildirilmiştir (Anusavice, 2003).

### 2. 1. 3. 2. Hibrit Kompozitler

Günümüzde kliniklerde kullanılan kompozit rezinlerin çoğu genel bir terim olan "*hibrit kompozitler*" olarak sınıflandırılmaktadır. Bu geniş sınıflandırma *geleneksel hibrit*, *mikrohibrit* ve *nanohibrit* kompozitleri içermektedir. "Hibrit" tanımı submikron boyuttaki

(0.04  $\mu\text{m}$ ) inorganik doldurucu partiküller ile küçük partiküllerin (1  $\mu\text{m}$  -4  $\mu\text{m}$ ) karışımını ifade etmektedir. Farklı boyutlardaki doldurucu partiküllerin birleşimi fiziksel özelliklerde gelişmeye sebep olurken aynı zamanda cilalanabilirliği de yüksek seviyelere çıkarmaktadır (Ferracane ve ark., 1998). Bu gelişmeler sayesinde geleneksel hibrit kompozitlerin Sınıf III ve Sınıf IV kavtelerde kullanımlarının yanı sıra Sınıf I ve Sınıf II gibi fazla yük alan posterior bölgelerdeki kavtelerde de kullanımları uygundur (Burgess ve ark., 2002).

Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler neticesinde submikron boyuttaki (0.04  $\mu\text{m}$ ) partiküller ve daha küçük partiküllerin (0.1  $\mu\text{m}$  - 1  $\mu\text{m}$ ) bileşimi ile yeni bir kompozit formülasyonu oluşturulmuştur. Bu materyaller "*mikro-hibrit*" kompozitler olarak sınıflandırılmıştır. Mikrohibrit kompozitlere daha küçük partiküllerin ilave edilmesi onları geleneksel hibrit kompozitlerden ayırmaktadır ve daha iyi cilalanabilme ve uygulama sağlamaktadır (Albers, 2002). Ancak mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri geleneksel mikrofil kompozitlerden üstün olmasına rağmen cilalanabilirlikleri daha iyi değildir (Burgess ve ark., 2002).

Mikrohibrit kompozitlerin son versiyonları ise nanodoldurucu teknoloji ile geliştirilen "*Nanohibrit*" kompozit rezinlerdir. Nanohibrit kompozitler nanometre boyutunda doldurucu partiküller (0.005–0.01  $\mu\text{m}$ ) ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin kombinasyonunu içermektedir. Nanohibritler mikrofil kompozitlerin uygulama ve cilalanabilme özellikleri ile geleneksel hibrit kompozitlerin fiziksel güçleri ve aşınma dirençlerini gerçek anlamda taşıyan üniversal kompozit rezinler olarak sınıflandırılabilir (Swift, 2005).

### **Nanoteknoloji ve Nanokompozitler**

Nanoteknoloji; moleküler nanoteknoloji veya molekül mühendisliği olarak da isimlendirilmektedir ve çeşitli kimyasal ve fiziksel metotlarla 0.1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini kapsamaktadır (1nm=1/1000  $\mu\text{m}$ ) (Mitra ve ark., 2003). Nano birimi metrenin milyarda 1'idir ve boyut olarak küçük olsa da potansiyeli oldukça geniştir. Bilim adamları ve mühendislerin maddeyi bu kadar küçük boyutta manüple edebilmeleri sayesinde her alandaki materyallerde ve sistemlerde (telekomünikasyon, bilgisayar, tekstil, mikroelektronik, biomedikal, diş hekimliği vb) yeni gelişmeler sağlanmıştır (Myshko, 2004). 2000'li yıllarda ortaya çıkan ve hayatımızın her alanında birçok yeniliği getiren

nanoteknolojiden dış hekimliği araştırmacıları da faydalanarak kompozit rezinlere katılan inorganik partikülleri bu teknoloji ile meydana getirmişler ve birtakım avantajların ortaya çıkabileceği hipotezini öne sürmüşlerdir. Bu hipoteze göre, gerek fiziksel gerekse mekanik her özelliğin ortaya çıktığı ve görüldüğü “kritik boyut” vardır. Bu kritik boyutun altında üretilen materyaller, bu özelliklerin ortaya çıkışında büyük değişiklikler ve gelişimler ortaya çıkartırlar (Davis, 2003; Mitra ve ark., 2003).

Nanokompozitlerin üretim amacı; mikrofil kompozitler gibi iyi cilalanabilme ve hibrit kompozitler gibi güçlü mekanik özellikleri bir arada bulundurarak ağızdaki bütün bölgelerde kullanılabilme özelliğini sağlayabilmeleridir. Nano-partiküllerin üretimi diğer geleneksel partiküllerin üretim şeklinden farklılıklar göstermektedir. Geleneksel doldurucu partiküller, büyük kütlelerin öğütülmesi sonucu küçük partiküllerin elde edilmesi biçiminde elde edilir. Ancak bu işlemlerle 100 nm’den daha küçük doldurucu partiküller üretilemez. Nano-partikül teknolojisinde elde edilen partikül ise atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde olmaktadır (Mitra ve ark., 2003).

Nano-partiküllü kompozit materyallerin organik yapısı da diğer geleneksel ve hibrit kompozitler gibi benzer polimer yapılardan meydana gelmektedir. İnorganik yapıyı meydana getiren partiküller ise iki ayrı kısımdan oluşmaktadır (Davis, 2003);

1-Nanomerler

2-Nanomer gruplar (nanoöbekler)

Nanomerler 5–75 nm boyutlarında, kompozit organik yapısında kümeleşmemiş, tek tek bulunan silika partiküllerini ifade etmektedir. Nanodoldurucuların geleneksel mikrodolduruculara göre daha küçük olmaları, organik yapı ile temas eden yüzey alanının artmasına ve inorganik faz-organik faz bağlantısının daha kuvvetli olmasına neden olduğu bildirilmiştir (Mitra ve ark., 2003).

Kompozit organik yapısına katılan nanomer grupları ise iki farklı doldurucu tipine sahiptir; ilki zirkonyum ve silika partikülleridir ve primer partikül boyutları 2-20 nm olup öbeklerin ortalama partikül boyutu 0.6 µm’dir. İkincisi ise primer partikül boyutu 75 nm olan silika partikülleridir. Bu nanomer grupları restorasyona gelen kuvvetler karşısında tek bir büyük partikül şeklinde direnç gösterirken, restorasyon

yüzeyine etki eden aşındırıcı kuvvetler karşısında nanomerik düzeyde kopmalar meydana gelmektedir (Mitra ve ark., 2003).

Nano-partiküllerinin ve nanomer gruplarının kombinasyonu yüksek oranda doldurucu içeriği sağlayarak aşınma dirençlerinin ve mekanik özelliklerinin yüksek olmasına neden olurken, diğer taraftan yüzey özelliklerinin uzun süre devam edebilmesini sağladığı bildirilmiştir (Davis, 2003; Duke, 2003; Mitra ve ark., 2003).

### **2. 1. 3. 3. Kondanse Olabilen Kompozitler**

Kondanse olabilen kompozitler, amalgam gibi uygulanabilen kompozitler geliştirmek amacıyla üretilmişlerdir. Geleneksel kompozit rezinlerin en önemli dezavantajlarından birinin Sınıf II restorasyonlardaki kondensasyon zorlukları olduğu dolayısıyla bu kompozitlerin geliştirilmesi ile kavite duvarlarına daha iyi adaptasyon ve de komşu dişle uygun arayüz kontağı sağlanabileceği bildirilmiştir (Nash ve ark., 2001). Kondanse olabilen kompozitlerin doldurucu miktarı yüksek ve doldurucu dağılımı diğer geleneksel kompozitlerden farklı olduğu için viskozitesi yüksektir ve yapışkanlığı azdır (Anusavice, 2003). Ancak kondanse olabilen kompozitlerin fiziksel özelliklerinin geleneksel hibrit kompozitlerden çok üstün olmaması ve büyük partikülleri nedeniyle daha çabuk aşınma göstermeleri dezavantajlarıdır (Burgess ve ark., 2002).

### **2. 1. 3. 4. Kompomerler**

Kompomerler doldurucu partikülleri kompozit ve cam iyonmer yapılarından türemiş poliasit modifiye rezinlerdir. Bu materyaller yavaş flor salınımı yapan kompozit rezinler olarak da nitelendirilebilirler (Kugel, 2000). Kompomerlerden flor salınımının geleneksel cam iyonmerler ve rezin modifiye cam iyonmerlerden daha düşük olduğu bildirilmiştir (Burgess ve ark., 1996). Sınıf V kavitelerde özellikle bonding işlemi için yeterli minerin olduğu durumlarda ve aşırı okluzal yükün gelmediği estetik restorasyonlarda kullanılabilecekleri rapor edilmiştir (Puckett ve ark., 2007).



## 2. 2. DENTAL RESTORASYONLARDA YÜZEY BİTİRME VE CİLA İŞLEMLERİ

*Bitirme*; dişin anatomik şeklinin sağlanabilmesi için restorasyon yüzeyinin kabaca konturlanması işlemidir. cila ise; bitirme işlemleri sırasında oluşan çiziklerin ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılmasıdır. Bu iki işlem birbirine bağlıdır ve birbirinden ayrı düşünülemez (Chandler ve ark., 1971; Yap ve ark., 2004a).

Dental restorasyonların uygun şekilde bitirilerek yüzey düzgünlüklerinin sağlanması hem estetik bütünlük hem de ağız sağlığı için oldukça önemlidir. Bitirme işlemlerinin temel amaçları restorasyona iyi bir kontür ve oklüzyon sağlamak, sağlıklı embraşür formu vermek ve düzgün bir yüzey oluşturmaktır (Türkün ve Türkün, 2004a).

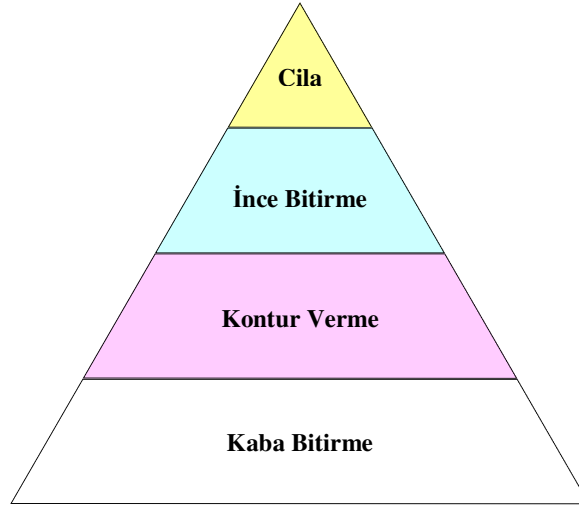
Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cila işlemleri birbirini takip eden çeşitli basamakları kapsamaktadır (Türkün ve Türkün, 2004a) (Şekil- 2. 2):

1. *Kaba Bitirme veya Fazlalığın Uzaklaştırılması*: Kaba düzeltme, restorasyonun büyük grenli aşındırıcılarla bitirme işlemine hazır hale getirilmesidir. Bu aşamada, restoratif materyali etkili olarak kaldırmak için 100 µm ya da daha büyük partiküllü, kaplı ya da bağlı aşındırıcılar gerekir. Bu amaçla, elmas bitirme frezleri, tungsten karbit bitirme frezleri ve aşındırıcı bitirme diskleri kullanılır (Phillips, 1984; Jefferies, 1998; O'Brien, 2002).

2. *Kontur verme*: Bu işlemde amaç estetik ve fonksiyonel kriterlere uygun olarak restorasyonun en son şeklinin kazandırılmasıdır (Türkün ve Türkün, 2004a).

3. *İnce Bitirme*: Bu işlem restorasyon kenarlarının tam olarak uyumlandırılması ve yüzey düzgünlüğünün geliştirilmesini kapsar (Türkün ve Türkün, 2004a). Bu aşamada kaba düzeltme ve konturlama işleminin yarattığı çizikler ve yüzey kusurları kaldırılır. Ara bitirme için kullanılan aşındırıcılar 100 µm'den küçük, 15 – 20 µm'den büyüktür. Bu amaçla, kaplı diskler, bağlı aşındırıcı aletler, ince elmas frezler ya da çok yivli bitirme frezleri kullanılır (Jefferies, 1998).

4. *Cila*: Son olarak düzgün, parlak ve mine-benzeri bir yüzeyin oluşturulması ile işlem tamamlanır. Parlaklık için son derece ince aşındırıcılar kullanılır. Bu aşamada, ince ve ekstra ince kaplı aşındırıcı diskler veya 0.3–20 µm boyutunda aşındırıcı partiküllere sahip parlatma patları uygun bir enstrüman yardımıyla uygulanır (Jefferies, 1998; Jung ve ark., 2003).



**Şekil- 2. 2:** Dental restoratif materyallerin bitirme ve cila işlem basamakları (Jefferies' den, 2007).

Bu “üçgen” sembolü deneysel gözlemlere bağlı olarak her bir basamağa ilişkin harcanan zamanı ve çabayı da kapsamaktadır. Bununla birlikte en üst basamakta olan yüzey cilası ve estetiğin önemi vurgulanarak bunların elde edilmesi için daha fazla zaman harcandığı ve son cila işlemlerine daha fazla özen gösterilmesi gerektiği anlaşılmaktadır (Jefferies, 2007).

Bitirme ve cila enstrümanlarının etkinliği ve bu enstrümanlarla uygulanan işlemler sonucunda restorasyonun sahip olduğu yüzey pürüzlülüğü çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Bayne ve ark., 2002; O'Brien, 2002):

- a. Bitirme ve cila işlemi uygulanan materyalin yapısı ve mekanik özellikleri (Ör; kompozit rezin, kompomer, cam iyonomer, amalgam, porselen vb),
- b. Aşındırıcılar ile restorasyon materyali arasındaki sertlik farkı,
- c. Kullanılan enstrümandaki aşındırıcı partiküllerin sertliği, boyutu ve şekli,
- d. Aşındırıcıyı taşıyıcı aygıtın fiziksel özellikleri (Ör; sertliği, esnekliği, bükülebilirliği, kalınlığı, yumuşaklığı, porozitesi),
- e. Aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı ve restorasyon materyaline basıncı,
- f. Aşındırıcı enstrümanların kayganlaştırıcılar ile birlikte kullanılması (Ör; su, suda çözünen polimerler, gliserin vb.).

Kompozit rezin restorasyonlar yumuşak polimerik reçine ile sert doldurucu partiküllerin birleşiminden meydana gelmektedirler. Dolayısıyla bitirme işlemleri sonrasında meydana gelen aşınma miktarları eşit olmamaktadır ve doldurucu partiküller arasında çukurcuklar oluşmaktadır. Bu durum özellikle büyük partiküllü geleneksel tip kompozit rezinlerde daha fazladır ve bitirme işlemleri sonrasında daha fazla pürüzlülük görülür ve hissedilir. Mikrofil kompozitlerde ise doldurucu partiküller daha küçük olduğundan daha küçük çukurcuklar oluşur ve yüzey daha parlak ve pürüzsüz görünür. Hibrit ve küçük partiküllü kompozit rezinlerde da parlak ve düzgün bir yüzey elde edilebilmektedir ancak cilaları mikrofil kompozitler kadar kolay yapılamamaktadır (O'Brien, 2002).

Çeşitli kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması Tablo 2. 2'de listelenmiştir (Powers ve Sakaguchi, 2006a).

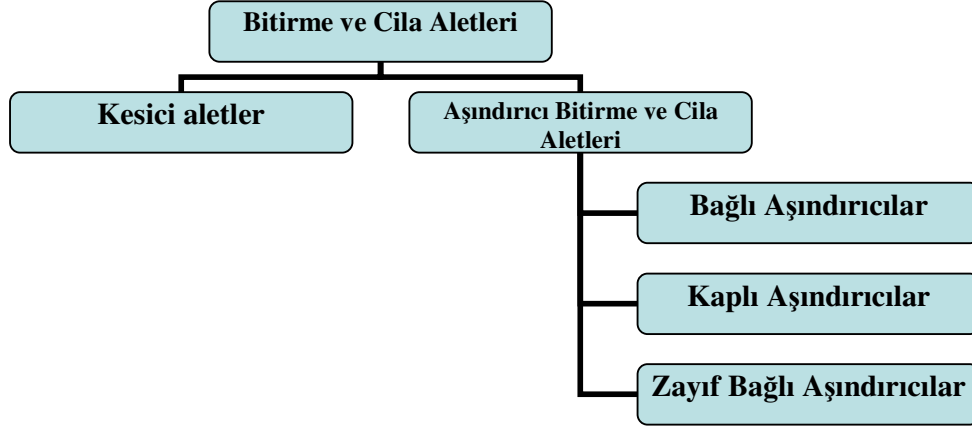
**Tablo- 2. 2:** Farklı tipteki kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ( $R_a$ ) değerleri (Powers ve Sakaguchi'den, 2006a).

<b>Bitirme/ Cila İşlemleri</b>	<b>Hibrit kompozitler</b>	<b>Mikrofil kompozitler</b>	<b>Kondanse olabilen kompozitler</b>	<b>Laboratuvar kompozitleri</b>
Polyester Bant altındaki yüzey	0.03-0.07 $\mu\text{m}$	0.03-0.08 $\mu\text{m}$	0.08-0.018 $\mu\text{m}$	0.02-0.04 $\mu\text{m}$
Elmas Bitirme Frezi	0.5-2.2 $\mu\text{m}$	–	1.10-2.10 $\mu\text{m}$	0.67-0.80 $\mu\text{m}$
Karbit Bitirme Frezi (16 bıçaklı)	0.29-0.52 $\mu\text{m}$	0.38-0.57 $\mu\text{m}$	0.51-0.74 $\mu\text{m}$	0.21-0.26 $\mu\text{m}$
Kompozit Cilasası*	0.20-0.37 $\mu\text{m}$	0.12-0.17 $\mu\text{m}$	0.37 $\mu\text{m}$	0.11-0.17 $\mu\text{m}$
Alüminyum oksit diskler*	0.09-0.15 $\mu\text{m}$	0.07-0.11 $\mu\text{m}$	0.14-0.17 $\mu\text{m}$	0.08-0.09 $\mu\text{m}$

\*: 16 bıçaklı tungsten karbit frezle bitirmeden sonraki işlem

## 2. 2. 1. Yüzey Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Materyaller, Sınıflandırılmaları ve Bileşimleri

Diş hekimliğinde restorasyonların bitirme ve cila işlemlerinde kullanılan aletlerin sınıflandırılması Şekil 2. 2. 1’de verilmektedir.



Şekil- 2. 2. 1: Bitirme ve cila aletlerinin sınıflandırılması (Jefferies’den, 1998).

*1-Bağlı Aşındırıcılar*; aşındırıcı parçacıkların kaidenin (ana maddenin) tüm yüzeyinde düzgün bir şekilde dağılmasıyla üretilirler. Kaide yapıyı lastik veya silikon gibi elastomerik materyaller oluşturabildiği gibi sert ve esnek olmayan materyaller de oluşturabilir. Sert bağlı aşındırıcılara örnek olarak mermi şekilli veya sivri uçlu beyaz taş gösterilebilir (Jefferies, 1998).

*2-Kaplı Aşındırıcılar*; aşındırıcı partiküllerin yapıştırıcı kullanarak esnek bir destekte (hafif ağırlıklı kağıt, bant, polyester vb) sağlamlaştırılmasıyla üretilirler. Aşındırıcı partiküller ana malzemenin tek yüzeyine yayılabildiği gibi simetrik olarak iki yüzünde de bulunabilirler. En çok bilinen şekli dairesel kaplanmış bitirme diskleri ve stripleridir. Kaplı disklere örnek olarak, Sof–Lex (3M ESPE) bitirme ve cila diskleri, Super Snap (Shofu) bitirme diskleri ve Flexidisc (Cosmodent) cila sistemi verilebilir. Kaplı aşındırıcı disklerde en sık kullanılan aşındırıcı türü alüminyum oksit partikülleri olmakla birlikte silikon kabit de kullanıldığı bildirilmiştir (Jefferies, 1998; O’Brien, 2002; Anusavice, 2003).

*3-Zayıf Bağlı Aşındırıcılar*; diş hekimliğinde kullanılan parlatma patları zayıf bağlı aşındırıcılardır ve lastik, keçe vb yardımcı bir aletle birlikte son parlatma işlemlerinde kullanılırlar. Zayıf bağlı aşındırıcı cila patları, gliserin gibi suda çözünen bir materyal içinde dağılmış ince grenli alüminyum oksit veya elmas partiküllerinden oluşurlar. 0.3-1 µm parçacık boyutundaki alüminyum oksit patların genellikle kompozit rezin yüzeylerin son bitirmesinde kullanılırken, elmas cila patlarının ise esas olarak uyumlama sonrası yapısı bozulmuş porselen materyallerinin son cilası için kullanıldığı bildirilmiştir (Jefferies, 1998, O'Brien, 2002).

## **2. 2. 1. 1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri**

### **Alüminyum Oksit**

Alüminyum oksit, alüminyum ve oksijenin kimyasal bir bileşenidir ve kimyasal formülü  $Al_2O_3$  tür. Sertliğinin yüksek olması aşındırıcı olarak kullanılmasını uygun kılar. Alüminyum oksit genellikle kağıtlara veya polimer disklere ve striplere bağlanmış veya tekerlek biçimli ve sivri uçlu lastiklere emdirilmiş partiküller olarak üretilir (Jefferies, 2007). Aynı zamanda çeşitli şekillerde sinterize edilmiş alüminyum oksit beyaz taşlarda aşındırıcı olarak kullanılmaktadır. Alüminyum oksit porselenlerin, seramiklerin ve kompozit rezinlerin parlatılması için yeterli sertliğe sahiptir (Anusavice, 2003). Ayrıca alüminyum oksidin ince partikülleri cila patına karıştırılarak akrilik ve kompozit gibi restorasyonların cilasında kullanılabilir (Jefferies, 2007).

### **Karbit Bileşikleri**

Karbit bileşikleri şeklindeki aşındırıcılar; silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbit bileşiklerini kapsamaktadır. Çok bıçaklı bitirme fezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımları tungsten karbit parçacıklarından oluşmaktadır.

Silikon ve bor partikülleri ise bir bağlayıcı eşliğinde disk, çanak, tekerlek ve sivri uç şeklindeki lastiklere eklenirler ve düşük hızda döner aletlerle kullanılırlar. Silikon karbit elmastan sonra ikinci sert aşındırıcıdır. Genelde kağıt ya da plastik disklere bağlanır. Diskler siyahtır ve ince, ekstra ince, iki kat ekstra ince grenlidir ve bunlar özellikle mikrofil kompozitlerde etkilidirler. (Anusavice, 2003; Craig ve ark., 2004; Jefferies, 2007).

### **Elmas Aşındırıcılar**

Elmas bir karbon bileşiği olup bilinen en sert maddedir. Sertliğinden dolayı oldukça etkili bir aşındırıcıdır ve dolayısıyla aşınmalara karşı oldukça dirençlidir. Aşındırıcı dönen aletler, esnek metale bağlanmış aşındırıcı şeritler ve elmas cila patları şeklinde kullanılırlar. Son yıllarda kompozit rezin restorasyonlara yüksek oranda cila sağlamak için çok ince grenli elmas diskler de üretilmiştir, ör; PoGo, Dentsply/ Caulk (Anusavice, 2003; Craig ve ark., 2004; Jefferies, 2007).

### **Silikon Dioksit**

Silikon dioksit cila ajanı olarak bağlı abraziv lastik veya elastomerik bitirme ve cila aletlerinde kullanılır. Esas olarak elastomerik çanak ve sivri uçlu lastikler şeklindedir. Bu aşındırıcıya örnek olarak Astropol Bitirme ve Parlatma Seti (Ivoclar North America, Amherst, New York) gösterilebilir (Jefferies, 2007).

### **Zirkonyum Oksit**

Silikon dioksit gibi zirkonyum dioksit de döner alete takılan elastik veya lastik bitirme ve cila aygıtlarında kullanılırlar. Bu aşındırıcıya örnek olarak Silicon Points C tipi (Shofu Dental, Kyoto, Japan) gösterilebilir (Jefferies, 2007).

### **Zirkonyum Silikat**

Zirkonyum Silikat cila ajanı olarak kullanılan küçük partikül boyutlu sert bir aşındırıcıdır. Striplerde, disklerde ve profilaksi patlarında kullanılmaktadır (Anusavice, 2003; Craig ve ark., 2004; Jefferies, 2007).

## **2. 2. 1. 2. Dental Bitirme ve Cila Materyalleri**

### **Elmas Bitirme Frezleri**

Elmas bitirme frezleri kompozit ve porselen gibi restoratif materyallerin yüzeyini uyumlamak, kontur vermek ve düzgülendirmek için kullanılmaktadır. Elmas bitirme frezleri, çok bıçaklı karbit frezlerden farklı olarak kesme hareketinden ziyade aşındırma hareketi yaparlar (Bayne ve ark., 2002).

Çoğu vakada kalın grenliden ince grenliye sırayla uygulanmaktadır ve elmas frezler ısıyı dağıtmak için mutlaka su spreyi altında kullanılmalıdır. Elmas bitirme frezlerinin materyal uzaklaştırma etkinliğinin oldukça yüksek olduğu ve geride oldukça pürüzlü bir yüzey bıraktıkları bildirilmiştir (Jung, 1997). Sonuç olarak diğer bitirme ve cila enstrümanları (çok bıçaklı karbit bitirme frezleri, kaplı aşındırıcı diskler, bağlı aşındırıcı cila lastikleri, zayıf aşındırıcı cila patları vb) elmas bitirme frezlerini takiben kullanılmalıdırlar (Jefferies, 2007).

### **Karbit Bitirme Frezleri**

Bitirme ve konturlama işlemlerinde kullanılan karbit frezler çok çeşitli şekillerde bulunmaktadır. En çok kullanılan karbit frezler 8 ile 40 arasında değişik sayılarda bıçaklara sahip frezlerdir. Bu frezler primer olarak kompozit rezin restorasyonların bitirme işlemlerinde kullanılmaktadır ve bıçak sayısı azaldıkça kesme etkinliği artmaktadır. Dolayısıyla bitirme işlemi sonrası 8 bıçaklı frezler oldukça pürüzlü bir alan geride bırakırken, 12, 20 ve 40 bıçaklı frezler restorasyon üzerinde daha düzgün bir yüzey oluştururlar. (O'Brien, 2002).

Karbit frezler, elmas frezlere ve bağlı abraziv enstrümanlara oranla daha az aşındırma özelliğine sahip olduğundan gingival kenarda bulunan yumuşak dokulara daha az zarar verirler (Jefferies, 2007).

### **Taşlar**

Dental taşlar, koheziv bir kütle oluşturabilmek için aşındırıcı partiküllerin birlikte sinterize edilmesiyle veya organik bir rezine bağlanmasıyla meydana gelirler. Kullanılan taşların renkleri kullanılan aşındırıcının özelliğinin göstergesidir; silikon karbit içeren taşlar yeşil iken alüminyum oksit içerenler beyazdır. Elmas taşlar ise silikon karbit ve alüminyum oksit taşlardan daha fazla kesme etkinliğine sahiptir. (O'Brien, 2002). Taşlar, restorasyonların konturlanması ve bitirilmesinde kullanılırlar ve elmas frezlerden daha az kesici ve aşındırıcı etkiye sahiptirler (Jefferies, 2007).

### **Kaplı Abraziv Bitirme ve Cila Diskleri ve Stripleri**

Kaplı abraziv diskler ve stripler aşındırıcı partiküllerin ince bir polimer veya plastik yapıya bağlanması ile meydana gelirler. Bitirme ve cila diskleri restorasyonların kaba bitirmesinde, kontur verilmesinde ve cilasında kullanılmaktadır. Bu diskler üzerindeki aşındırıcı tabakanın ince olması klinik kullanımda sınırlı bir süre etkili olmalarını sağlar ve tek kullanımlıktırlar. Gren sırasına göre kullanılırlar; kaba gren den başlayıp super ince grenle bitirilirler. Kaplı abraziv diskler ve stripler özellikle düz veya dışbükey yüzeyler için uygundur. Kaplı bitirme ve cila disklerinin posterior okluzal ve içbükey anterior lingual alanlarda kullanımları sınırlıdır. Kaplı abraziv disklerin partikül büyüklükleri kaba grenli bitirme disklerinde 55-100 µm iken ultra- veya superince grenlilerde 7-8µm olarak bildirilmiştir (O'Brien, 2002; Jefferies, 2007).

### **Tekerlek, Çanak ve Sivri Uçlu Lastikler**

Lastik cila enstrümanları kompozitlerin bitirme, düzeltme veya cilasında kullanılırlar. Bu bitirme ve cila enstrümanları ince veya ultra ince sertlikteki abraziv partiküllerin daha yumuşak ve elastik bir matrisle dağılmasıyla oluşmuşlardır. Bu esnek lastik bitirme ve parlatma enstrümanları kaplı abraziv disklerin ulaşamadığı anterior lingual ve posterior okluzal yüzeylerde başarı sağlarlar. Değişik boyutlarda olabilen bu lastikler şekillerine göre disk, tekerlek, çanak ve sivri uçlu şeklinde adlandırılırlar. Lastiklerin elastomerik matris 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 (Jefferies, 2007). Bunlara örnek olarak Astropol (Ivoclar Vivadent), Comprep and Composhine (Diatech Dental), Enhance (Dentsply), Flexicups (Cosmodent) gösterilebilir.

### **Zayıf Aşındırıcı Cila Patları**

Zayıf abraziv cila patları genel olarak alüminyum oksit veya elmas parçacıklarından oluşmaktadır (Jefferies, 1998). Alüminyum oksit cila patları genellikle gliserin esaslıdır ve ortalama partikül boyutu 1µm veya daha azdır. Elmas cila patları da gliserin esaslıdır ancak partiküllerin boyutları daha büyüktür (1-10 µm) (Jefferies, 2007).



Cila pastası kuru, susuz ortamda uygulandığı zaman daha agresif bir aşındırma yapar fakat cila sırasında suyun birlikte kullanılmasıyla yüzeyde nanometrik düzeyde daha ince aşındırma gerçekleştirir (O'Brien, 2002).

### **Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar ve Keçeler**

Aşındırıcı emdirilmiş cila fırçaları 1990 yılının sonlarında piyasaya sürülmüştür. Sahip olduğu polimer kıllara çeşitli aşındırıcı partiküller emdirilmiş olan bu fırçalar sivri uçlu veya çanak şekilli gibi değişik şekillerde bulunabilmektedirler. Seramik ve kompozit rezin restorasyonlarda diğer bitirme ve cila aletleri ile ulaşılamayan girinti, fissür ve arayüz bölgelerine bu fırçalarla ulaşılabilir (Jefferies, 2007).

### **2. 3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ**

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin özelliklerine ya da elde edilme yöntemine bağlı olarak oluşan yüzey dokusundaki düzensizliklerdir (Paravina ve Powers, 2004).

Diş hekimliğinde yapılan restorasyonlarda yüzey düzgünlüğünün sağlanması ağız sağlığı ve estetik gereksinimler için oldukça önemlidir. Bitirme ve cila işlemlerinin temel amacı da restorasyona iyi bir kontör, iyi bir okluzyon, sağlıklı embraşür ve düzgün bir yüzey kazandırmaktır (Türkün ve Türkün, 2004a).

Kompozit rezin restorasyonlarda düzgün bir yüzey elde edilmesi ile plak retansiyonu azaltılarak gingival iritasyonların, yüzey renklenmelerinin, hasta memnuniyetsizliğinin ve rekürrent çürüklerin önlenebileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Weitmann ve Eames, 1975; Chan ve ark., 1980; Fruits ve ark., 1996; Bollen ve ark., 1997; Neme ve ark., 2002). Ayrıca yüzeyin düzgün olması sürtünme katsayısını azalttığından sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azaltarak klinik performansı arttırabileceği bildirilmiştir (Jager ve ark., 2000). Bunun yanında pürüzlü yüzeyler kırılmaya daha eğilimli olduklarından yüzey düzgünlüğünün sağlanması ile kırılma riskinin de azalabileceği rapor edilmiştir (Drummond ve ark., 1992).

### 2. 3. 1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) ve yüzey profili analizi (Profilometre) gibi kantitatif (sayısal) metodları kapsamaktadır. Bunların yanı sıra son yıllarda yeni bir teknik olan *Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)* ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007).

#### 2. 3. 1. 1. Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Her iki metod da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır (Joniot ve ark., 2006).

#### Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler iki-boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyi üzerinde sabit doğrusal bir mesafede, boyutları belirli elmas bir uç yardımıyla yüzeyin temas ederek taranması prensibiyle çalışır. Sensor X eksenini boyunca hareket eder ve dikey eksenindeki yükseklik farklarını makinenin dönüştürüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu nedenle çalışılan bölgedeki yüzeyin paralelliği ve sensörün eksen dönüştürümü mutlaka dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (Joniot ve ark., 2006). Mekanik profilometreler hem dijital hem de analog donanım ve yazılım kullanılarak değerleri kaydedilebilmektedir (Jefferies, 1998). Bu değerlerden;

- $R_a$ ; belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamının aritmetik ortalamasını,

- $R_{max}$ ; belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi,

- $R_z$ ; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük ( $R_a$ ) olarak ifade edilir (İnan ve ark., 2008).

### **Optik Profilometreler**

Optik profilometreler üç-boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik bir temas yoktur ve optik ışınla tarama yapmaktadır (Joniot ark., 2006). Cihaz yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçüm yapmaktadır. Cihazın optik parçaları  $100 \mu\text{m}^2$  lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (Joniot ve ark., 2006).

Yüzey topografisi 3 boyutludur dolayısıyla optik profilometreler ile yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir (Kakaboura ve ark., 2007).

#### **2. 3. 1. 2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)**

SEM, çok ince ( $10 \mu\text{m}$ ) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya ard arda hareket etmesi prensibiyle çalışır (Junqueira, 1992). SEM bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak yüzey topografisinin tanımlanmasında bir takım sınırlamalara sahiptir ve üç-boyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir (Kakaboura ve ark., 2007).

#### **2. 3. 1. 3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)**

AFM, son yıllarda popülerite kazanan bir tekniktir. Çalışma prensibinde, örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) yardımıyla taranır (Gadegaard, 2006). Genellikle AFM tekniklerinde kullanılan uçlar 40-60 nm çapındadır ve AFM ucu yüzeyi tararken, AFM uç ve yüzey arasındaki etkileşimi kayıt eder. Bu etkileşimler Van der Waals kuvvetleri, kapiller kuvvetler ve sürtünme kuvvetlerine bağlıdır (Jandt, 2001).

AFM'nin konvansiyonel tekniklere göre 3 boyutlu ölçüm yapması, vakum veya örnekler için özel bir işlem (kaplama vb) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Ancak tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarıdır (Gadegaard, 2006).

## 2. 4. RENK

Bir cismin renginin algılanması fiziksel bir stimulusa karşı verilen psikolojik bir cevaptır. Buradaki algı subjektif bir durum iken, algıyı oluşturucu fiziksel uyaran olan ışık hüzmesi objektif bir durumdur (Powers ve Sakaguchi, 2006b).

Rengin algılanmasında 3 nesne önemlidir; bir ışık kaynağı, bir nesne ve bir detektör. Detektör bir insanın gözü ve beyni veya bilgisayara bağlı bir sensor olabilmektedir (Berns, 2000).

Bir cismin görülebilmesi için onun ışık yayması veya bir ışık kaynağından gelen ışığı yansıtması gerekmektedir. Bir cismin gelen ışığa gösterdiği tepki, seçici olarak belli dalga boylarını absorbe edip belli dalga boylarını yansıtmak şeklindedir. Bir cisimden gelen ışık gözün retina tabakası üzerine odaklanıp sinir tepkisi haline dönüşür ve daha sonra beyne aktarılır. İnsan gözü 400-700 nm dalga boylarına hassastır. Rengin görülmesinde sinir tepkileri büyük rol oynadığından gözün tek bir renk tarafından daimi uyarılması göz yorulmasına ve gözün tepkisinin azalmasına neden olur. Dolayısıyla her kişinin renk ayrımı birbirinden farklıdır (Zaimoğlu ve Can, 1993).

### 2.4.1. Renk Ölçüm Sistemleri

Renk sistemleri nesnelerin renk parametrelerini tanımlamak için kullanılmaktadırlar (O'Brien, 2002). Dental restoratif materyallerin rengi yansıyan ışıkta genellikle enstrümantal veya görsel tekniklerle ölçülür (Powers ve Sakaguchi, 2006b).

#### 2. 4. 1. 1. Görsel Teknik (Munsell Renk Sistemi)

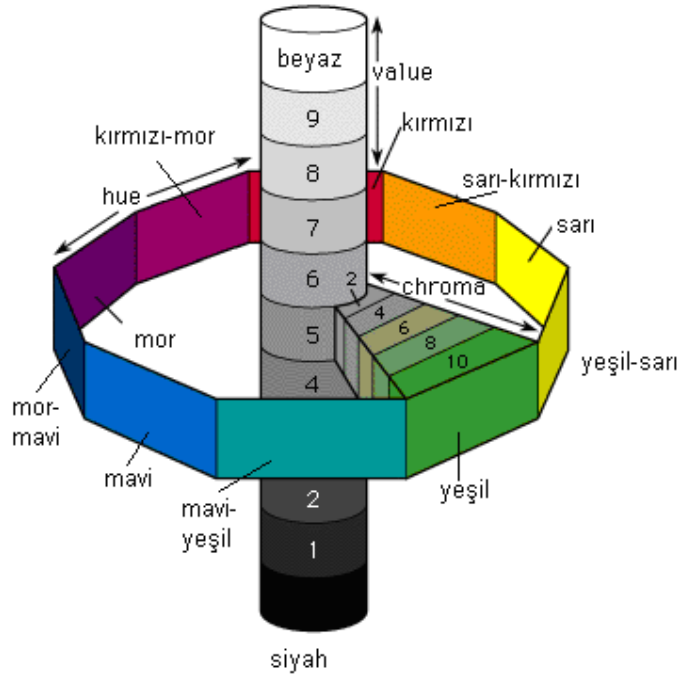
Rengin görsel olarak değerlendirilmesinde kullanılan en popüler teknik Munsell renk sistemidir (Powers ve Sakaguchi, 2006b). Munsell sistemi nesnenin algılanan rengi ile standardize edilmiş ve sıralanmış renk fişlerini kıyaslamaktadır. Renkleri, renk tonu (hue), renk değeri (value) ve renk yoğunluğundan (chroma) oluşan 3 boyutlu koordinat sisteminde tanımlar (Şekil 2.4.1.1).

*Value (Renk değeri)*; bir rengin açıklığı veya koyuluğu (O'Brien, 2002) veya saf siyah (0/) ve saf beyaz (10/) arasındaki parlaklık derecesi olarak tanımlanmaktadır (Joiner, 2004). Diş renginin eşleştirilmesinde *value* en önemli renk faktörüdür

(O'Brien, 2002). Rengin belirlenmesinde ilk belirlenen koordinat value'dur ve rengin açıklık ve koyuluğuna en yakın gelen sekme seçilir. Dikey ekseninde bulunan 9 tekerlekte 10 değer seviyesi bulunmaktadır (Berns, 2000).

*Chroma (Renk Yoğunluğu)*; renk doygunluğunun derecesidir ve bir rengin gücünü, yoğunluğunu ve berraklığını tanımlar (Joiner, 2004). Renkler periferde en saf haliyle bulunurken (/18) merkezdeki akromatik value eksenine yaklaştıkça soluklaşır (/0). Value değeri belirlendikten sonra buna en yakın sekmede belirlenir (Powers ve Sakaguchi, 2006b).

*Hue (Renk tonu)*; değişik renk ailelerinin ayrımını sağlar (Joiner, 2004). 10 farklı renk ile belirtilmektedir ve bu renkler koordinat sisteminin yatay ekseninde dairesel olarak sıralanmışlardır. Value ve chroma değerleri renk sekmelerine göre belirlenen rengin son olarak hue değeri belirlenir (Powers ve Sakaguchi, 2006b).

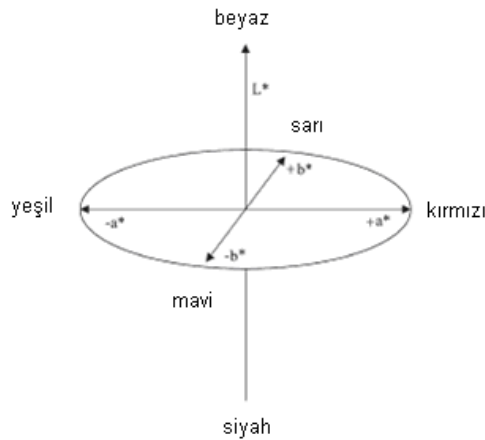


Şekil 2. 4. 1. 1: Munsell Renk Sistemi (www.sidero.com.tr/terimler\_4c.php)

### 2. 4. 1. 2. Enstrümantal Teknik

Commission Internationale de l'Éclairage (International Commission on Illumination) (CIE) renk ve görünüm gibi alanların standardizasyonunda yetkili bir organizasyondur ve 1931'de standart bir ışık kaynağında standart bir gözlemci geliştirilip verilen bir renge insan görme sisteminin cevabını gösteren tristimulus değerinin hesaplanmasını sağlamıştır (Mclaren, 1987).

CIE 1976 yılında CIE Lab renk sistemini tanımlamıştır. Bu sistem renk algısının gözde 3 farklı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil, mavi) dayalı olduğu teorisini desteklemektedir ve halen en popüler renk sistemlerinden biridir (Joiner, 2004). CIE Lab renk sistemi düzenli bir sistemdir, algılanan renk farklılıklarına uygun şekilde eşit aralıklar içermektedir. Bu üç boyutlu renk sisteminde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  eksenleri mevcuttur;  $L^*$  eksenini, rengin açıklık ve koyuluk koordinatlarını belirler. Mükemmel siyah rengin  $L^*$  değeri 0, mükemmel beyaz rengin  $L^*$  değeri ise 100'dür.  $a^*$  değeri kırmızı-yeşil eksenini,  $b^*$  değeri ise sarı-mavi eksenini oluşturur. Pozitif  $a^*$  değerleri kırmızıya değişimi gösterirken negatif  $a^*$  değerleri ise yeşile değişimi gösterir. Benzer şekilde pozitif  $b^*$  değerleri sarı renk dizisini gösterirken negatif  $b^*$  değerleri ise mavi renk dizisini gösterir (O'Brien, 2002; Tung ve ark., 2002; Joiner, 2004; Guler ve ark., 2005a; Guler ve ark., 2005b; Powers ve Sakaguchi 2006b). Nötr renklerde (beyaz, gri)  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sıfıra yaklaşır ve renk yoğunlaştıkça bu değerler artar (Joiner, 2004).



Şekil- 2. 4. 1: CIE Lab renk aralığı (Joiner'den, 2004).

CIE Lab sisteminde  $\Delta E$  değeri, iki cisim arasındaki algılanan renk farklılığının miktarını gösteren sayısal bir değerdir (Seghi ve ark., 1986). Gruplar arasındaki renk farklılıkları aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır (Judd ve Wyszecki, 1975; International Commission on Illumination, 1986; O'Brien, 2002; Powers ve Sakaguchi, 2006b):

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

Formülde  $L_0^*$ ,  $a_0^*$ ,  $b_0^*$  ilk ölçüm değerlerini,  $L_1^*$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$  ise ikinci ölçüm değerlerini verir.

$\Delta E$  değeri renk farklılıklarını göstererek bir eşik değer olma özelliğini taşır (Seghi ve ark., 1986). Kural olarak eğer bir materyal test ortamına bırakıldıktan sonra renk değişimi tespit edilemiyorsa rengi tamamen stabildir ve  $\Delta E=0$ ' dır. Çeşitli çalışmalarda renk değişimi değerlerinin insan gözüne duyarlı olduğu farklı eşik değerler bildirilmiştir (Ruyter ve ark., 1987; Seghi ve ark., 1989; Johnston ve Kao, 1989; Okubo ve ark., 1998).

$\Delta E$  değerinin 3,7 veya daha az olduğu durumlarda renk değişiminin görsel olarak algılanmadığı ve dolayısıyla klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Johnston ve Kao, 1989; Okubo ve ark., 1998).

#### **2. 4. 2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri**

Günümüzde diş renginin ölçülmesinde birçok metot kullanılmaktadır. Bunlar porselen veya akrilik rezin tonlarını içeren skalaların kullanımı gibi subjektif kıyaslamalar olabildiği gibi spektrofotometre, kolorimetre ve imaj analiz teknikleri gibi enstrümanların kullanıldığı objektif teknikler de olabilmektedir (Joiner, 2004).

Kolorimetre ve spektrofotometreler özel olarak tasarlanmış ağız içi renk ölçüm cihazlarıdır. Bu cihazlar Commission International de l'Eclairage (CIE) tarafından belirlenen sistematik renk ölçüm yöntemlerini kullanırlar (Eroğlu ve ark., 2007).

### 2. 4. 2. 1. Görsel renk tespit yöntemleri

Munsell renk skalası kullanılarak yapılan görsel renk tespit yöntemleri dışın standart bir renk skalası ile kıyaslanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem dışın ve skalanın aynı aydınlanma koşullarında birbiri ardına gözlemlenmesiyle uygulanır ve günümüzde halen en sık kullanılan yöntemdir (Van Der Burgt ve ark., 1990). Ancak bu yöntem ile renk seçimi oldukça subjektif ve zordur. Çevresel ışıkla ilgili değişkenler ve gözlemciden kaynaklanan deneyim, yaş, göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler hatalı sonuçlara sebep olabilir (Hunter, 1975; Wyszecki ve Stiles, 1982). Ayrıca bu görsel bilginin oluşturulmasında ve aktarılmasında kullanılan renk skalaları doğal diş renklerinin tamamını kapsamamaktadır, renk aralıkları sistematik değildir, ve ticari renk skalalarının hiçbiri birbiri ile eşdeğer değildir (Schwabacher ve Goodkind, 1990; Okubo ve ark., 1998; Paul ve ark., 2002).

### 2. 4. 2. 2. Spektrofotometre

Rengin geçirgenliğini, yansımısını ve gerçek emilimini ölçmek için kullanılan fotometrik bir ayardır (Yavuzyılmaz ve ark., 2003). Ölçüm yaparken insan gözünün algılayabildiği tüm dalga boyu aralıklarında (380-720 nm) yansıyan ışık enerjisinin tamamını toplayarak sonuca ulaşır ve dolayısıyla oldukça net bir sonuç verir (Berns, 2000).

Spektrofotometreler restoratif rezinlerin, protez dişlerin, porselenlerin, renk skalalarının renk parametrelerini ve renk değişikliklerini ölçmede kullanılmaktadırlar (O'Brien, 2002). Ancak karmaşık ekipmana sahip olması, pahalı olması ve in vivo olarak diş rengini ölçmedeki zorluklarından dolayı yaygın kullanılamamaktadır (Tung ve ark., 2002).

Vita Easy Shade spektrofotometre (Vita Zahnarzt, Almanya) diş hekimliği kliniklerinde diş ve restorasyonların renk seçimi için üretilmiş cihazdır. Klasik spektrofotometrelerden en önemli farkı renk ölçümlerini CIE Lab değerleri üzerinden ölçmekle kalmayıp bu değerleri Vita renk skalası değerlerine çevirerek vermesidir (Eroğlu ve ark., 2007).



### 2. 4. 2. 3. Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek nesnedeki renk verilerini analiz eden cihazdır (Paravina ve Powers, 2004). Kolorimetreler doğrudan gözümüzün algıladığı üç temel renk üzerinden (kırmızı, yeşil, mavi) ölçüm yapmaktadır.

Kolorimetrelerin standart gözlemci gözünün spektral fonksiyonuna yakın renk filtreleri vardır ve renk ölçümlerini genellikle X, Y, Z tristimulus değerleri olarak veya CIE Lab değerleri olarak yapmaktadırlar (Van Der Burgt ve ark., 1990; Tung ve ark., 2002). Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir.

Genel olarak kolorimetreler doğal dişlerin renk ölçümlerinde in vivo ve in vitro şartlarda kolay tekrarlanabilirlik göstermektedirler (Tung ve ark., 2002). Ancak kolorimetreler düz yüzeyler için üretilmişlerdir ve dişlerin yüzeyleri genellikle düz değildir ve yüzey düzensizlikleri mevcuttur. Ayrıca diş minesi translusens bir materyaldir ve enstrümandan gelen ışığı saçmaktadır. Dolayısıyla enstrümana geri yansıyan ışık yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir (O'Brien, 2002).

Bu cihazlara örnek olarak Minolta Chroma-meter (Minolta corp), ShadeScan (Courtesy Cynovad, Montreal, Canada), Shade-Vision (Courtesy X-rite, Grandville, Mich.), Shade-Eye NCC (Shofu Dental Corporation San Marcos, CA) verilebilir (Paravina ve Powers, 2004).

### 2. 4. 2. 4 Dijital Teknikler

Diş renginin tespitinde diğer bir yöntem ise fotoğrafik görüntülerin bilgisayar analizi ile belirlenmesidir. Avantajı tüm cismin renk görünümünün görüntüler halinde izlenebilmesidir. Bu yöntem özellikle peroksit içeren ürünlerin zaman içerisindeki ağartma etkinliklerinin CIE Lab değerlerine göre ifade edilmesini sağlar (Gerlach ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı; nanodolduruculu kompozitler ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila tekniklerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3. 1. Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada farklı yapılarıdaki inorganik dolduruculara sahip, 4 adet A2 renginde ve 1 adet insizal renkteki (CT) kompozit rezinlerde değişik bitirme ve parlatma işlemlerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesine etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kompozit materyalleri Tablo- 3. 1. 1’de, cila malzemeleri ise Tablo- 3. 1. 2’de gösterilmiştir.

**Tablo- 3. 1. 1:** Çalışmamızda kullanılan kompozit materyalleri ve özellikleri

<b>Kompozit Resin</b>	<b>Türü</b>	<b>Doldurucu boyutu ve tipi</b>	<b>Doldurucu Oranı</b>	<b>Organik Matriks Bileşimi</b>	<b>Üretici Firma</b>	<b>Üretim No</b>
<b>Grandio (A2)</b>	Nanohibrit	1µm 20–60 nm cam ve SiO <sub>2</sub>	%87	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA	VOCO, Cuxhaven, Almanya	0811271
<b>Filtek Z250 (A2)</b>	Mikrohibrit	0.01-3.5µm zirkonia- silika	%82	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	20070511
<b>Filtek Supreme XT Dentin (A2)</b>	Nanofil	0,6-1,4µm 20nm zirkonia- silika	%78.5	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA Bis-EMA	3M/ESPE, St Paul, MN, ABD	20060523
<b>Filtek Supreme XT Translucent (CT)</b>	Nanofil	75nm silika	%72	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA Bis-EMA	3M/ESPE, St Paul, MN, ABD	20061028
<b>Aelite Aesthetic Enamel (A2)</b>	Nanohibrit	0.04-5,0 µm cam ve silika	%73	Bis-GMA, Bis-EMA	BISCO, Schaumburg ABD	08000020 71

**Tablo- 3. 1. 2:** Çalışmamızda kullanılan cila malzemeleri ve özellikleri

<b>Ürün Adı</b>	<b>Materyal Tipi</b>	<b>Üretici Firma</b>	<b>Üretim No</b>
<b>MDT 859/014XF</b>	Alev uçlu ekstra ince elmas bitirme frezleri	MDT DENTAL 859/014XF	64021-1
<b>Edenta CH</b>	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezleri	Edenta AG, 9434 Au/SG, İsviçre	10.002
<b>Sof-Lex XT</b>	Alüminyum oksit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD	P050510
<b>Astropol</b>	Silikon karbit esaslı cila seti (kaba, ince, ekstra ince)	Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein	JL2826
<b>Enhance</b>	Alüminyum oksit kaplı enstrümanlar ve patlar	Dentsply, DeTrey Konstanz, Almanya	070615
<b>PoGo</b>	Mikroelmas partiküllerle kaplı cila enstrümanları	Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya	070508
<b>Edenta</b>	Ekstra ince elmas bitirme frezi, arkansas taşı, sarı lastik	Edenta AG, İsviçre	S03.001

### 3. 1. 1. Grandio (VOCO, Cuxhaven, ALMANYA)

Işıkla sertleşen nanohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir. Radyoopaktır ve ağırlıkça %87 hacimce %71.4 inorganik doldurucu partiküller içerir. İnorganik doldurucuları mikrodoldurucular olan 1 µm'lik cam partiküllerden ve nanodoldurucular olan 20-60 nm'lik SiO<sub>2</sub> partiküllerinden oluşmaktadır. Organik matriks yapısını Bis-GMA, UDMA ve TEGDMA oluşturur. Geleneksel polimerizasyon cihazları ile sertleştirilebilir (Şekil- 3. 1. 1) (Grandio EN 24049/ISO 4049'a uygun, ışıkla sertleşen nanohibrit dolgu materyali, Kullanım Talimatı, 2006).



Şekil- 3. 1. 1: Grandio restoratif rezin materyali

### 3. 1. 2. Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

Işıkla sertleşen mikrohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir. İnorganik doldurucuları 0.01–3.5 µm'ik zirkonia/silika partikülleridir. Bu doldurucular ağırlıkça %82 hacimce %60 oranında bulunurlar. Organik matriks yapısını Bis-GMA, UDMA ve Bis-EMA oluşturur. Geleneksel polimerizasyon cihazları ile sertleştirilebilir, radyoopaktır ve gerek ön, gerekse arka bölgedeki restorasyonlarda kullanılmak üzere üretilmiştir (Şekil- 3.1.2) (Filtek Z250 Kullanım Klavuzu, 2005).



Şekil- 3. 1. 2: Filtek Z250 restoratif rezin materyali

### 3. 1. 3. Filtek Supreme XT Dentin (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

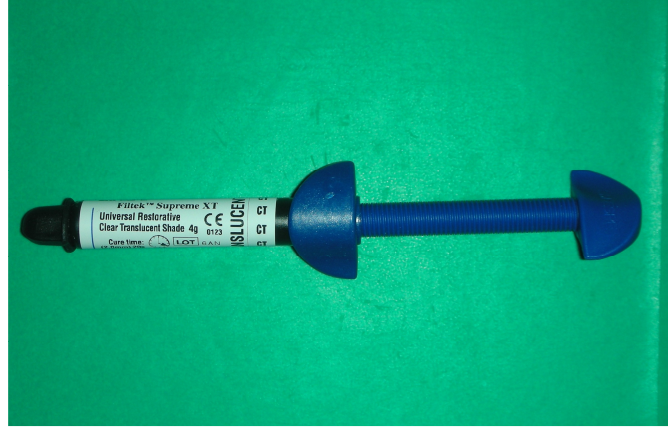
Işıkla sertleşen nanofil partikül özelliğine sahip kompozit rezindir. Görünür ışıkla aktive edilen, hem ön hem de arka bölgelerde kullanımı uygun olarak geliştirilmiş üniversal bir kompozittir. Radyoopaktır ve bu renktekilerin inorganik doldurucuları 0.6–1.4  $\mu\text{m}$ 'lik küme oluşturmuş zirkonia/silika'dan oluşmaktadır. En çok kullanılan partikül boyutu 5-20 nm ve 20 nm silika doldurucudur. İnorganik doldurucuları ağırlıkça %78.5, hacimce %59.5 oranında bulunurlar. Organik matriks yapısını ise Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve Bis-EMA oluşturur (Şekil- 3.1.3) (Filtek Supreme XT Kullanım Klavuzu, 2005).



Şekil- 3. 1. 3: Filtek Supreme XT Dentin restoratif rezin materyali

### 3. 1. 4. Filtek Supreme XT Translucent (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD)

Işıklı sertleşen nanofil partikül özelliğine sahip kompozit rezindir. Görünür ışıkla aktive edilen, hem ön hem de arka bölgelerde kullanımı uygun olarak geliştirilmiş üniversal bir kompozittir. Transludent renkler radyopak değildir, kümelenmiş silika dolduruculardan oluşur ve ortalama partikül boyutları 0.6–1.4  $\mu\text{m}$  ve ana partikül boyutları 75 nm'dir. İnorganik doldurucuları ağırlıkça %72.5, hacimce %57.7 oranında bulunurlar. Organik matriks yapısını ise Bis-GMA, UDMA, TEGDMA ve Bis-EMA oluşturur (Şekil- 3.1.4) (Filtek Supreme XT Kullanım Klavuzu, 2005).



Şekil- 3. 1. 4: Filtek Supreme XT Translucent restoratif rezin materyali

### 3. 1. 5. Aelite Aesthetic Enamel (BISCO, Schaumburg, ABD)

Işıklı sertleşen nanohibrit partikül özelliğine sahip kompozit rezindir. Radyopaktır ve ağırlıkça %73, hacimce %54 inorganik doldurucu partiküller içerir. İnorganik yapısını, cam partiküller ve amorf silika oluşturur ve bu partiküller 0.04–5.0  $\mu\text{m}$  boyutlarındadır. Organik matriks yapısını ise Bis-GMA ve Bis-EMA oluşturmuştur (Şekil- 3.1.5) (Aelite Composites Kullanım Klavuzu, 2006).



Şekil 3. 1. 5: Aelite Aesthetic Enamel restoratif rezin materyali

### 3. 1. 6. Elmas Bitirme Frezleri (MDT Dental)

Elmas bitirme frezleri 25-50 µm boyutunda elmas partiküllere sahip frezlerdir. Su soğutması altında yüksek hızda döner alete takılarak kullanılırlar. İnce ve ekstra ince formları bulunmaktadır (Attar, 2007). Çalışmamızda ekstra ince elmas bitirme frezleri kullanılmıştır.

### 3. 1. 7. Tungsten Karbit Bitirme Frezleri (Edenta AG, 9434 Au/SG, İsviçre)

Tungsten karbit frezler çeşitli şekil ve boyutlarda bulunabilmektedirler. Bu frezlerin kolay ayırımını sağlamak için şerit renklerine göre numaralandırılmışlardır. Kırmızı şeritli olanlar 8 ve 12 bıçaklı karbit frezleri, sarı şeritli olanlar 16 ve 20 bıçaklı frezleri, beyaz şeritli olanlar ise 30 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezlerini simgelerler (Phinney ve Halstead, 2003). Su soğutması altında yüksek hızda döner alete takılarak kullanılırlar. Çalışmamızda 16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezleri kullanılmıştır.

### 3. 1. 8. Sof-Lex XT Bitirme ve Cilalama Diskleri (3M ESPE, St. Paul, MN ABD)

Sof-Lex XT seti 4 çeşit, kabadan süper inceye doğru grenleri değişen alüminyum oksit kaplı disklerden oluşur. Sof-Lex disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kodlanmıştır ve böylece kullanımı kolay hale getirilmiştir. Disklerin ortasında mandrelin takılmasını kolaylaştırıcı küçük, yuvarlak bir delik bulunmaktadır. Disklerin 12.7 mm ve 9.5 mm çapında iki boyutu mevcuttur.

Kaba bitirme için Sof-Lex'in kaba grenli diskleri orta hızda (10000 rpm) kullanılır, yıkanır ve kurulanır. Konturlama için Sof-Lex'in orta grenli diskleri orta hızda (10000 rpm) 15–20 sn kullanılır, yıkanır ve kurulanır. Bitirme için Sof-Lex'in ince grenli diskleri yüksek hızda (30000 rpm) 15–20 sn kullanılır, yıkanır ve kurulanır. Cila için Sof-Lex'in süper ince grenli diskleri yüksek hızda (30000 rpm) 15–20 sn kullanılır (Sof-Lex Teknik Ürün Profili, 3M ESPE, 2002).

### **3. 1. 9. Astropol Cila Sistemi (Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein)**

Astropol cila enstrümanları silikon lastik, silikon karbit, alüminyum oksit, titanyum oksit ve demir oksitten oluşmaktadır. Direkt diş rengindeki restorasyonların ve seromerlerin cilasında kullanılır. Üç farklı renkteki enstrümanlar sırasıyla üç aşamada kullanılırlar;

1. Aşama Gri Astropol ile bitirme (Astropol F); restorasyondaki fazlalık uzaklaştırılır ve düzgün yüzey elde edilir.

2. Aşama Yeşil Astropol ile cila (Astropol P); restorasyonda ince yüzey bitirmesi sağlanır.

3. Aşama Pembe Astropol ile yüksek parlaklıkta cila (Astropol HP); kolay ve çabuk bir biçimde yüksek parlaklıkta cila sağlanır.

Astropol enstrümanlarının su soğutması altında kullanılarak, ısı oluşumundan kaçınılması gerekmektedir. Cila patları ile birlikte kullanımı gerekli değildir (Astropol Kullanım Klavuzu, 2006).

### **3. 1. 10. Enhance Bitirme ve Cila Sistemi (Dentsply, DeTrey Konstanz, Almanya)**

Enhance bitirme enstrümanları polimerize edilmiş üretan dimetakrilat rezin, alüminyum oksit ve silikon dioksitten oluşmaktadırlar. Restorasyonun kaba bitirmesi yapıp genel formu verildikten sonra kullanılmalıdır. Kompozit ve kompomer yüzeylerinin son cilası için hazırlanmış, tek kullanımlık enstrümanlardır. Disk, çanak ve sivri uçlu formları bulunmaktadır. Bu uçlar plastik bir mandrele monte edilmiştir ve dolayısıyla metal içermediğinden kompozit restorasyon yüzeylerinde bozulmalara neden olmaz. Mandrele monte olması da kullanımını kolaylaştırır. İşlemler susuz yapılmalıdır ancak uzun süre baskı uygulanmamalı, ısı oluşumundan kaçınılmalıdır. Restorasyonun son



kontrollasyonu yapıp, düzgün ve defektsiz bir yüzey elde edilmesinin ardından set içerisinde bulunan “Prisma Gloss” kompozit cila patları profilaksi lastikleri vasıtasıyla uygulanarak yüzey parlaklığı sağlanır (Enhance Bitirme ve Cila Sistemi Kullanım Klavuzu, 2004).

### **3. 1. 11. PoGo Cila Enstrümanları (Dentsply, DeTrey Konstanz, Almanya)**

PoGo parlatma enstrümanları polimerize edilmiş üretan dimetakrilat rezin, ince elmas tozu ve silikon dioksitten oluşmaktadır. Disk, çanak ve ince uçlu formları olan enstrümanlar önceden biçimlendirilmiş ve bitirilmiş kompozit rezin ve kompomer restorasyonların cilasında kullanılırlar. Plastik bir mandrele monte edilmiş disk, çanak ve sivri uçlu formları bulunmaktadır. Cila amaçlı üretilen diğer ürünlerle kıyaslandığında uygulama basamaklarının daha az olması başlıca avantajıdır. Tek kullanımlıdır ve susuz kullanılmalıdır. İşlem sırasında uzun süre baskı uygulanmamalı ısı oluşumundan kaçınılmalıdır (PoGo Cila Sistemi Kullanım Klavuzu, 2002).

### **3. 1. 12. Edenta Kiti (Edenta AG, İsviçre)**

Edenta kiti ekstra ince elmas bitirme frezleri, beyaz arkansas taşı ve sarı lastiklerden oluşmaktadır. Ekstra ince elmas bitirme frezi yüksek hızda döner alete takılarak 15 sn su soğutması altında kullanılır. Ardından 15 sn arkansas taşı ile cila yapılır ve son olarak sarı çanak şekilli lastik su soğutması altında 15 sn boyunca uygulanır (Attar, 2007).

## **3. 2. Örneklerin Hazırlanması**

Çalışmamızda kullanılan her bir kompozit grubu için 56 adet örnek hazırlanmıştır. Bu amaçla 15 mm çapında ve 2 mm derinliğinde silindirik yuva hazırlanmış pirinç bir kalıp kullanılmıştır (Şekil- 3. 2. 1).



**Şekil- 3. 2. 1:** Örneklerin hazırlandığı pirinç kalıp

Kompozit rezin materyalleri ağız spatülü kullanılarak kalıp içerisindeki yuvaya taşındıktan sonra üzerine şeffaf bant 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 (Lunar Light Curing Unit, Benlioğlu Dental AŞ, Ankara, Türkiye) ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda 40 saniye polimerize edilmiştir (Şekil 3. 2. 2). Işık cihazının polimerize edici ucu siman camına temas ettirilerek örneğin merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Işık cihazının gücü her örneğin polimerizasyonundan önce bir radyometre (Hilux, Benlioğlu Dental AŞ, Ankara, Türkiye) ile kontrol edilmiştir (Şekil 3. 2. 3) ve  $500 \text{ mW/cm}^2$  den yüksek güçte olmasına dikkat edilmiştir. Polimerizasyonun tam olarak sağlanabilmesi için şeffaf bant ve siman camı uzaklaştırıldıktan sonra ek olarak 20 saniye daha ışık uygulanmıştır (Türkün ve Türkün, 2004a; Attar, 2007). Hazırlanan örnekler  $37^\circ\text{C}$ 'de distile suda 24 saat bekletilmişlerdir.

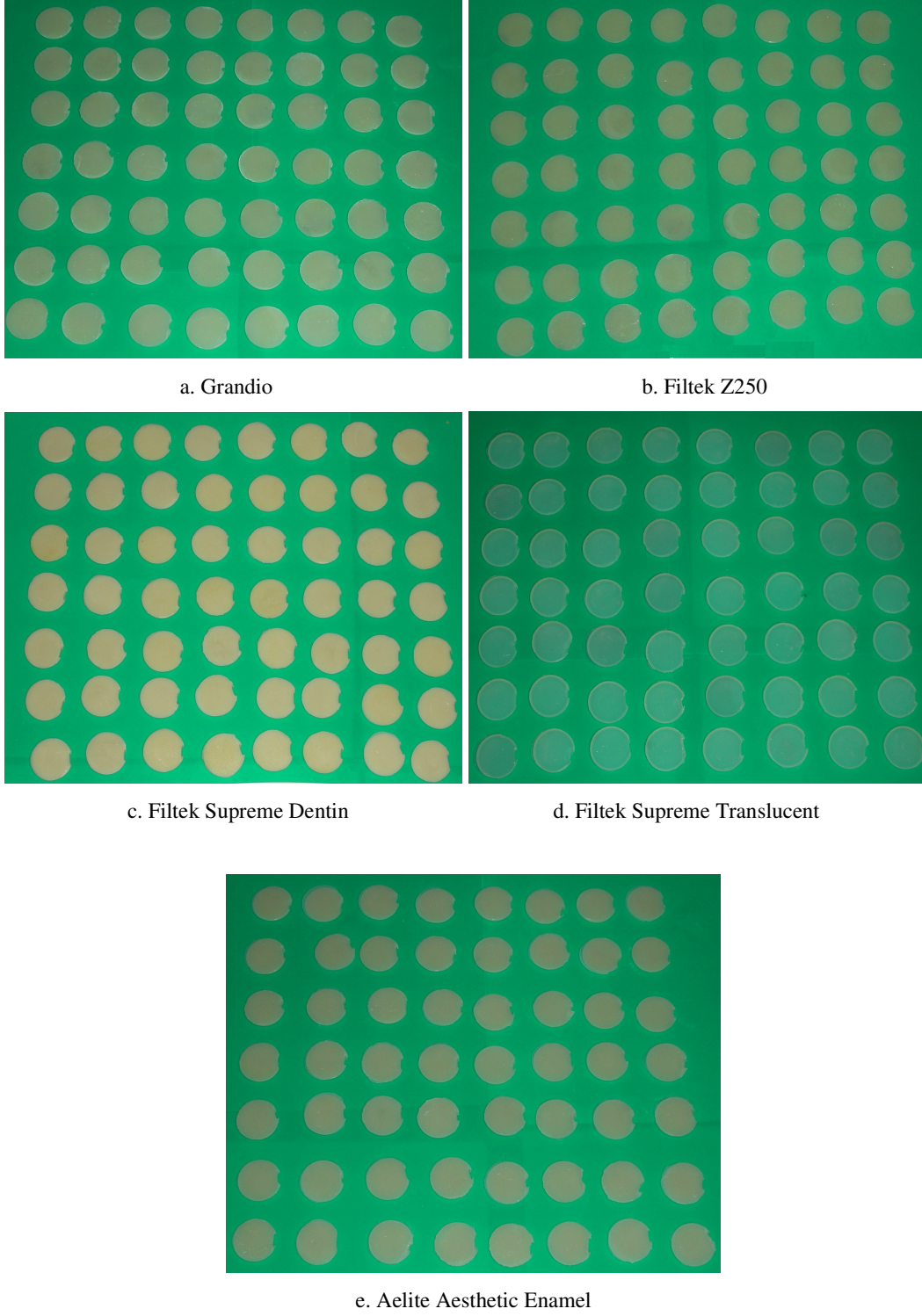
Hazırlanan örneklerin tümü Şekil-3. 2. 4'te gösterilmektedir. Gerçekleştirilecek olan bitirme ve cila işlemleri için her bir kompozit grubundan rastgele seçim yapılarak tüm örnekler 7'şer örnek içeren 8 alt gruba ayrılmıştır.



Şekil- 3. 2. 2: Kullanılan ışık cihazı



Şekil- 3. 2. 3: Kullanılan Radyometre



**Şekil- 3. 2. 4:** Hazırlanan Örneklerin Tümü a. Grandio kompozit örnekleri, b. Filtek Z250 kompozit örnekleri, c. Filtek Supreme Dentin kompozit örnekleri, d. Filtek Supreme Translucent kompozit örnekleri, e. Aelite Aesthetic Enamel kompozit örnekleri

### 3. 3. Uygulanan Bitirme ve Cila İşlemleri

Bütün örneklerde şeffaf bantla bitirilen yüzeyler kontrol grubunu (Grup K) oluşturmaktadır ve bu gruptaki örneklere herhangi bir bitirme ve cila işlemi uygulanmamıştır.

Çalışma grupları ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri Tablo- 3. 3. 1'de gösterilmiştir ve bütün işlemler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

**Tablo- 3.3.1:** Çalışma grupları ve uygulanan bitirme ve cila işlemleri

<b>ÇALIŞMA GRUPLARI</b>	<b>UYGULANAN BİTİRME/CİLA İŞLEMİ</b>
Grup-K	Kontrol grubu
Grup-E	Ekstra ince elmas bitirme frezleri
Grup-T	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezleri
Grup-TS	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezi ve ardından Sof-lex bitirme ve cila diskleri
Grup-TA	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezi ve ardından Astropol cila enstrümanları
Grup-TE	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezi ve ardından Enhance cila enstrümanları
Grup-TP	16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezi ve ardından PoGo cila enstrümanları
Grup-EDT	Edenta seti; ekstra ince elmas bitirme frezi ardından arkansas taşı ve sarı lastik

Grup-E deki örneklere 300000 rpm sabit hızdaki döner alete takılan ekstra ince elmas bitirme frezleriyle 15 sn su soğutması altında bitirme işlemi uygulanmıştır (Şekil- 3. 3. 1).



Şekil- 3. 3. 1: Elmas kompozit bitirme frezleri

Grup-T' deki örneklere 300000 rpm sabit hızdaki döner alete takılan 16 bıçaklı tungsten karbit bitirme frezleri ile 15 sn su soğutması altında bitirme işlemi uygulanmıştır (Şekil- 3. 3. 2).



Şekil- 3.3.2: Tungsten karbit bitirme frezleri

Frezler tüm kompozit grupları için hafif basınç ile tek yönde uygulanarak her 3 kullanımdan sonra değiştirilmiştir.

Grup-TS deki örneklere Grup-T de uygulanan bitirme işleminin ardından Sof-Lex setinin 12.7 mm'lik kaba, orta, ince ve süper-ince diskleri sırasıyla üretici önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. Kalın ve orta diskler 10000 rpm sabit hızdaki elektrikli mikromotora takılarak 15-20 sn boyunca, ince ve süper-ince diskler ise 30000 rpm sabit hızdaki elektrikli mikromotora takılarak 15 sn boyunca su kullanılmaksızın aynı yönde uygulanmıştır. Her bir diskten sonra örnekler yıkanıp kurulanmıştır ve diskler her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir (Şekil- 3. 3. 3).



Şekil- 3. 3. 3: Sof-Lex XT Bitirme ve Cilalama Diskleri

Grup-TA' daki örneklere Grup-T' de uygulanan bitirme işleminin ardından 15000 rpm sabit hızdaki mikromotora takılan Astropol setinin sırasıyla gri, yeşil ve pembe enstrümanları su soğutması altında 15'er sn boyunca aynı yönde uygulanmıştır. Enstrümanlar her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir (Şekil 3. 3. 4).



Şekil 3. 3. 4: Astropol Cila Enstrümanları

Grup-TE deki örneklere Grup-T' de uygulanan bitirme işleminin ardından 15000 rpm sabit hızdaki mikromotora takılan Enhance setinin bitirme enstrümanları su kullanılmaksızın 15 sn süresince uygulandıktan sonra sette mevcut olan cila patları da lastikler vasıtasıyla 15 sn boyunca uygulanmıştır. Uygulamalar sırasında uzun süre baskı uygulanmamış ve ısı oluşumundan kaçınılmıştır. Her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir (Şekil- 3. 3. 5).



Şekil- 3. 3. 5: Enhance Cila Enstrümanları

Grup-TP deki örneklere Grup-T' de uygulanan bitirme işleminin ardından 15000 devir/dk sabit hızdaki elektrikli mikromotora takılan Po-Go setinin tek aşamalı enstrümanları 15 sn boyunca su kullanılmaksızın uygulanmıştır. Her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir. Enstrümanların uygulanmaları sırasında uzun süreli baskıdan ve ısı oluşumundan kaçınılmıştır. (Şekil- 3. 3. 6).



Şekil- 3. 3. 6: PoGo Cila enstrümanları



Grup-EDT deki örneklere ise sırasıyla Edenta setindeki ekstra ince elmas bitirme frezleri ve ardından arkansas taşları 300000 rpm sabit hızdaki döner alete takılarak 15 sn boyunca su soğutması altında uygulanmıştır. Ardından sarı cila lastiği 15 sn boyunca 15000 rpm sabit hızdaki elektrikli mikromotora takılarak uygulanmıştır. Bitirme frezleri ve arkansas taşları her üç kullanımdan sonra, cila lastikleri ise her kullanımdan sonra yenisiyle değiştirilmiştir (Şekil- 3. 3. 7).



Şekil- 3. 3. 7: Edenta Kiti

Bu işlemlerin ardından her bir örnek 20 sn boyunca distile suda yıkandıktan sonra yüzey ölçüm işlemlerine geçilmiştir.

### 3. 4. Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçümü

Cila işlemleri yapılan örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında bulunan Profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Almanya) kullanılmıştır (Şekil- 3. 4. 1).



Şekil- 3. 4. 1: Kullanılan Profilometre Cihazı

Ölçümler sırasında örnekler sabit durmaları için hazırlandıkları pirinç kalıbın içerisine yerleştirilmişlerdir (Şekil- 3. 4. 2).



Şekil- 3. 4. 2: Örneklerin sabit durmalarını sağlayan sistem

Cihaz 100  $\mu\text{m}$  ölçüm menziline sahip NHT-6 tarayıcı iğneye sahiptir. Bu iğnede EN ISO 3274 standardına uygun 5  $\mu\text{m}$  ve 90° transvers açığa sahip elmas uç bulunmaktadır. Cihaz kalibre edildikten sonra elmas ucun “cut off” değeri 0.25 mm olarak ayarlanmıştır ve ölçüm sırasında 0.7 mN’ luk ölçme kuvveti uygulanmıştır.

Her örneğin merkezinde olacak şekilde her birinden 3 ölçüm yapıp bu ölçümlerin ortalamaları alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü hesaplanmıştır. Ayrıca her bir grubun ölçümünden önce cihaz kalibre edilmiştir.

### 3. 5. Renk Değişimlerinin Ölçümü

Örneklerin başlangıç renklerinin tespiti için Samsun Gıda Borsası Araştırma Laboratuvarı’nda bulunan kolorimetre cihazı (Minolta CR\_300, Osaka, Japan) kullanılmıştır (Şekil- 3. 5. 1).



Şekil- 3. 5. 1: Kullanılan Kolorimetre Cihazı

Kolorimetre, 8 mm çapında ölçücü alana ve 0° görüş açısına sahip olup ksenon ark lamba ile örnek yüzeyleri üzerinde geniş bir aydınlatma sağlamaktadır. Ölçücü alanın üzerine yerleştirilen örneklerin ölçümleri standart beyaz arka plan kullanılarak yapılmıştır.

Ölçümler D65 standart aydınlatma koşullarında yapılmış olup her ölçümden önce cihaz, üretici nerileri doğrultusunda kalibre edilmiştir. Her lüm üç kere tekrarlanarak ortalama L\*, a\* ve b\* değerleri kaydedilmiştir

Bu işlemin ardından 3.6 g kahve (Nescafe Classic, Nestle, İsviçre) 300 ml kaynamış distile suda hazırlanıp 10 dk karıştırıldıktan sonra filtre kâğıdı ile filtre edilmiştir. Temel renk ölçümleri yapılan örnekler sıraları bozulmadan metal küvetlere yerleştirildikten sonra hazırlanan kahve solüsyonları ilave edilmiştir (Guler ve ark., 2005b) (şekil- 3. 5. 2).



şekil 3.5.2: Hazırlanan örneklerin metal küvetler içerisine yerleştirilmesi ve kahve solüsyonunda bekletilmesi

Hazırlanan küvetler etüv cihazında (EN025, Nüve, Türkiye) 37°C’de 48 saat boyunca bekletilmiştir (şekil- 3. 5. 3).



şekil- 3. 5. 3: Kullanılan etüv cihazı

Bu sürenin sonunda etüv cihazından çıkartılan örnekler distile suda yıkanarak kurutma kğı ile kurulanmışlardır.

Örneklerin kahvede bekletilmesinden sonra ikinci renk ölçümleri aynı cihazla tekrarlanmıştır. Elde edilen iki ölçüm arasındaki  $\Delta E$  değerlerini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Judd ve Wyszecki, 1975; International Commission on Illumination, 1986):

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

### 3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistik analizi için SPSS 13.0 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır.

Örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve renk değişimi ( $\Delta E$ ) verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde parametrik çift yönlü varyans analizi, ortalamaların çoklu karşılaştırılmasında ise Tukey HSD testi kullanılmıştır ( $p=0.05$ ).

Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasındaki ilişki Pearson sıra korelasyon testi ile incelenmiştir ( $p=0.01$ ).

## 4. BULGULAR

### 4. 1. Grupların Yüzey Pürüzlülüğü Açısından Değerlendirilmesi

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü sonucunda elde edilen Ra değerleri Kolmogorov-Simirov testine göre normal dağılıma uygunluk yönünden araştırılmış ve tüm verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür.

Veriler, iki faktörlü (5x8)x7 faktöriyel düzenlenmiş deneme planına göre değerlendirilmiştir.

Buna göre yüzey pürüzlülüğü üzerine dolgu maddeleri ve yüzey işlemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte önemli etkisi bulunmuştur ( $p<0.001$ ) (Tablo- 4. 1. 1).

**Tablo- 4. 1. 1:** Yüzey pürüzlülüğü karşılaştırmaları için parametrik çift yönlü varyans analizi sonuçları

	<b>Tip III Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>Önem Düzeyi</b>
<b>Kompozit rezin</b>	3.952	4	0.988	14.516	,000
<b>Cila tekniği</b>	96.069	7	13.724	201.647	,000
<b>Kompozit rezin- Cila Tekniği</b>	5.666	28	0.202	2.973	,000
<b>Hata</b>	16.335	240	0.68		
<b>Genel</b>	122.022	279			

Genel olarak kompozit grupları arasında yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 2’de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 2:** Tukey HSD testi sonuçlarına göre kompozit rezin grupları arasında yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>Grandio</b>	0.99 ±0.64	b
<b>Filtek Z250</b>	0.69 ±0.71	a
<b>Filtek Supreme Dentin</b>	0.71 ±0.61	a
<b>Filtek Supreme Translucent</b>	0.68 ±0.70	a
<b>Aelite Aesthetic Enamel</b>	0.75 ±0.61	a
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila teknikleri uygulanmış değişik kompozit rezin grupları arasında en düşük Ra değeri Filtek Supreme Translucent (0.68) grubuna aittir ve bu grup ile Filtek Z250 (0.69), Filtek Supreme Dentin (0.71) ve Aelite Aesthetic Enamel (0,75) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (p=0.681). En yüksek Ra değeri ise Grandio (0.99) grubuna aittir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Cila teknikleri genel olarak karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 3'te gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 3:** Farklı cila teknikleri için Tukey HSD testi sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

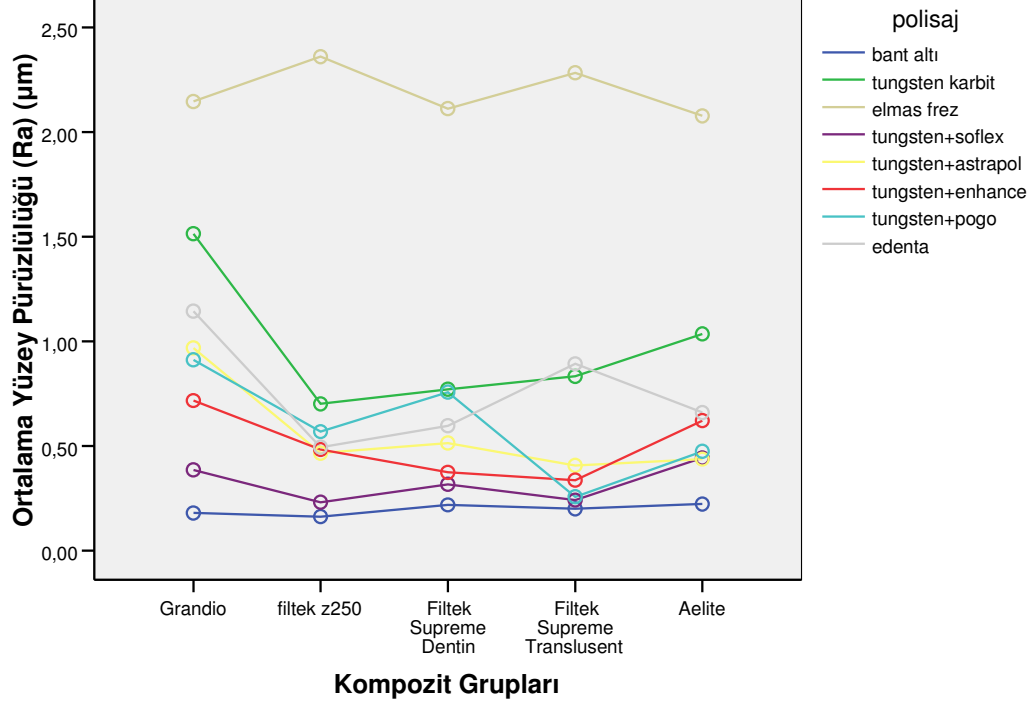
<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.20 ±0.80	a
<b>E</b>	2.20 ±0.53	f
<b>T</b>	0.97 ±0.45	e
<b>TS</b>	0.32 ±0.12	a,b
<b>TA</b>	0.56 ±0.25	c
<b>TE</b>	0.51 ±0.18	b,c
<b>TP</b>	0.59 ±0.29	c,d
<b>EDT</b>	0.76 ±0.30	d
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Cila teknikleri genel olarak karşılaştırıldığında en düşük Ra değeri Grup K'da (0.20) elde edilmiştir ve bu grup ile Grup TS (0.32) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p=0.461).

En yüksek Ra değeri ise Grup E'de (2,20) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0.05).

Genel olarak tüm kompozit ve cila grupları içerisinde en yüksek Ra değeri Filtek Z250 kompozitinin "E" alt grubunda (2.36) tespit edilirken en düşük Ra değeri yine Filtek Z250 kompozitinin "K" alt grubunda (0.16) tespit edilmiştir (Şekil- 4. 1. 1).





Şekil- 4. 1. 1: Kompozit grupları ve cila tekniklerine göre Ra değerleri

#### 4. 1. 1. Grandio için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Grandio kompozit rezini için farklı cila gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 4'te gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 4:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Grandio kompozit rezininin Ra değerleri, standart sapmaları (SS)

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.18 ±0.09	a
<b>E</b>	2.15 ±0.25	e
<b>T</b>	1.51 ±0.53	d
<b>TS</b>	0.39 ±0.10	a,b
<b>TA</b>	0.97 ±0.21	c
<b>TE</b>	0.72 ±0.16	b,c
<b>TP</b>	0.91 ±0.28	c
<b>EDT</b>	1.14 ±0.29	c,d
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila tekniklerinin Grandio'nun yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde en düşük Ra değeri Grup K (0.18) ve Grup TS'de (0.39) elde edilmiştir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (p=0.843). En yüksek Ra değeri ise Grup E'de (2.15) elde edilmiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

#### 4.1.2.Filtek Z250 için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Filtek Z250 kompozit rezini için farklı cila gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 5'te gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 5:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Filtek Z250 kompozit resininin Ra değerleri, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.16 ±0.08	a
<b>E</b>	2.36 ±0.74	c
<b>T</b>	0.70 ±0.18	b
<b>TS</b>	0.23 ±0.09	a,b
<b>TA</b>	0.47 ±0.08	a,b
<b>TE</b>	0.48 ±0.13	a,b
<b>TP</b>	0.57 ±0.14	a,b
<b>EDT</b>	0.49 ±0.09	a,b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila tekniklerinin Filtek Z250'nin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde en düşük Ra değeri Grup K'da (0.16) elde edilmiştir ve bu grup ile TS (0.23), TA (0.47), TE (0.48), EDT (0.49) ve TP (0.57) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (p=0.153). En yüksek Ra değeri ise Grup E'de (2,36) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

#### 4. 1. 3. Filtek Supreme Dentin için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Filtek Supreme Dentin kompozit rezini için farklı cila gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 6'da gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 6:** Tukey HSD sonuçlarına Filtek Supreme Dentin kompozit rezininin yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.22 ±0.09	a
<b>E</b>	2.11 ±0.47	d
<b>T</b>	0.77 ±0.38	c
<b>TS</b>	0.32 ±0.11	a
<b>TA</b>	0.51 ±0.13	a,b,c
<b>TE</b>	0.37 ±0.07	a,b
<b>TP</b>	0.76 ±0.16	b,c
<b>EDT</b>	0.60 ±0.09	a,b,c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila tekniklerinin Filtek Supreme Dentin'in yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) Grup K'de (0.22) elde edilmiştir ve bu grup ile TS (0.32), TE (0.37), TA (0.51) ve EDT (0.60) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (p=0.067). En yüksek Ra değeri ise Grup E'de (2.11) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0.05).

#### 4. 1. 4. Filtek Supreme Translucent için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Filtek Supreme Translucent kompozit rezini için farklı cila gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 7’de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 7:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Filtek Supreme Translucent kompozit rezininin yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.20 ±0.08	a
<b>E</b>	2.28 ±0.62	d
<b>T</b>	0.83 ±0.13	b,c
<b>TS</b>	0.24 ±0.07	a
<b>TA</b>	0.41 ±0.09	a,b
<b>TE</b>	0.34 ±0.08	a
<b>TP</b>	0.26 ±0.15	a
<b>EDT</b>	0.89 ±0.24	c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila tekniklerinin Filtek Supreme Translucent’in yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde en düşük Ra değeri Grup K’de (0.20) elde edilmiştir ve bu grup ile TS (0.24), TP (0.26), TE (0.34) ve TA (0.41) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (p=0.790). En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise Grup E’de (2.28) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p<0.05).

#### 4. 1. 5. Aelite Aesthetic Enamel için Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Aelite aesthetic enamel kompozit rezini için farklı cila gruplarının yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 1. 8’de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 1. 8:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Aelite aesthetic enamel kompozit rezininin yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b>Ra ±SS</b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	0.22 ±0.06	a
<b>E</b>	2.08 ±0.55	c
<b>T</b>	1.04 ±0.39	b
<b>TS</b>	0.44 ±0.10	a
<b>TA</b>	0.44 ±0.16	a
<b>TE</b>	0.62 ±0.13	a,b
<b>TP</b>	0.47 ±0.14	a
<b>EDT</b>	0.66 ±0.13	a,b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila tekniklerinin Aelite aesthetic enamel’in yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelendiğinde en düşük Ra değeri Grup K’de (0.22) elde edilmiştir ve bu grup ile TA (0.44), TS (0.44), TP (0.47), TE (0.62) ve EDT (0.66) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir (p=0.055).

En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise Grup E’de (2,08) elde edilmiştir ve bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05).

#### 4. 2. Grupların Renk Değişimi Açısından Değerlendirilmesi

Renk değişimi ölçümü sonucunda elde edilen  $\Delta E$  değerleri Kolmogorov-Simirnov testine göre normal dağılıma uygunluk yönünden araştırılmış ve tüm verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür.

Veriler, iki faktörlü  $(5 \times 8) \times 7$  faktöriyel deneme planına göre değerlendirilmiştir.

Renk değişimi üzerine dolgu maddeleri ve yüzey işlemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte önemli etkisi olduğu bulunmuştur ( $p < 0.001$ ) (Tablo- 4. 2. 1).

**Tablo- 4. 2. 1:** Renk değişimi karşılaştırmaları için parametrik çift yönlü varyans analizi sonuçları

	<b>TipIII Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>Önem Düzeyi</b>
<b>Kompozit rezin</b>	194.161	4	48.540	129.254	,000
<b>Cila tekniği</b>	373.378	7	53.340	142.034	,000
<b>Kompozit rezin-Cila Tekniği</b>	120.562	28	4.,306	11.466	,000
<b>Hata</b>	90.130	240	0.376		
<b>Genel</b>	778.231	279			

Kompozit rezin grupları arasında renk değişim değerlerinin ( $\Delta E$ ) ortalamaları, standart sapmaları ( $SS$ ) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 2'de gösterilmiştir

**Tablo- 4. 2. 2:** Tukey HSD sonuçlarına göre kompozit rezin grupları arasında  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (*SS*) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>Grandio</b>	5.23 $\pm$ 1.25	c
<b>Fitek Z250</b>	4.27 $\pm$ 1.47	b
<b>Filtek Supreme Dentin</b>	4.51 $\pm$ 2.14	b
<b>Filtek Supreme Translucent</b>	4.57 $\pm$ 1.36	b
<b>Aelite Aesthetic Enamel</b>	2.72 $\pm$ 0.66	a
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Kompozit rezin grupları incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri Aelite Aesthetic Enamel (2.72) grubunda elde edilmiştir. Bu değer diğer kompozit rezin gruplarından istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ( $p<0.05$ ). Filtek Z250 (4.27), Filtek Supreme Dentin (4.51) ve Filtek Supreme Translucent (4.57) gruplarında daha yüksek  $\Delta E$  değeri elde edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.070$ ). En yüksek  $\Delta E$  değeri ise Grandio (5.23) grubuna aittir ve diğer gruplarla arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Cila teknikleri genel olarak karşılaştırıldığında renk değişim değerlerinin ortalamaları ( $\Delta E$ ), standart sapmaları (*SS*) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 3'de gösterilmiştir.



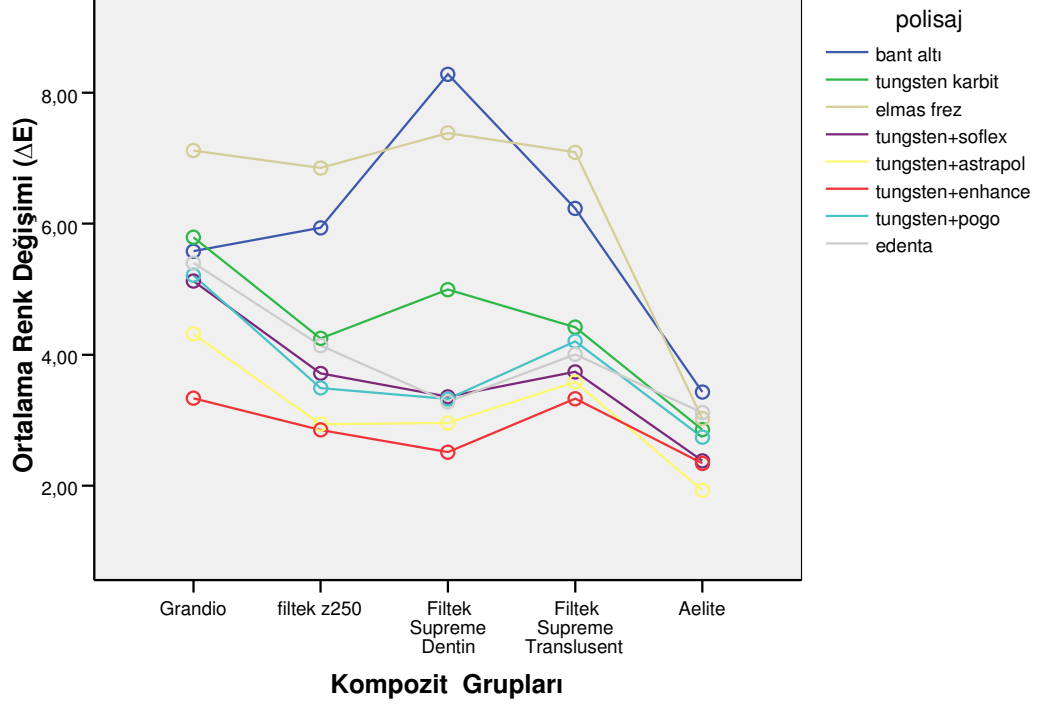
**Tablo- 4. 2. 3:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri için  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	5.89 $\pm$ 1.72	d
<b>E</b>	6.29 $\pm$ 1.11	d
<b>T</b>	4.46 $\pm$ 1.78	c
<b>TS</b>	3.66 $\pm$ 1.07	b
<b>TA</b>	3.14 $\pm$ 0.95	a
<b>TE</b>	2.87 $\pm$ 0.61	a
<b>TP</b>	3.79 $\pm$ 1.11	b
<b>EDT</b>	3.99 $\pm$ 0.96	b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0.05).		

Farklı cila teknikleri için en düşük  $\Delta E$  değeri TE (2.87) ve TA (3.14) gruplarında tespit edilmiştir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p=0.577).

Farklı cila teknikleri için en yüksek  $\Delta E$  değeri Grup K (5.89) ve Grup E' de (6.29) tespit edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p=0.117).

Tüm kompozit ve cila grupları içerisinde en düşük  $\Delta E$  değeri Aelite kompozit grubunda TA (1.93) grubuna aittir. En yüksek  $\Delta E$  değerleri ise Filtek Supreme Dentin'in K (8.28) grubunda tespit edilmiştir (Şekil- 4. 2. 1).



Şekil- 4. 2. 1: Kompozit grupları ve cila tekniklerine göre ΔE değerleri

#### 4. 2. 1. Grandio için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Grandio kompozit rezini için farklı cila gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 4'de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 2. 4:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Grandio kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	5.58 $\pm$ 0.84	b,c
<b>E</b>	7.12 $\pm$ 0.59	d
<b>T</b>	5.79 $\pm$ 0.85	c
<b>TS</b>	5.12 $\pm$ 0.88	b,c
<b>TA</b>	4.32 $\pm$ 0.90	a,b
<b>TE</b>	3.33 $\pm$ 0.34	a
<b>TP</b>	5.21 $\pm$ 0.89	b,c
<b>EDT</b>	5.40 $\pm$ 0.45	b,c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Farklı cila tekniklerinin Grandio'nun renk değişimi ( $\Delta E$ ) üzerine etkisi incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri TE (3.33) ve TA (4.32) gruplarında elde edilmiştir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.240$ ). En yüksek renk değişikliği değeri ise Grup E'de (7.12) elde edilmiştir ( $p<0,05$ ).

#### 4. 2. 2. Filtek Z250 için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Z250 kompozit rezini için farklı cila gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 5'te gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 2. 5:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Z250 kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	5.94 $\pm$ 0.52	c
<b>E</b>	6.85 $\pm$ 0.33	c
<b>T</b>	4.25 $\pm$ 0.60	b
<b>TS</b>	3.71 $\pm$ 0.59	a,b
<b>TA</b>	2.94 $\pm$ 0.51	a
<b>TE</b>	2.85 $\pm$ 0.53	a
<b>TP</b>	3.49 $\pm$ 1.09	a,b
<b>EDT</b>	4.14 $\pm$ 0.74	b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Farklı polsiaj tekniklerinin Z250'nin renk değişimi üzerine etkisi incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri TE (2.85) grubunda elde edilmiştir ve bu grup ile TA (2.94), TP (3.49) ve TS (3.71) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.221$ ). En yüksek renk değişikliği değeri ise Grup E (6.85) ve Grup K (5.94)'da elde edilmiştir ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0.169$ ).

#### 4. 2. 3. Filtek Supreme Dentin için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Filtek Supreme Dentin kompozit rezini için farklı cila gruplarının renk değişimi ( $\Delta E$ ) ortalamaları, standart sapmaları ( $SS$ ) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 6'da gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 2. 6:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Filtek Supreme Dentin kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları ( $SS$ ) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	8.28 $\pm$ 1.07	c
<b>E</b>	7.39 $\pm$ 0.89	c
<b>T</b>	4.99 $\pm$ 0.50	b
<b>TS</b>	3.36 $\pm$ 0.43	a
<b>TA</b>	2.96 $\pm$ 0.34	a
<b>TE</b>	2.51 $\pm$ 0.35	a
<b>TP</b>	3.32 $\pm$ 0.55	a
<b>EDT</b>	3.28 $\pm$ 0.38	a
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Farklı cila tekniklerinin Filtek Supreme Dentin'nin renk değişimi üzerine etkisi incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri TE (2.51), TA (2.96), EDT (3.28), TP (3.32) ve TS (3.36) gruplarında elde edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.197$ ). En yüksek renk değişikliği değeri ise Grup K (8.28) ve Grup E'de (7.39) elde edilmiştir. Bu iki grup arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.145$ ).

#### 4. 2. 4. Filtek Supreme Translucent için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Filtek Supreme Translucent kompozit rezini için farklı cila gruplarının renk değişimi ( $\Delta E$ ) ortalamaları, standart sapmaları ( $SS$ ) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 7'de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 2. 7:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Filtek Supreme Translucent kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları ( $SS$ ) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	6.23 $\pm$ 0.53	c
<b>E</b>	7.09 $\pm$ 0.72	d
<b>T</b>	4.42 $\pm$ 0.23	b
<b>TS</b>	3.74 $\pm$ 0.51	a,b
<b>TA</b>	3.58 $\pm$ 0.36	a,b
<b>TE</b>	3.33 $\pm$ 0.38	a
<b>TP</b>	4.20 $\pm$ 0.54	b
<b>EDT</b>	4.00 $\pm$ 0.58	a,b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Farklı cila tekniklerinin Filtek Supreme Translucent'in renk değişimi üzerine etkisi incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri TE (3.33), TA (3.58), TS (3.74) ve EDT (4.00) gruplarında elde edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.210$ ). En yüksek  $\Delta E$  değeri ise Grup E'de (7.09) elde edilmiştir. Bu grup ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

#### 4. 2. 5. Aelite Aesthetic Enamel için Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Aelite aesthetic enamel kompozit rezini için farklı cila gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Tablo- 4. 2. 8'de gösterilmiştir.

**Tablo- 4. 2. 8:** Tukey HSD sonuçlarına göre farklı cila işlemleri uygulanan Aelite aesthetic enamel kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar

<b>Gruplar</b>	<b><math>\Delta E \pm SS</math></b>	<b>Farklılık*</b>
<b>K</b>	3.43 $\pm$ 0.54	c
<b>E</b>	3.02 $\pm$ 0.61	b,c
<b>T</b>	2.85 $\pm$ 0.31	b,c
<b>TS</b>	2.38 $\pm$ 0.61	a,b
<b>TA</b>	1.93 $\pm$ 0.35	a
<b>TE</b>	2.34 $\pm$ 0.67	a,b
<b>TP</b>	2.74 $\pm$ 0.45	a,b,c
<b>EDT</b>	3.11 $\pm$ 0.43	b,c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ).		

Farklı cila tekniklerinin Aelite aesthetic enamel'in renk değişimi üzerine etkisi incelendiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri TA (1.93), TE (2.34), TS (2.38) ve TP (2.74) gruplarında elde edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.081$ ). En yüksek  $\Delta E$  değeri Grup K'da (3.43) tespit edilmiş olup bu grup ile TP (2.74), T (2.85), E (3.02) ve EDT (3.11) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0.204$ ).

### 4. 3. Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimi Arasındaki İlişkinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır (Tablo- 4. 3. 1).

**Tablo- 4. 3. 1:** Pearson korelasyon analizine göre Ra ve  $\Delta E$  değerleri arasındaki ilişki

	Ra	$\Delta E$
Ra	1	0,375**
$\Delta E$	0,375**	1

\*\* : Korelasyon %1 önem düzeyinde önemlidir.

Yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi arasındaki ilişkinin tespiti için yapılan regresyon analizinde korelasyon katsayısı ( $r=0,375$ ) istatistiksel olarak önemli görülmesine rağmen önemliliğin kaynağı denek (n) sayısının çok büyük olmasıdır. Bu nedenle belirtme katsayısına ( $r^2$ ) bakılmıştır (Tablo- 4. 3. 2).

**Tablo- 4. 3. 2:** Ra ve  $\Delta E$  arasındaki regresyon analizi sonuçları

	Ra- $\Delta E$
R	0.375
$R^2$	0.14
P	<0.01

Belirtme katsayısı ( $r^2=0.14$ ) %14'tür ve buna göre renk değişimindeki farklılıkların %14'ü pürüzlülükle izah edilebilir. Geri kalan %86'sı pürüzlülük dışındaki başka etmenlere bağlı oluşmaktadır. Dolayısıyla elde edilen varyans bir önem taşımamaktadır.



## 5. TARTIŞMA

“Nanodolduruculu kompozitlerde ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila teknikleri yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini etkilemektedir” olarak belirlenen hipotezimiz çalışmamızın sonucunda doğrulanmıştır.

Kompozit rezinlerin üstün estetik özellikleri, geliştirilmiş fiziksel özellikleri ve amalgamdan farklı olarak doğaya zararlı olmamaları nedeniyle hem ön grup hem de arka grup dişlerde kullanımları giderek artmaktadır (Lee ve ark., 2008). Piyasada birbirinden farklı birçok kompozit bulunmaktadır ve bu kompozitlerin aynı kategoride olanlarının veya aynı üreticinin ürünleri olanlarının bile doldurucu partiküllerinde boyut, şekil ve bileşimlerinde büyük farklılıklar izlenebilmektedir (Sabbagh ve ark., 2004).

Kompozitlerin mekanik özellikleri doldurucu içeriklerine bağlıdır. Genel olarak doldurucu miktarının artması ile kompozit rezinin sertliği, elastisitesi, kırılma direnci ve aşınma direnci artmaktadır (Bayne, 2005). Yüksek miktarlarda doldurucu partikül içeren kompozitler klinik olarak en iyi fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikler gösterirken, küçük partiküller içeren kompozitler ise bitirme ve cila işlemleri açısından üstünlük gösterirler (Bayne ve ark., 1994).

Mikrofil kompozitler en az inorganik doldurucuya sahipken, hibrit kompozitler ise en yüksek doldurucu oranına sahiptirler. Dolayısıyla birçok hekim mekanik özelliklerin ve kırılma direncinin ön planda olduğu arka bölgelerde hibrit kompozitleri, estetik özelliklerin önemli olduğu ön bölgelerde ise mikrofil kompozitleri tercih etmektedir (Bayne ve ark., 1994; Roberson ve ark., 2002).

Günümüzde kliniklerde kullanılan rezin kompozitlerin büyük bir kısmı genel bir terim olan “hibrit kompozitler” olarak kategorize edilmektedir. Bu geniş kategori geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit terimlerini içermektedir. Mikrohibrit kompozitler 0.04 µm lik submikron partiküller ile 0.1–1 µm lik ufak partiküllerden oluşmaktadır. Mikrohibritlerin içerdiği küçük partiküller onları geleneksel hibrit kompozitlerden ayırmaktadır ve daha iyi parlatılabilmelerini sağlamaktadır. Ancak yine de geleneksel mikrofil kompozitler kadar iyi bir parlatma sağlanamamaktadır (Albers, 2002; Burgess ve ark., 2002).

Yeni nanodoldurucu teknolojisi sayesinde de mikrofil kompozitlerin estetik özellikleri ve hibrit kompozitlerin mekanik özellikleri bir araya getirilerek nanokompozitler piyasaya sürülmüştür (Ergücü ve Türkün, 2005; Swift 2005). Nanodoldurucuların her küçük boşluğu doldurabilmeleri nedeniyle doldurucu oranı belirgin ölçüde arttırılmış, rezin içerikleri azaltılmış ve dolayısıyla kompozitlere üstün aşınma direnci ve mekanik özellikler ile düşük polimerizasyon büzülmesi ve düşük mikrosızıntı özellikleri kazandırılarak hem ön hem de arka bölge dişlerin restorasyonunda kullanılmaları sağlanmıştır (Ergücü ve Türkün, 2005).

Nanofil kompozitlerden 1990'ların başında söz edilmeye başlanmasına rağmen ilk ticari ürün 2002 yılında 3M ESPE firması tarafından piyasaya sürülmüş olan Filtek Supreme'dir (Bayne ve ark., 1994; Yap ve ark., 2004c; Başeren, 2004). Daha sonra nanohibrit bir kompozit olan Grandio, 2003'ün nisan ayında VOCO firması tarafından piyasaya sürülmüştür (Başeren, 2004). Her iki tür kompozit de çalışmamızda kullanılmış, ayrıca nanokompozit gruplarıyla kıyaslanması açısından bir adet mikrohibrit kompozit grubu da çalışmamıza dahil edilmiş ve bu amaçla Filtek Z250 (3M ESPE) seçilmiştir. Daha sonra Aelite Aesthetic Enamel (Bisco), Synergy NF (Choltene/Whaledent), Premise (Kerr) ve Tetric Evo-Ceram (Ivoclar Vivadent) nanohibrit kompozitleri de piyasaya sürülmüştür (Ward, 2005). Aelite Aesthetic Enamel (Bisco) çalışmamızda kullanılan kompozit rezinler arasındadır.

Nanofil kompozitler rezin matrisin içerisine nanometrik boyutta partiküllerin eklenmesi ile elde edilirken, nanohibrit kompozitler nanometrik boyutta partiküllerin konvansiyonel teknoloji ile üretilen partiküllerle kombinasyonu ile elde edilirler (Swift, 2005).

Filtek Supreme'in insizal renkleri diğer mine, dentin ve body renklerine kıyasla partikül yapısı açısından farklılık gösterir. Filtek Supreme Translucent (FST) *nanomer* yapıda üretilmiştir. Buna göre kümeleşmemiş 75 nm boyutunda silika nanodoldurucu ile primer partikül boyutu 75 nm olan kümeleşmiş silika nanoöbekleri içermektedir. Ancak buradaki partiküllerin tümü *silika*'dan oluşmuştur. Diğer tonları (Filtek Supreme Dentin, Filtek Supreme Enamel ve Filtek Supreme Body) ise *nanoöbek (nanocluster)* yapıya sahiptir. Bunlar kümeleşmemiş 20 nm nanosilika ile primer partikül boyutu 5–20 nm olan kümeleşmiş *zirkonyum/silika* nanoöbeklerinin kombinasyonudur. Bu öbeklerinin boyutları 0.6–1.4 µm arasındadır. Bu tonlarda

kompozitler baskın olarak zirkonyum/silika nanoöbekleri içermektedir (Yap ve ark., 2004a). Bu farklılığın kıyaslanması açısından hem Filtek Supreme Translucent (FST) hem de Filtek Supreme Dentin (FSD) çalışmamıza dahil edilmiştir.

Bir restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri yüzey kalitesidir (Weitmann ve Eames, 1975; Hachiya ve ark., 1984). Bitirme ve cila işlemlerinin etkinliği kompozit yüzeyleri için oldukça önemli işlemlerdir. Bitirme ve cila işlemlerinin yüksek kalitede olması estetik görünümü artırır ve kompozit restorasyonların ömrünü uzatırken, pürüzlü ve zayıf cilalanmış yüzeyler plak birikimine, rekürrent çürüklere ve restorasyonun renklenmesine neden olur. Dolayısıyla adeziv restorasyonlarda en iyi sonucu elde edebilmek için en iyi bitirme ve cila tekniğine karar vermek gereklidir (Gwinnet ve ark., 1995; Lopes ve ark., 2004). Bununla birlikte, kompozit rezinler heterojen materyallerdir ve rezin matriks, doldurucu partikül ve silan bağlama ajanı olmak üzere 3 ana komponentten oluşmaktadırlar (Lutz ve ark., 1983). Rezin matriks ve doldurucu partiküller farklı seviyelerde sertliğe sahip olduklarından cila sırasında uzaklaştırılma seviyeleri de birbirinden farklı olmaktadır. Yapısal farklılıklarından dolayı birçok kompozit rezin cila işlemlerinden sonra farklı seviyelerde yüzey pürüzlülüğü göstermektedir. Geniş boyutlu dolduruculara sahip materyallerin, küçük boyutlu olanlara kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdikleri bildirilmiştir (Yap ve ark., 1997; Tjan ve Chan, 1989).

Yüzey pürüzlülüğü, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı tür kompozit ve cila malzemeleri kullanılarak incelenmiştir. Yap ve ark. (2004a) yaptıkları çalışmada alüminyum oksit disklerle cila işlemleri yaptıkları bir cam iyonomer (Fuji IX), bir rezin modifiye cam iyonomer (Fuji II LC), bir kompomer (F2000), bir minifil (Z100), bir mikrofil (A110), bir ormoser (Admira) ve iki nanofil (Filtek Supreme ve Filtek Supreme Translucent) kompozit materyallerinde yüzey düzgünlüklerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak bitirme ve cila işlemlerinden sonra Admira ve Filtek Supreme Translucent kompozitlerinde en düzgün yüzeylerin elde edildiğini, Filtek Supreme ve Filtek A110 kompozitlerinde yüzey pürüzlülüğünün bu iki kompozitten daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Filtek Supreme Dentin'deki etkin partikül büyüklüğünün Filtek Supreme Translucent'ten daha küçük olmasına rağmen daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun sebebi olarak da Filtek Supreme Translucent'in doldurucu partikülleri saf silika iken Filtek Supreme Dentin'in doldurucu partiküllerinin

zirkonyum/silika ağırlıklı olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde Filtek Supreme Dentin grubunda Filtek Supreme Translucent grubundan daha yüksek Ra değeri tespit edilirken tüm gruplar içerisinde de en düşük Ra değerleri yine Filtek Supreme Translucent grubuna aittir.

Çalışmamızda nanohibrit kompozitlerin (Grandio ve Aelite Aesthetic Enamel) nanofil kompozitlere (Filtek Supreme Translucent ve Filtek Supreme Dentin) kıyasla daha yüksek yüzey pürüzlülüğü gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç Senawongse ve Pongprueksa'nın (2007) yaptıkları çalışma ile uyumludur. Bu çalışmada üç adet mikrohibrit (Filtek Z250, Tetric Ceram, Clearfil AP-X), dört adet nanofil (Filtek Supreme Translucent, Filtek Supreme Dentin, Filtek Z350, Estelite Sigma) ve üç adet nanohibrit (Premise, Tetric EvoCeram, Ceram X) kompozitleri farklı cila ve fırçalama işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülükleri açısından karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak nanohibrit kompozitlerin nanofil kompozitlerden daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Bunun sebebinin de nanohibrit kompozitlerde yüzey işlemleri sırasında prepolimerize partiküllerin kopması sonucu doldurucu matriks ara yüzünün bozulmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Da Costa ve ark. (2007) üç adet mikrohibrit (Esthet-X, Filtek Z250, Filtek Z100), bir adet nanofil (Filtek Supreme) ve bir adet mikrofil (Durafill) kompozitlerini farklı cila işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülüğü ve parlaklık açısından kıyaslamışlardır. Cila işlemleri sonrasında en düzgün yüzeyleri bütün kompozit grupları içerisinde mikrofil (Durafill) kompozit grubunda elde etmişler ve bu kompozit ile nanofil kompozit olan Filtek Supreme ve mikrohibrit kompozit olan Esthet-X arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda mikrofil kompozitin ve nanofil kompozitin doldurucu partikül büyüklüklerinin oldukça küçük ve birbirine benzer olması nedeniyle en düşük değerleri verdiği bildirilmiştir. Ancak mikrohibrit kompozit olan Esthet-X'in de benzer verileri vermesinin nedeni olarak; partiküllerinin büyüklükleri ve dağılımı nedeniyle sahip olduğu cilalanmış yüzeyin diğer mikrohibrit kompozitlerden ziyade nanofil ve mikrofil kompozitlerle uyumlu olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde mikrohibrit bir kompozit olan Filtek Z250 yüzey pürüzlülüğü açısından diğer nanokompozit gruplarıyla (Filtek Supreme Translucent, Filtek Supreme Dentin ve Aelite Aesthetic Enamel) benzer yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir.

Choi ve ark. (2005), çeşitli nanofil (Filtek Supreme Translucent, Filtek Supreme) ve mikrohibrit kompozitlere (Synergy Compact, Tescera, Z100) farklı bitirme ve cila işlemleri uyguladıktan sonra yüzey pürüzlülüğü açısından karşılaştırmışlar ve kullanılan kompozitlerde doldurucu partikülleri ve dağılımlarının farklı olmasına rağmen Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Nagem ve ark. (2003) kompozit rezin materyallerindeki yüzey pürüzlülüğü farklılıklarının primer olarak doldurucu partiküllerin boyutları ve içeriğine bağlı olduğuna dayandırılrsa da aynı zamanda restoratif materyallerin doldurucu partikül tipinin, polimer matrisin sertleşme derecesinin ve silan bağlayıcılarının da etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda en düşük Ra değerleri Filtek Supreme Translucent grubunda tespit edilmiştir ve bunu Filtek Z250 ve Filtek Supreme Dentin grupları izlemiştir. Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubunda bu kompozitlerden daha yüksek Ra değerleri elde edilse de bu farklılık anlamlı değildir. Grandio kompozit grubunda ise en yüksek Ra değerleri elde edilmiştir ve diğer gruplarla arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Bunun sebebi olarak Grandio kompozit grubunda konvansiyonel şekilde eklenen seramik cam doldurucuların yüksek oranda bulunması ve bu partiküllerin boyutlarının diğer kompozitlere oranla daha büyük olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Choi ve ark. (2005) inorganik partiküllerin porozitesinin yüzey düzgünlüğünü etkileyeceği bildirirken Iazzetti ve ark. (2000) çalışmalarında cam doldurucu partiküllerin porozitesinin yüksek olmasından dolayı bunları içeren kompozit rezinlerin daha fazla renk değişimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bir kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğünün uygulanan cila işlemine ve bu işlemlerde kullanılan materyallerin yapısına, esnekliğine, sertliğine ve gren boyutlarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Reinhardt ve ark., 1982; Van Noort ve Darvis, 1984; Barghi ve Lind, 2000; Reis ve ark., 2003; Türkün ve Türkün, 2004a; Başeren, 2004; Choi ve ark., 2005). Lu ve ark. (2003) kompozitlerin sertlikleri arasındaki farklılıkların aşındırıcı cila enstrümanları arasındaki farklılıktan daha az olduğunu ve bu nedenle yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde cila enstrümanlarının yapılarının ve sertliklerinin kompozitlerin kendi yapılarından daha etkili ve önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Tjan ve Chan (1989) bir kompozit bitirme sisteminin etkili olabilmesi için aşındırıcı partiküllerin kompozitin doldurucu partiküllerinden daha sert olması gerektiğini bildirmişlerdir. Aksi takdirde aşındırıcıların sadece yumuşak rezin matriksi uzaklaştıracakları ve doldurucu partiküllerin yüzeyde çıkıntılar oluşturacağını rapor etmişlerdir.

Şeffaf bant altında bitirilen kompozitlerin, yüzeyinde rezinden zengin tabakanın bulunması nedeniyle en düzgün kompozit yüzeyi olduğu bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (O'Brien ve ark., 1984; Stanford ve ark., 1985; Chung, 1994; Yap ve ark., 1997; Yap ve ark., 2004b; Başeren, 2004; Üçtaşlı ve ark., 2007). Çalışmamızda da bütün kompozit gruplarında en düzgün yüzeyler şeffaf bant altında kalan ve hiçbir yüzey işleminin yapılmadığı kontrol gruplarında bulunmuştur. Ancak bant altında kalan bu düzgün yüzey rezinden zengin olduğu için bu tabakanın bitirme ve cila işlemleriyle uzaklaştırılmasının daha sert, aşınmaya karşı daha dirençli ve estetik açıdan daha stabil yüzey oluşumunu sağladığı bildirilmiştir (Stoddard ve Johnson, 1991). Ayrıca matriks bandının altındaki taşan fazla materyalin uzaklaştırılmasının ve restorasyonun konturlanarak anatomik formunun verilmesinin klinik olarak zorunlu olduğu rapor edilmiştir (Yap ve ark., 2004a).

Kompozit rezin restorasyonların anatomik olarak şekillendirilmesi amacıyla ilk aşamada elmas veya karbit frezlerin kullanımı gerektiği bildirilmiştir (Başeren, 2004; Attar, 2007). Elmas frezlerin materyal uzaklaştırma etkinliği oldukça fazladır ancak geride belirgin şekilde pürüzlü yüzey bırakırlar (Jung, 1997). Karbit frezleri ise 8–40 arasında değişen bıçaklara sahiptirler ve elmas frezlere nazaran aşındırıcı özellikleri daha azdır (O'Brien, 2002). Elmas bitirme frezleri uygulanan kompozit yüzeylerinin karbit bitirme frezleri uygulanan kompozit yüzeylerine oranla daha pürüzlü yüzey oluşturdukları birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (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). Bizim çalışmamızda da tüm kompozit gruplarında en pürüzlü yüzeyleri elmas frez ile bitirilen gruplar (Grup E) oluşturmuştur. İkinci en pürüzlü yüzey grubunu ise tüm kompozit gruplarında tungsten karbit frez ile bitirilen ve cila işlemi yapılmayan (Grup T) gruplar oluşturmuştur.

Çalışmamızda, şeffaf bant altında kalan kontrol grubundan sonra en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri 16 bıçaklı tungsten karbit frezleriyle bitirme işleminin

ardından alüminyum oksit kaplı Sof\_Lex diskleri ile cila yapılan Grup TS'de elde edilmiştir. Ayrıca bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hergott ve ark. (1989), çeşitli bitirme ve cila işlemlerini (Sof-Lex, Super Snap, Flexidisc, Prisma Gloss, 12 ve 16 bıçaklı karbit bitirme frezleri, elmas bitirme frezleri) karşılaştırdıkları çalışmalarında bizim sonuçlarımıza benzer şekilde Sof-Lex disk sistemiyle bitirilen yüzeylerde elde ettikleri Ra değerlerinin şeffaf bant altında kalan yüzeylerdeki değerlere benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Birçok araştırmacı kompozit yüzeylerinde en düşük yüzey pürüzlülüğünü esnek alüminyum oksit disklerin sağladığını bildirmişlerdir (Berastegui ve ark., 1992; Lu ve ark., 2003; Venturini ve ark., 2006).

Barbosa ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada iki adet mikrofil (Durafill ve Perfection), bir adet hibrit (Filtek Z250) ve iki adet kondanse olabilen (Surefil ve Fill Magic) kompozitlere çeşitli bitirme ve cila işlemleri (12 ve 30 bıçaklı karbit bitirme frezleri, ince ve ekstra ince elmas bitirme frezleri, Sof-Lex diskleri, Super-Snap diskleri, cila lastikleri ve patları) uygulamışlar ve tüm kompozit gruplarında alüminyum oksit kaplı diskler ile bitirilen yüzeylerde en düşük Ra değerlerini elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Chung (1994) ve Bouvier ve ark. (1997) alüminyum oksit disklerin kompozitlerin doldurucu partiküllerini yerinden çıkarmadığı için daha düzgün yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir. Van Dijken ve Ruyter (1987) ise alüminyum oksit disklerin diğer yöntemlere kıyasla daha düzgün yüzey sağlamalarının nedeni olarak doldurucu partikülleri ve matriksi eşit olarak kesmeleri olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Fruits ve ark. (1996) disklerin düzlemsel hareketinden dolayı düzgün yüzey sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda tungsten karbit frezlerinin ardından alüminyum oksit kaplı enstrümanları içeren Enhance setinin ve cila patlarının (Prisma Gloss) kullanıldığı TE grubu, TS grubuna benzer bir değer ile üçüncü en düşük Ra değerini göstermiştir. Yap ve ark. (1997) ve Hoelscher ve ark. (1998) farklı kompozitler üzerindeki çalışmalarında bizim çalışmamızla uyumlu olarak alüminyum oksit kaplı diskler ile Enhance setinin aşındırıcılarının cila patları ile kombine kullanımının benzer yüzey düzgünlüğü gösterdiğini bildirmişlerdir.

Gedik ve ark. (2005), Sof-lex diskleri, Enhance aşındırıcıları ve ardından cila patları (Prisma Gloss), Astropol aşındırıcıları ve Astrobrush fırçaları ile yapılan cila işlemleri sonucunda dört farklı mikrohibrit kompozitte (Esthet-X, Venus, InTen-S, Point4) yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, bizim çalışmamıza benzer şekilde, Enhance setinin ve ardından cila patlarının uygulandığı yüzeyler ile Sof-Lex disklerinin uygulandığı yüzeylerin en düzgün yüzeyler olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda tungsten karbit frezin uygulanmasının ardından Astropol ile bitirilen yüzeylerin Ra değerleri Sof-Lex ve Enhance uygulanan yüzeylerden daha yüksek bulunmuştur. Başeren (2004), silikon esaslı cila materyallerinin, elmas veya karbit frezlerle bitirilen yüzeylerde yüzey düzgünlüğünü sağlayabilme açısından yetersiz olabildiklerini bildirmiştir.

Lu ve ark. (2003) mikrohibrit kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları çalışmalarında Astropol, Sof-Lex ve Diagloss cila enstrümanlarını karşılaştırmışlar ve en düzgün yüzeylerin Sof-Lex disklerinin uygulanması ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Bunun sebebi olarak da Astropol ve Diagloss'un son aşamada uygulanan enstrümanlarının (Astropol HP ve Diagloss White) elmas emdirilmiş lastikler olduğunu, Sof-Lex disklerinin ise alüminyum içerikli olduğunu bildirerek elmasın alüminyumdan daha sert olmasından dolayı kompozit yüzeyinde daha derin çizikler oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Son yıllarda tek bir enstrüman ile bütün basamakları tek aşamaya indiren, tek kullanımlık mikro elmas partiküllü diskler (ör; PoGo) tanıtılmıştır (Türkün ve Türkün, 2004a). Bu tek-aşamalı sistemlerin en önemli avantajları giderek daha da incelen aşamalı cila öğelerine gerek kalmadan ve aşamalar arası yıkama ve kurulama gibi işlemler olmadan oldukça düzgün yüzeyler sağlamalarıdır (Da Costa ve ark., 2007).

Da Costa ve ark. (2007) farklı cila enstrümanları (PoGo, Sof-Lex, Diacomp, ComposiPro brush, Jiffy) kullanarak çeşitli kompozitlerin yüzey düzgünlüklerini karşılaştırmışlar ve sonuç olarak bütün kompozit gruplarında en düşük Ra değerlerinin tek aşamalı PoGo enstrümanları ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada bir PoGo enstrümanının bir örneğe uygulama süresinin 40 saniye olduğu ve bu sürenin diğer çok aşamalı cila disklerinin toplam uygulama süresine eşit olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle PoGo disklerinin 15 saniye uygulanmasıyla veya diğer çok aşamalı cila disklerinin her birinin PoGo gibi daha uzun süre uygulanmasıyla PoGo'nun cila



etkinliğinin diğer sistemlerle eşit bulunabileceğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da PoGo diskleri kompozit örneklerle 15 saniye uygulanmıştır ve elde edilen Ra değerleri Sof-Lex, Enhance+Prisma Gloss ve Astropol uygulanan örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Türkün ve Türkün (2004a) yaptıkları benzer bir çalışmada da PoGo'nun Sof-Lex ve Enhance setleri ile kıyaslandığında test edilen tüm kompozit gruplarında daha düşük Ra değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da PoGo'nun uygulama süresi bizim çalışmamıza göre daha yüksek olup 30 saniye olarak bildirilmiştir.

Üçtaşlı ve ark. (2007) bir mikrofil (Clearfil ST), bir hibrit (Clearfil AP-X) ve bir posterior (Clearfil Photo Posterior) kompozitin yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında Sof-Lex ve PoGo setlerini kullanmışlar ve bizim çalışmamızla uyumlu olarak bütün kompozit gruplarında Sof-Lex disklerinin daha düzgün yüzeyler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda sadece elmas frez (Grup E) ve tungsten karbit frez (Grup T) kullanılan gruplardan sonra üçüncü sırada en yüksek Ra değeri Edenta setinin (Grup EDT) uygulandığı grupta elde edilmiştir. Attar (2007) altı farklı kompozit rezin üzerinde yaptığı çalışmada Sof-Lex, Enhance ve Edenta setlerini kullanarak kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü değerlerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda bütün kompozit rezin gruplarında Edenta kompozit bitirme setinin (ekstra ince elmas bitirme frezi, arkansas taşı ve sarı cila lastiği) en pürüzlü yüzeyleri oluşturduğu bildirilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden iki-boyutlu (mekanik) ve üç-boyutlu (optik) profilometreler nicel sonuçlar verirken, AFM ve SEM nitel sonuçlar vermektedir (Kakaboura, 2007).

Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Berastegui ve ark., 1992; Jung, 1997; Neme ve ark., 2002). Bu yöntemin en önemli avantajı değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmamasıdır. Bu sayede aynı örnekler tekrar kullanılabilen ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilmektedir (Joniot ve ark., 2006). Bizim çalışmamızda da iki-boyutlu yüzey profilometresi kullanılmıştır ve yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi ile belirlenmiştir. Ra parametresi pürüzlülük profilinin orta hattan sapmalarının aritmetik ortalamalarının hesaplanmasıdır

(Yap ve ark., 1997). Ra değeri yüzey özelliklerinin belirlenmesinde zayıf bir gösterge olsa da dental materyallerin yüzey topografisinin belirlenmesinde en sık kaydedilen değerdir (Neme ve ark., 2002; Yap ve Mok., 2002, Türkün ve Türkün, 2004a; Kakaboura ve ark., 2007).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde henüz kabul edilmiş bir eşik değer olmamasına rağmen bazı araştırmacılar da Ra değerlerinin 0.7–1.4  $\mu\text{m}$  değerleri arasında iken plak birikiminde fark edilir bir değişim olmadığını bildirmişlerdir (Weitmann ve Eames, 1975; Shintani ve ark., 1985). Chung (1994) ise Ra değerinin 1  $\mu\text{m}$ 'den az olduğu takdirde yüzeyin gözle görülür derecede düzgün olduğunu bildirmiştir. Willems ve ark. (1991) bir restorasyonun yüzey pürüzlülüğünün oklüzal kontak alanlarındaki mine yüzeyinin pürüzlülük değerine ( $Ra=0.64 \mu\text{m}$ ) yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bollen ve ark. (1997) 0.2  $\mu\text{m}$  üzerindeki Ra değerlerinin plak birikiminde artışa, çürük riskinin artmasına ve periodontal enflamasyona neden olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca başka bir çalışmada da 0.5  $\mu\text{m}$ 'nin üzerindeki Ra değerlerini hastanın dil ucuyla hissedebileceği bildirilmiştir (Jones ve ark., 2004).

Bizim çalışmamızda da tüm kompozit grupları için bant altında kalan tüm yüzeylerde 0.2  $\mu\text{m}$  ve altında Ra değerleri elde edilmiştir. Cila grupları arasında ise tüm kompozit grupları için ortalama 0.3  $\mu\text{m}$  Ra değeriyle TS grubunda elde edilmiştir. Çalışmamızda elmas frez ve tungsten karbit frezler ile bitirilen yüzeylerde Ra değerleri oldukça yüksektir. Ancak diğer bitirme ve cila sistemlerinin uygulandığı gruplarda 0.7  $\mu\text{m}$  ve altında Ra değerleri elde edilmiştir. Bu bulgularımız da Özgünaltay (2003) ve Üçtaşlı (2007)'nin çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Ağız ortamında kompozit restorasyonların yüzeyindeki bozulmalar veya penetrasyonlar ile boyayıcı ajanların emilimi gibi nedenler restorasyonların yüzeyinde veya yüzey altında renklenmelere neden olabilmektedir (Türkün ve Türkün, 2004b).

Kompozit rezinlerin renklenmesi içsel ve dışsal çeşitli faktörlere bağlı olarak meydana gelmektedir. İçsel faktörler, rezin matriks yapısındaki ve matriks ile doldurucu partiküllerin arayüzündeki değişimler gibi materyalin kendisinden kaynaklanan renklemeleri içermektedir (Um ve Ruyter, 1991). Kimyasal renklemelerin sebebi olarak; amin hızlandırıcıların oksidasyonu (Venz ve Antonucci, 1987), polimer matriksin oksidasyonu (Ruyter, 1988) ve reaksiyonu tamamlanmamış metakrilat gruplarının reaksiyonu bildirilmiştir (Ruyter ve Svendsen, 1978) Dışsal renklemeler

ise eksojen kaynaklarla kontaminasyon sonucunda renklendirici ajanların emilmesi ve soğurulması ile meydana gelen renklenmedir. Polimerik materyallerin dışsal renklemelerinin diet alışkanlıkları ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Um ve Ruyter, 1991).

Renklendirici solusyonların restoratif materyaller üzerindeki etkinlikleri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Crispin ve Caputo, 1979; Chan ve ark., 1980; Dietschi ve ark., 1994; Yannikakis ve ark., 1998; Türkün ve Türkün, 2004b; Patel ve ark., 2004; Guler ve ark., 2005a; Ertaş ve ark., 2006). Yapılan çalışmalar incelendiğinde renklendirici solusyonlar olarak genellikle hazır kahve, kırmızı şarap, kola, çay gibi içeceklerin kullanıldığı görülmektedir (Patel ve ark., 2004; Türkün ve Türkün, 2004b; Guler ve ark., 2005a; Ertaş ve ark., 2006; Samra ve ark., 2008). Bizim çalışmamızda hazırlanan örneklerin renk değişikliğini belirlemek amacıyla hazır kahve (Nescafe Classic, Nestle, İsviçre) solüsyonu kullanılmıştır. Daha önce yapılmış renk çalışmalarında çeşitli içecekler arasında kahvenin en boyayıcı ajanlardan biri olması (Türkün ve Türkün, 2004b; Guler ve ark., 2005a; Ertaş ve ark., 2006) ve günlük yaşamda oldukça sık tüketilmesi nedeniyle (Güler ve ark., 2009) tercih edilmiştir.

Kahve üreticilerine göre bir kupa kahvenin tüketimi ortalama 15 dakika sürmektedir ve bir kahve tüketicisinin günde 3,2 kupa kahve tükettiği bildirilmiştir. Bu durumda örneklerin kahvede 48 saat bekletilmesi iki aylık kahve tüketimine karşılık gelmektedir (Guler ve ark., 2005a). Üretici önerileri doğrultusunda 3.6 g kahve 300ml kaynayan distile suda karıştırılmıştır ve hazırlanan kahve solüsyonlarının içerisine yerleştirilen örnekler 37°C'de 48 saat boyunca bekletilmiştir.

Kolorimetreler tekrarlanabilirlik, hassasiyet ve objektiflik gibi avantajlarından dolayı dental materyallerin renk değişimlerinin ( $\Delta E$ ) belirlenmesinde kullanılabilirler (Seghi ve ark., 1990). Rengin görsel yöntemlerle algılanması insandan insana değişebilen subjektif, fizyolojik ve psikolojik bir durumdur (Wyszecki ve Stiles, 1982). Kolorimetrelerin rengin değerlendirilmesinde subjektif hataları elimine ettiği ve sayısal değerler vererek renk farklılıklarının belirlenmesinde kesin sonuçlar sağladığı bildirilmiştir (Johnston ve Kao, 1989; Seghi ve ark., 1989). Kolorimetreler CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) sisteminde ölçümler sağlamaktadır ve matematiksel analiz yaparak farklı objelerin renk parametrelerini karşılaştırabilmektedir (Okubo ve ark., 1998).

$\Delta E$  değeri uygulanan çeşitli işlemler sonucu veya belirli bir zaman dilimi içerisinde bir materyalde meydana gelen renk değişimlerinin bir gözlemci tarafından algılandığı değerdir. Kabul edilebilir  $\Delta E$  değeri henüz kesinleşmemiştir (Türkün ve Türkün, 2004b). Yapılan çalışmalarda  $\Delta E < 1.5$  olduğu durumlarda insan gözünün renk değişimini algılayamadığı bildirilmiştir (Kuehni ve Marcus, 1979). Ruyter ve ark. (1987) ve Um ve Ruyter (1991) çalışmalarında kabul edilebilir renk değişimi değerinin 3.3'e kadar olduğunu bildirmişlerdir. USPHS (United States Public Health Service) kriterlerine göre ise alfa değeri olarak  $\Delta E$  değerinin 2.2–4.4 arasındaki değerler olduğu bildirilmiştir (Johnston ve Kao, 1989). Johnston ve Kao (1989) ve Okubo ve ark. (1998) klinik ortamda görsel algılama ile klinik kolorimetre değerlendirmelerini eşleştirmişler ve kıyaslanan dişlerde ortalama renk farklılığının  $\Delta E = 3.7$ 'de eşleştiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da klinik olarak kabul edilebilir değer  $\Delta E = 3.7$  olarak belirlenmiştir.

Kolorimetrelerin saydam materyalleri okumadaki yetersizliğinden dolayı standart bir arka plan kullanılması gerektiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Van Der Burgt ve ark., 1990; Johnston ve Reisbick, 1997). Dolayısıyla çalışmamızda kompozit örneklerin ölçümleri sırasında standart beyaz arka plan kullanılmıştır.

Kompozit rezinlerin renklenmesi birkaç mekanizmayı birden içerdiği için karmaşık bir fenomendir (Smales ve Gerke, 1992). Kompozit rezinlerin yapısı ve doldurucu partikül özelliklerinin yüzey pürüzlülüğü ve dışsal renklenmelerde direkt etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Van Noort ve Darvis, 1984; Shintani ve ark., 1985). Ayrıca materyallerin bileşimi dışında bitirme ve cila işlemlerinin de kompozitlerin yüzey özelliklerini etkilediği, pürüzlü yüzeylerin renklendiricileri mekanik olarak daha fazla tutucu olduğu ve bu nedenle kompozit rezinlerin erken dönem renklenmeleriyle ilişkili olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Hachiya ve ark., 1984; Shintani ve ark., 1985, Yap ve ark., 1997). Bizim çalışmamızda da farklı bitirme ve cila tekniklerinin kompozit rezinlerin renk stabilitesini etkilediği tespit edilmiştir. En fazla renk değişimi ( $\Delta E$ ) gösteren yüzeyler aynı zamanda en fazla yüzey pürüzlülüğüne neden olan, elmas frezlerle bitirilen gruplarda tespit edilmiştir. Ayrıca en fazla renk değişimine uğrayan kompozit grubu yine en fazla yüzey pürüzlülüğünün görüldüğü Grandio kompozit grubuna aittir.

Choi ve ark. (2005) farklı kompozit rezinleri Super-Snap, Sof-Lex ve Enhance sistemleri ile cila sonrasında boya solüsyonunda bekleterek renk farklılıklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında yüzey düzgünlüğü sağlama açısından cila enstrümanları arasında fark bulamazken renk değişimi açısından Enhance enstrümanları ile bitirilen yüzeylerin daha az renk değişimi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Türkün ve Türkün (2004b) farklı kompozitleri Sof-Lex, Enhance ve PoGo enstrümanları ile cila sonrasında renklendirici solüsyonlarda bekleterek renk farklılıklarını kıyasladıkları çalışmalarında Enhance sistemi ile cila patlarının birlikte uygulandığı kompozitlerde daha az renklenme olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçları da Choi ve ark. (2005) ile Türkün ve Türkün'ün (2004b) çalışmalarının sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Cila grupları karşılaştırıldığında en düşük Ra değerini sağlamamasına rağmen en düşük  $\Delta E$  değeri tungsten karbid frez ile Enhance enstrümanları ve cila patları uygulanan grupta tespit edilmiştir. Bunun sebebinin üretici önerileri doğrultusunda Enhance enstrümanlarının cila patları ile kombine kullanımı sonucu renklenmeyi azaltıcı bir yüzey oluşmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Bu konuyla ilgili ileri çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısındayız.

Çalışmamızda tüm kompozit grupları içerisinde en düzgün yüzeyler şeffaf bant altında kalan yüzeylerde tespit edilmesine rağmen bu grup aynı zamanda en fazla renk değişimi gösteren gruplardan biridir. Bu durumun şeffaf bant altında bitirilen kompozitlerin yüzeyinde rezinden zengin tabakanın bulunması nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir.

Kompozit materyallerinin içerdiği rezin matriksin yapısının renk değişimi açısından önemli bir rol oynadığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Türkün ve Türkün 2004b; Reis ve ark., 2003; Bagheri ve ark., 2005). Dietschi ve ark. (1994) kompozit rezin restorasyonlardaki renklenmenin yüksek rezin içeriği nedeni ile su emilimine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Polimer matriks tarafından emilen su, matriks ile doldurucu arasındaki bağın kopmasına veya doldurucunun kendisinin hidrolitik ayrışmasına neden olarak renkleşmeyi arttırabildiği bildirilmiştir (Soederholm ve ark., 1984). Bunun yanında rezin matriksin polimerizasyonunun tamamlanmaması halinde artık monomerlerin oluşabileceği ve dolayısıyla yüzey renklenmelerinin de artacağı bildirilmiştir (Samra ve ark., 2008).

Patel ve ark. (2004) farklı bitirme işlemleri yaptıkları kompozit rezinleri farklı renklendirici solüsyonlarda (kahve, kırmızı şarap ve kola) bekletilmeleri sonucunda en fazla renk değişimi gösteren yüzeylerin bant altında kalan gruplarda elde edildiğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla renk stabilitesi için bu rezinden zengin tabakanın mutlaka kaldırılması gerektiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamız sonucunda en yüksek  $\Delta E$  değeri aynı zamanda en yüksek Ra değerinin de elde edildiği Grandio kompozit grubunda tespit edilirken, en düşük  $\Delta E$  değeri Grandio dışındaki diğer kompozit gruplarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösteren Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubunda elde edilmiştir. Dolayısıyla kompozit rezinlerde renk stabilitesinin yüzey pürüzlülüğünün dışında başka faktörlere de bağlı olduğu anlaşılmaktadır.

Smale ve Gerke (1992) pürüzlü yüzeylerin boyayıcı maddelerin emilimi ile renklenebileceğini ancak yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında her zaman bir ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir. Reis ve ark. (2003) renklenmenin direkt olarak kompozitlerin rezin kısmı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Khokhar ve ark. (1991) üretan dimetakrilat (UDMA) içeren rezinlerin dimetakrilat (BisGMA) içeren rezin matrislere göre renklenmeye karşı daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir.

Dietschi ve ark. (1994) hibrit, mikrohibrit ve mikrofil yapıdaki on farklı kompozit rezinin farklı renklendirici solüsyonlarda bekletilmeleri sonucunda renk stabilitesini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak yapısında BisGMA ve TEGDMA ile silanize edilmiş doldurucu partiküller içeren kompozitlerde daha fazla renklenme tespit edildiğini, hidrofobik rezine (UDMA, Hidrofobik DMA) ve yüksek inorganik içeriğe sahip olan ve doldurucu partikülleri direkt olarak rezine eklenen kompozitlerde ise daha az renklenme görüldüğünü bildirmişlerdir.

Choi ve ark. (2005) nanofil ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasında renk stabilitesini karşılaştırmışlar ve çalışma sonucunda en yüksek renk değişimi değerlerini Filtek Supreme grubunda elde etmişlerdir. Bunun sebebi olarak da Filtek Supreme'in rezin matris yapısında bulunan BisGMA ve TEGDMA hidrofilik monomerlerinin sorumlu olabileceğini bildirmişlerdir.

Ertaş ve ark. (2006) mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlerin farklı renklendirici solüsyonlarda (su, kola, hazır kahve, çay ve kırmızı şarap) bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılıklarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak en düşük  $\Delta E$  değerlerine rezin matris yapılarında TEGDMA içermeyen Filtek Z250 ve Filtek P60'ın sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda TEGDMA'nın hidrofilik yapısından dolayı renklenmeden sorumlu olabileceğini bildirmişlerdir.

Guler ve ark. (2009) farklı cila işlemleri uyguladıkları kompozit rezinleri 48 saat kahve solüsyonunda bekletilmelerinin ardından renk farklılıklarını kıyasladıkları çalışmalarında monomer yapısında TEGDMA içermeyen Filtek P60 ve Filtek Z250 kompozit rezinlerinde, TEGDMA içeren nanohibrit (Grandio, Filtek Supreme) ve üniversal (Quadrant LC) kompozit rezinlere göre daha az renklenme olduğunu bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda en düşük  $\Delta E$  değeri anlamlı şekilde Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubuna aittir. Filtek Z250 ise Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubu dışındaki diğer tüm kompozit gruplarından daha az renk değişimi göstermiştir. Kompozit grupları arasında sadece Aelite Aesthetic Enamel ve Filtek Z250 kompozitleri matris yapısında TEGDMA içermemektedir. Görsel algılanabilir değerlerin altında değerler ise ( $\Delta E=3.7$ ) sadece Aelite Aesthetic Enamel grubunda elde edilmiştir.

Sonuç olarak elde ettiğimiz veriler doğrultusunda kompozit rezinlerde meydana gelen renk değişimlerinde yüzey özellikleri kadar kompozitlerin monomer yapılarının da etkili olduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışma bir takım sınırlamalar içermektedir;

- Çalışmada 5 farklı türde kompozit kullanılmıştır ve nanokompozitlerin sadece mikrohibrit kompozitlerle karşılaştırması yapılmıştır. Kompozit türlerinin arttırılması ile daha detaylı sonuçlar elde edilebilir.
- Çalışmada hazırlanan kompozit örnekleri düz yüzeylere sahiptir. Halbuki ağız içerisindeki kompozit restorasyonlar içbükey ve dışbükey yüzeylere sahiptirler. Dolayısıyla ağız ortamı tamamen simüle edilememektedir.

- Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü 2 boyutlu mekanik profilometre ile yapılmıştır. Optik profilometrelerin ya da SEM ve AFM gibi 3 boyutlu cihazların kullanımı ile daha detaylı bilgiler sağlanabilir.

- Renklendirici ajan olarak tek bir solüsyon kullanılmıştır. Farklı boyayıcı ajanların kullanımı neticesinde de daha detaylı bilgiler elde edilebilir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Genel olarak kompozit rezin grupları Ra değerleri açısından değerlendirildiğinde nanofil kompozitlerde nanohibrit kompozitlerden daha düşük Ra değerleri elde edilmiştir. En yüksek Ra değeri Grandio nanohibrit kompozit grubunda tespit edilmiştir.
2. Nanofil ve nanohibrit kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü açısından mikrohibrit kompozit grubuna anlamlı bir üstünlükleri bulunamamıştır.
3. Cila işlemleri sonrasında en düzgün yüzeyler tungsten karbit frez sonrasında Sof-Lex disklerinin uygulandığı yüzeylerde elde edilmiştir. En pürüzlü yüzeyler ise sadece elmas frezlerin uygulandığı yüzeylerdir.
4. Çalışmamızda sadece bitirme frezlerinin uygulandığı gruplar (Grup E ve Grup T) dışındaki tüm gruplarda 0.7 µm ve altında Ra değerleri elde edilmiştir.
5. Genel olarak kompozit rezin grupları  $\Delta E$  değerleri açısından değerlendirildiğinde ise en fazla renk değişimi Grandio kompozit grubunda, en az renk değişimi ise Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubunda elde edilmiştir. Elde edilen renk farklılığı değerleri sadece Aelite Aesthetic Enamel grubunda görsel algılanabilir renk farklılığı sınırının ( $\Delta E = 3,7$ ) altındadır.
6. Renk stabilitesi açısından şeffaf bant altında kalan rezinden matriks tabakanın mutlaka uzaklaştırılması gerektiği anlaşılmıştır.
7. Kompozit rezinlerin renk değişimi üzerine hem yüzey pürüzlülüğünün hem de monomer yapısının etkili olduğu tespit edilmiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- Aelite Aesthetic Enamel Kompozit, Kullanım Talimatı, (2006), Bisco, Schaumburg, ABD.
- Albers, H. F. (2002). Tooth Coloured Restoratives: Principles and Techniques, **Ninth Ed.**, BC Decker Hamilton, Canada.
- Anusavice, K. J. (2003). Phillips' Science of Dental Materials, **Eleventh Ed.**, WB Saunders Comp China.
- Astropol, Kullanım Klavuzu, (2006), Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein.
- Attar, N., (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, **8 (1)**, 27-35.
- Bagheri, R., Burrow, M. F., Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, **33 (5)**, 389-398.
- Barbosa, S. H., Zanata, R. L., Navarro, M. F., Nunes, O. B. (2005). Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid, packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*, **16 (1)**, 39-44.
- Barghi, N., Lind, S. D. (2000). A guide to polishing direct composite resin restorations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, **21 (2)**, 138-144.
- 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, O., Swift, J. E. (1994). Update on dental composite restorations. *Journal of the American Dental Association*, **125 (6)**, 687-701.
- Bayne, S. C., Thompson J. Y., Taylor, D. F. (2002). Dental Materials, In: Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, **Fourth Edition**, Ed(s); Roberson, T. M., Heymann, H. O., Swift, E. J, Mosby Inc, Missouri, 134-233.
- Bayne, S. C. (2005). Dental biomaterials: Where are we and where are we going? *Journal of Dental Education*, **69 (5)**, 571-585.
- Berastegui, E., Canalda, C., Brau, E., Michel, C. (1992). Surface roughness of finished composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **68 (5)**, 742-749.
- Berns, R. S. (2000). Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology, **Third Ed.**, Wiley, New York.

- 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.
- 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.
- 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. J. (1962). Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. *US Patent*, 306-312; In: 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.
- Burgess, J. O., Norling, B. K., Rawls, H. R., Ong, J. L. (1996). Directly placed esthetic restorative materials-the continuum. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, **17** (8), 731-748.
- Burgess, J. O., Walker, W., Davidson, J. M. (2002). Posterior resin-based composites: Review of the literature. *Pediatric Dentistry*, **24** (5), 465-479.
- Chan, K. L., Fuller, J. L., Hormati, A. A. (1980). The ability of foods to stain two composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **43** (5), 542-545.
- Chandler, H. H., Bowen, R. L., Paffenbarger, G. C. (1971). Method for finishing composite restorative materials. *Journal of the American Dental Association*, **83** (2), 344-348.
- 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.
- Craig, R. G., Powers, J. M., Wataha, J. C. (2004). *Dental Materials; Properties and Manipulation*, **Eighth Ed.**, Mosby, China.
- Crispin, B., Caputo, A. (1979). Color stability of temporary restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **42** (1), 27-33.
- Da Costa, J., Ferracane, J., Paravina, R. D., Mazur, R. F., Roeder, L. (2007). The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **19** (4), 214-226.

- Davis, N. (2003). A Nanotechnology Composite. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, **24** (9), 662-667.
- Dayangaç, B. (2000). Kompozit Rezin Restorasyonlar, Güneş Kitabevi, Ankara, 1-20.
- Dietschi, D., Campanile, G., Holz, J., Meyer, J. M. (1994). Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dental Materials*, **10** (6), 353-362.
- Duke, E. S. (2003). Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, **24** (5), 380-382.
- Drummond, J. L., Jung, H., Savers, E. E., Novickas, D., Toepke, T. R. (1992). Surface roughness of polished amalgams. *Operative Dentistry*, **17** (4), 129-134.
- Enhance Bitirme ve Cila Sistemi Kullanım Klavuzu, (2004), Dentsply, DeTrey Konstanz, Almanya.
- Ergücü, Z., Türkün, L. Ş. (2005). Nanokompozitlerin mikrosızıntısında adezivlerin önemi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **26** (1), 59-64.
- Eroğlu, E., Küçükeşmen, H. C., Uluhan, B. (2007). S.D.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi kliniğine müracaat eden hastaların diş rengi dağılımının saptanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, **14** (2), 28-32.
- Ertaş, E., Güler, A. U., Yücel, A. C., Köprülü, H., Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, **25** (2), 371-376.
- 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 Material Research*, **42** (3), 465-472.
- Filtek Z250, Kullanım Klavuzu, (2005), 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD.
- Filtek Supreme XT, Kullanım Klavuzu, (2005), 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD.
- 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.
- Gadegaard, N. (2006). Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*, **81** (2-3), 87-97.
- Garcia, A. H., Lozano, M. A. M., Villa, J. C., Escribano, A. B., Galve, P. F. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, **11** (2), 215-220.

- Gedik, R., Hürmüzlü, F., Coşkun, A., Bektaş, O. O., Özdemir, A. K. (2005). Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *Journal of the American Dental Association*, **136** (8), 1106-1112.
- Gerlach, R. W., Barker, M. L., Sagel, P. A. (2002). Objective and subjective whitening response of two self-directed bleaching system. *American Journal of Dentistry*, **15**, 7-12.
- Grandio EN 24049/ISO4049'a Uygun, Işıklıla Sertleşen Nano Hibrid Dolgu Materyali, Kullanım Talimatı (2006), VOCO, Cuxhaven, Almanya.
- Guler, A. U., Yılmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., Kurt, S. (2005a). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **94** (2), 118-124.
- Guler, A. U., Kurt, S., Kulunk, T. (2005b). Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **93** (5), 453-458.
- Güler, A. U., Güler, E., Yücel, A. Ç., Ertaş, E. (2009). Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*, **17** (2), 108-112.
- 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.
- Hergott, A. M., Ziemiecki, T. L., Denisson, J. B. (1989). An evaluation of different composite resin systems finished with various abrasives. *Journal of the American Dental Association*, **119** (6), 729-732.
- Hoelscher, D. C., Neme, A. M. L., Pink, F. E., Hughes, P. J. (1998). The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*, **23** (1), 36-42.
- Hunter, R.S. (1975). The measurement of appearance. Wiley New York, 3-68.
- Iazzetti, G., Burgess, J.O., Gardiner, D., Ripps, A. (2000). Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Operative Dentistry*, **25** (6), 520-525.
- International Commission on Illumination. (1986). Colorimetry: official recommendations of the international commission on illumination, **Second ed.**, Vienna: Bureau Central de la CIE; 15. [www.cie.co.at/publ/abst/15-2-86.html](http://www.cie.co.at/publ/abst/15-2-86.html), 25.07.09, 09:22.

- İnan, H., Tamam, E., Bağış, B. (2008). Tam Protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **17 (3)**, 171-176.
- Jager, N., Feilzer, A., Davidson, C. L. (2000). The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dental Materials*, **16 (6)**, 381-388.
- Jandt, K. D. (2001). Atomic force microscopy of biometaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*, **491 (3)**, 303-332.
- 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.
- Johnston, W. M., Kao, E. C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, **68 (5)**, 819-822.
- Johnston, W. M., Reisbick, M. H. (1997). Color and translucency changes during and after curing of esthetic restorative materials. *Dental Materials*, **13 (2)**, 89-97.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, **32 (1)**, 3-12.
- Jones, C. S., Billington, R. W., Pearson, G. J. (2004). The in vivo perception of roughness restorations. *British Dental Journal*, **196 (1)**, 42-45.
- Joniot, S., Salomon, J. P., Dejoui, J., Gregoire, 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.
- Judd, D. B., Wyszecski, G. (1975). *Color in Business, Science and Industry*. Wiley, New York.
- Jung, M. (1997). Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative Dentistry*, **22 (3)**, 98-104.
- Jung, M., Voit, S., Klime, K. (2003). Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Operative Dentistry*, **28 (1)**, 53-59.
- Junqueira, L. C. (1992). Study Designs In: Junqueira, L. C., Carneiro, J., Kelly, R. O. *Basic Histology. Seventh Edition*, Appleton& Lange, Lange, 1-17.

- 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 Material Science: Materials in Medicine*, **18** (1), 155-163.
- Khokhar, Z. A., Razzoog, M. E., Yaman, P. (1991). Color stability of restorative resins. *Quintessence Internatinal*, **22** (9), 733-777.
- Köprülü, H., Dayangaç, B., Gürgan, S., Önen, A. (1992). Farklı posterior kompozitlerin kahve ve çay ile boyanması. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, **19**, 371-374.
- Kuehni, R. G., Marcus, R. T. (1979). An Experiment in Visual Scaling of Small Color Differences. *Color Research & Application*, **4** (2), 83-91; In: Türkün, L. S., Türkün, M. (2004b). 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.
- Kugel, G. (2000). Direct and indirect adhesive restorative materials: A review. *American Journal of Dentistry*, **13**, 35-40.
- Lee, I., Chang, J., Ferrance, J. (2008). Slumping resistance and viscoelasticity prior to setting of dental composites. *Dental Materials*, **24** (12), 1586-1593.
- 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.
- Lutz, F., Setcos, J. C., Phillips, R. W. (1983). New finishing instruments for composite resins. *Journal of the American Dental Association*, **107** (4), 575-580.
- McLaren, K. (1987) Colour Scales and Colour Difference In: Colour Physics for Industry. Ed:McDonald, R., Charlesworth&Co Ltd, 97-115.
- Mitra, S. B., Wu, D., Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association*, **134** (10), 1382-1390.
- Munsell Renk Sistemi, [www.sidero.com.tr/terimler\\_4c.php](http://www.sidero.com.tr/terimler_4c.php), 12.08.09, 10:38.

- Myshko, D. (2004). Nanotechnology It's a Small World. *Pharma Voice*, **February**, 34-39.
- Nagem, F. H., D'Azevedo, M. T., Nagem, H. D., Marsola, F. P. (2003). Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Brazilian Dental Journal*, **14 (1)**, 37-41.
- Nash, R. W., Lowe, R. A., Leinfelder, K. (2001). Using packable composites for direct posterior placement. *Journal of the American Dental Association*, **132 (8)**, 1099-1104.
- Neme, A. L., Frazier, K. B., Roeder, L. B., Debner, T. L. (2002). Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*, **27 (1)**, 50-58.
- O'Brien, W. J. (2002). Abrasion, Polishing and Bleaching, In: *Dental Materials and Their Selection*, Ed:O'Brien W.J., Quintessence Books, Canada, 156-164.
- 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.
- Okubo, S. R., Kanawati, A., Richards, M. W., Childress, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **80 (6)**, 642-648.
- 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.
- Paravina, R. D., Powers, J. M. (2004). *Esthetic Color Training in Dentistry*, **First Ed.**, Elsevier-Mosby, China.
- Patel, S. B., Gordan, V. V., Barret, A. A., Shen, C. (2004). The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *Journal of the American Dental Association*, **135 (5)**, 587-594.
- Paul, S., Peter, A., Pietroman, N., Hammerle, C. H. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, **81 (8)**, 578-582.
- Phillips, R. W. (1984). *Elements of Dental Materials. For Dental Hygienists*. **Fourth Ed.**, W.B. Saunders Company Philadelphia.
- Phinney, D. J., Halstead, J. H. (2003). *Delmar's Dental Assisting: A Comprehensive Approach*, **Second Ed.**, Thompson Company USA.
- PoGo; Cila Sistemi Kullanım Klavuzu, (2002), Dentsply, DeTrey Konstanz, Almanya.



- Powers, J. M., Sakaguchi, R. L. (2006a). Resin Composite Restorative Materials, In: Craig's Restorative Dental Materials, **Twelfth Edition**, Mosby, Missouri, 190-212.
- Powers, J. M., Sakaguchi, R. L. (2006b). Optical, Thermal, and Electrical Properties, In: Craig's Restorative Dental Materials, **Twelfth Edition**, Mosby, Missouri, 28-50.
- 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.
- 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., 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, T. M., Heymann H. O., Ritter, A. V. (2002). Introduction to Composite Restorations, In: Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, Eds; Roberson, T. M., Heymann H. O., Swift E. J., **Fourth Edition**., Mosby Inc, Missouri, 488-499.
- 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.
- Roulet, J. F. (1987). Polymer constructions used in restorative dentistry, In: Degradation of Dental Polymers. Karger, New York, 3-59.
- Ruyter, I. E., Svendsen, S. A. (1978). Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. *Acta Odontologica Scandinavica*, **36 (2)**, 75-82.
- Ruyter, I. E. (1988). Composites - Characterization of composite filling materials: reactor response. *Advances in Dental Research*, **2 (1)**, 122-129.
- Ruyter, I. E., Nilner, K., Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, **3 (5)**, 246-251.
- 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.
- Samra, A. P., Pereira, S. K., Delgado, L. C., Borges, C. P. (2008). Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, **22 (3)**, 205-210.

- Schwabacher, W. B., Goodkind, R. J. (1990). Three dimensional shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **64** (4), 425-431.
- Seghi, R. R., Johnston, W. M., O'Brien, W. J. (1986). Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **56** (1), 35- 40.
- Seghi, R. R., Hewlett, E. R., Kim, J. (1989). Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of Dental Research*, **68** (12), 1760-1764.
- Seghi, R. R., Gritz, M. D., Kim, J. (1990). Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dental Materials*, **6** (2), 133-137.
- 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.
- 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.
- Smales, R. J., Gerke, D. C. (1992). Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *American Journal of Dentistry*, **5** (4), 208-212.
- Soederholm, K.J., Zigan, M., Ragan, M., Fischlschweiger, W., Bergman, M. (1984). Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal of Dental Research*, **63** (10),1248-1254.
- Sof-Lex Teknik Ürün Profili, (2002), 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD.
- 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.
- Stoddard, J. W., Johnson, G. H. (1991). An evaluation of polishing agents for composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **65** (4), 491-495.
- Swift, E. J. (2005). Ask the experts: Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **17** (1), 3-4.
- Tjan, A. H., Chan, C. A. (1989). The polishability of posterior composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **61** (2), 138-146.
- Tyas, M. J. (1990). Correlation between fracture properties and clinical performance of resins in Class IV cavities. *Australian Dental Journal*, **35** (1), 46-49.

- Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., Hittelman E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **88** (6), 585-590.
- 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. S., Türkün, M. (2004a). The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*, **29** (2), 203-211.
- Türkün, L. S., Türkün, M. (2004b). 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.
- Um, C. H., Ruyter, I. E. (1991). Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International*, **22** (5), 377-386.
- Üçtaşlı, M. B., Arisu, H. D., Ömürlü, H., Eligüzeloğlu, E., Ozcan, 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.
- Van Der Burgt, T. P., Ten Bosch, J. J., Borsboom P. C. F., Kortsmid W. J. P. M. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **63** (2), 155-162.
- 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.
- 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.
- Venz, S., Antonucci, J.M. (1987). Effect of photoaccelerators on curing and discoloration of composites. *Journal of Dental Research*, **66** (özel sayı), 246; In: Um, C. H., Ruyter, I. E. (1991). Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International*, **22** (5), 377-386.
- Wakefield, C. W., Kofford K. R. (2001). Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America*, **45** (1), 7-29.

- Ward, D. H. (2005). Esthetic restoration of tooth structure using a nanofill composite system. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, **26** (4), 252-257.
- 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.
- 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.
- Wyszecki, G., Stiles, W. S. (1982). Color Science: Concepts and methods, quantitative data and formulae. **Second Ed.**, Wiley, New York.
- Yannikakis, S. A., Zissis, A. J., Polyzois, G. L., Caroni, C. (1998). Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, **80** (5), 533-539.
- 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., Wong, M. L., Lim, A. C. Y. (2000). The effect of polishing systems on microleakage of tooth colored restoratives: Part 2 composite and polyacid-modified composite resins. *Journal of Oral Rehabilitation*, **27** (3), 205-210.
- Yap, A. U. J., Mok, B. Y. Y. (2002). Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry*, **27** (2), 161-166.
- Yap, A. U. J., Yap, S. H., Teo, C. K., Ng, J. J. (2004a). Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Operative Dentistry*, **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.
- Yap, A. U. J., Tan, C. H., Chung, S. M. (2004c). Wear behaviour of new composite restoratives. *Operative Dentistry*, **29** (3), 269-274.
- Yavuzylmaz, H., Ulusoy, M., Kedici, S., Kansu, G. (2003). Protetik Diş Tedavisi terimleri sözlüğü Türk Protodonti ve İmplantoloji Derneği Ankara şubesi derneği yayınları, Ankara.
- Zaimoğlu, A., Can, G. (1993). Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi, Ankara.

