

T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ



**YÜZEY CİLALARININ KOMPOZİT  
REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE  
RENK STABİLİTELERİNE ETKİSİ**

**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ**

**Dilara YILDIZ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Dr.Öğr.Üyesi Ebru USLU CENDER**

**Bu uzmanlık tezi Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından B-2003 proje numarası ile desteklenmiştir.**

**ORDU-2021**

T.C.  
ORDU ÜNİVERSİTESİ

**YÜZEY CİLALARININ KOMPOZİT  
REZİNLERİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE  
RENK STABİLİTELERİNE ETKİSİ**

**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI  
UZMANLIK TEZİ**

**Dilara YILDIZ**

**TEZ DANIŞMANI  
Dr.Öğr.Üyesi Ebru USLU CENDER**

**Bu uzmanlık tezi Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından B-2003 proje numarası ile desteklenmiştir.**

**ORDU-2021**

**T.C. ORDU ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**YÜZEY CİLALARININ KOMPOZİT REZİNLERİN**  
**YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE RENK STABİLİTELERİNE ETKİSİ**

**Dt. Dilara YILDIZ**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi :** 20.01.2021  
**Tez Danışmanı :** Dr. Öğr. Üyesi Ebru USLU CENDER  
**Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Tuğba SERİN KALAY  
**Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Merve KÜTÜK ÖMEROĞLU

**Dekan :** Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI

**ORDU-2021**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.



Dilara YILDIZ

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince varlığı ve bilgisi ile bana yol gösteren, iyi niyetini ve desteğini esirgemeyen, tezin her aşamasında büyük bir sabırla ve titizlikle yardımcı olan sevgili hocam ve değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ebru USLU CENDER'e,

Asistanlığım süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Serdar AKARSU'ya,

Tez sürecinde benden yardımlarını esirgemeyen değerli Doç. Dr. Doğu Ömür DEDE'ye, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Serkan KÜÇÜKEKENCİ'ye, Doç. Dr. Cennet Elçin SAĞIRKAYA'ya, ve Dr. Öğr. Üyesi Didem ODABAŞI'na,

Tüm destekleri için Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve Ordu Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarına,

Tüm destekleri için Karadeniz Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Aykut ÇANAKÇI ve Arş. Gör. Serdar ÖZKAYA'ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca tanımaktan ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, arkadaşlıkları ve destekleri ile her zaman yanımda olan değerli eş kıdemlilerim Dt. Sultan AKTUĞ KARADEMİR ve Dt. Tuğçe YILMAZ'a,

Tezimin hazırlanma sürecinde bana destek veren ve aynı çalışma ortamını paylaşmaktan keyif aldığım başta Dt. Leyla Kardelen DÖĞÜŞÇÜ ve Dt. Samet ATASOY olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma ve personelimize,

Hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bu günlere gelmeme vesile olan, dünyadaki en değerli varlıklarım canım annem Gülay YILDIZ, babam Kemal YILDIZ, her zaman iyi ki var dediğim değerli kardeşlerim Başak YILDIZ ve Ulaş YILDIZ'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## **ÖZET**

### **Yüzey Cilalarının Kompozit Rezinlerin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Renk Stabilitelerine Etkisi**

**Amaç:** Bu in vitro çalışmanın amacı, farklı cilalama yöntemlerinin, termal siklus uygulamasından sonra çeşitli kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Örneklem büyüklüğü hesaplaması sonucu her alt grup için 13 ve toplamda 156 (Power 0,86) örnek belirlendi. Clearfil Majesty Esthetic ES-2 Classic (Kuraray Noritake, ALMANYA), Ceram.x SphereTec one (Dentsply, Sirona, ALMANYA), Estelite Σ Quick (Tokuyama, JAPONYA), Tetric Evo Ceram (Ivoclar, Vivadent, ALMANYA) olmak üzere 4 adet kompozit kullanıldı. Hazırlanan örneklerle OptiDisc (Kerr, İSVİÇRE) uygulandı. Daha sonra her grupta kontrol grupları hariç diğer alt gruplara BisCover (Bisco Dental, ALMANYA) ve Optiglaze (GC, JAPONYA) yüzey cilaları uygulandı. Kompozit örneklerin termal siklus işleminden sonraki renk değerleri Vita Easysshade (Vita, ALMANYA) spektrofotometre ve yüzey pürüzlülükleri ise Perthometer M2 (Mahr, ALMANYA) profilometre cihazı kullanılarak ölçüldü.

Örnekler kahve içeren solüsyonda 7 gün bekletildi. Renk farklılık değerini elde etmek için renk ölçümleri ikinci kez aynı şekilde yapıldı.  $\Delta E$  değeri CIEDE2000 formülü ile hesaplandı.

**Bulgular:** Tetric Evo Ceram grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,0001$ ), Clearfil Majesty grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,006$ ,  $p=0,0001$ ), diğer kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric Evo Ceram kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Clearfil Majesty grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,008$ ,  $p=0,001$ ), Tetric Evo Ceram

grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Estelite Sigma Quick grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,002$ ), diğer kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

**Sonuçlar:** Çalışmamızın sınırları dahilinde, yüzey cila likitlerinin, geleneksel cilalama yöntemlerinden olan alüminyum oksit kaplı disklerle cilalama işlemine göre yüzey pürüzlülüğünü ve renklenmeyi azalttığı görülmüştür. Tüm ölçüm gruplarının  $\Delta E$  değerleri ile yüzey pürüzlülük değerleri arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gözlenmemiştir ( $r=0,254$   $p=0,001$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit Rezin, Renk stabilitesi, Yüzey pürüzlülüğü



**ABSTRACT**  
**EFFECT OF SEALANT AGENTS ON THE COLOR STABILITY AND**  
**SURFACE ROUGHNESS OF COMPOSITE RESINS**

**Aim:** The aim of this in vitro study is to evaluate the effects of different polishing methods on the surface roughness and color stability of various composites after thermocycling aging.

**Materials and Methods:** As a result of the sample size calculation, 13 samples for each subgroup and 156 (Power 0.86) samples in total were determined. 4 composites were used: Clearfil Majesty Esthetic ES-2 Classic (Kuraray Noritake Dental, GERMANY), Ceram.x SphereTec one (Dentsply Sirona, GERMANY), Estelite  $\Sigma$  Quick (Tokuyama, JAPAN), Tetric Evo Ceram (Ivoclar Vivadent, GERMANY). OptiDisc (Kerr, SWITZERLAND) was applied to the prepared samples. Then, BisCover (Bisco Dental, GERMANY) and Optiglaze (GC, JAPAN) surface polishes were applied to the subgroups except the control groups in each group. Color values of composite samples after thermocycling aging were measured by using Vita Easyshade (Vita, GERMANY) spectrophotometer and surface roughness by using Perthometer M2 (Mahr, GERMANY) profilometer device.

The samples were kept in the coffee-containing solution for 7 days. Color measurements were made in the same way for the second time to obtain the color difference value. The value of  $\Delta E$  was calculated with the formula CIEDE2000.

**Results:** The mean surface roughness of the Tetric Evo Ceram group was found to be statistically significantly higher than the Ceram.x SphereTec one and Estelite Sigma Quick groups ( $p = 0.0001$ ), the mean surface roughness of the Clearfil Majesty group was found to be statistically significantly higher than the Ceram.x SphereTec one and Estelite Sigma Quick groups ( $p = 0.006$ ,  $p = 0.0001$ ), no statistically significant difference was observed between the average surface roughness of the other composite groups ( $p > 0.05$ ). A statistically significant difference was observed between the mean  $\Delta E$  of the Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick and Tetric Evo Ceram composite groups ( $p = 0.0001$ ). The  $\Delta E$  averages of the Clearfil Majesty group were found to be statistically significantly higher than the Ceram.x SphereTec one and Estelite Sigma Quick groups ( $p = 0.008$ ,  $p = 0.001$ ), the mean  $\Delta E$  of the Tetric



Evo Ceram group were found to be statistically significantly higher than the Estelite Sigma Quick group ( $p = 0.002$ ). No statistically significant difference was observed between the mean  $\Delta E$  of the other composite groups ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Within the limits of our study, it has been observed that surface polish liquids reduce surface roughness and coloration compared to polishing with aluminum oxide coated discs, which is one of my traditional polishing methods. There was no statistically significant positive correlation between  $\Delta E$  values and surface roughness values of all measurement groups ( $r = 0.254$   $p = 0.001$ ).

**Keywords:** Composite Resin, Color stability, Surface roughness



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                              |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>TEZ BİLDİRİMİ.....</b>                                                                    | <b>I</b>    |
| <b>TEŞEKKÜR .....</b>                                                                        | <b>II</b>   |
| <b>ÖZET.....</b>                                                                             | <b>III</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                        | <b>V</b>    |
| <b>İÇİNDEKİLER .....</b>                                                                     | <b>VII</b>  |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>                                                                 | <b>X</b>    |
| <b>TABLOLAR DİZİNİ .....</b>                                                                 | <b>XII</b>  |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>                                                  | <b>XIII</b> |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                         | <b>1</b>    |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>                                                                | <b>2</b>    |
| 2.1. Kompozit Rezinlerin Gelişimi.....                                                       | 2           |
| 2.2. Kompozit Rezinlerin Yapısı.....                                                         | 3           |
| 2.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması .....                                             | 6           |
| 2.3.1. Doldurucu Büyüklüğüne Göre: .....                                                     | 6           |
| 2.3.2. Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Şekillerine Göre Sınıflandırılması.....            | 8           |
| 2.4. Farklı Özellikteki Kompozit Rezinler.....                                               | 9           |
| 2.5. Kompozit Restorasyonlarda Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri .....                         | 11          |
| 2.5.1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri.....                                                | 12          |
| 2.5.1.1. Alüminyum oksit.....                                                                | 12          |
| 2.5.1.2. Karbit Bileşikleri .....                                                            | 13          |
| 2.5.1.3. Elmas Aşındırıcılar .....                                                           | 13          |
| 2.5.1.4. Silikon Dioksit.....                                                                | 13          |
| 2.5.1.5. Zirkonyum Oksit .....                                                               | 13          |
| 2.5.1.6. Zirkonyum Silikat.....                                                              | 13          |
| 2.5.2. Aşındırıcılar ile hazırlanmış bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan aletler..... | 14          |
| 2.5.2.1. Elmas Bitirme Frezleri .....                                                        | 14          |
| 2.5.2.2. Karbit Bitirme Frezleri .....                                                       | 14          |
| 2.5.2.3. Taşlar .....                                                                        | 14          |
| 2.5.2.4. Cila Diskleri ve Şeritleri.....                                                     | 14          |
| 2.5.2.5. Lastikler.....                                                                      | 15          |

|           |                                                                               |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.2.6.  | Polisaj Patları.....                                                          | 16        |
| 2.5.2.7.  | Aşındırıcı Emdirilmiş Fırçalar ve Keçeler .....                               | 16        |
| 2.5.3.    | Glaze uygulaması (yüzey koruyucu cilalar) .....                               | 16        |
| 2.6.      | Kompozit Rezinlerde Gözlenen Renklenmeler .....                               | 16        |
| 2.7.      | Renk .....                                                                    | 18        |
| 2.8.      | Renk Sistemleri.....                                                          | 20        |
| 2.9.      | Diş Hekimliğinde Kullanılan Renk Ölçüm Yöntemleri .....                       | 24        |
| 2.9.1.    | Görsel Renk Ölçümü .....                                                      | 24        |
| 2.9.2.    | Spektrofotometre .....                                                        | 25        |
| 2.9.3.    | Kolorimetre.....                                                              | 26        |
| 2.9.4.    | Dijital Kameralar .....                                                       | 26        |
| 2.10.     | Yüzey Pürüzlülüğü.....                                                        | 27        |
| 2.10.1.   | Profilometreler .....                                                         | 27        |
| 2.10.2.   | Mekanik profilometreler .....                                                 | 28        |
| 2.10.3.   | Optik profilometreler .....                                                   | 28        |
| 2.10.4.   | Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM).....                                       | 28        |
| 2.10.5.   | Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM).....                                           | 29        |
| 2.11.     | Yaşlandırma .....                                                             | 29        |
| 2.11.1.   | Terma Siklus .....                                                            | 29        |
| <b>3.</b> | <b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>                                                   | <b>30</b> |
| 3.1.      | Gereçler .....                                                                | 31        |
| 3.1.1.    | Örneklem Boyutunun Belirlenmesi .....                                         | 31        |
| 3.1.2.    | Kullanılan Materyaller .....                                                  | 31        |
| 3.1.3.    | Bitirme ve Cila Sistemleri .....                                              | 37        |
| 3.2.      | Örneklerin hazırlanması .....                                                 | 38        |
| 3.2.1.    | Kompozit örneklerin başlangıç pürüzlülük ve renk ölçümleri .....              | 42        |
| 3.2.2.    | Kompozit örneklerin kahve içerisinde renklendirilmesi .....                   | 44        |
| 3.2.3.    | Kompozit örneklerin kahve solüsyonundan sonraki renk değişimi ölçümleri ..... | 44        |
| 3.3.      | Taramalı elektron mikroskopu görüntülerinin alınması .....                    | 45        |
| 3.4.      | İstatistiksel Analiz .....                                                    | 46        |
| <b>4.</b> | <b>BULGULAR.....</b>                                                          | <b>46</b> |
| <b>5.</b> | <b>TARTIŞMA.....</b>                                                          | <b>56</b> |
| <b>6.</b> | <b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                                 | <b>67</b> |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>KAYNAKLAR .....</b> | <b>69</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>86</b> |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Munsell renk sistemi .....                                   | 21 |
| Şekil 2.2. Cielab CIE Lab renk sistemi .....                            | 22 |
| Şekil 3.1. Clearfil Majesty ES-2 .....                                  | 33 |
| Şekil 3.2. Ceram.x SphereTec One .....                                  | 34 |
| Şekil 3.3. Estelite $\Sigma$ Quick .....                                | 34 |
| Şekil 3.4. Tetric EvoCeram .....                                        | 35 |
| Şekil 3.5. Optiglaze .....                                              | 36 |
| Şekil 3.6. BisCover .....                                               | 36 |
| Şekil 3.7. Tungsten karbid frez .....                                   | 37 |
| Şekil 3.8. OptiDisc .....                                               | 37 |
| Şekil 3.9. Nescafe Classic .....                                        | 38 |
| Şekil 3.10. Silikon kalıp .....                                         | 39 |
| Şekil 3.11. 3M ESPE Elipar ışık cihazı .....                            | 39 |
| Şekil 3.12. Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı .....     | 40 |
| Şekil 3.13. Kompozit örnekler .....                                     | 41 |
| Şekil 3.14. Etüv cihazı .....                                           | 41 |
| Şekil 3.15. Termal siklus .....                                         | 42 |
| Şekil 3.16. Profilometre cihazı .....                                   | 43 |
| Şekil 3.17. Spektrofotometre cihazı .....                               | 43 |
| Şekil 3.18. Kahve solüsyonunda renklenmiş örnekler .....                | 44 |
| Şekil 3.19. Sem analizi cihazı .....                                    | 45 |
| Şekil 4.1. SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Estelite Kontrol .....  | 48 |
| Şekil 4.2. SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Estelite BisCover ..... | 48 |

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.3.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Estelite Optiglaze .....                                                                                                  | 48 |
| <b>Şekil 4.4.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Tetric Kontrol .....                                                                                                      | 48 |
| <b>Şekil 4.5.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Tetric BisCover .....                                                                                                     | 48 |
| <b>Şekil 4.6.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Tetric Optiglaze .....                                                                                                    | 49 |
| <b>Şekil 4.7.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Ceram Kontrol .....                                                                                                       | 49 |
| <b>Şekil 4.8.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Ceram BisCover .....                                                                                                      | 49 |
| <b>Şekil 4.9.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Ceram Optiglaze .....                                                                                                     | 49 |
| <b>Şekil 4.10.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Majesty Kontrol .....                                                                                                    | 50 |
| <b>Şekil 4.11.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Majesty BisCover .....                                                                                                   | 50 |
| <b>Şekil 4.12.</b> SEM analizi (büyütme $\times$ 5000). Majesty Optiglaze .....                                                                                                  | 50 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit<br>rezin için yüzey pürüzlülüğü değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar) ..... | 51 |
| <b>Şekil 4.14.</b> Farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit<br>rezin için $\Delta E$ değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar) .....        | 55 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 3.1.</b> Kullanılan kompozit materyallerin özellikleri .....                                                                                                                           | 32 |
| <b>Tablo 3.2.</b> Kullanılan cila malzemeleri .....                                                                                                                                             | 33 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri ( $R_a$ ), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları ..... | 47 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Yüzey pürüzlülüğü karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları .....                                                                                           | 47 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelenmesi .....                                                                                                               | 51 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Kompozitlerin farklı cila sistemlerinden sonra renk değişim değerleri ( $\Delta E$ ), standart sapmaları (SS) .....                                                           | 53 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Renk değişimi karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları .....                                                                                               | 53 |
| <b>Tablo 4.6.</b> Cila gruplarının Tukey testi ikili karşılaştırmaları.....                                                                                                                     | 53 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelenmesi .....                                                                                                               | 54 |
| <b>Tablo 4.8</b> Pearson Korelasyon testi .....                                                                                                                                                 | 56 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

= : Eşittir

> : Büyüktür

< : Küçüktür

%: Yüzde

± : Artı, Eksi işareti

°C: Derece Santigrat

mm: Milimetre

nm: Nanometre

µm: Mikrometre

mW/cm<sup>2</sup>: Miliwatt / Santimetrekaare

LED: Light Emission Diode

Bis-GMA: Bisfenol A Glisidil Metakrilat

UDMA: Üretan Dimetakrilat

TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

Bis-EMA: Etoksile Bisfenol A Dimetakrilat

MMA: Metilmetakrilat

PMMA: Polimetilmetakrilat

THFMA: Tetrahidrofurfuril Metakrilat

HEMA: Hidroksietil Metakrilat

SEM: Tarama Elektron Mikroskobu

° K: Derece Kelvin

CIE: Commission Internationale de l'Eclairage

AFM: Atomik Kuvvet Mikroskobu

ΔE: Renk farkı değeri



**Ra:** Belirli bir ölçüm uzunluğunda tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalaması

**pH:** Asit-baz değeri

**PENTA:** Dipentaerythritol Penta-acrylate

**ml:** Mililitre

**dk:** Dakika

**SS:** Standart sapma



## 1. GİRİŞ

Kompozit rezinler ilk olarak 1960'ların başında akriliklere ve silikatlara göre daha üstün mekanik özelliklere, daha az ısıl genleşme katsayısına, daha düşük boyutsal değişime ve daha fazla aşınma direncine sahip malzemeler olarak geliştirilmişlerdir. Kompozit rezinler doldurucu tipi, doldurucunun dağılımı, doldurucunun ortalama parçacık boyutu ve malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Şu anda, yaygın olarak kullanılan kompozit rezinler için üç kategori önerilmiştir: mikrofil, mikro hibrid ve nanokompozit (nanofill veya nano hibrid rezin kompoziti). Nanofil, hem nanomerlerden hem de nano parçacıklardan oluşan kompozit rezindir; oysa nanohibrit, önceden polimerize edilmiş (PPF) formda nanofil ile hibrit bir rezin kompozittir (Sakaguchi Ronald, 2011).

Mikro hibrid kompozitler ve nanokompozitler hem ön hem de arka dişlerde kullanılmaktadır. Klinik koşullarda, restorasyonların ömrü, pürüzsüz bir yüzey sağlayan polisaj ve cila işlemleri ile ilgilidir. Herhangi bir estetik restorasyonda başarı için renk stabilitesi önemlidir; aslında, renk stabilitesindeki bir problem restorasyonların değiştirilmesinin ana nedenidir (Senawongse ve Pongprueksa, 2007).

Kompozit rezinlerin renk değişiminde ana faktör olarak, 0.2 µm üzeri yüzey pürüzlülüğü değerleri plak birikimi için bir risk faktörü olarak bildirilmiştir. Bu nedenle, restorasyonun pürüzsüz yüzeyinin korunması başarısında en önemli faktördür (Khalaj ve ark., 2018). Kompozitler için ideal polisaj materyali araştırması devam etmektedir. Yıllar boyunca elmas frezler, aşındırıcı diskler, elmas ve silikonlar, çok aşamalı sistemlerden, silikon karbür fırçalar içeren tek aşamalı polisaj sistemlerine kadar farklı yöntemler kullanılmıştır (Da Costa ve ark., 2007).

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü için çeşitli teknikler kullanılabilir. Kompozit rezin malzemelerde yüzey pürüzlülüğü üzerine yapılan araştırmalar optik ve taramalı elektron mikroskopisi gibi nitel yöntemler ve yüzey profili analizi gibi nicel yöntemler ile yapılmaktadır (Kakaboura ve ark., 2007).

Kompozit rezin restorasyonlarda renk stabilizasyonu sorunu anterior bölgedeki restorasyonların değiştirilmesinin ana nedenidir. Renk değişimi genellikle üç nedenden dolayı oluşur: 1) plak birikimine bağlı dış renklenme; 2) yüzey pürüzlülüğü ve renkli ajanların kompozit yüzeyine hafif nüfuz etmesi ile yüzeydeki değişiklikler; 3) Restorasyonun derin kısımlarında fizikokimyasal reaksiyonlara bağlı içsel renk değişimleri (Mundim ve ark., 2010).

Estetik restoratif materyallerin yüzey özellikleri kimyasallar maddelerden de etkilenir (Bagheri ve ark., 2007). Kompozit rezinlerin renk değişikliği, su absorpsiyonu, kimyasal reaktivite, diyet, ağız hijyeni ve restorasyonun yüzey pürüzsüzlüğü gibi birçok faktörle ilişkilidir (Berber ve ark., 2013).

Bu in vitro çalışmanın amacı, farklı cilalama yöntemlerinin, termal siklus uygulamasından sonra çeşitli kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Kompozit Resinlerin Gelişimi**

Diş hekimliğinde estetik restorasyonların uygulanması silikat simanlarla başlamıştır. Fosforik asit likidi ve alümina silika camından hazırlanan bu siman, 1878 yılında Fletcher tarafından geliştirilmiştir. Ağız sıvılarında çözünebilir yapıda olmasının ve pulpa üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra en önemli özelliği antikaryojenik olmasıdır. Çürüğe yatkınlığı fazla olan hastalar için önerilen silikat siman şimdilerde artık tercih edilmemektedir (Furuse ve ark., 2008). 1940'lı yıllarda kimyasal olarak polimerize olan akrilik rezinler, o döneme dek kullanılmakta olan silikat simanlara alternatif olarak geliştirilmiştir. İçerdikleri metilmetakrilat bileşikleri, kimyasal yolla polimerize olarak polimetilmetakrilat bileşiklerini oluşturur. Yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi, yüksek oranda termal genleşme, dişe bağlanamama, mikrosızıntı, bakteri penetrasyonu gibi dezavantajları nedeniyle bu dolgu materyalinin kullanıldığı dişlerde ikincil dentin çürükleri gözlenmiştir. Kompozit rezinlerin geliştirilmesi ile uygulama alanları sınırlanmıştır. Günümüzde geçici amaçlı kullanılan akrilik viner kronların tamirinde ve bazı protetik işlemlerde kullanılmaktadır (Dayangaç, 2011).

1960’larda Dr. Ray Bowen, doldurucu içermeyen akrilik rezinleri geliştirmek amacı ile mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanan, silika partikülleri ile güçlendirilmiş kimyasal yolla polimerize olan yeni bir materyal olan kompozit rezinleri tanıtılmıştır (Da Costa ve ark., 2007).

1970’lerde aşınmaya karşı dirençleri ve renk stabilizasyonları kimyasal olarak polimerize olan rezinlerden daha yüksek olan, ışıkla polimerize olan kompozit rezinler üretilmiştir. 1980’lerde ise posterior bölgede kullanılmak üzere geliştirilen ilk posterior kompozitlerin   retildiği gözlenmektedir (Hickel ve ark., 1998).

Hastaların estetik restorasyonlara ilgisinin giderek artması ve civa içeren alaşımlardan kaçınmaları nedeniyle 1990’lardan sonra dental kompozitlere talep artmıştır (Sabbagh ve ark., 2004). Ayrıca amalgamın   vreye olumsuz etkileri, estetik beklentileri karşılamaması ve adeziv kompozit rezinlere göre diş dokusunun daha fazla uzaklaştırılması gerekliliği kullanımını oldukça azaltmıştır (Vaderhobli, 2011).

Günümüzde nanokompozitler, aglomere olmamış ayrıık nanopartiküller, genellikle partikül boyutu bağlamında nanohibrit veya nanodolduruculu nanokompozit   retmek için kompozit rezinlerde homojen olarak dağıtılır. 100 nm’nin altındaki doldurucu tanecikleri ile karakterize edilen bu malzemeler, geleneksel mikro dolduruculu ve hibrit rezin esaslı kompozit sistemlere göre pek çok avantaj sağlayabilir. Bu sistemler pürüzsüzlük, cilalanabilirlik ve hassasiyet açısından birçok avantaj sağlayabilirler (Arora ve Kapoor, 2014).

## **2.2. Kompozit Resinlerin Yapısı**

Diş hekimliğinde kompozit rezinler; organik matriks, inorganik doldurucular ve ara fazdan (silan) oluşmaktadır. Işık (light cure), iki patın kimyasal olarak karışımı (otopolimerizan), kimyasal ve ışık ile (dual-cure) polimerize olan türleri vardır (Dayangaç, 2011).

Organik Matriks Fazı: Organik polimer matriks fazı, kompozit rezin materyalin kimyasal olarak aktive olan kısmıdır ve polimerizasyon işlemi sonunda polimere dönüşmektedir. Monomer sistem (monomerler ve ko-monomerler), polimerizasyon başlatıcılar, aktivatörler, polimerizasyon inhibitörleri ve ultraviyole stabilizat  rlerden oluşur (Broome ve ark., 2004).

Monomerler, polimerize olmamış restoratif materyalin akışkanlık özelliğini kazandırır. Sıklıkla kullanılan Bis-GMA (bisphenol A-glycidyl methacrylate) 'nın yanı sıra, kompozit rezinlerin bazılarında Bis-GMA'dan daha iyi adhezyon gösteren ve renk stabilizasyonu daha iyi olan UDMA (üretan dimetakrilat) kullanılmaktadır. UDMA'da BisGMA'ya ait yapının yerini izosiyanat grubu almıştır. Yüksek moleküler ağırlıklarından dolayı oldukça visköz olan bu iki monomer, alifatik yapıdaki düşük viskoziteli bir başka çift fonksiyonel komonomer olan TEGDMA (triötilen glikol dimetakrilat) veya MMA (metil metakrilat), EGDMA (etilen glikol dimetakrilat) ile dilüe edilirler (Dayangaç, 2011). TEGDMA, Bis-GMA gibi aynı şekilde iki ucunda da reaktif çift bağlara sahiptir ancak çift bağlarının daha kısa olması, büzülmesini %15 gibi bir orana yükseltmektedir. Bu nedenle Bis-GMA ile birlikte kullanıldığında vizkozitesi kontrol edilebilir ve büzülmesi %3-5 arasında yer alan bir kompozit rezin meydana gelmektedir (Oberholzer ve ark., 2005).

Organik polimer matriks fazı, kompozit rezin materyalin en güçsüz fazıdır, su emilimine neden olabileceğinden dolayı renklenebilir. Kompozit rezin materyalin inorganik doldurucu oranı arttırılarak daha dayanıklı kompozit rezinler üretilmiştir. Bis-EMA'nın (Etoksille bisfenol A dimetakrilat) su emilimini azaltmak için kullanıldığı bilinmektedir (Geissberger, 2010). Polimerizasyon reaksiyonunun ilk evresi olarak kabul edilen serbest radikallerin oluşumuna yol açan maddeler başlatıcı; polimerizasyon reaksiyonunu hızlandıran maddeler de aktivatör olarak adlandırılır. Reaksiyon başlatıcı ajan, kimyasal veya fiziksel başlatıcı yoluyla monomerlerle reaksiyona giren enerjisi yüksek serbest radikallerin oluşmasına ve bu sayede polimer zincirlerinin oluşmasını sağlar. Otopolimerizan kompozitlerde hızlandırıcı aromatik tersiyer aminler, aktivatör dibenzol peroksittir. Işıkla polimerize olan kompozitlerde kamforokinonlar başlatıcı olarak kullanılır. Kompozit rezinlerin kimyasal yollarla kendi kendine polimerizasyonuna engel olmak ve raf ömrünü uzatabilmek amacı ile organik matriks içerisine fenol türevi polimerizasyon inhibitörleri eklenir (Fontes ve ark., 2009).

Ara Faz(Bağlayıcı Faz): Kompozit rezinlerde yapısal bütünlük ve sağlamlığın sağlanması için, inorganik doldurucu partiküller ile organik polimer matriksin birbirine sıkıca bağlanmasını sağlayan organik silisyum bileşiği olan ara bağlayıcı ajana "silan" denir (Pu ve ark., 1997). Kompozit rezinlerde fazlar arasındaki

bağlantının sağlanması oldukça önemlidir. Günümüzde kompozitlerde silika partiküllerinin yüzeyi silan bağlama ajanlarının monomoleküler tabakası ile kaplanır. Çift fonksiyonlu olan silika partikülleri hidroksil gruplarına ve polimerizasyon esnasında metakrilat grubu ile rezin matrikse bağlanır (Bayne SC ve ark., 2002). Silan ajanları materyalin fiziksel özelliklerini güçlendirerek, hidrolitik dengeyi sağlar, su absorpsiyonunu azaltır (Dayangaç, 2011).

İnorganik Faz: Rezinin dış dokusuna benzer niteliklere sahip olabilmesi için polimer özelliklerini tamamlayan bu faz, doldurucu olarak matriks içerisine dağılmış farklı boyutlardaki cam partiküller, kuartz (kristalin silika), lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, yitrium cam, çinko, hidroksiapatit, borosilikat cam içerir. İnorganik doldurucuların yapısına stronsiyum, baryum, çinko ve silisyum gibi elementler ilave edilerek radyopak görüntü veren ve aşınmaya dirençli kompozit rezinler elde edilmiştir (Wilson ve ark., 2005).

Kuartz içeren kompozit rezinlerin bitirme ve cila işlemleri oldukça zor olduğu için son zamanlarda nonkristalin silikat cam partiküller içeren kompozit rezinler üretilmiştir. Doldurucular kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek, elastisite modülü değerlerini olumlu yönde geliştirmek, ısısal genleşme katsayısını ve su emilimini azaltmak amacıyla ilave edilmişlerdir. Daha küçük partiküller içeren doldurucu kullanımıyla aşınma direncinde artış sağlanırken su emilimi ve termal genleşme gibi konularda azalma elde edilir. Yüksek oranda doldurucu kullanımı ile polimerizasyon büzülmesinin azalması açısından avantaj sağlansa da akışkanlıkta azalma gibi sorunlar ortaya çıkar. Doldurucu yüzdesi hacimce veya ağırlıkça ifade edilir (Favarão ve ark., 2019). Silika yapıyı güçlendirir, ışığı yayar. Böylece kompozit materyaline mine dokusuna benzer yarı şeffaf bir görünüm sağlar (Dayangaç, 2000).

Kompozit rezinler inorganik faza sahip olmaları nedeni ile doldurucu içermeyen silikat ve akrilik restoratif materyallerden daha üstün fiziksel özellikler gösterirler. Üretici firmaların organik matriks, inorganik doldurucular ve bağlayıcı ajan üzerinde yaptıkları farklı çalışmalar sonucunda günümüzde kullanılan restoratif materyaller doldurucu miktarları ve boyutları açısından çeşitlilik göstermektedir (Dayangaç, 2000).

## **2.3. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması**

**2.3.1. Doldurucu Büyüklüğüne Göre:** İnorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre;

### **Megafil kompozitler**

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 50-100  $\mu\text{m}$  olan kompozit rezinler megafil kompozitler olarak sınıflandırılır (Dayangaç, 2000).

### **Makrofil kompozitler**

İnorganik doldurucu partiküller genellikle 1-10 $\mu\text{m}$  büyüklüğündedir, aralarında 10-100  $\mu\text{m}$  büyüklüğünde partiküller de bulunmaktadır. Makrofil ve midifil kompozitler, geleneksel kompozitler olarak da isimlendirilmektedir. Çiğneme kuvvetlerine karşı direnci az olan bu tür kompozitlerin arka grup dişlerde kullanımı sakıncalıdır (Dayangaç, 2000).

### **Minifil kompozitler**

Doldurucu partikül boyutu 0,1-1  $\mu\text{m}$  arasındadır. Minifil kompozitler inorganik doldurucu olarak genellikle ağır metal içeren cam içermektedirler ve bu sayede radyoopaktırlar. Ancak ağır metal cam doldurucular amorfoz silika ve quartza 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 KJ, 2003).

### **Mikrofil Kompozitler**

Mikrofil kompozitler iyi polisajlanabilmesi sayesinde ön bölgelerde üstün estetik özellikler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,04-0,4  $\mu\text{m}$ 'dir. Mikrofil kompozitlerin ilk geliştirilen halleri sınırlı miktarda doldurucu içermekteydi. Çünkü doldurucu partiküllerin yüzey alanının hacme oranı yüksek olduğu için bu durum viskozitenin artmasına yol açmaktaydı. Viskozitenin artmasını önlemek için önceden polimerize edilmiş mikrofil kompozit 1-20  $\mu\text{m}$  büyüklüğünde partiküller elde edilerek doldurucu olarak matrikse eklenmiştir. Böylece organik doldurucular olarak da adlandırılan bu partiküllerin miktarı artırılmış, partiküllerin matrikse kimyasal yolla bağlanmasıyla polimer matrikste çok

daha iyi özellikler gösteren alanlar oluşturulmuştur. Doldurucu partiküllerde modifikasyon yapılmış bu tür kompozit rezinlere “Heterojen Kompozitler” adı verilmiştir (Dayangaç, 2000).

### **Nanokompozitler**

Nanoteknoloji; moleküler nanoteknoloji veya molekül mühendisliği olarak da tanımlanmaktadır. Çeşitli kimyasal ve fiziksel yollarla 0,1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini içermektedir ( $1\text{nm}=1/1000\text{ }\mu\text{m}$ ). Mikrofil dolduruculu kompozit rezinler polisajlanabilirliklerinin iyi olması nedeniyle ön diş restorasyonlarında tercih edilirler; ancak çiğneme kuvvetleri karşısında dayanıklı olmadıklarından dolayı, posterior restorasyonlarda yetersizdirler. Bununla birlikte hibrit kompozitler, mikrofiller kadar iyi polisajlanamamasalarda çiğneme kuvvetlerine karşı daha iyi direnç sağlarlar. Resin bazlı kompozit teknolojisinin hedeflerinden biri; mikrofil kompozitlerin, yüksek parlaklık ve üstün polisajlanabilme özelliğiyle hibrit kompozitlerin aşınma direnci ve yüksek mekanik dayanım gibi olumlu özelliklerini bir arada bulunduran ve kullanım alanı sınırlaması olmaksızın tüm yüzeylerde uygulanabilen bir kompozit resin materyal geliştirmektir. Tüm bunlardan yola çıkarak önce nanomerler daha sonra da gelişmiş metakrilat ve ışıkla sertleşen nano kompozitler geliştirilmiştir (Mitra ve ark., 2003).

### **Hibrit kompozitler**

Hibrit kompozitler farklı büyüklükte doldurucu partiküller içerir. Partikül büyüklüğü makro partiküllü rezinlerden daha küçük, partikül miktarı ise mikro partiküllü rezinlerden daha fazladır. Bu kompozitlere “homojen kompozitler” adı da verilmektedir çünkü doldurucular, silanizasyon dışında farklı bir işlem uygulanmadan monomer matrikse katılmıştır. Hibrit kompozit türünün belirlenmesinde büyük partikülün ismi kullanılır. Doldurucu partiküller büyük partiküllerin arasına rastgele dağıtıldığı için yüzey pürüzsüzdür. Bu nedenle estetik açıdan önemli olan bölgelerde sınıf III, IV ve V kaviteelerde, kompozit veneerler de kullanımı önerilmektedir (Dayangaç, 2000).



### **2.3.2. Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Şekillerine Göre Sınıflandırılması**

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

#### **Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler**

Bu tür kompozit rezinler ikili pat olarak üretilmişlerdir. Birinci patta ana madde (base) ve polimerizasyonu başlatıcı benzoil peroksit bulunurken diğerinde aktivatör olarak polimerizasyonu hızlandıran organik amin bulunmaktadır. Patlardan eşit miktarlarda alınarak karıştırılır ve reaksiyon başlatılmış olur. Daha çok servikal lezyonlar, kök çürükleri ve Sınıf III restorasyonlarda kullanılmaktadır.

#### **Görünür ışıkla polimerize olan kompozit rezinler**

Işık ile aktive oldukları için tek pat sistemi ile üretilirler. 70'lerde ilk üretilen versiyonlar UV ışık ile polimerize ediliyordu. Ancak zamanla hekim ve hasta için zararlı olabileceği düşünülerek UV ışıktan vazgeçilmiştir. Yerine görünür ışık kullanılmaya başlanmıştır.

Polimerizasyon reaksiyonunu 400-500 nm dalga boyundaki mavi ışık başlatmaktadır. Bu sebeple rezinlerin yapısında bu ışığa duyarlı reaksiyon başlatıcı olarak ışık emici kamforakinon, durdurucu olarak etil benzoat ve hızlandırıcı olarak da alifatik amin bulunmaktadır. Işıkla polimerize olabilen rezinlerin üst kısımlarında serbest radikallerin O<sub>2</sub> ile reaksiyona girmesi sonucu oksijen inhibisyon tabakası oluşmaktadır.

#### **Dual-cure kompozitler**

Bu materyallerde kimyasal polimerizasyon hızı yavaştır. Bu yüzden yapıya ışıkla polimerize olabilen kısımlar eklenmiştir.

Polimerizasyonundan şüphe edilen bölgelerde, 2 mm'den kalın rezin uygulamalarında, post simantasyonu ve ışık iletiminin düşük olduğu uygulamalarda

başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Dayangaç B, 2011; Roberson TM ve ark., 2011; Sakaguchi RL ve ark., 2012).

## **2.4. Farklı Özellikteki Kompozit Rezinler**

### **Ormoserler**

Ormoserler kompozitlerin organik matriksinde yapısal değişiklikler ile 1998’de piyasaya sürülmüştür. Bu materyal çok fonksiyonlu ürethan ile tioeter oligo metakrilat alkoksilanın inorganik-organik kopolimeri oluşur. Ormoserlerin aşınmaya karşı direnci geleneksel kompozit rezinlerden fazladır. Ormoserlerin polimerizasyon büzülmesinin az olması, aşınmaya karşı dirençli olması, biyouyumlu bir materyal olması gibi birçok avantajı bulunmaktadır (Dayangaç, 2011).

### **Giomerler**

Hibrit kompozit materyaller olarak isimlendirilen giomerlerin yapısında stabil halde cam iyonomer üretmek için SPRG (ön reaksiyonlu cam iyonomer tozu) bulunmaktadır. Florür salma ve depolama özellikleri vardır ve dentin dokusunda remineralizasyonun gerçekleştiği in vitro çalışmalarda da belirtilmiştir (Fujimoto ve ark., 2010; Shimazu ve ark., 2011).

### **Siloranlar**

Siloranların geliştirilmesindeki nedenler kompozit rezinlerde karşılaşılan yetersizlikleri ortadan kaldırmak ve kompozit rezinlerin mekanik özelliklerini geliştirmek olarak sıralanabilir. Siloksan ve oksiran içeren, dimetakrilat monomerlerin serbest radikallerinin polimerizasyonu yerine siloranların halka açılımının gerçekleştirildiği hibrit monomer sistem olan siloran sistemleri piyasaya sürülmüştür (Weinmann ve ark., 2005). Bu materyaller, hidrofobik yapılarından dolayı dış faktörlere bağlı renklenmelere daha dirençlidirler (Palin ve ark., 2005). Bu özelliklere ek olarak azalmış su emilimi, çözünürlük ve difüzyon katsayısı sayesinde, geleneksel metakrilat esaslı kompozit rezinlerde sık rastlanılan kenar sızıntısı, kenar renklenmesi, ikincil çürük oluşumu, mikroçatlak, kaspal gerilim, tüberkül kırığı, post-operatif duyarlılık gibi klinik sorunların görülme riski büyük ölçüde engellenmiştir (Palin ve ark., 2005; Eick ve ark., 2007). Fakat geleneksel metakrilat esaslı kompozit rezinlere kıyasla hızlandırılmış yapay yaşlandırmadan sonra renk stabilitesinde daha yüksek

yüzeyde bir bozulma geçirdiği gösterilmiştir (De Carvalho Panzeri Pires De Souza ve ark., 2011).

### **Bulk-Fill Kompozit Rezinler**

Bulk-fill kompozit rezinlerin içeriğinde, ytterbiyum triflorid, baryum camı, karmaoksit, proakrilat, zirkonyum/silika partikülleri bulunmaktadır. Son dönemlerde piyasaya sürülen güncel bir nanohibrit kompozit türüdür. Diğer ışıkla sertleşen kompozit türlerinden farklı olarak bu materyalin 4 mm kalınlığında polimerize edilebildiği ifade edilmektedir. Tek tabaka (bulk) uygulanmasıyla çalışma süresi azaltılarak, hasta-hekim konforunun artırıldığı bilinmektedir. 4 mm derinliğinde kullanılabilen bu materyalin inorganik yapısında bulunan baryum ve ytterbiyum partikülleri radyoopasiteyi artırır ve ışık cihazının etkisinin derinlere ulaşabilmesini kolaylaştırır (Ilie ve ark., 2013; Mansouri & Zidan, 2018).

### **Self-Adeziv Kompozit Rezinler**

Günümüzde adeziv teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde, tedavi süresini kısaltarak hekim ve hasta memnuniyetini arttıran ve teknik hassasiyeti en aza indiren self-adeziv kompozit rezinler piyasaya sürülmüştür (Van Meerbeek ve ark., 2010; Van Meerbeek ve ark., 2011). Bu kompozit rezinlerin endikasyonları, küçük sınıf I ve V kaviteler, servikal lezyonlar ve porselen tamirleridir. Self-adeziv akışkan kompozit rezinlerin içinde, mine ve dentini pürüzlendirmeye yarayan fonksiyonel monomer GPDM (gliserofosfatdimetakrilat) ve çoğu adezivde bulunan dentinin ıslanabilirliğini ve rezin penetrasyonunu arttıran bir başka fonksiyonel monomer olan HEMA (hidroksietil metakrilat) bulunmaktadır (Ozel Bektas ve ark., 2013).

### **Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler**

Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler, matriks içerisinde fiber bulunan ve klinik kullanım alanı geniş olan materyallerdir (Waki ve ark., 2004). Bu materyaller dentin dokusunun stres absorbe etme özelliğini taklit ederek, büyük sınıf II restorasyonların direkt olarak restore edilmesine olanak sağlamıştır. Fiberlerin, restorasyonlardaki en önemli başarısızlık sebeplerinden biri olan kompozit rezin yapısındaki çatlak oluşumunu engellediği veya çatlak ilerlemesini durdurduğu belirtilmiştir (Fráter ve ark., 2014).

## 2.5. Kompozit Restorasyonlarda Yüzey Bitirme ve Cila İşlemleri

Kompozit restorasyonların klinik başarısını artırmak amacıyla piyasada farklı bitirme ve cila sistemleri yer almaktadır. Her yeni geliştirilen sistem ile hem pürüzsüz restorasyon yüzeyinin elde edilmesi hem de işlem basamaklarının azaltılarak uygulama süresinin kısaltılması ile klinik uygulamanın kolaylaştırılması amaçlanmaktadır (Korkmaz & Attar, 2011).

Kompozit restorasyonlarda bitirme işlemi, restorasyonun bitim sınırındaki düzensizliklerin ortadan kaldırılması, anatomik formun elde edilmesi amacıyla yapılan işlemdir. Cila işlemi, bitirme işlemi sonrasında restorasyonda oluşan küçük çiziklerin ve pürüzlülüğün giderilmesi ve mine benzeri bir yüzey elde edilmesi için uygulanan işlemdir (Attar, 2007; Jefferies, 2007).

Başarılı bitirme ve cila işlemi sonucunda restorasyon yüzeyinde oluşacak yüzey düzensizliklerinin, bakterilerin ortalama çapından daha küçük olması ve böylelikle bakteri adezyonunu engellemesi gerektiği bildirilmektedir (Korkmaz ve Attar, 2011). Bakterilerin tutunması bakımından kritik yüzey pürüzlülüğü değeri, 0,2 µm Ra olarak bildirilmiştir (C. S. Jones ve ark., 2004). Bitirme ve cila işlemlerinin neden gerekli olduğunun bilimsel ve klinik açıklaması şu şekildedir (Colin S. Jones ve ark., 2006):

- Restorasyon yüzeyindeki fazlalıkları uzaklaştırarak parlak ve düzgün marjinler elde etmek
- Pürüzlü yüzeylerin kırık riskini artırmasından dolayı, bu yüzeyleri ortadan kaldırarak kırık riskini azaltmak
- Düzgün yüzeyler elde ederek plak birikimi riskini azaltmak
- Yüzey kusurlarını en aza indirerek, yüzey bozulmalarını ve korozyon riskini azaltmak
- Yiyeceklerin cıllanan diş yüzeyi üzerindeki kayma hareketinin kolaylaşmasını sağlayarak, oral fonksiyon ve çiğneme hareketlerini geliştirmek
- Işığın doğala yakın yansıtılabilen daha estetik restorasyonlar elde etmek
- Karşit ve komşu dişte daha az aşınmaya neden olacak, düzgün yüzeyli restorasyon kontakları oluşturmak
- Düzgün bir yüzey elde ederek tüm oral hijyen kurallarının etkin bir şekilde uygulanmasına olanak sağlamak.

Bitirme ve cila işlemleri uygulanmamış pürüzlü restorasyon yüzeylerinde, plak birikiminde gözlenen artışa bağlı olarak sekonder çürük oluşumu, yüzey renklenmeleri meydana gelmektedir ( Schmidlin, 2004; Jefferies, 2007; Antonson ve ark., 2011). Pürüzsüz ve parlak bir restorasyon yüzeyi elde edilmesi, restorasyonun klinik başarısı için en önemli faktörlerden biridir (Schmidlin PR, 2004; Gedik ve ark., 2005; Saraç, 2006).

Kaba bitirme işleminde restorasyonun yüzeyine büyük grenli aşındırıcılar uygulanarak 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 (Anusavice ve Antonson, 2003; Dayangaç, 2011).

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 yüzeyde 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).

### **2.5.1. Aşındırıcı Tipleri ve Bileşimleri**

#### **2.5.1.1. Alüminyum oksit**

Alüminyum oksit diş hekimliğinde bağlı aşındırıcılar ve kaplı aşındırıcılar üretmek için kullanılır (Anusavice ve Antonson, 2003). 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).

Alüminyum oksitin ince partikülleri cila pastalarına karıştırılarak pek çok restorasyonda pürüzsüz ve cilalı yüzeyler üretmek için kullanılır (Jefferies, 2007).

#### **2.5.1.2. Karbit Bileşikleri**

Karbit bileşikleri; silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbit bileşiklerini içermektedir (Jefferies, 2007). 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).

#### **2.5.1.3. Elmas Aşındırıcılar**

Bilinen en aşındırıcı madde olan elmas şeffaf, renksiz ve karbondan oluşan bir mineraldir. Elmas aşındırıcılar; elmas aşındırıcı içeren dönen enstrümanlar, esnek metale bağlı elmas 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 bağılı 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).

#### **2.5.1.4. Silikon Dioksit**

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

#### **2.5.1.5. Zirkonyum Oksit**

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

#### **2.5.1.6. 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 patlarının yapımında kullanılır ( Anusavice ve Antonson, 2003).

## **2.5.2. Aşındırıcılar ile hazırlanmış bitirme ve polisaj işlemlerinde kullanılan aletler**

### **2.5.2.1. Elmas Bitirme Frezleri**

Çalışan yüzeylerine yerleştirilmiş endüstriyel elmas parçacıkları içerirler. Elmas bitirme frezleri üç parçadan oluşur; metal bir şaft, toz ya da partikül şeklinde elmas aşındırıcı ve bu aşındırıcıyı metal şafta bağlayan metal bağlantı materyali (Jefferies, 2007). Elmas bitirme frezleri her zaman su soğutması altında 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, aşındırıcı kaplı diskler, aşındırıcı içeren cila lastikleri ve zayıf aşındırıcı içeren cila patları gibi diğer bitirme ve cila enstrümanları kullanılmalıdır (Jefferies, 2007).

### **2.5.2.2. 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 marjine daha az zarar verirler (Jefferies, 2007).

### **2.5.2.3. Taşlar**

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).

### **2.5.2.4. 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 kullanımlıktırlar (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  $\mu\text{m}$ , ultra ve süper ince diskler için 7-8  $\mu\text{m}$  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 (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).

#### **2.5.2.5. Lastikler**

Lastikler ince veya çok ince aşındırıcı partiküllerin, yumuşak ve elastik bir matrikse (doğal veya sentetik lastiklere, silikon veya diğer sentetik elastik polimerlere) ilave edilmesiyle elde edilirler (Jefferies, 2007). Yumuşak oldukları için çabuk aşınırlar. Elmas bitirme frezlerinden sonra kullanımı önerilir. Alüminyum oksit içeren patlarla birlikte de kullanılabilirler. Bu lastiklerin çeşitli tipleri, aşındırıcı kaplanmış disklerin erişiminin sınırlı olduğu ön dişlerin lingual ve arka dişlerin okluzal yüzeylerinde kullanılabilmektedirler. Çeşitli boyutlarda olmak üzere tekerlek, silindir ve sivri uçlu şekilleri vardır (Dayangaç GB., 2011).

Lastiklerde kullanılan aşındırıcı tipleri silikon karbid, alüminyum oksit, elmas, silikon dioksit ve zirkonyum oksittir. Başlangıç bitirme ve anatomik şekil vermek için alüminyum oksit içerikli bitirme lastikleri ve ön polisaj işlemleri için silikon veya elmas içerikli polisaj lastikleri kullanışlı olmaktadır (Jefferies, 2007).



#### **2.5.2.6. Polisaj Patları**

En sık kullanılan zayıf aşındırıcı cila patları alüminyum oksit(alümina) ve elmas partikülleri içerir (Anusavice KJ., 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 kullanılmasının patın etkinliğini artırdığı gösterilmiştir (Jefferies, 2007).

#### **2.5.2.7. 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).

#### **2.5.3. Glaze uygulaması (yüzey koruyucu cilalar)**

Glaze işlemi, kompozitlerde mekanik yollarla yapılan polisaj işlemine alternatif bir işlemdir. Kimyasal yöntemlerle yapılan bir polisaj işlemi olarak da adlandırılmıştır. Glaze işleminde kullanılan ajanlar oksijen inhibisyon tabakasını önler ve düzgün bir yüzey oluşturabilmek için oksijen inhibisyon tabakasıyla reaksiyona girer. Oksijen inhibisyon tabakası toksik, kötü mekanik özellikte, düzensiz ve yapışkan bir tabakadır ve kompozitin şekillendirilmesinden önce muhakkak kaldırılmalıdır. Bu tabaka, kompozitin polimerizasyonu sırasında serbest radikallerin meydana gelmesi ve bu radikallerin havadaki oksijen ile birleşmesiyle oluşur. Glaze ajanları serbest radikalleri oksijenden önce yakalar. Uygulanan glaze'in film kalınlığı oluşturmaması, abrazyona olan direnci ve sertliği etkilememesi ve renk değişikliğine neden olmaması gerekmektedir. Polisaj işlemi kompozit rezinlerin en üst tabakası olan oksijen inhibisyon tabakasının kaldırılmasıyla başlar. Restorasyonların üzerine bitirme ve polisaj işlemlerinden zaman kazanma amacıyla sürülen glaze materyalleri ayrıca renk değişimini önlemesi, aşınma direncini artırması klasik polisaj işlemlerine göre daha pürüzsüz ve parlak yüzey sağlaması ve plak retansiyonunu azaltması gibi birçok

hedeflerle piyasaya sürülmektedirler. Glaze materyali olarak dental piyasaya sürülen ürünler genelde metil metakrilat (MMA) bazında bir çözücü içerirler. Bu ajanlar, yüzeylerinde inhibisyon tabakası oluşturarak sertleşirler.

Glaze materyali, klinikte bitmiş restorasyonun üzerine uygulanır. Restorasyon polisajlandıktan sonra uygulanabildikleri gibi zamandan tasarruf sağlamak amacıyla frezle fazlalıkları alınmış son şekli verilmiş restorasyonlara polisaj yapılmadan da uygulanabilirler. Bu ajanların dış-dolgu sınırında ve kompozit yüzeyinde oluşan mikroskobik pürüzlülüklere penetrasyonu ile kenar sızıntısı, renklenme ve plak oluşumunu bir ölçüde önlediği iddia edilmektedir (Williams ve ark., 1978; Bertrand ve ark., 2000).

## **2.6. Kompozit Rezinde Gözlenen Renklenmeler**

Renklenmeyi etkileyen faktörler; kompozit rezinin yapısı, su Emilimi, polimerizasyon yöntemi, uygulanan bitirme ve cila işlemleri, boyayıcı faktörlerin etkisi, yüzey sertliği, yüzey pürüzlülüğü, oral hijyendir (Congara Kıvrak ve Gokay, 2018). Kimyasal yolla ve ışık ile polimerize olan kompozit rezinlerin zaman içerisinde iç ve dış kaynaklı renklenmelere maruz kaldığı bildirilmiştir ve ışıkla sertleşen kompozit rezinler renklenmeden daha az etkilenmektedir (Burrow ve Makinson, 1991).

### **İç Renklenmeler**

Kompozit rezinlerin yapısı, doldurucu partiküllerin özellikleri, su Emilimi ve polimerizasyon derecesi gibi resin materyallerin kimyasal özellikleri ile ilişkilidir (Bansal ve ark., 2012). Kompozit rezinlerin renklenmeye yatkınlıkları resin matriksin su Emilimi ve hidrofilik yapısına bağlıdır. Eğer resin matriks su emiyorsa diğer renklendirici sıvıların da Emilimi gerçekleşebilmektedir (Bagheri ve ark., 2005).

Kompozit resin materyallerde su absorpsiyonu ve çözünürlüğün doldurucu oranıyla ilişkilidir. İnorganik partikül miktarı fazla olan materyallerde su absorpsiyonu düşüktür (Haluk ve ark., 2007; Boaro ve ark., 2013).

## **Dış Renklenmeler**

Dış renklenme; daha çok plak ve renk pigmentlerinin kompozit rezinin yüzeyine birikmesi sonucunda meydana gelmektedir (Mitra ve ark., 2003). Boyayıcı maddelerin yüzeyle kontaminasyonu sonucu absorpsiyon veya yüzeyde birikimi ile gerçekleşir (Um ve Ruyter, 1991). Dışsal renklenmeler, kötü oral hijyen, beslenme alışkanlıkları ve sigara tüketiminden kaynaklanabilir (Erdemir ve ark., 2012).

Estetik restorasyonların kalitesi büyük ölçüde kullanılan bitirme ve cilalama tekniklerinin doğruluğuna bağlıdır. İstenilen anatomiye elde etmek, pürüzlülüğü azaltmak için kullanılan bitirme ve cilalama prosedürleri, periodontal ve marjinal bütünlük ve aşınmanın azaltılması için de gereklidir. Cilalı yüzeyler plak birikimini, dişeti tahrişini, zayıf estetiği, yüzey renginin bozulmasını ve ikincil çürükleri en aza indirir. Kompozit rezin restorasyonların estetiğini ve uzun ömürlülüğünü belirlediği için pürüzsüz bir yüzey klinik olarak önemlidir (Hongstathavij ve Kuphasuk, 2017).

Kompozit materyallerde su emilimi olabildiği gibi, diğer sıvıların ve pigmentlerin emilimi de gerçekleşebilir ve bu da kompozitin renklenmesiyle sonuçlanır (Bagheri ve ark., 2005).

Kahve, çay gibi içeceklerde renklenme restoratif materyal yüzeyine absorpsiyon ya da adsorpsiyon ile meydana gelmektedir (Settembrini ve ark., 1995). Boyayıcı klorantlardan çayın sadece yüzeye absorbe olduğu, kahvede ise hem absorpsiyon hem de adsorpsiyon meydana geldiği bildirilmiştir. Nonpolar ve hidrofilik olan kahve klorantlarının yüzeye yapıştıktan sonra o bölgede sabit kaldığı, polar ve daha az hidrofilik olan çay klorantlarının ise daha sonra yüzeyden uzaklaştığı ve kahvedeki boyanmanın bu nedenle daha fazla olduğu rapor edilmiştir (Um ve Ruyter, 1991).

## **2.7. Renk**

Doğal diş dokusunu taklit edilirken mutlaka rengin bilimsel esaslarını da dikkate alınmalıdır. Aynı objelerin farklılaşmasını sağlayan görsel algılama ve gözlemcinin subjektif bir deneyimi olan renk, ışık enerjisi ile bir cismin fiziksel etkileşimine verilen yanıt olarak tanımlanmaktadır (Bayindir ve Wee, 2006). Bir iletici ortam, opak, saydam ve yarı saydam olmak üzere üç kategoriye ayrılır. Bu özellikler, belirli bir

malzemenin gelen ışığa nasıl tepki verdiğine bağlıdır. Materyal ışığın geçişine izin veriyorsa, buna şeffaf veya yarı-şeffaf denir. Materyal ışığın geçişine izin verdiğinde, opak kabul edilir (Villarroel ve ark., 2011).

Her ışık kaynağı, spektrum içerisindeki ışığın farklı miktardaki dalga boylarını içerdiği için ışık kaynağı rengin algılanmasını da etkilemektedir. Elektromanyetik spektrumun 380 nm'den 770 nm'ye kadar olan aralığı görünen spektrumdur ve görünür ışık spektrumu olarak tanımlanır, insan gözü ışığın sadece bu dalga boylarını algılar. Işık spektrumundaki üç temel renk kırmızı, yeşil ve mavi-menekşe iken, opak (ışık geçirmez) pigmentlerin temel renkleri kırmızı, sarı ve mavidir (Fondriest, 2003).

Restorasyonların farklı aydınlatma ortamlarına rağmen doğal dişle uyum göstermesi, aydınlatma koşullarının klinikte ve laboratuvarında standart olmasına bağlıdır. İdeal bir ışık kaynağı tüm renkleri kapsamalı, oda ışığının etkisini örtecek kadar yoğun olmalı, dişteki baskın renkleri olduğu kadar solgun renkleri de gösterebilmeli, niteliği ve niceliği değişmemeli, standart olmalıdır. Aydınlatma durumu ve çevresel faktörler renk seçiminde önemli rol oynamaktadır. Belirli bir ışık altında aynı renkte gibi algılanan cisimlerin başka ışık kaynakları altında farklı izlenebilmesi “metamerizm” olarak adlandırılır. Klinik ve laboratuvar arasında sağlanan standardizasyon metamerizmin etkilerini azaltır. Gün içindeki zaman, değişik mevsimler ve hava şartları ışığın rengini etkiler. Sabahın erken saatleri ve akşam, gün ışığı daha kırmızıdır. 5500° K renk sıcaklığındaki gün ışığının ideal ışık kaynağı olduğu düşünülmektedir. Böyle bir ışık beyaz ışığı meydana getirmek için gerekli olan bütün ana renkleri (kırmızı, yeşil, mavi) eşit miktarda içerir (Keyf ve ark., 2009).

CIE (International Commission on Illumination, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)'nin önerdiği sistemde; parlak ışık (A), direkt güneş ışığı (B) ve ortalama gün ışığı (C) şeklinde üç farklı standart aydınlatıcı kullanılmaktadır. Ancak B ve C tipi aydınlatıcılar, floresan materyallerin renk ölçümünde başarısız bulunarak 1964 yılında sisteme D (D65) tipi aydınlatıcılar eklenmiştir. Günümüzde halen bazı C tipi aydınlatıcılar kullanılsa da B tipi aydınlatıcılar kullanılmamaktadır (Paravina ve Powers, 2004). Halen kullanılan standart A tipi aydınlatıcı, ev tipi tipik tungsten aydınlatıcılardır ve 2856° K renk ısısına sahiptir. En sık kullanılan D tipi aydınlatıcılar D65 ve D50' dir. D50 aydınlatma koşulları 5000° K renk ısısına sahiptir ve yaklaşık

olarak az bulutlu fakat açık bir günde öğle vakti doğal gün ışığına yakındır (Anusavice, 2003). Renk ısı 6500 ° K olan D65 aydınlatıcı, ortalama gün ışığına karşılık gelir. Gün ışığında yapılan kolorimetrik ölçümlerin tümünde D65 aydınlatıcı kullanılmalıdır (RD Paravina ve Powers, 2004).

Rengin oluşması için bir uyarıcı, bu uyarıcıyı alan ve değerlendiren bir yapı gerekmektedir. Işık bir uyarıcı olarak cisme gelir, yansıyarak göze gider ve göz de bu uyarıyı beyindeki görme merkezine yollar (Sengez ve Dörter, 2019).

Yayıma, geçme ve yansıma ile göze ulaşan dalga boyları rod ve kon olarak adlandırılan retina üzerindeki algılayıcı hücreler tarafından algılanır. Rodlar göze ulaşan ışığın yoğunluğunu diğer bir ifadeyle rengin parlaklığını algılar, rengi algılama kabiliyetleri yoktur (RD Paravina ve Powers, 2004). Kon hücreleri ise rengi algırlarlar bu nedenle karanlıkta işlevlerini durdururlar ve görsel algılama bu hücrelerden sadece parlaklığı ve karanlığı algılayabilen rod hücrelerine geçer (Paravina ve Powers, 2004).

İnsan gözü üç farklı tip kon içerir ve bunlar yaklaşık olarak kırmızı, yeşil ve mavi renklerdeki dalga boylarına karşılık gelir. (Anusavice KJ., 2003). Renk algılamasının doğruluğu ise ışık tarafından uyarılan retinal alanın büyüklüğüne bağlıdır ve ışığın yoğunluğu, gözbebeğinin daralıp genişleme miktarını kontrol ederek, retinanın ışık gelen alanını belirlemektedir. Yaşlanma, ilaç kullanımı veya hastalıklar nedeniyle gözbebeğinin bu fonksiyonunda farklılıklar olabileceğinden rengin algılanması da değişebilmektedir. Gözün tek bir renk tarafından sürekli uyarılması da göz yorulması ve göz tepkisinin azalması ile sonuçlanır (Wozniak ve Moser, 1981).

## **2.8. Renk Sistemleri**

### **Munsell Renk Sistemi**

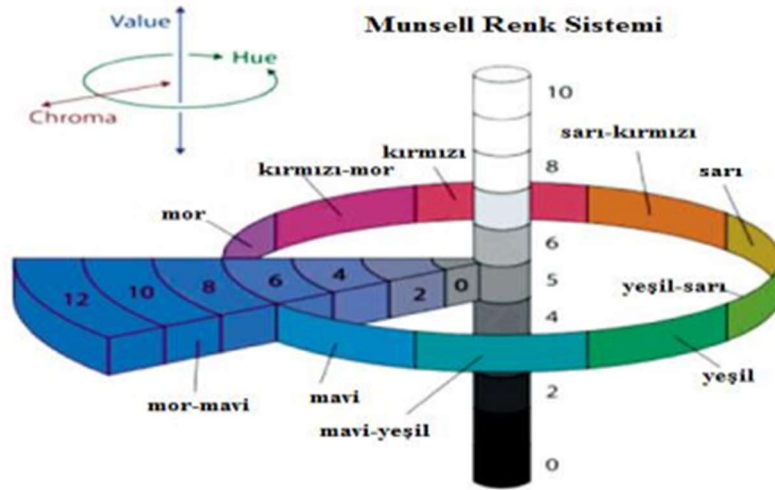
En çok kullanılan renk tanımlama sistemidir (Dayangaç, 2011; Sproull ve ark., 2001). Munsell renk sisteminde renkler, uzaysal olarak silindiriksel koordinatlar üzerinde gösterilmektedir (Şekil 2.1. ). Bu sistemdeki üç değişken hue, kroma ve valuedir (Keyf ve ark., 2009).

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

(Rosenstiel Stephen 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 ve ark., 2001). 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 değişir ve 0 gri ya da akromatik, 18 ise yüksek oranda doymuş rengi ifade eder (Sakaguchi ve Powers, 2002).

**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 griye sahip renkler daha az parlaktır ve daha koyu görünürler ancak daha az griye sahip renkler daha parlaktırlar (Fondriest, 2003). Value dış rengi belirlenmesindeki en önemli parametre olarak belirlenmiştir (Trakyalı, 2013).



Şekil 2.1. Munsell renk sistemi

### CIE Renk Sistemi

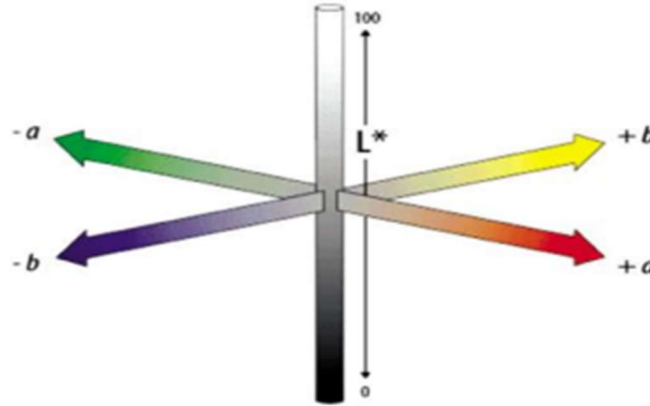
CIE -Commission Internationale de l'Eclairage (International Commission on Illumination) tarafından 1976 yılında tanımlanan CIE  $L^*a^*b^*$  renk sistemi rengin algılanması insan gözündeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) bağlıdır

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 2.2. ) ve bu üç eksenin kesişim noktası 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 hue ve kromayla 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 2.2. Cielab CIE Lab renk sistemi

CIE Lab sisteminde  $\Delta E$  değeri iki cisim arasında ölçülen renk farkını sayısal olarak belirten bir değerdir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir: (Seghi ve ark., 1986; Wozniak ve ark., 1993; 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 (W. M. ve E. C., 1989; Zhang ve ark., 2000; Schulze ve ark., 2003).

Gözün renk farklarını ayırt edebilme yeteneği materyalin açıklığına, doygunluğuna, tonuna bağlıdır. Açıklık farkı dolayısıyla oluşan renk farkını gözün algılaması güçken, ton farkı sebebiyle oluşan renk farkını daha kolay algılar. Dolayısıyla 2000 yılında uluslararası renk bilimciler tarafından CIE Lab formülündeki gibi tüm değişkenleri eşit değerlendirmek yerine gözün algısını daha çok etkileyen faktörün katsayısını ona göre belirleyerek kabul edilebilirliği ve algılabirliği daha uygun ve doğru biçimde saptayacak CIEDE 2000 formülü geliştirilmiştir ( Pérez ve ark., 2007; Ghinea ve ark., 2010).

CIEDE 2000 ile ton ve doygunluk için ağırlık düzenlemesi yapılmıştır. Ton değişikliği toplam renk değişikliğini açıklık ve doygunluktaki değişikliğe oranla daha çok etkilemektedir (Browning ve ark., 2009). CIE 2000 renk farkı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır ( Paravina ve ark., 2015).

$$\sqrt{\Delta E_{00}} = \left( (\Delta L' / K_{LSL})^2 + (\Delta C' / K_{CSC})^2 + (\Delta H' / K_{HSH})^2 + RT(\Delta C' / K_{CSC})^2 \times (\Delta H' / K_{HSH})^2 \right)^{1/2}$$

$$\Delta L = L_2' - L_1'$$

$$\Delta C = C_2' - C_1'$$

$$\Delta H = 2 \sqrt{C_1' C_2'} \sin(\Delta h' / 2)$$

CIEDE 2000 sistemine göre,  $\Delta L'$ ,  $\Delta C'$ ,  $\Delta H'$  numunelerin işlem öncesi ve sonrası açıklık, doygunluk ve renk ölçümleri arasındaki farkı; RT (rotasyon fonksiyonu) ise mavi alandaki doygunluk ve ton farkı arasındaki etkileşimi gösteren bir fonksiyondur ve dental renk uzayında 0'a yakın değeri vardır (Ghinea ve ark., 2010).

Ağırlıklandırma fonksiyonları SL, SC, SH,  $L'$ ,  $a'$ ,  $b'$  koordinatlarındaki renk farkı çiftlerinin yerindeki değişiklikler için toplam renk farkı ayarlamasını yaparken, KL, KC, KH parametre faktörleri ise deneysel koşullar için düzeltme terimleridir ve



Ghinea ve arkadaşlarının (Ghinea ve ark., 2010) çalışmasında 1 olarak alınmıştır. KL, KC, KH değerleri açıklık, doygunluk ve ton için sırasıyla doku, arka fon, ayraç vb. farklı görüntüleme parametrelerini ayarlamak için kullanılır. CIE Lab sistemi ve CIEDE 2000 sistemi ile yapılan renk eşleştirilmesi ya da ölçümü sonucu ortaya çıkan  $\Delta E$  değerlerinin insan gözü tarafından ne ölçüde algılanabildiği ve kabul edilebilirliği araştırılmıştır. CIE Lab algılanabilirlik eşiği  $\Delta E_{ab} = 1,2$  olarak bulunurken, kabul edilebilirlik eşiği  $\Delta E_{ab} = 2,7$  olarak tespit edilmiştir. Buna eşdeğer gelen CIEDE 2000 ( $\Delta E_{00}$ ) değerleri algılanabilirlik eşiği  $\Delta E_{00} = 0,8$  olarak bulunurken, kabul edilebilirlik eşiği  $\Delta E_{00} = 1,8$  olarak tespit edilmiştir (Paravina ve ark., 2015).

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

Renk uyumu estetik restoratif materyallerin en önemli karakteristik özelliklerinden biridir (Samra ve ark., 2008; Paravina ve ark., 2015). Estetik restoratif materyallerin gelişmesiyle birlikte restore edilecek dişlerle doğal dişlerin arasındaki renk uyumu önem kazanmıştır (Sim ve ark., 2001). Doğal dişlerle kabul edilemez bir renk farklılığının oluşması restorasyonların yenilenmesinin nedenlerinden 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 yöntemlerle yapılmaktadır (Paravina ve ark., 2006; Pusateri ve ark., 2007).

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

### **2.9.1. Görsel Renk Ölçümü**

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

Ancak görsel renk ölçümü subjektiftir (Culpepper, 1970) ve bu yöntemde hataya sebep olabilecek etkenler vardır. Bu etkenler;

- Ortam koşulları ; ortamın aydınlatması, ölçüm yapılacağı sırada ağız ortamının kuru ya da ıslak olması

- Renk skalalarındaki renklerin yetersiz olması ve kıyaslama yapılacak skalaların güvenilirliği

- Renk ölçümünü yapacak kişiye bağlı etmenler; Kişinin görme bozuklukları, psikososyal durumu, yaş, renk ayırt etme kusurları, aynı hekimde, kişide günün farklı zamanlarında yapılan ölçümlerde tutarsızlıklar olması olarak ifade edilebilir (Wee ve ark., 2002; Keyf ve ark., 2009).

### 2.9.2. Spektrofotometre

Renk seçimi yapılırken sıklıkla kullanılan ve fotometrik cihaz olan spektrofotometreler, görünen spektrum aralığında, 1-25 nm aralıklarla objeden yansıyan ışık enerjisinin miktarını ölçerler (Al-Boni ve Raja, 2010). Bir spektrofotometre optik radyasyon kaynağı, ışığı dağıtıcı ünite, ölçüm için optik bir sistem, bir dedektör ve elde edilen ışığı analiz edilebilecek bir uyarıya dönüştüren bir üniteden oluşmaktadır (Chu ve ark., 2010).

Spektrofotometrenin içinde bulunan bir prizma bir tungsten-flaman ampulden gelen beyaz ışığı 10 -20 nm dalga boyu genişliğindeki bir spektruma dönüştürür . Yüzey rengini ölçmek için kullanışlı cihazlardır (Kim-Pusateri ve ark., 2007). Başlangıçta çok pahalı, karmaşık olan spektrofotometreler günden güne gelişerek yaygın kullanılan renk değerlendirme aracı olmuştur ve duyarlılığı, sonucun tekrar edilebilirliği ve doğruluğundan dolayı birçok çalışmada diş rengini belirlemek için kullanılmıştır (Sproull, 1973).

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

Spektrofotometreler kalorimetrelere kıyasla daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptirler ve metamerizmden etkilenmezler (Pusateri ve ark., 2007; Heymann, 2011).

### 2.9.3. Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak cisimdeki renk verilerini analiz eden cihazdır (Paravina ve ark., 2014). Kolorimetreler insan gözünün algıladığı üç ana renk olan mavi, kırmızı ve yeşil renkler üzerinden ölçüm yapmaktadır. Kolorimetrelerin standart gözlemci gözünün spektral fonksiyonuna yakın renk filtreleri vardır.

Bu cihazlar üç uyaranlı x, y, z değerlerini veya CIE L, a\*, b\* değerlerini verirler. Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir (Paravina ve Powers, 2004). Matematiksel olarak analiz edilen bu değerler ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir.

Genel olarak kolorimetreler doğal dışların renk ölçümünde in vivo ve in vitro şartlarda kolay tekrarlanabilirdik gösterirler (Tung ve ark., 2002). Kolorimetre yalnızca düz yüzeylerde ölçüm yapabilir ve dar açıklığa sahip olan çeşitlerinde ölçüm yapılan cisimden cihaza ışığın yansımalarının tam dönmemesi (edge-loss) gibi dezavantajları vardır (Burgt ve ark., 1990).

### 2.9.4. Dijital Kameralar

Dijital kameraların kullanımı renk ölçümünde ve hekim ile laboratuvar iletişimde son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. Standart ışıklandırma koşulları altında güvenilir renk ölçümüne olanak tanır(Jarad ve ark., 2005). Kameranin bağlı olduğu bilgisayar elde edilen değerleri CIE Lab sisteminde ifade etmektedir (Wee ve ark., 2002; Turgut ve Bagis, 2011).

Dijital fotoğraflarla renk seçmenin kolay olması popüler olsa da alınan görüntünün kalitesi önemlidir. İstenilen görüntünün elde edilmesinde kameranin modeli, ortamın aydınlanma şartları, görüntünün boyutu, ilgili dışın morfolojisi belirleyici olmaktadır (Atat ve ark., 2011). Dijital renk tespiti, teknisyen ve hekim arasındaki iletişimi kolaylaştıracağı için spektrofotometre ya da kolorimetreler kullanılarak renk tespiti yapılmayacak ise, görsel yönteme yardımcı olarak dijital görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasının faydalı olacağı belirtilmektedir (Kurt ve ark., 2016).

## **2.10. Yüzey Pürüzlülüğü**

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin fiziksel özelliklerine ya da elde edilme yöntemine göre değişen yüzey düzensizlikleri olarak tanımlanabilir (Paravina ve ark., 2004).

Restorasyonların polisajlarının iyi yapılmamış olması (Mitra ve ark., 2003; Chung ve Yap, 2005), yüzey pürüzlülüğü, restorasyona plak birikimini çoğaltmakta, restorasyonun aşınmasını kolaylaştırmakta, parlaklığını azaltmaktadır (Tanoue ve ark., 2000). Dental materyallerin görünümünün estetik olabilmesi için düzgün bir yüzey oluşturmak önemlidir. Aynı zamanda bu görünümün sürekliliği de önemlidir. Parlak yüzey plak akümülyasyonunu önler. Parlak ve düzgün yüzey ile elde edilen düşük sürtünme oranları sonucu materyalin aşınma miktarı da azalır (Kakaboura ve ark., 2007). Böylece dental materyalin klinik başarısı artar. Ağız ortamında çözünmeye uğrayan materyalin yüzey pürüzlülüğü de artar (Yanikoğlu ve ark., 2009).

Bitirme ve cila işlemlerinin temel amacı da restorasyona iyi bir kontör, iyi bir okluzyon, sağlıklı embraur ve düzgün bir yüzey kazandırmaktır (Türkün ve Türkün, 2004). Ayrıca yüzeyin düzgün olması sürtünme katsayısını azalttığından sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azaltarak klinik performansı arttırabileceği bildirilmiştir (Race ve ark., 2002). Bunun yanında pürüzlü yüzeyler kırılmaya daha eğilimli olduklarından yüzey düzgünlüğünün sağlanması ile kırılma riskinin de azalabileceği rapor edilmiştir.

Yaklaşık 0,2 mm altındaki yüzey pürüzlülüğü kabul edilebilir yüzey pürüzlülük özelliği olarak belirlenmiştir. Bu pürüzlülük seviyesi ile restorasyon yüzeyine bakteri tutulumu azalır (Antonson ve ark., 2011).

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif ve yüzey profili analizi (profilometre) gibi kantitatif metodlar kullanılır. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Gadegaard, 2006).

### **2.10.1. Profilometreler**

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tiptedir. Her iki metod da nicel ölçümler yapmaktadır (Joniot ve ark., 2006).

### **2.10.2. Mekanik profilometreler**

Örnek yüzeyi üzerinde gezdirilen elmas tarayıcı uç elde edilen yüzey pürüzlülüğü bulgularını kaydeder. Tarayıcı uç X eksenini boyunca hareket ederek dikey eksenindeki yükseklik farklarını hesaplar. Bu nedenle çalışılan yüzeyin paralelliğinden emin olunmalıdır (Bani ve ark., 2013; Joniot ve ark., 2006). Yüzeylerin profilometre ile incelenmesinde Ra, Rz, Rpm gibi birçok parametre kullanılır. Ra değeri yüzeyin ortalama pürüzlülüğünü, Rz değeri art arda gelen beş yüzeydeki en yüksek sivri uçların ortalamalarını, Rpm değeri ise art arda gelen beş yüzeydeki en derin noktaların ortalamalarını ifade eder (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).

Mekanik profilometreler ile yapılan ölçümlerde örneklere herhangi bir ön işlem yapılmadığı için tekrar kullanılabilir (Tamam, 2014).

### **2.10.3. Optik profilometreler**

Optik profilometreler üç-boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Temassız, optik ışınla tarama yapmaktadır (Joniot ve ark., 2006). Cihaz yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçüm yapmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 µm'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (Joniot ve ark., 2006).

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

SEM' de görüntü alma işlemi yüksek hızda hızlandırılan elektronların incelenecek örnek yüzeyine gönderilmesi esasına dayanır (Ergün ve Yenisey, 2006). SEM bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve düzensizliklerin incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak yüzey topografisinin tanımlanmasında üçboyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir (Kakaboura ve ark., 2007).

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

AFM'nin çalışma prensibinde, örnek yüzeyi çok ince bir sivri uç yardımıyla taranır (Gadegaard, 2006). Sabit kuvvet modu, yüzey topografyasını kaydetmede ve yüzeylerin sürtünme özellikleri hakkında bilgi verme konusunda yararlıdır (Karan ve ark., 2010). AFM'nin konvansiyonel tekniklere göre 3 boyutlu ölçüm yapması, örneklerle özel bir işlem (kaplama vb) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Ancak tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarıdır (Jandt, 2001).

### **2.11. Yaşlandırma**

Işık, nem, sıcaklık ve/veya kuvvet uygulayarak, kapalı ortamda veya dışarıda, materyallerin dayanıklılığını ölçmek için uygulanan bir test türüdür (Hekimoğlu ve ark., 2000).

#### **2.11.1. Terma Siklus**

Ağız ortamındaki ısı ve pH değişimi dental materyaller üzerinde sürekli bir etkiye sahiptir. Yemek, içmek ve nefes almak gibi fizyolojik fonksiyonlar ağız içinde farklı ısı değişikliklerine sebep olur. Örneğin buzlu bir suyun ısısı 0 °C'ye yakınken, sıcak bir çay ya da çorbanın ısısı 60 °C'ye ulaşabilir (Geis-Gerstorfer, 1994; Gale ve Darvell, 1999).

Termal siklusun geçerliliği için sıcaklık, bekletme süresi ve siklus sayısı olmak üzere üç önemli faktör ortaya çıkmaktadır (Morresi ve ark., 2014). ISO 11405 (1994) standartlarına göre uygulanan sıcaklık 5-55 0C'dir ve birçok araştırmacı tarafından in-vivo şartların simülasyonu için kabul görmüştür (Gale ve Darvell, 1999; Morresi ve ark., 2014). Yaklaşık 10000 termal siklusun 1 yıllık klinik kullanım süresine denk geldiği belirtilmiştir (Gale ve Darvell, 1999). Su banyoları arasındaki transfer süresi, yapılan araştırmalarda 3 saniyeden 15 saniyeye kadar değişmektedir. Daha kısa sürede olan transferlerin ağız içindeki ani sıcaklık değişimlerini daha iyi taklit edeceği bildirilmektedir (Ernst ve ark., 2004).

Termal siklusla yapay yaşlandırmanın etkisi iki şekilde olabilir: Sıcak su kollajenlerin hidrolizini hızlandırabilir ve polimerizasyonu yetersiz olan rezin

oligomerlerin açığa çıkmasına yol açabilir. İkinci olarak da, restoratif materyallerin termal genleşme ve büzülme streslerine neden olabilir. Bu stresler sonucunda bağlanan ara yüzler boyunca çatlaklar oluşabilir ve restorasyonun kenar bütünlüğü bozularak ağız sıvılarının bu çatlaklara girmesi kaçınılmaz olur. Bu olaya “ perlokasyon” denir (De Munck ve ark., 2005).

Bu çalışmanın birinci sıfır hipotezi; çalışmada kullanılan kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerinde farklı yüzey cila uygulamalarının bir fark oluşturmayacağıdır. İkinci sıfır hipotezi ise yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi açısından kompozit rezinler arasında fark olmayacağıdır.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

Bu in vitro çalışmanın amacı, farklı cilalama yöntemlerinin, termal siklus uygulamasından sonra çeşitli kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Örneklerin renk değişim ölçümü işlemleri Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde, yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü’nde, termal siklus uygulaması Esetron Smart Robotechnologies Ankara firmasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: B-2003)

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra Shapiro – Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin işlem öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında eşleştirilmiş t testi, gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

### **3.1. Gereçler**

#### **3.1.1. Örneklem Boyutunun Belirlenmesi**

Çalışmada yapılacak olan istatistik analizlerin istenilen güç değerine ulaşmasını garanti etmek amacıyla G\*Power 3.1 programı kullanılarak Power analizi yapılmış ve gerekli olan minimum örneklem genişliği hesaplanmıştır. Örneklem büyüklüğü her alt grupta eşit olmak üzere 13'er örnek olması planlanmış ve toplam örneklem büyüklüğü 156 olarak belirlenmiştir.

#### **3.1.2. Kullanılan Materyaller**

Bu çalışmada dört farklı kompozitin, iki farklı cila sistemi kullanılmasından sonra oluşan renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir. Çalışmada kullanılan kompozit materyalleri tablo 3.1'de, cila malzemeleri ise tablo 3.2'de gösterilmiştir. Renklendirici solüsyon olarak kahve (Nescafe Classic, Türkiye) kullanılmıştır. Tüm materyaller üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır.



Tablo 3.1: Kullanılan kompozit materyallerin özellikleri

| Materyal                     | Üretici                 | Türü         | Matrix                                                                                                                                                                                     | Doldurucu boyutu, oranı, tipi                                                                                             | Lot No     |
|------------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Clearfil Majesty ES-2</b> | Kuraray Noritake Dental | Nanohibrit   | Bis-GMA (%5-15)<br>Hidrofbik aromatik dimetakrilat<br>Hidrofbik alifatik dimetakrilat                                                                                                      | 0.37 –1.5 µm<br>Ağırlık %78<br>Hacim %40<br>Prepolimerize doldurucu<br>Silanlanmış baryum camı                            | E2754      |
| <b>Ceram.x SphereTec One</b> | Dentsply Sirona         | Nano seramik | Metakrilatla modifiye polisiloksan (%10-25)<br>Dimetakrilat<br>Etoksile bisfenol A dimetakrilat<br>(Bis-EMA)<br>Etil-4(dimetilamino)benzoat<br>Bis(4-metil-fenil)iodonyum heksaflorofosfat | 0,6µm<br>Ağırlık %72-73<br>Hacim %48-50<br>Prepolimerize doldurucu<br>İterbiyumflorid<br>Baryum-alüminyum-borosilikat cam | 1807000087 |
| <b>Estelite Quick</b>        | Σ Tokuyama              | Nanofil      | Bis-GMA( %10-30)<br>TEGDMA( %5-10)                                                                                                                                                         | 0,1-0,3 um<br>Ağırlık %82<br>Hacim %71<br>Silika zirkonyum                                                                | E2754      |
| <b>Tetric EvoCeram</b>       | Ivoclar Vivadent        | Nanohibrit   | Bis-GMA (%2,5-10)<br>UDMA (%2,5-10)<br>Bis-EMA (%2,5-10)                                                                                                                                   | 0.55 mm<br>Ağırlık % 75-76<br>Hacim %53-55<br>Prepolimerize doldurucu<br>İterbiyumTrifluoride,<br>Baryum cam              | W04307     |

Bis-GMA, bisphenol-A-glycidylmethacrylate; Bis-EMA, bisphenol-A-ethoxylate glycidyl methacrylate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate; UDMA, urethane dimethacrylate.

Tablo 3.2: Kullanılan cila malzemeleri

| Materyal         | Üretici   | İçerik                                                       | Lot No     |
|------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|------------|
| OPTIGLAZE™ Color | GC Corp   | PMMA, MMA, titanyumdioksit, photoinitiator, silika doldurucu | 1907291    |
| BisCover LV      | Bisco Inc | PENTA, ethanol                                               | 1900004149 |

PMMA, poly methyl methacrylate; PENTA, dipentaerythritol penta-acrylate; MMA, methyl methacrylate.

### Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray Noritake Dental Inc.)

Clearfil Majesty ES-2, hem anterior hem de posterior restorasyonlar için ideal, ışıkla polimerize olan, radyoopak, nano hibrid bir restoratif materyaldir. Organik matriksini Bis-GMA (%5-15), hidroforik aromatik dimetakrilat, hidroforik alifatik dimetakrilat oluştururken, inorganik doldurucu olarak prepolimerize doldurucu, silanlanmış baryum camı partikülleri yer almaktadır. İnorganik doldurucu boyutu 0,37-1,5 µm. şeklindedir. Bu kompozit ağırlıkça %78, hacimce %40 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Halojen lamba ile 400-700 mW/cm<sup>2</sup> ışık gücünde 20 saniyede polimerize olmaktadır (şekil 3.1) (Kuraray Noritake, 2020).



Şekil 3.1. Clearfil Majesty ES-2

### Ceram.x SphereTec One (Dentsply Sirona)

Ceram-x SphereTec One; direk restorasyonlar için tasarlanmış ışık ile polimerize olan radyo opak, ‘SphereTEC™ filler technology’ sahip nano seramik bir kompozittir. Organik matriksini metakrilat modifiye polisiloksan, dimetakrilat rezin (% 10-25) ve Bis-EMA (Etoksile bisfenol A dimetakrilat) yer alırken, inorganik

doldurucu olarak prepolimerize doldurucu, baryum alimünyum borosilikat cam ve iterbiyum flüoride partikülleri yer almaktadır. İnorganik doldurucu boyutu 0,6 µm. şeklindedir. Bu kompozit ağırlıkça %72-73, hacimce %48-50 oranında inorganik doldurucu içermektedir. Minimum ışınım 500 mW/cm<sup>2</sup> ve 800 mW/cm<sup>2</sup> arasında kompozit 20 saniyede sertleştirmektedir (şekil 3.2) (Dentsply Sirona, 2020).



Şekil 3.2. Ceram.x SphereTec One

### **Estelite Σ Quick (Tokuyama)**

Estelite bukalemun efektine sahip, radyopak, her biri 0,2 nanometreden küçük simetrik dizilmiş partiküllerden oluşan supra-nano boyutta doldurucuya sahip nanofil bir kompozittir. Ağırlık olarak %82 ve hacim olarak %71 doldurucu oranına sahiptir. Polimerizasyon büzülmesi %1,3 ile minimize edilmiştir. Monomer matrixi Bis-GMA (%10-30) ve TEGDMA (%5-10) içermektedir. Doldurucusu silika-zirkonyum içerir. Partikül büyüklüğü 0,1-0,3 µm arasındadır (şekil 3.3) (Tokuyama Dental, 2021).



Şekil 3.3. Estelite Σ Quick

### **Tetric EvoCeram (Ivoclar Vivadent)**

Tetric EvoCeram direkt restorasyonlarda kullanılan, ışıkla sertleşen, radyoopak bir nanohibrit kompozittir. Tetric EvoCeram 400–500 nm dalga boyunda ışık ile sertleşir. Monomer matriksi Bis-GMA (%2,5-10), UDMA(%2,5-10), ve Bis-EMA (%2,5-10)' dan oluşur. İnorganik doldurucu olarak prepolimerize doldurucu, baryum camı, iterbiyum triflorür, karışık oksit ve kopolimerden oluşur (ağırlıkça %82–83). Toplam inorganik doldurucu içeriği, ağırlık yüzdesi cinsinden % 75–76 veya hacim yüzdesi cinsinden % 53–55 oranındadır. İnorganik dolgu maddelerinin parçacık büyüklüğü 0,55 µm şeklindedir (şekil 3.4) (Ivoclar Vivadent, 2021).



Şekil 3.4. Tetric EvoCeram

### **Optiglaze™ Color (GC)**

Kompozitlerle yapılan restorasyonlarda yüzey düzgünlüğünü sağlamak ve aşınmaya karşı direnç elde etmek için kullanılır. PMMA, MMA, titanyumdioksit, silika doldurucu ve foto başlatıcı içerir . Optiglaze materyalinin polimerizasyonunu engellediği için oksijen inhibisyon tabakası kaldırılmalıdır. Fırçayla kompozit diskler üzerine ince bir tabaka şeklinde uygulanmıştır. Hava spreyi ile seyreltilmemiştir. Led ışık cihazı (3M ESPE) ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda ışık cihazının ucu yüzeye mümkün olduğunca yakın tutularak 40 saniye ışınlanmıştır (şekil 3.5) (GC, 2021).



Şekil 3.5. Optiglaze

### **BisCover LV (Bisco Inc)**

BisCover LV, pürüzsüz cilalı bir yüzey elde etmek için kullanılan, düşük viskoziteli, ışıkla sertleşen bir resin formülasyonudur. Dipentaerythritol penta-acrylate (PENTA), ethanol içerir. BisCover LV, oksijenle inhibe edilmiş katman olmadan uygulanır. Kompozit disk örnekler 15 saniye süreyle UNI-ETCH ( %32 fosforik asit) uygulandı, yıkandı, kurulandı. İnce bir kat BisCover LV fırçayla tek yönde yumuşak bir hareketle uygulandı. Uygulamadan sonra solventin buharlaşması için 15 saniye hava uygulanmadan beklenildi. Led (3M ESPE) ışık kaynağı ile 30 saniye örneğe yakın bir şekilde polimerize edildi (şekil 3.6) (BISCO, 2021).



Şekil 3.6. Biscover LV

### 3.1.3. Bitirme ve Cila Sistemleri

Çalışmada 2 farklı (OPTIGLAZE™ Color, BisCover LV) cila sistemi kullanıldı. Bitirme işlemleri; tungsten karpit frezle örneklerin düzeltilmesi ve ardından alüminyum oksit partikülleri içeren OptiDisc (Kerr) ile yapılmıştır (şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tungsten karbid frez

#### OptiDisc bitirme ve cila seti (Kerr, İsviçre)

OptiDisc bitirme ve cila seti 4 farklı alüminyum oksit kaplı diskten oluşur. OptiDisc disklerinin renkleri gren sıralaması dikkate alınarak kodlanarak kullanım kolaylığı sağlamıştır. Mandren ile kullanılan disklerin kaba bitirme için olanı kaba grenli (80  $\mu$ m) diskleridir. Konturlama için orta grenli (40  $\mu$ m) diskleri kullanılır. Bitirme için ince grenli diskleri (20  $\mu$ m) kullanılır. Cila için süper ince grenli (10  $\mu$ m) diskleri kullanılır. Disklerin kaba, orta, ince, süper ince çeşitleri 10 000-20 000 rpm hızda kullanılır (şekil 3.8)



Şekil 3.8. OptiDisc

### Kompozit örneklerin renklendirilmesinde kullanılan kahve

Nescafe Classic, %100 doğal kahve çekirdeklerinden üretilmiş çözülebilir kahve içermektedir. Nescafe Classic hazırlanışı; 2 gram kahve üzerine kaynatılıp 1 dk bekletilmiş 200 ml su ilave edilmesi ile hazırlanmaktadır (şekil 3.9).



Şekil 3.9. Nescafe Classic

### 3.2. Örneklerin hazırlanması

Çalışmada her grup için 13 adet olmak üzere toplam 156 adet örnek oluşturuldu. Kompozit örnekler için 10x2 mm boyutunda silikon kalıp kullanıldı (şekil 3.10). Örneklerin hazırlanmasında 10×2 boyutunda silikon kalıp kullanılmıştır. Kompozit materyaller ağız spatülü ile silikon üzerindeki boşluğa taşınıp üzerine mylar strip (Hawe Stopstrip, KerrHawe) ve 1 mm kalınlığında cam (lamel) konuldu. Led ışık cihazı (3M ESPE ELİPAR S10, 1200 mW/cm<sup>2</sup>) üretici firma önerileri doğrultusunda 20 sn. kullanıldı (şekil 3.11).

Işık cihazı cam lamele temas edecek şekilde tutularak polimerize edildi. Hazırlanan örnekler OptiDisc™ sistemi uygulandı. Daha sonra kontrol grupları hariç diğer alt gruplara BisCover (Bisco dental) ve Optiglaze (GC) yüzey cilaları uygulanmıştır.





Şekil 3.10. Silikon kalıp

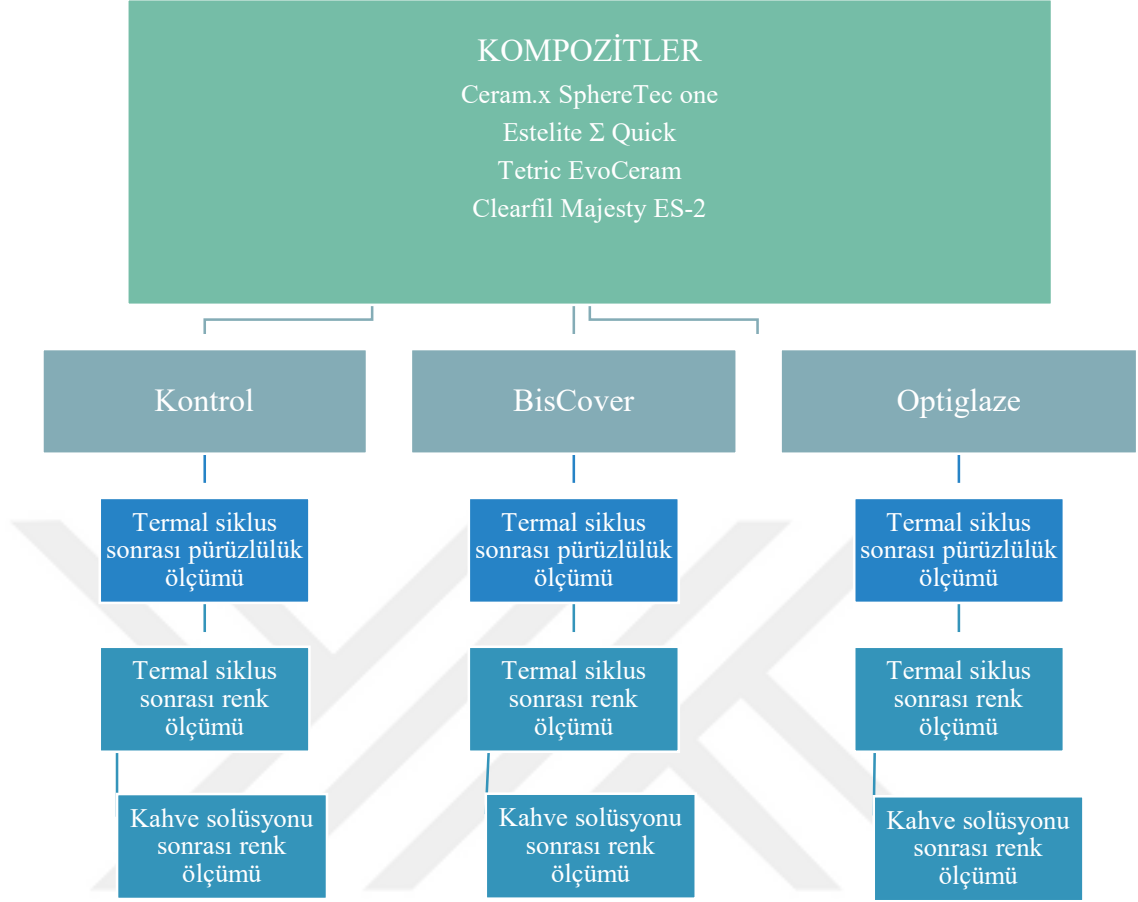


Şekil 3.11. 3M ESPE Elipar ışıık cihazı

### **Kompozit grupların hazırlanması**

Çalışmada her kompozitten 39 adet hazırlandı. Kompozit örnekler farklı yüzey cila işlemleri için kendi içerisinde rastgele 3 alt gruba (OPTIGLAZE™ Color, BisCover LV ve kontrol) ayrıldı. Her grupta 13 adet (n:13) örnek planlandı. Dede ve ark.'nın (Dede ve ark., 2016) çalışmalarına benzer olarak Şekil 3.12 plan dahilinde termal siklus uygulaması, yüzey pürüzlülük analizi ve renk değişim analizleri yapıldı. Farklı yüzey işlemlerinden sonra her gruptan 1 adet olmak üzere toplam 12 adet örnek taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi için kullanıldı.





Şekil 3.12. : Kompozit grupların oluşturulması ve çalışma planı

### Kompozit örneklerin bitim ve cila işlemleri

Tüm gruplardaki örnekler 16 bıçaklı tungsten karbid frezle bitirildi ve ardından her disk için 15 saniye süreyle ile kaba, orta, ince ve çok ince alüminyum oksit disklerle (OptiDisc; Kerr) parlatıldı.

BisCover cila ajanı uygulamadan önce kompozit örnek yüzeyine 15 saniye süreyle %32'lik fosforik asit (UNI-ETCH) uygulandı. İnce bir kat BisCover LV tek yönde yumuşak bir hareketle uygulandı. Uygulamadan sonra solventin buharlaşması için 15 saniye hava uygulamadan beklenildi. Led ışık cihazı (3M ESPE ELİPAR S10) ile 30 saniye polimerize edildi.

Optiglaze cila ajanı, örneklerin yüzeylerine hava kabarcığı oluşumunu önlemek için tek yönde, ince bir tabaka halinde uygulanmış, 20 sn beklendikten sonra, Led ışık cihazı (3M ESPE ELİPAR S10) ile 40 saniye polimerize edildi (şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kompozit örnekler

Numune hazırlama, bitirme ve cilalama prosedürleri aynı operatör tarafından gerçekleştirildi. Ardından tüm örnekler 1 dk. boyunca distile su ile yıkanıp 24 saat 37°C’de distile suda etüvde bekletilmiştir (şekil 3.14).



Şekil 3.14. Etüv cihazı

Kompozit örneklerin tümü, etüvde bekletildikten sonra, ağız ortamının koşullarını taklit etmesi amacıyla termal siklus cihazına konulmuştur. Termal siklus uygulaması, 3000 devirde örneklerin sırasıyla 5°C ve 55°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) sıcaklığındaki banyolarda transfer süresi 10 saniye ve bekleme süresi 30 saniye olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Dede ve ark., 2016) (şekil 3.15).



Şekil 3.15. Termal siklus

### 3.2.1. Kompozit örneklerin başlangıç pürüzlülük ve renk ölçümleri

Termal siklus işleminden sonra her bir örneğin başlangıç renk değerleri VITA Easyshade<sup>®</sup> V spektrofotometre cihazı, yüzey pürüzlülük değerleri ise Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

#### Yüzey pürüzlülüğünün ölçümü

Çalışmamızda, yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde, Perthometer M2 (Mahr; Germany) profilometre cihazı kullanılmıştır.

Cihazın kaydeden ucu, belli hızda örnek yüzeyinde gezerken, yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı ucun yapmış olduğu dikey hareketler, elektriksel akım farklılıkları oluşturarak yüzey profili kaydedilir, yüzey topografisiyle ilgili bulgular rakamsal ya da grafik olarak elde edilir. Cihazın önemli teknik özellikleri ise; ölçüm uzunluğu (tracing length) 0,8 mm olarak ayarlandı. Prob hızı 0,1 mm / sn olarak

ayarlandı. Cut-off değeri ise 0,25 olarak alındı. Her örneğin ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri olan Ra değerleri kaydedildi. Ölçümler örneklerin merkezinde olacak şekilde gerçekleştirildi. Her örnekten üç ölçüm yapılarak bu değerlerin ortalaması kaydedildi (şekil 3.16).



Şekil 3.16. Profilometre cihazı

### **Kompozit örneklerin başlangıç renk ölçümleri**

Kompozit örneklerin renklerinin ölçümünde VITA Easychade® V spektrofotometre cihazı kullanıldı. Ölçüme başlamadan önce ayarlar menüsünden kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra ölçüm modu seçilmelidir. Kompozit örneklerin renk ölçümlerinden önce VITA Easychade® V spektrofotometre cihazının kalibrasyonu yapıldı. Kalibrasyon işlemi, cihaz kalibrasyon moduna alınarak cihazın sarj ünitesi üzerinde yer alan beyaz kalibrasyon plağı kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmamızda kompozit örneklerin ölçümleri sırasında standart beyaz arka plan kullanıldı (şekil 3.17).



Şekil 3.17. Spektrofotometre cihazı

Her ölçümün  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri kaydedilmiştir. Her örnekten 3 ölçüm yapılmıştır. Tüm  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin ortalaması alınmıştır.

### 3.2.2. Kompozit örneklerin kahve içerisinde renklendirilmesi

Başlangıç renk ve yüzey pürüzlülüğü tespit işleminden sonra, örnekler pembe mumlara sabitlenmiştir. Tüm yüzeyleri kahve solüsyonuyla temasta olacak şekilde üretici firmanın talimatları doğrultusunda 200 ml suya 2 gr kahve orantılanarak hazırlanmıştır. 7 gün boyunca ağız içi koşulları simüle etmek için karanlık bir ortamda 37 ° C'de saklandı. Kahve çözeltisi test boyunca her 2 günde bir değiştirildi. Renklendirme prosedürü bittikten sonra, her örnek su altında yıkandı ve hava spreyle kurutuldu (şekil 3.18).



Şekil 3.18. Kahve solüsyonunda renklenmiş örnekler

### 3.2.3. Kompozit örneklerin kahve solüsyonundan sonraki renk değişimi ölçümleri

Kompozit örneklerin kahve çözeltisinde bekletildikten sonraki renklerinin ölçümünde VITA Easyshade® V spektrofotometre cihazı kullanıldı. Kompozit örneklerin renk değişimlerinin ölçümlerden önce VITA Easyshade® V spektrofotometre cihazının kalibrasyonu yapıldı. Çalışmamızda kompozit örneklerin ölçümleri sırasında standart beyaz arka plan kullanıldı. Her örnekten 3 kez renk ölçümü yapıldı. Elde edinilen  $L^*a^*b^*$  değerlerin ortalaması hesaplandı. Oluşan

renklenmeyi değerlendirmek için kullandığımız  $\Delta E$  değeri, CIEDE2000 (DE00) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right) \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)},$$

$\Delta L'$ ,  $\Delta C'$ ,  $\Delta H'$  CIEDE2000'de bir örnek için value, kroma ve hue arasındaki farklılıklardır ve  $R_T$ , mavi bölgedeki renk ve renk farklılıkları arasındaki etkileşimi açıklayan dönüş faktörüdür.  $S_L$ ,  $S_C$  ve  $S_H$ ;  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinatlarında ve parametrik faktörlerde renk farkı çiftinin konumundaki değişim için toplam renk farkını ayarlar.  $K_L$ ,  $K_C$  ve  $K_H$ , deneysel koşullar için olan terimlerdir.

### 3.3. Taramalı elektron mikroskopu görüntülerinin alınması

Kompozit örneklerin taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile incelenmesi Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Kompozit örneklerin yüzeyi iletkenliğin sağlanması için yüksek vakum altında karbon bant üzerine altın kaplama yapıldı. Farklı bitim ve cila işlemi yapılan kompozit örneklerin SEM analizlerinin yapılabilmesi amacıyla, her gruptan bir örnek toplamda 12 örnek cihazdaki alüminyum tutucu tablaya sırasıyla yerleştirildi. Daha sonra kompozit örneklerin SEM analizleri HITACHI cihazı ile bitirme ve cila işlemleri sonrasında oluşan yüzey özellikleri 5000× büyütmede incelenip 20 kv görüntüleri alındı.

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



Şekil 3.19. Sem analizi cihazı



### 3.4. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra Shapiro – Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin işlem öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

### Kompozit Gruplarının Yüzey Pürüzlülüğü İle İlgili Bulgular

Kompozit örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümünden elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) testlerine göre Shapiro – Wilk normallik testi yapıldı. gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemlerinden sonra oluşan yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 4.1.'de, yüzey pürüzlülüğü karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 4.2.'de gösterildi. Bitirme ve cila işlemlerinden sonraki taramalı elektron mikroskop (SEM) görüntüleri ( $5000 \times$  büyütme) Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5., Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9., Şekil 4.10., Şekil 4.11., Şekil 4.12., 'de gösterildi.

Ceram.x SphereTec one kompozit grubunda kontrol, Optiglaze ve BisCover gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). BisCover grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları kontrol ve Optiglaze gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,005$ ,  $p=0,0001$ ), kontrol ve Optiglaze gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,170$ ).

Estelite Sigma Quick grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir (p=0,0001). BisCover grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları kontrol ve Optiglaze gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,003, p=0,0001), kontrol ve Optiglaze gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p=0,281).

Clearfil Majesty kompozit grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p=0,130).

Tetric EvoCeram grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p=0,148).

Tablo 4.1. : Kompozitlerin farklı bitirme ve cila işlemleri sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü ortalama değerleri (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları

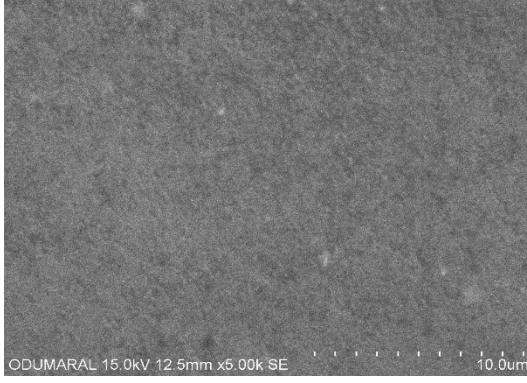
| <b>Ra</b>                   | <b>Kontrol Grubu</b> | <b>Optiglaze Grubu</b> | <b>BisCover Grubu</b> | <b>p*</b>     |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Ceram-X-One</b>          | 0,400±0,044          | 0,369±0,024            | 0,311±0,056           | <b>0,0001</b> |
| <b>Clearfill-Majesty</b>    | 0,426±0,057          | 0,386±0,060            | 0,384±0,055           | 0,130         |
| <b>Estelite-Sigma-Quick</b> | 0,399±0,037          | 0,364±0,056            | 0,283±0,073           | <b>0,0001</b> |
| <b>Tetric-Evo-Ceram</b>     | 0,438±0,050          | 0,412±0,045            | 0,405±0,036           | 0,148         |
| <b>p*</b>                   | 0,105                | 0,061                  | <b>0,0001</b>         |               |

#### **\*Tek Yönlü Varyans Analizi**

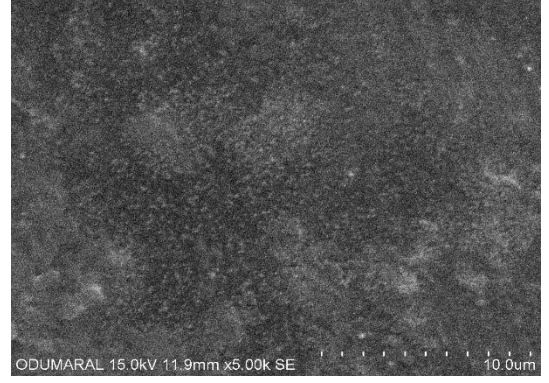
Tablo 4.2. : Yüzey pürüzlülüğü karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları

|                               | <b>Type III Sum of Squares</b> | <b>df</b> | <b>Mean Square</b> | <b>F</b> | <b>p</b>      |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|--------------------|----------|---------------|
| <b>Kompozit</b>               | 0,125                          | 3         | 0,042              | 15,94    | <b>0,0001</b> |
| <b>Yüzey Cilas</b>            | 0,127                          | 2         | 0,063              | 24,20    | <b>0,0001</b> |
| <b>Kompozit * Yüzey Cilas</b> | 0,039                          | 6         | 0,007              | 2,51     | <b>0,024</b>  |

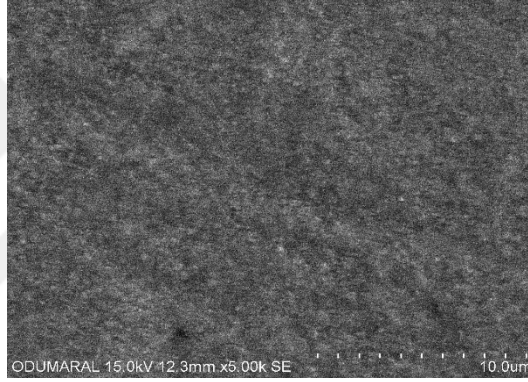




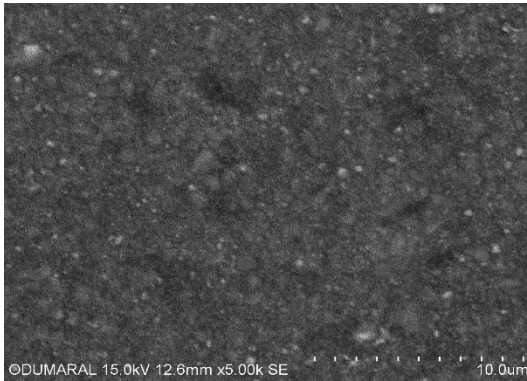
Şekil 4.1. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Estelite kontrol.



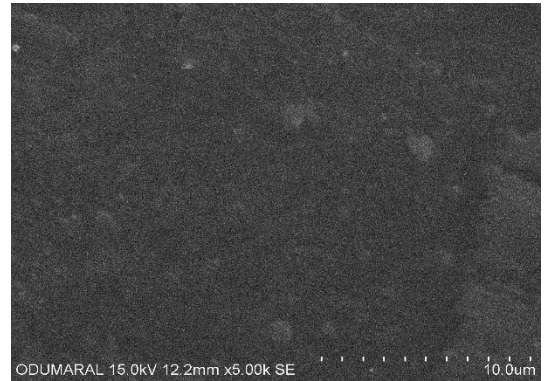
Şekil 4.2. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Estelite BisCover.



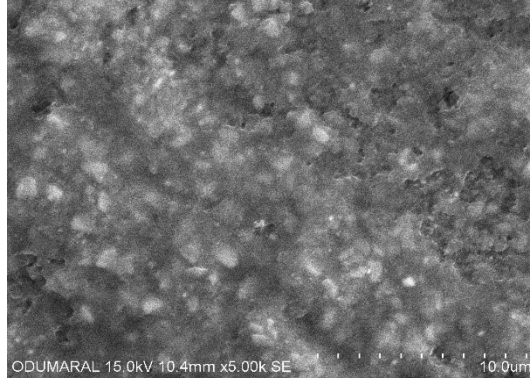
Şekil 4.3. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Estelite Optiglaze.



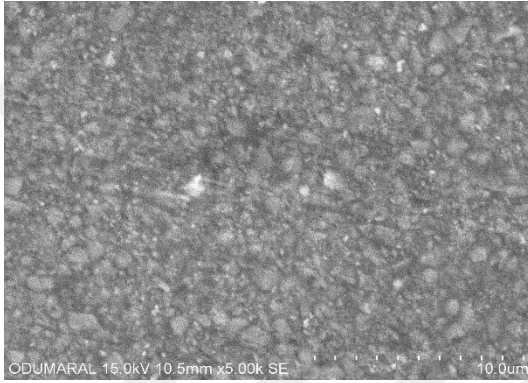
Şekil 4.4. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Tetric Kontrol.



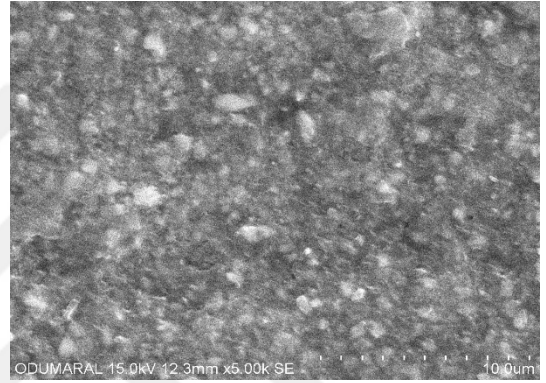
Şekil 4.5. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Tetric BisCover..



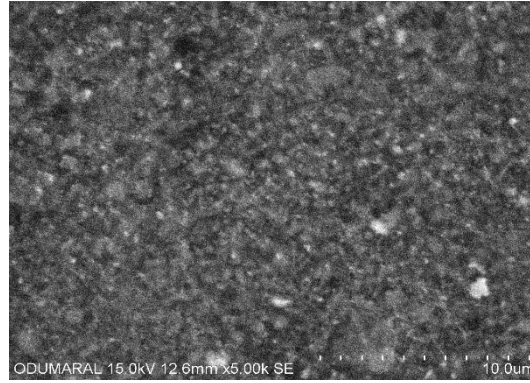
Şekil 4.6. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Tetric Optiglaze.



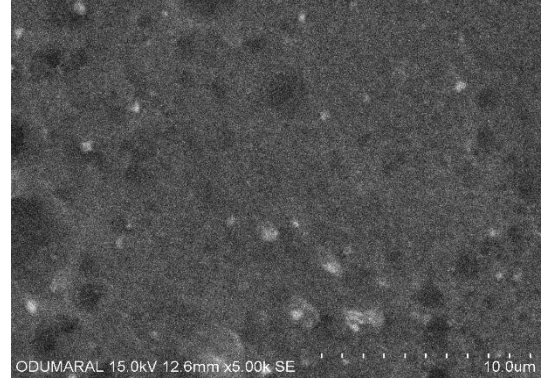
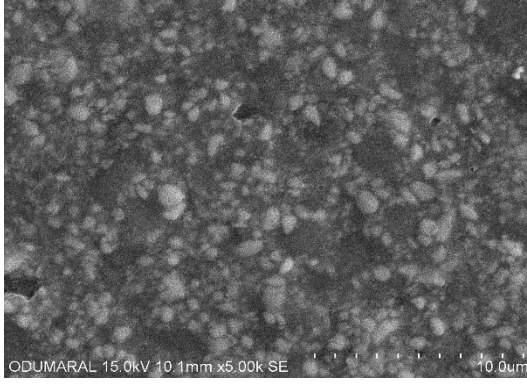
Şekil 4.7. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Ceram Kontrol.



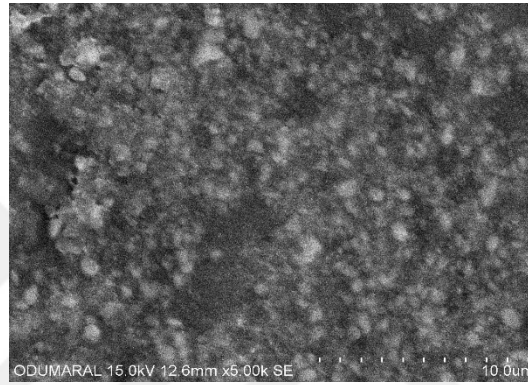
Şekil 4.8. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Ceram BisCover.



Şekil 4.9. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Ceram Optiglaze.



Şekil 4.10. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Majesty Kontrol. Şekil 4.11. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Majesty BisCover.



Şekil 4.12. SEM analizi (büyütme  $\times 5000$ ). Majesty Optiglaze.

Kontrol (optidisc) grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,105$ ).

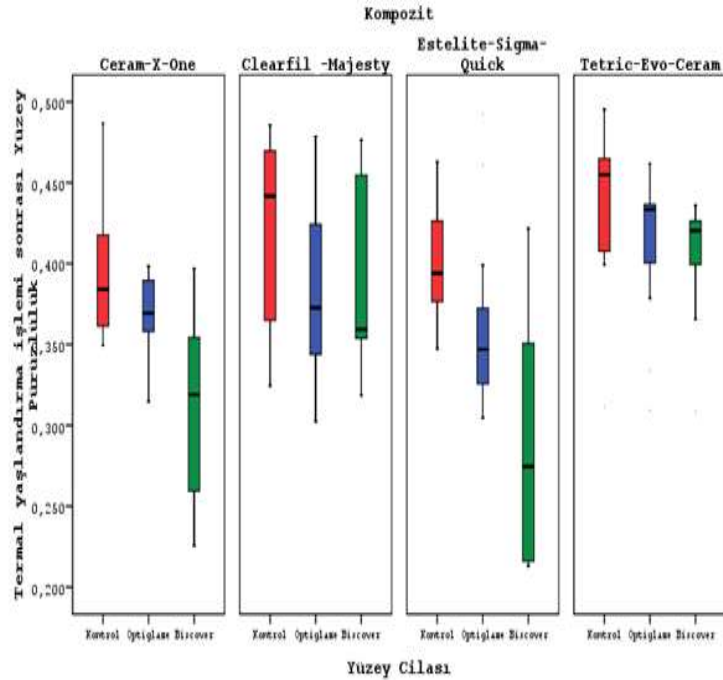
Optiglaze grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,061$ ).

BisCover grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Tetric EvoCeram grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,001$ ,  $p=0,0001$ ), Clearfil Majesty grubunun yüzey pürüzlülük ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick grubundan istatistiksel

olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,01$ ,  $p=0,0001$ ), diğer kompozit gruplarının yüzey pürüzlülük ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelenmesi Tablo 4.3.' de, farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit rezin için yüzey pürüzlülüğü değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar) Şekil 4.13.' de gösterildi.

Tablo 4.3. Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelenmesi

| Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi          | BisCover Grubu |
|------------------------------------------|----------------|
| Ceram-X-One / Clearfill-Majesty          | 0,01           |
| Ceram-X-One / Estelite-Sigma-Quick       | 0,595          |
| Ceram-X-One / Tetric-Evo-Ceram           | 0,001          |
| Clearfill-Majesty / Estelite-Sigma-Quick | 0,0001         |
| Clearfill-Majesty / Tetric-Evo-Ceram     | 0,778          |
| Estelite-Sigma-Quick / Tetric-Evo-Ceram  | 0,0001         |



Şekil 4.13. : Farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit rezin için yüzey pürüzlülüğü değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar).

## Kompozit Gruplarının Renk Değişimi İle İlgili Bulgular

Kompozit örneklerin renk değişimi ölçümü kahve solüsyonu içerisindeki 7. gün sonunda gerçekleştirildi. Renk ölçümünde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri elde edildi. Başlangıç ile 7. Gün sonunda oluşan renk farkı  $\Delta E$  hesaplandı. Renk değişimi ölçümü sonucu elde edilen renk değişim değeri  $\Delta E$  değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra Shapiro – Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım gösteren değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi (ANOVA), alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

Ceram-X-One kompozit grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Optiglaze grubunun  $\Delta E$  ortalamaları kontrol ve BisCover gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,0001$ ), Kontrol ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,351$ ).

Clearfil Majesty kompozit grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Optiglaze grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Kontrol ve BisCover gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,0001$ ), kontrol ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,555$ ).

Estelite Sigma Quick grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Optiglaze grubunun  $\Delta E$  ortalamaları kontrol ve BisCover gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,0001$ ), BisCover grubunun  $\Delta E$  ortalamaları kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p=0,013$ ).

Tetric EvoCeram grubunda kontrol , Optiglaze ve BisCover gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,072$ ).

Kompozitlerin renk değişim değerleri ( $\Delta E$ ), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 4.4.'te, renk değişimi karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 4.5. 'de , cila gruplarının ikili karşılaştırmaları Tukey testi sonuçları Tablo 4.6 'da gösterildi.

Tablo 4.4. : Kompozitlerin farklı cila sistemlerinden sonra renk değişim değerleri ( $\Delta E$ ), standart sapmaları (SS)

| $\Delta E$                  | Kontrol Grubu     | Optiglaze Grubu   | BisCover Grubu    | $p^*$         |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| <b>Ceram-X-One</b>          | 3,609 $\pm$ 0,306 | 3,008 $\pm$ 0,103 | 3,473 $\pm$ 0,281 | <b>0,0001</b> |
| <b>Clearfil-Majesty</b>     | 3,955 $\pm$ 0,351 | 3,041 $\pm$ 0,522 | 3,789 $\pm$ 0,318 | <b>0,0001</b> |
| <b>Estelite-Sigma-Quick</b> | 3,506 $\pm$ 0,253 | 2,793 $\pm$ 0,244 | 3,235 $\pm$ 0,184 | <b>0,0001</b> |
| <b>Tetric-Evo-Ceram</b>     | 3,628 $\pm$ 0,396 | 3,356 $\pm$ 0,33  | 3,341 $\pm$ 0,304 | 0,072         |
| <b><math>p^*</math></b>     | <b>0,007</b>      | <b>0,001</b>      | <b>0,0001</b>     |               |

#### \*Tek Yönlü Varyans Analizi

Tablo 4.5. : Renk değişimi karşılaştırmaları için çift yönlü varyans analizi sonuçları

|                                | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F      | p             |
|--------------------------------|-------------------------|----|-------------|--------|---------------|
| <b>Kompozit</b>                | 3,516                   | 3  | 1,172       | 11,77  | <b>0,0001</b> |
| <b>Yüzey Cilası</b>            | 10,483                  | 2  | 5,242       | 52,639 | <b>0,0001</b> |
| <b>Kompozit * Yüzey Cilası</b> | 2,313                   | 6  | 0,386       | 3,872  | <b>0,001</b>  |

Tablo 4.6. : Cila gruplarının Tukey testi ikili karşılaştırmaları

| <b>Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi</b>  | <b>p</b>      |
|-----------------------------------------|---------------|
| <b>Kontrol Grubu / Optiglaze Grubu</b>  | <b>0,0001</b> |
| <b>Kontrol Grubu / Biscover Grubu</b>   | 0,351         |
| <b>Optiglaze Grubu / Biscover Grubu</b> | <b>0,0001</b> |

Kontrol grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel

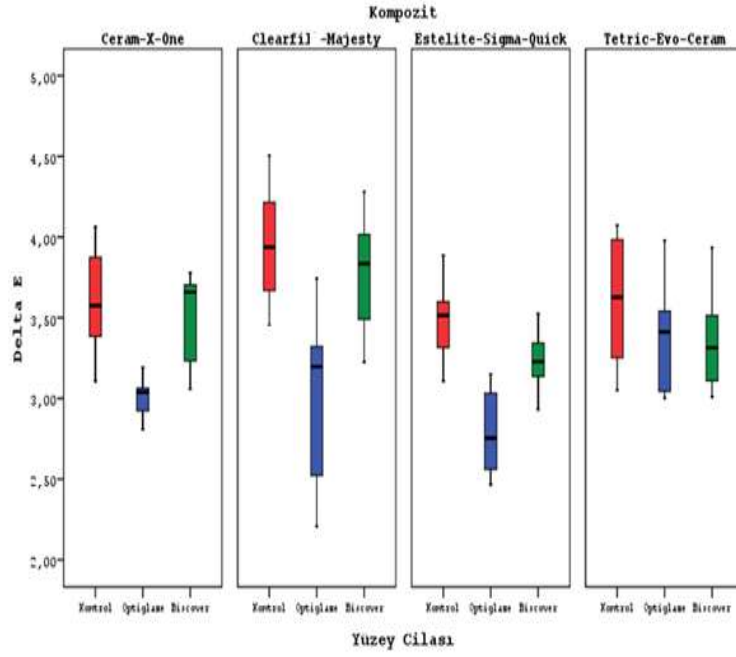
olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,007$ ). Clearfil Majesty grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Ceram.x SphereTec one, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,049$ ,  $p=0,006$ ), diğer kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Optiglaze grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,001$ ). Tetric Evo Ceram grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty ve Estelite Sigma Quick gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,042$ ,  $p=0,001$ ), diğer kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

BisCover grubunda Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty, Estelite Sigma Quick ve Tetric EvoCeram kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Clearfil Majesty grubunun  $\Delta E$  ortalamaları Ceram.x SphereTec one, Estelite Sigma Quick ve Tetric Evo Ceram gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,027$ ,  $p=0,0001$ ), diğer kompozit gruplarının  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelemesi Tablo 4.7.' de, farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit rezin için  $\Delta E$  değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar) Şekil 4.14.' de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Kompozit gruplarının Tukey testi ile ikişerli incelenmesi

| <b>Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi</b>          | <b>Kontrol Grubu</b> | <b>Optiglaze Grubu</b> | <b>BisCover Grubu</b> |
|-------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Ceram-X-One / Clearfill-Majesty</b>          | <b>0,042</b>         | 0,994                  | <b>0,027</b>          |
| <b>Ceram-X-One / Estelite-Sigma-Quick</b>       | 0,858                | 0,372                  | 0,139                 |
| <b>Ceram-X-One / Tetric-Evo-Ceram</b>           | 0,999                | <b>0,036</b>           | 0,615                 |
| <b>Clearfill-Majesty / Estelite-Sigma-Quick</b> | <b>0,006</b>         | 0,250                  | <b>0,0001</b>         |
| <b>Clearfill-Majesty / Tetric-Evo-Ceram</b>     | <b>0,049</b>         | <b>0,042</b>           | <b>0,001</b>          |
| <b>Estelite-Sigma-Quick / Tetric-Evo-Ceram</b>  | 0,786                | <b>0,001</b>           | 0,766                 |



Şekil 4.14. : Farklı cila sistemlerinin kullanımı sonucu oluşan, dört farklı kompozit rezin için  $\Delta E$  değerleri (ortalama değerler-standart sapmalar)

Kompozit örneklerin bitirme ve cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülük değerleri ( $R_a$ ) ile renk değerleri ( $\Delta E$ ) arasındaki korelasyon analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı. Pearson Korelasyon testi Tablo 4.8. 'de gösterildi.



Tablo 4.8. : Pearson Korelasyon testi

| Kompozit          | Yüzey Cilas     |                  | $\Delta E$ |
|-------------------|-----------------|------------------|------------|
| Ceram-X-One       | Kontrol Grubu   | Yüzey Pürüzlülük | r -0,033   |
|                   |                 |                  | p 0,914    |
|                   | Optiglaze Grubu | Yüzey Pürüzlülük | r 0,254    |
|                   |                 |                  | p 0,403    |
|                   | BisCover Grubu  | Yüzey Pürüzlülük | r -0,254   |
|                   |                 |                  | p 0,403    |
|                   | Kontrol Grubu   | Yüzey Pürüzlülük | r -0,351   |
|                   |                 |                  | p 0,239    |
|                   | Optiglaze Grubu | Yüzey Pürüzlülük | r 0,15     |
|                   |                 |                  | p 0,625    |
|                   | BisCover Grubu  | Yüzey Pürüzlülük | r 0,28     |
|                   |                 |                  | p 0,354    |
| Clearfill-Majesty | Kontrol Grubu   | Yüzey Pürüzlülük | r 0,238    |
|                   |                 |                  | p 0,433    |
|                   | Optiglaze Grubu | Yüzey Pürüzlülük | r 0,284    |
|                   |                 |                  | p 0,346    |
|                   | BisCover Grubu  | Yüzey Pürüzlülük | r 0,037    |
|                   |                 |                  | p 0,905    |
|                   | Kontrol Grubu   | Yüzey Pürüzlülük | r 0,387    |
|                   |                 |                  | p 0,192    |
|                   | Optiglaze Grubu | Yüzey Pürüzlülük | r 0,414    |
|                   |                 |                  | p 0,16     |
|                   | BisCover Grubu  | Yüzey Pürüzlülük | r 0,404    |
|                   |                 |                  | p 0,172    |
| Tetric-Evo-Ceram  |                 | Yüzey Pürüzlülük | r 0,254    |
|                   |                 |                  | p 0,001    |
| Tüm Grup          |                 | Yüzey Pürüzlülük |            |

## 5. TARTIŞMA

Dişlerin restorasyonunda üstün estetik özelliklerinden dolayı kompozitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş renginde restorasyonun estetik özellikleri, son yüzey cilasından büyük ölçüde etkilenir (Yap ve ark., 1997; Ergücü ve ark., 2008). Bir restorasyonun estetik başarısı, doğrudan optik görünümüyle ilgilidir. Kompozit restorasyonların algılanan optik etkilerinde yüzey pürüzlülüğü ve renk en önemli faktörler arasındadır (Kakaboura ve ark., 2007).

Bu çalışmada son zamanlarda ön ve arka grup dişlerin estetik restorasyonlarında yaygın olarak kullanılan farklı partikül büyüklüğündeki (supranano, nanohibrit, nano seramik) yüksek estetiğe sahip kompozitlerin farklı cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimleri incelendi.

Kompozitin yüzey pürüzlülüğü; aşınma direnci, plak birikimi, dişeti iltihabı, renk değişikliği ve yüzey parlaklığı için klinik olarak uygun bir restorasyonun parametrelerinden biri olarak kabul edilmiştir (Yap ve ark., 1997; Türkün ve Türkün, 2004).

Alüminyum oksit kaplı diskler bitirme ve cilalamada etkili olmasına rağmen, diş anatomisinin karmaşıklığından dolayı kullanımları sınırlı olabilir. Yüzey cila likitleri de dahil olmak üzere alternatif cila materyalleri, yüzey kusurlarını ve düzensizliklerini doldurmak, aşınma direncini artırmak ve renklenme direncini artırmak için geliştirilmiştir (Dede ve ark., 2016). Çalışmada iki farklı yüzey cila likiti kullanılmıştır. Yüzey cila likitlerinin pürüzlü yüzeylerde tutuculuğunun daha iyi olduğunun, çünkü pürüzlü yüzeylerde tutuculuk için gerekli olan yüzey alanının daha fazla olduğunu bildiren çalışmalar vardır (Truffier-Boutry ve ark., 2003). Bu nedenle çalışmada kontrol grubu OptiDisc uygulaması yapılmış örneklerden oluşturulmuştur.

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin ölçülmesinde mekanik profilometreler oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Gönülol ve Yılmaz, 2012; Khalaj ve ark., 2018). Bu yöntemin avantajı değerlendirmeden önce örneklerde hazırlık aşamasına gerek olmaması ve örnekler üzerinde çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümlerin yapılabilmesidir (Joniot ve ark., 2006). Bu sebeple bu çalışmada da yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde mekanik profilometre kullanıldı. Ayrıca parametre olarak da en sık kullanılan parametre olan Ra değeri kullanımı tercih edildi (Yap ve Mok, 2002; Türkün ve Türkün, 2004).

Kompozit restorasyonlarda yapılan bitirme ve cila işlemlerine rağmen meydana gelen renk değişikliği hasta memnuniyetsizliğine neden olmakta, bu durum materyalin estetik yetersizliği olarak kabul edilmektedir (Garoushi ve ark., 2013). Klinik olarak kabul edilemeyen bu renk değişikliğinin, kimyasal tepkime, yetersiz polimerizasyon,

su absorpsiyonu, ağız hijyeni, beslenme alışkanlıkları gibi iç ve dış kaynaklı faktörlerle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Nasim ve ark., 2010).

Spektrofotometreler rengi sayısallaştırmak amacıyla geliştirilmiş cihazların en güvenilir olanı olarak kabul edilmiştir (Seghi ve ark., 1989).

Ağız ortamında doğal yollardan meydana gelen yaşlanma olgusu, in vitro olarak restorasyonlara uygulanan “yaşlandırma prosedürü” ile taklit edilebilmektedir. Yani laboratuvar ortamında deneysel olarak gerçekleştirilen yaşlandırma prosedürü, hızlandırılmış bir zaman sürecinde, ısı, nem ve ışık döngüleri yardımıyla, dental restoratif materyallerin zamanla etkilenmesine ve bozulmasına yol açan doğal ağız ortamını yapay olarak taklit ederek restoratif materyallerin uzun zaman içerisinde uğradıkları istenmeyen değişikliklerin benzerlerini oluşturabilmekte ve böylelikle restoratif materyaller üzerinde yapılan diğer in vitro araştırmalara da destek olmaktadır (Paravina ve ark., 2004). Hızlandırılmış yaşlandırma yöntemleri, kompozit rezinlerin renk değişimini değerlendiren birçok çalışmada kullanılmıştır (Lu ve Powers, 2004; Catelan ve ark., 2010). Yüzey cilalarının yüzey pürüzlülüğü ve mikro sızıntı açısından değerlendiren çalışmalarda termal siklus yöntemi kullanılmıştır (Lima ve ark., 2011). Bu çalışmada da tüm örnekler termal siklus işlemi uygulandı.

Renk çalışmalarında içecekler arasında kahvenin en boyayıcı ajanlardan biri olduğu bildirilmiştir (Türkün ve Türkün, 2004; Güler, Yılmaz ve ark., 2005; Ertaş ve ark., 2006). Çalışmada renklendirici solüsyon olarak kullanılan kahve günlük hayatta en sık tüketilen içeceklerden biridir. Kahve üreticilerine göre bir kupa kahvenin tüketimi ortalama 15 dakika sürmektedir ve bir kahve tüketicisinin günde 3,2 kupa kahve tükettiği bildirilmiştir. Bu durumda örneklerin kahvede 7 gün bekletilmesi 7 aylık kahve tüketimine karşılık gelmektedir (Güler ve ark., 2013). Nasim ve ark., (2010) renklendirici içecekler içerisinde farklı sürelerde bekletilen örneklerin renk değişim değerlerini incelediğinde ilk bir haftada meydana gelen renklenmenin en fazla olduğunu bildirmişlerdir (Nasim ve ark., 2010). Bu çalışmada da standardizasyonu sağlamak amacıyla örnekler kahve solüsyonunda 7 gün bekletilerek renk ölçüm değerleri tespit edildi.

Restoratif materyallerdeki renk değişimlerinin değerlendirilmesinde CIELab veya güncel olarak CIEDE2000 formüllerinden yararlanılmaktadır. CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) renk değişim formülü, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE, Commission Internationale de l'Eclairage) tarafından tüm değişkenlerin eşit değerlendirildiği CIELab ( $\Delta E^*_{ab}$ ) sistemindeki eksiklikleri gidermek için gözün algısını daha baskın biçimde etkileyen faktörlerde modifikasyonlara gidilerek, kabul edilebilir ve algılanabilir renk değişimini daha uygun ve doğru biçimde saptayabilmek amacıyla geliştirilmiş bir formüldür (Ghinea ve ark., 2010).

Gomez Polo ve ark. (2016), CIEDE2000 formülünün, insan gözünün algıladığı renk farklılıklarını CIELab formülünden daha iyi yansıttığını, bu nedenle klinik yorumlama için renk farklılıklarını ölçerken CIEDE2000 formülünün tercih edilebileceği sonucuna varmışlardır. Bu nedenle örneklerin renk değişimi incelenirken CIEDE2000 formülünden faydalanılmıştır (Gomez-Polo ve ark., 2016).

CIEDE2000 formülüyle hesaplanan algılanabilirlik ve kabul edilebilirlik eşitlerini ele alan az sayıda yayınlanmış çalışma vardır. Paravina ve ark.(2015)' nın çalışmalarında tespit ettikleri şekilde, algılanabilirlik için 0,8; kabul edilebilirlik için 1,8 sayısal değeri kabul edilmektedir. Yapılan çalışmada klinik olarak kabul edilebilir değer 1,8 olarak belirlenmiştir (Paravina ve ark., 2015).

Senawongse ve Pongprueksa (2007)  adet mikrohibrit (Filtek Z250, Tetric Ceram, Clearfil AP-X), dört adet nanofil (Filtek Supreme Translucent, Filtek Supreme Dentin, Filtek Z350, Estelite Sigma) ve  adet nanohibrit (Premise, Tetric EvoCeram, Ceram X) kompoziti farklı bitirme ve cila işlemleri sonrasında yüzey pürüzlülük değerleri açısından karşılaştırdıklarında, nanohibrit kompozitlerin nanofil kompozitlerden daha yüksek yüzey pürüzlülük değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Senawongse ve Pongprueksa, 2007).

Aytaç ve ark. (2016) kompozitlerin yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptıkları çalışmalarında en düşük Ra değerinin supra-nano kompozitte (Estelite  $\Sigma$  Quick) görüldüğünü bildirmişlerdir. Yadav ve ark. (2016) farklı bitirme ve polisaj sistemlerinin nanohibrit (Ceram X), mikrofil (Esthet X) ve mikrohibrit (Filtek Z250) kompozit yüzeylerindeki yüzey pürüzlülüğünü inceledikleri çalışmalarında; en az

yüzey pürüzlülüğünün nanofil kompozitte görüldüğünü; bunu sırasıyla mikrofil kompozit ve mikrohibrit kompozitin izlediğini bildirmişlerdir (Aytaç ve ark., 2016).

Attar ve ark. (2007) iki adet tepilebilir (Solitaire 2, Filtek P-60), iki adet mikrohibrit (Artemis Enamel ve TPH Spectrum), bir adet mikrofil (Filtek A – 110), ve bir adet nanofil kompozit (Filtek Supreme Enamel) kullanarak yaptıkları çalışmada örneklerin cilalanmasından sonra yüzey cila likiti kullanımının çalışılan tüm numunelerin yüzey pürüzlülüğünü azalttığı sonucuna varılmıştır (Attar ve ark., 2007).

Perez ve ark. (2009) çalışmalarında BisCover kullanımının incelenen tüm kompozitlerin yüzey pürüzlülüğünü iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca cila likiti kullanımının cilalı bir yüzey oluşturmada ve yüzey pürüzlülüğünü azaltmada değerli bir yöntem olduğu da açıklanmıştır (Perez ve ark., 2009).

Bollen ve ark. (1997) 0,2 µm veya daha yüksek bir Ra'nın bakteriyel plak birikimine neden olabileceğini ve dolayısıyla periodontal hastalıkları artırabileceğini bildirmiştir (Bollen ve ark., 1997).

Yapılan çalışmada yüzey cila likitlerinin pürüzlü yüzeylerde tutuculuğunun daha iyi olduğu bildirildiği için, bütün örneklerle kontrol grubu da dahil olmak üzere OptiDisc sistemi uygulandı. Bu işlem sonrasında BisCover ve Optiglaze grubuna cila işlemleri uygulandı. Kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmasa da ( $p>0,05$ ) en az yüzey pürüzlülük değeri Estelite Sigma Quick kompozit grubunda görüldü ve bunu sırasıyla Ceram.x SphereTec one, Clearfil Majesty ve Tetric EvoCeram grubu takip etti. Bunun sebebinin Senawongse ve Pongprueksa (2007)'nin çalışmalarında da belirttiği gibi nanohibrit kompozit rezinlerde yüzey işlemleri sırasında prepolimerize partiküllerin kopması sonucu doldurucu matriks ara yüzünün bozulması olduğu düşünülmektedir.

Ruivo ve ark. (2019) düzensiz şekilli inorganik doldurucu içeren kompozit rezinlerin, küresel şekilli inorganik doldurucu içeren kompozit rezinlere göre aşındırıcı materyaller tarafından daha fazla sürtünme kuvvetine maruz kalacağına ve yüzey pürüzlülüğünün artacağını bildirmişlerdir. Ayrıca zirkonya esaslı inorganik doldurucu

içeren kompozit rezinlerin, zirkonyumun yüksek aşınma direnci ve sertliği nedeniyle daha az yüzey pürüzlülük değerleri göstereceği bildirilmiştir (Ruivo ve ark., 2019).

Daha küçük partikül boyutlarına sahip kompozit rezinlerin, çeşitli bitirme ve cilalama teknikleri ile bitirme ve cilalama sonrasında daha yüksek parlaklık ve daha düşük yüzey pürüzlülüğü elde ettiği öne sürülmüştür (Da Costa ve ark., 2010). Yapılan çalışmada Estelite Sigma Quick kompozit rezinin içeriğindeki inorganik doldurucu boyutu 0,1-0,3  $\mu\text{m}$  ile diğer gruplardan daha küçük doldurucu boyutuna sahiptir. Ayrıca Estelite Sigma Quick kompozit rezinin inorganik doldurucu türü zirkonya esastır ve küresel şekildedir. Literatürdeki çalışmalara benzer şekilde en düşük yüzey pürüzlülük değerlerini göstermiştir.

Literatürde doldurucu içeren yüzey cila likitlerinin daha pürüzlü yüzeylere neden olabileceği bildirilmiştir (Dos Santos ve ark., 2011; Köroğlu ve ark., 2016). Yapılan çalışmada buna benzer olarak Estelite Sigma Quick ve Ceram.x SphereTec one kompozitlerinde doldurucu içermeyen BisCover yüzey cila grubunda silika doldurucu içeren Optiglaze yüzey cila grubuna göre istatistiksel anlamda düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edildi. Çalışmada cila sistemleri ortalama (Kontrol 0,415  $\mu\text{m}$ , BisCover 0,345  $\mu\text{m}$ , Optiglaze 0,382  $\mu\text{m}$ ) 0,2  $\mu\text{m}$  (Bollen ve ark., 1997) üstünde Ra değeri oluşturduğu görülmüştür. Bu sonuç tüm örneklerle uygulanan termal yaşlandırma işlemine atfedilebilir.

Ereifej ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün, inorganik doldurucu içeriğine ve organik matriks yapısına bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Ereifej ve ark., 2013). Bis-EMA, yüksek moleküler ağırlığa ve daha az çift bağa sahiptir ve bu da diğer monomerlere göre biraz daha yumuşak bir matriks sağlar (Yazici ve ark., 2007). Bu nedenle, diskler yüksek oranda daha yumuşak rezin matrikslerini aşındırır ve daha sert dolgu partikülleri yüzeylerden çıkıntı yapar. Bu da bazı kompozit rezinlerin daha pürüzlü yüzeylere sahip olmasına neden olur. Buna bağlı olarak, Tetric EvoCeram kompozitinin ortalama Ra değerlerinin daha yüksek olması organik matriksindeki Bis-GMA' dan daha yumuşak monomerler olan Bis-EMA ve UDMA monomerlerinden kaynaklanıyor olabilir.

Saraç ve ark. (2006)'nın çalışmalarında BisCover uygulanan nanohibrit (Grandio) kompozit rezinlerin, mikro hibrit (Filtek Z250); ve hibrit (Quadrant Universal LC) kompozit rezinlere göre önemli ölçüde daha düşük Ra ve renklenme değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgu, yüzey cilasının kompozit rezinler üzerindeki mikro kusurları ve mikro çatlakları kapiller hareketle doldurma kabiliyetiyle ve nanohibrit kompozit rezinlerin daha küçük inorganik doldurucu boyutuna sahip olması ile açıklanmıştır (Saraç ve ark., 2006).

Güler ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmada farklı polisaj sistemleri kompozit rezinlere uygulanarak renk stabiliteleri karşılaştırılmıştır. BisCover'ın diğer polisaj tekniklerine göre daha fazla renklenmeye sebep olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmanın aksine, Karaaslan ve ark. (2013) tarafından benzer şekilde yapılan bir çalışmada, BisCover'ı kompozit rezin üzerine uygulamanın, kullanılan diğer polisaj tekniklerine göre en az renklenmeye neden olduğu belirtildi. Benzer şekilde, Attar ve ark. (2007)'ın yaptığı çalışmada BisCover uygulamasının anlamlı derecede yüzey pürüzsüzlüğünü arttırdığını gösterilmiştir.

Doray ve ark. (2003), likit yüzey cila materyallerinin, kompozit yüzeyinin lekelenme direnci üzerindeki etkisini değerlendirdi ve cila materyalinin içeriğinin lekelenme direncini etkilediğini belirlemişlerdir. Metakrilat veya dimetakrilat rezinleri içeren yüzey cila materyalleri olan Jet Seal ve Triad LC'nın ilave etoksile bisfenol A dimetakrilat içeren (Fortify Plus) bileşenine göre boyamaya karşı daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir (Doray ve ark., 2003).

Çalışmamızda kullanılan Biscoveer yüzey cilası dipentaerythritol penta-acrylate (PENTA) içermektedir. Optiglaze yüzey cilası ise; Poly methyl methacrylate (PMMA); methyl methacrylate. (MMA) içermektedir. Biscoveer yüzey cilasının içindeki Dipentaerythritol pentaacrylate (PENTA) ile Fortify Plus'ın içerisindeki ethoxylated bisphenol A dimethacrylate (EBPADMA) fonksiyonel grupları benzer moleküllerdir. Bu nedenle yapılan çalışmada Doray ve ark (2003) ile Dede ve ark.(2016)'nın çalışmalarına benzer sonuçlar bulunmuştur.

Çalışmadaki sonuçlar literatürdeki mevcut çalışmaların sonuçlarına benzer olarak (Doray ve ark, 2003; Dede ve ark, 2016) BisCover yüzey cilasının Optiglaze

yüzey cilasından daha az renklenme direncine sahip olması bakımından benzerdir. Ek olarak, Optiglaze üretici firma önerisi doğrultusunda 40 saniye boyunca polimerize edilirken, BisCover 30 saniye polimerize edilmiştir. Bu nedenle kısa polimerizasyon süresi, cila materyalinin renklenmeye karşı direncini etkilemiş olabilir.

Pürüzsüz olan restorasyon yüzeyinin renklenmeye daha yatkın olabileceği bildirilmiştir (Dede ve ark., 2016). Valentini ve ark. (2011)'nın çalışmasında yüzey cila likiti uygulamasının mikro hibrit kompozit rezinlerin renk stabilitesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Bunun, kullandıkları yüzey cila likitinin inorganik doldurucu içermemesinden kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Valentini ve ark., 2011). Bu zıt sonuçlar, test edilen rezinlerin formülasyonundaki ve pürüzlülüğündeki farklılıklar ile açıklanabilir.

Cila materyalinin polimerizasyon süresinin ve bileşiminin yüzey cila likitlerinin renklenmeye karşı direncinde önemli faktörler olduğu belirtilmiştir (Doray ve ark., 2003). Ayrıca inorganik doldurucuların partikül boyutu ve dağılımının renk değişimi ile bağlantılı olduğu görülmektedir; daha büyük dolgu boyutuna sahip kompozit rezinlerin renk değişikliğine karşı daha duyarlı olduğu gösterilmiştir (Vichi ve ark., 2004).

Saygı ve ark. (2015)'nin çalışmalarında BisCover ile cilalanan örneklerle kıyasla Fortify ile cilalanan örneklerde daha fazla renklenme artışı görülmüştür. Bunun nedeni olarak Fortify' nin inorganik doldurucuya sahip olmaması ve etoksile bisfenol A dimetakrilat içermesi olarak belirtilmiştir. Etoksile bisfenol A monomeri, renklenmede artışa katkıda bulunabilen dimetakrilat bileşeni içerir (Saygı ve ark., 2015).

Çalışmada kullanılan Optiglaze yüzey cilasında silika doldurucu ve titanyumdioksit bulunmaktadır. BisCover cila materyalinin içeriğinde inorganik doldurucu bulunmamaktadır. Literatürdeki çalışmalara benzer olarak inorganik doldurucu içeren yüzey cilası uygulanan örneklerde daha düşük renklenme değerleri tespit edilmiştir.

Saraç ve ark (2016)' nın yaptığı çalışmada alüminyum oksit kaplı disklerden sonra yüzey cila likiti uygulamasının, yüzey pürüzlülüğünü ve renk değişimini



azalttığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte uygulanan yüzey cila likiti, dış fırçalama ve lekelenmeye karşı dirençli olsa da bazı araştırmalar yüzey cila likitinin yaşlandıkça bozulduğunu da göstermiştir (Takeuchi ve ark., 2003).

Yüzey cila likiti uygulanmış kompozit rezin örneklerin renk değişikliği, cila materyalinin iç ve / veya dış renklenme faktörleri ile yüksek oranda ilişkili olsa da, geleneksel olarak cilalanmış örnekler, kompozit rezinin yüzey özellikleri ve kimyasal bileşiminden etkilenebilir (Dede ve ark., 2016).

Beltrami ve ark. (2018)'nin farklı bitirme ve cila sistemleri uyguladıkları örneklerin kahve solüsyonunda 28 gün sonundaki renklenmelerini inceledikleri çalışmalarında; en az renk değişiminin nanofil kompozitlerde görüldüğünü ve bunu nanohibrit ve mikrohibrit kompozitlerin takip ettiği belirtilmiştir. Ayrıca kompozit partikül boyutu küçüldükçe yüzey pürüzlülük azalmasına bağlı olarak renklenmenin azaldığı da belirtilmiştir (Beltrami ve ark., 2018). Bu bulgu bizim sonuçlarımızla uyumludur.

Nair ve ark. (2017) bir adet akışkan (G aenial Universal Flo), iki adet tepilebilir (Filtek Z350XT, Tetric N Ceram ) nanohibrit kompozit rezin kullanarak yaptıkları çalışmada en az renk değişiminin Filtek Z350XT' de görüldüğünü bildirmişlerdir. Filtek Z350XT' deki inorganik doldurucu türü zirkonya ve silika, Tetric N Ceram ve G aenial Universal Flo' daki inorganik doldurucuların sırasıyla baryum ve stronsiyumdur. Zirkonyaya kıyasla diğer doldurucuların organik matrikse bağlanmaları zordur. Bu durumun sonucu olarak yüzey sertliği, çözünürlük, renklenme gibi fiziksel özelliklerin zayıfladığını ve Tetric N Ceram ve G aenial Universal Flo'nun bu sebeple daha düşük renk kararlılığına sahip olduğunu bildirmişlerdir (Nair ve ark., 2017). Çalışmada kullanılan Estelite-Sigma-Quick kompozit rezini de doldurucu özelliklerinden dolayı diğer gruplardan daha az renklenmiş olabilir.

Rezin esaslı materyallerde su absorpsiyonu ve çözünürlüğün doldurucu oranıyla ilişkili olduğu pek çok çalışmada bildirilmiştir. Literatürde su emilimi ve çözünürlüğün yüksek doldurucu oranına sahip materyallerde daha düşük olduğu bildirilmiştir (Haluk ve ark., 2007; Boaro ve ark., 2013).

Li ve ark. (1985) doldurucu içeriğinin kompozit rezinin yapısına olan etkisini inceledikleri çalışmada yüzde olarak düşük doldurucu içeriğine sahip kompozit rezinin su absorpsiyon değerini doldurucusuz rezinle eşit bulurken doldurucu oranı yüksek olan kompozit rezinlerin su absorpsiyon değerini diğerlerine göre anlamlı derecede az bulunduğunu belirtmişlerdir (Li ve ark., 1985).

Bunlar göz önüne alındığında çalışmada en yüksek oranda inorganik doldurucu içeren (hacimce % 71 ve ağırlıkça % 82) Estelite Sigma Quick kompozit grubunda en düşük renklenme değerleri saptanmıştır. Bu bulgular rezin esaslı materyallerde renklenme değişiminin yüksek doldurucu oranına sahip materyallerde daha düşük olduğunu bildiren önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (Saygı ve ark., 2015).

Çoğu kompozit rezinin matriksinde kullanılan Bis-GMA; hidrofilik bir monomerdur, su molekülleri ile hidrojen bağı oluşturacak iki hidroksil grubu içerir. Bu problemi azaltmak amacı ile Bis-GMA'nın bir versiyonu olan Bis-EMA geliştirilmiştir. Bu monomer, hidroksil grubu içermediği için, Bis-GMA'dan daha hidrofobiktir (Cornelio ve ark., 2014).

Bis-GMA ve TEGDMA hidrofilik yapılarından dolayı, yüksek su emilimi değerlerine sahiptirler. Bis-EMA ise yapısındaki hidrofobik gruptan dolayı düşük su emilimi gösterir (Bagheri ve ark., 2005).

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 (çay, 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 (Ertaş ve ark., 2006).

Musanje ve Darvell (2003), kompozit rezinlerin organik matriksindeki su emilimine bağlı hacimdeki artışı; TEGDMA> BisGMA> UDMA> Bis-EMA şeklinde monomer içeriğine göre sıralamışlardır (Musanje ve Darvell, 2003).

Sideridou ve ark. (2003) Bis-GMA/TEGDMA kopolimerinin suda çözünme miktarının UDMA/Bis-EMA'dan fazla olduğunu belirtmişlerdir (Sideridou ve ark., 2003). Renk değişimine karşı UDMA'nın BisGMA'dan daha dirençli olduğu, normal polimerizasyon şartlarında UDMA'nın BisGMA'dan daha az su emilimi gösterdiği belirlenmiştir (Barutçigil ve ark., 2012).

Dulik ve ark. (1981) yaptığı çalışmada hidrofilik monomer içeren kompozit rezinlerin oldukça yüksek su absorpsiyon değeri olduğunu ayrıca birden fazla metakrilat grup içeren kompozit rezinlerin su absorpsiyon değerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir (Dulik ve ark., 1981).

Tetric EvoCeram kompozit rezininde kontrol, BisCover, Optiglaze grupları  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p=0,072$ ). Bunun diğer kompozit rezinlerin organik matriks içeriğinden farklı olarak bulundurduğu hidrofobik ve renk stabilizasyonu yüksek monomerler olan UDMA, Bis-EMA ile ilgili olduğunu düşünmekteyiz. Diğer tüm kompozit rezin gruplarında Optiglaze yüzey cilası uygulanan örneklerde daha düşük  $\Delta E$  değerleri elde edilmiştir.

Yapılan çalışmada Clearfil Majesty kompozit rezininin  $\Delta E$  ortalamaları Ceram.x SphereTec one ve Estelite Sigma Quick kompozit rezin gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p=0,008$ ,  $p=0,001$ ). Clearfil Majesty %40 hacimdeki inorganik doldurucu oranıyla çalışmadaki kompozit rezinlerden daha düşük bir inorganik doldurucu hacmine sahiptir. Ceram.x SphereTec one kompozit rezinin yapısındaki Bis-EMA, Clearfil Majesty kompozit rezinin matriks içeriğindeki Bis-GMA'dan daha hidrofobiktir ve ayrıca Clearfil Majesty kompozit rezininin inorganik doldurucu hacmi %48-50 olarak bildirilmiştir. Sankarapandian ve ark. (1997) etoksillenmiş monomerlerde hidroksil grubunun yokluğunun (Bis-EMA'da olduğu gibi) Bis-GMA'dan daha düşük su emilimine neden olduğunu göstermişlerdir. Ceram.x SphereTec one kompozit rezinindeki organik-inorganik matriksin hidrofobik bir polimer ağı sağlayabileceği ve bu yapının materyalde daha düşük su emilimine neden olduğu bildirilmiştir (Da Silva Fonseca ve ark., 2013). Yapılan çalışmada Estelite Sigma Quick kompozit rezini supra nano boyutta, %71 oranda inorganik doldurucu hacmiyle en düşük renklenme ve pürüzlülük değerlerini vermiştir.

Tetric-Evo-Ceram kompozit rezinini  $\Delta E$  ortalamaları Estelite-Sigma-Quick grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p=0,002$ ), diğer kompozit rezinlerin  $\Delta E$  ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Bu sonuç Tetric EvoCeram kompozit rezinin organik matriks yapısında, Estelite Sigma Quick kompozit rezininden farklı olarak UDMA ve Bis-EMA gibi hidrofobik monomerler içermesine rağmen daha düşük hacimde, daha büyük boyutta inorganik doldurucu partikül içermesiyle ilgili olabilir.

Çalışmamızın birkaç kısıtlılığı vardı. Bunlardan biri; sonuçlar kullanılan restoratif materyallere göre değişebileceğinden daha farklı özelliklere sahip restoratif materyaller kullanabilirdi. Çalışmada yüzey pürüzlülüğü ölçümleri mekanik profilometrelerle yapıldı. İlerideki çalışmalarda daha detaylı yüzey değerlendirmesi yapılabilen SEM ya da AFM gibi ölçüm cihazları kullanılabilir. Çalışmada cila tekniği olarak iki çeşit cila sistemi kullanıldı. Daha fazla sayıda ve çeşitte sistemler kullanılabilir. Renklenmeye etkisi değerlendirilirken içecek olarak sadece kahve kullanıldı. Farklı içeceklerle farklı sonuçlar elde edilebilirdi. Kahve tüketimi sonucu oluşan renklenme; hastanın diş fırçalama alışkanlıkları, tükürük miktarı vb. ağız koşullarından da etkilenebilmektedir. Sonuç olarak çalışmamız in vitro bir çalışmadır. Yapılacak in vivo çalışmalarla daha detaylı bilgiler elde edileceğine inanmaktayız.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu in vitro çalışmanın sınırlamaları dahilinde cila işlemleri sırasında yüzey cilalığı kullanmak, yüzey pürüzlülüğünü ve renklenmeyi azaltabilir. Yüzey pürüzlülüğü ile renk değişimi arasında ise belirgin bir korelasyon bulunamamış renk değişiminin sadece yüzey pürüzlülüğüne değil başka faktörlere de bağlı olduğu görülmüştür.

Dört farklı kompozit rezinin (Estelite Sigma Quick, Clearfil Majesty ES-2 Classic, Ceram.x SphereTec one, Tetric EvoCeram) cila işlemleri sonrasındaki yüzey pürüzlülüğü, renk değişimini incelediğimiz in vitro çalışmanın sonuçlarına göre;

1. Kompozit rezin yüzeylerinde BisCover cila en az, kontrol grubu en fazla yüzey pürüzlülüğü oluşturdu.

2. Kompozit rezin grupları içerisinde en az yüzey pürüzlülüğü supra-nano kompozitte, en fazla yüzey pürüzlülüğü nanohibrit kompozitte görüldü. Kompozitlerin partikül büyüklüğü azaldıkça cila sistemlerinin daha az yüzey pürüzlülüğü oluşturduğu görüldü.

3. Kompozit rezinlerin renk değişiminin partikül boyutu ile ilişkili olduğu ve renk değişimi en az supra-nano, nano seramik, nanohibrit kompozit şeklinde sıralandı.

4. Kompozit rezin grupların içinde en az yüzey pürüzlülüğünü BisCover cila sistemi oluşturmaya rağmen, Optiglaze cila sistemi Tetric EvoCeram kompoziti haricinde diğer tüm kompozit gruplarında 7. gün sonunda en az renk değişimi oluşturdu.

5. Kompozit rezinlerde meydana gelen renk değişimlerinde yüzey pürüzlülüğünün önemi olsa da çalışmamızda yüzey pürüzlülük değerleri ile kompozit örneklerin renk değişimi arasında bir ilişki bulunamadı.

6. SEM görüntüleri, geleneksel cila yöntemine göre likit yüzey cila materyali uygulanan yüzeylerin daha pürüzsüz olabileceğini ortaya koydu.

7. Tüm kompozit rezin gruplarının 7. gün sonunda klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değerinin ( $\Delta E = 1,8$ ) üzerinde olduğu görüldü.

## KAYNAKLAR

- Al-Boni, R., & Raja, O. M. (2010). Microleakage evaluation of silorane based composite versus methacrylate based composite. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(3), 152–155.
- Antonson, S. A., Yazici, A. R., Kilinc, E., Antonson, D. E., & Hardigan, P. C. (2011). Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry*, 39(SUPPL. 1), 9–17.
- Anusavice KJ. (2003). *Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed. Saunders: USA: 2003.*
- Arora, R., & Kapoor, H. (2014). Nanotechnology in Dentistry - Hope or Hype. *Journal of Oral Health and Dental Management*, 13(4), 928–933.
- Attar, N. (2007). The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 8(1), 027–035.
- Aytac, F., Karaarslan, E. S., Agaccioglu, M., Tastan, E., Buldur, M., & Kuyucu, E. (2016). Effects of Novel Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 28(4), 247–261.
- Bagheri, R., Burrow, M. F., & Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, 33(5), 389–398.
- Bagheri, R., Burrow, M. F., & Tyas, M. J. (2007). Surface characteristics of aesthetic restorative materials – an SEM study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 68–76.
- Bani, M., Öztaş, N., Ve, G. E., & Araştırma, Y. Ö. (2013). Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *Cam Iyonmer İçerikli Farklı Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi*, 30(1), 13.

- Bansal, K., Acharya, S., & Saraswathi, V. (2012). Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 283–288.
- Barutçigil, Y. D. D. Ç., Harorlı, Y. D. D. O. T., & Seven, P. D. N. (2012). Bazı Geleneksel İçeceklerin Mikrohibrit Kompozit Rezinde Meydana Getirdiği Renk Değişikliklerinin İncelenmesi. In *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* (Vol. 2012, pp. 114–119). Atatürk Üniversitesi.
- Bayindir, D. F., & Wee, D. A. G. (2006). The Use of Computer Aided Systems in Tooth. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 30, 40–46.
- Beltrami, R., Ceci, M., De Pani, G., Vialba, L., Federico, R., Poggio, C., & Colombo, M. (2018). Effect of different surface finishing/polishing procedures on color stability of esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *European Journal of Dentistry*, 12(1), 49–56.
- Berber, A., Cakir, F. Y., Baseren, M., & Gurgan, S. (2013). Effect of different polishing systems and drinks on the color stability of resin composite. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(4), 662–667.
- Bertrand, M. F., Leforestier, E., Muller, M., Lupi-Pégurier, L., & Bolla, M. (2000). Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *Journal of Biomedical Materials Research*, 53(6), 658–663.
- BISCO. Erişim 2020.  
[https://www.bisco.com/assets/1/22/BisCover\\_LV\\_SDS\\_BD\\_English.pdf](https://www.bisco.com/assets/1/22/BisCover_LV_SDS_BD_English.pdf)
- Boaro, L. C., Gonçalves, F., Guimarães, T. C., Ferracane, J. L., Pfeifer, C. S., & Braga, R. R. (2013). Sorption, solubility, shrinkage and mechanical properties of “low-shrinkage” commercial resin composites. *Dental Materials*, 29(4), 398–404.
- Bollen, C. M., Lambrechts, P., & Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 13(4), 258–269.

- Brewer, J. D., Wee, A., & Seghi, R. (2004). Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48(2), 341–358.
- Broome, J. C., Chung, K., Gonzalez-cabezas, C., Johnson, W., Kelsey, W. P., Maxson, B., Mccomb, D., Neme, A., Osborne, J. W., Oxford, J., Peters, T., & Vargas, M. (2004). (issn 0361-7734). *OPER DENT.*, 29(3), 269–274.
- Browning, W. D., Contreras-Bulnes, R., Brackett, M. G., & Brackett, W. W. (2009). Color differences: polymerized composite and corresponding Vitapan Classical shade tab. *Journal of Dentistry*, 37 Suppl 1, e34-9.
- Burgt T, V. der, Bosch, J. Ten, P, B., & W. A, K. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *The J Prosthet Dent*, 63(2), 155–162.
- Burrow, M. F., & Makinson, O. F. (1991). Color change in light-cured resins exposed to daylight. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 22(6), 447–452.
- Catelan, A., Briso, A. L. F., Sundfeld, R. H., & Dos Santos, P. H. (2010). Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(5), 324–330.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38(2), 2–16.
- Chung, S. M., & Yap, A. U. J. (2005). Effects of surface finish on indentation modulus and hardness of dental composite restoratives. *Dental Materials*, 21(11), 1008–1016.
- Congara Kivrak, T., & Gokay, O. (2018). Kompozit Rezinlerin Renk Stabilitesine Etki Eden Faktörler. *AÜ Diş Hek Fak Derg*, 45(2), 105–114.
- Cornelio, R. B., Wikant, A., Mjøsund, H., Molvig, H., Haasum, J., Gedde, U. W., Örtengren, U. T., Belloti, R., Wikant, A., Mjøsund, H., & Molvig, H. (2014). The influence of bis-EMA vs bis GMA on the degree of conversion and water susceptibility of experimental composite materials. *Acta Odontologica Scandinavica*, 6357.



- Culpepper, W. D. (1970). A comparative study of shade-matching procedures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 24(2), 166–173.
- Da Costa, J., Adams-Belusko, A., Riley, K., & Ferracane, J. L. (2010). The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry*, 38 Suppl 2, e123-8.
- Da Costa, J., Ferracane, J., Paravina, R. D., Mazur, R. F., & Roeder, L. (2007). The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(4), 214–224.
- Da Silva Fonseca, A. S. Q., da Fonseca Gerhardt, K. M., da Silveira Pereira, G. D., Coelho Sinhoreti, M. A., & Jochims Schneider, L. F. (2013). Do new matrix formulations improve resin composite resistance to degradation processes? *Brazilian Oral Research*, 27(5), 410–416.
- Dayangaç, B. (2000). *Kompozit rezin restorasyonlar* (2. basım). Güneş Kitapevi.
- Dayangaç GB. (2011). *Kompozit Restorasyonlar* (2. basım). Güneş Kitapevi.
- De Carvalho Panzeri Pires-De-Souza, F., Garcia, L. D. F. R., Roselino, L. D. M. R., & Naves, L. Z. (2011). Color stability of silorane-based composites submitted to accelerated artificial ageing - An in situ study. *Journal of Dentistry*, 39(1), 18–24.
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118–132.
- Dede, D. Ö., Şahin, O., Koroglu, A., & Yilmaz, B. (2016). Effect of sealant agents on the color stability and surface roughness of nanohybrid composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(1), 119–128.
- Del Mar Pérez, M., Saleh, A., Yebra, A., & Pulgar, R. (2007). Study of the variation between CIELAB  $\Delta E^*$  and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dental Materials Journal*, 26(1), 21–28.
- Dentsply Sirona. Erişim 2020.

<https://assets.dentsplysirona.com/flagship/en/explore/restorative/ceramx-spheretec-one/ceramx-SphereTEC-one-Brochure-EN.pdf>

- Doray, P. G., Eldiwany, M. S., & Powers, J. M. (2003). Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15(4), 244–250.
- Dos Santos, P. H., Pavan, S., Suzuki, T. Y. U., Briso, A. L. F., Assunção, W. G., Sinhoreti, M. A. C., Correr-Sobrinho, L., & Consani, S. (2011). Effect of fluid resins on the surface roughness and topography of resin composite restorations analyzed by atomic force microscope. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 4(3), 433—439.
- Dulik, D., Bernier, R., & Brauer, G. M. (1981). Physical Composites. *Journal Of Dental Research*, 60(6), 983–989.
- Eick, J. D., Kotha, S. P., Chappelow, C. C., Kilway, K. V., Giese, G. J., Glaros, A. G., & Pinzino, C. S. (2007). Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dental Materials*, 23(8), 1011–1017.
- Erdemir, U., Yildiz, E., & Eren, M. M. (2012). Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *Journal of Dentistry*, 40 Suppl 2, e55-63.
- Ereifej, N. S., Oweis, Y. G., & Eliades, G. (2013). The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Operative Dentistry*, 38(1), E1-12.
- Ergücü, Z., Türkün, L. S., & Aladag, A. (2008). Color Stability of Nanocomposites Polished with One-Step Systems. *Operative Dentistry*, 33(4), 413–420.
- Ergün, G., & Yenisey, M. (2006). Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit (FGK) Sabit Protezlerin Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) İle Değerlendirilmesi Ve İçeriklerinin Element Analizlerinin (EDS) Yapılması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 73–81.
- Ernst, C.-P., Canbek, K., Euler, T., & Willershausen, B. (2004). In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials

- testing. *Clinical Oral Investigations*, 8(3), 130–138.
- Eroglu, E., Kucukesmen, H. C., & Uluhan, B. (2007). Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğine Müracaat Eden Hastaların Diş Rengi Dağılımının Saptanması. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 14(2).
- Ertaş, E., Güler, A. U., Yücel, A. Ç., Köprülü, H., & Güler, E. (2006). Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal*, 25(2), 371–376.
- Favarão, J., de Oliveira, D. C. R. S., Rocha, M. G., Zanini, M. M., Abuna, G. F., Mendonça, M. J., & Sinhoreti, M. A. C. (2019). Solvent degradation and polymerization shrinkage reduction of resin composites using isobornyl methacrylate. *Brazilian Dental Journal*, 30(3), 272–278.
- Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(6), 553.
- Fontes, S. T., Fernández, M. R., de Moura, C. M., & Meireles, S. S. (2009). Color stability of a nanofill composite: Effect of different immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, 17(5), 388–391.
- Fráter, M., Forster, A., Keresztúri, M., Braunitzer, G., & Nagy, K. (2014). In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fibre-reinforced composite material. *Journal of Dentistry*, 42(9), 1143–1150.
- Furuse, A. Y., Gordon, K., Rodrigues, F. P., Silikas, N., & Watts, D. C. (2008). Colour-stability and gloss-retention of silorane and dimethacrylate composites with accelerated aging. *Journal of Dentistry*, 36(11), 945–952.
- Gadegaard, N. (2006). Atomic force microscopy in biology: Technology and techniques. *Biotechnic and Histochemistry*, 81(2–3), 87–97.
- Gale, M. S., & Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of Dentistry*, 27(2), 89–99.
- Garoushi, S., Lassila, L., Hatem, M., Shembesh, M., Baady, L., Salim, Z., & Vallittu, P. (2013). Influence of staining solutions and whitening procedures on discoloration of hybrid composite resins. *Acta Odontologica Scandinavica*,

71(1), 144–150.

GC. Erişim 2020.

[http://www.gcamerica.com/downloads/SDS\\_US/SDS\\_OPTIGLAZE\\_color\\_\(Shades Blue, Clear, Grey, Ivory White, Lavender, Olive, Orange, Pink, Pink Orange, Red, Red Brown, White&Yellow\).pdf](http://www.gcamerica.com/downloads/SDS_US/SDS_OPTIGLAZE_color_(Shades_Blue,_Clear,_Grey,_Ivory_White,_Lavender,_Olive,_Orange,_Pink,_Pink_Orange,_Red,_Red_Brown,_White&Yellow).pdf)

Gedik, R., Hürmüzlü, F., Coşkun, A., Bektaş, Ö. Ö., & Özdemir, A. K. (2005).

Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *Journal of the American Dental Association*, 136(8), 1106–1112.

Geis-Gerstorfer, J. (1994). In vitro corrosion measurements of dental alloys. *Journal of Dentistry*, 22(4), 247–251.

Ghinea, R., Pérez, M. M., Herrera, L. J., Rivas, M. J., Yebra, A., & Paravina, R. D. (2010). Color difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 38(2), 57–64.

Gómez-Polo, C., Muñoz, M. P., Lorenzo Luengo, M. C., Vicente, P., Galindo, P., & Martín Casado, A. M. (2016). Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(1), 65–70.

Gönüloğlu, N., & Yılmaz, F. (2012). The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and color stability of nanocomposites. *Journal of Dentistry*, 40(2), 64–70.

Guler, A. U., Kurt, S., & Kulunk, T. (2005). Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 93(5), 453–458.

Guler, A. U., Yılmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., & Kurt, S. (2005). Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2), 118–124.

Güler, Y. D. D. E., Gönüloğlu, Y. D. D. N., Yücel, D. D. A. Ç., Yılmaz, Y. doç. dr. F., & Ersöz, P. dr. E. (2013). Farklı içeceklerde bekletilen kompozit rezinlerin renk stabilitelerinin karşılaştırılması. In *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* (Vol. 23, pp. 24–29). Atatürk Üniversitesi.

- Haluk, D., Sevilmiş, H., & Bulucu, D. B. (2007). Water Sorption Property of Adhesive Materials. *Clinical Dentistry and Research*, 16–21.
- Hekimoğlu, C., Anil, N., & Etikan, I. (2000). Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *The International Journal of Prosthodontics*, 13(1), 29–33.
- Heymann, H. (2011). *Art and science of operative dentistry* (5th ed.). Elsevier.
- Hickel, R., Dasch, W., Janda, R., Tyas, M., & Anusavice, K. (1998). New direct restorative materials. *International Dental Journal*, 48(1), 3–16.
- Ilie, N., Keßler, A., & Durner, J. (2013). Influence of various irradiation processes on the mechanical properties and polymerisation kinetics of bulk-fill resin based composites. *Journal of Dentistry*, 41(8), 695–702.
- Ishikawa-Nagai, S., Yoshida, A., Sakai, M., Kristiansen, J., & Da Silva, J. D. (2009). Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *Journal of Dentistry*, 37(SUPPL. 1), 57–63.
- Ivoclar Vivadent. Erişim 2020.  
<https://www.ivoclarvivadent.com.tr/tr/p/tum/urunler/restoratif-materyallerin/kompozitler/tetric-evoceram>
- Jandt, K. D. (2001). Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*, 491(3), 303–332.
- Jarad, F. D., Russell, M. D., & Moss, B. W. (2005). The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *British Dental Journal*, 199(1), 43–49; discussion 33.
- Jefferies, S. R. (2007). Abrasive Finishing and Polishing in Restorative Dentistry: A State-of-the-Art Review. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 379–397.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(SUPPL.), 3–12.
- Jones, C. S., Billington, R. W., & Pearson, G. J. (2004). The in vivo perception of roughness of restorations. *British Dental Journal*, 196(1), 42–45.
- Jones, Colin S., Billington, R. W., & Pearson, G. J. (2006). Interoperator variability

- during polishing. *Quintessence International*, 37(3), 183–190.
- Joniot, S., Salomon, J. P., Dejou, J., & Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*, 31(1), 39–46.
- Kahramanoğlu, E., & Özkan, Y. K. (2013). Diş hekimliğinde estetik ve renk. *Cumhuriyet Dental Journal*, 16(4), 339–347.
- Kakaboura, A., Fragouli, M., Rahiotis, C., & Silikas, N. (2007). Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18(1), 155–163.
- Karan, S., Kircelli, B. H., & Tasdelen, B. (2010). Enamel surface roughness after debonding : Comparison of two different burs. *Angle Orthodontist*, 80(6), 1081–1088.
- Keyf, F., Uzun G, & Altunsoy, S. (2009). Diş Hekimliğinde Renk Seçimi. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 33(4), 52–58.
- Khalaj, K., Tayefi-Nasrabadi, M., & Soudi, A. (2018). The evaluation of surface sealants' effect on the surface roughness of Nanohybrid composite after polishing with One-Step system (in-vitro). *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(7), e635–e641.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Dunford, R. G., & Wee, A. G. (2007). In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(5), 353–358.
- Korkmaz, Y., & Attar, N. (2011). *The Effects of Different Polishing Systems on the Surface Roughness of Esthetic Composites*. 38(2), 71–76.
- Köroğlu, A., Sahin, O., Dede, D. Ö., & Yilmaz, B. (2016). Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 115(4), 447–455.
- Kroeze, H. J. P., Plasschaert, A. J. M., Van 't Hof, M. A., & Truin, G. J. (1990). Prevalence and Need for Replacement of Amalgam and Composite Restorations

- in Dutch Adults. *Journal of Dental Research*, 69(6), 1270–1274.
- Kuraray Noritake. (2020). <https://kuraraydental.com/wp-content/uploads/sds/chairside/usa/clearfil-majesty-es-2-classic-and-premium-sds-usa.pdf>
- Kurt, M., Turhan Bal, B., & Bal, C. (2016). Actual Methods of Color Measurement: A Systematic Review. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 22(2), 130–146.
- Li, Y., Swartz, M. L., Phillips, R. W., Moore, B. K., & Roberts, T. A. (1985). Effect of filler content and size on properties of composites. *Journal of Dental Research*, 64(12), 1396–1401.
- Lima, A. F., Soares, G. P., Vasconcellos, P. H., Ambrosano, G. M., Marchi, G. M., Lovadino, J. R., & Aguiar, F. H. (2011). Effect of surface sealants on microleakage of Class II restorations after thermocycling and long-term water storage. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 13(3), 249–254.
- Lu, H., & Powers, J. M. (2004). Color stability of resin cements after accelerated aging. *American Journal of Dentistry*, 17(5), 354–358.
- Mansouri, S. A., & Zidan, A. Z. (2018). Effect of water sorption and solubility on color stability of bulk-fill resin composite. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(9), 1129–1134.
- Mitra, S. B., Wu, D., & Holmes, B. N. (2003). An application of nanotechnology in advanced dental materials. *Journal of the American Dental Association*, 134(10), 1382–1390.
- Morresi, A. L., D'Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D'Arcangelo, C., & Monaco, A. (2014). Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 29, 295–308.
- Mundim, F. M., Garcia, L. da F. R., & Pires-de-Souza, F. de C. P. (2010). Effect of staining solutions and repolishing on color stability of direct composites. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 249–254.

- Musanje, L., & Darvell, B. W. (2003). Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dental Materials*, 19(5), 414–422.
- Nahsan, F. P. S., Da Silva, L. M., Baseggio, W., Francisconi, P. A. S., Franco, E. B., & Mondelli, R. F. L. (2014). Effect of sealants in the composite surface roughness after tooth brushing | Efeito de selantes na rugosidade de resinas compostas após A escovação simulada. *Bioscience Journal*, 30(6), 1959–1966.
- Nair, S. R., Niranjana, N. T., Jayasheel, A., & Suryakanth, D. B. (2017). Comparative evaluation of colour stability and surface hardness of methacrylate based flowable and packable composite -in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(3), ZC51–ZC54.
- Nasim, I., Neelakantan, P., Sujeer, R., & Subbarao, C. V. (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins - An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38(SUPPL. 2), e137–e142.
- Oberholzer, T. G., Du Preez, I. C., & Kidd, M. (2005). Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. *Biomaterials*, 26(18), 3981–3986.
- Ozel Bektas, O., Eren, D., Akin, E. G., & Akin, H. (2013). Evaluation of a self-Adhering flowable composite in terms of micro-shear bond strength and microleakage. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3–4), 541–546.
- Palin, W. M., Fleming, G. J. P., Burke, F. J. T., Marquis, P. M., & Randall, R. C. (2005). The influence of short and medium-term water immersion on the hydrolytic stability of novel low-shrink dental composites. *Dental Materials*, 21(9), 852–863.
- Paravina, R. D., Ghinea, R., Herrera, L. J., Bona, A. D., Igiel, C., Linninger, M., Sakai, M., Takahashi, H., Tashkandi, E., & Del Mar Perez, M. (2015). Color difference thresholds in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(S1), S1–S9.
- Paravina, R. D., Ontiveros, J. C., & Powers, J. M. (2004). Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching-shade composites. *Journal of Esthetic*



*and Restorative Dentistry*, 16(2), 117.

- Paravina, R. D., Westland, S., Kimura, M., Powers, J. M., & Imai, F. H. (2006). Color interaction of dental materials: Blending effect of layered composites. *Dental Materials*, 22(10), 903–908.
- Paravina, R., Roeder, L., Lu, H., Vogel, K., & Powers, J. (2014). Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. *American Journal of Dentistry*, 262–266.
- Paravina, RD, & Powers, J. (2004). *Esthetic Color Training in Dentistry* (1st ed.). Elsevier.
- Perez, C. dos R., Hirata, R. J., da Silva, A. H. M. da F. T., Sampaio, E. M., & de Miranda, M. S. (2009). Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*, 34(6), 674–680.
- Pu, Z., Mark, J. E., Jethmalani, J. M., & Ford, W. T. (1997). Effects of Dispersion and Aggregation of Silica in the Reinforcement of Poly(methyl acrylate) Elastomers. *Chemistry of Materials*, 9(11), 2442–2447.
- Race, A., Miller, M. A., Ayers, D. C., Cleary, R. J., & Mann, K. A. (2002). The influence of surface roughness on stem-cement gaps. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 84(8), 1199–1204.
- Rawls KJ, E.-U. J. (2003). *Phillips' science of dental materials*. (11th ed.). Elsevier.
- Rosalin Hongsathavij , Yosvimol Kuphasuk, K. R. (2017). Effectiveness of platelet-rich fibrin in the management of pain and delayed wound healing. *European Journal of Dentistry*, 11(4), 192–195.
- Rosenstiel Stephen, Land Martin, F. J. (2001). *Contemporary Fixed Prosthodontics* (4th ed.). Elsevier.
- Ruivo, M. A., Pacheco, R. R., Sebold, M., & Giannini, M. (2019). Surface roughness and filler particles characterization of resin-based composites. *Microscopy Research and Technique*, 82(10), 1756–1767.
- Ryba, T. M., Dunn, W. J., & Murchison, D. F. (2002). Surface roughness of various

- packable composites. *Operative Dentistry*, 27(3), 243–247.
- Sabbagh, J., Ryelandt, L., Bachérius, L., Biebuyck, J. J., Vreven, J., Lambrechts, P., & Leloup, G. (2004). Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(11), 1090–1101.
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2002). Craig's Restorative Dental Materials. In *Sciences New York* (14th ed., Vol. 135).
- Sakaguchi Ronald L. and Powers John M. (2012). *Craig's Restorative Dental Materials* (13th ed.).
- Sakaguchi Ronald, P. J. (2011). *CCraig's RESTORATIVE DENTAL MATERIALS*. (n.d.). *raig's RESTORATIVE DENTAL MATERIALS*.
- Samra, A. P. B., Pereira, S. K., Delgado, L. C., & Borges, C. P. (2008). Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, 22(3), 205–210.
- Saraç, Y. (2006). The Effect Of Polishing Techniques And Surface Varnish On The Color Stability Of The Composite Resins Which Have Different Inorganic Filler. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23(3), 169–175.
- Saygı, G., Karakoç, P., Serbes, I., Özel, S., Erdemir, U., & Yücel, T. (2015). Effect of Surface Sealing on Stain Resistance of a Nano-Hybrid Resin Composite. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 49(2), 23.
- Schulze, K. A., Marshall, S. J., Gansky, S. A., & Marshall, G. W. (2003). Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 19(7), 612–619.
- Schulze, K. A., Tinschert, J., Marshall, S. J., & Marshall, G. W. (2003). Spectroscopic analysis of polymer-ceramic dental composites after accelerated aging. *International Journal of Prosthodontics*, 16(4), 355–361.
- Seghi, R. R., Hewlett, E. R., & Kim, J. (1989). Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of Dental Research*, 68(12), 1760–1764.

- Seghi, R. R., Johnston, W. M., & O'Brien, W. J. (1986). Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 56(1), 35–40.
- Senawongse, P., & Pongprueksa, P. (2007). Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(5), 265–273.
- Sengez, G., & Dörter, C. (2019). Estetik diş hekimliğinde renk seçimi. In *Selcuk Dental Journal* (pp. 213–220). Selçuk Üniversitesi.
- Settembrini, L., Penugonda, B., Scherer, W., Strassler, H., & Hittelman, E. (1995). Alcohol-containing mouthwashes: effect on composite color. *Operative Dentistry*, 20(1), 14–17.
- Sideridou, I., Tserki, V., & Papanastasiou, G. (2003). Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, 24(4), 655–665.
- Sim CP, Yap AU, T. J. (2001). Color perception among different dental personnel. *Oper Dent*, 26(5):435-9.  
[https://www.researchgate.net/publication/11796561\\_Color\\_perception\\_among\\_different\\_dental\\_personnel](https://www.researchgate.net/publication/11796561_Color_perception_among_different_dental_personnel)
- Sproull, R. C. (1973). Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 29(5), 556–566.
- Sproull, R. C., Beaumont, W., Hospital, G., & Paso, E. (2001). Color matching in dentistry . Part I . The three-dimensional nature of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 29(4), 453–457.
- Takeuchi, C. Y. G., Orbegoso Flores, V. H., Palma Dibb, R. G., Panzeri, H., Lara, E. H. G., & Dinelli, W. (2003). Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: Effect of surface sealing. *Operative Dentistry*, 28(3), 281–286.
- Tamam, E. (2014). Farklı kaide materyallerine mikrobiyal tutunmanın değerlendirilmesi. In *Cumhuriyet Dental Journal* (Vol. 17, pp. 151–158). Cumhuriyet Üniversitesi.

- Tanoue, N., Matsumura, H., & Atsuta, M. (2000). Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 84(1), 93–97.
- Tokuyama Dental. (2020). [http://www.tokuyama-dental.com/tdc/pdf/msds/turkey/15CLP\\_ESTELITE SIGMA QUICK\\_TRrev4.pdf](http://www.tokuyama-dental.com/tdc/pdf/msds/turkey/15CLP_ESTELITE_SIGMA_QUICK_TRrev4.pdf)
- Trakyalı, G. (2013). Diş Rengi Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler Methods Used For Tooth Color Determination. *EÜ Dişhek Fak Dergi*, 34(1), 1–10.
- Truffier-Boutry, D., Place, E., Devaux, J., & Leloup, G. (2003). Interfacial layer characterization in dental composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30(1), 74–77.
- Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., & Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 585–590.
- Türel, V. (2015). Restoratif Dental Materyallerin Yüzey Mekanik Özellikleri. In *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* (Vol. 25, pp. 77–82). Atatürk Üniversitesi.
- Turgut, S., & Bağış, B. (2011). Colour stability of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 39(SUPPL. 3), e57–e64.
- Turgut, S., & Bağış, B. (2011). Color In Dentistry And Color Measuring Methods. *Journal of Dentistry*, 65–75.
- Türkün, L. S., & Türkün, M. (2004). The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Operative Dentistry*, 29(2), 203–211.
- Türkün, L. Sebnem, & Türkün, M. (2004). Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, 16(5), 290–292.
- Um, C. M., & Ruyter, I. E. (1991). Staining of resin-based veneering materials with

- coffee and tea. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 22(5), 377–386.
- Vaderhobli, R. M. (2011). Advances in dental materials. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 619–625.
- Valentini, F., Oliveira, S. G. D. de, Guimarães, G. Z., Barbosa, R. P. de S., & Moraes, R. R. de. (2011). Effect of surface sealant on the color stability of composite resin restorations. *Brazilian Dental Journal*, 22(5), 365–368.
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., & De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26(2), 100–121.
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., & Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17–28.
- Vichi, A., Ferrari, M., & Leon, C. (2004). Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, 530–534.
- Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A. M., & De Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73–87.
- W. M., J., & E. C., K. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, 68(5):819-, 819–822.
- Waki, T., Nakamura, T., Wakabayashi, K., Mutobe, Y., & Yatani, H. (2004). Adhesive strength between fiber-reinforced composites and veneering composites and fracture load of combinations of these materials. *International Journal of Prosthodontics*, 17(3), 364–368.
- Wee, A. G., Monaghan, P., & Johnston, W. M. (2002). Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 87(6), 657–666.
- Williams, H. A., Garman, T. A., Fairhurst, C. W., Zwemer, J. D., & Ringle, R. D.

- (1978). Surface characteristics of resin-coated composite restorations. *Journal of the American Dental Association*, 97(3), 463–467.
- Wilson, K. S., Zhang, K., & Antonucci, J. M. (2005). Systematic variation of interfacial phase reactivity in dental nanocomposites. *Biomaterials*, 26(25), 5095–5103.
- Wozniak, W. T., & Moser, J. B. (1981). How to improve shade matching in the dental operatory. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *Journal of the American Dental Association* (1939), 102(2), 209–210.
- Wozniak, W. T., Siew, E. D., Lim, J., McGill, S. L., Sabri, Z., & Moser, J. B. (1993). Color mixing in dental porcelain. *Dental Materials*, 9(4), 229–233.
- Yanikoğlu, N., Duymuş, Z. Y., & Yilmaz, B. (2009). Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dental Materials Journal*, 28(3), 344–351.
- Yap, A. U. J., & Mok, B. Y. Y. (2002). Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry*, 27(2), 161–166.
- Yap, A. U., Lye, K. W., & Sau, C. W. (1997). Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Operative Dentistry*, 22(6), 260–265. <http://europepmc.org/abstract/MED/9610323>
- Yazici, A., Müftü, A., & Kugel, G. (2007). Three-dimensional Surface Profile Analysis of Different Types of Flowable Restorative Resins Following Different Finishing Protocols. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 8, 9–17.
- Zhang, F., Heydecke, G., & Razzoog, M. E. (2000). Double-layer porcelain veneers: Effect of layering on resulting veneer color. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 84(4), 425–431.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Dilara YILDIZ

**Doğum Yeri** : Üsküdar

**Doğum Tarihi** : 17.10.1992

**Yabancı Dili** : İngilizce

**E-posta** : dilara.yildiz@odu.edu.tr

**İletişim Bilgileri** : Cumhuriyet yerleşkesi, Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi

### Öğrenim Durumu :

| Derece   | Bölüm/ Program             | Üniversite            | Yıl       |
|----------|----------------------------|-----------------------|-----------|
| Lisans   | Diş Hekimliği              | İstanbul Üniversitesi | 2011-2016 |
| Uzmanlık | Restoratif Diş<br>Tedavisi | Ordu Üniversitesi     | 2017-     |

### İş Deneyimi:

| Görev    | Görev Yeri                                                                         | Yıl         |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Arş.Gör. | Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif<br>Diş Tedavisi Anabilim Dalı | 06.10.2017- |

**Uluslar arası dergilerde yayınlanan makaleler:**

Akarsu S, Yıldız D. 2018. "Restoration of Anterior Tooth Malformation by Using Composite Mock-up Technique" Journal of Dentistry and Oral Biology 3(3), 2-3.

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:**

1. Ebru Uslu Cender, Dilara Yıldız 'Farklı Yüzey Cilalarının Kompozit Rezın Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkisi' Uluslararası Diş Hekimliği Ve Sağlık Kongresi IDU-DENT 2020 (Sözlü Bildiri).
2. Ebru Uslu Cender, Dilara Yıldız, Tuğçe Yılmaz, Yeliz Kaşko Arıcı 'Üç Farklı Kompozit Rezınin Anterior Diastema Kapatılmasında 12 Aylık Takibi' Uluslararası Diş Hekimliği Ve Sağlık Kongresi IDU-DENT 2020 (Sözlü Bildiri).

**Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiri Kitabında Basılan Posterler:**

1. Ebru Uslu Cender, Dilara Yıldız, Tuğçe Yılmaz 'Vital Diş Beyazlatma Sonrası Diastema Vakalarına Konservatif Tedavi Yaklaşımları:Olgu Sunumu' 25. İzmir Dişhekimleri Odası Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi (2018)
2. Ebru Uslu Cender, Dilara Yıldız 'Polidiastema Vakalarına Direkt Kompozit Rezın Uygulamaları: Olgu Sunumu - Application Of Direct Composite Resin In Polydiastema Cases: Case Report' Türk Dişhekimleri Birliği 25. Uluslararası Dişhekimliği Kongresi (2018)
3. Ebru Uslu Cender, Dilara Yıldız 'Polidiastema Vakalarına Direkt Kompozit Rezın Uygulamaları: Olgu Sunumu - Application Of Direct Composite Resin In Polydiastema Cases: Case Report' Restoratif Dişhekimliği Derneği 22. Uluslararası Kongresi (2018)
- 4.Ebru Uslu Cender, Tuğçe Yılmaz, Dilara Yıldız "Polidiastema, Sınıf IV Vakalarına Konservatif Tedavi Yaklaşımları" TDB 24. Uluslararası Dişhekimliği Birliği Kongresi, Ankara, 2018. (Poster Sunumu)

**Bilimsel Araştırma Projeleri:**

"Yüzey Cilalarının Kompozit Rezınlerin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Renk Stabilitelerine Etkisi" başlıklı B-2003 proje numaralı B tipi araştırma projesi