



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BİTİRME VE CİLA TEKNİKLERİNİN ÇEŞİTLİ  
RESTORATİF MATERYALLERİN YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dt. Özlem ÜLKER**

**Samsun  
Kasım-2017**





ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BİTİRME VE CİLA TEKNİKLERİNİN ÇEŞİTLİ  
RESTORATİF MATERYALLERİN YÜZEY  
PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dt. Özlem ÜLKER**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ**

**Samsun  
Kasım-2017**

T.C.  
**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

Dt. Özlem ÜLKER tarafından Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ danışmanlığında hazırlanan “Farklı Bitirme ve Cila Tekniklerinin Çeşitli Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 17/11/2017 tarihinde yapılan sınav ile Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Gürkan GÜR  
Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye: Prof. Dr. Ertan ERTAŞ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Üye: Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ (Danışman)  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Bu tez, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / .... /.....

**Prof. Dr. Selim ARICI**  
**Ondokuz Mayıs Üniversitesi**  
**Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve deneyimi ile her zaman yanımda olan ve bu süreç boyunca gösterdiği anlayışa minnettar olduğum değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç.Dr. Fikret YILMAZ'a,

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve tecrübelerini daima bizlerle paylaşarak bize ışık tutan ve gösterdiği anlayış ve destek ile eğitimimizin her anında yanımda olan değerli hocam Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof.Dr. Ertan ERTAŞ'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve anlayışları ve yardımları ile de her zaman beni destekleyen kıymetli hocalarım Sayın Doç.Dr. Eda GÜLER, Sayın Doç.Dr. Nihan GÖNÜLOL ve Sayın Doç.Dr. Emel KARAMAN olmak üzere Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Çalışmamın gerçekleşmesinde PYO.DIS.1904.17.004 proje numarası ile destek sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Destek Komisyonuna,

Uzmanlık eğitimim süresince arkadaşlıkları ve destekleri ile her zaman yanımda olan başta Dt. Funda SERİNSÖZ ve eş kıdemlim Dt. Özlem ERÇİN olmak üzere bölümümüzdeki tüm asistan arkadaşlarıma ve Dt. Işıl KARAHASANOĞLU'na,

Gösterdikleri koşulsuz sevgi ve fedakarlıklar ile bugüne gelmemi sağlayan haklarını ödeyemeyeceğim canım annem Gülüşan TUNÇ ve babam Güven TUNÇ'a,

Hayatımın her anında sevgisi ve desteği ile yanımda olan, uzmanlık eğitimime başlamam konusunda beni cesaretlendiren ve eğitimim boyunca da yardımını ve anlayışını esirgemeyen sevgili eşim Ersin ÜLKER'e

Teşekkür ederim.

Bu tez çalışmamı; hayatıma kattığı sonsuz sevgi ile herşeyi anlamlı kılan canım oğlum Kerem ÜLKER'e ithaf ediyorum.

## ÖZET

### FARKLI BİTİRME VE CİLA TEKNİKLERİNİN ÇEŞİTLİ RESTORATİF MATERYALLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK DEĞİŞİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Amaç:** Bu in vitro çalışmanın amacı farklı bitirme ve cila tekniklerinin çeşitli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkisinin incelenmesidir.

**Materyal ve Metot:** Bu çalışmada hepsi A2 renkte cam hibrit (Equia Forte), cam karbomer (GCP Glass Fill), rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC), kompomer (Dyract XP) ve mikrohibrit kompozit (Filtek Z250) restoratif materyalleri kullanılmış ve toplam 150 adet örnek hazırlanmıştır. Ardından örnekler rastgele bitirme ve cila uygulanmayan (kontrol), çok aşamalı alüminyum oksit diskler uygulanan (Sof-Lex), tek aşamalı cila lastiği uygulanan (OneGloss) altgruplarına ayrılmıştır. Daha sonra örneklerin yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri Profilometre cihazı ile , başlangıç ve 48 saat kahvede bekletildikten sonraki renk değerleri ise spektrofotometre ile ölçülmüş ve renk değişim miktarları ( $\Delta E$ ) hesaplanmıştır. İstatistiksel analiz çift yönlü Anova ve Tamhane çoklu karşılaştırma testleri ve Pearson korelasyon analizi ile yapılmıştır.

**Bulgular:** En yüksek Ra değerleri Equia Forte (1,21) ve GCP Glass Fill (1,14) en düşük Ra değerleri ise Filtek Z250 (0,24) ve Dyract XP (0,27) gruplarında görülmüştür. Bitirme ve cila tekniklerinde ise en düşük Ra değerleri kontrol (0,56) ve Sof-lex (0,56) grubunda görülürken en yüksek Ra değeri OneGloss (1,06) grubunda görülmüştür. En düşük  $\Delta E$  değeri cam karbomer (1,41) , en yüksek  $\Delta E$  değeri ise Fuji II LC (5,41) ve Equia Forte (5,31) gruplarında görülmüştür. Bitirme ve cila gruplarında ise en düşük  $\Delta E$  değeri Sof-Lex (3,51) en yüksek  $\Delta E$  değeri OneGloss (4,59) grubunda görülmüştür.

**Sonuç:** Cila lastiklerinin bitirme ve cila disklerine göre daha fazla pürüzlülük ve renk değişimi gösterdiği görülmüştür. Ancak bitirme ve cila sistemlerinin etkinliğinin restoratif materyallere göre değişebileceği ve materyallere uygun tekniklerin kullanılması gerektiği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Cam hibrit; cam karbomer; renk değişimi; yüzey pürüzlülüğü

Özlem ÜLKER , Uzmanlık Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Kasım-2017

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT FINISHING AND POLISHING SYSTEMS ON SURFACE ROUGHNESS AND COLOR STABILITY OF DIFFERENT RESTORATIVE MATERIALS

**Aim:** The aim of this in vitro study is to evaluate the effect of different finishing and polishing systems on surface roughness and color stability of different restorative materials.

**Materials and Method:** In this study a glass hybrid (Equia Forte), a glass carbomer (GCP Glass Fill) , a resin modified glass ionomer (Fuji II LC) ,a compomer (Dyract XP) and a microhybride composite (Filtek Z250) materials are used and 150 disc-shaped specimens with A2 shade were prepared. Then specimens randomly divided into no finishing/polishing(F/P) (control) , aluminum oxide discs (SofLex) , polishing rubber (OneGloss) subgroups. Surface roughness value (Ra) is determined by a Profilometer, baseline and after 48 hours immersion in coffee color measurements are made with a spectrophotometer and color differences ( $\Delta E$ ) are calculated. Statistical analyses are made with two-way ANOVA, Tamhane multiple comparison and Pearson correlation tests.

**Results:** The highest Ra values are obtained at Equia Forte (1,21) and GCP Glass Fill (1,14) the lowest at Filtek Z250 (0,24) and Dyract XP (0,27) groups. The lowest Ra values of F/P systems are obtained at control (0,56) and Sof-Lex (0,56) groups, the highest at OneGloss (1,06). The lowest  $\Delta E$  value is obtained at GCP Glass Fill (1,41) , and the highest at Fuji II LC (5,41) and Equia Forte (5,31) groups. The lowest  $\Delta E$  value of F/P systems is obtained at Sof-Lex (3,51) and the highest at OneGloss (4,59) group.

**Conclusion:** Polishing rubbers showed more surface roughness and color change than aluminum oxide discs. But the efficiency of finishing/polishing system depends on the restorative materials too. So using an appropriate finishing/polishing systems for the restorative materials is important.

**Keywords:** Color stability; glass carbomer; glass hybrid; surface roughness

**Özlem ÜLKER, Expertise Thesis**

**Ondokuz Mayıs University - Samsun, November-2017**

## Simgeler ve Kısaltmalar

<b>a*</b>	: CIE Renk Sistemi, Kırmızı-Yesil koordinatı
<b>AFM</b>	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
<b>ASPA</b>	: Alumino silicate polyacrilic asit
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Aluminyum oksit
<b>Al</b>	: Aluminyum
<b>Au</b>	: Altın
<b>b*</b>	: CIE Renk Sistemi Sarı-Mavi Koordinatı
<b>Bis-EMA</b>	: Bis-Etilen Glikol Dimetakrilat
<b>Bis-GMA</b>	: Bisfenol A Glisidil Metakrilat
<b>CIE</b>	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Sistemi
<b>dk</b>	: Dakika
<b>EDMA</b>	: Etilenglikol Dimetakrilat
<b>F/P</b>	: Finishing/Polishing
<b>HEMA</b>	: 2-Hidroksietilmetakrilat
<b>L*</b>	: CIE sistemi Renk Değeri Koordinatı
<b>LED</b>	: Light-emitting diode
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>mW/cm<sup>2</sup></b>	: miliWatt/santimetrekare
<b>N</b>	: Azot
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	: Sodyum
<b>Nm</b>	: Nanometre
<b>p</b>	: İstatistiksel Önem Düzeyi
<b>Pd</b>	: Palladyum
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	: Fosfat
<b>r</b>	: Pearson Korelasyon Katsayısı
<b>Ra</b>	: Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değeri
<b>rpm</b>	: Devir/Dakika
<b>SEM</b>	: Tarayıcı Elektron Mikroskobu
<b>SiO<sub>2</sub></b>	: Silisyum Dioksit
<b>sn</b>	: Saniye
<b>Sr</b>	: Stronsiyum



<b>TCB</b>	: Karboksilik asitten modifiye dimetakrilat
<b>TEGDMA</b>	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
<b>TMPTMA</b>	: Trimetilolpropan Trimetakrilat
<b>QTH</b>	: Kuartz Tungsten Halojen
<b>UDMA</b>	: Uretan Dimetakrilat
<b>UV</b>	: Ultraviyole
<b><math>\Delta E</math></b>	: Renk Değişikliği
<b><math>^{\circ}C</math></b>	: Derece Santigrat
<b><math>\mu m</math></b>	: Mikronmetre
<b><math>\mu m^2</math></b>	: Mikronmetre kare
<b>%</b>	: Yüzde İşareti
<b><math>^{\circ}</math></b>	: Derece
<b>=</b>	: Eşittir
<b>&gt;</b>	: Büyüktür İşareti
<b>&lt;</b>	: Küçüktür İşareti
<b><math>\pm</math></b>	: Artı Eksi İşareti

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>3</b>
2.1.Cam İyonomer Simanlar.....	3
2.1.1.Cam İyonomerlerin Tozu.....	3
2.1.2.Cam İyonomerlerin Likiti.....	4
2.1.3.Sertleşme Reaksiyonu.....	4
2.1.4.Dış Dokularına Bağlantısı.....	5
2.1.5.Cam İyonomer Simanların Tipleri ve Kullanım Alanları.....	6
2.2.Cam iyonomer Sermet Simanlar.....	6
2.3.Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar.....	6
2.4.Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	7
2.5.Cam Hibrit Restoratif Materyaller.....	8
2.6.Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler) .....	9
2.7.Giomerler.....	10
2.8.Cam Karbomerler.....	10
2.9.Kompozit Rezinler.....	11
2.9.1.Organik Matriks Fazı (Continuous Phase) .....	11
2.9.2.İnorganik Faz (Dispersed Phase) .....	12
2.9.3.Ara Faz (Silane Coupling Agent) .....	12
2.9.4.Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması.....	12
2.9.4.1.Kompozit Rezinlerin İnorganik Doldurucu Partiküllerin Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması.....	12
2.9.4.2.Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması.....	15
2.9.4.3.Kompozit Rezinlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması.....	16
2.10.Bitirme ve Cila İşlemleri.....	16
2.10.1.Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri.....	18

2.10.2.Bitirme ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Dental Materyaller ve Sınıflandırılmaları.....	19
2.11.Yüzey Pürüzlülüğü.....	22
2.11.1.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	22
2.11.1.1.Profilometreler.....	22
2.11.1.2.Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM) .....	23
2.11.1.3.Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) .....	23
2.12.Renk.....	24
2.12.1.Munsell Renk Sistemi.....	24
2.12.2.CIE Renk Sistemi.....	25
2.12.3.Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri.....	27
2.12.3.1.Görsel Renk Ölçümü.....	27
2.12.3.2.Spektrofotometre.....	28
2.12.3.3.Kolorimetre.....	28
2.12.3.4.Dijital Kameralar.....	29
<b>3.MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>30</b>
3.1.Örneklerin Hazırlanması.....	33
3.2.Bitirme ve Cila İşlemleri.....	36
3.3.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	38
3.4.Renk Değişimi Ölçümü.....	38
3.5.İstatistiksel Analiz.....	40
<b>4.BULGULAR.....</b>	<b>41</b>
4.1.Yüzey Pürüzlülüğü.....	41
4.1.1.Restoratif Materyallerin Değerlendirilmesi.....	42
4.1.2.Bitirme ve Cila Tekniklerinin Değerlendirilmesi.....	43
4.2.Renk Değişimi.....	44
4.2.1.Restoratif Materyallerin Değerlendirilmesi.....	46
4.2.2.Bitirme ve Cila Tekniklerinin Değerlendirilmesi.....	46
4.3.Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimi Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi.....	48
<b>5.TARTIŞMA.....</b>	<b>49</b>
<b>6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>63</b>

<b>KAYNAKLAR</b> .....	64
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	78



## 1.GİRİŞ

Diş hekimliğinde artan estetik ihtiyaçla birlikte pek çok diş renginde restoratif materyal geliştirilmiştir. Bunlar arasında kompozit rezinler ve cam iyonomerler önemli bir yere sahiptir (Hickel ve ark., 2004; Rai ve Gupta, 2013). Cam iyonomerler diş dokularına yapışabilme ,flor salınımı yapma, biyouyumluluk, düşük polimerizasyon bütülmesi gibi avantajlarıyla kompozit rezinlere alternatif restoratif materyaller olmuşlardır (Toledano ve ark., 1999). Ancak cam iyonomerler mekanik özelliklerinin zayıf olması ve neme hassasiyet gibi dezavantajları sebebiyle hep araştırma konusu olmuş ve güçlendirilmek istenmişlerdir (Kanıık ve Türkün,2016). Cam iyonomerler ile kompozit rezinlerin avantajlarını biraraya getirmeyi amaçlayan rezin modifiye cam iyonomerler ve kompomerler geliştirilmiştir (Yap ve ark., 2004a; Toledano ve ark., 1999). Devam eden araştırmalarla son olarak yüksek viskoziteli cam iyonomerlerden köken alan cam hibritler ve nano boyuta indirgenmiş hidroksiapatit içeren cam iyonomer esaslı bir restoratif materyal olan cam karbomerler geliştirilmiştir (Allam-al Abdi ve ark., 2017; Chen ve ark., 2012). En sık kullanılan diş renginde estetik restoratif materyal olan kompozit rezinler içinde mikrohibrit kompozit rezinler hem geliştirilmiş mekanik ve fiziksel özellikleri hem de iyi parlatılabilme özellikleriyle yaygın kullanıma sahiptir (Ritter, 2005).

Restoratif materyaller için yüzeylerinin pürüzsüz olması ve renklerinin doğal dişlerle uyumlu olması ve bu uyumun kalıcılığı büyük önem taşımaktadır (Reis ve ark., 2003; Festuccia ve ark., 2012). Yüzey pürüzlülüğü ve renklenme yapılan restorasyonları değerlendirirken göz önüne alınan en önemli iki parametredir (Bagheri ve ark., 2007; Paravina ve ark., 2015; Reis ve ark., 2003).

Pürüzlü bir yüzey restorasyonlarda sekonder çürüklere , diş etinde inflamasyona yol açmaktadır (Bollen ve ark., 1997). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde profilometreler, AFM ve SEM gibi cihazlar kullanılmaktadır.( Blanchard,1996; Kakaboura ve ark.,2007)

Doğal dişlerle kabul edilemez bir renk uyumu ise restorasyonun başarısız olarak değerlendirilmesine sebep olan ve hastaları rahatsız eden en önemli durumlardan biridir (Kroeze ve ark., 1990). Restoratif materyallerin renklenmesinde kahve, çay, meyve suyu, kola gibi pek çok içeceğin, ağız gargalarının ve çeşitli renklendirici

sıvıların etkili olduğu bilinmektedir (Barakah ve Taher, 2014; Ertaş ve ark., 2006; Festuccia ve ark., 2012; Reis ve ark.,2003).

Restoratif materyallerin renk ölçümleri görsel ya da bir cihaz yardımıyla yapılabilir (Dietschi ve ark., 1994; Festuccia ve ark., 2012). Ancak renk ölçümlerinde cihazla yapılan ölçümlerin daha hızlı, sayılabilir ve objektif sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Güler ve ark., 2005). Renk değişimi ölçümlerinde kolorimetreler , spektrofotometreler ,dijital kameralar ya da bunların kombinasyonları kullanılmaktadır (Kim-Putaseri ve ark., 2007).

Bitirme ve cila işlemleri restorasyon kenarlarını uyumlamak, restorasyona uygun konturlar vermek , parlak ve pürüzsüz yüzeyler elde etmek için restoratif materyallere uygulanması gerekli işlemlerdir (Turssi ve ark., 2000; Özgünaltay ve ark., 2003). Bitirme ve cila işlemlerinde abraziv diskler ve şeritler; taşlar, karbit ve elmas frezler; abraziv lastikler; ve abraziv partikülleri serbest halde içinde bulunduran cila patları ve tozları gibi çok çeşitli bitirme ve cila materyalleri kullanılmaktadır (Jefferies 2007; Marghalani 2010).Bitirme ve cila işlemlerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişimini etkilediği gösterilmiştir (Mallya ve ark., 2013; Berger ve ark., 2011; Yıldız ve ark., 2015). Uygun bir şekilde yapılan bitirme ve cila işlemi restorasyonların estetiği ve kalıcılığı açısından önemli bir basamaktır (Jefferies, 2007).

Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı farklı bitirme ve cila tekniklerinin güncel ve geniş kullanım alanına sahip çeşitli restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkisinin incelenmesidir.

Çalışmamızın hipotezi ise farklı bitirme ve cila tekniklerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini etkileyeceğidir.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar , camla güçlendirilmiş doldurucu patriküllerin , iyonlar ile çapraz bağlanmış polimer matriksleri çevrelemesinden oluşmaktadır (Bayne ve Thompson, 2011). Cam iyonomer simanlar ilk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak ASPA (Alumino silicate polyacrilic asit ) adı altında tanıtılmıştır (Dayangaç 2011; Mathis ve Ferracane, 1989). Bu simanlar florid iyonu açığa çıkarma ve dirençli olma özelliklerine sahip silikat simanlarla diş dokularına yapışabilen ve biyolojik uyumu iyi olan poliakrilik asitin birleştirilmesi ile elde edilmiştir.(Bowen ve Marjenhoff, 1992; Dayangaç 2011)Cam iyonomer simanların ana karakterleri mine ve dentine kimyasal olarak bağlanabilmeleri, pulpa ve periodontal dokularla biouyumlu olmaları, flor salınımı yaparak karyostatik ve antimikrobiyal aktivite gösterebilmeleridir(Mount, 1998; Hse ve ark., 1999; Dionysopoulos ve ark., 2003)

Klasik cam iyonomer simanlar toz-likit sisteminden oluşur ve bu simanların tozu iyon salabilen aluminosilikat camdan likitleri ise akrilik asit polimer ve kopolimerlerinin sulu çözeltisinden oluşur. Cam iyonomer simanlar asit baz reaksiyonu ile sertleşir. (Sakaguchi ve Powers, 2012; Bayne ve Thompson, 2011; Wilson ve ark.,1972)

#### 2.1.1.Cam İyonomerlerin Tozu

Cam iyonomerlerin tozu ilave olarak kalsiyum ve florid iyonları içeren aluminosilikat camdır (Nicholson, 1998). Cam iyonomer simanların tozunda genellikle fosfat ( $P_2O_5$ ) ve sodyum ( $Na_2O$ ) bulunur (Lohbauer, 2010). Materyalin özelliklerini belirleyen en önemli şey aluminosilikat kısmını oluşturan alumina( $Al_2O_3$ ) ve silikanın ( $SiO_2$ )birbirine oranıdır (Kent ve ark., 1979). Ana elementlerden oluşan karışımın 1200 ile 1500°C arasında bir ısıda eritilmesiyle cam elde edilir. Daha sonra elde edilen cam soğuk metal üzerinde ani bir şekilde soğutulur ve kaba bir frit elde edilir. Elde edilen frit daha sonra öğütülerek cam tozları oluşturulur (Nicholson,1998). Cam iyonomer simanlara radyoopasite kazandırabilmek için stronsiyum oksit , baryum sülfat ve lantanyum oksit molekülleri camın tozuna eklenmekte, ancak yapısına katılmamaktadır (Deb ve Nicholson, 1999).

### **2.1.2.Cam İyonomerlerin Likiti**

Cam iyonomerlerin likiti poliakrilik asit, akrilik-itakonik asit, akrilik – maleik asit kopolimerlerinin karışımıdır. Bu asitler polielektrolitler ve genellikle polialkenoik asitler olarak isimlendirilirler. Polialkenoik asitlerin polialkenoat tuzlarını oluşturmalarından dolayı cam iyonomer simanlara polialkenoat simanlar da denilir (Dayangaç, 2011). Genellikle poliakrilik asitin %45' lik sulu solüsyonu kullanılır (Lohbauer, 2010). İtakonik ve maleik asitlerin akrilik asite eklenmesiyle karboksilik grupların sayısının artırılarak sertleşme döneminde fiziksel özelliklerin daha iyi olması amaçlanmıştır (Nicholson,1998). Cam iyonomerlerin likitine eklenen tartarik asit sertleşme reaksiyonunu kontrol etmekte ve yeterli çalışma zamanı oluşmasına yardımcı olmaktadır (Nicholson ve ark.,1988; Smith, 1998).

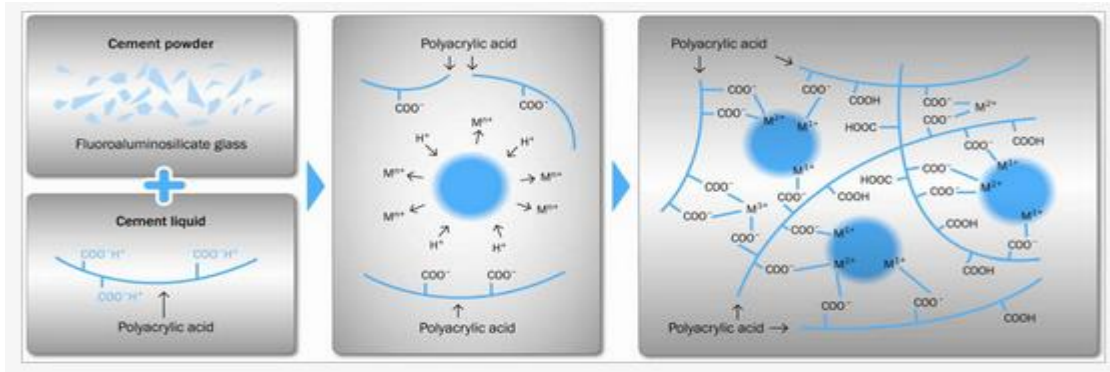
### **2.1.3.Sertleşme Reaksiyonu**

Cam iyonomer simanların toz ve likitleri karıştırıldıklarında asit-baz reaksiyonu ile sertleşme reaksiyonu başlar (Algera ve ark., 2006; Lin ve ark., 1992). İlk etapta poliasitlerden gelen asidik protonlar silikat cam taneciklerinin dış yüzeyini çözerek kalsiyum, alüminyum ve florür iyonlarının salınmasına neden olur (Dayangaç,2011; Nicholson 1998 ). Çift değerli kalsiyum iyonları asitlerin iyonize karboksil gruplarına şelasyon ile bağlanır. Böylece poliakrilik polimer zincirinde çapraz bağlar oluşmakta ve amorf polimer jel meydana gelmektedir. Sonraki 24-72 saat içinde kalsiyum iyonları alüminyum iyonları ile yer değiştirir ve güçlü çapraz bağlar oluşur ve cam iyonomer siman daha dayanıklı bir yapı kazanır (Dayangaç, 2011; Bayne ve Thompson, 2011; Lohbauer, 2010) Alüminyum iyonlarının çapraz bağlanmalarını içeren bu maturasyon sırasında silikon iyonlarının ve bağlanmamış olan suyun inorganik komatriks oluşumuna katıldığı sanılmakta ve bu olaya hidrate silikat denilmektedir (Bayne ve Thompson, 2011). Cam iyonomer simanlar ilk evrede suyla temasa duyarlı iken sertleşmenin geç evresinde dehidrasyona duyarlıdır (Kleeverlan ve ark., 2004). Erken evrede suyla temas eden cam iyonomer simanlarda mekanik dayanıklılığın azaldığı ve yüzeylerinin erozyon ve abrazyona duyarlı hale geldiği görülmüştür (Gemalmaz ve ark., 1998). Cam iyonomer simanlarda sertleşme oluştuktan sonra dehidrasyon meydana gelirse tebeşirimsi yüzey görünümüyle birlikte yüzeyde çatlaklar meydana gelir (Nicholson ve Wilson, 2000).



Bu sorunların üstesinden gelmek için kakao yağı, petroleum jelly, su geçirmez vernikler gibi materyallerin cam iyonomer simanlarda yüzey örtücüsü olarak kullanılması önerilmiştir (Earl ve ark., 1985). Işıkla polimerize olan rezin örtücülerin kullanılmasıyla da yüzey korumasında optimal sonuçlar elde edilmiştir (Lohbauer, 2010).

Cam iyonomer simanların sertleşmeleri sırasında gerçekleşen asit-baz reaksiyonu Şekil 1'de gösterilmiştir (Lohbauer, 2010).



Şekil 1. Cam iyonomer simanlarda görülen asit-baz reaksiyonu (Lohbauer, 2010)

#### 2.1.4. Diş Dokularına Bağlanması

Sertleşme reaksiyonu tamamlandıktan sonra da varlığını devam ettiren hidrojel hem siman içinde hem de siman ile çevresi arasında iyon alışverişinin gerçekleşmesini sağlar. Diş dokusuna yapışma iki aşamada gerçekleşir. İlk aşamada mikromekanik bir kilitleme olur ve bu durum alkenoik asidin diş yüzeyini temizlemesi ile oluşan yüzeyel demineralizasyon ve hidroksiapatit ile kaplı kollajen fibrillerin yüzeyel hibridizasyonu ile elde edilir. Diğer aşamada ise kimyasal bir bağlanma söz konusu olup polialkenoik asidin karboksil grubu ile ekspozite olan kollajenler etrafında kalan hidroksiapatitin kalsiyumu arasında iyonik bağın oluşması ile meydana gelir (Dayangaç, 2011). Dentinde inorganik yapının daha az olması sebebiyle cam iyonomer simanların dentine bağlantısı mineden daha düşüktür. Cam iyonomer simanları dentinde kullanırken dentin yüzeyine bir yüzey hazırlayıcısı uygulayarak dentin tübüllerindeki smear tabakasının kaldırılmasının dentine bağlanmayı geliştirdiği görülmüştür (Powis ve ark., 1982).

### **2.1.5.Cam İyonomer Simanların Tipleri ve Kullanım Alanları**

Restoratif diş hekimliğinde kullanılan cam iyonomer simanlar tip I, tip II ve tip III olarak da sınıflandırılmaktadır.

- Tip I: Yapıştırma simanı olarak kullanılanlar
- Tip II: Restoratif materyal olarak kullanılanlar
  - Estetik Restoratif Cam İyonomer Simanlar
  - Güçlendirilmiş Restoratif Cam İyonomer Simanlar
- Tip III: Kavite base materyali veya liner olarak kullanılanlar (Sidhu ve Nicholson, 2016)

Restoratif diş hekimliğinde cam iyonomerler biouyumluluk, diş dokularına yapışabilme, diş yapılarına benzer termal genleşme katsayısına sahip olma ve florid salınımı özelliklerinden dolayı yapıştırıcı, liner ve restoratif materyal olarak yaygın bir kullanıma sahiptir. Ancak düşük mekanik dayanıklılık, sertleşme sırasında neme ve sertleşme sonrasında dehidratasyona duyarlılık, düşük sertleşme hızı ve düşük aşınma direnci gibi dezavantajları vardır (Bala ve ark., 2012; Yap ve ark.,2004b; Cho ve ark., 1995; Koupis ve ark., 2007). Bu sebeplerle cam iyonomer simanları güçlendirmeye duyulan ihtiyaç bu konuda araştırmaların artmasına ve güçlendirilmiş cam iyonomer siman konseptlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Lohbauer, 2010).

### **2.2.Cam iyonomer Sermet Simanlar**

Cam iyonomer simanın tozu içerisine gümüş-kalay alaşım partikülleri eklenmiş ve amalgama alternatif bir dolgu maddesi üretilmeye çalışılmıştır. Elde edilen karışımlara seramik-metal (sermet) karışımlar denilmektedir ve bu karışımlar modifiye edilmemiş karışımlardan çok daha güçlüdürler. Ancak estetik yönden kötü olan bu materyaller daha çok kor materyali olarak kullanılmaktadır (Bayne ve Thompson, 2011)

### **2.3.Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar**

Yüksek viskoziteli cam iyonomerler kondanse edilebilir cam iyonomerler olarak da isimlendirilirler. Bu simanlar yüksek viskoziteli toza poliakrilik asit eklenmesiyle elde edilirler. Geleneksel cam iyonomerlerin erken dönem nem hassasiyeti ve düşük mekanik özellikler gibi dezavantajlarının önüne geçmek ve posterior preventif restorasyonlar için amalgama alternatif olarak üretilmişlerdir (Kaya ve Tiralı, 2013; Yap ve ark., 2004b). Bu materyaller daha hızlı sertleşirler ve yüksek moleküler ağırlıklı

anhidroz poliakrilik asitler içerirler (Bala ve ark., 2012). Yüksek toz-likit oranına sahip bu materyaller hem geleneksel cam iyonomerlerin avantajlarına hem de onlardan daha gelişmiş mekanik özelliklere göre sahiptir (Berg, 1998). Flor salınımları geleneksel cam iyonomerlerle benzerdir (Forsten,1990).

#### **2.4.Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar**

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar geleneksel cam iyonomerlerin fiziksel özelliklerini geliştirmek ve bu materyallerin ve kompozit rezinlerin olumlu özelliklerini birleştirebilmek amacıyla içlerine rezin ilave edilerek geliştirilmişlerdir.(Toledano ve ark., 1999; Rosenstiel ve ark., 1998) Genel olarak % 20 rezin ve % 80 cam iyonomer siman içermektedirler (Kanık ve Türkün, 2016). Tozunda florealüminosilikat cam tanecikleri içeren materyalin likitini ise poliakrilik asit, metakrilat, 2-Hidroksietilmetakrilat (HEMA) ve % 8 su oluşturmaktadır (Nicholson, 2010). Rezin modifiye cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonları hem cam iyonomerlerin asit/baz reaksiyonu ile hem de içeriklerindeki HEMA'nın polimerizasyonu ile meydana gelmektedir ve HEMA'nın polimerizasyonu sadece ışıkla olduğunda iki aşamalı (dual-cure) , hem ışık hem de kimyasal yolla olduğunda ise üç aşamalı (triple-cure) sertleşme reaksiyonu olarak adlandırılmaktadır (Dayangaç, 2011). Rezin modifiye cam iyonomer simanlar başlatıcı olarak kamforokinon içermektedirler (Mitra, 1991).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar diş yapılarına fiziksel ve kimyasal yolla bağlanır (Kanık ve Türkün, 2016). Dentine olan daha gelişmiş bağlanmanın poliakrilik asit komponentinden gelen kimyasal bağlantı ve hidrofilik HEMA'dan kaynaklı hibrit tabakanın oluşumuna bağlı olduğu düşünülmektedir (Toledano ve ark., 1999). Rezin modifiye cam iyonomer simanlar da klasik cam iyonomerler gibi florür rezervuarıdır. Hem siman içerisinde hem de siman ile çevresi arasında devamlı bir iyon alışverişi söz konusudur. İlk birkaç gün maksimum düzeyde salınan florür daha sonra azalır ancak topikal florür uygulaması ve florürlü diş macunu kullanımı ile florür içeriği tekrar yeterli düzeye çıkar (Dayangaç, 2011).

İlk geliştirildiklerinde kavite base materyali ve liner olarak kullanımları düşünülen rezin modifiye cam iyonomer simanların endikasyonları ;(Sakaguchi ve Powers, 2012)

- Sınıf III kavite
- Sınıf V kavite

- Süt dişi restorasyonları
- Kök yüzeyi rkleri
- Servikal erozyon ve abfraksiyon lezyonları
- Kavite base / liner materyali olarak belirtilmiştir.

### **2.5.Cam Hibrit Restoratif Materyaller**

Cam iyonomerlerde görülen gelişmeler bu materyallerin kullanım alanlarını oldukça genişletmiş olsa da cam hibrit adı verilen cam iyonomer içerikli çok yeni bir restoratif materyal grubu daha geliştirilmiştir (Allam-al abdi ve ark., 2017). 2007 yılında yüksek viskoziteli cam iyonomer ve nanodolduruculu yüzey örtücüsünün birlikte kullanılmasını ngren yeni bir restoratif sistem tanıtılmıştır. Nanodolduruculu yüzey örtücüsü erken sertleşme fazında restorasyon yüzeyini korumaya ve yüzeydeki çatlak ve przitelere kapatarak aşınma direncini ve dayanıklılığını artırmaya yaramaktadır (Grgan ve ark., 2016; Friedl ve ark., 2011). 2007 yılında Equia olarak isimlendirilen bu sistem bir yüksek viskoziteli cam iyonomer siman olan Fuji IX GP Extra ve bir nanodolduruculu yüzey örtücüsü olan G-Coat Plus' tan oluşmaktaydı (Bagheri ve ark., 2013). Daha sonra bu restoratif sistem geliştirilerek 2015 yılında cam hibrit adı verilen bulk fill restoratif materyalleri tanıtılmıştır. (GC Dental, 2015) Cam hibritler daha küçük ve daha reaktif silikat partikülleri ve daha yüksek moleküler ağırlığa sahip akrilik asit molekülleri ile güçlendirilen ve bu sebeple de matrikslerinde daha fazla çapraz bağlanma beklenen cam iyonomerlerdir.

Söz konusu olan daha çapraz bağlanmanın materyalin fleksural dayanımını güçlendirdiği düşünülmektedir. Cam hibrit restorasyonların bir rezin tabakayla örtülmesinin materyalin aşınma direncini ve estetik görüntüsünü geliştirmesi beklenmektedir (Schwendike ve ark., 2017).

Cam hibritlerin endikasyonları;

- Sınıf I restorasyonlar,
- Sınıf II restorasyonlar
- Geçici restorasyonlar
- Sınıf V ve kök yüzeyi restorasyonları
- Kor yapımı olarak belirtilmiştir.(GC Dental, 2015)

## 2.6.Poliasit Modifiye Kompozit Reziner (Kompomerler)

Poliasit modifiye kompozit reziner (kompomerler) 1990' lı yılların başında yılında ışıkla sertleşen kompozitlerin ve florid salan cam iyonomerlerin iyi özelliklerini biraraya getirebilmek için geleneksel cam iyonomerlere dimetakrilat monomerleri eklenerek elde edilmiştir (Dayangaç, 2011; Bala, 1998; Hickel ve ark., 1998). Poliasit modifiye kompozit reziner için kullanılan "kompomer" (compomer) terimi, "COMPOSITE" ve "ionOMER" kelimelerinden türetilmiştir (Ruse, 1999). Kompomerlerin içeriğinde, iki karboksil gruplu dimetakrilat monomerler, konvansiyonel cam iyonomer simanlarda bulunan flor salabilen alüminyum florosilikat, reaksiyon başlatıcılar, stabilizatörler ve pigmentler bulunur (Bala, 1998). İçeriğinde, her firmaya göre değişen oranlarda reçine ve cam iyonomer bulunmaktadır. Bu oran genelde %70-80 kompozit reçine ve %30-20 cam iyonomer şeklindedir. Bu materyaller hem kompozit rezinerin hem de cam iyonomerlerin avantajlarına sahiptir ancak daha yüksek oranda rezin içerdiklerinden daha çok kompozit rezinlere yakındırlar (Kanık ve Türkün, 2016; Meyer ve ark., 1998). Ancak aşınma dirençleri ve mekanik özellikleri kompozit rezinlerden düşüktür (Burgess ve ark., 2002).

Kompomerler içeriklerinde Uretan Dimetakrilat (UDMA) ve Bisfenol A Glisidil Dimetakrilat (Bis-GMA) gibi rezin bileşikleri içerdikleri için sertleşmeleri ışık aktivasyonu ile olur (Meyer ve ark., 1998). Kompomerlerde polimerizasyonun ardından ağız ortamı ile temas sonucu su emilimi ve ardından asit baz reaksiyonu başlar. Asit baz reaksiyonu florür salınımını başlatır. Ancak kompomerlerde tuz matris ve hidrojel meydana gelmediğinden dolayı florid rezervuarı gibi davranamazlar ve sınırlı florid salınımı yaparlar (Dayangaç, 2011; Vermeersch ve ark., 2001; Tyas, 1998).

Kompomerlerin diş sert dokularına bağlanması iki mekanizma ile kontrol edilmektedir. Bunlardan ilki kompomerin kendi içinde bulunan hidrofilik karboksil grupları sayesinde oluşan self adeziv mekanizma diğeri ise uygulanan adeziv sistemdeki bonding ajanıdır (Toledano ve ark., 1999; Burgess ve ark., 2002).

Kompomerler 5. sınıf kavite ve servikal erezyon/abrazyon lezyonları, kök çürüğü lezyonları, 3. sınıf kavite, 2. sınıf laminat ve açık sandviç tekniği, kırılmış dişlerin geçici tamiri ve diş kronunun yaklaşık yarısının kaldığı vakalarda kurona destek sağlamak amacı ile kor yapımında ve süt dişlerinde kullanılabilirler (Bala, 1998).

## 2.7.Giomerler

Giomerler önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer teknolojisini kullanan ve florid salınımı yapan rezin esaslı restoratif materyallerdir. Giomerlerde floroaluminosilikat cam silika dolduruculu üretilen rezinin içine eklenmeden önce suyun içinde polialkenoik asitle reaksiyona tabi tutulmuştur. Giomerler de tıpkı kompozitler gibi ışıkla polimerize olurlar ve diş dokularına yapışabilmek için bir dentin bağlayıcı ajanı ihtiyaç duyarlar (Yap ve Mok, 2002; Tay ve ark., 2001; Ikemura ve ark., 2008).

## 2.8.Cam Karbomerler

Cam karbomerler demineralize olmuş mine ve dentinin remineralizasyonunu destekleyen nanoboyuta indirgenmiş toz partiküller (hidroksiapatit) ve floroapatit içeren cam iyonomer esaslı yeni geliştirilen restoratif materyallerdir (Menne-Happ ve Ilie., 2013; Chen ve ark., 2012). Bu nanopartiküller çözünürlüğü düşürürken, baskı direncini ve bükülme kuvvetini artırır (Zainuddin ve ark., 2012). Cam karbomerin likiti ise poliakrilik asitten oluşmaktadır (Çehrelî ve ark., 2013).

Cam karbomerlerin içeriğinde monomer ve rezin bulunmamaktadır (Menne-Happ ve Ilie., 2013). İçeriğindeki kalsiyum floroapatit remineralizasyon işlemi için çekirdek görevi görmekte ve floroapatit oluşumunu başlatmaktadır (Subramaniam ve ark., 2015).

Cam karbomer restoratif materyali için yüzey örtücüsü kullanımı üretici tarafından önerilmektedir. Söz konusu yüzey örtücüsü materyalin yüzeyini sertleşmenin ilk fazında nem ve tükürükten ikinci fazında ise dehidrasyondan koruyan silikon bazlı ve monomer içermeyen bir yüzey örtücüdür (Menne-Happ ve Ilie., 2013). Bu yüzey örtücüsü restorasyon yüzeyini korumanın yanı sıra restorasyonun yapımı sırasında materyalin manipüle edilmesini de kolaylaştırmaktadır (GCP Dental, 2011).

Üreticiye göre cam karbomerler kimyasal olarak sertleşmekte ancak en iyi sonuç sertleşme sırasında ısı uygulanmasıyla elde edilmektedir (Subramaniam ve ark., 2015). Isı uygulamasının 60-90 sn boyunca dalga boyu 1400 mW/cm<sup>2</sup> olan bir ışık cihazı ile maksimum 60 °C olacak şekilde yapılması önerilmektedir (GCP Dental, 2011).

Cam karbomerlerin kullanım alanları;

- Daimi sınıf I ve sınıf II restorasyonlar (yük gelmeyen alanlarda) ısı ile
- Süt dişlerinde sınıf I ve sınıf II restorasyonlar

- Kron ve köprüler için build-up materyali olarak
- Sınıf V restorasyonlar olarak belirtilmiştir (GCP Dental, 2011).

## **2.9.Kompozit Rezinler**

Diş hekimliğinde kullanılan ilk estetik dolgu maddesi 1878 yılında Fletcher tarafından geliştirilmiş olan silikat simanlardır. Silikat simanların ardından akrilik rezinler gelmiş ancak 1962 yılında Dr.Ray Bowen tarafından kompozitlerin tanıtılması ile kullanımları sınırlanmıştır. Kompozit rezinler ise günümüze kadar önemli gelişmeler göstermiştir (Dayangaç, 2011). Bir dental kompozit geleneksel olarak silikat cam partiküllerinin akrilik monomer ile karışması ve uygulama sonrasında polimerize olması ile oluşmaktadır. Silikat partiküller karışıma mekanik destek ve ışık yayılımı sağlamakta ve materyale mine şeklinde bir şeffaflık vermektedir. Akrilik monomerler ilk karışımı akışkan yapmakta ve yerleştirilirken modele edilebilmeyi sağlamaktadır. İlk kompozitler kendinden sertleşen kimyasal bir yapıya sahipti. Ancak bu materyallerin yerini daha sonra ultraviyole (UV) ışıkla sertleşen kompozitler aldı. Günümüzde kompozit restoratif materyallerin polimerizasyonunda görünür ışık kullanılmaktadır. (Bayne ve Thompson, 2011)

Günümüzde kompozit rezinler 3 ana yapıdan oluşur (Dayangaç, 2011) ;

- 1.Organik matriks faz (Continuous phase)
- 2.İnorganik faz (Dispersed phase)
- 3.Ara faz (Coupling agents)

### **2.9.1. Organik Matriks Fazı(Continuous Phase)**

Organik matriks faz bisfenol A ile glisidil metakrilatın birleşmesi sonucu oluşan bisglisidil metakrilattır (Bis-GMA). Daha sonraları iyi adezyon sağlayan ve renk değişimine dirençli olan uretan dimetakrilat(UDMA) kullanılmıştır.(Dayangaç, 2011) Ancak hem Bis-GMA hem de UDMA çok visköz olduğu için rezin matriks içine trietilenglikoldimetakrilat (TEGDMA) ve etilenglikol dimetakrilat (EDMA) gibi rezin monomerler eklenerek viskozite azaltılmış ve çapraz bağ miktarı ve sertlik artırılmıştır (Ferracane,1995). Organik matriks faz içerisinde polimerizasyon başlatıcılar ve hızlandırıcılar, ultraviyole stabilizatörleri, rezinin kendi kendine polimerize olmasını önleyen ve raf ömrünü artıran inhibitörler ve kompozit rezinlerin dişlerle uyumlu renkte olmasını sağlayan pigmentler de bulunmaktadır (Dayangaç, 2011; Peutzfeld, 1997).

### **2.9.2. İnorganik Faz(Dispersed Phase)**

Matriks içine dağılmış kuartz, kolloidal silika, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, zirkonyum, çinko gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur.(Dayangaç, 2011) Doldurucu partiküller genellikle quartz ve camın 0.1 ile 100 µm arasındaki boyutlara küçültülmesiyle elde edilir. (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003) İnorganik doldurucular kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini iyileştirerek kompozit rezinlerin ısıl genişleme katsayısını, polimerizasyon büzülmesini ve su emilimini azaltırlar ve radyoopasite sağlarlar (Puckett ve ark., 2007; Burgess ve ark., 2002).

### **2.9.3. Ara Faz(Silane Coupling Agent)**

Ara faz inorganik doldurucular ve organik polimer matriksi birbirine bağlar ve organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Silan bağlanma ajanları hem rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirir hem de rezin partikül arayüzeyi boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, rezinin çözünürlüğünü ve su emilimini azaltır (Dayangaç, 2011; Ferracane, 1995).

### **2.9.4. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması**

Kompozit rezinler ilk kez Lutz ve Philips tarafından sınıflandırılmışlardır ve bu sınıflama doldurucu partiküllerin büyüklüklerine göre yapılmıştır (Lutz ve Philips, 1983). Günümüzde de kompozit rezinler genellikle doldurucu büyüklüklerine göre sınıflandırılırlar çünkü doldurucu partiküllerin boyutu kompozit rezinlerin estetik ve cilalanabilme özelliklerini, polimerizasyon derinliklerini , polimerizasyon büzülmesini ve fiziksel özelliklerini etkiler. Bir kompozitin doldurucu büyüklüğünün ve yüzdesinin bilinmesi sözkonusu materyalin dayanıklılığı ve cilalanabilirliği hakkında bilgi vermektedir (Burgess ve ark., 2002).

#### **2.9.4.1.Kompozit Rezinlerin İnorganik Doldurucu Partiküllerin Büyüklüğüne Göre Sınıflandırılması**

Kompozit rezinler partikül boyutlarına göre megafil, makrofil, midifil, minifil, mikrofil, nanofil ve hibrit kompozit rezinler olarak sınıflandırılmışlardır. (Tablo 1) (Dayangaç, 2011) Karma partikül boyutu içeren kompozitlere hibrit denilmektedir ve en geniş partikül boyutu genellikle hibrit tipini belirlemekte kullanılmaktadır.(Bayne ve Thompson, 2011)



**Tablo 1.** Kompozit rezinlerin inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğüne göre sınıflandırılması (Dayangac, 2011)

<b>Kompozit Rezin</b>	<b>İnorganik Partikül Büyüklüğü</b>	<b>Partikül Yüzdesi</b>
Megafil	50-100 $\mu$ m	
Makrofil	10-100 $\mu$ m	%70-80
Midifil	1-10 $\mu$ m	%70-80
Minifil	0.1-1 $\mu$ m	%75-85
Mikrofil	0.01-0.1 $\mu$ m	%35-60
Hibrit	0.04-1 $\mu$ m	%75-80
Nanofil	0.005-0.01 $\mu$ m	

Makrofil ve midifil kompozitler geleneksel kompozitler olarak da adlandırılırlar. Bu tür kompozitlerde organik polimer matriks içine dağılmış olan inorganik doldurucu partiküllerin yüzdesi ağırlıkça yaklaşık % 70-80 dir. Makrofil kompozitlerde inorganik doldurucular kuartz, amorfoz silika ve/veya ağır metal cam partikülleridir. Partiküllerin büyük ve sert olması organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına yol açar. Bu durum da yüzey pürüzlülüğü ve renklemelere neden olur. Doldurucusuz akriliklerle karşılaştırıldıklarında su emilimi, polimerizasyon büzülmesi ve termal genleşmeleri oldukça azalmıştır.(Dayangaç, 2011; Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003)

Minifil kompozitler inorganik doldurucu olarak genellikle ağır metal içeren cam içermektedirler ve bu sayede radyoopaktırlar. Ancak ağır metal cam doldurucular amorfoz silika ve quartz'a göre daha yumuşaktır ve suyla hidroliz olmaya daha meyillidir. Zamanla birlikte bu materyaller yumuşar ve bozulma ve aşınmaya daha duyarlı hale gelirler ve bu durum restorasyonların kullanım ömrünü azaltır ( Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).

Mikrofil kompozit rezinlerde inorganik doldurucular koloidal silika partikülleridir . Mikrofil kompozitlerde partikül miktarı geleneksel kompozitlerden daha düşüktür ve rezin miktarı yaklaşık %40 ile 80 arasındır. Bu sebeple mekanik ve fiziksel özellikleri geleneksel kompozitlerden daha düşüktür (Ferracane, 2011).

Daha fazla su emilimi görülür daha yüksek termal genleşme katsayısına ve daha düşük elastik modülüse sahiptirler. Mikrofil kompozitlere aynı zamanda ince bitim yapılabilen kompozitler de denilmektedir. Bu yüzden sınıf III ve sınıf V gibi düz

yüzeylerdeki çürük lezyonlarında tercih edilmektedirler. Mikrofil kompozitlerde doldurucu partiküller organik matriks ile hemen hemen aynı hızda aşınır. Bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan aşındırıcılar kompozit yüzeyinde silika partiküllerinin yer değiştirmesine veya yüzeyden uzaklaşmasına neden olabilirler. Ancak bu partiküller küçük olduğu için geriye kalan boşluklar da küçük olur ve yüzey pürüzlülüğü diğer kompozit türlerine göre daha kabul edilebilir düzeydedir (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003; Dayangaç, 2011).

Nanofil kompozit rezinler son yıllarda üretilen nanodoldurucu partiküller içeren kompozit rezinlerdir. Nanofil kompozit rezinlerde inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü görünür ışık dalga boyundan daha küçüktür. Bu nedenle görünür ışıkla absorpsiyon veya saçılım gibi etkileşimlere girmezler. Mikrofil kompozitlerle kıyaslandığında nanodolduruculu kompozit rezinler yüzey düzgünlüğü ve yapılan cila işlemlerinin kalıcılığı konusunda belirgin gelişme kaydetmişlerdir (Kumari ve ark., 2015). Nanopartiküller ayrıca öbekler halinde birleşip geniş kütleler halinde bulunup hibrit kompozitlere katılabilmektedir. Bu öbeklere nanokümecekler (nanocluster) denir (Dayangaç, 2011; Bayne ve Thompson, 2011).

Hibrit kompozit rezinler farklı büyüklükte doldurucular içerirler. Hibrit kompozitler mikroskobik(ortalama partikül büyüklüğü 1-5 $\mu$ m), submikroskopik (ort.partikül büyüklüğü 0.4-0.8  $\mu$ m) ve nanodoldurucu partiküllerin (ortalama partikül büyüklüğü 40-50 nm) karışımından oluşur. Mikropartiküllerin yüzdesi daha fazla ise mikrohibrit, nanopartiküllerin yüzdesi daha fazla ise nanohibrit olarak isimlendirilirler. Hibrit kompozit rezinler doldurucu olarak genelde %75-80 oranında koloidal silika ve ağır metal içeren cam partikülleri içerirler. Hibrit kompozitlerde submikron büyüklüğündeki inorganik doldurucu partiküller büyük partiküller arasına gelişigüzel serpiştirildiği için yüzeyleri düzgündür. Hibrit kompozit rezinler yüzey düzgünlüğü ve estetik konusunda mikrofil kompozitlerle yarışabilecek düzeyde kabul edilmektedirler. Doldurucu partiküllerin kombinasyon şeklinde kullanılmasıyla doldurucu oranları artırılmış ve fiziksel özelliklerin geliştirilmesine imkan sağlanmıştır (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003; Dayangaç, 2011; Da Costa ve ark., 2007).

#### 2.9.4.2.Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması

- a. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler
- b. Işık aktivasyonu ile polimerize olan kompozit rezinler
- c. Hem kimyasal hem de ışık aktivasyonu ile polimerize olan kompozit rezinler

Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler :İlk üretilen kompozit rezinlerdir ve kimyasal olarak polimerize olurlar. İki ayrı patın karıştırılmasıyla patlardan birinin içinde bulunan organik amin ve diğerinde bulunan organik peroksit arasında reaksiyon gelişir ve böylece kimyasal aktivasyon başlatılmış olur. Bu reaksiyonla birlikte serbest radikaller ortaya çıkar ve polimerizasyonu sağlayan çift karbon bağları oluşur. Aktivasyon başladıktan sonra operatörün çalışma zamanı üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Bu yüzden bu kompozitlerin kaviteye yerleştirilmeleri ve uyumlanmaları olabildiğince hızlı yapılmalıdır( (Rawls ve Esquivel-Upshaw 2003; Sakaguchi ve Powers, 2012).

Işık aktivasyonu ile polimerize olan kompozit rezinler :Tek pat sistemi halinde üretilmişlerdir. Kimyasal polimerizasyonda yaşanan sorunların üstesinden gelmek için geliştirilmişlerdir. Işığa duyarlı başlatıcı sistem içerirler. Çoğu kompozitte ışığa duyarlı başlatıcı sistem olarak kamforokinon , hızlandırıcı olarak alifatik amin bulunur ve ışık enerjisinin 474 nm civarında olan fotonları emilmektedir. Kamforokinon ve alifatik amin ışıkla ekspozite olmadıkları sürece oda ısısında stabildirler. Işıkla polimerizasyon kuartz tungsten halojen(QTH) ışık cihazları, plazma ark ışık cihazları, lazerler ve ışık yayan diodlar (Light-emitting Diode)(LED) ile gerçekleştirilmektedir (Dayangaç, 2011; Bayne ve Thompson, 2011; Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003; Sakaguchi ve Powers, 2012).

Hem kimyasal hem de ışık aktivasyonu ile polimerize olan kompozit rezinler :Bu tip kompozit rezinler birinde benzoil peroksit ve diğerinde aromatik tersiyer amin bulunan iki adet ışıkla polimerize olabilen pat içerir. Bu patlar karıştırılarak ışıkla ekspozite edildiklerinde amin ve kamforokinon kombinasyonu ışıkla polimerizasyonu, amin ve benzoil peroksit kombinasyonu ise kimyasal polimerizasyonu başlatır (Rawls ve Esquivel-Upshaw, 2003).

### **2.9.4.3.Kompozit Rezinlerin Viskozitelerine Göre Sınıflandırılması**

Kondanse olabilen kompozit rezinler :İnorganik doldurucu partikül miktarı artırılarak üretilen ve amalgama benzer şekilde kondanse edilebilen visküz kompozitlerdir. Özellikle sınıf II kavitelere başarıyla kullanılabilirler. (Dayangaç, 2011)

Akışkan kompozit rezinler: Akışkan kompozitler, geleneksel hibrit kompozitlerle aynı partikül boyutlarını içeren materyallerdir ancak karışım yoğunluğunu azaltmak için rezin miktarı artırılmış ve doldurucu içeriği sınırlanmıştır. Kavite duvarlarına adaptasyonları daha iyidir. Pit ve fissur sealant olarak, amalgam, kompozit ve kronlarda oluşan kenar kırıklarında, servikal abfraksiyon lezyonlarında , mine defektlerinde, girişin zor olduğu kavite ve mikrokavite kullanılırlar (Dayangaç, 2011; Bayne ve Thompson, 2011; Bayne ve ark., 1998).

### **2.10.Bitirme Ve Cila İşlemleri**

Bitirme işlemi ideal bir anatomik form oluşturabilmek için restorasyonun kabaca şekillendirilmesi olarak tanımlanırken cila işlemi ise bitirme aletleri ile oluşan çiziklerin ve pürüzlülüklerin giderilmesi olarak tanımlanır (Jefferies, 2007). Restorasyonların doğru anatomik konturu sadece şeffaf bant kullanılarak nadiren oluşturulabilir (Yap ve ark., 1998). Bitirme ve polisaj işleminde restorasyonlara hem form verilir hem de gelişimsel yiv, girinti çıkıntı ve diğer yapısal ayrıntılardan oluşan yüzey dokusu aynen aktarılmaya çalışılır (Dayangaç, 2011).Yapılan restorasyonlarda uygun okluzyonun sağlanması erken temasların giderilmesi ve taşkınlıkların düzeltilebilmesi için de bitirme ve cila işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Pirkoca ve ark., 2009; Ulusoy ve Bağış, 1994).

Genelde şeffaf bant altında kalan yüzeyler oldukça parlak ve pürüzsüz görünmesine rağmen (Rai ve Gupta, 2013) şeffaf bant altında oluşan rezinden zengin tabakanın ağız ortamında kolayca aşınabildiği ve ortaya cilalanmamış ve düzensiz bir yüzeyin çıktığı görülmüştür (Ryba ve ark., 2002). En dıştaki rezinin bitirme ve cila işlemleri ile kaldırılmasıyla daha sert, aşınma direnci yüksek ve estetik açıdan kalıcı bir yüzey elde edilecektir (Türkün ve Türkün, 2004a; Lutz ve ark., 1983).

Bitirme ve polisaj işlemleri diş rengindeki restorasyonların uzun ömürlü ve estetik olması için restoratif diş hekimliğinde yapılması gerekli işlemlerdir (Roeder ve ark., 2004). Optimal bir yüzey polisajının sağlanması renklenmeyi, biofilm

akümülyasyonunu , gingival inflamasyonu ,aşınmayı azaltabilir ve restorasyonun estetiğini ve ömrünü artırabilir. Aynı zamanda düzgün bir yüzey kırılma direncinin artmasına da katkı da bulunur (Tjan ve Chan, 1989; De Jager ve ark., 2000).

Diş hekimliğinde bitirme ve polisaj işlemlerinde abraziv diskler ve şeritler; taşlar, karbit ve elmas frezler; abraziv lastikler; ve abraziv partikülleri serbest halde içinde bulunduran cila patları ve tozları gibi çok çeşitli bitirme ve cila materyalleri kullanılmaktadır (Jefferies, 2007; Marghalani, 2010).

Diş hekimliğinde bitirme ve polisaj işlemleri;

- İstenilen anatomiye elde etmek için restorasyonun kaba bitirmesi ve uyumlanması
- Kaba bitirme sırasında oluşan çizikleri ve yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için yapılan ince bitirme ve düzeltme
- Oldukça pürüzsüz ve ışığı yansıtan mine benzeri bir yüzey elde etmek için yapılan son cila aşamalarından oluşur (Jefferies, 2007; Dayangaç, 2011; Anusavice ve Antonson, 2003)

Restorasyonların etkin bir şekilde bitirilip cilalanma işlemleri geniş defektlerin daha küçükleriyle yer değiştirmesine dayanmaktadır (Anusavice ve Antonson, 2003). Kaba bitirme işleminde restorasyonun yüzeyi büyük grenli aşındırıcılara tabi tutularak restorasyona istenilen formun verilmesi amaçlanır. Bu aşamada elmas, karbid ve çelik frezler, abraziv kaplı diskler kullanılabilir. Bu aşamada restorasyonun kenar fazlalığı kabaca alınırken diş yüzeyi rehber olarak seçilmeli ve uygun anatomik form oluşturulmalıdır. Diş yüzeyinin rehberliğine uyulmaz ise konturlar bozulur, yiyecek birikimi oluşur ve fizyolojik temizlenme olumsuz etkilenir. (Dayangaç, 2011; Anusavice ve Antonson, 2003)

İnce bitirme ve düzeltme işleminde kaba bitirme sırasında oluşan düzensizlikler ve çizikler giderilmeye çalışılır. Bu aşamada ince veya çok ince elmas frezler, 18-30 arası çok sayıda bıçağa sahip karbid frezler veya 8 ve 20µm arası partikül büyüklüğüne sahip aşındırıcılar kullanılabilir.(Anusavice ve Antonson, 2003)

Cila işleminde ise bitirme işlemleri sırasında restorasyon yüzeyinde oluşan küçük çizikler ve yüzey pürüzlülüklerini azaltarak düzgün, ışığı yansıtan, mine dokusuna yakın bir yüzey elde edilmeye çalışılır. Bu aşamada sivri uçlu lastik

aşındırıcılar, ince partiküllü diskler ve şeritler, çok ince partiküllü polisaj pastaları kullanılır (Anusavice ve Antonson, 2003).

Diş hekimliğinde uygulanan bitirme ve cila işlemlerinin etkinliği bir takım faktörlere bağlıdır;

1. Restoratif materyalin tipi
2. Restoratif materyal ve aşındırıcının fiziksel özellikleri
3. Restoratif materyal ve aşındırıcı arasındaki sertlik farkı
4. Aşındırıcı partikül boyutu, miktarı ve şekli
5. Aşındırıcı partiküllerin gömüldüğü materyalin esnekliği, abrazyonun sertliği ve kullanılan materyalin geometrisi
6. Aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı ve bu sırada uygulanan basınç
7. Aşındırıcı uygulanması sırasında kullanılan kayganlaştırıcılar (su, suda çözünen polimer, gliserol gibi) (Jefferies, 2007; Marghalani, 2010; Chung, 1994; Yap ve ark., 1997).

#### **2.10.1.Aşındırıcı Tipleri Ve Bileşimleri**

##### **Aluminyum oksit**

Aluminyum oksit diş hekimliğinde bağlı aşındırıcılar ve kaplı aşındırıcılar üretmek için kullanılır ( Anusavice ve Antonson, 2003). Genellikle alüminyum oksit partikülleri kağıtlara veya polimer disklerle ve striplere bağlanır veya tekerlek biçimli ve sıvı uçlu lastiklere emdirilir (Jefferies, 2007). Sinterize edilmiş alüminyum oksit genellikle diş minesini uyumlamak ve metal alaşımlar, kompozit rezinler ve seramik materyallerin bitirmesini yapmak için kullanılan beyaz taşların üretiminde kullanılır ( Anusavice ve Antonson, 2003). Aluminyum oksitin ince partikülleri cila pastalarına karıştırılarak akrilikler ve kompozitler gibi pek çok restorasyonda pürüzsüz ve cilalı yüzeyler üretmek için kullanılırlar (Jefferies, 2007).

##### **Karbit Bileşikleri**

Karbit bileşikleri ;silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbit bileşiklerini içermektedir (Jefferies, 2007). Silikon karbit oldukça sert ve kırılımandır. Metal alaşımlar, seramikler ve akrilik rezinleri kesebilecek etkinliktedir. Silikon karbit kaplı diskler ve lastik ya da vitroz bağlı instrümanlar şeklinde kullanılır ( Anusavice ve Antonson, 2003). Tungsten karbit bileşikleri ise çok bıçaklı bitirme frezlerinin aşındırıcı ve kesici kısımlarında kullanılır (Jefferies, 2007).

### **Elmas Aşındırıcılar**

Bilinen en aşındırıcı madde olan elmas şeffaf, renksiz ve karbondan oluşan bir mineraldir. Elmas aşındırıcılar bağlı aşındırıcı dönen enstrümanlar, esnek metale bağlı aşındırıcı şeritler ve elmas cila pastaları gibi çeşitli formlarda üretilmişlerdir. Sentetik elmas aşındırıcılar genellikle diş yapıları, seramik materyaller ve kompozit rezinlerin aşındırılmasında kullanılırlar. Sentetik elmas aşındırıcılarda bağlayıcılar rezin veya metal olabilir. Resin bağlı elmas aşındırıcıların keskin uçları vardır ve kullanıldıkça bu uçlar kırılır ve yenisi oluşur. Metal bağlayıcılı elmas aşındırıcılarda ise elmaslar daha düzdür ve boyutları daha stabildir. (Anusavice ve Antonson, 2003)

### **Silikon Dioksit**

Silikon dioksit genellikle sivri uçlu ya da çanak şeklinde olan bağlı aşındırıcı lastik veya elastomerik bitirme ve cila enstrümanlarında kullanılır (Jefferies, 2007).

### **Zirkonyum Oksit**

Zirkonyum oksit silikon dioksit gibi elastik veya lastik benzeri bitirme ve cila malzemelerinde kullanılmaktadır (Jefferies, 2007).

### **Zirkonyum Silikat**

Zirkon veya zirkonyum silikat kirli beyaz renkli bir mineraldir. Çeşitli partikül boyutlarında bulunan bu mineral genellikle aşındırıcı kaplı disklerin, şeritlerin ve en çok da dental profilaksi pastalarının yapımında kullanılır.( Anusavice ve Antonson, 2003)

## **2.10.2.Bitirme Ve Cila İşlemlerinde Kullanılan Dental Materyaller Ve Sınıflandırılmaları**

### **Elmas Bitirme Frezleri**

Elmas bitirme frezleri porselen ve kompozit gibi restoratif materyallerin konturlanması, uymlanması ve yüzeylerinin pürüzsüzleştirilmesi için kullanılırlar. Çalışan yüzeylerine yerleştirilmiş endüstriyel elmas parçacıkları içerirler. Elmas bitirme frezleri üç parçadan oluşur; metal bir shaft, toz ya da partikül şeklinde elmas aşındırıcı ve bu aşındırıcıyı metal shafta bağlayan metal bağlantı materyali (Jefferies, 2007). Değişik şekillerde, boyutlarda ve gren büyüklüklerinde üretilmektedirler. Genellikle daha kaba grenle başlanır ve daha ince grenle devam edilir (Ölmez ve Kısbet, 2013). Elmas bitirme frezleri her zaman su soğutması altında ve 50.000 rpmden daha düşük rotasyonel hızda kullanılmalıdır (Anusavice ve Antonson, 2003). Elmas bitirme frezleri bir hayli etkilidir ancak geride bıraktıkları yüzey oldukça pürüzlüdür (Jung, 1997). Bu

sebeple bu frezlerin kullanımından sonra çok bıçaklı bitirme frezleri, kaplı aşındırıcı diskler, bağlı aşındırıcı cila lastikleri ve zayıf aşındırıcı cila patları gibi diğer bitirme ve cila enstrümanları kullanılmalıdır (Jefferies, 2007).

### **Karbit Bitirme Frezleri**

Karbit bitirme frezleri bitirme ve konturlama için çeşitli şekillerde üretilmişlerdir ve düz ya da kıvrımlı olabilen 8 ile 40 arası değişebilen sayıda yivli bıçaklara sahiptirler (Jefferies, 2007). Karbit bitirme frezleri elmas bitirme frezleriyle ya da bağlı aşındırıcı bitirme enstrümanlarıyla kıyaslandıklarında daha zayıf aşındırıcı oldukları için gingival marjindeki yumuşak dokuya daha az zarar verirler (Jefferies, 2007). Karbit bitirme frezleri elmas bitirme frezlerinden daha kolay kırılırlar ve kısa ömürlüdürler. (Dayangaç, 2011)

### **Taşlar**

Taşlar, birbirine yapıştırılmış veya organik rezin ile bağlanmış aşındırıcı partiküllerden oluşmaktadır (Ölmez ve Kısabet, 2013). Dental taşlar içerdikleri aşındırıcı tipine göre farklı renklerde bulunur. Aşındırıcı olarak silikon karbid içeren dental taşlar yeşil, alüminyum oksit içerenler ise beyaz renktedir. Restorasyonları uyumlamak ve bitirmek için kullanılan dental taşların aşındırıcı ve kesme etkinlikleri elmas frezlerden daha azdır (Jefferies, 2007).

### **Aşındırıcı ile Kaplı Bitirme Ve Cila Diskleri Ve Şeritleri**

Aşındırıcı ile kaplı disk ve şeritler aşındırıcı partiküllerin uygun bir yapıştırıcı madde ile esnek bir materyale (hafif ağırlıklı kağıt, metal veya polyester gibi) bağlanması ile üretilirler (Anusavice ve Antonson, 2003). Üzerlerinde ince bir tabaka aşındırıcı bulunduğu için etkinlikleri kısa sürelidir bu yüzden tek kullanımlıdır (da Costa ve ark., 2011). Genellikle alüminyum oksit aşındırıcılarla kaplanmışlardır ancak silikon karbit, zımpara, kuartz ve lal taşı ile kaplananlar da vardır. Belli bir sıra ile kaba grenli disklerden başlayıp çok ince grenli disklerle bitirilerek kullanılırlar (Jefferies, 2007). Partikül büyüklükleri kaba grenli diskler için 100-55 µm, ultra ve süper ince diskler için 7-8 µm arasında değişir (Gedik ve ark., 2005). Aşındırıcı kaplı diskler ve şeritler düz veya konveks yüzeyler için uygundur. İnsizal kenarları ve embrasurları içine alan anterior restorasyonlarda iyi sonuç veren bu diskler posterior restorasyonların interproksimal ve bazı bukkal-lingual yüzeylerinde de bir miktar



kullanılabilirler. Posterior restoasyonların okluzal ve anterior restorasyonların lingual yüzeylerinde kullanımları ise kısıtlıdır (Jefferies, 2007).

Bitirme ve cila şeritleri özellikle proksimal yüzeylerde etkilidir. Farklı kalınlık ve genişlikte üretilmişlerdir. Uç kısımlarında aşındırıcı gren bulunmaz ve bu sayede şeritler yerleştirilirken temas alanları korunmuş olur (Dayangaç, 2011).

### **Sivri Uç, Disk ve Çanak Şeklinde Lastikler**

Çeşitli şekillerde bulunabilen cila lastikleri ince veya ultraince aşındırıcı partiküllerin daha yumuşak elastomerik bir matriks içine dağıtılmasıyla oluşturulmuşlardır ve kompozitlerin bitirme, düzeltme veya cilasında kullanılırlar. Bu elastomerik matriks doğal veya sentetik lastik, silikon veya diğer sentetik elastik polimerlerden oluşabilir. Cila lastiklerinde kullanılan aşındırıcılar ise genellikle silikon karbid, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksitten oluşur (Jefferies, 2007; Watanabe ve ark., 2005). Cila lastikleri yumuşak oldukları için çok çabuk aşınırlar ve elmas bitirme frezlerinden sonra kullanılmaları önerilir. (Dayangaç, 2011) Söz konusu lastiklerin disk, tekerlek, çanak ve sivri uç gibi çeşitli şekillerde olması aşındırıcı kaplı disklerin ulaşamadığı anterior lingual ve posterior okluzal bölgelerde kullanılmalarına olanak verir (Jefferies, 2007).

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

Polimer kıllara çeşitli aşındırıcıların emdirilmesiyle elde edilen bu fırçalar sivri uçlu ya da çanak şeklinde bulunmaktadır. Kompozit ve seramik restorasyonlarda diğer bitirme ve cila aletleri ile anatomik konturları ve girintileri kaybetmeden ulaşılabilen oluk, fissür ve embraşurlara bu fırçalar yardımıyla ulaşılabilir. (Jefferies, 2007).

### **Zayıf Aşındırıcı Cila Patları**

En sık kullanılan zayıf aşındırıcı cila patları alüminyum oksit(alümina) ve elmas partikülleri içerir (Anusavice ve Antonson, 2003). Alüminyum oksit cila patlarının partikül boyutu 1µm veya daha az iken elmas cila patlarının ortalama partikül boyutu 1µm veya daha azdır ve her iki pat tipi de gliserin esaslıdır. Söz konusu cila patları kullanılırken genellikle lastik çanaklar kullanılmasına rağmen özellikle aşındırıcı olarak alüminyum oksit içeren cila patı kullanıldığında yumuşak sünger ya da keçe kullanılması patın etkinliğini artırdığı gösterilmiştir. (Jefferies, 2007).

## **2.11.Yüzey Pürüzlülüğü**

Yüzey pürüzlülüğü ; bir materyalin kendi karakteristiğinden veya materyalin elde edilme sürecinden kaynaklı materyalin yüzey dokusunda oluşabilen düzensizlikler olarak tanımlanmıştır (Paravina ve Powers, 2004). Yüzey pürüzlülüğü ve yüzey düzensizlikleri plak birikimine, gingival inflamasyona ve diş rengindeki restoratif materyallerin estetiğinde ve kullanım ömründe azalmaya sebep olabilmektedir (Bagheri ve ark., 2007). Pürüzsüz yüzeyler sürtünme katsayısını ve aşınma hızını azaltarak restorasyonların klinik ömrünü uzatmaktadır (Tjan ve Chan, 1989). Aynı zamanda restoratif materyallerin kırılma direncini artırmaktadır (De Jager ve Ark., 2000). Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün az olması mikroorganizmaların tutunmalarını zorlaştırmaktadır (Bagheri ve ark., 2007; Silva ve ark.,2006).

Restoratif materyallerin yüzeyinde mikroorganizmaların tutunmasında rol oynayan ortalama kritik pürüzlülük değerinin 0,2 µm olduğu birçok çalışmada bildirilmektedir (Bollen ve ark., 1997; Weitman ve Eames , 1991). Yapılan bir çalışmada da yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen 0,3 µm değerinde bir değişimin hastanın diliyle farkedilebildiği belirtilmiştir (Jones ve ark., 2004).

### **2.11.1.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri**

Materyallerin yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar arasında yüzey profili analizi (Profilometre) ve tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) yöntemleri ve son yıllarda geliştirilen yeni bir yöntem olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) bulunmaktadır (Blanchard, 1996; Kakaboura ve ark., 2007).

#### **2.11.1.1.Profilometreler**

Profilometreler kendi içinde mekanik ve optik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

##### **Mekanik Profilometreler**

Mekanik profilometreler boyutları belirli olan elmas bir uç yardımıyla örnek yüzeyine temas ederek yüzeyin taranması prensibiyle çalışırlar ve iki boyutlu ölçüm yaparlar. Bu cihazın kaydedici ucu belirli bir hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı olarak ucun yaptığı dikey hareketler, elektriksel akım farklılıkları yaratarak yüzey profili olarak kaydedilmekte ve yüzey topografisi ile ilgili değerler rakamsal veya grafiksel olarak elde edilebilmektedir (Bani ve Öztaş, 2013; Joniot ve ark., 2006). Yüzeylerin profilometre ile incelenmesinde Ra, Rz, Rpm gibi

birçok parametre kullanılır. Rz, art arda gelen beş parçada, ortalama tepe–vadi yüksekliğini belirtir. Rpm, art arda gelen beş örnek parçasındaki ana derinlik seviyesi olarak tanımlanır ve profil şekli hakkında bilgi verir (Türel, 2015). Mekanik profilometrelerle ölçülen değerlerden Rt total yüzey pürüzlülüğünü verirken Ra değeri ölçüm uzunluğu boyunca görülen tüm pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamasıdır ve bu değer yüzey karakterini belirlemede en belirleyici değerdir (Joniot ve ark., 2006). Ra değeri yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en sık kullanılan değerdir (Yap ve Mok, 2002; Neme ve ark., 2002; Türkün ve Türkün, 2004a).

### **Optik Profilometreler**

Optik profilometreler örnek yüzeyine temas etmeden optik ışınla üç boyutlu tarama yapan cihazlardır. Cihaz kendi içindeki referans ile yüzeydeki noktaların arasındaki mesafeyi ölçerek çalışmaktadır. Cihazın optik parçaları 100  $\mu\text{m}^2$  lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (Joniot ve ark., 2006). Pürüzlülük değerinin minimal olduğu durumlarda mekanik profilometreler yerine optik profilometrelerin kullanılması daha uygun olmaktadır.(Jung ve ark., 2003)

Optik profilometrelerin 3 boyutlu yüzey topografisi sunarak yüzeyin doğal karakteristiğini ve materyalin kendi yapısından kaynaklanan mikropürüzlülükleri saptayabildiğini mekanik profilometrelerin ise daha çok polisaj işlemlerinin sebep olduğu yüzey pürüzlülüğü değerlerini saptadıkları belirtilmiştir (Joniot ve ark., 2006).

### **2.11.1.2.Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)**

SEM’ de görüntü alma işlemi yüksek hızda hızlandırılan elektronların incelenecek örnek üzerine gönderilmesi esasına dayanır. Örnek üzerine gönderilen bu elektronlar örnek tarafından saçılır. Elektron akışının sürekli olması için incelenecek cismin iletken hale gelmesi gerekir. Bu sebeple incelenecek örneklerin 20-1000 nm kalınlıkta Altın (Au) ve Palladyum (Pd) ile kaplanması gerekir (Ergün ve Yenisey, 2006). SEM sıklıkla bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların görüntülenmesinde kullanılmaktadır ancak yüzey topografisinin belirlenmesinde ve üç boyutlu yüzey yapısının görüntülenmesinde bir takım limitasyonları vardır (Kakaboura ve ark., 2007).

### **2.11.1.3.Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)**

AFM’ de sistem temel olarak silikon veya silisyum nitrit kaplı keskin bir iğne ucun, piezo elektrik kontrol elemanları aracılığıyla, incelenen yüzey üzerinde üç boyutta (x,y,z eksenleri) hareket ettirilmesine dayanır (Türel, 2015).

AFM' de elde edilen görüntüler tarayıcı uç ile örnek arasındaki van der Waals ve elektrostatik kuvvetler gibi kuvvetlerin çokluğunun toplamıdır. AFM'nin konvansiyonel tekniklere göre 3 boyutlu ölçüm yapması, vakum veya örneklere özel bir işlem (kaplama vb) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Ancak tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarıdır (Gadegaard, 2006).

## **2.12.Renk**

Işık, dalga boyu insan gözü tarafından algılanabilen sınırlar içinde olan bir radyant enerji formudur. Renk de bir obje tarafından emilen ya da ondan geriye yansıyan ışık dalgalarının görülebilir etkisidir. Renk kavramı retinaya çarpan ışık dalgalarının sayısı ve karakteri ile meydana gelen bir duyudur. Üzerlerine düşen ışığı yansıttıkları zaman cisimleri görür ve renklerini söyleriz. Eğer ışık yoksa renk de yoktur (Doğan ve Zaimoğlu, 2006; Keyf ve ark., 2009). Siyah bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını absorbe ederken beyaz bir cisim görünür ışığın tüm dalga boylarını yansıtır ( Keyf ve ark., 2009). Göze ulaşan görünür ışık spektrumu retinada bulunan üç çeşit renk reseptörünü uyarır ve bu uyarılar optik sinir aracılığıyla beyne iletilir (Johnston, 2009). İnsan gözü 400 (mor)-700 (koyu kırmızı) nm dalga boyları arasındaki ışığa duyarlıdır (Anusavice ve Brantley, 2003). Rengi etkileyen üç önemli faktör ışık kaynağı, nesne ve gözlemcidir. Bu faktörler değişkendir ve herhangi birisi değiştiğinde renk algısı da değişmektedir (Keyf ve ark., 2009).

Günümüzde pek çok renk ayırma ve belirleme sistemi mevcuttur. Rengi tanımlamak için kullanılan sistemlerden en çok Munsell ve CIE L\*a\*b\* renk sistemleri kullanılmaktadır.(Tung ve ark., 2002)

### **2.12.1.Munsell Renk Sistemi**

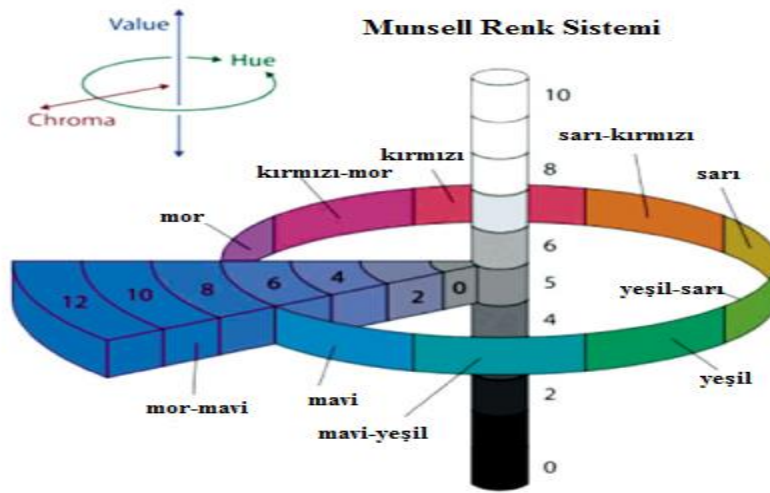
En çok kullanılan renk tanımlama sistemidir (Dayangaç, 2011; Sproull, 2001). Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindiriksel koordinatlar üzerinde gösterilmektedir (Şekil 2). Bu sistemdeki üç değişken hue, value ve kromadır (Keyf ve ark., 2009).

Hue (Ton) : Hue Munsell renk sistemindeki ilk boyuttur ve anlaşılması en kolay olanıdır (Sproull, 2001). Bir cismin ana rengidir. Retina üzerinde etkili olan ve spesifik bir dalga boyundaki ışık arafından yaratılan renktir (mavi, yeşil, kırmızı)(Rosenstiel ve ark., 2001). Munsell renk sisteminde hue 5 ana renge (mor, mavi,

yeşil, sarı, kırmızı) ve 5 ara renge (mor-mavi, mavi-yeşil, yeşil-sarı, sarı-kırmızı, kırmızı-mor) ayrılmıştır (Joiner, 2004).

**Kroma (Yoğunluk):** Kroma rengin saflığı ya da derinliğidir ve genellikle yoğunluk olarak tabir edilir (Brewer ve ark., 2004). Kroma bir renkteki Hue miktarıdır (Sproull, 2001). Yoğunluk ve parlaklık ters orantılıdır. Yoğunluk arttığı zaman parlaklık azalır (Fondriest, 2003). Kroma rengin griden ne kadar farklı olduğunun ölçümü olarak da düşünülebilir (Brewer ve ark., 2004). Dış Kroma değerleri 0 ile 18 arasında numaralandırılan skala üzerinde değişim gösterir ve 0 gri ya da akromatik, 18 ise yüksek oranda doymuş rengi ifade eder (Sakaguchi ve Powers, 2012 )

**Value (Parlaklık):** Parlaklık, bir cisimden geri dönen ışığın miktarıdır. Munsell parlaklığı siyah beyaz bir skala olarak tarif etmiştir. Bu skalada değerler saf siyah (0) ile saf beyaz (10) arasında değişir (Joiner, 2004). Daha fazla miktarda griye sahip renkler daha az parlaktır ve daha koyu görünürler ancak daha az miktarda griye sahip renkler daha parlaktırlar (Fondriest, 2003). Dış rengini belirlerken *value* en önemli renk parametresi olarak ifade edilmektedir (Kuehni, 2002).



Şekil 2. Munsell Renk Sistemi (kaynak: <https://www.rde.ac/ViewImage.php>)

### 2.12.2. CIE Renk Sistemi

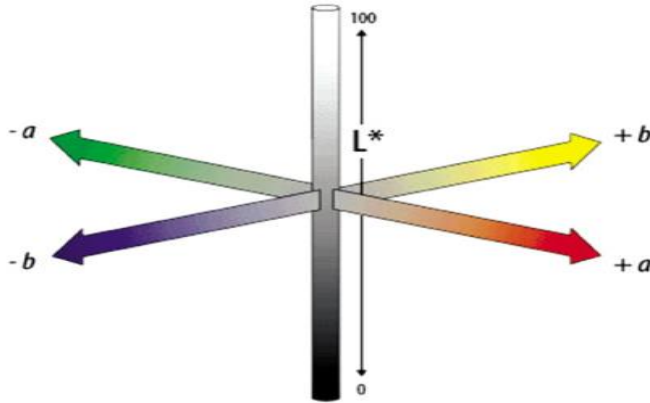
CIE -Commission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination) tarafından 1976 yılında tanımlanan CIE L\*a\*b\* renk sistemi rengin algılanması insan gözündeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) bağlıdır teorisine dayanmaktadır. CIE Lab renk uzayı eşit birimlere bölünmüş her renk farklılığı arasında eşit mesafeler bulunan düzenli bir uzayı temsil eder (Joiner, 2004). Bu renk

sisteminde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  eksenleri vardır (Şekil 3) ve bu üç eksenin kesişim yeri o rengin değerini verir ve bu sistem tek bir değerle renk değişimini tanımlayabilir (Kahramanoğlu ve Özkan, 2013).

$L^*$  : L eksenini rengin açıklık ve koyuluk koordinatlarını belirler. Bir cismin rengi açıldıkça L değeri artar, koyulaştıkça azalır. Saf beyazın L değeri 100, saf siyahın 0'dır. Munsell renk sistemindeki value değerine benzerdir (Brewer ve ark., 2004).

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

$b^*$  : b eksenini rengin; sarı (+) ile mavi (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değeri arttıkça renk sarıya azaldıkça, maviye yaklaşır (Tung ve ark., 2002; Joiner, 2004).  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Munsell renk sistemindeki hu ve cromayla birebir örtüşmez.(Brewer ve ark., 2004). Beyaz ve gri gibi nötr renklerde  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sıfıra yaklaşır ve renk yoğunlaştıkça bu değerler artar (Joiner, 2004).



Şekil 3.CIE Lab renk sistemi ( kaynak: <https://www.rde.ac/ViewImage.php>)

CIE Lab sisteminde  $\Delta E$  değeri iki cisim arasında ölçülen renk farkını sayısal olarak belirten bir değerdir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir: (Wozniak ve ark., 1993; Seghi ve ark., 1986; Sakaguchi ve Powers, 2012)

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

Bu formüldeki  $L_0^*$ ,  $a_0^*$  ve  $b_0^*$  yapılan ilk renk ölçüm değerlerini gösterirken  $L_1^*$ ,  $a_1^*$  ve  $b_1^*$  ise ikinci renk ölçüm değerlerini göstermektedir.  $\Delta E$  değerinin 0 olduğu durumlarda iki renk arasında fark olmadığı kabul edilmektedir. Renkle ilgili yapılmış çalışmalarda renk değişiminin klinik olarak kabul edilebilir olması için farklı eşik

değerler ortaya atılmıştır (Johnston ve Kao, 1989; Schulze ve ark., 2003; Zhang ve ark., 2000) .

### **2.12.3.Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri**

Renk uyumu estetik restoratif materyallerin en önemli karakteristiklerinden biridir (Samra ve ark., 2008; Paravina ve ark., 2015). Estetik restoratif materyallerin gelişimiyle birlikte restore edilecek dişlerle doğal dişlerin arasında renk uyumu olması önem kazanmıştır (Sim ve ark., 2001). Doğal dişlerle kabul edilemez bir renk farklılığının oluşması restorasyonların yenilenmesinde ana sebeplerden biridir (Kroeze ve ark., 1990). Diş hekimliğinde renk ölçümü görsel yöntemle ya da spektrofotometre, kalorimetre ve dijital kamera gibi cihazların ya da bu cihazların kombinasyonlarının kullanıldığı enstrümantal yöntemlerle yapılmaktadır (Kim-putaseri ve ark., 2007; Paravina ve ark., 2006).

Renk ölçümünde renk ölçüm cihazlarının kullanımı sayılabilir, hızlı ve objektif sonuçlar verdiği için görsel yöntemle kıyasla daha avantajlı kabul edilmektedir (Bayındır ve Wee., 2006; Güler ve ark., 2005; Ishikawa-Nagai ve ark., 2009).

#### **2.12.3.1.Görsel Renk Ölçümü**

Görsel renk ölçümü bir nesnenin rengini renk standartları ile karşılaştırarak yapılır ve diş hekimliğinde bu işlem için renk skalaları kullanılır. Bu yöntem günümüzde halen en sık kullanılan yöntemdir (Keyf ve ark., 2009; Da Silva ve ark., 2008; Paravina ve ark., 2015).

Ancak görsel renk ölçümü subjektif bir yöntemdir (Culpepper,1970)ve bu yöntemde hataya sebep olabilecek bir takım faktörler vardır. Bu faktörler;

- Ortam koşulları ; ortamın aydınlatma şekli, ölçüm yapılacağı sırada ağız ortamının kuru ya da ıslak olması
- Renk skalalarındaki mevcut renklerin yetersiz olması ve kıyaslama yapılacak skalaların güvenilirliği
- Renk ölçümünü yapacak kişiye bağlı etmenler; Kişinin görme bozuklukları, psikososyal durumu, yaş, renk ayırt etme kusurları, diş hekimleri arasında ve aynı bireyde günün farklı saatlerinde yapılan ölçümlerde tutarsızlıklar olması olarak ifade edilebilir (Wee ve ark., 2002; Keyf ve ark., 2009).

### **2.12.3.2.Spektrofotometre**

Spektrofotometreler rengin geçirgenliğini, yansımısını ve soğurulmasını ölçen ve önceden belirlenmiş renk kodlarıyla ölçüm yapan cihazlardır (Wee ve ark., 2002; Keyf ve ark., 2009). Bir spektrofotometre optik radyasyon kaynağı, ışığı dağıtıcı bir ünite, ölçüm için optik bir sistem, bir dedektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilecek bir uyarıya dönüştürebilen bir üniteden oluşmaktadır (Chu ve ark., 2010). Spektrofotometrenin içinde bulunan bir prizma bir tungsten-flaman ampulden gelen beyaz ışığı 10 -20 nm dalgaboyu genişliğindeki bir spektruma dönüştürür. Rengi ölçülecek cisimden yansıyan ışığın miktarı görünür spektrumdaki her dalgaboyu için ölçülür. Yüze rengini ölçmek için kullanışlı cihazlardır (Kim-Putaseri ve ark., 2007).

Uygun kalibre edilen spektrofotometrelerle yapılan ölçümler doğru sonuç vermektedir (Chu ve ark., 2010). Spektrofotometrelerin görsel renk ölçüm yöntemine göre daha doğru sonuçlar verdiğini gösteren pek çok çalışma mevcuttur.(Judeh ve ark., 2009; Bahannan, 2014; Paul ve ark., 2002; Da Silva ve ark., 2008) Spektrofotometreler kalorimetrelere kıyasla daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptirler ve farklı ışık kaynaklarının farklı renk algılarına yol açması fenomeni olan metamerizmden etkilenmezler (Kim-putaseri ve ark., 2007; Heymann, 2011).

### **2.12.3.3.Kolorimetre**

Kolorimetreler tristimulus değerlerini ölçer ve ışığı görünür ışığın kırmızı,yeşil ve mavi alanları içinde filtreler (Chu ve ark., 2010). İçerisinde insan gözündeki kon tipi hücrelere benzer olarak üç farklı sensör bulunmaktadır. Dedektör içinde yer alan bu sensörler, CIE sistemine yakın sonuç vermek için yerleştirilmiştir (Turgut ve Bağış, 2011).

Kolorimetreler rengi ölçülecek cisme ulaşacak ışık miktarını kontrol etmek için fotodiode filtreler kullanırlar. Ardından cisimden yansıyan ışığı bir dedektör yardımıyla ölçerler (Kim-putaseri ve ark., 2007). Ancak filtrelerinin ömrü kısadır ve ölçümlerinin tekrarlanabilirlik özelliği zamanla kaybolmaktadır (Chu ve ark., 2010; Joiner 2004). Kolorimetreler spektrofotometrelere kıyasla daha ucuzdur ve kullanımları daha kolaydır (Kim-Putaseri ve ark., 2007). Kolorimetrelerin düz yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmış olmaları dışların yüzeyinin çoğunlukla düz olmaması sebebiyle bir dezavantajdır. Dar açıklığa sahip olan kolorimetrelerde rengi ölçülen cisimden ışığın tam olarak dönmemesi sebebiyle edge-loss denilen sorun yaşanmaktadır (Tung ve



ark., 2002). Transludent materyallerin renklerinin belirlenmesinde ışığın kırılarak dağılmasından dolayı problem yaşanmaktadır (Seghi ve ark., 1986).

#### **2.12.3.4.Dijital Kameralar**

Kullanımları giderek artan dijital kameraların en büyük avantajı tek bir noktanın değil tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir. Klinikte çekilen fotoğraf görüntüsünün, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesine dayanan bir yöntemdir. Kameranın bağlı olduğu bilgisayar elde edilen değerleri CIE Lab cinsinden ifade etmektedir (Turgut ve Bağış., 2011, Wee ve ark., 2006).



### 3.MATERYAL VE METOT

Bu *in vitro* çalışmada farklı bitirme ve cila tekniklerinin 5 farklı tipte restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimine etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerin hazırlanması, örneklere farklı bitirme ve cila tekniklerinin uygulanması , örneklerin renk değişim miktarlarının ölçümü işlemleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında, yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemleri ise Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait verilerin istatistiksel analizi Ondokuz Mayıs Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılmak üzere seçilen restoratif materyaller cam karbomer, cam hibrit , rezin modifiye cam iyonomer siman, kompomer ve mikrohibrit kompozit rezin restoratif materyalleridir ve tümü A2 renkte seçilmiştir (Şekil 4) . Bu materyallerden hazırlanan örneklere bitirme ve cila uygulamak amacıyla seçilen bitirme ve cila sistemleri ise tek aşamalı bitirme ve cila sistemi ve çok aşamalı bitirme ve cila sistemidir. Kullanılan restoratif materyaller Tablo 2'de, bitirme ve cila sistemleri ise Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.**Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ve yüzey örtücüleri

Restoratif Materyal	Türü	Üretici Firma	Üretim No	Bileşimi
GCP Glass Fill	Cam Karbomer	GCP Dental, Riedderkerk,Hollanda	7605679	Fluoroalüminosilikat cam >90% ,Apatit < 6% ,Poliasit < 4%
Equia Forte	Cam Hibrid	GC Dental, Tokyo, Japonya	1608171	Fluoroalüminosilikat cam
Fuji II LC	Rezin Modifiye Cam İyonomer	GC Dental , Tokyo, Japonya	1601271	Poliakrilikasit, HEMA, UDMA, TEGDMA, Fluoroalüminosilikat cam
Dyract XP	Kompomer	Dentsply,DeTrey, Konstanz,Almanya	161100045	Sr,Al,N,Fluorosilikatcam, Stronsiyum florid, Bis-GMA,UDMA,TEGDMA, TCB (karboksilik asitten modifiye dimetakrilat), TMPTMA(trimetilolpran trimetakrilat),Dimetilano benzoik asit etil ester, Kamforokinon
Filtek Z250	Mikrohibrit Kompozit Resin	3M /ESPE, Mn, ABD	N793935	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Zirkonya ve Silika Doldurucular(0,01-3,5µm)
GCP Gloss	Cam Karbomer için Yüzey Örtücüsü	GCP Dental, Riedderkerk,Hollanda	1511140	Modifiye Polisiloksan
Equia Forte Coat	Cam Hibrid için Nano dolduruculu Yüzey Örtücüsü	Gc Dental,Tokyo, Japonya	1608051	Metil metakrilat, Kolloidal silika,Kamforokinon, Uretan metakrilat, fosforik ester monomeri





e.

**Şekil 4.** Çalışmada kullanılan restoratif materyaller ; **a.** GCP Glass Fill cam karbomer, **b.** Equia Forte cam hibrid, **c.** Fuji II LC rezin modifiye cam iyonomer siman, **d.** Dyract XP kompomere, **e.** Filtek Z250 mikrohibrit kompozit rezin

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan bitirme ve cila sistemleri

Bitirme ve Cila Materyali	Materyal Özellikleri	Üretici Firma	Üretim No	Şekil	Aşama Sayısı
Sof-Lex Cila Diskleri	Alüminyumoksit kaplı diskler (kaba, orta, ince, süper ince)	3M/ESPE, Mn, ABD	N764379	Disk şeklinde	Çok Aşamalı
OneGloss Polısaj Lastiği	Polivinil siloksan içerisinde abraziv aşındırıcı ( $Al_2O_3$ ) ve silikon oksit ( $SiO_2$ )	Shofu Inc., Kyoto, Japonya	1112318	Disk şeklinde	Tek Aşamalı

### 3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda kullanılacak restoratif materyallerden örnek hazırlanması amacıyla 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında teflon kalıplar kullanılmıştır. Her bir restoratif materyalden 30'ar adet olmak üzere toplam 150 adet disk şeklinde örnek hazırlanmıştır. Örneklerin hazırlanması sırasında üzerinde şeffaf bant bulunan bir lam camının üzerine konulan teflon kalıpların içine restoratif materyaller hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra kalıbın üzerine tekrar şeffaf bant ve lam camı konulup hafifçe bastırılarak fazla materyalin uzaklaşması sağlandı.

Restoratif materyaller üretici firmaların önerileri doğrultusunda hazırlanmış ve sertleştirilmiştir. Kapsül formunda bulunan restoratif materyaller bir karıştırıcıda karıştırılmış ve tabanca ile kalıplara uygulanmıştır.



GCP Glass Fill (GCP Dental,Riedderkerk,Hollanda) restoratif materyali her bir kapsül 15 sn bir karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra taşıyıcı tabanca ile kalıplara uygulanmış ve ardından üretici firmanın önerisi doğrultusunda GCP Gloss (GCP Dental,Riedderkerk,Hollanda) yüzey örtücüsü uygulanmıştır. Ardından yine üretici firmanın önerisi doğrultusunda GCP CarboLED (GCP Dental,Riedderkerk,Hollanda) ışık cihazı ile 90 sn. boyunca ısı ve ışık uygulanmıştır. Kullanılan GCP CarboLED ışık cihazı Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.Kullanılan GCP CarboLED ışık cihazı

Equia Forte (GC Dental,Tokyo,Japonya) restoratif materyali her bir kapsül 10 sn bir karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra taşıyıcı tabanca ile kalıplara uygulanmış ve sertleşmenin tamamlanması için oda sıcaklığında 5 dakika beklenmiştir. Sertleşmenin tamamlanmasının ardından üretici firmanın önerisi doğrultusunda Equia Forte Coat yüzey örtücüsü örneklerin yüzeyine uygulanmış ve daha sonra yüzey örtücüsü 20 sn. boyunca bir LED ışık cihazı olan Elipar S10 (3M/ESPE,Mn,ABD) ile polimerize edilmiştir. Kullanılan LED ışık cihazı Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Kullanılan Light-Emitting-Diode (LED) ışık cihazı

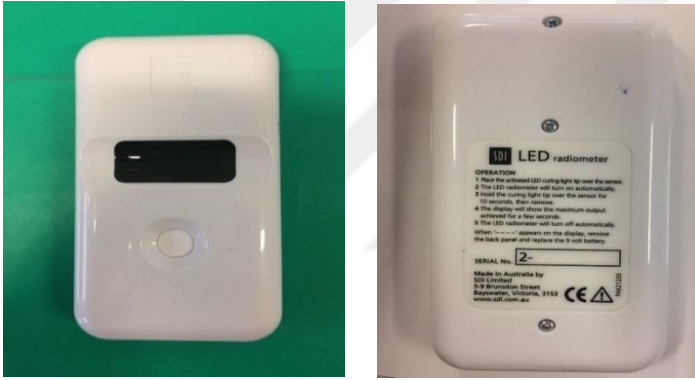
Fuji II LC GC (Dental,Tokyo,Japonya) restoratif materyali her bir kapsül 10 sn bir karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra taşıyıcı tabanca ile kalıplara uygulanmış ve

polimerizasyon için 20 sn bir LED ışık cihazı olan Elipar S10 (3M/ESPE,Mn,ABD) ile polimerize edilmiştir.

Dyract XP (Dentsply,DeTrey,Konstanz,Almanya) restoratif materyali kendi özel tabancası ile kalıplara uygulanmış ve polimerizasyon için 20 sn bir LED ışık cihazı olan Elipar S10 (3M/ESPE,Mn,ABD) ile polimerize edilmiştir.

Filtek Z250 (3M/ESPE,Mn,ABD) restoratif materyali bir ağız spatülü yardımıyla kalıplara uygulanmış ve polimerizasyon için 20 sn bir LED ışık cihazı olan Elipar S10 (3M/ESPE,Mn,ABD) ile polimerize edilmiştir.

Bu işlemler sırasında ışık cihazının ucunun örneklerin merkezine ve dik olacak şekilde yerleştirilmesine ve lam camına temas etmesine dikkat edilmiştir. Işık cihazının gücü her örneğin polimerizasyonundan önce bir radyometre (Hilux, Benlioglu Dental AŞ, Ankara, Türkiye) ile kontrol edilmiştir.(Şekil 7)

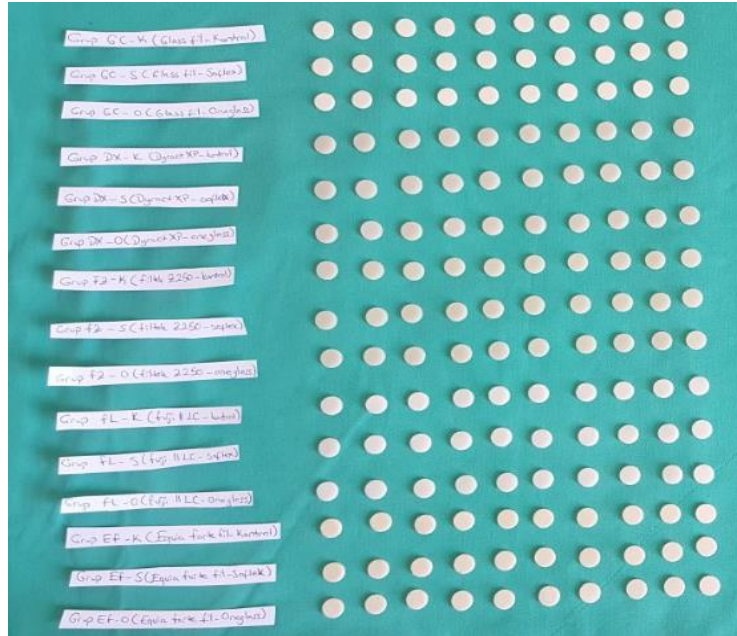


Şekil 7.Radyometre cihazı

Daha sonra örnekler kalıplardan çıkarılmış ve hazırlanan 150 adet örnek yapılacak bitirme ve cila işlemlerine göre her bir restoratif materyal grubundan rastgele seçim yapılarak her grupta 10 adet olacak şekilde 15 adet alt gruba ayrılmıştır. Oluşturulan gruplar ve açıklamaları Tablo 4’de, hazırlanan 150 adet örnek Şekil 8’de gösterilmektedir.

**Tablo 4.**Çalışmada oluşturulan restoratif materyal/ bitirme ve cila uygulaması alt grupları ve açıklamaları

Restoratif Materyal/Bitirme ve Cila	Kontrol (K)	Sof-Lex (S)	OneGloss (O)
GCP Glass Fill (GC)	Grup GC-K	Grup GC-S	Grup GC-O
Equia Forte (EF)	Grup EF-K	Grup EF-S	Grup EF-O
Fuji II LC (FL)	Grup FL-K	Grup FL-S	Grup FL-O
Dyract XP (DX)	Grup DX-K	Grup DX-S	Grup DX-O
Filtek Z250 (FZ)	Grup FZ-K	Grup FZ-S	Grup FZ-O



**Şekil 8.**Çalışmada hazırlanan örneklerin tümü

### 3.2.Bitirme ve Cila İşlemleri

Kontrol grubu dışında kalan örnekler standart yüzey oluşturmak amacıyla 1000 grit silikon karbit zımpara kağıdı ile akan su altında 10 sn zımparalanmıştır. Kontrol grubundaki örnekler herhangi bir bitirme ve cila işlemi uygulanmamış bu örnekler şeffaf bant altında bitirilmiştir. Ardından tüm örnekler 1 dk. boyunca distile su ile yıkanıp 24 saat 37°C’de distile suda etüvde bekletilmiştir.(Şekil 9)





**Şekil 9.**Örneklerin bekletildiği etiv cihazı

Sof-Lex grubundaki örnekler için sırasıyla kaba, orta, ince ve süper ince grenli diskler kullanılmıştır. Her bir örnek için yeni disk kullanılmıştır. Kaba ve orta diskler kullanılırken mikromotorla 10.000 rpm hızda 10 sn., ince ve süper ince diskler kullanılırken 30.000 rpm hızda 20 sn. işlem yapılmıştır. Bu işlemler kuru ortamda yapılmıştır. Cila işlemleri bittikten sonra örnekler yıkanıp kurutulmuştur.(Şekil 10)



**Şekil 10.**Sof-Lex çok aşamalı polisaj diskleri

OneGloss grubundaki örnekler için yine kuru ortamda mikromotorla 10.000 rpm hızda 30 sn. süreyle işlem yapılmıştır. Her bir örnek için yeni bir polisaj lastiği kullanılmıştır. Ardından örnekler yıkanıp kurutulmuştur.(Şekil 11)



**Şekil 11.**OneGloss tek aşamalı polisaj lastiği

### 3.3.Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemleri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan Profilometre cihazı (Perthometer M2, Mahr, Almanya) ile gerçekleştirilmiştir.(Şekil 12)



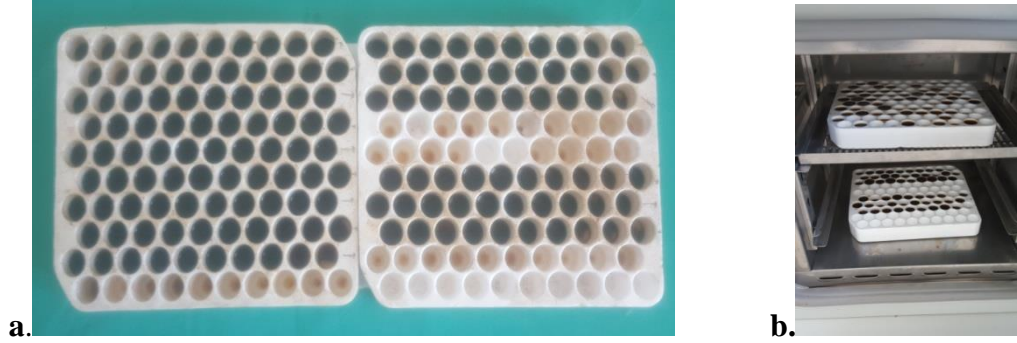
Şekil 12.Örneklerin yüzey pürüzlülüklerini ölçmek için kullanılan profilometre cihazı

Ölçümlerden önce Profilometre cihazı kalibre edilmiştir. Örnekler cihazın okuyucu ucuna dik olacak şekilde tablaya yerleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü, cihazın 0.25 mm “cut off” değeri ve 5.5 mm izlem yolu olan uç ile örnek üzerine farklı bölgelere 3 kez uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. Her örnek için bu 3 ölçümün ortalaması alınarak “R<sub>a</sub>“ ile ifade edilen ‘ortalama pürüzlülük değeri’ elde edilmiştir.

### 3.4.Renk Değişimi Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü işlemlerinin ardından örneklerin başlangıç renk ölçümleri yapılmıştır. Renk ölçümü için bir spektrofotometre (SpectroShade, MHT Optic Research, Niederhasli, Switzerland) kullanılmıştır. Başlangıç renk ölçümleri yapılan örneklerin her biri numaralandırılmıştır. Ardından örneklerin renklendirilmesi için kahve solüsyonu hazırlanmıştır. Kahve solüsyonu 3,6 gr kahve (Nescafe Classic, Nestle, Hindistan), 300 ml kaynamış distile su içerisine eklenip karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan solüsyon 10 dakika bekletildikten sonra filtre kağıdından geçirilmiştir. Daha sonra örnekler önceden örnek numaralarına göre hazırlanmış kalıplara sıraları değiştirilmeden yerleştirilmiş ve üzerlerine kahve solüsyonları ilave edilmiştir. Ardından bu kalıplar 48 saat boyunca 37°C etüvde (EN025, Nüve, Türkiye)

bekletilmiştir. 48 saatin sonunda etüvden çıkarılan örnekler distile su ile yıkayıp kurulama kağıdı ile kurutulmuşlardır.(Şekil 13)



**Şekil 13.a.** Örneklerin kahve solüsyonuna konması , **b.** Kahve solüsyonuna konulan örneklerin etüvde bekletilmesi

Daha sonra örneklerin ikinci renk ölçümleri yine SpectroShade kullanılarak tekrarlanmıştır. Ölçümler sırasında her 10 örnekte cihaz kalibre edilmiştir. Cihazın kalibrasyonu üretici firmanın önerisi doğrultusunda cihaz setinin içinde bulunan beyaz ve yeşil renkteki levhalarda sırasıyla ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin renk ölçümleri sırasında standardizasyonu sağlamak amacıyla ölçümler örneklerin tüm yüzeyi ölçülecek şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler kullanılan spektrofotometrenin kendi tasarımı sayesinde oluşan karanlık ortamda yapılmıştır. Örneklerin renk ölçümlerinde kullanılan Spectroshade cihazı Şekil 14’de gösterilmiştir.



**Şekil 14.**Örneklerin renk ölçümlerinde kullanılan spektrofotometre cihazı

Her örneğin başlangıç ve kahve solüsyonu sonrası renk ölçümleri 3’er kez yapılarak her bir ölçüm için  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kaydedilmiştir. Başlangıç renk

ölçüm değerlerinin ortalamaları  $L_0^*$ ,  $a_0^*$  ve  $b_0^*$  olarak ikinci renk ölçüm değerlerinin ortalamaları ise  $L_1^*$ ,  $a_1^*$  ve  $b_1^*$  olarak kaydedilmiştir. Elde edilen iki ölçüm arasındaki  $\Delta E$  değerlerini hesaplamak için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

$$\Delta E^* = [(L_1^* - L_0^*)^2 + (a_1^* - a_0^*)^2 + (b_1^* - b_0^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Sakaguchi ve Powers, 2012})$$

### **3.5. İstatistiksel Analiz**

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk ile incelendi. Ortalama renk ve pürüzlülük karşılaştırması için çift yönlü varyans analizi kullanıldı. Çoklu karşılaştırma testlerinden Tamhane testi kullanıldı. Renk ile pürüzlülük arasındaki ilişki Pearson korelasyon analizi ile incelendi. Sonuçlar aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alındı.

## 4.BULGULAR

### 4.1.Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü sonucunda elde edilen Ra değerleri çift yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş ve bu analizin sonucunda yüzey pürüzlülüğü üzerine restoratif materyallerin ve bitirme ve cila işlemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte etkili olduğu görülmüştür ( $p < 0.001$ ). (Tablo 5)

**Tablo 5.**Yüzey pürüzlülüğü karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları

	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Serbestlik Derecesi</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Restoratif Materyal</b>	25,39	4	6,35	47,30	<0,001
<b>Bitirme ve Cila Tekniği</b>	8,35	2	4,17	31,09	<0,001
<b>Restoratif Materyal- Bitirme ve Cila Tekniği</b>	13,46	8	1,68	12,53	<0,001

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine ana etkilerine ilişkin ortalama değerler incelendiğinde ortalama değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Filtek Z250 (0,24) < Dyract XP (0,27) < Fuji II LC (0,77) < GCP Glass Fill (1,14) < Equia Forte (1,21) gruplarında görülmüştür. GCP Glass Fill ve Equia Forte grubunun ortalama pürüzlülük değerleri arasında ve Dyract XP ve Filtek Z250 gruplarının ortalama pürüzlülük değerleri arasında fark yoktur ( $p > 0,05$ ) Fuji II LC grubunda ise ortalama pürüzlülük değeri diğer gruplardan farklı elde edilmiştir ( $p < 0,001$ ).

Bitirme ve cila tekniklerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine ana etkilerine ilişkin ortalama değerler incelendiğinde ortalama değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Kontrol (0,56) < Sof-Lex (0,56) < OneGloss (1,06) gruplarında görülmüştür. Kontrol ve Sof-Lex grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamazken ( $p > 0,05$ ) OneGloss grubunun ortalama değeri anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).

Restoratif materyal ve uygulanan bitirme ve cila tekniği etkileşimi ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir ( $p < 0,001$ ). En düşük ortalama pürüzlülük değeri Dyract XP restoratif materyaline Kontrol (0,05) uygulanan grubunda en yüksek pürüzlülük değeri ise Equia Forte materyaline OneGloss (1,90)

uygulanan grubunda elde edilmiştir. Tablo 6’da bitirme ve cila sistemlerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerine ilişkin istatistiksel değerler gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Bitirme ve cila sistemlerinin restoratif materyallere uygulanması sonucu elde edilen ortalama Ra ve standart sapma değerleri ( $p < 0,05$ )

Restoratif Materyal / Uygulama	Kontrol	Sof-Lex	OneGloss	Genel Ortalama
GCP Glass Fill	1,58 ± 0,27 <sup>fg</sup>	0,48 ± 0,26 <sup>abcd</sup>	1,36 ± 0,65 <sup>efg</sup>	1,14 ± 0,64 <sup>C</sup>
Dyract XP	0,05 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,32 ± 0,28 <sup>ab</sup>	0,44 ± 0,27 <sup>abcd</sup>	0,27 ± 0,28 <sup>A</sup>
Filtek Z250	0,13 ± 0,28 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,38 ± 0,08 <sup>abc</sup>	0,24 ± 0,20 <sup>A</sup>
Fuji II LC	0,12 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,51 <sup>de</sup>	1,22 ± 0,50 <sup>ef</sup>	0,77 ± 0,62 <sup>B</sup>
Equia Forte	0,90 ± 0,39 <sup>cde</sup>	0,83 ± 0,27 <sup>bcd</sup>	1,90 ± 0,68 <sup>g</sup>	1,21 ± 0,68 <sup>C</sup>
Genel Ortalama	0,56 ± 0,65 <sup>A</sup>	0,56 ± 0,42 <sup>A</sup>	1,06 ± 0,75 <sup>B</sup>	

Farklı harfler ile gösterilen gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır. ( $p < 0,05$ )

#### 4.1.1. Restoratif Materyallerin Değerlendirilmesi

GCP Glass Fill restoratif materyalinin yüzey pürüzlülüğü sonuçları uygulanan bitirme ve cila teknikleri açısından değerlendirildiğinde en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri Sof-Lex (0,48) grubunda görülmüştür ve bu değer Kontrol (1,58) ve OneGloss (1,36) gruplarından anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p < 0,001$ ). Kontrol ve OneGloss grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Dyract XP restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında yüzey pürüzlülüğü değerleri en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde Kontrol (0,05) < Sof-Lex (0,32) < OneGloss (0,44) gruplarında görülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Filtek Z250 restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında yüzey pürüzlülüğü değerleri en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde Kontrol (0,13) < Sof-Lex (0,22) < OneGloss (0,38) gruplarında görülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Fuji II LC restoratif materyalinde en düşük yüzey pürüzlülüğü değerinin Kontrol (0,12) grubunda olduğu ve bu değer Sof-Lex (0,97) ve OneGloss (1,22) gruplarından anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür ( $p < 0,001$ ). Sof-Lex ve OneGloss grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Equia Forte restoratif materyaline ait yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına bakıldığında en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri Sof-Lex(0,83) grubunda görülmüş ikinci en düşük değer Kontrol (0,90) grubunda görülmüş ancak Sof-Lex ve Kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise OneGloss (1,90) grubunda görülmüştür ve diğer iki gruptan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

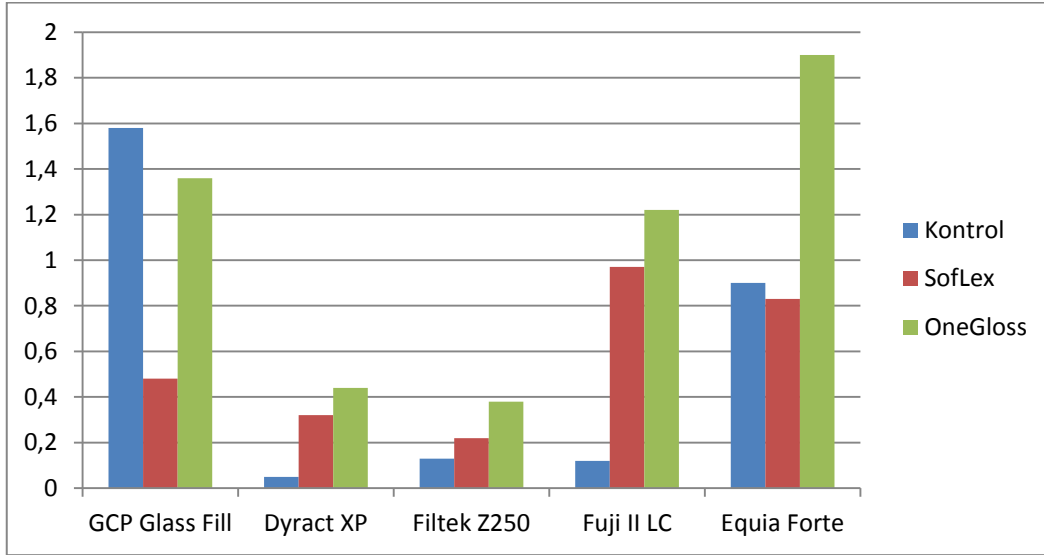
#### **4.1.2.Bitirme ve Cila Tekniklerinin Değerlendirilmesi**

Kontrol gruplarında elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Dyract XP (0,05) < Fuji II LC (0,012)< Filtek Z250 (0,013)< Equia Forte (0,90)< GCP GlassFil (1,58) gruplarında görülmüştür. Dyract XP, Fuji II LC ve Filtek Z250 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri ise diğer tüm restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede yüksek olacak şekilde GCP Glass Fill grubunda görülmüştür ( $p<0,001$ ). İkinci en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini gösteren Equia Forte grubunun değeri de en düşük değerleri gösteren Dyract XP, Fuji II LC ve Filtek Z250 gruplarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Sof-Lex gruplarında elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Filtek Z250 (0,22) < Dyract XP (0,32)< GCP Glass Fill (0,48)< Equia Forte (0,83)< Fuji II LC (0,97) gruplarında görülmüştür. Filtek Z250, Dyract XP ve GCP Glass Fill grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Fuji II LC grubunda elde edilen yüzey pürüzlülüğü değeri ise Sof-Lex grubunda elde edilen en yüksek değerdir ve Equia Forte grubu hariç ( $p>0,05$ ) diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede yüksektir ( $p<0,001$ ). Equia Forte grubu ise Filtek Z250 grubundan anlamlı derecede yüksek bir değer göstermiştir ancak diğer gruplarla arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

OneGloss gruplarında elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Filtek Z250 (0,38) < Dyract XP (0,44)< Fuji II LC (1,22)< GCP Glass Fill (1,36)< Equia Forte (1,90) gruplarında görülmüştür. Filtek Z250 ve Dyract XP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Aynı şekilde Fuji II LC ve GCP Glass Fill

grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Equia Forte grubunda elde edilen değer ise GCP Glass Fill grubu hariç diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ).



Şekil 15. Restoratif materyal ve cila tekniklerine göre yüzey pürüzlülüğü değerlerinin grafiği

#### 4.2. Renk Değişimi

Renk değişimi ölçümü sonucunda elde edilen  $\Delta E$  değerleri çift yönlü varyans analizi testi ile değerlendirilmiş ve bu testlerin sonucunda renk değişimi üzerine restoratif materyallerin ve bitirme ve cila işlemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte etkili olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ). (Tablo 7)

Tablo 7. Renk değişimi karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Restoratif Materyal	313,6	4	78,4	176,7	<0,001
Bitirme ve Cila Tekniği	29,9	2	14,9	33,6	<0,001
Restoratif Materyal- Bitirme ve Cila Tekniği	111,9	8	13,9	31,6	<0,001

Restoratif materyallerin renk değişimi üzerine ana etkilerine ilişkin ortalama değerler incelendiğinde ortalama değerler en düşüğe doğru olacak şekilde



GCP Glass Fill (1,41)<Filtek Z250 (3,78)< Dyract XP (4,02)<Equia Forte (5,31) <Fuji II LC (5,41) gruplarında görülmüştür. GCP Glass Fill grubunun ortalama değeri diğer tüm gruplardan anlamlı derecede daha düşük olarak elde edilmiştir(p<0,001). Dyract XP ve Filtek Z250 grubunun ortalama değerleri arasında ise farklılık yoktur(p>0,05). Benzer şekilde Fuji II LC ve Equia Forte gruplarının ortalamaları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (p>0,05) ve bu grupların ortalama değerleri diğer gruplardan anlamlı derecede daha yüksek elde edilmiştir (p<0,001).

Bitirme ve cila tekniklerinin renk değişimi üzerine ana etkilerine ilişkin ortalama değerler incelendiğinde ortalama değerler en düşüğe doğru olacak şekilde Sof-Lex (3,51)< Kontrol (3,86)< OneGloss (4,59) gruplarında görülmüş ve tüm grupların ortalama değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (p<0,001).

Restoratif materyal ve uygulanan bitirme ve cila tekniği etkileşimi ortalama renk değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir (p<0,001). En düşük ortalama değer GCP Glass Fill restoratif materyaline Sof-Lex (0,88) bitirme ve cila tekniği uygulanması ile elde edilirken en yüksek ortalama değer ise Equia Forte restoratif materyaline OneGloss (8,16)bitirme ve cila tekniğinin uygulanması ile elde edilmiştir. Tablo 8’de bitirme ve cila sistemlerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerine ilişkin istatistiksel değerler gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Bitirme ve cila sistemlerinin restoratif materyallere uygulanması sonucu elde edilen ortalama  $\Delta E$  ve standart sapma değerleri (p<0,05)

Restoratif Materyal / Uygulama	Kontrol	Sof-Lex	OneGloss	Genel Ortalama
GCP Glass Fill	1,21 ± 0,84 <sup>ab</sup>	0,88 ± 0,23 <sup>a</sup>	2,15 ± 1,12 <sup>b</sup>	1,41 ± 0,96 <sup>A</sup>
Dyract XP	4,53 ± 0,49 <sup>cde</sup>	4,00 ± 0,65 <sup>c</sup>	3,53 ± 0,47 <sup>c</sup>	4,02 ± 0,67 <sup>B</sup>
Filtek Z250	3,61 ± 0,27 <sup>c</sup>	4,08 ± 0,49 <sup>cd</sup>	3,65 ± 0,46 <sup>c</sup>	3,78 ± 0,46 <sup>B</sup>
Fuji II LC	5,73 ± 0,22 <sup>f</sup>	5,08 ± 0,31 <sup>def</sup>	5,44 ± 0,89 <sup>ef</sup>	5,41 ± 0,61 <sup>C</sup>
Equia Forte	4,23 ± 0,65 <sup>cd</sup>	3,54 ± 0,6 <sup>c</sup>	8,16 ± 1,22 <sup>g</sup>	5,31 ± 2,24 <sup>C</sup>
Genel Ortalama	3,86 ± 1,6 <sup>B</sup>	3,51 ± 1,5 <sup>A</sup>	4,59 ± 2,26 <sup>C</sup>	
Farklı harfler ile gösterilen gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır. (p<0,05)				

#### 4.2.1.Restoratif Materyallerin Değerlendirilmesi

GCP Glass Fill restoratif materyalinin renk değişimi miktarını gösteren  $\Delta E$  değerleri uygulanan bitirme ve cila teknikleri açısından değerlendirildiğinde en düşük  $\Delta E$  değeri Sof-Lex(0,88) grubunda ve en yüksek  $\Delta E$  değeri OneGloss (2,15) grubunda görülmüş ve bu iki değer istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Kontrol(1,21) grubunda elde edilen  $\Delta E$  değeri ile Sof-Lex ve OneGloss gruplarında elde edilen değerler arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

Dyract XP restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında  $\Delta E$  değerleri en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde OneGloss (3,53) < Sof-Lex (4,00) < Kontrol (4,53) gruplarında görülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ).

Filtek Z250 restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında  $\Delta E$  değerleri en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde Kontrol (3,61) < Sof-Lex (3,65) < OneGloss (4,08) gruplarında görülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır( $p>0,05$ ).

Fuji II LC restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında  $\Delta E$  değerleri en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde Sof-Lex (5,08) < OneGloss (5,44) < Kontrol (5,73) gruplarında görülmüş ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamamıştır ( $p>0,05$ ).

Equia Forte restoratif materyalinin sonuçlarına bakıldığında OneGloss grubunda elde edilen  $\Delta E$  değeri Kontrol ve Sof-Lex gruplarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ).En düşük  $\Delta E$  değeri ise Sof-Lex grubunda bulunmuş ancak Sof-Lex ve Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

#### 4.2.2.Bitirme ve Cila Tekniklerinin Değerlendirilmesi

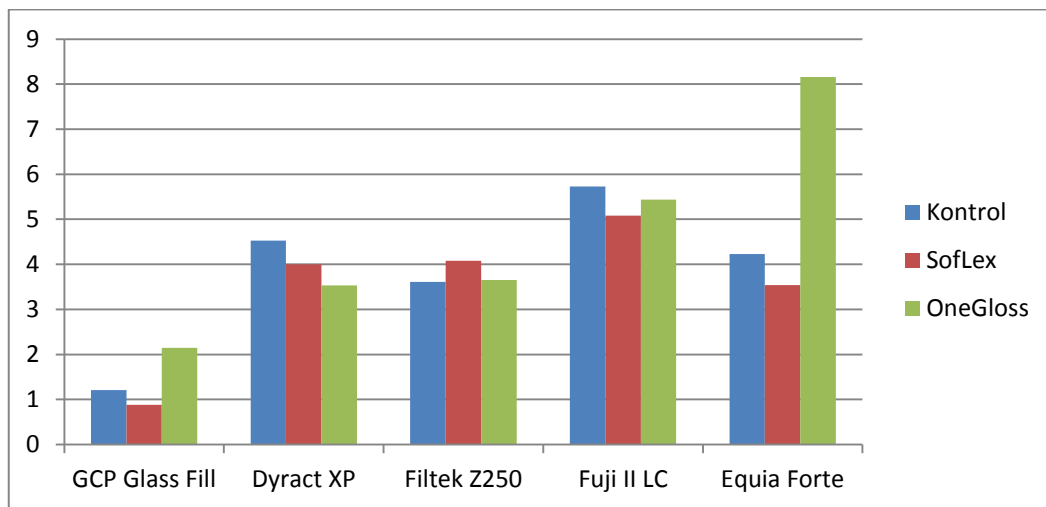
Kontrol gruplarında elde edilen  $\Delta E$  değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde GCP GlassFill (1,21) < Filtek Z250 (3,61) < EquiaForte (4,23) < Dyract XP (4,53) < Fuji II LC (5,73) gruplarında görülmüştür. GCP Glass Fill grubunda görülen  $\Delta E$  değeri diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha düşüktür ( $p<0,001$ ).Fuji II LC grubunda görülen  $\Delta E$  değeri de diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha yüksektir

( $p < 0,001$ ). Filtek Z250, EquiaForte ve Dyract XP gruplarından elde edilen  $\Delta E$  değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

Sof-Lex gruplarında elde edilen  $\Delta E$  değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde GCP GlassFill (0,88) < EquiaForte (3,54) < Dyract XP (4,00) < Filtek Z250 (4,08) < Fuji II LC(5,08) gruplarında görülmüştür. GCP Glass Fill grubunda görülen  $\Delta E$  değeri diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha düşüktür ( $p < 0,001$ ).

Fuji II LC grubunda görülen  $\Delta E$  değeri de diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha yüksektir ( $p < 0,001$ ). Equia Forte , Dyract XP ve Filtek Z250 gruplarından elde edilen  $\Delta E$  değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

OneGloss gruplarında elde edilen  $\Delta E$  değerleri incelendiğinde elde edilen değerler en düşükten en yükseğe doğru olacak şekilde GCP GlassFill (2,15) < Dyract XP (3,53) < Filtek Z250 (3,65) < Fuji II LC (5,44) < Equia Forte (8,16) gruplarında görülmüştür. GCP Glass Fill grubunda görülen  $\Delta E$  değeri diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha düşüktür ( $p < 0,001$ ). Equia Forte grubunda görülen  $\Delta E$  değeri diğer restoratif materyal gruplarından anlamlı derecede daha yüksektir ( $p < 0,001$ ). İkinci en yüksek  $\Delta E$  değeri Fuji II LC grubunda görülmüştür ve bu değer en yüksek değer görüldüğü Equia Forte grubu hariç diğer gruplardan anlamlı derecede yüksektir ( $p < 0,001$ ). Dyract XP ve Filtek Z250 grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).



**Şekil 16.**Restoratif materyal ve cila tekniklerine göre renk değişimi değerlerinin grafiği

### 4.3.Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimi Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Yapılan Pearson korelasyon analizi sonucunda yüzey pürüzlülüğü ile renk değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $r=0,118$ ;  $p=0,149$ ). (Tablo 9)

**Tablo 9.** Pearson korelasyon analizine göre  $R_a$  ve  $\Delta E$  arasındaki ilişki

	Yüzey Pürüzlülüğü ( $R_a$ )
Renk Değişimi ( $\Delta E$ )	$r=0,118$ ; $p=0,149$

$r$  = Pearson korelasyon katsayısı

## 5.TARTIŞMA

Restoratif diş hekimliğinde artan estetik ihtiyaçla birlikte diş renginde ve farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerde çeşitli restoratif materyaller klinisyenlerin kullanımına sunulmuştur. Bu materyaller arasında cam iyonomerler ve kompozit rezinler önemli bir yere sahiptir (Rai ve Gupta, 2013; Erdemir ve ark., 2013). Cam iyonomerler biyouyumluluk, flor salınımı yapabilme, mine ve dentine yapışabilme, dentinle benzer termal genleşme ve sertleşmelerini tamamladıklarında ağız sıvılarında düşük çözünürlük gibi avantajlara sahiptir (Da Silva ve Zuanon, 2006; Pedrini ve ark., 2003). Ancak bu avantajlarına rağmen mekanik özelliklerinin zayıf olması ve sertleşme sırasında neme sertleşme sonrasında ise dehidratasyona duyarlılıklarının olması gibi dezavantajları sebebiyle cam iyonomer simanları güçlendirmek için sürekli araştırmalar yapılmıştır (Yap ve ark., 2004b; Kanık ve Türkün, 2016). Bu araştırmalar sonucunda kompozit rezinlerle cam iyonomerlerin avantajlarını birleştirmeyi amaçlayan, yapısında rezin bulunan ve diş hekimliğinde geniş bir kullanıma sahip rezin modifiye cam iyonomerler ve kompomerler geliştirilmiştir (Toledano ve ark., 1999; Hickel ve ark., 1998). Cam iyonomer içerikli restoratif materyaller konusunda son yaşanan gelişmelerle aslında yüksek viskoziteli cam iyonomerlerden köken alan cam hibritler ve nanoboyutta hidroksiapatit partikülleri içeren cam karbomerler geliştirilmiştir (Schwendicke ve ark., 2017; Menne-Happ ve Ilie, 2013). Günümüzde mikrohibrit kompozit rezinler de hem optimal mekanik ve fiziksel özellikleri hem de iyi parlatılabilme özellikleri sebebiyle geniş kullanıma sahiptirler. Mikrohibrit kompozit rezinler genellikle 0,01-2 µm boyutlarında partiküller içerirler ve bitirme ve cila işlemleri sonucunda bir çok kompozit rezine göre daha düzgün yüzeyler gösterirler (Ritter, 2005; Tjan ve Chan, 1989; Koh ve ark., 2008). Bizim çalışmamızda da bu güncel ve geniş kullanım alanına sahip ve restoratif materyaller kullanılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü ve renklenme bir restorasyonun başarısını etkileyen en önemli faktörler arasındadır (Bagheri ve ark., 2007; Paravina ve ark., 2015; Reis ve ark., 2003). Yüzey pürüzlülüğü plak retansiyonu ve tekrarlayan çürüklere sebep olabilir (Bollen ve ark., 1997). Renk uyumu ve uzun ömürlü bir renk stabilitesi estetik restorasyonların başarısını etkileyen iki önemli faktördür (Barakah ve Taher, 2014).

Restoratif materyaller için en düzgün yüzeylerin Mylar bant altında oluştuğu gösterilmiştir (Yap ve ark., 1997). Ancak Mylar bant altında oluşan yüzeyler rezinden

zengin ve zayıf mekanik özelliklere sahip kaldırılması gereken bir tabakadır.(Ergücü ve ark., 2008; Ryba ve ark., 2002). Ayrıca doğru anatomik kontur Mylar bant ile nadiren oluşturulabilir (Yap ve ark., 1998). Bu yüzden bitirme ve cila işlemleri klinikte yapılması zorunlu işlemlerdir (Roeder ve ark., 2004). Farklı bitirme ve cila işlemlerinin restorasyonların yüzey pürüzlülüğünü ve renklenmelerini etkilediği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Barakah ve Taher, 2014; Reis ve ark., 2003; Yıldız ve ark., 2015). Bu sebeplerle bu tez çalışmasında iki farklı bitirme ve cila sistemi olan Sof-Lex çok aşamalı bitirme ve cila sistemi ve tek aşamalı OneGloss cila sisteminin söz konusu güncel restoratif materyallerin yüzey pürüzlülükleri ve renk değişimleri üzerindeki etkileri kıyaslanmak istenmiştir. Farklı büyüklükte alüminyum oksit aşındırıcı grenlere sahip disklerden oluşan Sof-Lex cila sisteminin çeşitli restoratif materyaller üzerindeki etkinlikleri çalışmalarla gösterilmiştir (Pedrini ve ark., 2003; Tate ve Powers, 1996). Alüminyum oksit ve silikon dioksit aşındırıcı içeren OneGloss cila lastiği klinikte zaman kazandıran tek aşamalı bir sistemdir (Yap ve ark., 2004b). Bu sebeplerle bu iki cila sistemi karşılaştırılmak istenmiştir.

Çalışmamızda kullanılacak örnek sayısı %95 güven aralığında, %5 duyarlılığa sahip olacak şekilde G\*Power (Erdfelder, Faul, & Buchner, 1996) programı kullanılarak istatistiksel güç analizi ile her grupta en az 7 örnek olacak şekilde hesaplanmıştır. Çalışmamız ise her bir grupta örnek sayısı 10 olacak şekilde planlanmıştır. (n=10)

Cam karbomer ve cam hibrit örneklerde yüzey örtücüleri üretici firmaların talimatları doğrultusunda uygulanmıştır. Bu sayede örneklerin nemden , dehidrasyondan ve kurumaktan korunması amaçlanmıştır (Menne-happ ve Ilie, 2013; Tiwari ve ark., 2016). Cam karbomer örneklerde yüzey örtücüsü uygulaması firmanın önerileri doğrultusunda ısı ve ışık uygulanmasından önce yapılmıştır. Üretici firma tarafından söz konusu yüzey örtücüsünün kullanımı materyalin manüplasyonunu kolaylaştırmak için de önerilmektedir (GCP Dental,2011). Cam hibrit örneklerde ise nanodolduruculu yüzey örtücüsü örneklerin sertleşmesi için yeterli süre beklendikten sonra örnek yüzeylerine uygulanmış ve ışıkla polimerize edilmiştir.

Örnekler hazırlandıktan sonra restoratif materyallerin kontrol grupları dışındaki tüm örnek yüzeyleri akan su altında 10 sn. 1,000 grit silikon karbit zımpara kağıdı ile zımparalanmıştır. Bu işlem uygulaması cila işleminden önce görece standart ve stabil bir yüzey elde etmek amacıyla yapılmıştır (Marghalani, 2010; Yıldız ve ark., 2015).

Cam iyonomerlerin ve kompozit rezinlerin kuru ortamda yapılan cila işlemleriyle daha düzgün yüzeyler gösterdiğini belirten ve cila sistemlerini kuru ortamda uygulayan pek çok çalışma mevcuttur. Bu sebeple bizim de çalışmamızda polisaj sistemleri kuru ortamda uygulanmıştır ve uygulama metodunun planlanmasında söz konusu çalışmalardan faydalanılmıştır (Koupidis ve ark., 2007; Ergücü ve Türkün, 2007; Gönülo ve Yılmaz, 2011; Erdemir ve ark., 2013; Rai ve Gupta, 2013; Yap ve Mok, 2002).

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin ölçülmesinde mekanik profilometreler oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Minami ve ark., 2007; Neme ve ark., 2002; Endo ve ark., 2010). Bu sebeple bizim çalışmamızda da yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde mekanik profilometre kullanılmıştır ve parametre olarak da en sık kullanılan parametre olan Ra değeri kullanılmıştır (Yap ve Mok, 2002; Neme ve ark., 2002; Türkün & Türkün, 2004).

Çalışmamızın sonucunda yapılan çift yönlü varyans analiziyle restoratif materyallerin ve bitirme ve cila sistemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili oldukları bulunmuştur. Çalışmamızda restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek pürüzlülük değerleri sırasıyla Equia Forte> GCP Glass Fill>Fuji II LC>Dyract XP >Filtek Z250 gruplarında bulunmuştur. Ancak Equia Forte ve GCP Glass Fill materyalleri arasında ve Dyract XP ve Filtek Z250 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Yap ve ark (2004a) bir kompomer (F2000) ve bir mikrohibrit kompozit rezinin (Z100) yüzey pürüzlülüklerini tek aşamalı (OneGloss, PoGo, SofLex Brush), iki aşamalı(CompoSite) ve çok aşamalı (Super Snap) bitirme ve cila sistemleri açısından değerlendirdikleri çalışmalarında tüm bitirme ve cila gruplarında kompomer örnekleri mikrohibrit kompozit rezin örneklerden anlamlı derecede daha pürüzlü bulmuşlardır.

Erdemir ve ark (2013) bir nanodolduruculu kompozit rezin(Filtek Supreme XT), bir mikrohibrit kompozit rezin (Gradia Direct), bir kompomer (Dyract Extra) ve bir cam iyonomer simanın (Fuji IX GP) farklı bitirme ve cila işlemleri (Sof-Lex, Poli-pro ve Hiluster) sonrasında yüzey pürüzlülüklerini ölçmüşler ve çok aşamalı cila sistemi için kompomer örnekleri mikrohibrit kompozit rezin örneklerden daha pürüzlü bulmuşlardır ancak söz konusu değerler arasında istatistiksel olarak fark bulamamışlardır. Bizim çalışmamızda da hem Sof-Lex hem OneGloss alt gruplarında

hem de genel ortalamalara bakıldığında Dyract XP, Filtek Z250' ye göre daha pürüzlü bulunmuş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Kompomerlerin kompozit rezinlere yakın sonuç vermesinin sebebi olarak kompomerlerin kompozit rezinlere yakın kimyasal bir yapı göstermeleri düşünülmektedir (Ruse, 1999). Gladys ve ark (1997) kompomerlerin iyi polisajlanabilmelerinin sebebinin partiküllerinin küçük olması ve içerisinde hava kabarcığı kalmaması olduğunu belirtmişlerdir.

Rai ve Gupta (2013) bir adet nanodoldurucu (Z350 XT) ve bir mikrohibrit kompozit rezin (Z250), bir kompomer (Dyract XP) ve bir rezin modifiye cam iyonomer simanı (Fuji II LC) çok aşamalı cila sistemlerine (Sof-Lex, Super Snap Rainbow) tabi tuttuktan sonra yüzey pürüzlülüğü açısından kıyaslamışlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanı kompomer ve mikrohibrit kompozit rezinden, kompomeri de mikrohibrit kompozit rezinden daha pürüzlü bulmuşlardır. Bunun sebebi olarak da rezin modifiye cam iyonomer simanın karıştırılması sırasında içinde boşluklar oluşma ihtimalini göstermişlerdir. Bizim çalışmamızın sonucunda da Fuji II LC; Dyract XP ve Filtek Z250 den daha pürüzlü bulunmuştur ve bu sonuçlar söz konusu çalışmayla uyumludur.

Yıldız ve ark (2015) rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC), kompozit rezin (Admira) ve kompomer (Dyract) örnekleri çeşitli bitirme ve cila işlemlerine (Enhance, Sof-Lex, Biscover LV) tabi tuttuktan sonra yüzey pürüzlülüklerini ve renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında çok aşamalı cila sistemi gruplarında rezin modifiye cam iyonomer siman örneklerin yüzey pürüzlülüklerini kompomer ve kompozit rezinlerden daha yüksek bulmuşlardır.

Yap ve Mok(2002) bir kompomer (Dyract AP), bir rezin modifiye cam iyonomer (Fuji II LC), bir geleneksel cam iyonomer (Fuji II), bir minifil kompozit rezin (Spectrum TPH) ve bir giomeri (Reactmer) Sof-Lex disklerle cilaladıktan sonra yüzey pürüzlülüklerini ölçtükleri çalışmalarında rezin modifiye cam iyonomer örnekleri kompomer ve kompozit rezin örneklerden hem 3 gün hem de 3 ay sonunda anlamlı derecede daha pürüzlü bulmuşlardır.

Bu durumun rezin modifiye cam iyonomer içindeki cam partiküllerin büyüklüğünün kompomer ve kompozit rezinlerdeki cam doldurucuların büyüklüğünden daha fazla olması sonucunda olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olarak Fuji II LC örnekler Dyract XP ve Filtek Z250



örneklerden hem Sof-Lex hem OneGloss alt gruplarında hem de genel ortalamalara bakıldığında anlamlı derecede daha yüksek değerler göstermiştir.

Mallya ve ark (2013) bir rezin modifiye cam iyonomer (VitreBond), bir nano doldurucu rezin modifiye cam iyonomer (Ketac N100) ve bir geleneksel cam iyonomer simanın (Ketac Molar) yüzey pürüzlülüklerini üç farklı bitirme ve cila tekniği (Sof-Lex diskler, elmas bitirme frezi, tungsten karbid bitirme frezi) kullandıktan sonra değerlendirmişler ve sonuç olarak rezin içermeyen geleneksel cam iyonomer simanın yüzey pürüzlülüğü değerlerini rezin içerikli materyallerden daha yüksek bulmuşlar ve materyallerin yapısında rezin olmasının daha pürüzsüz yüzeyler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde rezin içeriği olmayan Equia Forte ve GCP Glass Fill restoratif materyalleri içeriğinde rezin olan diğer gruplardan anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Equia Forte restoratif materyali bir cam hibrittir ancak aslında yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlardan köken almaktadır. Cam iyonomer simanlar bifazik ve heterojen materyallerdir. Sertleşen materyal polituz matriks içinde reaksiyona girmemiş cam partiküllerinden oluşur. Cam iyonomer simanların bitirme ve polisaj işlemleri heterojenitelerinden dolayı daha zordur. Bitirme ve cila işlemleri sırasında yumuşak matriksleri kolayca aşınır ve geriye sert cam partikülleri kalır.(Pacifici ve ark., 2014; Wu ve ark., 2005) Equia Forte restoratif materyalinin diğer materyallerden daha pürüzlü olmasında bu durumun etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Yapılan pek çok çalışmada en pürüzsüz yüzeylerin Mylar bant altında bitirilen kontrol gruplarında olduğu bildirilmiştir (Gönülol ve Yılmaz, 2012; Antonson ve ark., 2011; Yap ve ark., 1997; Turssi ve ark., 2000). Mylar bant altında bitirilen yüzeylerde rezinden zengin parlak ve pürüzsüz bir tabaka oluşur (Rai ve Gupta, 2013)Bizim çalışmamıza bakıldığında da bu sonuçlarla uyumlu olarak içeriğinde rezin olan Dyract XP, Fuji II LC ve Filtek Z250 için en düşük pürüzlülük değerleri Mylar bant altında bitirilen kontrol grubunda gözlemlenmiştir.

GCP Glass Fill restoratif materyali için bakıldığında ise en yüksek pürüzlülük değerleri şeffaf bant altında bitirilen kontrol grubunda görülmüştür ve hem OneGloss hem de Sof-Lex bitirme ve cila materyalleri kontrol grubundan daha düşük pürüzlülük değerleri göstermiştir. Kontrol grubu ile OneGloss grubu arasında ki fark istatistiksel olarak anlamlı değilken Sof-Lex uygulamasının cam karbomer örneklerde yüzey

pürüzlülüğünü anlamlı derecede azalttığı görülmüş ve GCP Glass Fill için en düşük pürüzlülük değeri bu bitirme ve cila sisteminde kaydedilmiştir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde Bayrak ve ark (2017) çeşitli restoratif materyallerin farklı bitirme ve cila sistemleri karşısındaki pürüzlülüklerini inceledikleri çalışmalarında cam karbomer (GCP Glass Fill) örneklerde Mylar bant altında bitirilen kontrol grubundaki örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerini hem çok aşamalı(Sof-Lex) hem de iki aşamalı (Enhance/PoGo) polisaj sistemleri uygulanan örneklerden daha yüksek bulmuşlardır. Bu sonucun cam karbomerlerde üretici firma tarafından materyali ısı ve ışıkla polimerize etmeden önce yüzeye sürülmesi tavsiye edilen yüzey örtücüsünün içeriğinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Söz konusu çalışmada kontrol grubundaki yüzey pürüzlülüğü hem iki aşamalı hem de çok aşamalı bitirme ve cila gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ancak bizim çalışmamızda kontrol grubu ile OneGloss tek aşamalı sistem arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu durumda GCP Glass Fill için iki aşamalı ve çok aşamalı bitirme ve cila sistemlerinin yüzey pürüzlülüğünde belirgin iyileşme sağladığı ancak tek aşamalı sistemlerin yüzey pürüzlülüğünü istenilen derecede azaltmadığı söylenebilir.

Cam hibrit (Equia Forte) grubunda ise en düşük pürüzlülük değeri Sof-Lex grubunda bulunmuş kontrol grubu istatistiksel olarak anlamlı olmasa da Sof-Lex grubundan bir miktar daha pürüzlü bulunmuştur. Pacifici ve ark (2014) bir yüksek viskoziteli cam iyonomer (Fuji IX) ve bir kompomerin (Vitremmer) yüzey pürüzlülüklerini yüzey örtücü kullanımı açısından değerlendirdikleri çalışmalarının sonucunda nanodolduruculu rezin içerikli yüzey örtücüsünün (GCoat Plus) yüzey pürüzlülüğüne bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Ancak Equia Forte restoratif materyali için yapılmış böyle bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu sebeple Equia Forte restoratif materyalinin kontrol grubundaki örneklerde daha fazla pürüzlülük görülmesinin kullanılan yüzey örtücüden kaynaklanıp kaynaklanmadığını belirlemek için bu konuda yapılacak bir çalışmanın faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Bitirme ve cila sistemlerinin etkinliğini belirleyen faktörler arasında aşındırıcıların sertliği, hangi materyalin için gömüldükleri, kullanılan instrumanların geometrisi ve kullanım şekilleri gibi faktörler vardır (Marigo ve ark., 2001). Restoratif materyaller için bitirme ve cila sistemlerinin etkili olabilmesinde aşındırıcı

partiküllerin restoratif materyallerin yapısındaki dolduruculardan sert olması gerektiği bildirilmiştir. Eğer bu şekilde olmazsa aşındırıcılar sadece yumuşak matriksi aşındırır ve doldurucu partikülleri yüzeyde bırakır (Tjan ve Chan,1989).

Alüminyum oksit disklerin rezin matriksi ve doldurucu partikülleri eşit şekilde aşındırdığı ve bu yüzden daha pürüzsüz yüzeyler oluşturdukları bilinmektedir (Rai ve Gupta, 2013).

Kompozit rezinler ve cam iyonomerlerin polisajında alüminyum oksit diskler ile daha iyi yüzey karakteristiği elde edildiğini gösteren pek çok çalışma mevcuttur. (Berastegui ve ark., 1992; Venturini ve ark.,2006; Pedrini ve ark., 2003; Tate ve Powers, 1996)

Ergücü ve Türkün (2007) yaptıkları çalışmada tek aşamalı sistemlerle polisaj yapılan kompozit rezinlerin yüzeylerini SEM ile değerlendirmişler ve OneGloss ve Optrapol tek aşamalı sistemlerinin kompozit materyalinin yüzeyindeki doldurucuları kopararak geriye çatlaklar bulunduran ve hasarlı bir yüzey bıraktıklarını bildirmişlerdir.

Çeşitli restoratif materyaller için tek aşamalı OneGloss polisaj lastiklerinin daha fazla yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildiren pek çok çalışma mevcuttur. (Yap ve ark., 2004b; Yap ve ark.,2004a; Carneiro ve ark.,2016; Ergücü ve Türkün, 2007; Pala ve ark., 2016)

Bizim çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında da GCP Glass Fill hariç restoratif materyaller için en pürüzlü yüzeylerin hep OneGloss uygulanan gruplarda olduğu ve GCP Glass Fill de dahil olmak üzere tüm restoratif materyaller için bu değerlerin Sof-Lex gruplarından yüksek olduğu görülmektedir. Ancak sonuçlarda görülen bu farklılık sadece GCP Glass Fill ve Equia Forte için anlamlı bulunmuştur.

Yap ve ark (2004b) OneGloss polisaj lastiklerinde aşındırıcıların polivinil siloksan içine gömülmüş olduğunu ve polivinilsiloksanın yüksek elastisitesine bağlı olarak cam iyonomer simanların içinde bulunan görece daha yumuşak olan polituz matriks ve florosilikat camların aşındırıcılığına karşı dirençli olduğunu ve bu durumun bu cila lastiklerinin etkinliğini azalttığını bildirmişlerdir. Equia Forte ve GCP Glass Fill için OneGloss cila lastiklerinin Sof-Lex disklere göre anlamlı derecede pürüzlü yüzeyler oluşturmasında bu mekanizmanın etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında diğer restoratif materyallerde ise OneGloss ve Sof-Lex arasındaki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür.

Bitirme ve cila işlemlerinde her ne kadar çok aşamalı sistemlerin daha iyi sonuçlar verdiği kabul görse de çok aşamalı bitirme ve cila sistemlerine göre aşama sayısını azaltarak zaman tasarrufu sağlayan tek aşamalı ve iki aşamalı sistemlerin yüzey pürüzlülüğü açısından çok aşamalı sistemlerle benzer sonuçlar verdiğini gösteren çalışmaların da mevcut olduğu görülmektedir.

Kemaloğlu ve ark (2016) tek aşamalı (OneGloss, Lastik), iki aşamalı (Clearfil Twist Dia, Sof-Lex Spiral, Enhance/PoGo, Venus Supra) ve çok aşamalı (Super Snap, Enamel Plus Shiny) cila sistemlerinin bir nanohibrit kompozit rezinin (Tetric-N Ceram) yüzey pürüzlülüğüne etkisini incelemişler ve sonuç olarak çok aşamalı sistemlerle tek aşamalı sistemlerin benzer değerler verdiğini gösterdiğini bildirmişlerdir. Da Costa ve ark (2011) ise çok aşamalı (Sof-Lex ve Super Snap) ve iki aşamalı (Enhance Flex) cila sistemlerinin bir mikrofil (Durafill), bir nanofil (Filtek Supreme) ve iki mikrohibrit (Filtek Z250 ve Esthet X) kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini karşılaştırmışlar ve çok aşamalı ve iki aşamalı sistemlerin benzer sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Yap ve ark (2004a) çalışmalarında bir mikrohibrit kompozit rezin (Z100) ve bir kompomeri (F2000) üç adet tek aşamalı (OneGloss, PoGo ve SofLex Brush), bir iki aşamalı (CompoSite) ve bir çok aşamalı (Super Snap) bitirme ve cila sistemi ile cilaladıktan sonra yüzey pürüzlülüğü açısından incelemişler ve mikrohibrit kompozit rezin alt gruplarında bitirme ve cila sistemleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Kompomer alt gruplarında ise tek aşamalı PoGo ve SofLex Brush ile elde edilen değerleri iki aşamalı CompoSite ve çok aşamalı SuperSnap ile elde edilen değerlerden daha düşük bulmuşlardır.

Bu bilgiler ışığında bitirme ve cila sistemlerinin etkinliklerinin materyal bağımlı olduğunu ve klinikte zamandan tasarruf etmeyi sağlayan daha az basamak içeren cila sistemlerinin çok aşamalı sistemlerle kıyaslanabilir etkinlikleri olduğunu söyleyebiliriz.

Restoratif materyallerin yüzeyine bakterilerin tutunması için gerekli olan kritik yüzey pürüzlülüğü değerinin 0,2 µm olduğu bildirilmiştir (Bollen ve ark., 1997). Bizim çalışmamızda bu değer altındaki değerler sadece Dyract XP, Filtek Z250 ve Fuji II LC restoratif materyallerinin kontrol gruplarında görülmüş ve bitirme ve cila teknikleri hiçbir restoratif materyalde bu eşik değer altında bir değer gösterememiştir.

Diş rengineindeki restoratif materyaller bir takım içsel ve dışsal faktörlerle renk değişimine uğrayabilir. İçsel renklenme materyalin kendi yapısı sebebiyle meydana gelirken dışsal faktörlerden kaynaklı renklemelerde boyayıcı ajanlarla temas etmenin sonucunda oluşan bir renklenme söz konusudur (Reis ve ark., 2003).

Restoratif materyallerin renk değişimlerini inceleyen çalışmalara bakıldığında boyayıcı ajan olarak hazır kahve, kırmızı şarap, meyve suyu ve kola gibi çok çeşitli sıvılar kullanıldığı görülmektedir (Kumari ve ark., 2015; Barakah ve Taher, 2014 ; Ertaş ve ark., 2006). Yapılmış pek çok çalışmada renklenmeye en çok sebep olan içeceklerden birinin kahve olduğu ve günlük yaşamda çok sık tüketildiği bildirilmiştir (Güler ve ark., 2009; Türkün ve Türkün, 2004b). Bu sebeple bizim çalışmamızda da örneklerin renk değişimlerini inceleyebilmek için hazır kahve solüsyonu (Nescafe Classic, Nestle, Hindistan) kullanılmıştır.

Kahve üreticilerine göre bir kahve tüketicisi günde ortalama 3,2 kupa kahve tüketmektedir ve bir kupa kahvenin tüketimi de ortalama 15 dakika sürmektedir. Güler ve ark (2005a) örneklerin kahve solüsyonunda 48 saat bekletilmesinin iki aylık kahve tüketimine karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da üretici önerileri doğrultusunda 3.6 gr kahve 300ml kaynayan distile suda karıştırılarak kahve solüsyonu hazırlanmış ve örnekler bu solüsyonun içerisinde 37°C'de 48 saat boyunca bekletilmiştir.

Diş hekimliğinde görsel renk ölçüm yönteminin subjektifliğini elimine etmek için kalorimetreler ve spektrofotometreler gibi çeşitli cihazlar kullanılmaktadır (Kim-Putaseri ve ark., 2007). Cihazlarla yapılan renk ölçümüyle nesnelere hakkında güvenilir, tutarlı ve miktarsal veri sağlanır (Keyf ve ark., 2009). Spektrofotometrelerin kalorimetrelerle kıyaslandıklarında ortamın parlaklığından etkilenmedikleri ve daha kesin sonuçlar verdikleri bildirilmiştir (Ergücü ve ark., 2008). Bu sebeple çalışmamızda renk ölçümlerini gerçekleştirmek için spektrofotometre tercih edilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız spektrofotometre olan Spectroshade cihazının içerisindeki yazılım sayesinde ölçümü yapılacak örnekte sadece tek bir noktanın değil tüm örnek yüzeyinin renk ölçümleri yapılabilmektedir. Bizim çalışmamızda da örneklerin bitirme ve cila yapılan tarafında tüm örnek yüzeyinde renk ölçümleri yapılmıştır.

Renklenme çalışmalarında zemin renginin ve aydınlatmanın sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir (Güler ve ark., 2005b). Bu yüzden çalışmamızda

örneklerin renk ölçümleri hep aynı zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Cihazın kendi tasarımı sayesinde ölçüm sırasında cihazın ölçüm yapan ağız kısmının içine ışık girmesi engellenmiştir. Bu sayede ölçümlerin dış ortamın aydınlatmasından ya da gün ışığından etkilenmesi mümkün olmamıştır. Ölçüm sırasında sadece cihazın kendi içindeki ışık kaynağından yansıyan ışık örneklerle ulaşmıştır (Brewer ve ark., 2004).

Dış hekimliğinde renk değişim miktarı  $\Delta E$  değeri ile ifade edilir (Seghi ve ark., 1986). Klinik olarak kabul edilebilir  $\Delta E$  değeri ile ilgili olarak tam bir fikir birliği sağlanamamıştır (Sepulveda ve Navarro ve ark., 2011; Ruyter ve ark., 1987; Seghi ve ark., 1989).

Ancak pek çok çalışmada kritik değer 3,7 olarak kabul edilmiştir (Gönüloğlu ve Yılmaz, 2012; Çelik ve ark., 2011; Okubo ve ark., 1998). Bu sebeple bizim çalışmamızda da eşik değer 3,7 olarak kabul edilmiş ve restoratif materyallerin  $\Delta E$  değerlerinin 3.7 den büyük olması durumunda klinik olarak kabul edilemez şeklinde değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda bir tek GCP Glass Fill restoratif materyali tüm bitirme ve cila gruplarında klinik olarak kabul edilebilir  $\Delta E$  değeri göstermiştir ve bu sonuç diğer gruplardan anlamlı derecede düşüktür.

Lee ve ark (2002) dental kompozit rezinlerin optik özelliklerinin yüzey pürüzlülüğü ile direkt bir ilişkide olduğunu belirtmiştir. Daha pürüzlü yüzeylerin görünür ışık segmentlerini daha farklı açılarda yansıttığı bildirilmiştir.(Saraç ve ark., 2006)

Schmitt ve ark (2011) bir nanodoldurucu (Filtek Supreme) ve bir mikrohibrit kompozit rezinden (Amelogen) yapılan örnekleri çok aşamalı Sof-Lex ve tek aşamalı Pogo bitirme ve cila sistemlerine tabi tuttukten sonra yüzey pürüzlülüklerini ve renk değişimlerini incelemişler ve Sof-Lex çok aşamalı cila sisteminin daha az pürüzlülük ve daha az renk değişimi meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda restoratif materyaller üzerinde Sof-Lex cila sistemine göre OneGloss cila lastikleri hep daha fazla pürüzlülük oluşturmuştur. Ancak her ne kadar genel ortalamalara bakıldığında yukarıdaki bilgilerle uyumlu olarak Sof-Lex disklerden anlamlı derecede daha fazla renk değişimi göstermiş olsalar da restoratif materyallerin bitirme ve cila alt gruplarına bakıldığında bu durum sadece Equia Forte ve GCP Glass Fill için geçerlidir. Fuji II LC ,Dyract XP ve Filtek Z250 gruplarında Sof-Lex disklerle aralarında istatistiksel olarak fark yoktur. Hatta Dyract XP ve Filtek Z250 gruplarında

Sof-Lex disklerden daha az renk değişimi göstermişlerdir. Bu durumda bitirme ve cila tekniklerinin renk değişimi üzerine etkilerinde sadece oluşturdukları pürüzlülük miktarının değil uygulandıkları materyallerin yapısının da etkili olduğu söylenebilir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında restoratif materyaller arasında en fazla renk değişimi sırasıyla Fuji II LC> Equia Forte> Dyract XP> Filtek Z250> GCP Glass Fill gruplarında görülmüştür. Fuji II LC ve Equia Forte arasında ve Dyract XP ile Filtek Z250 arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken GCP Glass Fill diğer restoratif materyallerden hem tüm bitirme ve cila alt gruplarında hem de genel ortalama da belirgin derecede daha az renk değişimi göstermiştir.

Bagheri ve ark (2005) ve Reis ve ark (2003) en pürüzsüz yüzeylerin her zaman renk değişimine en dirençli yüzeyler olmadığını, renk değişiminin daha çok materyalin yapısıyla alakalı olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da GCP Glass Fill in Equia Forte ile birlikte en fazla yüzey pürüzlülüğü gösteren materyal olmasına rağmen en az renk değişiminin hem genel ortalama da hem de tüm bitirme ve cila alt gruplarında bu materyalde oluştuğu görülmektedir. Bu durumda renk değişiminin sadece pürüzlülük değil başka faktörlere de bağlı olduğunu ve materyalin kendi yapısının da çok önemli olduğunu söyleyebiliriz.

Rezin içerikli restoratif materyallerde renklenmenin rezin matriksin yapısıyla ve su emilimiyle ilişkili olduğu ve suyun renklendirici pigmentler ile rezin matriks arasında ilişkiyi sağladığı bildirilmiştir (Bagheri ve ark., 2005; Dietschi ve ark., 1994).

GCP Glass Fill materyallerinin suya karşı dirençli oldukları gösterilmiştir. GCP Glass Fill restoratif materyalinin renklenmesinin az olmasında su emiliminin ve sudaki çözünlülüğünün az olmasının etkili olduğunu düşünmekteyiz (Subramaniam ve ark.,2015).

Ertaş ve ark (2006) çeşitli mikrohibrit (Filtek P60, Filtek Z250 ve Quadrant LC) ve nanohibrit kompozit rezinleri (Filtek Supreme ve Grandio) 48 saat farklı renklendirici içeceklerde (ay, kahve, kola, kırmızı şarap ve su) bekletmişler ve renk değişim miktarlarını ölçmüşlerdir. Çalışmalarının sonucunda en az renk değişimini yapısında TEGDMA bulunmayan Filtek Z250 ve Filtek P60 mikrohibrit kompozitlerinde tespit etmişlerdir. Bu duruma sebep olarak da TEGDMA monomerinin hidrofilik yapısı sebebiyle su emiliminin fazla olmasının daha fazla renk değişimine sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

Güler ve ark (2009) çeşitli kompozit rezinlere (Filtek P60, Filtek Z250 ve Quadrant LC, Filtek Supreme ve Grandio) farklı cila sistemleri uyguladıktan sonra 48 saat kahve solüsyonunda bekletmişler ve renk değişim miktarlarını ölçmüşlerdir. Sonuçta en az renk değişimini yine aynı şekilde yapısında TEGDMA içermeyen Filtek Z250 ve Filtek P60 mikrohibrit kompozit rezinlerinde tespit etmişlerdir.

Kawaguchi ve ark (1994) ise mikrohibrid kompozitlerin değişik boyutlarda partiküller içermelerinden dolayı ışık iletim katsayılarının düşük olduğunu bu sebeple yüksek renk değişimleri gösterdiklerini belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda GCP Glass Fill restoratif materyalinden sonra en az renk değişimi yapısında Filtek Z250 grubunda görülmüştür ve bunun sebebinin yapısında su emilimini artıran TEGDMA molekülünün bulunmaması olduğu düşünülmektedir.

Dyract XP restoratif materyalinin Filtek Z250 restoratif materyalinden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da biraz daha fazla renk değişimi göstermesinin sebebinin yine yapısında TEGDMA bulunması olduğunu düşünmekteyiz.

Renklenmeyle ilgili çalışmalara bakıldığında rezin içeren restoratif materyallerde genel olarak Mylar bant altında bitirilen kontrol gruplarında bantın altında oluşan rezinden zengin yüzey tabakası sebebiyle daha fazla renklenme olduğu görülmüştür (Gönülol ve Yılmaz, 2012; Hachiya ve ark., 1984). Ancak bizim çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında rezin içerikli restoratif materyaller olan Dyract XP ve Fuji II LC restoratif materyallerinde kontrol grupları daha fazla renk değişimi göstermelerine rağmen kontrol grupları ile bitirme ve cila grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yıldız ve ark (2015) da yaptıkları çalışmada kompomer (Dyract), kompozit rezin (Admira) ve rezin modifiye cam iyonomer siman örnekleri (Fuji II LC) farklı bitirme ve cila teknikleri (Enhance, Sof-Lex, Biscover LV) ile cilaladıktan sonra kahve solüsyonunda bekletmişler ardından her üç materyalde de kontrol grupları ile bitirme ve cila grupları arasında benzer oranda renk değişimi gözlemlemişlerdir. Aynı şekilde Park ve ark (2004) da mikrohibrit kompozit rezin örnekleri (Z100, Aelite ve Spectrum) Sof-Lex diskler ve Enhance cila patıyla cilalamışlar ve Mylar bant altında bitirilen kontrol grupları ile söz konusu cila teknikleri arasında renk değişimi açısından fark bulamamışlardır.

Çalışmamızdaki diğer bir rezin içerikli materyal olan Filtek Z50 restoratif materyalinde ise aralarında anlamlı bir fark olmasa da kontrol gurubu diğer bitirme ve



cila gruplarından daha az renk değişimi göstermiştir. Suda bekletilen kompozit rezinlerde en fazla su emiliminin ilk bir haftada görüldüğü bildirilmiştir (Diamantopoulou ve ark., 2013). Chan ve ark (1980) iki farklı kompozit rezini (Adaptic ve Concise) kahve, çay, kola ve soya sosu gibi farklı boyayıcı sıvılarda farklı süreler bekletmişler ve en fazla renk değişiminin ilk bir haftada meydana geldiğini belirtmişlerdir. Hotwani ve ark (2014) yaptıkları çalışmada bir giomer (Beautiful II) ve bir rezin modifiye cam iyonomeri (Fuji II LC) portakal suyu, süt ve kolada 1 hafta ve 4 hafta sürelerle bekletmişler ve en fazla renk değişiminin bir hafta sonundaki ölçümlerde meydana geldiğini bildirmişlerdir Ancak bizim çalışmamızda örnekler kahve solüsyonunda 48 saat bekletilmiştir. Bu sürenin rezin yapısında TEGDMA içermediği için su emilimi TEGDMA içeren Dyract XP ve Fuji II LC ye göre daha az olan Filtek Z250 materyalinde kontrol grubu örneklerin yüzeyindeki rezinden zengin tabakanın renklenmesine yetmemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Hse ve ark (1999) cam iyonomer simanların poliasit içeriğine ve metal poliakrilat tuzlarının bozulmasına bağlı olarak renk stabiliteilerinin kötü olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında da Equia Forte restoratif materyali Fuji II LC restoratif materyali hariç diğer tüm gruplardan daha fazla renk değişimi göstermiştir. Equia Forte restoratif materyalinin bitirme ve cila alt gruplarına baktığımızda Sof-Lex ve kontrol gruplarına göre belirgin derecede pürüzlü bir yüzey oluşturan OneGloss alt grubunun belirgin derecede de daha çok renk değişimi gösterdiği görülmüştür. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da Sof-Lex grubundan daha pürüzlü bir yüzey gösteren kontrol grubunun renk değişimi de aynı şekilde Sof-Lex grubundan istatistiksel olarak farklı olmasa da daha fazla bulunmuştur. Bu durumda Equia Forte restoratif materyali için bitirme ve cila alt gruplarında yüzey pürüzlülüğü için elde edilen değerlerle renk değişiminde elde edilen değerler arasında bir paralellik olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda en fazla renk değişimi Fuji II LC materyalinde görülmüştür. Ancak Equia Forte grubuyla aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fuji II LC nin Dyract XP ve Filtek Z250 den daha yüksek renk değişimi göstermesinin sebepleri arasında onlardan daha pürüzlü bir yüzey göstermesi, rezin kompozitlere ve kompomere göre daha hidrofilik olmaları ve daha çok su emilimi göstermeleri sayılabilir.(Vance ve ark., 2015; Toledano ve ark., 2003)

Tez çalışmamızın sonucunda bitirme ve cila tekniklerinin restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimine etkisi olacağı şeklindeki hipotezimiz kabul edilmiştir ve restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cila tekniklerinin restoratif materyallerin hem yüzey pürüzlülüğü hem de renk değişimi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğü ile renk değişimi arasında ise belirgin bir korelasyon bulunamamış renk değişiminin sadece yüzey pürüzlülüğüne değil başka faktörlere de bağlı olduğu görülmüştür.

Ancak yapılan bu tez çalışmasının bir takım limitasyonları bulunmaktadır. Çalışmamızda yüzey pürüzlülüğü ölçümleri mekanik profilometrelerle yapılmıştır. Daha ileri çalışmalarda daha detaylı yüzey değerlendirmesi yapılabilen SEM ya da AFM gibi ölçüm cihazları kullanılabilir. Çalışmamızda bitirme ve cila tekniği olarak iki çeşit cila sistemi kullanılmıştır. Daha fazla sayıda ve çeşitte sistemler kullanılabilir. Ayrıca renklendirici solüsyon olarak kahvenin yanı sıra farklı renklendirici içecekler ya da sıvılar da kullanılabilir . Son olarak bu çalışma in vitro bir çalışmadır. Dolayısıyla ağız ortamı tam olarak taklit edilememektedir. Yapılacak in vivo çalışmalarla daha detaylı bilgiler elde edileceğine inanmaktayız.

## 6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile elde ettiğimiz bulgular sonucunda;

1. En fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri cam hibrit ve cam karbomer örneklerde görülmüştür. En düşük yüzey pürüzlülüğü ise mikrohibrit kompozit rezin ve kompomer örneklerde görülmüştür.
2. Cam karbomer restoratif materyalinde kontrol grubunun bitirme ve cila gruplarına göre oldukça pürüzlü olmasından dolayı mutlaka bitirme ve cila yapılması gerektiği anlaşılmıştır.
3. En düşük  $\Delta E$  değerleri hem genel olarak hem de bitirme ve cila alt gruplarında cam karbomer restoratif materyalinde bulgulanmıştır.
4. Bitirme ve cila tekniklerinin hem yüzey pürüzlülüğü hem de renk değişimi üzerine etkileri olduğu saptanmıştır.
5. Bitirme ve cila tekniklerinin renk değişimi ve pürüzlülük açısından etkilerinin uygulandıkları restoratif materyale de bağımlı olduğu görülmüş bu sebeple kullanılan restoratif materyale uygun bitirme ve cila sisteminin tercih edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Al-Abdi A, Paris S, Schwendicke F. Glass hybrid, but not calcium hydroxide , remineralized artificial residual caries lesions in vitro. Clin Oral Investig. 2017;21(1):389-396.
- Algera TJ, Kleverlaan CJ, Andersen BP, Feilzer AJ .The influence of environmental conditions on the material properties of setting glass-ionomer cement. J Dent Mater 2006; 22: 852-856.
- Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E, Antonson DE, Hardigan PC. Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent 2011 ;39:e9-17.
- Anusavice KJ, Antonson SA. Finishing and Polishing Materials. In: Anusavice KJ, editors. Phillips' science of dental materials. 11th Ed., St.Louis, Elsevier Health Sciences. 2003; 351-376.
- Anusavice KJ, Brantley WA. Physical Properties of Dental Materials. In: Anusavice KJ, editors. Phillips' science of dental materials. 11th Ed., St.Louis, Elsevier Health Sciences. 2003; 41-73.
- 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):389-98.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. J Oral Rehabil 2007;34:68-7.
- Bagheri R, Taha NA, Azar MR, Burrow MF. Effect of G-Coat Plus on the mechanical properties of glass-ionomer cements. Aust Dent J 2013; 58: 448-453.
- Bahannan SA. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. J Dent 2014;42:48-52.
- Bala, O. Poliasit-modifiye kompozit rezinler literatür taraması. Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg 1998;1(2):113-118.
- Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. Eur J Dent 2012;6(1):79-86.
- Bani M, Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. Acta Odontologica Turcica 2013;30(1):13-7
- Barakah HM, Taher NM. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. J Prosthet Dent 2014;112(3):625-31.

- Bayındır F, Wee AG. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. Hacettepe Dişhek Fak Derg 2006; 30(3): 40-6.
- Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. J Am Dent Assoc 1998 ;129(5):567-77.
- Bayne SC, Thompson JY. Biyomateryaller. In: Roberson TM, Heyman HO, Swift JE, editors. Art and science of operative dentistry. 5th Ed, Toronto, Mosby Elsevier. 2011;4:135-233.
- Bayrak GD, Sandalli N, Selvi-Kuvvetli S, Topcuoglu N, Kulekci G. Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. J Esthet Restor Dent 2017; Jun 15.
- Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composite resins. J Prosthet Dent 1992; 68(5), 742-749.
- Berg JH. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry--a review for the clinician. Pediatr Dent 1998;20(2):93-100.
- Blanchard, Cheryl R. "Atomic force microscopy." The chemical educator 1996:1-8.
- Bollen CM, 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): 258-69.
- Bowen RL, Marjenhoff WA. Dental composites/glass ionomers: the materials. Adv Dent Res 1992 ;6:44-9.
- Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. Dent Clin North Am 2004 ;48(2):v341-58.
- Burgess JO, Walker R, Davidson JM. Posterior resin-based composite: review of the literature. Pediatr Dent 2002;24(5):465-479 .
- Carneiro P, Ramos TM, de Azevedo CS, de Lima E, de Souza S, Turbino ML, Cesar PF, Matos AB. Influence of Finishing and Polishing Techniques and Abrasion on Transmittance and Roughness of Composite Resins. Oper Dent 2016;41(6):634-641
- Cehreli SB, Tirali RE, Yalcinkaya Z, Cehreli ZC. Microleakage of newly developed glass carbomer cement in primary teeth. Eur J Dent 2013 ;7(1):15-21.
- Chan KC, Fuller JL, Hormati AA. The ability of foods to stain two composite resins. J Prosthet Dent 1980;43:542-5.

- Chen X, Du MQ, Fan MW, Mulder J, Huysmans MC, Frencken JE. Caries-preventive effect of sealants produced with altered glass-ionomer materials, after 2 years. *Dent Mater* 2012 ;28(5):554-60
- Cho E, Kopel H, White SN. Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int* 1995 ;26(5):351-8.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010;38(2):2-16.
- Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 1994;10:325-330.
- Culpepper WD. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent* 1970;24(2):166-73.
- Çelik EU, Aladag A, Türkün LS, Yılmaz G. Color changes of dental resin composites before and after polymerization and storage in water. *J Esthet Restor Dent* 2011;23:179-88.
- Da Costa JB, Goncalves F, Ferracane JL. Comparison of two-step versus four-step composite finishing/polishing disc systems: evaluation of a new two-step composite polishing disc system. *Oper Dent* 2011;36(2):205-212.
- Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008 ;99(5):361-8.
- Dayangaç GB. Kompozit Restorasyonlar. 2. Basım. İstanbul: Quintessence Yayıncılık; 2011;10-29.
- de Jager N, Feilzer AJ, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater* 2000 ;16(6):381-8.
- de A Silva MF, Davies RM, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, da Silva Júnior JG, Pretty IA. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater.* 2006 ;22(10):919-24.
- Deb S, Nicholson JW. The effect of strontium oxide in glass-ionomer cements. *J Mater Sci Mater Med* 1999,10: 471-474.
- Diamantopoulou S, Papazoglou E, Margaritis V, Lynch CD, Kakaboura A. Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing. *J Dent* 2013; 41, e62-e69.
- Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 1994 ;10(6):353-62.

- Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. *J Oral Reh* 2003; 30:866-872.
- Doğan E, Zaimoğlu A. Temel metal ve kor alt yapı üzerine farklı kalınlıklarda hazırlanan düşük ısı porseleninin renk stabilitesinin eskitme sonrası karşılaştırılması. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 2006;33(1):117-118.
- Earl MS, Hume WR, Mount GJ. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. *Aust. Dent. J* 1985; 30:298-301.
- Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. *Dent Mater J* 2010 ;29(2):213-23.
- Erdemir U, Yıldız E, Eren MM, Ozsoy A. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *J of Dental Sciences* 2013;8(2):160-169.
- Ergücü Z, Türkün LS. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Oper Dent* 2007 ;32(2):185-92.
- Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Oper Dent* 2008;33:413-20.
- Ergün G, Yenisey M. Fiberle güçlendirilmiş kompozit (FGK) sabit protezlerin taramalı elektron mikroskop (SEM) ile değerlendirilmesi ve içeriklerinin element analizlerinin (EDS) yapılması. *OMÜ Diş Hek Fak Derg* 2006;7:73-81.
- Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater* 2006;25:371-376.
- Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med* 1995 ;6(4):302-318.
- Ferracane JL. Resin composite-state of the art. *Dent Mater* 2011;27(1):29-38.
- Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci* 2012 ;20(2):200-5.
- Fondriest J. Shade: Matching in Restorative Dentistry. The Science and Strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:467-479.
- Forsten L. Short- and long-term fluoride release glass ionomers and other fluoride containing materials in vitro. *Scand J Dent Res* 1990;98:179-85.

- Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: a retrospective cohort study. *Dent Mater* 2011;27(10):1031-7.
- GC Dental, Equia Forte product manual, 2015.
- GCP GmbH. Gcp glass fill product manual, 2011.
- Gadegaard, N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry* 2006; 81 (2-3):87-97.
- Gedik R, Hürmüzlü F, Coşkun A, Bektaş ÖÖ, Özdemir AK. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2005;136(8):1106-12.
- Gemalmaz D, Yoruc B, Ozcan M, Alkumru HN. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. *J. Prosthet Dent* 1998; 80: 474-478.
- Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res* 1997 ;76(4):883-94.
- Gönüloğlu N, Yılmaz F. The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *J Dent* 2012 ;40 :e64-70.
- Güler AU, Güler E, Yücel AÇ, Ertağ E. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci* 2009;17(2):108-112.
- Güler AU, Kurt S, Külünk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005a;93(5):453-8.
- Güler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005b;94(2):118-24.
- Gürkan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Clinical performance of a glass ionomer restorative system: a 6-year evaluation. *Clin Oral Investig* 2016; Dec 20.
- Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, and Fusayama T . Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1984;52(6):811–814.
- Heymann HO. Spesifik Konservatif İşlemler. In: Roberson TM, Heyman HO, Swift JE, editors. *Art and science of operative dentistry*. 5th Ed, Toronto, Mosby Elsevier. 2011;15:623-681.
- Hickel R, Dasch W, Janda R, Tyas M, Anusavice K. Direct restorative materials. *Int Dent J* 1998;48:3-16.



- Hickel R, Heidemann D, Staehle HJ, Minnig P, Wilson NH. German Scientific Association for Operative Dentistry; European Federation of Conservative Dentistry. Direct composite restorations: extended use in anterior and posterior situations. *Clin Oral Investig* 2004 ;8(2):43-4.
- Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *J Conserv Dent* 2014 ;17(1):70-4.
- Hse KM, Leung SK, Wei SH. Resin-ionomer restorative materials for children: a review. *Aust Dent J* 1999 ;44(1):1-11.
- Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dent Mater J* 2008;27(3):315-39.
- Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *J Dent* 2009;37 :e57-63.
- Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dental Clinics of North America* 2007; 51 (2): 379-397.
- Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent* 2009;37:2-6.
- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5): 819-22.
- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004;32(1):3-12.
- Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. The in vivo perception of roughness restorations. *Br Dent J* 2004;196:42-5.
- Joniot, S., Salomon, J. P., 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.
- Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int* 2009;40:e69-79.
- Jung, M. Surface roughness and cutting efficiency of composite finishing instruments. *Operative Dentistry* 1997;22 (3):98-104.
- Jung M, Voit S, Klimek J. Surface geometry of three packable and one hybrid composite after finishing. *Operative Dentistry* 2003 ;28 (1):53-59.

- Kahramanoglu E, Kulak Özkan Y. Dis hekimliginde estetik ve renk. Cumhuriyet Dent J 2013;16:339-47.
- 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.
- Kanık Ö, Türkün LŞ. Restoratif Cam İyonomer Simanlarda Güncel Yaklaşımlar. EÜ Dişhek Fak Derg 2016; 37(2): 54-65.
- Kawaguchi M, Fukushima T, Miyazaki K. The relationship between cure depth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. J Dent Res 1994 ;73(2):516-21.
- Kaya T, Tirali RE. Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. Atatürk Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg. 2013;7:71-77.
- Kemaloglu H, Karacolak G, Turkun LS. Can Reduced-Step Polishers Be as Effective as Multiple-Step Polishers in Enhancing Surface Smoothness? J Esthet Restor Dent 2017 ;29(1):31-40.
- Kent BE, Lewis BG, Wilson AD. Glass ionomer cement formulations: The preparation of novel fluoroalumosilicate glasses high in fluorine. J Dent Res 1979; 58: 1607–1619.
- Keyf F, Uzun G, Altunsoy S. Diş hekimliğinde renk seçimi. Hacetepe Diş Hek Fak Derg 2009;3(4):52-58.
- Kim-Pusateri S, Brewer JD, Dunford RG, Wee AG. In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. J Prosthet Dent 2007 ;98(5):353-8.
- Kleverlaan CJ, van Duinen RN, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. Dent Mater 2004 ;20(1):45-50.
- Koh R, Neiva G, Dennison J, Yaman P. Finishing systems on the final surface roughness of composites. J Contemp Dent Pract 2008;9(2):138-45.
- Koupis NS, Marks LA, Verbeeck RM, Martens LC. Review: finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric mdentistry. Eur Arch Paediatr Dent 2007 ;8(1):22-8.
- Kroeze HJ, Plasschaert AJ, van 't Hof MA, Truin GJ. Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restorations in Dutch adults. J Dent Res 1990 ;69(6):1270-4.

- Kuehni R. The early development of the Munsell system. *Color Research and Application* 2002;27:20-7.
- 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 Health* 2015;7(7):63-70.
- Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res* 2002; 63: 657-663.
- Lin A, McIntyre NS, Davidson RD. Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J Dent Res* 1992 ;71(11):1836-41.
- Lohbauer U (2010). Dental glass ionomer cements as permanent fillig materials? – Properties, limitations and future trends. *Materials* 2010,3(1):76-96.
- Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent* 1983;50(4):480-488.
- Lutz F, Setcos JC, Phillips RW. New finishing instruments for composite resins. *J Am Dent Assoc* 1983 ;107(4):575-80.
- Mallya PL, Acharya S, Ballal V, Gijupalli K, Kundabala M, Thomas M. Profilometric study to compare the effectiveness of various finishing and polishing techniques on different restorative glass ionomer cements. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 2013; 3(2): 86-90.
- Marghalani HY. Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *J Esthet Restor Dent* 2010;22:127-38.
- Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G. 3-D surface profile analysis: Different finishing methods for resin composites. *Operative Dentistry* 2001;26(6):562-568.
- Mathis RS, Ferracane JL. Properties of a glass ionomer/resin composite hybrid material. *Dent Mater* 1989; 5: 355-58.
- Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent* 2013;41(3):223-30.
- Meyer JM, Cattani-Lorente MA, Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials* 1998;19(6):529-39.
- Minami H, Hori S, Kurashige H, Murahara S, Muraguchi K, Minesaki Y, Tanaka T. Effects of thermal cycling on surface texture of restorative composite materials. *Dent Mater J* 2007;26(3):316-22.
- Mitra SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res* 1991;70:72-74.

- Mount GJ. Clinical performance of glass-ionomers. *Biomaterials* 1998 ;19(6):573-9.
- Neme AL , Frazier KB ,Roeder LB, and Debner TL . Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry* 2002;27 (1):50-58.
- Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials* 1998 ;19(6):485-94.
- Nicholson JW. Review: Glass ionomer dental cements: update. *Mater Tech* 2010; 25(1): 8-13.
- Nicholson JW, Brookman PJ, Lacy OM, Wilson AD . Fourier transform infrared spectroscopic study of the role of tartaric acid in glass ionomer cements. *J Dent Res* 1988;67(12) :1451-1454.
- Nicholson JW, Wilson AD. The effect of storage in aqueous solutions on glass-ionomer and zinc polycarboxylate dental cements. *J Mater Sci Mater Med* 2000;11: 357-360.
- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 1998;80:642-8.
- Onal B, Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc* 2005; 136(11): 1547-55.
- Ölmez A, Kisbet S. Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontol Turc* 2013;30:115-22.
- Özgünaltay G, Yazici AR, Görücü J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil* 2003;30(2):218-24.
- Pacifici E, Bossù M, Giovannetti A, La Torre G, Guerra F, Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Ann Stomatol (Roma)* 2014 ;4(3-4):250-8.
- Pala K, Tekçe N, Tuncer S, Serim ME, Demirci M. Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach. *Dent Mater J* 2016;35(2):278-89.
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez Mdel M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent* 2015 ;27(1):S1-9.

- Paravina RD, Powers JM. Esthetic color training in dentistry. Philadelphia, PA: Elsevier Mosby; 2004, pp.42–4.
- Paravina RD, Westland S, Kimura M, Powers JM, Imai FH. Color interaction of dental materials: blending effect of layered composites. *Dent Mater* 2006 ;22(10):903-8.
- Park SH, Noh BD, Ahn HJ, Kim HK . Celluloid strip-finished versus polished composite surface: Difference in surface discoloration in microhybrid composites. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004;31(1):62–66.
- Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *J Prosthet Dent* 2004;92(6):577.
- Pedrini D, Candido MS, Rodrigues AL. Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. *J Oral Rehabil* 2003;30(7):714-9.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997 ;105(2):97-116.
- Pirkoca G, Kinna AH, Ulusoy N, Bağış YH. Farklı sistemlerle bitirme ve cila uygulanan üç kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü. *A.Ü. Dis Hek. Fak. Derg.* 2009;37(1):37-44.
- Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD. Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *Journal of Dental Research* 1982;61(12):1416-1422.
- Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am* 2007;51(3):659-675.
- Rai R, Gupta R. In vitro evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. *Journal of Conservative Dentistry* 2013;16(6): 564-567.
- Rawls KJ, Esquivel-Upshaw J. Restorative Resins. In: Anusavice KJ editors. *Phillips' science of dental materials*. 11th Ed., St.Louis, Elsevier Health Sciences. 2003; 399-437.
- Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials* 2003;19 (1): 12-18.
- Ritter AV. Direct resin-based composites: current recommendations for optimal clinical results. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26(7):481-2, 484-90.
- Roeder LB, Powers JM. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *Am J Dent* 2004;17(2):109-12.

- Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998 ;80: 280-301.
- Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontic*. C.V. Mosby, 2001
- Ruse ND. What is a "compomer"? *J Can Dent Assoc* 1999 ;65(9):500-4.
- Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.
- Ryba TM, Dunn WJ, Murchison DF. Surface roughness of various packable composites. *Oper Dent* 2002;27(3):243-7.
- Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials*. 13th Ed., Philadelphia Elsevier Mosby 2012.
- Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008 ;22(3):205-10.
- Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 33-40.
- Schmitt VL, Puppim-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FP, Alexandre Coelho, Sinhoreti M, Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN Dent*. 2011;2011:617672.
- Schulze AK, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2003; 19(7): 612-9.
- Schwendicke F, Kniess J, Paris S, Blunck U. Margin Integrity and Secondary Caries of Lined or Non-lined Composite and Glass Hybrid Restorations After Selective Excavation In Vitro. *Oper Dent* 2017 ;42(2):155-164.
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1986; 56 (1): 35-40.
- Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res* 1989;68:1760-4.
- Sepúlveda-Navarro WF, Arana-Correa BE, Borges CP, Jorge JH, Urban VM, Campanha NH. Color stability of resins and nylon as denture base material in beverages. *J Prosthodont* 2011;20(8):632-8.

- Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater* 2016;7(3):28.
- Sim CP, Yap AU, Teo J. Color perception among different dental personnel. *Oper Dent* 2001;26(5):435-9.
- Smith DC. Development of glass-ionomer cement systems. *Biomaterials* 1998 ;19(6):467-78.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent* 2001 ;86: 453-547.
- Subramaniam P, Girish Babu KL, Jayasurya S. Evaluation of Solubility and Microleakage of Glass Carbomer Sealant. *J Clin Pediatr Dent* 2015;39(5):429-34.
- Tate WH, Powers JM. Surface roughness of composites and hybrid ionomers. *Oper Dent* 1996 ;21(2):53-8.
- Tay FR, Pashley EL, Huang C, Hashimoto M, Sano H, Smales RJ, Pashley DH. The glass-ionomer phase in resin-based restorative materials. *J Dent Res* 2001;80(9):1808-12.
- Tiwari S, Nandlal B. Invitro Evaluation of Fluoride Release from Hydroxyapatite Reinforced Glass Ionomer with or without Protective Coating. *J Clin Diagn Res* 2016 ;10(4):ZC73-5.
- Tjan AH, Chan CA. The polishability of posterior composites. *J Prosthet Dent* 1989 ;61(2):138-46.
- Toledano M, Osorio E, Osorio R, García-Godoy F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent* 1999 ;81(5):610-5.
- Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. *J Dent* 2003 ;31(1):43-50.
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent* 2002;88(6):585- 590.
- Turgut S, Bağış B. Color stability of laminate veneers: An in vitro study. *J Dent* 2011;39 (3):e57-64.
- Turssi CP, Saad JR, Duarte SL Jr, Rodrigues AL Jr. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. *Am J Dent* 2000 ;13(3):136-8.
- Türel V. Restoratif dental materyallerin yüzey özellikleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg* 2015; 77-82.

- Türkün LS, Türkün M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 2004a;29(2):203-211
- Türkün LS, Türkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent* 2004b;16(5):290-301.
- Tyas MJ. Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (compomer). *Oper Dent* 1998;23:77-80.
- Ulusoy N, Bağış YH. Mikro dolduruculu kompozit dolgularda farklı bitirme yöntemlerinin değerlendirilmesi: Bitirme yöntemlerinin hibrit kompozitlere etkisi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 1994;21: 89-92.
- Vance M, Lawson NC, Rupal M, Beck P, Burgess JO. Color and Gloss of Nano-Filled Resin-Modified Glass Ionomers and Resin Composites. *J Esthet Restor Dent* 2015;27(5):293-9.
- Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent* 2006; 31(1):11-17
- Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil* 2001;28(1):26-32.
- Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. *J Oral Sci* 2005;47(1):21-5.
- Wee AG, Monaghan P, Johnston WM. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002;87(6):657-66.
- Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc* 1975;91(1): 101-6.
- Wilson AD, Kent BE, Clinton D, Miller RP. The formation and microstructure of dental silicate cements. *J Mater Sci* 1972; 7: 220-238.
- Wozniak WT, Siev ED, Lim J, McGill SL, Sabri Z, Moser JB. Color mixing in dental porcelain. *Dent Mater* 1993;9(4):29-23.
- Wu SS, Yap AU, Chelvan S, Tan ES. Effect of prophylaxis regimens on surface roughness of glass ionomer cements. *Oper Dent* 2005 ;30(2):180-4.
- Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent* 1997 ;22(6):260-265.



- Yap AU, Ng JJ, Yap SH, Teo CK. Surface finish of resin-modified and highly viscous glass ionomer cements produced by new one-step systems. *Oper Dent* 2004b ;29(1):87-91.
- Yap AU, Sau CW, Lye KW. Effects of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives. *J Oral Rehabil* 1998;25(6):456-61.
- Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 2004a;29(3):275-9.
- Yap AUJ, Mok BYY. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry* 2002;27(2):161–166.
- Yildiz E, Sirin Karaarslan E, Simsek M, Ozsevik AS, Usumez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J* 2015;34(5):629-39.
- Zainuddin N, Karpukhina N, Law RV, Hill RG. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer® ionomer cement by MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater* 2012 ;28(10):1051-8.
- Zhang F, Heydecke G, Razzoog ME. Double layer porcelain veneers: effect of layering on resulting color. *J Prosthet Dent* 2000; 84 (4): 425-31.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Özlem ÜLKER

Doğum Yeri: Giresun

Doğum Tarihi: 15.09.1981

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl): Lisans: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi, 1999-2004

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl: Özel Muayenehane ,2005-2007,  
TC.Sağlık Bakanlığı İstanbul Göztepe Ağız ve Diş  
Sağlığı Merkezi 2007-2014.

E-posta: dt.ulker\_ozlem@hotmail.com

