



T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF ANABİLİM DALI
BAŐKANLIĐI

**YÜKSEK ESTETİĞE SAĞIP DENTAL
KOMPOZİTLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Numan AYDIN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

**ANKARA
2019**



T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF ANABİLİM DALI
BAŐKANLIĐI

**YÜKSEK ESTETİĞE SAHİP DENTAL
KOMPOZİTLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Numan AYDIN

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Fulya TOKSOY TOPÇU**

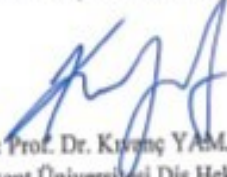
**ANKARA
2019**

**T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Dekanlığı'na;**

"Yüksek Estetiğe Sahip Dental Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişiminin İncelenmesi" konulu bu çalışma jürimiz tarafından Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.



Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fulya TOKSOY TOPÇU
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi ABD



Üye: Prof. Dr. Kıvanç YAMANEL
Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi ABD



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Elif Aybala OKTAY
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi
Dekan Yardımcısı

ONAY: Dt. Numan Aydın'ın 30.04.2019 tarihinde savunduğu bu tez, Akademi Kurulu'na belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Serpil KARAOĞLANOĞLU
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tez planlamasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklarımda kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Numan AYDIN

30.04.2019

ÖZET

Günümüzde nanoteknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile geliştirilen yüksek estetiğe sahip kompozitler anterior ve posterior dişlerin tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kompozitler ile restore edilen dişlerin estetik görünümünü restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğü, parlaklığı ve renk kararlılığı gibi karakteristik özellikleri etkilemektedir. Birçok araştırmada kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi içecekler ve ağız gargaralarının kompozit restorasyonlarda farklı derecelerde renklenmelere neden olduğu bildirilmiştir.

Çalışmamızın amacı; farklı partikül büyüklüğündeki (supra-nano, submikron hibrit, nanohibrit, nano seramik ve mikrohibrit) yüksek estetiğe sahip kompozitlerin bitirme ve cila işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini incelemektir.

Çalışmada Ceram.x Duo (Dentsply Srona), Harmonize (Keer), Estelite Asteria (Tokuyama), Brilliant EverGlow (Coltene) ve Amaris (Voco) olmak üzere 5 adet kompozit kullanıldı. Kompozit örnekler için 6x2 mm boyutunda metal kalıp kullanılarak toplam 225 adet örnek oluşturuldu. Örneklerin D- Light Pro (GC) led ışık cihazı kullanılarak polimerize edildi. Hazırlanan örnekler farklı yüzey pürüzlülük işlemleri için kendi içerisinde rastgele Sof-Lex (3M ESPE), OptiDisc (Kerr), Clearfil Twist DIA (Kururay), Super snap (Shofu) ve mylar strip (Jovident B.V) olmak üzere 5 alt gruba ayrıldı. Hazırlanan örnekler, içerisinde distile su bulunan ependorf tüplerine tek tek konularak etüv (FN 500, Nüve) içerisinde 37 °C 24 saat bekletildi. Daha sonra kompozit örneklerin başlangıç renk değerleri spektrofotometre (Vita Easyshade Advance, Vita) ve yüzey pürüzlülükleri ise profilometre (Perthometer M2, Mahr; Germany) kullanılarak ölçüldü. Örneklerin başlangıç renk ve yüzey pürüzlülüğü tespit işleminden sonra içerisinde 2 ml kahve (Nescafe Classic, Nescafe) olan ependorf tüplerine konularak etüv içerisinde 37 °C 7 gün bekletildi. Kahve içerisinde bekletilen örneklerin 1. ve 7. gündeki renk ölçümleri aynı spektrofotometre cihazı ile yapıldı.

İstatiksel incelemeler SPSS 22 (IBM Inc., ABD) paket programında yapıldı. Yüzey pürüzlülüğü (Ra), 1. ve 7. gün sonundaki renk değişim değerleri (ΔE) tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arasındaki farklılıklar ise Tukey testi kullanıldı. 1 ve 7. gün sonundaki grup içi renk farklılıklarının analizinde “bağımlı örneklerde t-testi” (paired-t) yapıldı. Sonuçlar ($p < 0,05$) anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

Farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonra kompozitlerin yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; nano seramik, submikron hibrit ve mikrohibrit kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülürken ($p<0,05$), nanohibrit ve supra-nano kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğü değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p>0,05$). En düşük yüzey pürüzlülük değeri alüminyum oksit kaplı disk sisteminin kullanıldığı supra-nano kompozitte, en fazla yüzey pürüzlülük değeri ise elmas içerikli spiral sisteminin kullanıldığı mikrohibrit kompozitte görüldü.

Kompozitlerin renk değişim değerleri incelendiğinde; nanohibrit kompozitin 1. gündeki renk değişim değerleri, bitirme ve cila sistemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$); nano seramik, supra nano, submikron ve mikrohibrit kompozitlerin renk değişim değerleri arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$). Kompozit örneklerin 7. gündeki renk değişim değerleri incelendiğinde ise; nano seramik, nanohibrit, supra-nano ve mikrohibrit kompozitlerin bitirme ve cila sistemlerine göre renk değişim değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ($p<0,05$), submikron hibrit kompozitlerin renk değişim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0,05$). En düşük renk değişimi ($\Delta E:4,43$) supra-nano kompozitte, en fazla renk değişimi ($\Delta E:12,80$) mikrohibrit kompozitte görüldü.

Çalışmamızda en az yüzey pürüzlülüğü supra-nano kompozitte görülürken, en fazla yüzey pürüzlülüğü mikrohibrit kompozitte görüldü. Kompozit grupları üzerinde en az Ra değerini alüminyum oksit kaplı disk sistemi oluşturmasına rağmen, elmas partikül içeren spiral bitirme ve cila sistemi tüm kompozit gruplarında 1. ve 7. gün sonunda en az renk değişimi oluşturdu. Kompozitlerin en az renk değişimi supra-nano, nano seramik, nanohibrit, submikron hibrit ve mikrohibrit şeklinde sıralandı. Fakat tüm kompozit gruplarının 7. gün sonunda klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değerinin ($\Delta E: 3,3$) üzerinde olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Rezin, Renk kararlılığı, Yüzey pürüzlülüğü

ABSTRACT

Today, highly aesthetic composites, developed by employing nanotechnology in the field of dentistry, are widely used in the treatment of anterior and posterior teeth. The aesthetic appearance of the teeth restored with composite materials is affected by the characteristic features of the restorative material such as; surface roughness, gloss and color stability. In many studies, beverages like coffee, tea, cola, red wine, and mouthwashes have been reported to cause varying degrees of coloration in composite restorations.

The aim of this study is to examine the surface roughness and color change in high aesthetic composites of different particle size (supra-nano, submicron hybrid, nanohybrid, nano-ceramic, and micro-hybrid) after finishing and polishing processes.

In the study, 5 different composites; Ceram.x Duo (Dentsply Sirona), Harmonize (Keer), Estelite Asteria (Tokuyama), Brilliant EverGlow (Coltene) and Amaris (Voco) were used. A total of 225 composite samples were generated using a 6x2 mm metal mods. The samples were polymerized using a D-Light Pro (GC) led light device. The prepared samples were randomly divided into 5 subgroups (Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist DIA, Super snap and Mylar strip) for different surface roughness processes. Then, they were placed, one by one, into the Eppendorf tubes filled with distilled water and kept at 37 °C for 24 hours in the incubator. Then, the initial color values of the composite samples were measured by using a spectrophotometer (Vita Easyshade Advance) and the surface roughness values were measured using a profilometer (Perthometer M2). After initial color and surface roughness values were measured, the samples were kept in Eppendorf tubes filled with 2 ml coffee (Nescafe Classic) at 37 °C for 7 days in the incubator. On the 1st and 7th days, the color measurements of the samples, kept in the coffee, have been made with the same spectrophotometer.

Statistical analysis was performed with SPSS 22 (IBM Inc.,USA). For surface roughness (Ra) and color change values at the end of the 1st day and 7th day (ΔE), one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey test were employed to determine the differences between the groups. At the end of the 1st and 7th day, for the analysis of intra-group color differences, the t-test for dependent samples (paired-t) was performed. The results were evaluated at ($p < 0,05$) significance level.

When the surface roughness values of composites are examined after different finishing and polishing processes, while there was a statistically significant difference between the surface roughness values of nano ceramic, submicron hybrid and microhybrid composite samples ($p < 0,05$), there was no significant difference between the surface roughness values of nanohybrid and supra-nano composite samples ($p > 0,05$). The lowest surface roughness value was observed in the supra-nano composite, which was processed in the aluminum oxide coated disc system, and the highest surface roughness value was seen in the microhybrid composite, processed in the diamond particle embedded spiral system.

When the color change values of composites are examined according to different finishing and polishing systems; the color change values of the nanohybrid composite on the 1st day were statistically significant ($p < 0,05$), there was no significant difference between the color change values of nano-ceramics and supra nano, submicron and micro hybrid composites ($p > 0,05$). On the other hand, when the same analysis was done on the 7th day; while there was a significant difference between the intragroup color change values of nanoceramics, nanohybrid, supra-nano and microhybrid composites ($p < 0,05$), there was no significant difference in submicron hybrid composites ($p > 0,05$). The lowest color change ($\Delta E: 4,43$) was in the supra-nano composite, and the highest ($\Delta E: 12,80$) was in the microhybrid composite.

In our study; the least surface roughness was observed in the supra-nano composite, while the highest was observed in the microhybrid composite. Although the the lowest Ra value on the composite groups was taken with aluminum oxide coated disc system, the diamond particle embedded spiral finishing and polishing system led to the least color change at the end of the 1st and 7th days in all composite groups. It was concluded that the color change of the composites was related to the particle size and the color change was at the lowest degree in supra-nano, then in nano ceramic, nanohybrid, submicron hybrid, and microhybrid, respectively. Nevertheless, at the end of the 7th day, the color change value was found to be above the clinically acceptable level ($\Delta E: 3,3$) in all composite groups.

Key words: Composite resin, Color stability, Surface roughness

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve hoşgörüyü bana yardımcı olan ve yol gösteren danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Fulya TOKSOY TOPÇU'** ya

Tezimin hazırlanması sırasında titizlikle bana yardım eden ve yol gösteren, uzmanlık eğitimime yapmış olduğu katkılarından dolayı Restoratif Diş Ted. AD. Başkanı ve Gülhene Diş Hekimliği Fakóltesi Dekanı Sayın **Prof. Dr. Serpil KARAOĞLANOĞLU'** na ve her konuda anlayıő ve hoşgörüsüyle desteğini hissettiğim Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Elif Aybala OKTAY'** ya

Uzmanlık eğitimim sırasında bana destek ve yardımcı olan **Uzm. Dt. Ertürk BİLGEÇ**, **Uzm. Dt. Funda DEMİR** ve **Arő. Gör. Melis BAYSAL'**a

Hayatım boyunca bana destek olup bugünlere gelmemi sağlayan canım anneme, babama, tezimin tüm aşamalarında yanımda olan ve beni hep destekleyen yardımını hiç esirgemeyen canım eőim **Aysun ÇALGAN AYDIN**, kızım **Asya Mira AYDIN** ve kayınbabam **Muammer ÇALGAN'**a sonsuz teşekkür eder, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Numan AYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
1 GİRİŞ ve AMAÇ	1
2 GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 KOMPOZİT REZİNLERİN GELİŞİMİ	3
2.2 KOMPOZİT REZİNLERİN YAPISI	4
2.2.1 Organik Faz (continous phase).....	4
2.2.1.1 Monomerler ve ko-monomerler	4
2.2.1.2 İnhibitörler.....	5
2.2.1.3 Polimerizasyon başlatıcılar (initiatör/ akseleratör).....	5
2.2.1.4 Ultraviyole stablizatörleri.....	6
2.2.2 Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması	6
2.2.2.1 Makrofil kompozitler	7
2.2.2.2 Mikrofil kompozitler	7
2.2.2.3 Midifil kompozitler	8
2.2.2.4 Minifil kompozitler	8
2.2.2.5 Mikrofil Kompozitler	8
2.2.2.6 Hibrit kompozitler	9
2.2.2.7 Nanokompozitler	10
2.3 KOMPOZİT REZİNLERDE BİTİRME VE CİLA İŞLEMLERİ.....	11
2.3.1 Bitim ve Cila İşlem Basamakları	12
2.3.1.1 Kaba bitirme	12
2.3.1.2 Kontur verme.....	12
2.3.1.3 İnce bitirme.....	12
2.3.1.4 Cila	12
2.3.2 Bitirme ve Cila Aletlerinin Sınıflandırılması.....	13
2.3.2.1 Bağlı aşındırıcılar	13

2.3.2.2	Kaplı aşındırıcılar	13
2.3.2.3	Zayıf bağlı aşındırıcılar	14
2.3.3	Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri	14
2.3.3.1	Alüminyum oksit	14
2.3.3.2	Karpit bileşikleri	14
2.3.3.3	Elmas aşındırıcılar	15
2.3.3.4	Silikon dioksit	15
2.3.3.5	Zirkonyum oksit	15
2.3.3.6	Zirkonyum silikat	15
2.3.4	Dental Bitirme ve Cila Materyalleri	15
2.3.4.1	Elmas bitirme frezleri	15
2.3.4.2	Karpit bitirme frezleri	16
2.3.4.3	Taşlar	16
2.3.4.4	Kaplı abraziv bitirme ve cila diskleri ve stripleri	16
2.3.4.5	Tekerlek, çanak ve sivri uçlu lastikler	17
2.3.4.6	Zayıf aşındırıcı cila patları	17
2.3.4.7	Fırçalar ve keçeler	17
2.4	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ	17
2.4.1	Profilometreler	18
2.4.1.1	Mekanik profilometreler	18
2.4.1.2	Optik profilometreler	19
2.4.2	Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)	19
2.4.3	Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)	19
2.5	RENK	19
2.5.1	Renk Ölçüm Sistemleri	20
2.5.1.1	Munsell renk sistemi	20
2.5.1.2	CIE Lab renk sistemi	21
2.5.2	Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri	22
2.5.3	Renk Ölçümünde Kullanılan Cihazlar	23
2.5.3.1	Spektrofotometre	23
2.5.3.2	Kolorimetre	23
2.5.3.3	Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri	24
3	MATERYAL METOD	25
3.1	KULLANILAN MATERYALLER	25

3.1.1	Kompozit Dolgu Materyalleri	25
3.1.1.1	Ceram.x duo (Dentsply Srona, Almanya)	26
3.1.1.2	Harmonize (Keer, ABD)	26
3.1.1.3	Estelite Asteria (Tokuyama, Tokyo, Japonya)	27
3.1.1.4	Brilliant EverGlow (Coltene/Whaledent AG Altstatten, İsvicre)	27
3.1.1.5	Amaris (Voco, Cuxhaven, Germany).....	28
3.1.2	Bitirme ve Cila Sistemleri	28
3.1.2.1	Sof-Lex disk ve spiraller (3M ESPE, St. Paul, ABD).....	29
3.1.2.2	OptiDisc bitirme ve cila seti (Kerr, ABD)	29
3.1.2.3	Clearfil Twist Dia (Kururay, Almanya)	30
3.1.2.4	Super Snap bitirme ve cila seti (Shofu, Japonya).....	31
3.1.3	Kompozit örneklerin renklendirilmesinde kullanılan kahve (Nescafe Classic, Türkiye)	31
3.2	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİ.....	32
3.2.1	Örnaklerin hazırlanması	32
3.2.2	Kompozit grupların oluşturulması	33
3.2.3	Kompozit örneklerin bitim ve cila işlemleri	33
3.2.4	Kompozit örneklerin başlangıç pürüzlülük ve renk ölçümleri.....	34
3.2.4.1	Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü	35
3.2.4.2	Kompozit örneklerin kahve içerisinde renklendirilmesi	36
3.2.4.3	Kompozit örneklerin renk değişimi ölçümleri	37
3.3	TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU GÖRÜNTÜSÜ	38
3.4	İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	40
4	BULGULAR	41
4.1	YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ	41
4.1.1	Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi	41
4.1.2	Kompozit Gruplarının Renk Değişiminin Değerlendirilmesi	48
5	TARTIŞMA	55
6	SONUÇ VE ÖNERİLER	67
7.	KAYNAKLAR	68
8.	ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ	78

KISALTMALAR

Al ₂ O ₃	: Alüminyum oksit
AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
ANOVA	: Analysis Of Variance (Varyans Analizi)
Bknz	: Bakınız
Bis-EMA	: Etoksillenmiş bisfenol A glikol dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol-A-Glisidilmetakrilat
CIE	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CQ	: Kamferokinon
dk	: dakika
gr	: gram
kv	: kilo volt
LED	: Light-Emitting Diode
MMA	: Metilmetakrilatlar
N	: Newton
PEGDMA	: Polietilen glikol dimetakrilat
PMMA	: Polimetilmetakrilatlar
TEGDMA	: Trietilen glikol dimetakrilat
µm	: Mikrometre
nm	: Nanometre
Ra	: Yüzey pürüzlülüğü
sa	: Saat
sn	: Saniye
pH	: Asit-Baz değeri
SEM	: Tarayıcı Elektron Mikroskobu
SiO ₂ -ZrO ₂	: Silisyum oksit-zirkonyum oksit
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
W	: Watt
ΔE	: Renk farkı değeri
USPHS	: United States Public Health Service

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2. 1: Kompozit rezinlerin sınıflandırılması (49)	7
Tablo 2. 2: Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması	13
Tablo 2. 3: Klinik renk değişim tolerans değerleri tablosu	22
Tablo 3. 1: Kullanılan kompozit materyallerin özellikleri	25
Tablo 3. 2: Kullanılan bitirme ve cilalama disk ve spirallerin özellikleri	28
Tablo 3. 3: Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri	33
Tablo 4. 1: Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	41
Tablo 4. 2: Ceram.x dou nano seramik kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	42
Tablo 4. 3: Harmonize nanohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	43
Tablo 4. 4: Estelite Asteria supra-nano kompozit rezinin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	44
Tablo 4. 5: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	45
Tablo 4. 6: Amaris mikrohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	46
Tablo 4. 7: Kompozitlerin partikül büyüklüğü göre farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	47

Tablo 4. 8: Kompozitlerin partikül büyüklüğüne göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	48
Tablo 4. 9: Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra kompozitlerin 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	49
Tablo 4. 10: Ceram.x dou nano seramik universal kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1 ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	49
Tablo 4. 11: Harmonize nanohibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1 ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	50
Tablo 4. 12: Estelite Asteria supra-nano kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1 ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	51
Tablo 4. 13: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1 ve 7. gündeki renk değişim degerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	51
Tablo 4. 14: Amaris mikrohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1 ve 7. gündeki renk değişim degerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	52
Tablo 4. 15: Kompozitlerin partikül büyüklüğügöre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra kompozitlerin 1. gündeki renk değişim degerleri (ΔE_1), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları	53
Tablo 4. 16: Kompozitlerin partikül büyüklüğü göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 7. gündeki renk değişim degerleri (ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları.....	54
Tablo 4. 17: Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ile 1 ve 7. gündeki renk değişimleri (ΔE) arasındaki korelasyon analizinde.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2. 1: Kompozitlerin organik matriks içerisindeki monomerler (47)	5
Şekil 2. 2: Kamforkinonun serbest radikal oluşturması (47).....	6
Şekil 2. 3: Mikrofil ve makrofil partikül büyüklüğünün şematik kıyaslaması (47)	8
Şekil 2. 4: Kompozit rezinlerin partikül büyüklüğüne göre sınıflaması (60)	11
Şekil 2. 5 : Restoratif materyelerin bitim ve cila işlem basamakları (64)	11
Şekil 2.6: Munsell Renk Sistemi (84).....	20
Şekil 2.7: CIE Lab Renk Sistemi (84)	21
Şekil 3. 1: Ceram.x dou universal nano ceramik kompozit (E2 mine).....	26
Şekil 3. 2: Harmonize nonohibrit kompozit (A2 mine)	26
Şekil 3. 3: Estelite Asteria supra-nano spherical hibrit kompozit (A2B body)	27
Şekil 3. 4: Brilliant EverGlow universal submikron hibrit kompozit (A2/B2)	27
Şekil 3. 5: Amaris mikrohibrit kompozit (Natürel translusent).....	28
Şekil 3. 6: Sof-Lex bitirme ve cilalama diskleri ve spiralleri	29
Şekil 3. 7: OptiDisc bitirme ve cila seti.....	30
Şekil 3. 8 : Clearfil Twist Dia kopolit bitirme ve cila sistemi	30
Şekil 3. 9: Super Snap bitirme ve cila seti	31
Şekil 3. 10: Çalışmada kullanılan kahve (Nescafe, Türkiye)	31
Şekil 3. 11: Metal mod ile kompozit örneklerin hazırlanması	32
Şekil 3. 12: Kompozit örnekler	32
Şekil 3. 13: Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı.....	33
Şekil 3. 14: Kompozit örneklerin mum üzerine sabitlenmesi	34
Şekil 3. 15: Örneklerin 24 saat suda beklemesi.....	35
Şekil 3. 16: Profilometre Cihazı	36
Şekil 3. 17: Örneklerin kahve içerisinde bekletilmesi.....	37
Şekil 3. 18: Spektrofotometre cihazı (VITA Easyshade Advance).....	37
Şekil 3. 19: Renk ölçüm düzeneği	38
Şekil 3. 20: Örnek SEM analizi için altın kaplanması.....	39
Şekil 3. 21: Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	39

Şekil 4. 1: Ceram.x dou kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri (5000 × büyütme)	42
Şekil 4. 2: Harmonize nanohibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) görüntüleri (5000 × büyütme).....	43
Şekil 4. 3: Eatelite Asteria supra-nano kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) görüntüleri (5000 × büyütme).....	44
Şekil 4. 4: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri (5000 × büyütme).....	45
Şekil 4. 5: Amaris mikrohibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri (5000 × büyütme).....	46

1 GİRİŞ ve AMAÇ

Dental kompozitler modern diş hekimliğindeki gelişmeler ile diş çürüğü veya deforme olmuş dişlerin tedavisinde amalgama alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. (1) İlk rezin esaslı kompozitlerin Dr. Bowen tarafından 1960 yıllarda tanıtılmasından sonra, üreticiler bu materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi için çalışmaktadır. (2)

Günümüzde nanoteknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile geliştirilen yüksek estetiğe sahip supra-nano, submikron hibrit, nanohibrit, nano seramik ve mikrohibrit kompozitler anterior ve posterior dişlerin tedavisinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu kompozitlerin yapısı geleneksel kompozitlere benzemekle birlikte, nano doldurucular (nanomer) ve nanomer gruplarından (nanocluster) oluşmaktadır. İnorganik doldurucuların boyutları 0,005-0,01 µm arasında olup (3) görünür ışıkta absorpsiyon veya saçılım oluşturmayarak daha iyi estetik özellikler gösterdikleri belirtilmektedir. (4)

Kompozitler ile restore edilen dişlerin estetik görünümünü restoratif malzemenin yüzey pürüzlülüğü, parlaklığı ve renk kararlılığı gibi karakteristik özellikleri etkilemektedir. (5-7) Bollen ve ark., yaptığı *in vitro* araştırmada 0,2 nm üzerindeki pürüzlülük değerlerinin bakteri plağının tutunmasında retansiyon alanı oluşturduğunu ifade etmişlerdir. (8)

Dental kompozitlerin bitirme ve cila işlemleri için çeşitli metotlar ve materyaller geliştirilmiştir. Başlıca kullanılan malzemeler tungsten karpit bitirme frezleri, elmas bitirme frezleri, taslar, aşındırıcı lastikler veya silikon diskler, fırçalar, silikon karpit kaplı veya alüminyum oksit kaplı aşındırıcı diskler, stripler ve cila patlarından oluşmaktadır. (9-12)

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde ise optik ve mekanik profilometreler, AFM ve SEM gibi cihazlar yaygın olarak kullanılmaktadır. (13) Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır tercih edilmektedir. (14,15) Bu yöntemin en önemli avantajı değerlendirmek için örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmaması ve aynı örnekler üzerinden farklı zamanda tekrar ölçüm yapılabilmesidir.

Diş restorasyonlarının uzun dönem başarısı materyalin çekme ve eğilme dayanımı, aşınma ve kırılma direnci ve doğal diş görünümünü taklit eden renk

stabilitesi ve kararlılığı ile doğrudan ilişkilidir. (16) Ağız boşluğundaki boyayıcı ajanlar kompozit rezinlerin yüzey kısımlarına yerleşerek restorasyon yüzeyinde renklenmelere neden olmaktadır. (17,18)

Kompozitlerdeki renk değişiklikleri içsel ve dış faktörler bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. İçsel renklenmeler, kompozit rezinlerin yapısı (19) ve eksik polimerizasyon (20) sonucu iç tabakalarda oluşmakta iken, ekstrensek renklenme kompozit rezinlerin dış yüzeylerde renk değişikliği meydana getirmektedir. (21)

Dış renklenmelerinin derecesi su emilimi, kimyasal tepkime, diyet ve sigara içme alışkanlıkları, kötü ağız hijyeni ve restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ile ilişkilendirilmiştir. Yüzey düzgünlüğü ve dış etkenlere karşı renk duyarlılığında malzemelerin kompozisyonunun yanı sıra parçacıkların özellikleri ve cila ve parlatma prosedürleri üzerinde doğrudan etkili olduğu belirtilmektedir. (22-24) Aşınma nedeniyle yüzeyde pürüzlülük ve kimyasal bozunuma parlaklığı etkileyerek dışsal boyamayı artırmaktadır. (25)

Birçok araştırmada kahve, çay, kola, kırmızı şarap gibi içecekler ve ağız gargaralarının kompozit restorasyonlarda farklı derecelerde renklenmelere neden olduğu bildirilmiştir. (26-29)

Çalışmamızın amacı; yüksek estetiğe sahip supra-nano, submikron hibrit, nanohibrit, nano seramik ve mikrohibrit doldurucu içeren kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini incelemektir.

Çalışmamızın birincisi sıfır hipotezi farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonra kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü değişmeyeceğidir. İkincisi kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonra renk farkı görülmeyeceği yönündedir. Üçüncüsü ise kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerleri ile renk değişimi değerleri arasında ilişki olmayacağıdır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 KOMPOZİT REZİNLERİN GELİŞİMİ

Kompozit kelime olarak; metal, seramik, polimer gibi iki veya daha fazla materyalin karışımı anlamına gelmektedir. (30) Fiziksel olarak karıştırılan parçaların istenilen özelliklerinin ortak bir noktada buluşması amaçlanmıştır. (31,32) Diş hekimliğinde kullanılan kompozitler dimetakrilat rezin monomerlerin oluşturduğu çapraz bağlı polimer matriks, bu yapıya bağlanmış güçlendirici inorganik doldurucular ve silandan oluşmaktadır. (30)

Diş hekimliğinde estetik restorasyonlar için geliştirilen ilk materyal silikat simandır. Silikat simanlar, alüminyum-silikat cam ve fosforik asitten oluşmaktadır. Silikat simanların ağız sıvılarında çözünmesi, renklenmesi ve mekanik özelliklerini kaybetmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır. Silikat simanların bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak için akrilik rezinler piyasaya sunulmuştur. (33)

Rezin monomerlerinin geçmişi 1843 yılında Alman kimyacı J. Redtenbacher'in akrilik asidi bulmasıyla başlar. (34) Araştırmalar sonucu 1900'lü yıllarda ise metil metakrilat esterleri içeren metakrilik asit sentezlenmiştir. (35) Alman kimyacıların 1941 yılında kendi kendine sertleşebilen akrilik rezinleri geliştirmesiyle bu rezinler direkt dolgu maddesi olarak kullanılmaya başlamıştır. Akrilik rezinler, silikat simanlara göre daha az çözünme ve renk değişikliği göstermiştir. Ayrıca bu materyallerin kullanımları kolay, daha iyi parlatılabilme ve başlangıç estetik özellikleri daha iyi olması gibi avantajları vardır. Fakat polimerizasyon sırasında büzülmeleri, termal boyutsal değişimleri ve aşınma oranlarının yüksek olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. (36)

Epoksi rezinlerden istenilen başarı sağlanamaması araştırmalar farklı materyallere yönelmiştir. R.L. Bowen 1956 yılında dental rezin kompozitler temelini oluşturan bisfenol-A glisidil metakrilat (BisGMA) monomeri bulmuştur. (37) Kompozitler ilk olarak 1960'larda Dr. Bowen tarafından akrilik rezinlerin olumsuzluklarını azaltmak amacıyla konservatif diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek aşınma dirençleri, düşük termal genleşme katsayısı ve düşük boyutsal değişim göstermeleri ile klinik performansları akrilik rezinlere oranla oldukça geliştirilmiştir. (38)

Hastaların estetik restorasyonlara ilgisinin giderek artması ve civa içeren alaşımlardan kaçınmaları nedeniyle 1990’lardan sonra dental kompozitlere talep artmıştır. (39) Ayrıca amalgamın çevreye olumsuz etkileri, estetik beklentileri karşılamaması ve adeziv kompozit rezinlere göre diş dokusunun daha fazla uzaklaştırılması gerekliliği kullanımını oldukça azaltmış ve bu durum kompozitlere büyük bir popülerite kazandırmıştır. (40) Günümüzde nano teknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile kimyasal, mekanik ve fiziksel özellikleri geliştirilen kompozitler restoratif tedavinin vazgeçilmez materyali haline gelmiştir.

2.2 KOMPOZİT REZİNLERİN YAPISI

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler; organik matriks, inorganik doldurucular ve bağlayıcı (silan) ajandan oluşmaktadır. Işık (light cure), iki patın kimyasal olarak karışımı (otopolimerizan) ve kimyasal ve ışık ile (dual-cure) polimerize olan türleri vardır. (41) Diş hekimliğinde kullanılan kompozitler organik faz, inorganik faz ve bağlayıcı fazdan oluşmaktadır.

2.2.1 Organik Faz (continuous phase)

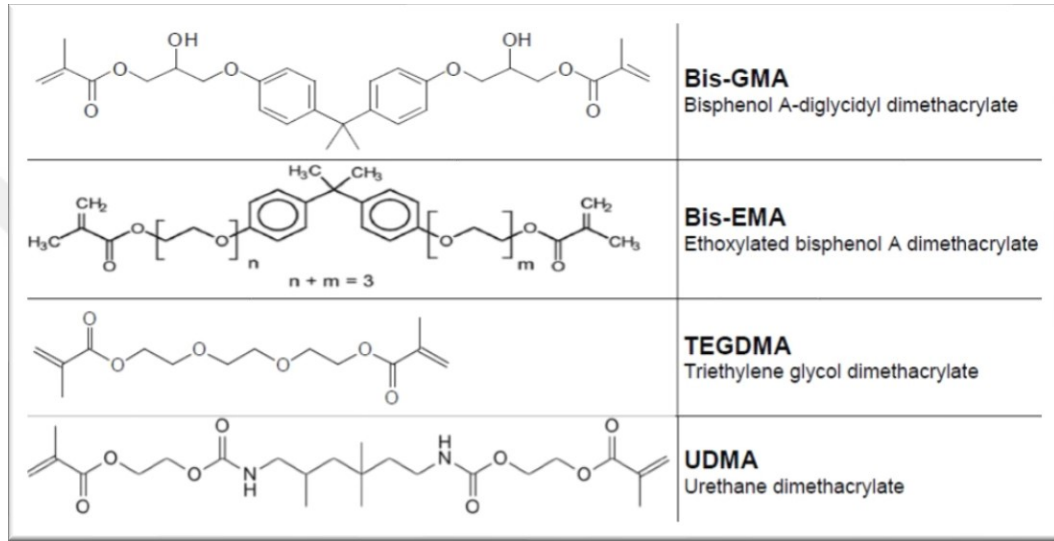
Bu faz içinde monomerler ve ko-monomerler, inhibitörler, polimerizasyon başlatıcılar ve ultraviyole stabilizatörler bulunmaktadır.

2.2.1.1 Monomerler ve ko-monomerler

Organik matriksin önemli parçasını oluşturan polimerler, monomer adı verilen çok daha küçük yapıların birbirleri ile bağlanması sonucu oluşan büyük moleküllerdir. Monomerlerin bir araya gelerek şekillenip polimer formuna dönüşmesi işlemine ise polimerizasyon adı verilir. (35,42) Polimerizasyon işlemi sonunda polimer formuna dönen monomer miktarı konversiyon ya da dönüşüm derecesi olarak adlandırılır. (41) Genellikle resin matriks metakrilatlardan oluşan polimer yapı içerisinde; bisphenol-A-diglycidyl-dimethacrylate (BisGMA), etoksillenmiş BisGMA (BisEMA), üretan dimetakrilat (UDMA), trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) ve bunun gibi birçok çapraz bağlı dimetakrilatlar kullanılır. (43)

İlk olarak 1960 yıllarda Dr. Bowen dental kompozitlerde matriks olarak kullanılmak üzere glisidil metakrilat ve Bisfenol A epoksi içeren monomeri geliştirmiştir. (44) Bis-GMA veya “Bowen rezini” olarak bilinen bu monomer yapı oldukça visköz yapıya sahip olmasından dolayı, bu yapıya trietilen glikol dimetakrilat

(TEGDMA) katılarak viskositenin azaltılması amaçlanmıştır. Bu monomer kombinasyonu dental kompozitlerde bugüne kadar en çok kullanılan matriks monomer kombinasyonunu oluşturmaktadır. Daha sonraları çeşitli seyreltici monomerler eklenerek monomer matriks formülasyonları geliştirilmiştir. (45) Düşük molekül ağırlığına sahip bu monomerler; bisfenol A dimetakrilat (Bis-DMA), etilen glikol dimetakrilat (EGDMA) ve yüksek molekül ağırlığına sahip üretan dimetakrilat (UDMA) oluşmaktadır. (46)



Şekil 2. 1: Kompozitlerin organik matriks içerisindeki monomerler (47)

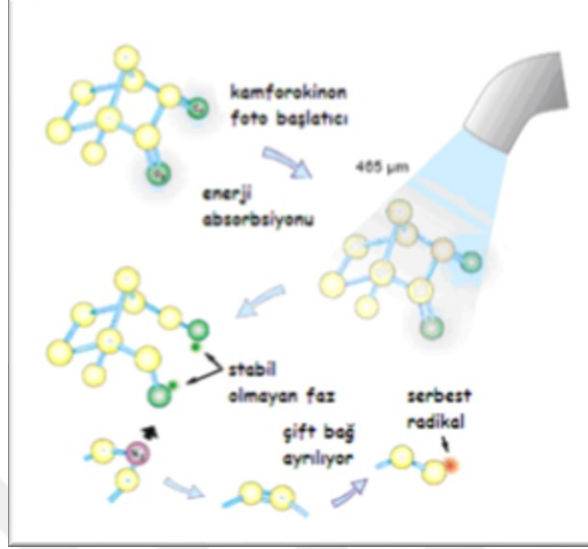
2.2.1.2 İnhibitörler

Kompozit dolgu maddesinin farklı yollarla polimerize olmalarını engellemek için organik matriks içine fenol türevleri ilave edilmektedir. İnhibitör olarak sıklıkla farklı tiplerdeki hidrokinonlar kullanılır. (48)

2.2.1.3 Polimerizasyon başlatıcılar (initiatör/ akseleratör)

Kompozitlerde initiatör (başlatıcı) etki yapan dibenzolperoksit, akseleratör (hızlandırıcı) etki yapan (N, N-bis(2-hidroksietil)-p- toludin gibi aromatik tersiyer aminler kullanılır. Görünür ışık ile polimerize olan kompozitlerde 420-470 nm dalga boyundaki ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatan initiatörler “**Kamferokinon**” (**CQ**) kullanılmaktadır. (41) Işığın etkisiyle harekete geçen kamferokinon amin ile reaksiyona girip serbest radikaller oluşturmaktadır. (41)

Kimyasal aktivasyonda ise oda sıcaklığında organik aminin organik peroksit ile reaksiyona girerek serbest radikaller oluşturması ve onların da karbon çift bağlarına saldırması sonucunda polimerizasyon gerçekleşir. (38)



Şekil 2. 2: Kamforokinonun serbest radikal oluşturması (47)

2.2.1.4 Ultraviyole stabilizatörleri

Otopolimerizan kompozitlerde polimerizasyonlarının ardından reaksiyona girmeyen artık ürünler ultraviyole ışığının etkisiyle parçalanarak kahverengi renklere neden olabilirler. Renklenmenin önüne geçmek için kompozitlerin organik matrisine ultraviyole stabilizatörleri (2-hidroksi-4-metoksibenzofenon) eklenmektedir.

2.2.2 Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozitlerin ilk sınıflandırılması *Lutz ve Phillips* tarafından doldurucu boyutlarına göre yapılmıştır. (49) Daha sonra birçok araştırmacı tarafından kompozitleri doldurucuların bileşimlerine, boyutlarına ve yüzdelere göre sınıflandırılmıştır. (39) Kompozit resinlerin doldurucu boyutlarına göre sınıflandırılmasının sebebi, doldurucu boyutlarının polimerizasyon derinliğini ve fiziksel özellikleri etkilemesidir. Bir kompozitin doldurucu boyutlarının ve yüzdesinin bilinmesi o kompozitin mekanik özellikleri hakkında ipucu vermektedir. (50)

Tablo 2. 1: Kompozit rezinlerin sınıflandırılması (49)

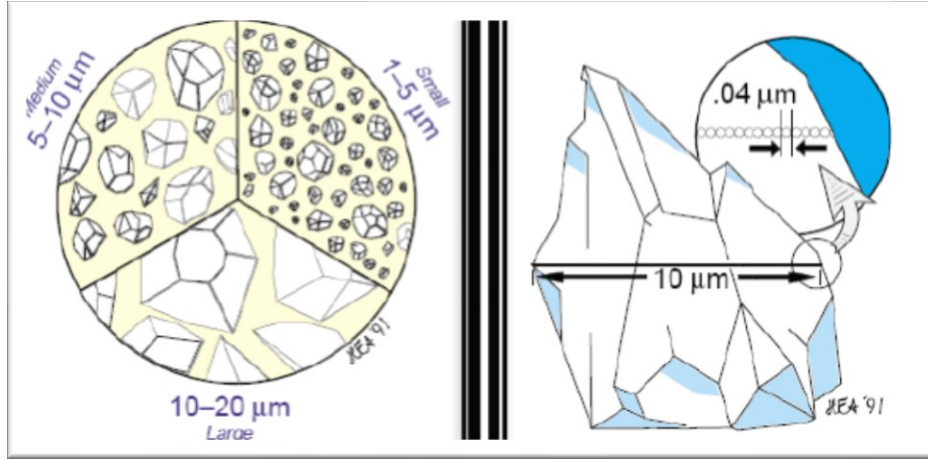
İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüğü ve Yüzdelere Göre		
Rezin	Partikül Büyüklüğü (µm)	Partikül Yüzdesi (% ağırlık)
Megafil	50-100 µm	
Makrofil	10-100 µm	%70-80
Midifil	1-10 µm	%70-80
Minifil	0,1-1 µm	%75-85
Mikrofil	0,01-0,1 µm	%35-60
Hibrit	0,04-1 µm	%75-80
Nanofil	0,005-0,01 µm	
Polimerizasyon Yöntemlerine Göre		
Kendi kendine kimyasal yolla polimerize olan kompozitler (Chemical-cured)		
Işık aktivasyonu ile polimerize olan kompozitler (Light-cured)		
Kimyasal ve ışık aktivasyonu yolu ile polimerize olan kompozitler (Dual-cured)		
Akıcılıklarına Göre		
Akışkan kompozitler (Flowable)		
Kondanse edilebilen kompozitler (Condansable-Packable)		

2.2.2.1 Makrofil kompozitler

İlk olarak 1960’larda geliştirilen makrofil kompozitlerin doldurucu partikülleri 10-100 µm arasındadır. Bunlar geleneksel kompozitler veya büyük partiküllü kompozitler olarak adlandırılırlar. (50) Bu kompozitlerde inorganik doldurucular kuartz partikülleridir. Makrofil kompozitlerin inorganik doldurucu partiküllerinin büyük olması organik matrisin daha kolay aşınmasına yol açmaktadır. Bu aşınmalar yüzey pürüzlülüğünü etkileyerek kompozitlerin renklenmesine neden olur. (41,51)

2.2.2.2 Mikrofil kompozitler

1970’lerde inorganik partikül büyüklüğü 0,1 µm’den küçük olan mikrofil kompozitler üretilmiştir. (50) 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. (50)



Şekil 2. 3: Mikrofil ve makrofil partikül büyüklüğünün şematik kıyaslaması (47)

2.2.2.3 Midifil kompozitler

Daha sonra inorganik partikül büyüklüğü 1-10 µm olan midifil (küçük partiküllü) kompozitler üretilmiştir. (41,50) Bu kompozitler mikrofil kompozitlerden daha yüksek dayanıklılık gösterirken, makrofil kompozitlere göre daha iyi cila işlemi yapılmaktadır. (50)

2.2.2.4 Minifil kompozitler

Minifil kompozitler 0,1-10 µm partikül büyüklüğüne sahip doldurucular içermektedir. Bu kompozitler midifil kompozitlere oranla daha yüksek dayanıklılık ve yüzey özellikleri sergilerler. (41,50)

2.2.2.5 Mikrofil Kompozitler

Mikrofil kompozitler daha iyi estetik özellikler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu kompozitlerin partikül büyüklüğü 0,04-0,4 µm'dir. Bu kompozitler ağırlıkça %35-67, hacimce %20-59 cam doldurucular içermekteydiler. (54). Mikrofil kompozitlerin ilk versiyonları sınırlı miktarda doldurucu içermektedir. Çünkü doldurucu partiküllerin yüzey alanının hacim oranı yüksek olduğundan bu durum viskozitenin artmasına yol açmaktadır. Viskozitesini azaltmak için önceden polimerize edilmiş kompozit partikülleri, öğütülerek 1-20 µm büyüklüğünde partiküller şeklinde doldurucu olarak matrikse eklenmektedir. 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. Farklı modifikasyonlarda doldurucu

eklenen bu kompozitlere “Heterojen Kompozitler” adı verilmiştir. (41) Mikrofil kompozitler sınıf V, stres almayan III ve I. sınıf restorasyonlarda kullanımları uygundur. Ayrıca 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. (52)

2.2.2.6 Hibrit kompozitler

Günümüz diş hekimliği kullanılan kompozitlerin büyük bölümü “hibrit kompozitler” olarak sınıflandırılmaktadır. Hibrit kompozitler; hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitler şeklinde alt gruplara ayrılmaktadır. Hibrit tanımı submikron boyuttaki (0,04 µm) inorganik doldurucu partiküller ile küçük partiküllerin (1-4 µm) karışımını ifade etmektedir. Farklı boyutlardaki doldurucu partiküllerin birleşimi fiziksel özelliklerde gelişmeye sebep olurken aynı zamanda cila ve polisaj işlemini yüksek seviyelere çıkarmaktadır. (53) Bu gelişmeler sayesinde geleneksel hibrit kompozitlerin Sınıf III ve Sınıf IV kaviterlerde kullanımlarının yanı sıra Sınıf I ve II gibi fazla yük alan posterior bölgelerdeki kaviterlerde de kullanımları uygundur. (50)

Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler neticesinde submikron boyuttaki (0,04 µm) partiküller ve daha küçük partiküllerin (0,1-1 µm) 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 ayırmakta ve daha iyi bitim ve cila yapılmasını sağlamaktadır. (47) Ancak mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri geleneksel mikrofil kompozitlerden üstün olmasına rağmen cilalanabilirlikleri daha iyi değildir. (50)

Mikrohibrit kompozitlerin son versiyonları ise nanodoldurucu teknoloji ile geliştirilen “Nanohibrit” kompozit rezinlerdir. Nanohibrit kompozitler, nanometre boyutunda doldurucu partiküller (0,005–0,01 µm) ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin karıştırılması ile elde edilmektedir. Nanohibritler mikrofil kompozitlerin uygulama ve cilalanabilme özellikleri ile geleneksel hibrit kompozitlerin fiziksel güçleri ve aşınma dirençlerini gerçek anlamda taşıyan üniversal kompozit rezinler olarak sınıflandırılabilir. (55)

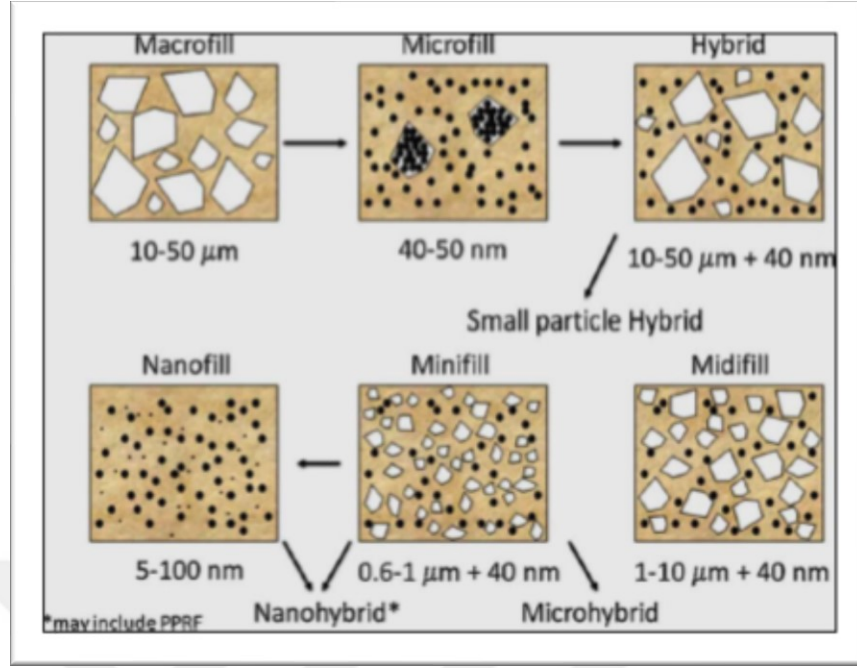
2.2.2.7 Nanokompozitler

Nanoteknoloji; moleküler nanoteknoloji veya molekül mühendisliği olarak da isimlendirilmektedir. Çeşitli kimyasal ve fiziksel metotlarla 1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini kapsamaktadır (1nm=1/1000 µm). (3) Bilim adamları ve mühendislerin maddeyi bu kadar küçük boyutta manüple edebilmeleri sayesinde her alandaki materyallerde ve sistemlerde (telekomünikasyon, bilgisayar, tekstil, biyomedikal, diş hekimliği) yeni gelişmeler sağlanmıştır. (56)

2000’li yıllarda ortaya çıkan ve hayatımızın her alanında birçok yeniliği getiren nano teknolojiden diş hekimliği araştırmacıları da faydalanmışlardır. Kompozit rezinlere katılan inorganik partikülleri bu teknoloji ile meydana getirerek birtakım avantajların ortaya çıkabileceği hipotezini öne sürmüşlerdir. Nano kompozitlerin üretim amacı; mikrofil kompozitler gibi iyi cilalanabilme ve hibrit kompozitler gibi güçlü mekanik özellikleri bir arada bulundurarak ağızdaki bütün bölgelerde kullanılabilme özelliğini sağlayabilmeleridir.

Nano-partiküllü kompozit materyallerin organik yapısı, geleneksel ve hibrid kompozitler ile benzer polimer yapılardan oluşmaktadır. İnorganik yapıyı meydana getiren partiküller ise nanomer ve nanomer gruplarından oluştuğu belirtilmektedir. (57) Nanomerler 5–75 nm boyutlarında, kompozit organik yapısında kümeleşmemiş, tek tek bulunan silika partiküllerini ifade etmektedir. Kompozit organik yapısına katılan nanomer grupları ise iki farklı doldurucu tipine sahiptir; ilki zirkonyum ve 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. (58)

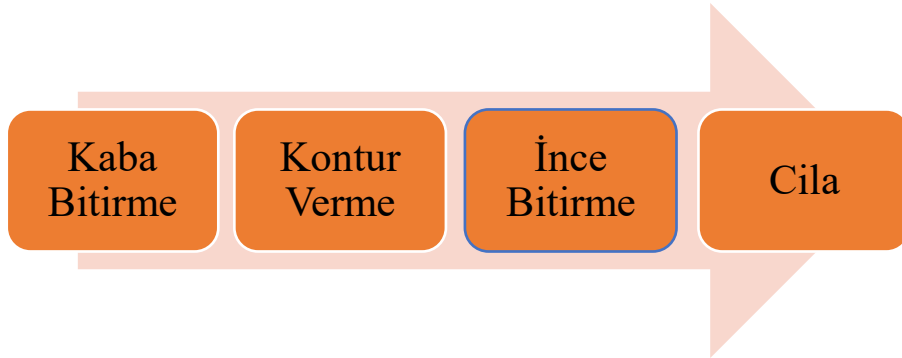
Nano doldurucuların geleneksel mikro dolduruculara göre daha küçük olmaları, organik yapı ile temas eden yüzey alanının artmasına ve inorganik faz-organik faz bağlantısının daha kuvvetli olmasına neden olduğu bildirilmiştir. (58) Nano-partiküllerinin ve nanomer gruplarının kombinasyonu doldurucu oranın yükselterek kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirirken, aynı zamanda yüzey özelliklerinin uzun süre devam edebilmesini sağladığı bildirilmiştir. (57-59)



Şekil 2. 4: Kompozit rezinlerin partikül büyüklüğüne göre sınıflaması (60)

2.3 KOMPOZİT REZİNLERDE BİTİRME VE CİLA İŞLEMLERİ

Bitirme; dişin anatomik şeklinin oluşması için restorasyon yüzeyindeki fazlalıkların alınması olarak, bitirme işlemleri sırasında oluşan çiziklerin ve yüzey pürüzlülüğünün azaltılması ise cila olarak tanımlanır. (61,62) Dental restorasyonların uygun şekilde bitirilerek yüzey düzgünlüklerinin sağlanması estetik görünüm ve gingival dokular için önem arz etmektedir. Bitirme işlemlerinin temel amacı restorasyona uygun kontür ve oklüzyon sağlamak, diş eti ile uyumlu embrasür formu vermek ve bir yüzey oluşturmaktır. (63) Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cila işlemleri birbirini takip eden çeşitli basamakları kapsamaktadır. (63) (Sekil- 2. 5):



Şekil 2. 5 : Restoratif materyelerin bitim ve cila işlem basamakları (64)

2.3.1 Bitim ve Cila İşlem Basamakları

2.3.1.1 Kaba bitirme

Restorasyonun büyük grenli aşındırıcılarla fazlalıkların alınarak bitirme işlemine hazır hale getirilmesi işlemidir. Bu aşamada, restoratif materyale şekil verebilmek ve fazlalıkları alabilmek için 100 µm ya da daha büyük partiküllü içeren kaplı ya da bağlı aşındırıcılar kullanmak gerekir. Bu amaçla, elmas bitirme frezleri, tungsten karpit bitirme frezleri ve bitirme diskleri kullanılmaktadır. (65-67)

2.3.1.2 Kontur verme

Restorasyonun estetik ve fonksiyonel kriterlere uygun olarak diş ile uyumlu anatomik formun verilmesidir. (63)

2.3.1.3 İnce bitirme

Restorasyon kenarlarının diş ile tam olarak uyumlandırılmasını ve yüzey düzgünlüğünün geliştirilmesini kapsamaktadır. (63) Kaba düzeltme ve konturlama işleminin yarattığı çizikler ve yüzey kusurları kaldırılır. İnce bitirme için kullanılan aşındırıcılar 100 µm ile 15 – 20 µm arasındadır. Bu amaçla, kaplı diskler, bağlı aşındırıcı lastikler, ince elmas frezler ya da çok yivli bitirme frezleri kullanılır. (66)

2.3.1.4 Cila

Restorasyon yüzeyinin düzgün, parlak ve mine-benzeri bir yüzeyin oluşturulması işlemidir. Parlaklık için son derece ince aşındırıcılar kullanılır. Cila işleminde ince ve ekstra ince aşındırıcı diskler veya 0,3–20 µm boyutunda aşındırıcı partiküller içeren parlatma patları uygun bir enstrüman yardımıyla uygulanır. (67,68)

Bitirme ve cila enstrümanlarının etkinliği ve bu enstrümanlarla uygulanan işlemler sonucunda restorasyonun sahip olduğu yüzey pürüzlülüğü çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. (51,67)

- a. Bitirme ve cila işlemi uygulanan materyalin yapısı ve mekanik özellikleri
- b. Aşındırıcılar ile restorasyon materyali arasındaki sertlik farkı
- c. Kullanılan enstrümandaki aşındırıcı partiküllerin sertliği, boyutu ve şekli
- d. Aşındırıcıyı taşıyıcı aygıtın fiziksel özellikleri
- e. Aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı ve basıncı
- f. Aşındırıcı enstrümanların kayganlaştırıcılar ile birlikte kullanılması

Kompozit restorasyonlar yumuşak polimerik rezin ile sert doldurucu partiküllerin birleşiminden meydana gelmektedirler. Dolayısıyla bitirme işlemleri sonrasında meydana gelen aşınma miktarları eşit olmamakta ve doldurucu partiküller arasında çukurcuklar oluşmaktadır. Bu durum özellikle büyük partiküllü geleneksel tip kompozit rezinlerde daha fazla olması bitirme işlemleri sonrasında daha fazla pürüzlülük görülmesine neden olur. Mikrofil kompozitlerde ise doldurucu partiküller daha küçük olduğundan daha küçük çukurcuklar oluşur ve yüzey daha parlak ve pürüzsüz görünür. Hibrit ve nano partiküllü kompozit rezinlerde parlak ve düzgün bir yüzey elde edilebilmektedir. (67) Çeşitli kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması Tablo 2. 2'de gösterilmiştir. (38)

Tablo 2. 2: Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması

Bitirme ve Cila İşlemleri	Hibrit Kompozitler	Mikrofil Kompozitler	Kondanse Edilen Kompozitler	Laboratuar Kompozitleri
Bant altındaki yüzey	0.03-0.07 µm	0.03-0.08 µm	0.08-0.018 µm	0.02-0.04 µm
Elmas bitirme frezi	0.5-2.2 µm	-	1.10-2.10 µm	0.67-0.80 µm
Karpit bitirme frezi (16 bıçaklı)	0.29-0.52 µm	0.38-0.57 µm	0 0.51-0.74 µm	0.21-0.26 µm
Kompozit cilası	0.20-0.37 µm	0.12-0.17 µm	0 0.37 µm	0.11-0.17 µm
Alüminyum oksit diskler*	0.09-0.15 µm	0.07-0.11 µm	0.14-0.17 µm	0.08-0.09 µm

*: 16 bıçaklı tungsten karpit frezle bitirmeden sonraki işlem

2.3.2 Bitirme ve Cila Aletlerinin Sınıflandırılması

2.3.2.1 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 tas gösterilebilir. (66)

2.3.2.2 Kaplı aşındırıcılar

Aşındırıcı partiküllerin yapıştırıcı kullanarak esnek bir destekte (hafif ağırlıklı kâğıt, bant ve 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 diskler için örnek olarak, Sof-Lex (3M ESPE), OptiDisc (Keer), Super Snap (Shofu) ve Flexidisc (Cosmodent) bitirme ve cila sistemi verilebilir. Kaplı aşındırıcı disklerde en sık kullanılan aşındırıcı türü alüminyum oksit partikülleri olmakla birlikte silikon kabit de kullanıldığı bildirilmiştir. (66,67)

2.3.2.3 Zayıf bağlı aşındırıcılar

Diş hekimliğinde kullanılan parlatma patları zayıf bağlı aşındırıcılar olup 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 kompozitlerin yüzeylerin son bitirmesinde kullanılırken, elmas cila patlarının ise esas olarak uyumlama sonrası yapısı bozulmuş porselen materyallerinin son cilası için kullanıldığı bildirilmiştir. (66,67)

2.3.3 Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri

2.3.3.1 Alüminyum oksit

Alüminyum oksit; alüminyum ve oksijenin kimyasal birleşiminden oluşur ve kimyasal formülü Al_2O_3 'tür. Sertliğinin yüksek olması aşındırıcı olarak kullanılmasının en temel nedenidir. Alüminyum oksit genellikle kâğıt veya polimer disk ve striplere bağlanmış veya tekerlek biçimli ve sivri uçlu lastiklere emdirilmiş partiküller olarak üretilir. Ayrıca alüminyum oksidin ince partikülleri cila patına karıştırılarak akrilik ve kompozit gibi restorasyonların cilasında kullanılabilir. Sof-Lex disk (3M ESPE), OptiDisc (Keer) alüminyum oksit içeren bitirme ve cila sistemlerine örnek verilebilir. (64)

2.3.3.2 Karpit bileşikleri

Karpit bileşikleri; silikon karpit, bor karpit ve tungsten karpit bileşiklerini kapsamaktadır. Çok bıçaklı bitirme fezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımları tungsten karpit parçacıklarından oluşmaktadır. Silikon ve bor partikülleri ise bir bağlayıcı eşliğinde disk, çanak, tekerlek ve sivri uç şeklindeki lastiklere emdirilmiş şekilde düşük hızda döner aletlerle kullanılırlar. Elmaştan sonra ikinci sert aşındırıcı olan silikon karpit, genelde kâğıt ya da plastik diskler üzerine bağlanır. Farklı boyutlarda aşındırıcı partikül içeren diskler özellikle mikrofil kompozitlerde etkilidirler. (64,69)

2.3.3.3 Elmas aşındırıcılar

Karbon bileşiği olan elmas en sert madde olarak bilinmektedir. Oldukça etkili bir aşındırıcı olmasının yanında aşınmalara karşı oldukça dirençlidir. Elmas partikülleri dönen aletler ile esnek metale bağlanmış aşındırıcı şeritler ve elmas cila patları şeklinde kullanılırlar. Son yıllarda kompozit restorasyonlara yüksek oranda cila sağlamak için çok ince grenli elmas spiral (Clearfil Twist Dia, Kururay) ve patlar (Dia Polisher, GC) üretilmiştir. (64,69)

2.3.3.4 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. (64)

2.3.3.5 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. (64)

2.3.3.6 Zirkonyum silikat

Zirkonyum silikat cila ajanı olarak kullanılan küçük partiküllü sert bir aşındırıcı olup stripler, diskler ve profilaksi patlarında kullanılmaktadır. (64,69)

2.3.4 Dental Bitirme ve Cila Materyalleri

2.3.4.1 Elmas bitirme frezleri

Elmas bitirme frezleri, restoratif materyallerin yüzey işlemlerinde kontur vermek ve düzgünleştirmek için kullanılmaktadır. Elmas bitirme frezleri, çok bıçaklı karpit frezlerden farklı olarak kesme hareketinden ziyade aşındırma hareketi yaparlar. (51) Çoğu vakada kalın grenliden ince grenliye sırayla uygulanmaktadır. 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. (68) Sonuç olarak diğer bitirme ve cila enstrümanları (çok bıçaklı karpit bitirme frezleri, kaplı aşındırıcı diskler, bağlı aşındırıcı cila lastikleri, zayıf aşındırıcı cila patları) elmas bitirme frezlerini takiben kullanılmalıdırlar. (64)

2.3.4.2 Karpit bitirme frezleri

Bitirme ve konturlama işlemlerinde kullanılan karpit frezler çok çeşitli şekillerde bulunmaktadır. En çok kullanılan karpit 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. (67) Karpit frezler, elmas frezlere ve bağlı abrazyv enstrümanlara oranla daha az aşındırma özelliğine sahip olduğundan gingival kenarda bulunan yumuşak dokulara daha az zarar verirler. (64)

2.3.4.3 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 karpit içeren taşlar yeşil iken alüminyum oksit içerenler beyazdır. Elmas taşlar, silikon karpit ve alüminyum oksit içeren taşlardan daha fazla kesme etkinliğine sahiptir. (67) Taşlar, restorasyonların anatomik form verilmesi ve bitirilmesinde kullanılırlar. Taşlar elmas frezlerden daha az kesici ve aşındırıcı etkiye sahiptirler. (64)

2.3.4.4 Kaplı abrazyv bitirme ve cila diskleri ve stripleri

Kaplı abrazyv 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 grenlerden başlayıp süper ince grenle bitirilirlar. Kaplı abrazyv 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 abrazyv disklerin partikül büyüklükleri kaba grenli bitirme disklerinde 55-100 µm iken ultra- veya süperince grenlilerde 7-8 µm olarak bildirilmiştir. Kaplı disklere örnek olarak; Sof-Lex disk (3M ESPE), OptiDisc (Keer), Super Snap (Shofu) ve Flexidisc (Cosmodent) (64,67)

2.3.4.5 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 yumusak ve elastik bir matrikse 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 sekinde adlandırılırlar. Lastikler, elastomerik matriks içerisinde silikon karpit, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksit içeren aşındırıcılardan oluşmaktadır. (64) Bunlara örnek olarak Astropol (Ivoclar Vivadent), Comprepol and Composhine (Diatech Dental), Enhance (Dentsply), Flexicups (Cosmodent), Clearfil Twist Dia (Kuraray) gösterilebilir.

2.3.4.6 Zayıf aşındırıcı cila patları

Zayıf abraziv cila patları genel olarak alüminyum oksit veya elmas parçacıklarından oluşmaktadır. (66) 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). (63) 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. (67)

2.3.4.7 Fırçalar ve keçeler

Polisaj 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. (64)

2.4 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin özelliklerine ya da elde edilme yöntemine bağlı olarak oluşan yüzey dokusundaki düzensizliklerdir. (70) 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 embraur ve düzgün bir yüzey

kazandırmaktır. (63) Ayrıca yüzeyin düzgün olması sürtünme katsayısını azalttığından sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azaltarak klinik performansı arttırabileceği bildirilmiştir. (71) Bunun yanında pürüzlü yüzeyler kırılmaya daha eğilimli olduklarından yüzey düzgünlüğünün sağlanması ile kırılma riskinin de azalabileceği rapor edilmiştir. (72)

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. (13)

2.4.1 Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Her iki metod da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır. (73)

2.4.1.1 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. (73)

Mekanik profilometreler hem dijital hem de analog donanım ve yazılım kullanılarak değerleri kaydedilebilmektedir. (66)

Bu değerlerden;

-Ra; belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını,

-Rmax; belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi,

-Rz; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü genellikle aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir. (74) Mekanik profilometreler ile ölçüm yapılan örnekler herhangi bir ön işlem yapılmadığı için tekrar kullanılabilir.

2.4.1.2 Optik profilometreler

Optik profilometreler üç-boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik bir temas olmadan optik ışınla tarama yapmaktadır. (73) Cihaz yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçüm yapmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 µm'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir. (73) Yüzey topografisi 3 boyutludur dolayısıyla optik profilometreler ile yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir. (13)

2.4.2 Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM, çok ince (10 µm) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya ard arda hareket etmesi prensibiyle çalışır. (75) SEM bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak yüzey topografisinin tanımlanmasında birtakım sınırlamalara sahiptir ve üç-boyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir. (13)

2.4.3 Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM, son yıllarda popülerite kazanan bir tekniktir. Çalışma prensibinde, örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) yardımıyla taranır. (76) Genellikle AFM tekniklerinde kullanılan uçlar 40-60 nm çapındadır ve AFM ucu yüzeyi tararken, AFM uç ve yüzey arasındaki etkileşimi kaydeder. Bu etkileşimler Van der Waals kuvvetleri ve sürtünme kuvvetlerine bağlıdır. (77) 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. (76)

2.5 RENK

Görülebilir elektromanyetik bir enerji olan ışık, nanometre ile ifade edilen dalga boylarından oluşmaktadır. (78) İnsan gözü 360-780 nm boyutundaki renklere duyarlı olup (70) görünür ışığın farklı dalga boylarının emilmesi veya yansımalarıyla algılanmaktadır. (79) Bir cisim kendi rengini yansıtırken diğer renkler emer. Ancak beyaz renk, üzerine düz tüm renkleri yansıtırken, siyah renk ise tümünü emer. (78)

Sigfried Forsius 1611 yılında rengin üç boyutlu olduğunu tanımladıktan sonra günümüzde rengin bu özelliğini açıklamak için geliştirilen birçok sistem ve yaklaşım geliştirilmiştir. (80) Bir cismin gelen ışığa gösterdiği tepki, seçici olarak belli dalga boylarını absorbe edip belli dalga boylarını yansıtmak şeklindedir. Nesnelere ışık

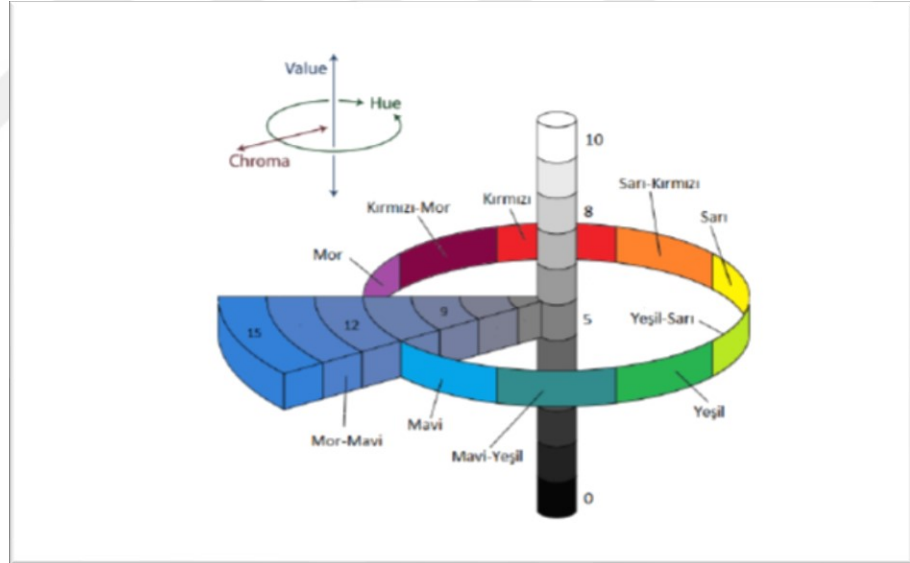
dalgası gözün retina tabakası üzerine odaklanıp sinir iletileri halinde beyine aktarılır. Rengin algılanmasında sinir uyarıları büyük rol oynamaktadır. Gözün tek bir renk tarafından sürekli uyarılması göz yorulmasına ve gözün tepkisinin azalmasına neden olur. Bu yüzden her kişinin renk ayırımı birbirinden farklıdır. (81)

2.5.1 Renk Ölçüm Sistemleri

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin rengi ölçülmesinde Munsell ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu [Commission Internationale de Liéclairage (CIE)] L*a*b* renk sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler uluslararası geçerliliği, güvenilirliği ve kolay kullanımı nedeniyle klinisyenler tarafından yaygın tercih edilmektedir. (80,82)

2.5.1.1 Munsell renk sistemi

Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında tarafından geliştirilen “Munsell Renk Sistemi” rengin üç boyutunu “hue (renk tonu)”, “value (renk değeri)” ve “chroma (renk yoğunluğu)” olarak tanımlamıştır. (67,70,78,83)



Şekil 2.6: Munsell Renk Sistemi (84)

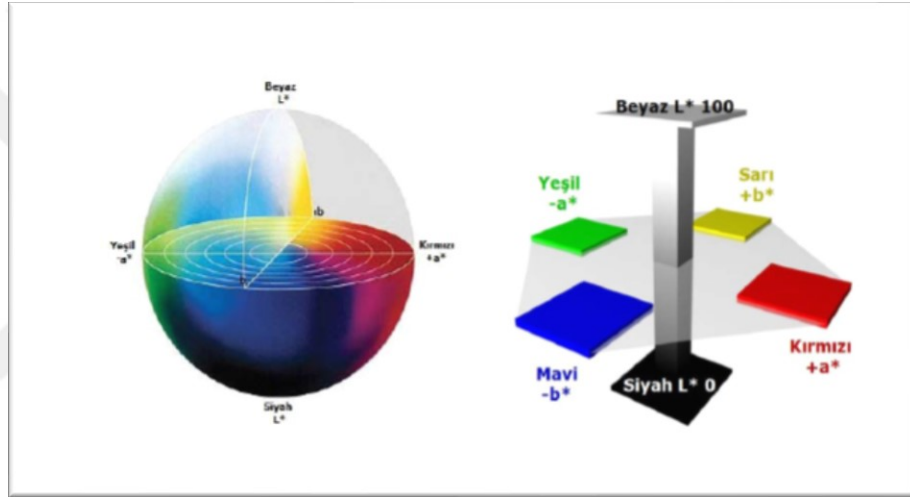
Value (Renk değeri); bir rengin açıklığı veya koyuluğu (67) veya saf siyah (0/) ve saf beyaz (10/) arasındaki parlaklık derecesi olarak tanımlanmaktadır. (85) Value dış renginin eşleştirilmesinde en önemli renk faktörüdür. (67) Rengin belirlenmesinde ilk belirlenen koordinat value'dur. Rengin açıklık ve koyuluğuna en yakın gelen sekme seçilir. Dikey ekseninde bulunan 9 tekerlekte 10 değer seviyesi bulunmaktadır. (86)

Chroma (Renk Yoğunluğu); renk doygunluğunun derecesi olarak ifade edilmektedir. Bir rengin gücünü, yoğunluğunu ve berraklığını tanımlar. (85) Renkler dış tarafta en saf haliyle bulunurken (/18) merkezdeki value eksenine yaklaştıkça soluklaşır (/0). Value değeri belirlendikten sonra buna en yakın sekmede belirlenir.86

Hue (Renk tonu); değişik renk ailelerinin ayrımını olup (85) 10 farklı renk ile belirtilmektedir. Bu renkler koordinat sisteminin yatay ekseninde dairesel olarak sıralanmışlardır. Value ve chroma değerlerinden sonra hue değeri belirlenir. (87)

2.5.1.2 CIE Lab renk sistemi

1971 yılında açıklanan bu sisteme göre tüm renkler kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi(Z) rengin belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilmektedir. (70,88)



Şekil 2.7: CIE Lab Renk Sistemi (84)

1976 yılında; CIE daha belirleyici bir renk tanımlaması yapmış ve CIE L*a*b* renk sistemini geliştirmiştir. CIE L*a*b* sistemi rengi L*, a* ve b* olmak üzere üç eksenle tanımlamaktadır. CIE renk sisteminin 1976 yılında daha belirleyici renk tanımlaması olan CIE L*a*b renk sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde L* rengin açıklık, koyuluk, parlaklık veya siyah/beyazlık derecesini belirtmektedir. Beyaz 100 L* iken, siyah 0 L* değerine sahiptir. (67,78) a* ve b* değerleri ise rengin kromatik özelliğini gösterirken, a* rengin kırmızılık-yeşillik, b* değeri ise sarılık-mavilik oranını göstermektedir. Pozitif a* değeri kırmızılığı, negatif ise yeşilliği; pozitif b* değeri sarılığı, negatif ise maviliği göstermektedir. (70,78) Renk farklılıklarının saptanabilmesi ve klinik açıdan yorumlanabilmesi bu sistemin avantajlarıdır. (82)

Materyallerde meydana gelen renk farkının büyüklüğü ΔE ile ifade edilmektedir. Hesaplanmasında $\Delta E = [(L1^* - L0^*)^2 + (a1^* - a0^*)^2 + (b1^* - b0^*)^2]^{1/2}$ formülü kullanılmaktadır. (67,87,90) Formülde $L0^*$, $a0^*$, $b0^*$ ilk ölçüm değerlerini, $L1^*$, $a1^*$, $b1^*$ ise ikinci ölçüm değerlerini verir. Klinik renk değişim tolerans değerleri tabloda gösterilmektedir. (67) Materyaller test ortamına bırakıldıktan sonra renk değişimi olmaz ise rengi stabil ($\Delta E=0$) olarak kabul edilir. Restoratif materyallerin ΔE değerinin 3,3 veya daha az olduğu durumlarda renk değişiminin görsel olarak algılanmadığı ve dolayısıyla klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. (89)

Tablo 2. 3: Klinik renk değişim tolerans değerleri tablosu

Klinik renk eşleşmesi tolerans değerleri	
Renk farkı (ΔE)	Klinik renk durumu
0-0,5	Kusursuz
0,5-1	Mükemmel
1-2	İyi
2-3,5	Klinik olarak kabul edilebilir
>3,5	Klinik olarak kabul edilemez

2.5.2 Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Tespit Yöntemleri

Günümüzde diş renginin ölçülmesinde porselen veya akrilik rezin tonlarını içeren skalaların kullanılması ile subjektif kıyaslamalar olabildiği gibi, enstrümanların kullanıldığı (spektrofotometre, kolorimetre ve imaj analiz teknikleri gibi) objektif tekniklerden de yararlanılmaktadır. (85) Kolorimetre ve spektrofotometreler özel olarak tasarlanmış CIE Lab renk sistemi tarafından belirlenen renk ölçüm yöntemlerini kullanan ağız içi renk ölçüm cihazlarıdır. (91) Bu nedenle, dental restoratif materyallerin renk değişimlerinin bulunmasında CIE Lab renk sistemi tercih edilmektedir.

Munsell renk skalası kullanılarak yapılan görsel renk tespit yöntemleri dişin standart bir renk skalası ile kıyaslanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem dişin ve skalanın aynı aydınlanma koşullarında birbiri ardına gözlemlenmesiyle uygulanır. Günümüzde kliniklerde kullanılan yöntemdir. (92) Ancak bu yöntem çevresel, ışıkla ilgili ve gözlemciden kaynaklanan (deneyim, yaş, gözlerin yorulması ve renk körlüğü vb.) fizyolojik değişkenlere bağlı renk seçimi oldukça zordur. Bu yüzden subjektif renk seçimi hatalı sonuçlara sebep olabilmektedir. (93,94)

Cihazlarla yapılan renk ölçümü, görsel renk ölçümü ile karşılaştırıldığında avantajı; objektif ve hızlı bir şekilde rakamlar ile ifade edilmesidir. (95) Günümüzde kolorimetreler, spektrofotometreler, dijital kamera ve görüntüleme sistemleri renk ölçümü için kullanılmakta olan cihazlardır. (96)

2.5.3 Renk Ölçümünde Kullanılan Cihazlar

2.5.3.1 Spektrofotometre

Spektrofotometreler materyallerin yüzey renklerinin belirlenmesinde kullanılır. Bu cihaz monokromatör, dedektör ve ışık kaynağından meydana gelir. (69,95) Ölçüm yaparken insan gözünün algılayabildiği tüm dalga boyu aralıklarında (380-720 nm) yansıyan ışık enerjisinin tamamını toplayarak net bir sonuç verir. (86)

Spektrofotometreler diş hekimliğinde doğal ve yapay dişler ile restoratif materyallerin renk parametrelerini ve renk değişikliklerini ölçmede kullanılmaktadır. (67) 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 ve bu değerleri Vita renk skalası değerlerine çevirerek vermesidir. (91)

2.5.3.2 Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak nesnedeki renk verilerini analiz eden cihazdır. (70) Kolorimetreler insan gözünün algıladığı üç ana renk olan mavi, kırmızı ve yeşil renkler üzerinden ölçüm yapmaktadır. Kolorimetrelerin standart gözlemci gözünün spektral fonksiyonuna yakın renk filtreleri vardır.

Bu cihaz renk ölçümlerini genellikle X, Y, Z tristimulus değerleri olarak veya CIE Lab değerleri olarak yapmaktadırlar. (92,97) Matematiksel olarak analiz edilen bu değerler ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir. Genel olarak kolorimetreler doğal dişlerin renk ölçümlerinde *in vivo* ve *in vitro* şartlarda kolay tekrarlanabilirdik göstermektedirler. (97) Ancak kolorimetreler düz yüzeyler için üretilmiştir. Ayrıca diş minesi translusens bir dolayısıyla enstrümana geri yansıyan ışık yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. (67) 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. (70)

2.5.3.3 Dijital Kamera ve Görüntüleme Sistemleri

Günümüzde dijital kamera sistemlerindeki gelişmeler, bu cihazlar ile renk ölçümünde giderek popülerlik kazanmıştır. Dijital kameraların cismin tüm renk görünümünü imaj halinde elde edilmesi en büyük avantajıdır. (70,96) Ağız ortamındaki dişlerin morfolojik ve yüzey yapısı, renkleri ve farklı birçok bilgi laboratuvara aktarılabilmektedir.

Dijital sistemlerdeki gelişmeler ile hekim-teknisyen arasındaki iletişimde büyük boşluk kapatılmaktadır. (98) Fakat kameralar tek başına ölçüm cihazı değildir. Bu sebeple klinikte elde edilen dijital görüntünün kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesi gerekmektedir. (96) Dijital kameralar nesnelere gelen renk sinyallerini kırmızı, yeşil ve mavi sinyaller şeklinde almaktadır. Kamera algılayıcıları CIE'nin standart gözlemcisi ile aynı spektral hassasiyete sahip olmadığı için kameradaki RGB değerleri CIE'nin XYZ değerleriyle uyumsuzdur. Bu nedenle renk ölçüm yapılırken RGB değerleri CIE'nin XYZ değerlerine çevrilmesi bu işleme kameranın karakterizasyonu adı verilmektedir. (70)

Dijital fotoğraflarla renk almanın etkin ve kolay olması son dönemlerde popüler olsa da alınan görüntünün kalitesi önemlidir. İstenilen görüntünün elde edilmesinde kameranın modeli, ortamın aydınlanma koşulları, görüntünün büyüklüğü, ilgili dişin morfolojisi ve renk anahtarı belirleyici olmaktadır. (96) Dijital renk tespiti, teknisyen ve hekim arasındaki iletişimi artıracığı için spektrofotometre ya da kolorimetreler renk tespiti yapılmayacak ise, görsel yöntemle yardımcı olarak dijital görüntüleme sistemleri kullanılmasının faydalı olacağı belirtilmektedir. (99)

3 MATERYAL METOD

3.1 KULLANILAN MATERYALLER

Bu çalışmada yüksek estetiğe sahip farklı partikül büyüklüğünde (nanohibrit, submikron hibrit, supra-nano, nano seramik ve mikrohibrit) 5 (beş) kompozitin, 4 (dört) farklı bitirme ve cila sistemi kullanılmasından sonra oluşan yüzey pürüzlülüğünün renk değişimine etkisi incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kompozit materyalleri tablo- 3.1’de, cila malzemeleri ise tablo- 3. 2 de gösterilmiştir. Ayrıca renklendirici ajan olarak %100 çözülebilir kahve (Nescafe Classic, Bursa, Türkiye) tercih edilmiştir.

3.1.1 Kompozit Dolgu Materyalleri

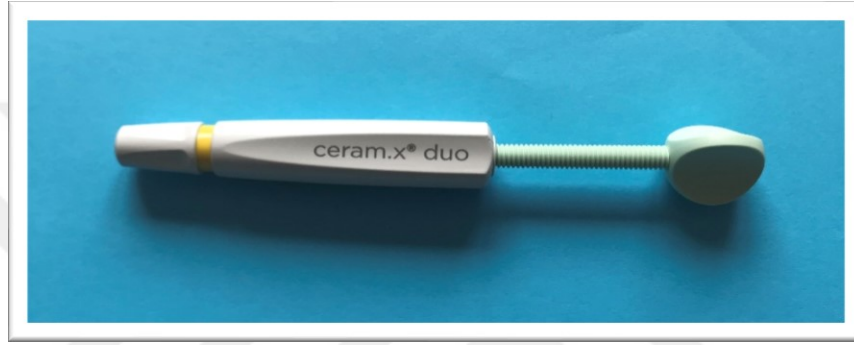
Çalışmada farklı partikül büyüklüğüne sahip Ceram.x duo (Dentsply Srona, Almanya), Harmonize (Kerr, ABD), Estelite Asteria (Tokuyama, Tokyo, Japan), Brilliant Everglow (Coltene/Whaledent AG Altstatten, İsvicre), Amaris (Voco, Cuxhaven, Germany) kompozit kullanıldı (tablo 3.1). Kompozit anterior ve posterior dişlerin tedavisinde kullanılan ve ağız ortamı ile temasta olan mine veya body renkleri tercih edildi.

Tablo 3. 1: Kullanılan kompozit materyallerin özellikleri

Materyal	Üretici	Türü	Doldurucu Adı	Partikül Büyüklüğü	Doldurucu Oranı	Lot No
Ceram.x duo (E2 mine)	Dentsply Srona, Almanya	Nano-ceramic	Methacrylate modified polysiloxane Dimetakrilatlar	barium glass, ytterbium flüoride inorganic fillers 0,1-3,0 µm.	77-79 /59-61	18040 00829
Harmonize (A2 mine)	Keer,ABD	Nanohibrit	BisGMA BisEMA TEGDMA	5-400 nm baryum glas partikül	81/64,5	63825 41
Estelite Asteria (A2 B body)	Tokuyama Tokyo, Japonya	Supra-nano spherical	Bis-GMA Bis-MPEPP TEGDMA UDMA	Supra-nano Spherical filler, Composite Filler (200nm spherical SiO2-ZrO2)	82/71	W114 B
Brilliant Everglow (A2/B2)	Coltene/W haledent AG Altstatten, İsvicre	Submikron hibrit	Bis-GMA TEGDMA BisEMA	Cam ve nano-silika, koloidal nano-silika ve baryum camı (20-1500 nm)	74/56	10037 2
Amaris (Naturel Translusent)	Voco, Cuxhaven, Germany	Microhibrid	Bis-GMA TEGDMA UDMA	Cam seramik 0,7 µm	80/64	18153 63

3.1.1.1 Ceram.x duo (Dentsply Sirona, Almanya)

Ceram-x dou; direk restorasyonlar için tasarlanmış ışık ile polimerize olan radyo opak, 'SphereTEC™ filler technology' sahip nano seramik bir kompozittir. Organik matriksini metakrilat modifiye polisiloksan ve dimetakrilat rezin yer alırken, inorganik doldurucu olarak *barium glass* ve *ytterbium flüoride* partikülleri yer almaktadır. İnorganik doldurucu boyutu 0,1-3,0 µm. şeklindedir. Bu kompozit ağırlıkça %77-79, hacimce %59-61 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Mine renkleri 800 mW/cm² ışık gücünde 10 sn. de polimerize olmaktadır. (100)



Şekil 3. 1: Cram.x dou universal nano seramik kompozit (E2 mine)

3.1.1.2 Harmonize (Keer, ABD)

Harmonize direk restorasyonlar için tasarlanmış ışık ile polimerize olan nanohibrit bir kompozittir. Organik matriksini BisGMA, Bis-EMA ve TEGDMA yer alırken, inorganik doldurucu olarak 5-400 nm boyutunda *baryum glass* cam partikülleri yer almaktadır. Bu kompozit ağırlıkça %80, hacimce %64,5 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Halojen veya led ışık cihazları ile polimerize olan kompozit ön ve arka bölgedeki bütün kavitelere uygulanabilir. (101)



Şekil 3. 2: Harmonize nonhibrit kompozit (A2 mine)

3.1.1.3 Estelite Asteria (Tokuyama, Tokyo, Japonya)

Estelite Asteria direk restorasyonlar için tasarlanmış ışık ile polimerize olan Supra-nano Spherical filler technology üretilmiş kompozittir. Organik matriksini Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA yer alırken, inorganik doldurucu olarak supra-nano spherical filler ve composite filler (200 nm SiO₂-ZrO₂) yer almaktadır. Bu kompozit ağırlıkça %82 ve hacimce %71 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Halojen veya led ışık cihazları ile polimerize olan kompozit ön ve arka bölgedeki bütün kavitelere, kompozit venter, diastema kapatma uygulanabilir. (102)



Şekil 3. 3: Estelite Asteria supra-nano spherical hibrit kompozit (A2B body)

3.1.1.4 Brilliant EverGlow (Coltene/Whaledent AG Altstatten, İsviçre)

Brilliant EverGlow ışık ile polimerize olan doldurucu oranı yüksek, radyoopak universal submikron hibrit kompozittir. Bileşiminde; metakrilatlar, dental cam, amorf silika ve çinko oksit yer almaktadır. İnorganik doldurucu parçacıklarının boyut aralığı 0,02–1,5 µm arasında olup; ağırlıkça %74 ve hacimce %56 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Herhangi bir ışık cihazı ile polimerize edilebilen kompozit sınıf I-V kavitelelerin bölge restorasyonlarında kullanılmak üzere üretilmiştir. (103)



Şekil 3. 4: Brilliant EverGlow universal submikron hibrit kompozit (A2/B2)

3.1.1.5 Amaris (Voco, Cuxhaven, Germany)

Amaris ışık ile polimerize olan doldurucu oranı yüksek, radyoopak mikrohibrit kompozittir. Bileşiminde; Bis-GMA, TEGDMA, UDMA yer almaktadır. İnorganik doldurucu parçacıklarının boyut aralığı cam seramik 0,7 µm arasında olup; ağırlıkça %80 ve hacimce %64 oranında cam seramik inorganik doldurucu içermektedir. Halojen ve led ışık cihazı ile polimerize edilebilen kompozit ön dişlerin sınıf III,VI ve V kavitelelerin estetik restorasyonunda, sınıf I,II kavitelelerin restorasyonu, kompozit venter ve siplint uygulamalarında kullanılmak üzere üretilmiştir. (104,105)



Şekil 3. 5: Amaris mikrohibrit kompozit (Natürel translusent)

3.1.2 Bitirme ve Cila Sistemleri

Çalışmada 4 farklı (Sof-lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia ve Super Snap) bitirme ve cila sistemi kullanıldı. Bitirme ve cila sistemleri; alüminyum oksit içeren disk, alüminyum oksit ve silikon karpit içeren disk ile elmas partikül içeren spiral bitirme ve cila sistemleri oluşmaktadır.

Tablo 3. 2: Kullanılan bitirme ve cilalama disk ve spirallerin özellikleri

Materyal	Üretici	Aşındırıcı /Türü	Lot No
Sof-lex	3M ESPE, ABD	Alüminyum oksit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	N958970
		Elmas emdirilmiş spiral (ön ve final polisaj)	N754512
OptiDisc	Kerr, ABD	Alüminyum oksit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	6581205
Clearfil Twist Dia	Kururay, Almanya	Elmas emdirilmiş spiral (ön ve final polisaj)	409294
Super Snap	Shofu, Japonya	Alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	

3.1.2.1 Sof-Lex disk ve spiraller (3M ESPE, St. Paul, ABD)

Sof-Lex bitirme ve cila seti 4 farklı alüminyum oksit kaplı disklerden oluşur. Sof-Lex disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kodlanarak kullanımı kolaylığı sağlamıştır. Mandren ile kullanılan disklerin 12,7 mm ve 9,5 mm çapında iki boyutu mevcuttur. Disklerin kaba, orta, ince, süper ince çeşitleri 10 000-30 000 rpm hızda 15-20 sn ıslak olarak kullanılır.

Sof-Lex spiral; 2 adımlı çok kullanımlı bir elmas polisaj sistemidir. Mandren ile kullanılan spiraller alüminyum oksit veya termoplastik elastomere emdirilmiş elmas parçacıklardan oluşmaktadır. Ön polisaj (bej) restorasyonun yüzeyini düzleştirmek için kullanılır. Elmas polisaj spirali (pembe) final yüksek parlaklığı elde etmek için endikedir. Spirallerin ideal sonuç elde etmek için ıslak yüzeyler üzerinde 15 000-25 000 rpm hızda kullanılması önerilmektedir. (106)



Şekil 3. 6: Sof-Lex bitirme ve cilalama diskleri ve spiralleri

3.1.2.2 OptiDisc bitirme ve cila seti (Kerr, ABD)

OptiDisc bitirme ve cila seti 4 farklı alüminyum oksit kaplı diskten oluşur. OptiDisc disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kodlanarak kullanımı kolaylığı sağlamıştır. Mandren ile kullanılan disklerin 12,6 mm ve 9,6 mm çapında iki boyutu mevcuttur. Kaba bitirme için kaba grenli (80 µm) diskleri kurulanır. Konturlama için orta grenli (40 µm) diskleri kurulanır. Bitirme için ince grenli diskleri (20 µm) kullanılır. Cila için süper ince grenli (10 µm) diskleri kullanılır. Disklerin kaba, orta, ince, süper ince çeşitleri 10 000-20 000 rpm hızda kullanılır. (107)



Şekil 3. 7: OptiDisc bitirme ve cila seti

3.1.2.3 Clearfil Twist Dia (Kuraray, Almanya)

Clearfil Twist Dia tüm kompozit yüzeyleri için kullanılan ön ve yüksek polisaj olmak üzere 2 adet spiralden oluşur. Spiral elastomer içerisinde elmas partikülleri içerir. Ön polisaj istenilen pürüzsüz formu oluşturken, yüksek parlaklıktaki parlaticı ile kısa sürede doğal bir parlaklık elde edilir. Ek olarak, Clearfil Twist Dia, elmas tanelerinin sürekli salınmasıyla tekrar kullanılabilir. Ayrıca spiraller otoklavda steril edilebilmektedir. (108)



Şekil 3. 8 : Clearfil Twist Dia kopolit bitirme ve cila sistemi

3.1.2.4 Super Snap bitirme ve cila seti (Shofu, Japonya)

Super Snap bitirme ve cila seti 4 farklı alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı diskten oluşur. Disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kullanımı kolaylığı sağlamıştır. Mandren ile kullanılan disklerin 12 mm ve 8 mm çapında iki boyutu mevcuttur. Kaba bitirme için kaba grenli (siyah) diskleri, konturlama için orta grenli (mor) diskleri, bitirme için ince grenli (yeşil) diskleri ve cila için süper ince grenli (kırmızı) diskleri kullanılır. Disklerin kaba, orta, ince, süper ince çeşitleri 10 000-20 000 rpm hızda kullanılır. (109)



Şekil 3. 9: Super Snap bitirme ve cila seti

3.1.3 Kompozit örneklerin renklendirilmesinde kullanılan kahve (Nescafe Classic, Türkiye)

Nescafe Classic, %100 doğal kahve çekirdeklerinden üretilmiş çözülebilir kahve içermektedir. Nescafe Classic hazırlanışı; 2 gram kahve üzerine kaynatılıp 1 dk bekletilmiş 200 ml su ilave edilmesi ile hazırlanmaktadır.

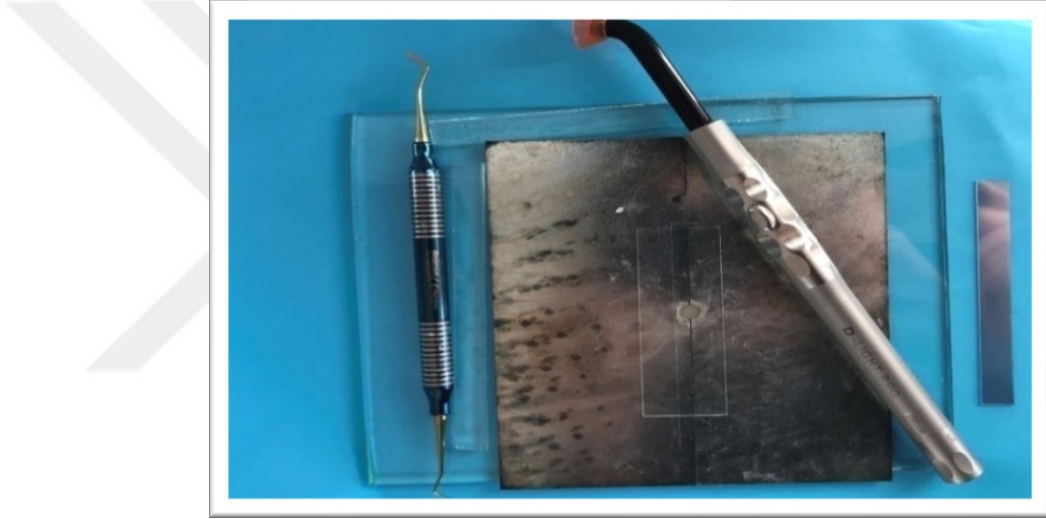


Şekil 3. 10: Çalışmada kullanılan kahve (Nescafe, Türkiye)

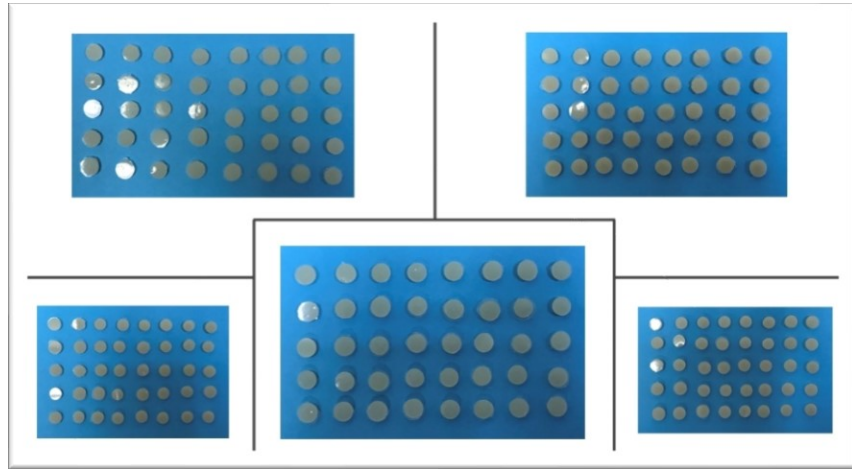
3.2 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİ

3.2.1 Örneklerin hazırlanması

Çalışmada her kompozit için 45 adet olmak üzere toplam 225 adet örnek oluşturuldu. Kompozit örnekler için 6x2 mm boyutunda metal mod kullanıldı (Şekil 3.11). Kompozit materyaller ağız spatülü ile mod üzerindeki boşluğa taşınıp üzeri mylar strip (Jovident B.V, Hollanda) ve 1 mm kalınlığında cam (lamel) konuldu. Örneklerin hazırlanmasında D- Light Pro (GC, Tokyo, Japan) (1400 mW/cm², uc çapı 8 mm) led ışık cihazı üretici firma önerileri doğrultusunda 20 sn. kullanıldı. Şekil Işık cihazı cam lamele temas edecek şekilde tutularak polimerize edildi. Işık cihazının gücü her örneğin polimerizasyonundan önce bir radyometre ile kontrol edildi.



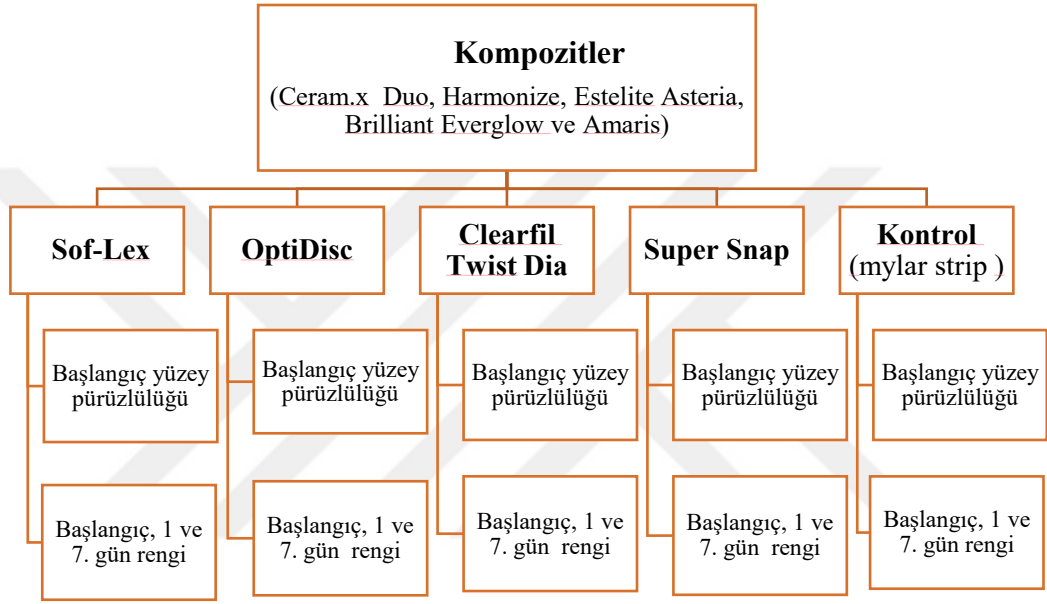
Şekil 3. 11: Metal mod ile kompozit örneklerin hazırlanması



Şekil 3. 12: Kompozit örnekler

3.2.2 Kompozit grupların oluşturulması

Çalışmada her kompozitten 45 adet örnek hazırlandı. Kompozit örnekler farklı yüzey pürüzlülük işlemleri için kendi içerisinde rastgele 5 alt gruba (Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super snap ve kontrol (mylar strip) ayrıldı. Her grupta 9 adet (n:9) örnek planlandı. Şekil 3.13 plan dahilinde yüzey pürüzlülüğü ve renk değişim analizleri yapıldı. Farklı yüzey pürüzlülük işlemleri sonra her gruptan 1 adet olmak üzere toplam 25 adet örnek taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi için kullanıldı.



Şekil 3. 13: Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı

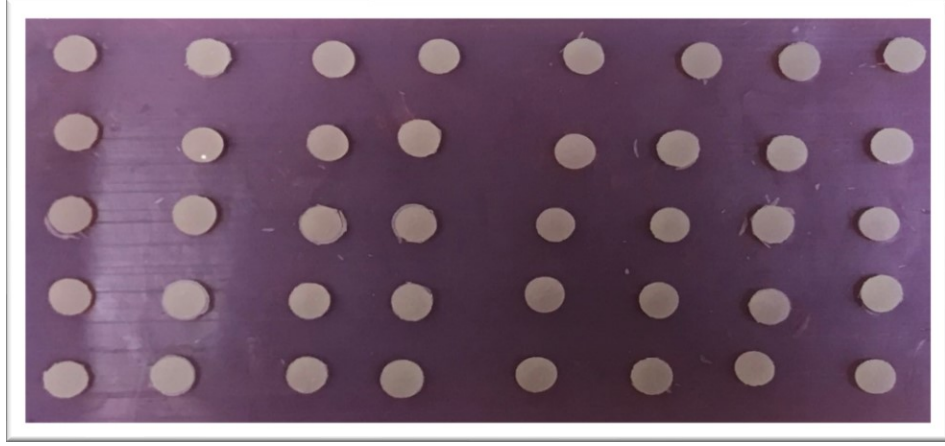
3.2.3 Kompozit örneklerin bitim ve cila işlemleri

Hazırlanan kompozit örnekler rastgele alt gruplara ayrıldıktan sonra şekil 3.13 planlanan bitim ve cila işlemlerine tabi tutuldu.

Tablo 3. 3: Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri

Çalışma grubu	Uygulanan bitirme ve polisaj işlemi
Sof-Lex	Disk (kaba, orta) ve spiral (ön ve final polisaj)
OptiDisc	Disk (kaba, orta, ince, süper ince)
Clearfil Twist Dia	Spiral (ön ve final polisaj)
Super snap	Disk (kaba, orta, ince, süper ince)
Kontrol	Bitirme ve polisaj işlemi yok

Kompozit örnekler bitirme ve cila işlemleri mum üzerine sabitlenerek bitirme ve cila işlemi üretici öneri doğrultusunda su soğutması altında yapıldı (Tablo 3.3).



Şekil 3. 14: Kompozit örneklerin mum üzerine sabitlenmesi

Sof-Lex sistemde örnekler kaba, orta 12,7 mm'lik alüminyum oksit kaplı diskler sırası ile (15-20 sn.) su soğutması altında 10 000-25 000 rpm hızda kullanıldı. Her disk grubu geçişinde kompozit örneklerin yüzeyi 5 sn. yıkandı. Disklerin kullanılmasından sonra yıkanan örnekler üretici firma önerileri doğrultusunda ön polisaj için bej spiral, final parlaklığı elde etmek için pembe spiral kullanıldı. Spirallerin ideal sonuç elde etmek için su soğutması altında 15 000-25 000 rpm hızda 15-20 sn. kullanıldı.

OptiDisc sisteminde örnekler orta, ince, süper ince 12,6 mm'lik alüminyum oksit kaplı diskler sırası ile (15-20 sn) su soğutması altında 10 000-20 000 rpm sabit hızda kullanıldı. Her disk grubu geçişinde kompozit örneklerin yüzeyi 5 sn. yıkandı.

Clearfil Twist Dia tüm kompozit yüzeyleride sırası ile ön ve yüksek polisaj spirali su soğutması altında 15 000-25 000 rpm hızda 15-20 sn kullanıldı. Ön ve yüksek polisaj spirali geçişinde arasında kompozit örneklerin yüzeyi 5 sn. yıkandı.

Super Snap sisteminde örnekler orta, ince, süper ince 12,6 mm'lik alüminyum oksit kaplı diskler sırası ile (15-20 sn) su soğutması altında 10 000-20 000 rpm sabit hızda kullanıldı. Her disk grubu geçişinde kompozit örneklerin yüzeyi 5 sn. yıkandı.

Kontrol grubu için şeffaf band ile hazırlanan (mylar strip) örnek herhangi bir bitirme ve cila işlemi yapılmadı.

3.2.4 Kompozit örneklerin başlangıç pürüzlülük ve renk ölçümleri

Bitim ve cila işlemleri sonrası alt gruplara ayrılan örnekler tek tek ependorf tüplerine konularak etüv (FN 500, Nüve,Türkiye) içerisinde 24 saat 37 °C distile suda (28,110) bekletildi. Kompozit örneklerin 24 saat distile suda beklemesinden sonra her

bir grubun örneklerinin başlangıç rengi değerleri Vita Easysshade Advance spektrofotometre cihazı (Almanya), yüzey pürüzlülük değerleri ise Perthometer M2 (Mahr;Germany) profilometre cihazı kullanılarak ölçüldü(Şekil 3.16).



Şekil 3. 15: Örneklerin 24 saat suda beklemesi

3.2.4.1 Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü

Çalışmamızda, yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde, hassas ölçüm değerlerine sahip bir cihaz olan Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı kullanıldı (Şekil 3.16). Cihazın kaydeden ucu, belli hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı ucun yapmış olduğu dikey hareketler, elektriksel akım farklılıkları oluşturarak yüzey profili kaydedilir, yüzey topografisiyle ilgili bulgular rakamsal ya da grafik olarak elde edilir.

Cihazın önemli teknik özellikleri ise aşağıda verilmiştir:

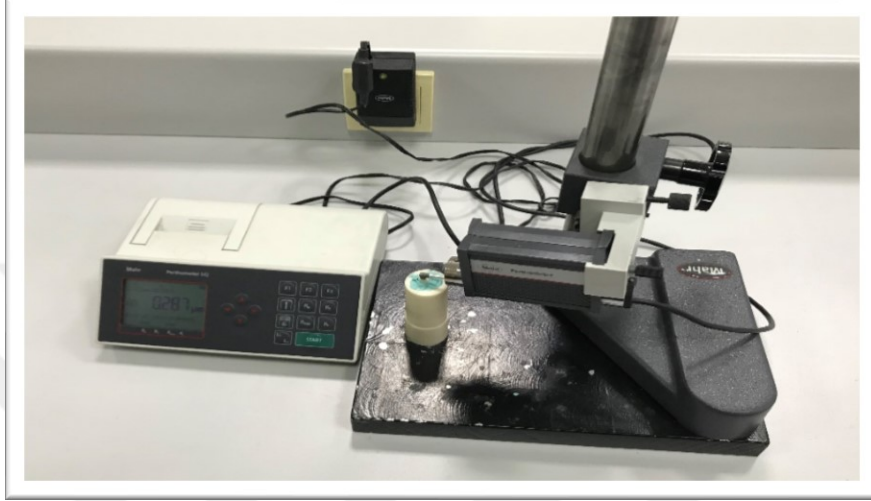
Ölçüm uzunluğu (tracing length) 1,75; 5,5 ya da 17,5 mm olarak ayarlanabilir.

Ölçüm alanını 1'den 5'e kadar bölümlere ayırarak (örnekleme uzunluğu/ sampling length = n) ölçülebilir.

Otomatik olarak ölçüm uzunluğuna göre uygun diğer parametreleri ayarlayabilir. Hareketli olarak pick-up kalibrasyon yapılır.

Ölçüm dışı olarak alınacak mesafe (cut-off aralığı) 0,25; 0,80 ya da 2,5 mm olarak ayarlanabilir. Ra, Rz, Rmax, Rp, Rpm, Rt ve başka birçok parametreyi hesaplayabilir.

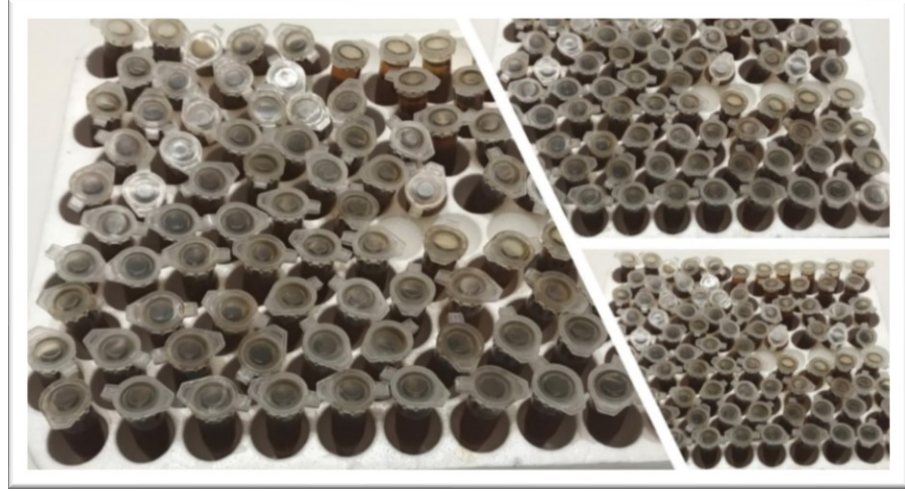
Çalışmada ölçüm uzunluğu 1,75 mm olarak ayarlandı. Buna göre n=5, cut-off değeri ise 0,25 olarak alındı. Her örneğin ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri olan Ra değerleri kaydedildi. Her beş ölçümde bir kalibrasyon işlemi yapıldı. Ölçümler örneklerin merkezinde olacak şekilde gerçekleştirildi. Her örnekten üç ölçüm yapılarak bu değerlerin ortalaması kaydedildi.



Şekil 3. 16: Profilometre Cihazı

3.2.4.2 Kompozit örneklerin kahve içerisinde renklendirilmesi

Başlangıç renk ve yüzey pürüzlülüğü tespit işleminden sonra, örnekler etüv (FN 500, Nüve,Türkiye) içerisinde 24 saat 37 °C içerisinde 2 ml kahve olan (Nescafe Classic, şekil 3.10) olan ependorf tüplerinde bekletildi (Şekil 3.20). Daha sonra ependorf tüplerinden çıkarılan örnekler 10 sn. musluk suyu ile yıkayıp kurulama kâğıdı ile kurutulduktan sonra renk ölçümleri yapıldı. Kompozit örneklerin zamana bağlı oluşan renk değişim analizleri için örnekler içerisinde kahve olan ependorf tüplerine tekrar konulup etüv (FN 500, Nüve,Türkiye) içerisinde 37 °C 7 gün bekledikten sonraki renk değişimleri tekrar ölçüldü. Deney süresince ependorf tüplerinin içerisindeki kahve her gün yenisi ile değiştirildi.



Şekil 3. 17: Örneklerin kahve içerisinde bekletilmesi

3.2.4.3 Kompozit örneklerin renk değişimi ölçümleri

Kompozit örneklerin renklerinin ölçümünde VITA Easyshade Advance (Almanya) spektrofotometre cihazı kullanıldı (Şekil 3.18). Bu spektrofotometre cihazının kontak tip probu yaklaşık 5 mm çapındadır. Hedef bölgenin aydınlatılmasını bünyesindeki “light emitting diode” (LED) ışık kaynağıyla yapan cihazın, ölçümlerin aydınlatma ve ortam koşullarından etkilenmeyeceğini belirtmektedir. Çeşitli filtre ve fotodiyotların kombinasyonu probun merkezinde yerleşmiş fiberlerle yüzeyden dönen ışığı almakta ve yayılan ışığın spektral yansıması 25 nm’lik aralıkta ölçülmektedir. Ölçüme başlamadan önce ayarlar menüsünden kalibrasyonları işlemi yapıldıktan sonra ölçüm modu (tek veya üç nokta) seçilmelidir. Cihaz renk ölçüm sonuçlarını Vitapan Classical ve Toothguide 3D-Master skalalarına göre ayrıca $L^*a^*b^*$ değerleri şeklinde göstermektedir.



Şekil 3. 18: Spektrofotometre cihazı (VITA Easyshade Advance)

Kompozit örneklerin renk değişimlerinin ölçümlerden önce VITA Easysshade Advance spektrofotometre cihazının kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyon işlemi, cihaz kalibrasyon moduna alınarak cihazın sarj ünitesi üzerinde yer alan beyaz kalibrasyon plağı kullanılarak gerçekleştirildi. Bütün renk ölçümleri içi kısmı nötral gri fon kartonu ile kaplı üst tarafında %95 oranında gün ışığını taklit edebilen fluoressan lamba (Activa 172 Sylvania, Germany) ihtiva eden bir renk ölçüm kutusu içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.19). Çalışmamızda kompozit örneklerin ölçümleri sırasında standart beyaz arka plan kullanıldı.



Şekil 3. 19: Renk ölçüm düzeneği

Kompozit örneklerin başlangıçta, kahve solüsyonunda bekletildikten 1. ve 7. gün sonraki renk ölçümlerinde kullanılan spektrofotometre (Vita Easysshade Advance) cihazının üç nokta ölçüm modu seçilerek her örnekten 3 kez renk ölçümü yapıldı. Elde edilen $L^*a^*b^*$ değerlerin ortalaması hesaplandı. Oluşan renklenmeyi değerlendirmek için kullandığımız ΔE değeri, $L^*a^*b^*$ değerleri üzerinden; $\Delta E_{ab} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2-L_1)^2 + (a_2-a_1)^2 + (b_2-b_1)^2]^{1/2}$ formülü ile hesaplandı (Bknz. Böl.2.5.1.2). Test edilen örneklerin başlangıç-1. gün (ΔE_1) ve başlangıç- 7. gün (ΔE_7) renk değişim değerleri belirlendi.

3.3 TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU GÖRÜNTÜSÜ

Kompozit örneklerin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmesi Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Kompozit örneklerin yüzeyi iletkenliğin sağlanması için yüksek vakum altında karbon bant üzerine altın kaplama yapıldı.



Şekil 3. 20: Örnek SEM analizi için altın kaplanması

Farklı bitim ve cila işlemi yapılan kompozit örneklerin SEM analizlerinin yapılabilmesi amacıyla, cihazdaki alüminyum tutucu tablaya sırasıyla yerleştirildi. Daha sonra kompozit örneklerin SEM analizleri ZEISS EVO 40 (Almanya) cihazı ile bitirme ve cila işlemleri sonrasında oluşan yüzey özellikleri 5000× büyütmede incelenip 20 kv görüntüleri alındı.



Şekil 3. 21: Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Bu çalışmada SEM görüntülerinde herhangi bir ölçüm yapılması planlanmadı. SEM analizleri yapılan ölçümlerin pekiştirilmesi, kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasında oluşan mikromorfolojik ve yüzey özelliklerinin 2 boyutlu değerlendirilmesi açısından bize bilgi sunmaktadır.

3.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel incelemeler SPSS 22.00 (Statistical Package for Social Sciences, IBM Inc., ABD) paket programında yapıldı.

Yüzey pürüzlülüğüne (R_a) ilişkin; kompozit örneklerin bitim ve cila işlemlerinden sonra yapılan ölçümlerden elde edilen pürüzlülük değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı.

Renklenmeye ilişkin olarak; başlangıçta, kahve içerisinde 1. ve 7. gün bekletme sonrasında kompozit örnekler üzerinde yapılan ölçümlerden hesaplanan renk farklılıklarına ΔE_1 ve ΔE_7 yönelik, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için ise Tukey çoklu karşılaştırma testi yapıldı. 1. ve 7. gün sonundaki ΔE_1 ve ΔE_7 grup içi farklılıkların analizinde “bağımlı örneklerde t-testi” (paired-t) yapıldı.

Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) ile 1. ve 7. gündeki renk değişimleri (ΔE) arasında Pearson korelasyon analizleri yapıldı. Sonuçlar $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

4 BULGULAR

4.1 YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ

4.1.1 Kompozitlerin Yüzey Pürüzlülüğünün Değerlendirilmesi

Kompozit örneklerin başlangıç yüzey pürüzlülüğü ölçümünden elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) Kolmogorow-Smirnov testlerine göre normallik testi yapıldı. Test sonucunda yüzey pürüzlülük değerleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arası karşılaştırmada Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonra oluşan yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları tablo 4.1 gösterildi. Bitirme ve cila işlemlerinden sonraki taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri (5000 × büyütme) şekil 4.1-4.5 gösterilmektedir.

Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemleri sonrasındaki pürüzlülük değerleri incelendiğinde; Sof-Lex, Clearfil Twist Dia ve mylar stripin (kontrol) kompozit örneklerin yüzeyinde oluşturduğu Ra değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterirken ($p < 0.05$), OptiDisc ve Super Snap oluşturduğu Ra değeri arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmedi ($p > 0,05$). En düşük Ra değeri bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip kullanılan örneklerde görüldü. Bitirme ve cila sistemleri arasında en düşük Ra değeri (0,114 μm) alüminyum oksit kaplı disk sisteminin kullanıldığı (OptiDisc) supra-nano kompozitte (Estelite Asteria) görülürken, en fazla Ra değeri (0,230 μm) ise elmas içerikli spiral sisteminin (Clearfil Twist Dia) kullanıldığı mikrohibrit (Amaris) kompozit örneklerde görüldü.

Tablo 4. 1: Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex Ra \pm SS	OptiDisc Ra \pm SS	Clearfil Twist Dia Ra \pm SS	Super Snap Ra \pm SS	Kontrol Ra \pm SS
Ceram.x Dou	0,151 \pm 0,08 ^{ab}	0,145 \pm 0,45	0,214 \pm 0,02 ^{ac}	0,177 \pm 0,04	0,070 \pm 0,02 ^a
Harmonize	0,146 \pm 0,06 ^{ab}	0,166 \pm 0,70	0,163 \pm 0,05 ^{ab}	0,196 \pm 0,05	0,030 \pm 0,01 ^b
Estelite Asteria	0,167 \pm 0,08 ^{ab}	0,114 \pm 0,49	0,147 \pm 0,04 ^b	0,140 \pm 0,04	0,058 \pm 0,02 ^{ab}
Brilliant EverGlov	0,120 \pm 0,03 ^a	0,119 \pm 0,41	0,136 \pm 0,04 ^b	0,183 \pm 0,05	0,042 \pm 0,01 ^{ab}
Amaris	0,224 \pm 0,07 ^b	0,180 \pm 0,65	0,230 \pm 0,06 ^c	0,146 \pm 0,02	0,058 \pm 0,03 ^{ab}
P	0,022	0,069	0,000	0,066	0,008

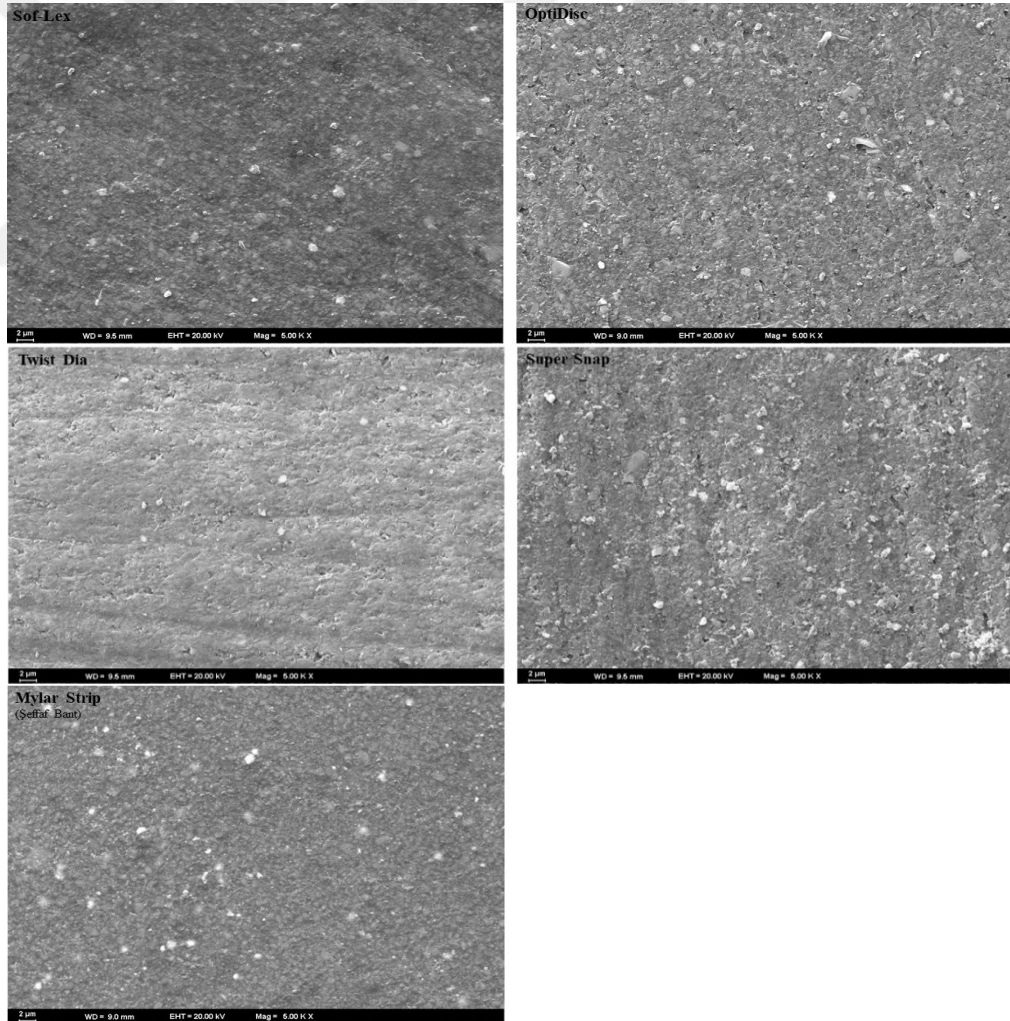
* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Ceram.x dou nano seramik kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). En düşük Ra değeri bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip ($0,070 \mu\text{m}$) kullanılan örneklerde, en fazla Ra değeri Clearfil Twist Dia'nın ($0,214 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde görüldü ($p < 0,001$).

Tablo 4. 2: Ceram.x dou nano seramik kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	Ra±SS (μm)	p
Sof-Lex	8	$0,151 \pm 0,08^a$	0,000
OptiDisc	8	$0,145 \pm 0,05^a$	
Clearfil Twist Dia	8	$0,214 \pm 0,02^b$	
Super Snap	8	$0,177 \pm 0,04^{ab}$	
Kontrol (mylar strip)	8	$0,070 \pm 0,02^c$	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



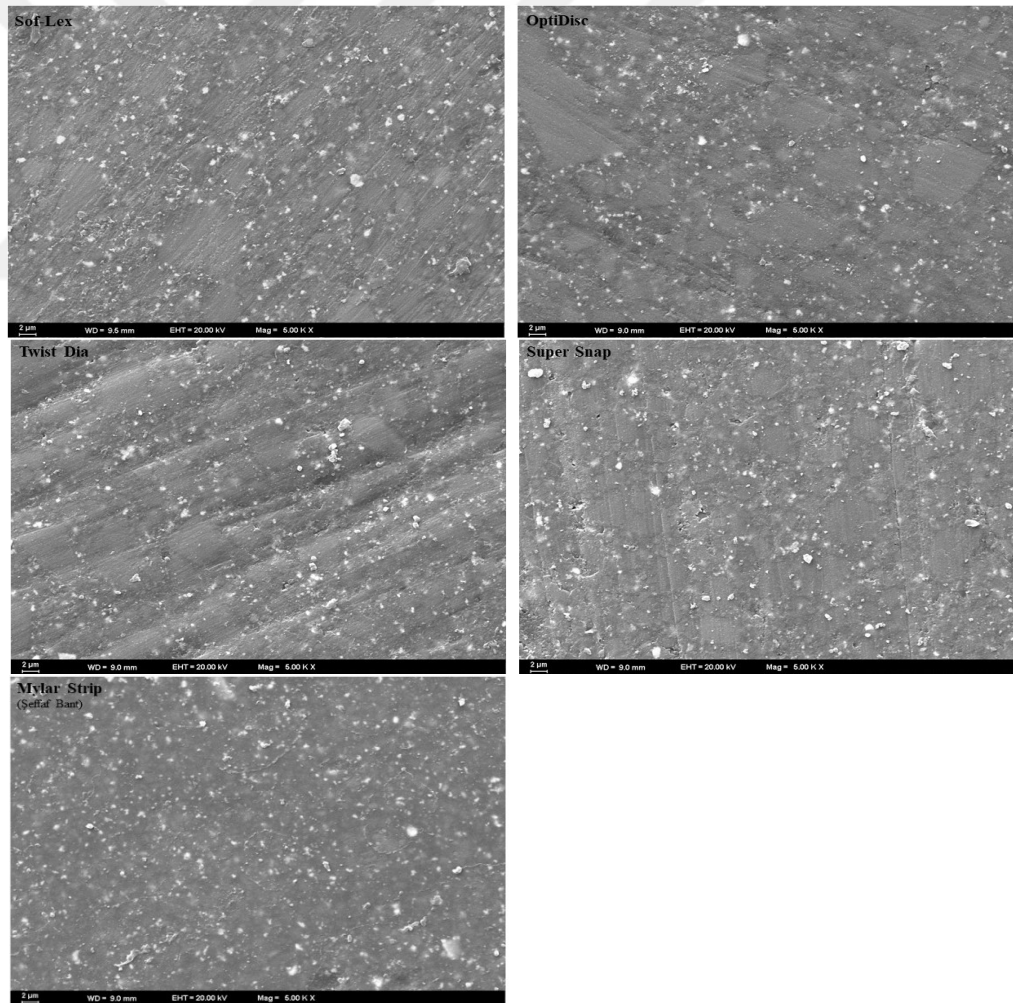
Şekil 4. 1: Ceram.x dou kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri ($5000 \times$ büyütme)

Harmonize nanohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; kontrol grubu ile istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). En düşük Ra değeri herhangi bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip ($0.070 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde gözlenirken, en fazla Ra değeri Super Snap'ın ($0.196 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde görüldü.

Tablo 4. 3: Harmonize nanohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	Ra±SS (μm)	p
Sof-Lex	8	$0,146 \pm 0,06^a$	0,000
OptiDisc	8	$0,165 \pm 0,07^a$	
Clearfil Twist Dia	8	$0,163 \pm 0,05^a$	
Super Snap	8	$0,196 \pm 0,06^a$	
Kontrol (mylar strip)	8	$0,030 \pm 0,01^b$	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



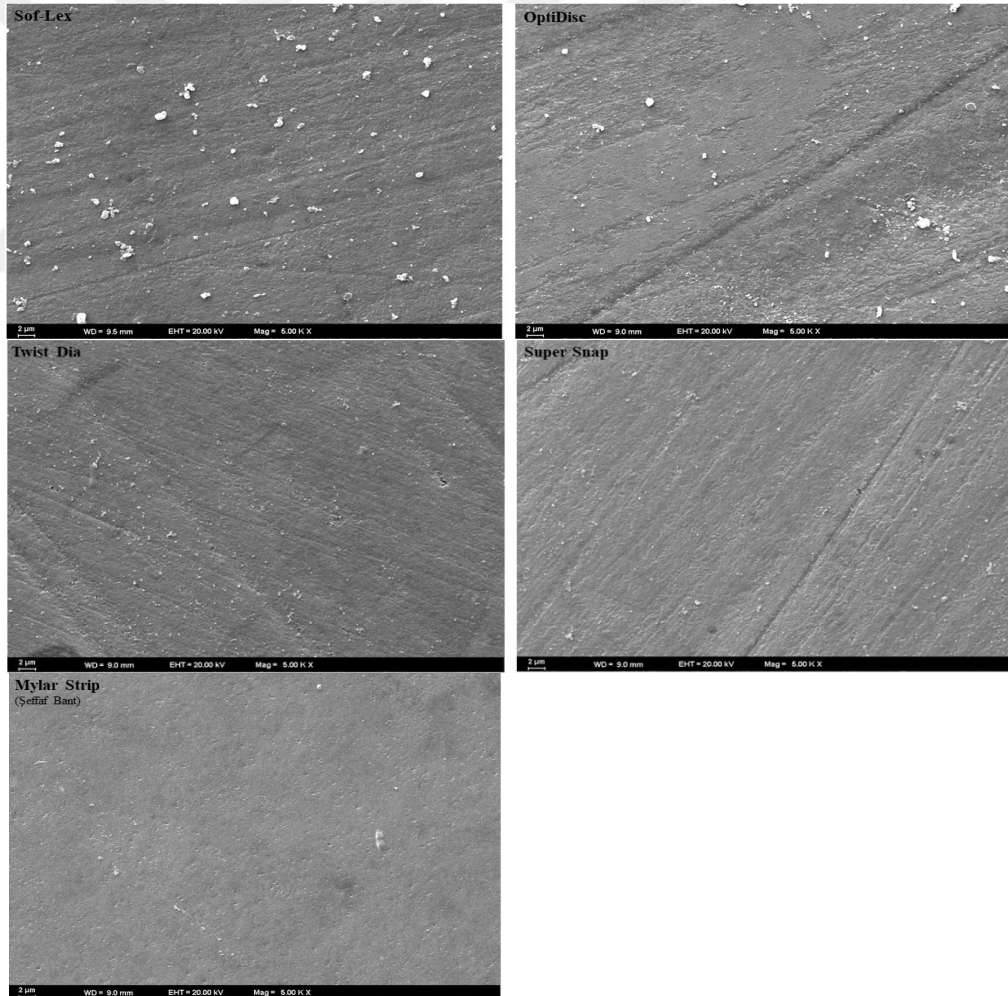
Şekil 4. 2: Harmonize nanohibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) görüntüleri ($5000 \times$ büyütme)

Estelite Asteria supra-nano kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonraki yüzey pürüzlülüğü değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0,001$). En düşük Ra değeri herhangi bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip ($0,058 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde gözlenirken, en fazla Ra değeri ($0,167 \mu\text{m}$) Sof-Lex bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde görüldü.

Tablo 4. 4: Estelite Asteria supra-nano kompozit rezinin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	Ra±SS (μm)	P
Sof-Lex	8	$0,167 \pm 0,08^a$	0.000
OptiDisc	8	$0,114 \pm 0,04^{ab}$	
Clearfil Twist Dia	8	$0,142 \pm 0,04^a$	
Super Snap	8	$0,140 \pm 0,04^a$	
Kontrol (mylar strip)	8	$0,058 \pm 0,02^b$	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



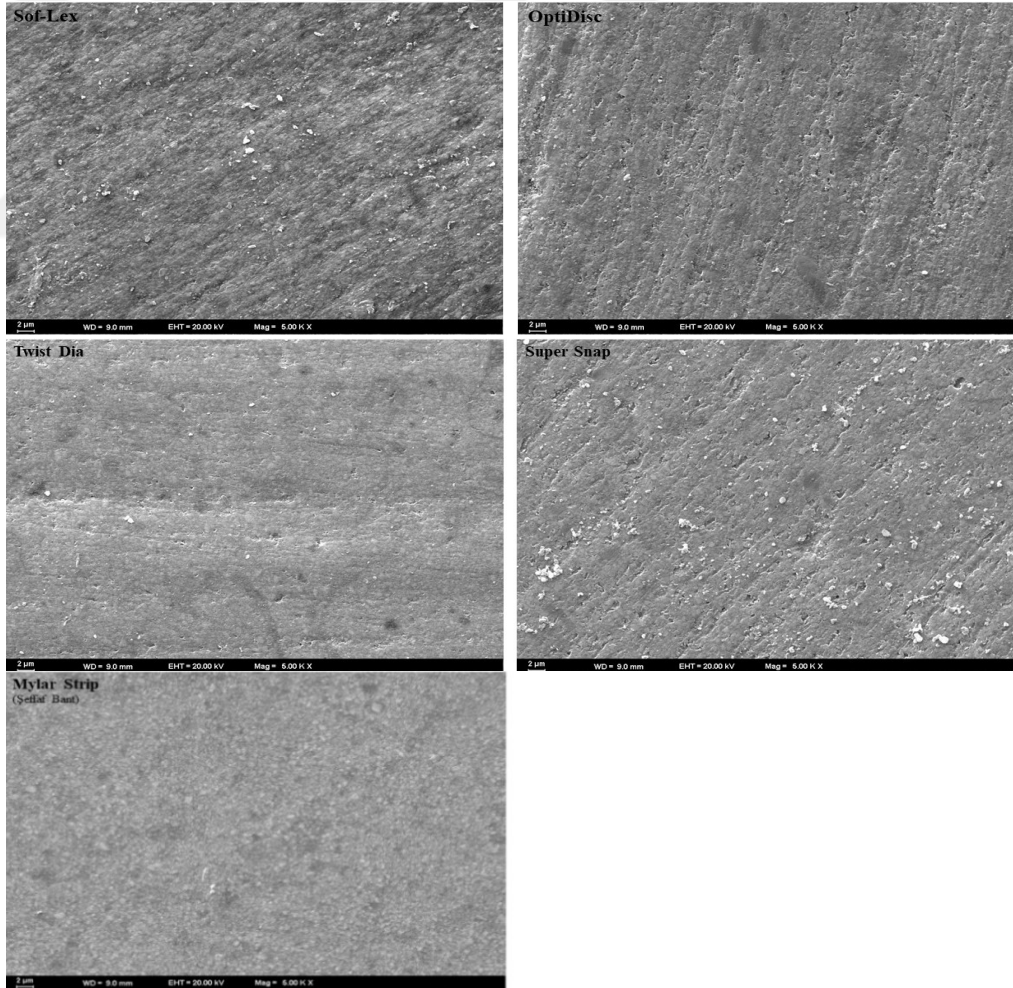
Şekil 4. 3: Estelite Asteria supra-nano kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) görüntüleri ($5000 \times$ büyütme)

Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0.001$). En düşük Ra değeri herhangi bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip ($0,042 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde, en fazla Ra değeri ($0,183 \mu\text{m}$) Super Snap bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde görüldü.

Tablo 4. 5: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	N	Ra±SS (μm)	P
Sof-Lex	8	$0,120 \pm 0,02^a$	0,000
OptiDisc	8	$0,119 \pm 0,04^a$	
Clearfil Twist Dia	8	$0,136 \pm 0,03^{ab}$	
Super Snap	8	$0,183 \pm 0,05^b$	
Kontrol (mylar strip)	8	$0,042 \pm 0,01^c$	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



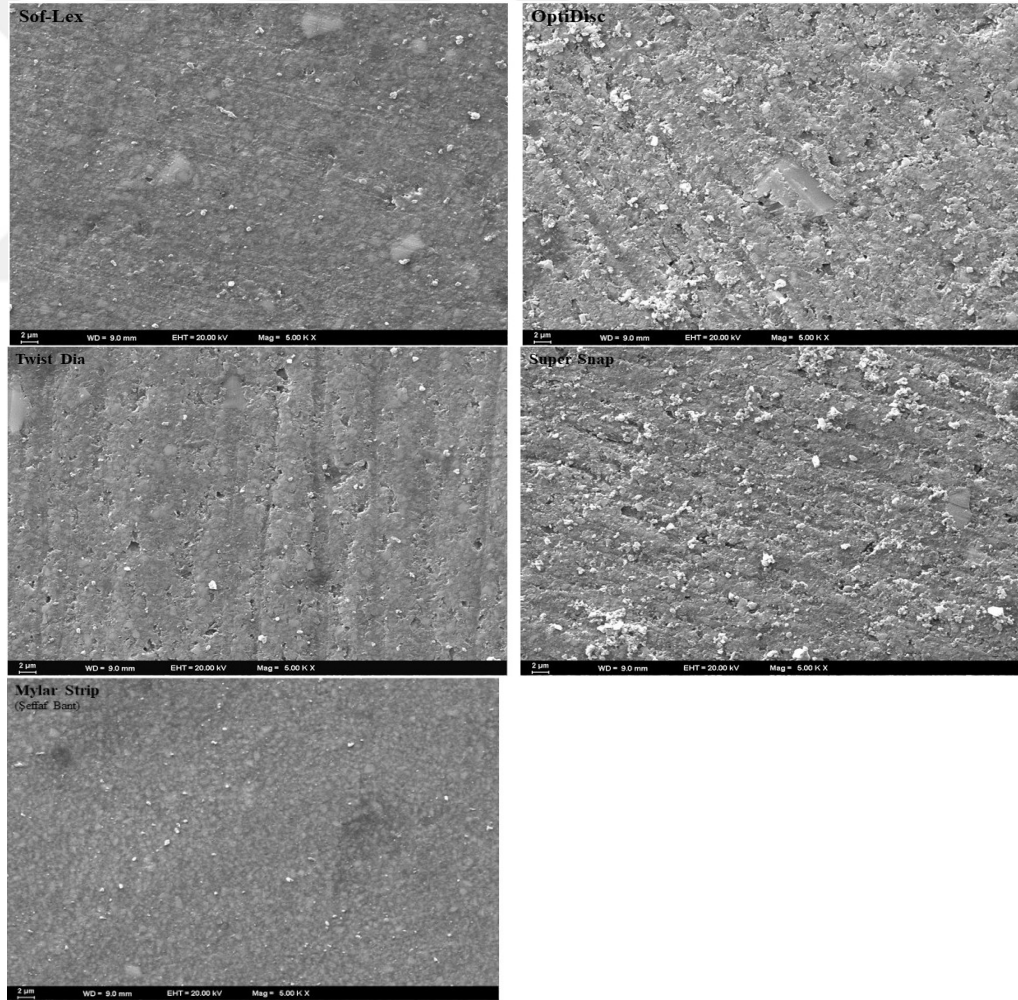
Şekil 4. 4: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri ($5000 \times$ büyütme)

Amaris mikrohibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonraki yüzey pürüzlülük değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0,001$). En düşük Ra değeri herhangi bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip ($0,058 \mu\text{m}$) kullanıldığı örneklerde gözlenirken, en fazla Ra değeri ($0,230 \mu\text{m}$) Clearfil Twist Dia bitime ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde görüldü.

Tablo 4. 6: Amaris mikrohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	Ra±SS (μm)	P
Sof-Lex	8	$0,224 \pm 0,07^a$	0,000
OptiDisc	8	$0,180 \pm 0,07^{ab}$	
Clearfil Twist Dia	8	$0,230 \pm 0,06^a$	
Super Snap	8	$0,146 \pm 0,02^{bc}$	
Kontrol (Mylar Strip)	8	$0,058 \pm 0,03^c$	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



Şekil 4. 5: Amaris mikrohibrit kompozitin başlangıç aşamasında Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip bitirme ve cila sistemlerinden sonraki SEM görüntüleri ($5000 \times$ büyütme)

Kompozitlerin partikül büyüklüklerine göre farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde; nano seramik, submikron hibrit ve mikrohibrit kompozit örneklerin Ra değeri istatistiksel anlamlı farklılık bulunurken ($p<0.05$), nanohibrit ve supra-nano kompozit örneklerin Ra değeri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamadı ($p>0,05$). En düşük Ra değeri alüminyum oksit kaplı disk sisteminin kullanıldığı (OptiDisc) supra-nano kompozitte (Estelite Asteria) görülürken, en fazla Ra değeri ise elmas içerikli spiral sisteminin (Clearfil Twist Dia) kullanıldığı mikrohibrit (Amaris) kompozitte görüldü.

Nano seramik kompozit örneklerin yüzeyinde alüminyum oksit kaplı disk (OptiDisc) bitirme ve cila sistemi en az ($0,151 \mu\text{m}$) Ra değeri oluştururken, elmas içerikli spiral (Clearfil Twist Dia) en fazla ($0,214 \mu\text{m}$) Ra değeri oluşturdu. Nanohibrit kompozit örneklerin yüzeyinde alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiral (Sof-Lex) bitirme ve cila sistemi en az ($0,146 \mu\text{m}$) Ra değeri oluştururken, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk (Super Snap) sistemi en fazla ($0,196 \mu\text{m}$) Ra değeri oluşturdu. Supra-nano kompozit örneklerin yüzeyinde alüminyum oksit kaplı disk (OptiDisc) bitirme ve cila sistemi en az ($119 \mu\text{m}$) Ra değeri oluştururken, alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiral (Sof-Lex) bitirme ve cila sistemi en fazla ($0,183 \mu\text{m}$) Ra değeri oluşturdu. Supmicron hibrit kompozit örneklerin yüzeyinde alüminyum oksit kaplı disk (OptiDisc) bitirme ve cila sistemi en az ($0,151 \mu\text{m}$) Ra değeri oluştururken, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk sistemi (Super Snap) en fazla ($0,214 \mu\text{m}$) Ra değeri oluşturdu. Mikrohibrit kompozit örneklerin yüzeyinde alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk (Super Snap) bitirme ve cila sistemi en az ($0,146 \mu\text{m}$) Ra değeri oluştururken, elmas içerikli spiral (Clearfil Twist Dia) sistemi en fazla ($0,230 \mu\text{m}$) Ra değeri oluşturdu.

Tablo 4. 7: Kompozitlerin partikül büyüklüğüne göre farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex Ra±SS (μm)	OptiDisc Ra±SS (μm)	Clearfil Twist Dia Ra±SS (μm)	Super Snap Ra±SS (μm)	p
Nano Seramik	0,151±0,08 ^a	0,145±0,45 ^a	0,214±0,02 ^b	0,177±0,04 ^{ab}	0,019
Nanohibrit	0,146±0,06	0,166±0,70	0,163±0,05	0,196±0,05	0,361
Supra-nano	0,167±0,08	0,114±0,49	0,142±0,04	0,140±0,04	0,252
Supmicron hibrit	0,120±0,03 ^a	0,119±0,41 ^a	0,136±0,04 ^{ab}	0,183±0,05 ^b	0,009
Mikrohibrit	0,224±0,07 ^a	0,180±0,65 ^{ab}	0,230±0,06 ^a	0,146±0,02 ^b	0,004
Toplam	0,162±0,07 ^{ab}	0,143±0,05 ^a	0,177±0,05 ^b	0,164±0,05 ^{ab}	0,032

* a-c sütunlar arası karşılaştırmaları, $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4.1.2 Kompozit Gruplarının Renk Değişiminin Değerlendirilmesi

Kompozit örneklerin renk değişimi ölçümü başlangıçta, kahve solüsyonu içerisindeki 1. ve 7. gün sonunda gerçekleştirildi. Renk ölçümünde L^* , a^* ve b^* değerleri elde edildi. Başlangıç ile 1. gün son sonunda oluşan renk fark ΔE_1 ve başlangıç ile 7. gün sonunda oluşan renk farkı ΔE_7 hesaplandı (Bknz sayfa 38). Renk değişimi ölçümü sonucu elde edilen renk değişim değerleri ΔE_1 ve ΔE_7 Kolmogorow-Simirnov testlerine göre normallik testi yapıldı. Test sonucunda verilerin normal dağılım göstermesi, ΔE_1 ve ΔE_7 değerlerine tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve gruplar arası karşılaştırmada Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Günler arası ΔE_1 ve ΔE_7 değerlerinin karşılaştırılmasında t-testi kullanıldı.

Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları tablo 4.8-4.15 gösterilmiştir.

Tablo 4. 8: Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex $\Delta E_1 \pm SS$	OptiDisc $\Delta E_1 \pm SS$	Clearfil Twist Dia $\Delta E_1 \pm SS$	Super Snap $\Delta E_7 \pm SS$	Kontrol $\Delta E_1 \pm SS$
Cram-X Dou	5,45±1,42 ^a	5,29±0,78 ^a	4,65±0,61 ^{ab}	5,25±0,81 ^a	5,80±0,15 ^a
Harmonize	7,21±0,86 ^b	6,68±1,38 ^{ab}	5,24±1,73 ^b	7,06±1,85 ^a	7,38±0,88 ^b
Estelite Asteria	3,80±0,76 ^c	3,52±0,70 ^c	3,08±0,76 ^a	3,09±0,84 ^b	4,20±0,32 ^c
Brilliant EverGlov	5,15±0,63 ^{ac}	5,68±0,70 ^{ab}	4,75±1,27 ^{ab}	5,87±1,27 ^a	6,68±0,84 ^{ab}
Amaris	10,33±1,82 ^d	10,03±0,74 ^d	8,73±1,56 ^c	9,68±1,82 ^c	12,07±0,46 ^d
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

* a-d satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemlerinin kullanılmasından sonrasındaki ΔE_1 değerleri incelendiğinde; Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia, Super Snap ve mylar strip (Kontrol) kullanılan örneklerin ΔE_1 değeri arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi. Bütün bitirme ve cila tekniklerinde en düşük ΔE_1 değerini supra-nano kompozitte (Estelite Asteria), en fazla ΔE_1 değeri ise mikrohibrit (Amaris) kompozite görüldü. Kompozit gruplarında en az renk değişikliği Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde görülürken, en fazla renk değişikliği mylar sterip kullanıldığı (kontrol) grubunda görüldü.

Tablo 4. 9: Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra kompozitlerin 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex $\Delta E_7 \pm SS$	OptiDisc $\Delta E_7 \pm SS$	Clearfil Twist Dia $\Delta E_7 \pm SS$	Super Snap $\Delta E_7 \pm SS$	Kontrol $\Delta E_7 \pm SS$
Ceram-X Dou	7,50±0,84 ^a	7,15±0,74 ^a	5,65±0,70 ^{ab}	5,96±0,87 ^{ab}	8,35±0,25 ^a
Harmonize	9,19±1,12 ^b	8,52±1,42 ^{ab}	6,65±1,80 ^b	9,11±1,89 ^b	9,30±0,61 ^b
Estelite Asteria	5,53±0,72 ^c	4,99±0,77 ^c	4,43±0,58 ^a	4,68±0,78 ^a	6,59±0,33 ^c
Brilliant EverGlov	7,13±0,90 ^a	7,46±0,63 ^{ab}	6,28±1,40 ^b	7,62±1,26 ^{bc}	8,11±0,68 ^a
Amaris	12,80±1,52 ^d	11,19±0,89 ^d	10,58±1,26 ^c	11,80±1,41 ^d	14,49±0,30 ^d
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

* a-d satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi

Kompozitlerin farklı bitirme ve cila sistemlerinin kullanılmasından sonrasındaki ΔE_7 değerleri incelendiğinde; Sof-Lex, OptiDisc, Super Snap, Clearfil Twist Dia ve mylar strip (Kontrol) kullanıldığı kompozit örneklerinin ΔE_7 değeri arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edildi ($p > 0,05$). Bütün bitirme ve cila tekniklerinde en düşük ΔE_7 değeri supra-nano kompozitte (Estelite Asteria), en fazla ΔE_7 değeri ise mikrohibrit (Amaris) kompozite görüldü.

Ceram.x Dou, Harmonize, Estelite Asteria, Brilliant EverGlov ve Amaris kompozit örneklerin 1. ve 7. gün sonunda elmas içerikli spiral bitirme ve cila sisteminin (Clearfil Twist Dia) en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri oluşturdu. Bitirme ve cila işlemi yapılmayan (mylar strip) kullanıldığı örneklerde en fazla ΔE_1 ve ΔE_7 değeri tespit edildi.

Tablo 4. 10: Ceram.x dou nano seramik universal kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila	n	$\Delta E_1 \pm SS$	$\Delta E_7 \pm SS$	P
Sof-Lex	8	5,45±1,42	7,50±0,84 ^{ab}	0,001
OptiDisc	8	5,29±0,78	7,16±0,74 ^b	0,000
Clearfil Twist Dia	8	4,66±0,61	5,66±0,70 ^c	0,003
Super Snap	8	5,25±0,81	5,96±0,87 ^c	0,077
Kontrol (mylar strip)	8	5,80±0,15	8,35±0,25 ^a	0,000
P		0,186	0,000	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Ceram.x dou nano seramik kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değerleri incelendiğinde; 1. gündeki ΔE_1 değerleri ile kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı farklılık görülmez iken ($p > 0,05$); 7.

gündeki ΔE_7 değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Kompozit örneklerin 1. ve 7. gün sonunda en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminde (4,66 ve 5,66) görülürken, en fazla ΔE_1 ve ΔE_7 değeri herhangi bir bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip (kontrol) kullanıldığı örneklerde (5,80 ve 8,35) tespit edildi.

Farklı bitirme ve cila sistemleri kullanılan kompozit örneklerin zamanla renk değişikliğinde artış oldu. Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki renk değişim değeri istatistiksel anlamlı fark görülmezken, Sof-Lex, OptiDisc ve Super Snap bitirme ve cila sistemlerinin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki renk değişim değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü. (Tablo 4.10)

Tablo 4. 11: Harmonize nanohibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	$\Delta E_1 \pm SS$	$\Delta E_7 \pm SS$	P
Sof-Lex	8	7,21 \pm 0,86 ^{ab}	9,19 \pm 1,12 ^a	0,000
OptiDisc	8	6,69 \pm 1,38 ^{ab}	8,53 \pm 1,42 ^{ab}	0,013
Clearfil Twist Dia	8	5,25 \pm 1,73 ^a	6,66 \pm 1,80 ^b	0,111
Super Snap	8	7,07 \pm 1,85 ^{ab}	9,11 \pm 1,89 ^a	0,034
Kontrol (mylar strip)	8	7,38 \pm 0,88 ^b	9,30 \pm 0,61 ^a	0,004
P		0,030	0,004	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Harmonize nanohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değerleri incelendiğinde; kontrol grubu ile istatistiksel anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p < 0.05$). 1. ve 7 gün sonunda kompozit örneklerin en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde (5,25 ve 6,66) bulundu. En fazla ΔE_1 ve ΔE_7 değeri bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip (kontrol) kullanıldığı örneklerde (7,38 ve 9,30) tespit edildi.

Farklı bitirme ve cila sistemleri kullanılan kompozit örneklerin zamanla renk değişikliğinde artış oldu. Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki renk değişim değeri arasında istatistiksel anlamlı fark görülmezken, Sof-Lex, OptiDisc ve Super Snap bitirme ve cila sistemlerinin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki renk değişim değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü. (Tablo 4.11)

Tablo 4. 12: Estelite Asteria supra-nano kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	$\Delta E_1 \pm SS$	$\Delta E_7 \pm SS$	P
Sof-Lex	8	3,80±0,76 ^{ab}	5,53±0,72 ^a	0,000
OptiDisc	8	3,55±0,66 ^{ab}	4,97±0,73 ^{ab}	0,000
Clearfil Twist Dia	8	3,08±0,76 ^a	4,43±0,58 ^b	0,001
Super Snap	8	3,09±0,84 ^a	4,69±0,78 ^{ab}	0,000
Kontrol (mylar strip)	8	4,20±0,32 ^b	6,59±0,33 ^c	0,000
P		0,029	0,000	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Estelite Asteria supra-nano kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değerleri incelendiğinde; kontrol grubu ile istatistiksel anlamlı farklılık olduğu görüldü ($p < 0,05$). Kompozit örneklerin 1. ve 7. gün sonunda en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde (3,09 ve 4,43) görülürken, en fazla ΔE_1 ve ΔE_7 değeri herhangi bir bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip kullanıldığı örneklerde (4,20 ve 6,59) tespit edildi.

Zaman içerisinde kompozit örneklerin renk değişimin arttığı, Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia ve Super Snap bitirme ve cila sistemlerinin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü. (Tablo 4.12)

Tablo 4. 13: Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	$\Delta E_1 \pm SS$	$\Delta E_7 \pm SS$	P
Sof-Lex	8	5,15±0,62 ^a	7,13±1,02 ^a	0,000
OptiDisc	8	5,68±0,70 ^{ab}	7,47±0,63 ^{ab}	0,000
Clearfil Twist Dia	8	5,09±0,73 ^a	6,59±1,16 ^{ab}	0,004
Super Snap	8	5,88±1,27 ^{ab}	7,63±1,26 ^{ab}	0,016
Kontrol (mylar strip)	8	6,68±0,84 ^b	8,11±0,68 ^b	0,019
P		0,014	0,047	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Brilliant EverGlow submikron hibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değerleri incelendiğinde; 1. gündeki ΔE_1 değerleri ile kontrol grubu arasında istatistiksel anlamlı farklılık görülürken

($p<0.05$), 7. gündeki ΔE_7 değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi ($p>0.05$). Kompozit örneklerin 1. ve 7. gün sonunda en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde (5,09 ve 6,59), en fazla ΔE_1 ve ΔE_7 değeri herhangi bir bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip kullanıldığı örneklerde (6,68 ve 8,11) tespit edildi.

Zaman içerisinde kompozit örneklerin renk değişiminin arttığı tespit edildi. Ayrıca Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia ve Super Snap bitirme ve cila sistemlerinin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü. (Tablo 4.13)

Tablo 4. 14: Amaris mikrohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_1 ve ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila Sistemi	n	$\Delta E_1 \pm SS$	$\Delta E_7 \pm SS$	P
Sof-Lex	8	10,33 \pm 1,82 ^{ab}	12,81 \pm 1,52 ^{ab}	0,004
OptiDisc	8	10,04 \pm 0,74 ^{ab}	11,20 \pm 0,89 ^{bc}	0,014
Clearfil Twist Dia	8	8,74 \pm 1,56 ^a	10,59 \pm 1,26 ^c	0,009
Super Snap	8	9,68 \pm 1,82 ^a	11,81 \pm 1,41 ^{bc}	0,014
Kontrol (mylar strip)	8	12,07 \pm 0,46 ^b	14,49 \pm 0,30 ^a	0,014
P		0,006	0,000	

* a-c satırlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Amaris mikrohibrit kompozitin farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değerleri incelendiğinde; kontrol grubu ile istatistiksel anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p<0.05$).

Kompozit örneklerin 1. ve 7. gün sonunda en az ΔE_1 ve ΔE_7 değeri Clearfil Twist Dia bitirme ve cila sisteminin kullanıldığı örneklerde (8,74 ve 10,59) görülürken, en fazla ΔE değeri herhangi bir bitirme ve cila işlemi yapılmayan mylar strip kullanıldığı örneklerde (12,07 ve 14,49) tespit edildi.

Zaman içerisinde kompozit örneklerin renk değişiminin arttığı tespit edildi. Ayrıca Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia ve Super Snap bitirme ve cila sistemlerinin kullanıldığı kompozit örneklerin 1. ve 7. gündeki ΔE_1 ve ΔE_7 değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü. (Tablo 4.14)

Tablo 4. 15: Kompozitlerin partikül büyüklüğüne göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra kompozitlerin 1. gündeki renk değişimi (ΔE_1), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex $\Delta E_1 \pm SS$	OptiDisc $\Delta E_1 \pm SS$	Clearfil Twist Dia $\Delta E_1 \pm SS$	Super Snap $\Delta E_1 \pm SS$	p
Nano Seramik	5,45±1,42	5,29±0,78	4,65±0,61	5,25±0,81	0,282
Nanohibrit	7,21±0,86 ^a	6,68±1,38 ^{ab}	5,24±1,73 ^b	7,06±1,85 ^{ab}	0,032
Supra-nano	3,80±0,76	3,52±0,70	3,08±0,76	3,09±0,84	0,134
Supmicron hibrit	5,15±0,63	5,68±0,70	5,09±0,73	5,87±1,27	0,167
Mikrohibrit	10,33±1,82	10,03±0,74	8,73±1,56	9,68±1,82	0,152

* a-c sütunlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Kompozitlerin türlerine göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 1. gündeki renk değişimleri (ΔE_1) incelendiğinde; nanohibrit kompozitin ΔE_1 değerleri bitirme ve cila sistemleri göre istatistiksel anlamlı farklılık gösterirken, nano seramik ve supra nano, submikron ve mikrohibrit kompozitlerin ΔE_1 değerleri arasında istatistiksel bir farklılık görülmedi. En düşük ΔE_1 değeri (3,08) supra-nano kompozitte (Estelite Asteria), en fazla ΔE değeri (10,33) ise mikrohibrit (Amaris) kompozitte görüldü.

Nano seramik, nanohibrit, supra-nano ve mikrohibrit kompozit örneklerin yüzeyinde elmas içerikli spiral bitirme ve cila sisteminin (Clearfil Twist Dia) en az ΔE_1 değeri oluştururken, alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiralin birlikte kullanıldığı bitirme ve cila sistemi (Sof-Lex) en fazla ΔE_1 değeri oluşturduğu görüldü.

Supmicron hibrit kompozit örneklerin yüzeyinde elmas içerikli spiral bitirme ve cila sistemi (Clearfil Twist Dia) en az ΔE_1 değeri oluştururken, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk sistemi (Super Snap) kullanıldığı kompozit örneklerde en fazla ΔE_1 değeri tespit edildi.

Kompozitlerin partikül büyüklüklerine göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 7. gündeki ΔE_7 değerleri incelendiğinde; nano seramik, nanohibrit, supra-nano ve mikrohibrit kompozitlerin ΔE_7 değeri bitirme ve cila sistemleri göre istatistiksel anlamlı farklılık görülürken, submikron hibrit kompozitin ΔE_7 değeri arasında istatistiksel bir farklılık görülmedi. En düşük ΔE_7 değeri (4,43) supra-nano kompozitte (Estelite Asteria), en fazla ΔE_7 değeri (12,80) ise mikrohibrit (Amaris) kompozite görüldü.

Tablo 4. 16: Kompozitlerin partikül büyüklüğüne göre farklı bitirme ve cila sistemlerinden sonra 7. gündeki renk değişim değerleri (ΔE_7), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

Bitirme ve Cila/Kompozitler	Sof-Lex $\Delta E_7 \pm SS$	OptiDisc $\Delta E_7 \pm SS$	Clearfil Twist Dia $\Delta E_7 \pm SS$	Super Snap $\Delta E_7 \pm SS$	p
Nano Seramik	7,50±0,84 ^a	7,15±0,74 ^a	5,65±0,70 ^b	5,96±0,87 ^b	0,000
Nanohibrit	9,19±1,12 ^a	8,52±1,42 ^{ab}	6,65±1,80 ^b	9,11±1,89 ^b	0,005
Supra-nano	5,53±0,72 ^a	4,99±0,77 ^{ab}	4,43±0,58 ^b	4,68±0,78 ^{ab}	0,016
Supmicron hibrit	7,13±0,90	7,46±0,63	6,59±1,09	7,62±1,26	0,146
Mikrohibrit	12,80±1,52 ^a	11,19±0,89 ^{ab}	10,58±1,26 ^b	11,80±1,41 ^{ab}	0,005

* a-c sütunlar arası karşılaştırmaları göstermekte, $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Nano seramik, supra-nano, nanohibrit ve mikrohibrit kompozit örneklerin yüzeyinde elmas içerikli spiral bitirme ve cila sistemi (Clearfil Twist Dia) en az ΔE_7 değeri oluştururken, alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiral sistemi (Sof-Lex) en fazla ΔE_7 değeri oluşturdu. Supmicron hibrit kompozit örneklerin yüzeyinde ise elmas içerikli spiral bitirme ve cila sistemi (Clearfil Twist Dia) en az, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk sistemi (Super Snap) en fazla ΔE_7 değeri oluşturdu.

Tablo 4. 17: Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) ile 1. ve 7. gündeki renk değişimleri (ΔE) arasındaki korelasyon analizleri

Bitirme ve Cila/Kompozitler	1. Gün		7. gün	
	Korelasyon katsayısı	p	Korelasyon katsayısı	p
Ceram.x Dou	0,211	0,190	0,297	0,063
Harmonize	0,115	0,499	0,148	0,382
Estelite Asteria	0,172	0,313	0,154	0,354
Brilliant EverGlov	0,239	0,161	0,300	0,075
Amaris	0,038	0,822	0,102	0,548

* Pearson korelasyon test, $p < 0,05$

Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) ile 1. ve 7. gündeki renk değerleri (ΔE) arasındaki korelasyon analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı.

5 TARTIŞMA

Kompozitlerin estetik özellikleri hastaların beklentileri karşılması, diş dokularına bağlanabilmeleri, dayanıklılıkları ve porselene oranla ucuz olması gibi avantajlarından dolayı dişlerin restorasyonunda klinisyenler tarafından tercih edilmektedir. Fakat bu materyallerin polimerizasyon büzülmesi, marjinal kenar renklenmesi ve zaman içerisinde renk değişikliğine uğraması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Çalışmamızda son zamanlarda ön ve arka grup dişlerin estetik restorasyonlarında yaygın olarak kullanılan farklı partikül büyüklüğündeki (supra-nano, submikron hibrit, nanohibrit, nano seramik ve mikrohibrit) yüksek estetiğe sahip kompozitin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimlerini inceledik.

Son yıllarda dişlerin restorasyonunda kullanılan kompozitlerin büyük kısmı genel bir terim olan “hibrit kompozitler” olarak isimlendirilmektedir. Diş hekimliği alanında nano doldurucu teknolojinin gelişmesi ile mikrofil kompozitlerin estetik özellikleri ve hibrit kompozitlerin mekanik özellikleri bir araya getirilerek nanohibrit kompozitler piyasaya sürülmüştür. (55,111)

Nanofil kompozitler, rezin matriksin içerisine nanometrik boyutta partiküllerin eklenmesi ile elde edilirken, nanohibrit kompozitler nanometrik boyutta partiküllerin konvansiyonel teknoloji ile üretilen partiküllerle kombinasyonu ile elde edilmektedir. (55) Nanoteknolojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile kompozitlerin doldurucu miktarı artırılarak daha iyi fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikler göstermesi sağlanmıştır. (51)

Kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesine rağmen başarısını etkileyen en önemli faktörün bitirme ve cila işlemleri sonrasında elde edilen yüzey pürüzlülüğü olduğu ifade edilmektedir. (112,113) Bitirme ve cila işlemleri sonrasında düşük yüzey pürüzlülüğü kompozitlerin estetik görünümü ve başarısını artırırken, pürüzlü ve zayıf cilalanmamış yüzeyler plak birikimine, rekürrent çürük ve restorasyonun renklenmesine neden olmaktadır. Bu materyallerin farklı büyüklükte inorganik doldurucu içermeleri ve doldurucu partiküllerin farklı seviyelerde sertliğe sahip olması nedeniyle, bitirme ve cila işlemlerinden sonra farklı yüzey pürüzlülüğü oluşturmaktadır. Bu bu sebeple kompozit restorasyonlardan en iyi sonucu elde

edebilmek için materyal özelliklerine en uygun bitirme ve cila sistemine karar vermek gerektiği belirtilmektedir. (114,115)

Kompozit restorasyonlarda şeffaf bant altında bitirilen kompozit yüzeylerin en pürüzsüz yüzey olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (116-120) Çalışmamızda, bütün kompozit grupları içerisinde en pürüzsüz yüzeyler şeffaf bant altında kalan ve hiçbir yüzey işleminin yapılmadığı kontrol gruplarında bulundu. Fakat bant altında kalan bu düzgün yüzeyin de rezinden zengin tabaka olduğu belirtilmekte ve bu tabakanın bitirme ve cila işlemleriyle uzaklaştırılması ile daha sert, aşınmaya karşı dirençli ve estetik açıdan daha stabil bir yüzey oluşturacağı bildirilmiştir. (121) Ayrıca şeffaf bant altından taşan fazla materyalin uzaklaştırılmasının ve restorasyonun anatomik formunun verilmesinin klinik olarak zorunlu olduğu rapor edilmiştir. (62)

Kompozit restorasyonlardan sonra bitirme ve cila işlemleri kuru veya su soğutması altında yapılabilmektedir. Literatürde kuru yapılan bitirme ve polisaj işleminde aşındırıcıdan ayrılan parçaların kompozit yüzeyinde birikebileceği veya kompozitin içerisine gömülebileceği belirtilmektedir. (122) Ayrıca bitirme ve polisaj işlemi esnasında oluşan ısı kompozit matris yapısında bozulmalara neden olduğu saptanmıştır. (123)

Bayraktar ve ark., bitirme ve cila işleminin ıslak ya da kuru olarak yapılmasının, kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğüne anlamlı bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. (124)

Nasoohi ve ark., ise kuru ve su soğutması altındaki bitirme ve cila işlemlerinin kompozitlerin yüzey pürüzlülükleri üzerine yaptıkları çalışmada su soğutması altında yüzey pürüzlülük değerlerinin daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. (125) Bizde çalışmamızda kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemlerini daha etkin olabilmesi için su soğutması altında gerçekleştirdik.

Dental materyallerin 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. (150) Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. (14,15,136) Bu yöntemin avantajı değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmaması ve örnekler üzerinde çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilmesidir. (73)

Dental materyallerin yüzey topografisinin belirlenmesinde en sık kaydedilen (13,15,63,121) Ra parametresi pürüzlülük profilinin orta hattan sapmalarının aritmetik ortalamalarının hesaplanması ile elde edilmektedir. (119) Bizim çalışmamızda da iki-boyutlu yüzey profil metresi kullanılarak yüzey pürüzlülüğü Ra parametresini kullanarak belirledik.

Kompozitlerin yüzey pürüzlülüğündeki farklılıklarının öncelikle doldurucu partiküllerin boyutu ve içeriğinin etkili olduğu belirtilmesine rağmen; restoratif materyallerin doldurucu partikül tipi, polimer matriksin polimerizasyon derecesi ve silan bağlayıcılarının da etkilediği bildirilmiştir. (128)

Senawongse ve Pongprueksa'nın yaptıkları 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) kompoziti farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından karşılaştırdıklarında, nanohibrit kompozitlerin nanofil kompozitlerden daha yüksek yüzey pürüzlülük değerleri gösterdiği bildirmişlerdir. Bunun sebebinin de nanohibrit kompozitlerde yüzey işlemleri sırasında prepolimerize partiküllerin kopması sonucu doldurucu matriks ara yüzünün bozulmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. (126)

Nihan ve ark., çalışmalarında en düşük yüzey pürüzlülük değerini Filtek Supreme Translucent grubunda tespit ettiklerini ve bunu Filtek Z250 ve Filtek Supreme Dentin grubu izlediğini, ayrıca Aelite Aesthetic Enamel kompozit grubunda bu kompozitlerden daha yüksek Ra değerleri elde edilse de bu farklılığın anlamlı olmadığını söylemişlerdir. Grandio kompozit grubunda ise en yüksek Ra değerleri elde edildiğini ve diğer gruplarla arasındaki farkı anlamlı bulmuşlardır. Grandio kompozit grubunda en yüksek Ra değerinin görülmesini konvansiyonel şekilde eklenen cam seramik doldurucuların yüksek oranda bulunması ve bu partiküllerin boyutlarının diğer kompozitlere oranla büyük olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. (29)

Yadav ve ark., farklı bitirme ve polisaj sistemlerinin nanofil, mikrofil ve mikrohibrit kompozit yüzeylerindeki yüzey pürüzlülüğünü inceledikleri çalışmalarında; en az yüzey pürüzlülüğünü nanofil kompozit (Ceram x mono), mikrofil kompozit (Esthet X) ve mikrohibrit kompozit (Filtek Z250) şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. (127)

Bayraktar ve ark., bitirme ve cila sistemlerinin, hibrit ve nanofil üç farklı kompozitin (Photo Posterior, Filtek Ultimate, Aelite LS Posterior,) yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında, bitirme ve cila işlemlerinden sonra nanofil kompozit örneklerin hibrit kompozit örneklere göre daha pürüzsüz yüzeyler elde etmişlerdir. (124)

Aytaç ve ark., kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptıkları çalışmalarında en düşük Ra değerini supra-nano kompozitte (Estelite Σ Quick) görüldüğünü ve Filtek Z250, Filtek Z550 ve Clearfil Majesty ES 2 kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük değerleri arasında anlamlı fark olmadığını belirtmişlerdir. (129)

Çalışmamızda submikron hibrit, nano seramik ve mikrohibrit kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki Ra değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenirken ($p < 0.05$), nanohibrit ve supra-nano kompozit örneklerin Ra değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p > 0,05$). Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasında farklı yüzey pürüzlülük değerlerinin görülmesi sonucu birinci sıfır hipotezimiz reddedildi.

Kompozit grupları içerisinde en düşük Ra değeri supra-nano kompozitte (Estelite Asteria) ve submikron hibrit kompozit grubunda (Brilliant EverGlow) görülürken, en fazla Ra değeri mikrohibrit (Amaris) kompozitte görüldü. Kompozitlerin partikül büyüklüklerine göre Ra değerleri açısından azdan çok olana doğru supra-nano (Estelite Asteria), submikron hibrit (Brilliant EverGlow), nanohibrit (Harmonize), nano seramik (Ceram.x dou) ve mikrohibrit (Amaris) kompozit şeklinde tespit edildi. Supra-nano kompozitin diğer kompozitlerden farklı olarak *baryum glass* yerine eşit büyüklükte kompozit (200 nm spherical SiO₂-ZrO₂) inorganik doldurucu içermesi daha az yüzey pürüzlülüğü oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü, uygulanan cila işlemine ve bu işlemlerde kullanılan materyallerin yapısına, esnekliğine, sertliğine ve gren boyutlarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir. (130-132) Literatürde, kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde cila enstrümanlarının yapılarının ve sertliklerinin kompozitlerin kendi yapılarından daha etkili ve önemli olduğu belirtilmektedir. (133)

Barbosa ve ark., yaptıkları çalışmada iki adet mikrofil (Durafill ve Perfection), bir adet hibrit (Filtek Z250) ve iki adet kondense olabilen (Surefil ve Fill Magic)

kompozitlere çeşitli bitirme ve cila işlemleri (12 ve 30 bıçaklı karpit bitirme frezleri, ince ve ekstra ince elmas bitirme frezleri, Sof-Lex, 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 ifade etmişlerdir. (134)

Lu ve ark., mikrohibrit kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları çalışmalarında Astropol, Sof-Lex ve Diagloss cila enstrümanlarını kullandıklarında en düzgün yüzeylerin Sof-Lex disklerinin uygulanması ile elde edildiğini belirtmişlerdir. 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 oluşturmasına bağlamışlardır. (133)

Üçtaşlı ve ark., mikrofil (Clearfil ST), hibrit (Clearfil AP-X) ve posterior (Clearfil Photo Posterior) kompozitin yüzey pürüzlülüklerini Sof-Lex ve PoGo setlerini kullanarak karşılaştırdıkları çalışmalarında bütün kompozit gruplarında alüminyum oksit içeren disklerinin (Sof-Lex) daha düzgün yüzeyler oluşturduğunu saptamışlardır. (120)

Yadav ve ark., Sof-Lex, Super-Snap diskleri ve Enhance cila lastiklerini kullanarak kompozitler üzerinde yaptıkları çalışmada alüminyum oksit kaplı diskler (Sof-Lex ve Super-Snap diskleri) ile bitirilen yüzeyler en az Ra değeri oluşturduğu, alüminyum oksit içeren cila lastiklerinin (Enhance) ise daha pürüzlü yüzeyler bıraktığı belirtilmiştir. (127)

Bayraktar ve ark., üç farklı polisaj sisteminin (OptiDisc, Optishine ve Sof-Lex disk) kompozitlerin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırdıkları çalışmalarında, alüminyum oksit kaplı (OptiDisc ve Sof-Lex disk) çok aşamalı polisaj sistemleri ile silikon karpit kaplı (Optishine) tek aşamalı polisaj sistemlerine oranla daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiğini söylemişlerdir. (124)

Aytaç ve ark., bitirme ve cila sistemlerinin kompozit yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptıkları çalışmalarında en pürüzsüz yüzeylerin alüminyum oksit içeren bitirme ve cila disk sisteminde (Sof-Lex) görüldüğünü belirtmişlerdir. Elmas emdirilmiş spirallerin (Clearfil Twist Dia) ise silikon karpit içeren fırçalara göre daha düşük Ra değeri gösterdiği ve tüm kompozitler için kullanabileceğini bildirmişlerdir.

Ayrıca SEM analizlerinde ise alüminyum oksit kaplı (Sof-Lex) diskler kompozit yüzeyinde yerinden oynamış parçacıklar oluşturduğunu ifade etmişlerdir. (129)

Erdemir ve ark., diş renginde restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptıkları çalışmalarında mikrohibrit kompozitte (Gradia Direct) alüminyum oksit disk içeren bitirme ve polisaj sistemin (Sof-Lex disk), nanofil kompozitte (Filtek Ultimate XT) ise elmas partikül içeren (Hiluster^{plus}) bitirme ve cila sisteminin en pürüzsüz yüzey oluşturduğunu belirtmişlerdir. (135)

Birçok araştırmacı kompozit yüzeylerinde en düşük yüzey pürüzlülük değerlerini alüminyum oksit disklerin sağladığını bildirmişlerdir. (136,137) Alüminyum oksit disklerin kompozitlerin doldurucu partiküllerini yerinden çıkarmadığı (119,138) ve doldurucu partikülleri ve matriksi eşit olarak kestikleri için daha düzgün yüzeyler oluşturduğu bildirilmiştir. (139) Fruits ve ark., ise disklerin düzlemsel hareketinden dolayı düzgün yüzey sağlayabileceğini saptamışlardır. (140)

Çalışmamızda, literatürdeki çalışmalara benzer şekilde alüminyum oksit içeren (OptiDisc) bitirme ve cila sistemi en az yüzey pürüzlülük değeri oluşturdu. Alüminyum oksit ve sonrasında elmas partikül içeren spiral sisteminin kullanıldığı (Sof-Lex) bitirme ve cila sistemi ile alüminyum oksit ve silikon karpit içeren (Süper Snap) bitirme cila sistemi arasında birbirine yakın Ra değeri oluşturduğu görüldü. Elmas partikül içeren (Clearfil Twist Dia) bitirme ve cila sistemi en fazla Ra değeri gösterdi. Elmas partiküllerinin alüminyum oksit ve silikon karpit partiküllerine göre daha sert oldukları için bitirme ve cila işlemlerinden sonra kompozit yüzeylerinde daha pürüzlü bir yüzey oluşturmaktadır. Fakat supra-nano kompozitte eşit büyüklükte nano partikül içermesine bağlı olarak alüminyum oksit veya elmas partikül içeren bitirme ve cila sistemleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamadı. Kompozit örneklerin SEM analizlerinde; alüminyum oksit disklerin doldurucu partikülleri ve matriksi parçalayarak kestikleri ayrıca doldurucu yüzeylerini açığa çıkardığı görüldü. Elmas partikül içeren bitirme cila spirallerin ise kompozit yüzeylerini aşındırarak uniform bir yüzey oluşturduğu saptandı.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde henüz kabul edilmiş bir esik değer olmamasına rağmen bazı araştırmacılar da Ra değerlerinin 0.7–1.4 µm değerleri arasında iken plak birikiminde fark edilir bir değişim olmadığını bildirmişlerdir. (141,142) Willems ve ark., bir restorasyonun yüzey pürüzlülüğünün mine yüzeyinin

pürüzlülük değerine ($Ra=0.64 \mu m$) yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. (143) Bollen ve ark., $0.2 \mu m$ üzerindeki Ra değerlerinin plak birikiminde artışa, çürük riskinin artmasına ve periodontal enflamasyona neden olabileceğini bildirmişlerdir. (8) Ayrıca başka bir çalışmada da $0.5 \mu m$ 'nin üzerindeki Ra değerlerini hastanın dil ucuyla hissedebileceği bildirilmiştir. (144)

Gonçalves; nanofil ve nanohibrit kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptıkları çalışmalarında tüm kompozit gruplarının (Brilliant EverGlow, Harmonize, Ceram.x dou, Zirconfill ve Filtek Supreme XTE) Enhance ve PoGo bitirme cila sistemlerinden sonra $0,2 \mu m$ altında yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini belirtmişlerdir. (145)

Çalışmamızda bitirme ve cila sistemleri ortalama (OptiDisc $0,143 \mu m$, Sof-Lex $0,162 \mu m$, Super Snap $0,164 \mu m$ ve Clearfil Twist Dia $0,177 \mu m$) $0,2 \mu m$ altında Ra değeri oluşturduğu. Günümüzde nanoteknojinin diş hekimliği alanında kullanılması ile geliştirilen kompozitlerin bitirme ve cila işlemleri sonrası $0,2 \mu m$ altında yüzey pürüzlülüğü elde edilebilmektedir.

Kompozitlerde etkin şekilde yapılan bitirme ve cila işlemlerine rağmen meydana gelen renk değişikliği hasta memnuniyetsizliğine neden olmakta, bu durum malzemelerin estetik yetersizliği olarak kabul edilmektedir. (146) Klinik olarak kabul edilemeyen bu renk değişikliği, kimyasal tepkime, yetersiz polimerizasyon, su emilimi, ağız hijyeni, beslenme alışkanlıkları gibi iç ve dış kaynaklı birçok faktörle ilişkili olduğu belirtilmektedir. (147)

Rezin matriks yapısında ve matriks ile doldurucu partiküllerin ara yüzündeki değişimler içsel renklenme, eksojen kaynaklarla kontaminasyon sonucunda renklendirici ajanların emilmesi ve soğurulması sonucunda oluşan renklemeler dışsal renklemeler olarak adlandırılmaktadır. Kompozitlerdeki dışsal renklemeler daha çok diyet alışkanlıkları ile ilişkili olduğu (148) renklenme sebebi ise ağız ortamındaki boyayıcı ajanların restorasyonların yüzeyinde birikmesi ile meydana geldiği belirtilmektedir. (18)

Günlük hayatta tüketilen renklendirici içeceklerin restoratif materyaller üzerindeki etkinlikleri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde renklendirici solüsyonlar olarak genellikle hazır kahve, kırmızı şarap, kola, çay gibi içeceklerin kullanıldığı görülmektedir. (18,22,26,27,110) Renk

çalışmalarında içecekler arasında kahvenin en boyayıcı ajanlardan biri (18,26,27) olmasından dolayı çalışmamızda kompozit örneklerin renk değişikliğini belirlemek amacıyla kahve (Nescafe Classic) solüsyonu tercih edildi.

Kahve üreticilerine göre bir kupa kahvenin tüketimi ortalama 15 dakika sürmekte ve bir kişinin günde 3,2 kupa kahve tükettiği bildirilmiştir. (27) Bu durumda örneklerin kahvede 1. ve 7. gün bekletilmesi ortalama 1 ve 6 aylık kahve tüketimine karşılık gelmektedir. Çalışmamızda üretici önerileri doğrultusunda 2 gram kahve 200 ml kaynayan suda karıştırılarak hazırlanan kahve solüsyonlarının içerisine yerleştirilen örnekler 37°C'de 1. ve 7. gün boyunca bekletildi.

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin renk uyumunun değerlendirilmesinde en sık kullanılan cihaz olan spektrofotometre, görünen spektrum aralığında 1-25 nm aralıklarla objeden yansıyan ışık enerjisinin miktarını ölçmektedir. (67) Konvansiyonel tekniklerle ya da insan gözü ile yapılan değerlendirmelerle karşılaştırıldığında, spektrofotometreler %33 artmış doğruluk oranına sahip oldukları ve vakaların %93,3 ünde daha objektif eşleştirme yaptıkları bildirilmiştir. (68)

Kurt ve ark., diş hekimliğinde renk tespiti üzerine yaptıkları derlemede; görsel yöntemin sübjektif olduğu, spektrofotometrelerin detaylı ve güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. (99) Çalışmamızda verilerin daha güvenilir ve detaylı renk analizinin yapılabilmesi için spektrofotometre (VITA Easyshade Advance) kullanıldı.

Diş hekimliği alanında CIE Lab renk sistemi, ΔE değerinin tespiti için birçok araştırmada tercih edilmekte ve literatürde en sık kullanılan renk ölçüm sistemidir. (151) Renk değişim (ΔE) değeri uygulanan çeşitli işlemler sonucu veya belirli bir zaman dilimi içerisinde bir materyalde meydana gelen renk değişimlerinin bir gözlemci tarafından algılandığı değerler olduğu ifade edilmektedir. USPHS (United States Public Health Service) kriterlerine göre ise alfa değeri olarak ΔE değerinin 2,2–4,4 arasındaki değerler olduğu bildirilmiştir. (152) Çalışmalarda klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi değerinin $\Delta E = 3,3$ olduğu bildirilmiştir. (27,148,150) Bizim çalışmamızda da klinik olarak kabul edilebilir değer $\Delta E = 3,3$ olarak belirlenmiştir.

Beltrami ve ark., bitirme ve cila sistemlerinin estetik restoratif materyallerin renklenme üzerine etkisi ile ilgili yaptığı çalışmada tüm kompozit materyallerin kahve solüsyonunda bir hafta bekletildikten sonraki renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir değerin ($\Delta E = 3,3$) üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. (153)

Çalışmamızda da klinik olarak kabul edilebilir değerin $\Delta E = 3,3$ kabul edilmiş olup, kullanılan kompozitlerden sadece 1. günde supra-nano kompozit (Estelite Asteria) bu değerin altında kalırken, 7. gün sonunda tüm kompozit grupları klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi ($\Delta E = 3,3$) üzerinde olduğu görüldü.

Kompozitlerin yapısı ve doldurucu partikül özelliklerinin yüzey pürüzlülüğü ve dışsal renklenmelerde direkt etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. (131,142) Ayrıca kompozit materyallerin bileşimi dışında bitirme ve cila işlemlerinin de kompozitlerin yüzey özelliklerini etkilediği, pürüzlü yüzeylerin daha fazla renklendiği ve bu nedenle yüzey pürüzlülüğünün kompozitlerin erken dönem renklenmeleriyle ilişkili olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. (115,119,131)

Choi ve ark., farklı kompozitleri Super-Snap, Sof-Lex ve Enhance bitirme ve cila sistemleri sonrasında renklendirici solüsyonlarda bekleterek renk farklılıklarını karşılaştırdıkları çalışmalarında Ra değerleri açısından bitirme ve cila sistemleri arasında fark bulamazken renk değişimi açısından Enhance enstrümanları ile bitirilen yüzeylerin daha az renk değişimi gösterdiğini tespit etmişlerdir. (16)

Türkün ve Türkün farklı kompozitlerin Sof-Lex, Enhance ve PoGo bitirme ve cila sistemleri sonrasında renklendirici solüsyonlarda bekleterek renk farklılıklarını kıyasladıkları çalışmalarında Enhance sistemi ile cila patlarının birlikte uygulandığı kompozitlerde daha az renklenme olduğunu tespit etmişlerdir. (18)

Patel ve ark., farklı bitirme işlemleri yaptıkları kompozit rezinleri farklı renklendirici solüsyonlarda (kahve, kırmızı sarap 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. (22)

Çalışmamızda da şeffaf bant ile bitirilen kompozit grupları 1. ve 7. gün sonunda en fazla renk değişimi gösteren gruplar oldular. Bitirme ve cila sistemleri karşılaştırıldığında elmas içerikli spiral (Clearfil Twist Dia) en yüksek Ra değerini oluşturmasına rağmen en düşük renk değişimim (ΔE_1 ve ΔE_7) elmas içerikli spiral (Clearfil Twist Dia) kullanıldığı grupta tespit edildi. Bitirme ve cila sistemlerinin (Sof-Lex, OptiDisc, Clearfil Twist Dia ve Süper Snap) 1. gün sonundaki ΔE_1 değerleri arasında (nanohibrit kompozit hariç) istatistiksel anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü. Fakat 7. gün sonundaki ΔE_7 değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılıklar

tespit edildi. Nano seramik, supra-nano, nanohibrit ve mikrohibrit kompozit örneklerin yüzeyinde elmas içerikli spiral bitirme ve cila sistemi (Clearfil Twist Dia) en az, alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiral sistemi (Sof-Lex) en fazla ΔE_7 değeri oluşturdu. Farklı olarak supmikron hibrit kompozit örneklerin yüzeyinde ise elmas içerikli spiral bitirme ve cila sistemi (Clearfil Twist Dia) en az, alüminyum oksit ve silikon karpit kaplı disk sistemi (Super Snap) en fazla ΔE_7 değeri oluşturduğu görüldü. Alüminyum oksit kaplı disk ve elmas içerikli spiral sisteminin (Sof-Lex) birlikte kullanılması renk değişimini artırırken, sadece elmas içerikli spiral bitirme ve cila sisteminin (Clearfil Twist Dia) kullanılması daha az renk değişikliği oluşturmaktadır. Kompozit yüzeylerinde elmas içerikli spiral bitirme ve cila sisteminin uniform bir yüzey oluşturması sonucu daha az renk değişikliği oluşturmamasından kaynaklandığını değerlendirmekteyiz.

Kompozit materyallerin bitirme ve cila sistemlerinin yanı sıra materyallerin içerdiği ve rezin matriksin yapısının renk değişimi açısından önemli bir rol oynadığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. (18,24,63) Dietschi ve ark., kompozit rezin restorasyonlardaki renklenmenin yüksek rezin içeriği nedeni ile su emilimine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. (154) Polimer matriks tarafından emilen su, matriks ile doldurucu arasındaki bağın kopmasına veya doldurucunun kendisinin hidrolitik ayrışmasına neden olarak renklemeyi arttırabileceği bildirilmiştir. (155) Bunun yanında rezin matriksin polimerizasyonunun tamamlanmaması halinde artık monomerlerin oluşabileceği ve dolayısıyla yüzey renklenmelerinin de artacağı bildirilmiştir. (149)

Smales ve Gerke pürüzlü yüzeylerin boyayıcı maddelerin emilimi ile renklenebileceğini ancak yüzey pürüzlülüğü ile renklenme arasında her zaman bir ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir. (156) Reis ve ark. ise renklenmenin direkt olarak kompozitlerin rezin kısmı ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. (24)

Hidrofilik ve su emilimi gösteren kompozit materyallerin de renklenme olasılıklarının daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bis-GMA'nın rijit ağ oluşumuna yol açması nedeni ile ana monomer içeriği Bis-GMA olan kompozitler, TEGDMA içeren kompozitlere göre daha az; UDMA ve Bis-EMA içeren kompozitlere göre ise daha fazla su emilimi göstermektedir. (157) Organik monomerlerden UDMA'nın su emiliminin ve çözünübilirliğinin düşük olması, Bis-GMA'ya göre daha az

renklenmeye yol açmasına neden olmaktadır. (23,28) Bis-GMA ve TEGDMA hidrofilik yapılarından dolayı, yüksek su emilimi değerlerine sahiptirler. Bis-EMA ise yapısındaki hidrofobik gruptan dolayı düşük su emilimi gösterir. (158) Çalışmalarda TEGDMA'nın Bis-EMA, Bis-GMA ve UDMA'ya göre önemli oranda daha yüksek su emilimi değerleri gösterdiği bildirilmiştir. (159-161) Fonseca ve ark., ise kompozitlerin içerisindeki monomerlerin su emilimi, çözünürlük ve renklenme üzerine yaptıkları çalışmalarında su emilimi, çözünürlük ve renk değişiminin BisEMA<UDMA<BisGMA şeklinde olduğunu saptamışlardır. (162)

Diyetschi ve ark. hibrit, mikrohibrit ve mikrofil yapıdaki on farklı kompozitin farklı renklendirici solüsyonlardaki renk stabilitelelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında yapısında BisGMA ve TEGDMA ile silanize edilmiş doldurucu partiküller içeren kompozitlerde daha fazla renklenme tespit edildiğini, hidrofobik rezin (UDMA) ve yüksek inorganik içeriğe sahip olan ve doldurucu partikülleri direkt olarak rezine eklenen kompozitlerde ise daha az renklenme görüldüğünü bildirmişlerdir. (154)

Choi ve ark., nanofil ve mikrohibrit kompozitlerde farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasında renk stabilitesini inceledikleri çalışmalarının sonucunda en yüksek renk değişimi değerlerini Filtek Supreme grubunda elde etmişlerdir. Bunun sebebi olarak da Filtek Supreme'in rezin matriks yapısında bulunan BisGMA ve TEGDMA hidrofilik monomerlerinin sorumlu olabileceğini bildirmişlerdir. (16)

Ertas ve ark., mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlerin farklı renklendirici solüsyonlarda (su, kola, hazır kahve, çay ve kırmızı sarap) bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılıklarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak en düşük ΔE değerlerine rezin matriks yapısında TEGDMA içermeyen Filtek Z250 ve Filtek P60'ın sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda TEGDMA'nın hidrofilik yapısından dolayı renklenmeden sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir. (26)

Guler ve ark., farklı cila işlemleri uyguladıkları kompozitlerin 48 saat kahve solüsyonunda bekletilmelerinin ardından renk farklılıklarını kıyasladıkları çalışmalarında monomer yapısında TEGDMA içermeyen Filtek P60 ve Filtek Z250 kompozitlerin, TEGDMA içeren (Grandio, Filtek Supreme ve Quadrant LC) kompozit rezinlere göre daha az renklenme olduğunu bildirmişlerdir. (163)

Beltrami ve ark., estetik restoratif materyallerin farklı bitirme ve cila sistemlerini kahve solüsyonunda 28 gün sonundaki renklenmeleri incelendiğinde en

az renk değişiminin nanofil kompozitlerde görüldüğünü ve bunu nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlerin takip ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca kompozit partikül boyutu küçüldükçe yüzey pürüzlülük azalmasına bağlı olarak renklenmenin azaldığını belirtmişlerdir. (153)

Topcu ve ark., farklı içeceklerin (limon suyu, kahve (şekersiz), kola, vişne suyu, taze havuç suyu ve kırmızı şarap) kompozit rezinlerin renk stabiliteyi üzerine yaptıkları çalışmalarında mikrohibrit (Filtek Z250) kompozitlerin nanofil (Filtek Ultimate) kompozitlere göre daha fazla renk değişikliği gösterdiklerini ve nanofil kompozitin daha az renk değişikliği göstermesinin nano partikül boyutuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir. (164)

Yikilgan ve ark., teze detoks sularının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimi üzerine yaptıkları çalışmalarında en az renk değişimi nanofil görüldüğünü belirtirken, yüzey pürüzlülüğü ile renk değişimi arasında bir korelasyon olmadığı ifade etmişlerdir. (165)

Çalışmamızda ise; 1. ve 7. gündeki en az renk değişimi supra-nano kompozitte (Estelite Asteria), en fazla renk değişimi ise mikrohibrit kompozite (Amaris) görüldü. Kompozit gruplarının 1. ve 7. gündeki renk değişim sıralaması azdan çok olana doğru supra-nano (Estelite Asteria), nano seramik (Ceram.x Dou), submikron hibrit (Brilliant EverGlow), nanohibrit (Harmonize) ve mikrohibrit (Amaris) şeklinde oldu. Literatürdeki çalışmalarda kompozitlerin renk değişiminde matriks yapısının önemli olduğu ve en fazla renk değişiminin TEGDMA monomerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Fakat çalışmamızda kullandığımız bütün kompozit gruplarının matriks yapısında TEGDMA monomeri içermektedir. Bu yüzden kompozit gruplarındaki renk değişiminin ana nedeninin partikül büyüklüğü, türü ve dağılımının olduğu düşünülmektedir. Partikül boyutunun nano boyutta ve eşit büyüklükte olması daha az renk değişikliği meydana getirmektedir. Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri ile 1. ve 7. gündeki renk değişim değerleri arasındaki korelasyon analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu durum bitirme cila sistemlerinden sonraki ortalama yüzey pürüzlülüğünün 0,2 µm altında olmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda kullandığımız farklı partikül büyüklüğündeki (supra-nano, submikron hibrit, nanohibrit, nano seramik ve mikrohibrit) yüksek estetiğe sahip kompozitlerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü renk değişimi incelediğimiz *in vitro* deneyimizin sonuçlarına göre;

1. Kompozit yüzeylerinde alüminyum oksit içeren OptiDisc (disk) en az, elmas partikül içeren Clearfil Twist Dia (spiral) en fazla yüzey pürüzlülüğü oluşturdu.
2. Kompozitler grupları içerisinde en az yüzey pürüzlülüğü supra-nano kompozitte, en fazla yüzey pürüzlülüğü mikrohibrit kompozitte görüldü. Kompozitlerin partikül büyüklüğü azaldıkça elmas veya alüminyum oksit içerikli bitirme ve cila sistemleri daha az yüzey pürüzlülüğü oluşturduğu ve aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı görüldü.
3. Kompozitlerin renk değişiminin partikül boyutu ile ilişkili olduğu ve renk değişimi en az supra-nano, nano seramik, nanohibrit, submikron hibrit ve mikrohibrit kompozit şeklinde sıralandı.
4. Kompozit grupları üzerinde en az yüzey pürüzlülüğü alüminyum oksit kaplı disk sistemi oluşturmasına rağmen, elmas partikül içeren spiral bitirme ve cila sistemi tüm kompozit gruplarında 1. ve 7. gün sonunda en az renk değişimi oluşturdu.
5. Kompozitlerde meydana gelen renk değişimlerinde yüzey pürüzlülüğünün önemli olsa da çalışmamızda yüzey pürüzlülük değerleri ile kompozit örneklerin renk değişimi arasında bir ilişki bulunamadı.
6. Tüm kompozit gruplarının 7. gün sonunda klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değeri ($\Delta E = 3,3$) üzerinde olduğu görüldü.

Bu bilgiler doğrultusunda; *in vitro* çalışmaların ağız ortamını tam olarak yansıtması çok güç olduğundan kompozitlerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini araştırmak için laboratuvar çalışmalarına ilave olarak klinik çalışmaların yapılması önerilebilir. Çalışmamızda kullanılan renklendirici solüsyon çeşitleri çoğaltılarak kompozitler üzerindeki pürüzlülük ve renk değişimi etkileri araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. A.P.P. Fugolin, C.S. Pfeifer New Resins for Dental Composites Journal of Dental Research 2017;96(10): 1085-1091
2. Sarret DC, Brooks CN, Rose JT. Clinical performance evaluation of a packable posterior composite in bulk-cured restorations. J Am Dent Assoc. 2006; 137(1):71-80.
3. Irie M, Suzuki K, Watts DC. Marginal gap formation of light-activated restorative materials: effects of immediate setting shrinkage and bond strength. Dent Mater. 2002; 18(3):203-210.
4. Sakaguchi RL, Peters MC, Nelson SR, Douglas WH, Poort HW. Effects of polymerization contraction in composite restorations. J Dent. 1992; 20(3):178-182.
5. Kumari RV, Nagaraj H, Siddaraju K, Poluri RK. Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. J. Int. Oral Heal. JIOH 2015;7(7): 63-70.
6. Lainovic T, Blazic L, Kukuruzovic D, Vilotic M, Ivanisevic A, Kakas D. Effect of diamond paste finishing on surface topography and roughness of dental nanohybrid composites - AFM analysis. Procedia Eng. 2014;69: 945-951.
7. Rocha RS, Oliveira AC, Caneppele TMF, Bresciani E. Effect of artificial aging protocols on surface gloss of resin composites. International Journal of Dentistry. 2017:1-6
8. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M, Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent. Mater. 1997; 13(4):258-269.
9. Lutz F, Setcos JC, Phillips RW. New finishing instruments for composite resins. Journal of the American Dental Association. 1983;107 (4): 575-580.
10. Yap AUJ, Wong ML, Lim ACY. The effect of polishing systems on microleakage of tooth colored restoratives: Part 2 composite and polyacidmodified composite resins. Journal of Oral Rehabilitation, 2000;27 (3): 205-210.
11. Baseren M. 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. 2004;19 (2): 121-134.
12. Borges AB, Marsilio, AL, Pagani, C, Rodrigues, JR. Surface roughness of packable composite resins polished with various systems. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2004; 16 (1); 42-47.
13. Kakaboura A, Fragouli, M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. Journal of Material Science: Materials in Medicine. 2007;18 (1): 155-163.
14. Jung M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. Operative Dentistry, 1997;22 (3): 98-104.
15. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB, Debner TL. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. Operative Dentistry, 2002;27 (1): 50-58.

16. Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites after polishing. *J Mater Sci Mater Med* 2005; 16(4):347-353.
17. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent* 1998; 79(4):372-377.
18. Türkün LS, Türkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2004;16 (5):290-301.
19. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*. 2004; 20(4):530-534.
20. Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci* 2004; 112(3):280-285.
21. Lazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25:520-5.
22. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2004; 135(5):587-594.
23. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33(5):389-398.
24. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater* 2003; 19(1):12-8.
25. Van Groeningen G, Jongebloed W, Arends J. Composite degradation in vivo. *Dent Mater* 1986; 2(5):225-227.
26. Guler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2005;94 (2):118-124.
27. Ertas E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal* 2006;25 (2): 371-376.
28. Fontes ST, Fernández MR, de Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: Effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(5):388-391
29. Gönülol N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites *Journal of dentistry* 2012;40S: E64-E70
30. Moszner N, Salz U. Composites for Dental Restoratives. In: Shalaby SW, Salz U, editors. *Polymers for Dental and Orthopedic Applications*. NW, USA: Taylor & Francis Group. 2007; p. 14-58.
31. Nicholson JW. Dental Materials. In: Connor JA, editor. *The Chemistry of Medical and Dental Materials*. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry. 2002; p. 148-57.
32. Bayne SC, Thompson JY, Taylor DF. Dental Materials. In: Roberson TM, Heymann HO, Edward J. Swift J, editors. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry* 4th. ed. St. Louis, Missouri: Mosby Inc, 2002. p. 190-207.

33. Neme AL. Polymeric Restorative Materials. In: O'Brien WJ, editor. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd. ed. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing Co Inc, 2002. p. 113-32.
34. Gmelin L, Watts H. *Hand-book of chemistry*. London; Harrison and Sons. 1885; p. 368-71.
35. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997;105(2):97-116
36. Roberson TM, Heymann HO, Ritter AV. 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. 2002; p.488-499.
37. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*. 1963; 66:57-64.
38. Powers JM, Sakaguchi RL. Resin Composite Restorative Materials, In: *Craig's Restorative Dental Materials*, Twelfth Edition, Mosby, Missouri. 2006; p. 190-212.
39. Sabbagh J, Ryelandt L, Bacherius L, Biebuyck JJ, Vreven J, Lambrechts P, Leloup G. Characterization of the inorganic fraction of resin composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2004;31 (11); 1090-1101.
40. Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America*. 2001;45 (1): 7-29.
41. Dayangaç GB. *Kompozit restorasyonlar*. Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti, Ankara. 2011.
42. O'Brien WJ. *Polymers and Polymerization*. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd. ed. Hanover Park, IL: Quintessence Publishing Co Inc. 2002; p.74-89.
43. Ruyter IE, Oysaed H. Composites for use in posterior teeth: composition and conversion. *J Biomed Mater Res*. 1987;21(1):11-23.
44. Bowen RJ. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate. US Patent.1962;306-312; In: Puckett, A. D., Fitchie, J. G., Kirk, P. C., Gamblin, J. (2007). *Direct composit restorative materials*. *Dental Clinics of North America*, 1962; 51 (3): 659-675.
45. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composit restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 2007;51 (3):659-675.
46. Garcia AH, Lozano MAM, Villa JC, Escribano AB, Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal* 2006;11 (2):215-220.
47. Albers HF. *Tooth Coloured Restoratives: Principles and Techniques*, Ninth Ed., BC Decker Hamilton, Canada. 2002
48. Schmidseder J. Composites-Background. In: Rateitschak KH, Wolf HF, editors. *Color Atlas of Dental Medicine-Aesthetic Dentistry*. NewYork: Thieme, 2000; p. 85-102.
49. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1983;50 (4):480-488.
50. Burgess JO, Walker W, Davidson JM. Posterior resin-based composites: Review of the literature. *Pediatric Dentistry* 2002;24 (5):465-479.

51. Bayne SC. Dental biomaterials: Where are we and where are we going? *Journal of Dental Education*. 2005;69 (5): 571-585.
52. Tyas MJ. Correlation between fracture properties and clinical performance of resins in Class IV cavities. *Australian Dental Journal* 1990; 35 (1): 46-49.
53. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water- effect of degree of conversion, filler volume, and filler matrix coupling. *Journal of Biomedical Material Research*. 1998;42 (3): 465-472.
54. Anusavice K. J. Phillips' *Science of Dental Materials*, Eleventh Ed., WB Saunders Comp China. 2003
55. Swift EJ. Ask the experts: Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2005;17 (1): 3-4.
56. Myshko D. Nanotechnology It's a Small World. *Pharma Voice*, February. 2004; p. 34-39.
57. Davis N. A Nanotechnology Composite. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2003;24 (9): 662-667.
58. Mitra, SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association*. 2003;134 (10);1382-1390.
59. Duke ES. Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2003;24 (5): 380-382
60. Ferracane JL. Resin composite- state of the art *Dent Mater*.2011;27(1):29-38
61. Chandler HH, Bowen RL, Paffenbarger GC. Method for finishing composite restorative materials. *Journal of the American Dental Association*. 1971;83 (2); 344-348.
62. Yap AUJ, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Operative Dentistry*. 2004; 29 (1). 100-104
63. Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*. 2004;29 (2): 203-211
64. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a stateof- the-art review. *Dental Clinics of North America* 2007;51 (2): 379-397
65. Phillips RW. *Elements of Dental Materials*. For Dental Hygienists. Fourth Ed., W.B. Saunders Company Philadelphia.1984
66. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America* 1998;42 (4): 613-627.
67. O'Brien WJ. *Color and Appearance, Dental Materials and Their Selection*. 3rd ed. Illiniois: Quintessence Publishing; 2002.
68. Jung M, Voit S, Klime K. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Operative Dentistry*.2003;28 (1): 53-59.
69. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. *Dental Materials; Properties and Manipulation*, Eighth Ed., Mosby. China;2004
70. Paravina RD, Powers JM. *Esthetic Color Training in Dentistry*, First Ed., Elsevier-Mosby, China;2004

71. Jager N, Feilzer A, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dental Materials*. 2000;16 (6): 381-388.
72. Drummond JL, Jung H, Savers EE, Novickas D, Toepke TR. Surface roughness of polished amalgams. *Operative Dentistry*.1994;17 (4): 129-134.
73. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Gregoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry* 2006;31 (1): 39-46.
74. İnan H, Tamam E, Bagis B. Tam Protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi*.2008; 17 (3): 171-176.
75. Junqueira LC. Study Designs In: Junqueira, L. C., Carneiro, J., Kelly, R. O. *Basic Histology*. Seventh Edition, Appleton& Lange, Lange, 1992; p. 1-17.
76. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*. 2006; 81 (2-3): 87-97.
77. Jandt KD. Atomic force microscopy of biometaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*. 2001;491 (3): 303-332.
78. Wee AG. Description of Color, Color Replication Process, and Esthetics. In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, eds. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2006. p.709-39.
79. Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. [Choice of color in dentistry]. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2009;33(4):52-8.
80. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. 1973. *J Prosthet Dent* 2001;86(5):453-7.
81. Zaimoglu A, Can G. *Dis Hekimliginde Maddeler Bilgisi*, Ankara.1993
82. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am* 2004;48(2):341-58.
83. Russell MD, Gulfraz M, Moss BW. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil* 2000;27(9):786-92.
84. Barutçigil Ç. *Estetik Restoratif Materyallerin Çeşitli İçecekler Karşısında Renk Değişikliklerinin İncelenmesi Doktora Tezi*. 2010
85. Joiner A. Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*. 2004;32 (1): 3-12.
86. Berns RS. *Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology*, Third Ed. Wiley, New York.2000
87. Powers JM, Sakaguchi RL. Optical, Thermal, and Electrical Properties, In: *Craig's Restorative Dental Materials*, Twelfth Edition, Mosby, Missouri. 2006; p. 28-50.
88. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 1986;56(1):35-40.
89. Powers JM, Sakaguchi RL. Resin Composite Restorative Materials, In: *Craig's Restorative Dental Materials*, Twelfth Edition, Mosby, Missouri. 2012; p. 147-190

90. Judd, D. B., Wyszecki, G. Color in Business, Science and Industry. Wiley, New York. 1975
91. Eroglu E, Küçükmesmen HC, Uluhan B. S.D.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi kliniğine müracaat eden hastaların diş rengi dağılımının saptanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2007;14 (2): 28-32.
92. Van Der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. The Journal of Prosthetic Dentistry.1990; 63 (2): 155-162.
93. Hunter RS. The measurement of appearance. Wiley New York.1975; p. 3-68.
94. Wyszecki G, Stiles WS. Color Science: Concepts and methods, quantitative data and formulae. Second Ed., Wiley, New York.1982
95. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent 1998;80(6): 642-8.
96. Turgut S, Bağış B. Color in dentistry and color measuring methods. J Dent Fac Atatürk Uni 2012; Suppl 5: 65-75.
97. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2002;88 (6): 585- 590.
98. Jarad FD, Russell MD, Moss BW. The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. Br Dent J 2005;199(1):43-9.
99. Kurt M, Bal BT, Bal C Actual Methods of Color Measurement: A Systematic Review Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2016;22(2):130-46
100. Ceram.x duo [Internet]. ceram.x® duo Universal Nano-Ceramic Restorative [2019]. Available from: file:///C:/Users/dt_nu/Downloads/ceramxuniversalduo_IFU.pdf
101. Harmonize™ [Internet]. Harmonize nanohibrit universal kompozit [2019]. Available from: file:///C:/Users/dt_nu/Downloads/DMC2663_REV00_HARMONIZE_ROW_US_IFU_P3_OUT LINED.pdf
102. Estelite Asteria [Internet]. Estelite Asteria Technical Report [2019]. https://ultradental.net/wp-content/uploads/2017/07/Estelite-Asteria-Technical-Report-_eng.pdf
103. Brilliant EverGlow [Internet]. Brilliant EverGlow Universal Submikron Hybrid Composite [2019]. Available from: <https://www.coltene.com/pim/DOC/BRO/docbro60019821-en-03-19-Brilliant-everglow-flow-a4senaindv1.pdf>
104. Amaris [Internet]. Amaris kullanma talimatı [2019]. Available from: https://www.voco.dental/en/portaldata/1/resources/products/instructions-for-use/e1/amaris_ifu_e1.pdf
105. Amaris [Internet]. Kompozit-sınıflama [2019]. Available from: https://www.voco.dental/en/portaldata/1/resources/products/scientific-reports/gb/scr_composites-classification_gb.pdf
106. Sof-Lex™ Diamond Polishing System [Internet]. Technical Data Sheet [2019]. Available from: <http://multimedia.3m.com/mws/media/1122935O/3m-sof-lex-diamond-polishing-system-technical-data-sheet.pdf>

107. OptiDisc™ [Internet]. Bitirme ve polisaj [2019]. Available from: <https://www.kerrdental.com/tr-tr/kerr-restoratIVES/OptiDisc-bitirme-ve-polisaj>
108. Clearfil™ Twist DIA [Internet]. Clearfil™ Twist DIA Broşürü [2019]. Available from: <https://www.kuraraynoritake.eu/en/clearfil-twist-dia.html>
109. Super Snap [Internet]. Super Snap Broşürü [2019]. Available from: <http://www.shofu.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2014/05/Super-Snap-Sell-Sheet.pdf>
110. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent* 2009;3(1):50-6.
111. Ergücü Z, Türkün LS. Nanokompozitlerin mikrosızıntısında adezivlerin önemi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2005;26 (1): 59-64.
112. Wakefield CW, Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dental Clinics of North America*, 1974;45 (1): 7-29.
113. Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1984;52 (6):811-814.
114. Gwinnett AJ, Baratieri LN, Monterio SJR. *Esthetics: Direct adhesive restoration on fractured anterior teeth*, First Ed., Quintessence Books San Paulo. 1995
115. Lopes, GC, Vieira LC, Araujo E. Direct composite resin restorations: A review of some clinical procedures to achieve predictable results in posterior teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2004;16 (1), 19-32.
116. O'Brien WJ, Johnston WM, Fanian F, Lambert S. The surface roughness and gloss of composites. *Journal of Dental Research*, 1984;63 (5): 685-688.
117. Chung KH. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials* 1994;10 (5): 325-330.
118. Stanford WB, Fan PL, Wozniak WT, Stanford JW. Effect of finishing on colour and gloss of composites with different fillers. *Journal of the American Dental Association*, 1985;110 (2): 211-213.
119. Yap AUJ, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-coloured restoratives polished utilizing different polishing systems. *Operative Dentistry* 1997; 22 (6): 260-265.
120. Üçtaşlı MB, Arısu HD, Ömürlü H, Eligüzeloglu E, Özcan S, Ergun G. The effect of different finishing and polishing systems on the surface roughness of different composite restorative materials. *The Journal of Contemporary Dental Practice* 2007;8 (2): 89-96.
121. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1991;65 (4): 491-495.
122. Dodge WW, Dale RA, Cooley RL, Duke ES. Comparison of wet and dry finishing of resin composites with aluminum oxide discs. *Dent Mater.* 1991 Jan;7(1):18-20.
123. Lopes GC, Franke M, Maia HP. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2002 Jul;88(1):32-6.
124. Bayraktar D, Doğan D, Ercan D. Farklı Polisaj Sistem ve Tekniklerinin Üç Farklı Kompozit Resinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2013; 2:192-98.

125. Nasoohi N, Hoorizad M, Tabatabaei SF. Effects of Wet and Dry Finishing and Polishing on Surface Roughness and Microhardness of Composite Resins *Journal of Dentistry* 2017;14(2):69-75
126. Senawongse P, Pongprueksa P. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2007;19 (5): 265-275.
127. Yadav RD, Raisingani D, Jindal D, Mathur R. A Comparative Analysis of Different Finishing and Polishing Devices on Nanofilled, Microfilled, and Hybrid Composite: A Scanning Electron Microscopy and Profilometric Study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016;9(3):201-208.
128. Nagem FH, D'Azevedo MT, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Brazilian Dental Journal*, 2003;14(1): 37-41.
129. Aytac F, Karaarslan EŞ, Agaccioglu M, Tastan E, Buldur M, Kuyucu E. Effects of Novel Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Nanocomposites *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2016;28(4):247-261
130. Reinhardt, JW, Jordan RD, Denehy GE, Rittman BR. Porosity in composite resin restorations. *Operative Dentistry* 1992;7 (3): 82-85.
131. Van Noort R, Darvis LG. The surface finish of composite resin restorative materials. *British Dental Journal*, 1984;157 (10): 360-364.
132. Barghi N, Lind SD. A guide to polishing direct composite resin restorations. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 2004;21 (2): 138-144.
133. Lu H, Roeder LB, Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2003;15 (5): 297-303.
134. Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MF, Nunes OB. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid, packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*, 2005;16 (1): 39-44.
135. Erdemir U, Yildiz U, Eren MM, Ozsoy A, Toksoy Topcu F. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *J Dent Sci* 2013; 8: 160-169.
136. Berastegui E, Canalda C, Brau E, Michel C. Surface roughness of finished composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1992;68 (5): 742-749.
137. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing technique and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Operative Dentistry* 2006;31 (1): 11-17.
138. Bouvier D, Duprez JP, Lissac M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1997;24 (12): 888-894.
139. Van Dijken JW, Ruyter IE. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontologica Scandinavica* 1987;45 (5): 337-346.
140. Fruits TJ, Miranda FJ, Coury TL. Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing different polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence International*, 1996;27 (4):279-285.
141. Weitmann RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *Journal of the American Dental Association*, 1975;91 (1): 101-106.

142. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus Mutans* HS-6 on composite resins. *Dental Materials*, 1985;1 (6): 225-227.
143. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *Journal of Dental Research*, 1991;70(9): 1299-1305.
144. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness restorations. *British Dental Journal*, 2004;196 (1): 42-45.
145. Gonçalves J. Evaluation of surface roughness of composite resins after polishing Yüksekklisans Tezi. 2018
146. Garoushi S, Lassila L, Hatem M, Shembesh M, Baady L, Salim Z, et al. Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontol Scand*. 2013; 71:144-50.
147. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent*. 2010; 38: 137-142.
148. Um CH, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence International* 1991; 22 (5): 377-386.
149. Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research* 2008;22 (3): 205-210.
150. Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth colour and stain. *Int Dent J* 2007; 57:324-30.
151. Delwin TL, Alvin GW. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent*. 2007; 35:593-9.
152. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research* 1989;68 (5): 819- 822.
153. Beltrami R, Ceci M, De Pani G, Vialba L, Federico R, Poggio C, et al. Effect of different surface finishing/polishing procedures on discoloration of esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent* 2018; 12:49-56.
154. Diyettschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dental Materials* 1994; 10 (6): 353-362.
155. Soederholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. (1984). Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal of Dental Research* 1984;63 (10):1248-1254.
156. Smales RJ, Gerke DC. Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *American Journal of Dentistry* 1992; 5 (4): 208-212.
157. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24: 655-665.
158. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33(5): 389-398.

159. Fontes ST, Fernández MR, Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 388-391.
160. Kim K, Son KM, Kwon JH, Lim BS, Yang HC. The effects of restorative composite resins on the cytotoxicity of dentine bonding agents. *Dent Mater J* 2013; 32: 709-717
161. Moharamzadeh K, Van Noort R, Brook IM, Scutt AM. HPLC analysis of components released from dental composites with different resin compositions using different extraction media. *J Mater Sci Mater Med* 2007; 18: 133-137.
162. Fonseca AS, Labruna Moreira AD, de Albuquerque PP, de Menezes LR, Pfeifer CS, Schneider LF. Effect of monomer type on the CC degree of conversion, water sorption and solubility, and color stability of model dental composites. *Dent Mater* 2017;33(4):394-401.
163. Güler AU, Güler E, Yücel AÇ, Ertas E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science* 2009;17 (2):108-112.
164. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent* 2009; 3: 50- 56
165. Yikilgan İ, Akgul S, Hazar A, Kedicli Alp C, Baglar S, Bala O. The Effects of Fresh Detox Juices on Color Stability and Roughness of Resin-Based Composites. *Journal of Prosthodontics*.2018;00:1-7

8. ÖZGEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

A. BİREYSEL BİLGİLER

Adı soyadı : Numan AYDIN

Doğum tarihi : 20.09.1985

Yabancı dil bilgisi : İngilizce

Görev yeri : Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Dış

Hekimliği Fakültesi Restoratif Dış Tedavisi Anabilim Dalı

E-posta adresi : dt_numan@hotmail.com

Telefon : 05537323106

B. EĞİTİM BİLGİLERİ

Mezun olduğu üniversite/fakülteyi lütfen belirtiniz: Atatürk Üniversitesi

Dış Hekimliği Fakültesi

Mezuniyet tarihini lütfen yıl olarak belirtiniz: 2008

Varsa, akademik ünvanları lütfen belirtiniz:

C. İŞ TECRÜBESİNE AİT BİLGİLER

Bugüne kadar çalıştığı kurum/kuruluşları lütfen belirtiniz: Türk

Silahlı Kuvvetleri

D. BİLİMSEL İLGİ ALANLARI

Uluslararası Makale:

1. Karaoğlanoğlu S, Aydın N, Oktay EA, Duymuş ZY, Şahin A, Topçu FT. Dış Fırçalama ve Sigara İçme Alışkanlığının DMFT Oranına Etkisinin Demografik Verilere Göre Değerlendirilmesi. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2018;24(2):84-92
2. Demir F, Oktay EA, Karaoğlanoğlu S, Aydın N, Topçu FT, Bilgeç E. Direkt Kompozit Rezin Lamina Restorasyonlarla Gelen Estetik Gülüş: İki Olgu Sunumu. Ankara Medical Journal 2018 (2):246-253.
3. Aydın N, Karaoğlanoğlu S, Mersin TÖ, Oktay EÖ, Demir F Aesthetic restoration of peg lateral incisors with direct composite resin. Gulhane Med J 2019;61: 25-27

Sözel Bildiriler:

1. “Yüksek Estetiğe Sahip Kompozitlerin Sitotoksik Etkileri” 1.Uluslararası Dental ve Oral Enfeksiyonlar Kongresi (2018)
2. Yüksek Viskoziteli ve Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanların Su Emilim ve Çözünürlüğünün İncelenmesi” TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2018)
3. “Diş hekimliğinde sistemik hastalıkların demografik analizi” TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2018)
4. “Postmenapozal Dönemdeki Kadınların Kemik Densitesi ve Ağız Sağlığı Arasındaki İlişki” TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2018)

Posterler:

1. “Asthetic Rehiititation of Multidiastema by Direct Composite Resin: 2 Case Report”1. Uluslararası Koruyucu Diş Hekimliği Kongresi (2018)
2. Single tooth replacement with fiber-reinforced bridge: a case report 1. Uluslararası Koruyucu Diş Hekimliği Kongresi (2018)
3. Conservative Approaches To Erosive Abrasion That Occur After Pregnancy 1. Uluslararası Koruyucu Diş Hekimliği Kongresi (2018)
4. Restoration of Upper Anterior Teeth Fractured Due To Trauma: A case report 1. Uluslararası Koruyucu Diş Hekimliği Kongresi (2018)
5. Direkt Kompozit Rezin ile Peg Laterallerin Estetik Rehabilitasyonu Olgu Sunumu TDB 24. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2018)
6. “Estetik Konservatif Yaklaşımla Gelen Güzel Bir Gülüş” olgu sunumu TDB 23. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi (2017)
7. “Polidiastemanın Estetik Reailitasonu ile Gelen Özgüven” olgu sunumu TDB 23. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2017)
8. “Estetik Gülüş Her Yaşta İhtiyaç” olgu sunumu TDB 23. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi (2017)